



Patrones de consumo aparente de energías modernas en América Latina, 1890 – 2003

José Jofré González

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tdx.cat) i a través del Dipòsit Digital de la UB (diposit.ub.edu) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX ni al Dipòsit Digital de la UB. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX o al Dipòsit Digital de la UB (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tdx.cat) y a través del Repositorio Digital de la UB (diposit.ub.edu) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR o al Repositorio Digital de la UB. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR o al Repositorio Digital de la UB (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tdx.cat) service and by the UB Digital Repository (diposit.ub.edu) has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized nor its spreading and availability from a site foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository is not authorized (framing). Those rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.



Facultat d'Economia i Empresa
Departament d'Història i Institucions Econòmiques

Patrones de consumo aparente de energías modernas en América Latina, 1890 – 2003

Autor: José Jofré González
Director: Dr. César Yáñez Gallardo
Tesi per optar al grau de Doctor en Història Econòmica

Doctorat en Història i Institucions Econòmiques 2004 – 2006

Barcelona, Octubre de 2012

Universidad de Barcelona
Facultad de Economía y Empresa
Departamento de Historia e Instituciones Económicas
Doctorado en Historia e Instituciones Económicas

Patrones de consumo aparente de
energías modernas en América Latina,
1890 – 2003

Tesis para optar al grado de Doctor en Historia Económica

Autor: José Jofré González
Director: Dr. César Yáñez Gallardo

Barcelona, 2012

A Mariela, mi esposa
A Amada y José, mis padres
A Patricio, Javier y Marcelo, mis hermanos
A Carolina, Mauro, Manuel, Lorena y Paula, “la Banda Latina”
A Juan Pablo, Sergio, Carlos y Cristián, mis amigos

*Mis agradecimientos a los miembros del
Equipo de Investigación de Barcelona:
Albert Carreras, Xavier Tafunell, César Yáñez, Mar Rubio,
André Hofman, Mauricio Folchi, Anna Carreras-Marín, Marc Badia-Miró,
Carolina Román y Frank Notten, por todos sus comentarios e ideas
a lo largo de la elaboración de esta tesis*

Contenido

Introducción.....	1
Capítulo 1	3
<i>Consumos de energía y actividad económica. Marco teórico y metodológico.....</i>	<i>3</i>
1.1 Marco Teórico	3
1.1.1 Modelo de Young-Seok Moom y Yang-Hoon Sonn (1996)	4
1.1.2 Modelo de Carl-Johan Dalgaard y Holger Strulik (2007).....	10
1.1.3 Modelo CEPAL (1956)	17
1.2 Formulación de la investigación.....	17
1.2.1 Objetivo General	18
1.2.2 Objetivos Específicos	19
1.2.3 Hipótesis Central	19
1.2.4 Hipótesis Específicas	19
1.3 Evidencia previa y estructura de la investigación.....	20
1.3.1 Evidencia bibliográfica	20
1.3.2 Metodología	20
Capítulo 2	23
<i>Construcción de las series de energías modernas</i>	<i>23</i>
2.1 Fuentes de las series de energía.....	24
2.2 Las series de energía de los países latinoamericanos	26
2.2.1 Argentina	27
2.2.2 Bolivia	30
2.2.3 Brasil	34
2.2.4 Chile	37
2.2.5 Colombia	40
2.2.6 Costa Rica.....	43
2.2.7 Cuba	46
2.2.8 Ecuador.....	49
2.2.9 El Salvador.....	52
2.2.10 Guatemala	55
2.2.11 Haití.....	58
2.2.12 Honduras.....	61
2.2.13 México.....	64
2.2.14 Nicaragua	66
2.2.15 Panamá.....	69
2.2.16 Paraguay	72
2.2.17 Perú.....	75
2.2.18 República Dominicana	78
2.2.19 Uruguay	81
2.2.20 República Bolivariana de Venezuela.....	86
2.2.21 América Latina: 20 Países.....	89
Capítulo 3	95
<i>El consumo Latinoamericano de energías modernas.....</i>	<i>95</i>
3.1 Consumo latinoamericano de energías modernas.....	96
3.1.1 El consumo de energías modernas en América Latina, una mirada general.....	96
3.1.2 El consumo de energías modernas en Latinoamérica, una mirada por países	104

3.2 Patrones de consumo de energías en Latinoamérica	106
3.2.1 Grandes consumidores y productores de petróleo	113
3.2.2 Grandes consumidores de energías modernas.....	114
3.2.3 Medianos consumidores de energías modernas	119
3.2.4 Pequeños consumidores de energías modernas.....	123
3.3 ¿Existe convergencia en los consumos de energías modernas per cápita en América Latina?	129
3.3.1 La convergencia β en el consumo de energías modernas per cápita en América Latina, 1880 – 2003.....	131
3.3.2 La convergencia σ en el consumo de energías modernas per cápita en América Latina, 1880 – 2003.....	137
3.4 Consumo de energías modernas en América Latina en el contexto internacional, 1950 - 2003.....	144
3.4.1 Fuentes de las series utilizadas	144
3.4.2 Los países de América Latina en el contexto internacional, países agrupados por continentes	145
3.4.3 Los países de América Latina en el contexto internacional, países agrupados por niveles de PIB per cápita	150
3.4.4 Los países de América Latina en el contexto internacional, países agrupados según disponibilidad de combustibles fósiles en sus territorios, 1950 - 2003.....	159
3.4.5 La convergencia en el consumo de energías modernas per cápita en una muestra de países, 1950 – 2003.....	163
3.5 Conclusiones y comentarios finales.....	177
Capítulo 4	187
<i>Análisis empírico de la relación Energía - PIB</i>	187
4.1 Descripción de las series.....	188
4.2 Relación entre el consumo aparente de energías modernas y el PIB.....	190
4.2.1 Consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita en América Latina.....	190
4.2.2 Consumo aparente de energías modernas per cápita y PIB per cápita en América Latina en el contexto internacional.....	196
4.3 Correlación entre energía y PIB	209
4.3.1 La correlación entre el consumo de energía y el PIB en los países de América Latina	209
4.3.2 La correlación entre el consumo de energía y el PIB para los países de América Latina en el contexto internacional, 1950 - 2003.....	215
4.4 Intensidad energética.....	218
4.4.1 Aspectos generales	218
4.4.2 Patrones de consumos energéticos de los países de América Latina ..	218
4.4.3 Los países de América Latina en el contexto internacional, 1950 – 2003	240
4.5 Análisis de corto plazo: co-movimiento entre energía y PIB	256
4.5.1 Metodología	256
4.5.2 Evidencia empírica	257
4.6 Análisis de largo plazo: causalidad entre energía y PIB	266
4.6.1 El concepto de causalidad	266
4.6.2 La causalidad entre el consumo de energía y el PIB	267
4.6.3 Evidencia empírica bibliográfica	269

4.6.4 Metodología para la verificación empírica de la causalidad entre energía y PIB con datos de panel	281
4.6.5 Análisis empírico sobre 20 países de América Latina, 1947 - 2003 ..	284
4.7 Conclusiones y comentarios finales.....	294
Capítulo 5	303
<i>Conclusiones Finales</i>	303
Bibliografía	313
Anexos.....	332
Anexo N° 2.1: Serie alternativa para Panamá.....	333
Anexo N° 2.2: Serie alternativa para Uruguay.....	336
Anexo N° 2.3: Segunda serie alternativa para Uruguay	339
Anexo N° 3.1: Análisis de quiebres en las series	342
Anexo N° 3.2: Precio de las energías: 1861 – 2003 (en dólares corrientes y constantes).....	344
Anexo N° 3.3: Composición canasta energías modernas (en porcentaje)	347
Anexo N° 4.1: Correlación entre el PIB y el Consumo Aparente de Energías Modernas, 1950 – 2003	349
Anexo N° 4.2: Coeficiente de correlación entre la intensidad energética y la actividad económica	351
Anexo N° 4.3: Coeficiente de correlación entre la intensidad energética y la participación del petróleo en la canasta de energías modernas.....	352
Anexo N° 4.4: Coeficiente de correlación entre la intensidad energética y la participación de la industria manufacturera y minería en el PIB, promedio décadas: 1950-2003	353
Anexo N° 4.5: Tasas de crecimiento y contribución en la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas	354
Anexo N° 4.6: Principal contribución en la explicación de la tasa de crecimiento del consumo de energías modernas, períodos historiográficos ...	359
Anexo N° 4.7: Metodología para estimar la causalidad según Chontanawat, J. et al. (2004).....	367
Anexo N° 4.8: Pruebas estadísticas para probar la causalidad con paneles de datos	374
Anexo N° 4.9: Pruebas estadísticas de raíz unitaria y cointegración, muestra completa de países latinoamericanos.....	383
Anexo N° 4.10: Pruebas estadísticas de raíz unitaria y cointegración, panel grandes consumidores de energía	391
Anexo N° 4.11: Pruebas estadísticas de raíz unitaria y cointegración, panel medianos consumidores de energía.....	396
Anexo N° 4.12: Pruebas estadísticas de raíz unitaria y cointegración, panel pequeños consumidores de energía	401

Índice de cuadros

Cuadro 1.1: Cobertura temporal series del PIB Maddison, A. (2001)	18
Cuadro 2.1: Cobertura series de energías modernas	23
Cuadro 2.2: Argentina: Promedios décadas energías modernas, 1856-2003	28
Cuadro 2.3: Argentina: Comparación series publicadas con la serie construida	29
Cuadro 2.4: Bolivia: Promedios décadas energías modernas, 1862-2003	31
Cuadro 2.5: Bolivia: Comparación series publicadas con la serie construida	33
Cuadro 2.6: Brasil: Promedios décadas energías modernas, 1856-2003	35
Cuadro 2.7: Brasil: Comparación series publicadas con la serie construida	36
Cuadro 2.8: Chile: Promedios décadas energías modernas, 1844-2003	38
Cuadro 2.9: Chile: Comparación series publicadas con la serie construida	40
Cuadro 2.10: Colombia: Promedios décadas energías modernas, 1856-2003	41
Cuadro 2.11: Colombia: Comparación series publicadas con la serie construida ...	43
Cuadro 2.12: Costa Rica: Promedios décadas energías modernas, 1870-2003	44
Cuadro 2.13: Costa Rica: Comparación series publicadas con la serie construida ...	46
Cuadro 2.14: Cuba: Promedios décadas energías modernas, 1841-2003	47
Cuadro 2.15: Cuba: Comparación series publicadas con la serie construida	49
Cuadro 2.16: Ecuador: Promedios décadas energías modernas, 1879-2003	51
Cuadro 2.17: Ecuador: Comparación series publicadas con la serie construida	52
Cuadro 2.18: El Salvador: Promedios décadas energías modernas, 1870-2003	53
Cuadro 2.19: El Salvador: Comparación series publicadas con la serie construida .	55
Cuadro 2.20: Guatemala: Promedios décadas energías modernas, 1870-2003	56
Cuadro 2.21: Guatemala: Comparación series publicadas con la serie construida ..	58
Cuadro 2.22: Haití: Promedios décadas energías modernas, 1870-2003	59
Cuadro 2.23: Haití: Comparación series publicadas con la serie construida	60
Cuadro 2.24: Honduras: Promedios décadas energías modernas, 1870-2003	62
Cuadro 2.25: Honduras: Comparación series publicadas con la serie construida	63
Cuadro 2.26: México: Promedios décadas energías modernas, 1856-2003	64
Cuadro 2.27: México: Comparación series publicadas con la serie construida	66
Cuadro 2.28: Nicaragua: Promedios décadas energías modernas, 1856-2003	67
Cuadro 2.29: Nicaragua: Comparación series publicadas con la serie construida ...	69
Cuadro 2.30: Panamá: Promedios décadas energías modernas, 1904-2003	71
Cuadro 2.31: Panamá: Comparación series publicadas con la serie construida	72
Cuadro 2.32: Paraguay: Promedios décadas energías modernas, 1900-2003	73
Cuadro 2.33: Paraguay: Comparación series publicadas con la serie construida	75
Cuadro 2.34: Perú: Promedios décadas energías modernas, 1856-2003	76
Cuadro 2.35: Perú: Comparación series publicadas con la serie construida	78
Cuadro 2.36: República Dominicana: Promedios décadas energías modernas, 1870-2003	79
Cuadro 2.37: República Dominicana: Comparación series publicadas con la serie construida	81
Cuadro 2.38: Uruguay: Promedios décadas energías modernas, 1879-2003	83
Cuadro 2.39: Uruguay: Comparación series publicadas con la serie construida	85
Cuadro 2.40: República Bolivariana de Venezuela: Promedios décadas energías modernas, 1870-2003	87

Cuadro 2.41: República Bolivariana de Venezuela: Comparación series publicadas con la serie construida	88
Cuadro 2.42: América Latina (20 países): Promedios décadas energías modernas, 1856-2003	89
Cuadro 3.1: Tasas de crecimiento del Consumo Aparente de Energías Modernas ..	98
Cuadro 3.2: Consumo aparente de energías modernas per cápita, promedios períodos seleccionados (en TEP)	107
Cuadro 3.3: Participación de cada grupo en el Consumo Aparente de Energías Modernas per cápita	108
Cuadro 3.4: Brecha de los consumos per cápita de energías modernas respecto al grupo de grandes consumidores de energía (en veces)	109
Cuadro 3.5: Tiempo requerido para alcanzar el consumo promedio de energías modernas per cápita de los grandes consumidores (en años)	109
Cuadro 3.6: Tasas de crecimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita, períodos seleccionados	112
Cuadro 3.7: Convergencia β de los países agrupados según nivel de CAEM per cápita, 1880-2003	133
Cuadro 3.8: Convergencia β de los países agrupados según existencia de combustibles fósiles en sus territorios, 1880-2003	134
Cuadro 3.9: Convergencia β de los países agrupados según nivel de consumo per cápita, 1880-2003 (períodos historiográficos)	135
Cuadro 3.10: Convergencia β de los países agrupados según existencia de combustibles fósiles en sus territorios, 1880-2003 (períodos historiográficos)	137
Cuadro 3.11: Convergencia σ para los países agrupados según nivel de consumo aparente de energías modernas per cápita, 1880-2003	139
Cuadro 3.12: Convergencia σ para los países agrupados por niveles de consumo aparente de energías modernas per cápita, 1880-2003 (períodos historiográficos) ..	140
Cuadro 3.13: Convergencia σ en períodos historiográficos, 1880-2003 (países agrupados por existencia de combustibles fósiles en sus territorios)	143
Cuadro 3.14: Consumo de energías modernas per cápita por continentes, 1950-2003 (en TEP promedio y tasa crecimiento anual de las décadas)	145
Cuadro 3.15: Años de ruptura del nivel del consumo aparente per cápita países agrupados por continente, 1950-2003	147
Cuadro 3.16: Agrupación de países según PIB per cápita promedio 1950-2003	150
Cuadro 3.17: Consumos de energías modernas per cápita países con ingreso alto, 1950-2003 (en TEP promedio y tasa crecimiento porcentual anual período)	152
Cuadro 3.18: Consumos de energías modernas per cápita países con ingreso medio alto, 1950-2003	154
Cuadro 3.19: Consumos de energías modernas per cápita países con ingreso medio, 1950-2003	156
Cuadro 3.20: Consumos de energías modernas per cápita países con ingreso bajo, 1950-2003	158
Cuadro 3.21: Años de ruptura del consumo aparente de energías modernas per cápita, países agrupados por nivel de ingreso, 1950-2003	158
Cuadro 3.22: Agrupación de países según disponibilidad de combustibles fósiles en sus territorios, 1950-2003	160
Cuadro 3.23: Consumo de energías modernas per cápita países agrupados según disponibilidad de combustibles fósiles en sus territorios, 1950-2003	161

Cuadro 3.24: Años de ruptura del consumo aparente de energías modernas per cápita países según existencia de combustibles fósiles, 1950-2003	162
Cuadro 3.25: Tasas de crecimiento períodos seleccionados, 1950-2003	162
Cuadro 3.26: Convergencia β países latinoamericanos agrupados según nivel de consumo per cápita, 1950-2003	164
Cuadro 3.27: Convergencia β países agrupados por continentes, 1950-2003	165
Cuadro 3.28: Convergencia β muestra de países agrupados según el PIB per cápita en 1950, 1950-2003	165
Cuadro 3.29: Convergencia β muestra de países agrupados según el PIB per cápita en 1950 se excluye países latinoamericanos, 1950-2003	166
Cuadro 3.30: Convergencia β muestra de países, 1950-2003	167
Cuadro 3.31: Convergencia σ para muestra de países agrupados por continente, 1950-2003	169
Cuadro 3.32: Convergencia σ muestra de países agrupados según PIB per cápita, 1950-2003	171
Cuadro 3.33: Convergencia σ muestra de países agrupados según disponibilidad de combustibles fósiles, 1950-2003	176
Cuadro 4.1: Cobertura temporal series del PIB y consumo aparente de energías modernas 20 países Latinoamericanos	189
Cuadro 4.2: Cobertura temporal series del PIB, población y consumo aparente de energías modernas, 78 países muestra mundial	189
Cuadro 4.3: Agrupación de los países según criterio estadístico	198
Cuadro 4.4: Correlación entre Energía y PIB	210
Cuadro 4.5: Participación industria manufacturera y minera en el PIB, promedio por décadas	233
Cuadro 4.6: Principal contribución en la explicación de la tasa de crecimiento del consumo de energías modernas, períodos historiográficos	239
Cuadro 4.7: Dirección del co-movimiento del consumo de energía per cápita y PIB per cápita	258
Cuadro 4.8: Desfase del co-movimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita	264
Cuadro 4.9: Hipótesis sobre la relación entre energía y PIB	268
Cuadro 4.10: Evidencia empírica en la bibliografía relación de causalidad energía-PIB, datos de panel	271
Cuadro 4.11: Evidencia empírica en la bibliografía para países latinoamericanos, series temporales	272
Cuadro 4.12: Evidencia empírica en la bibliografía para países latinoamericanos, datos de panel	274
Cuadro 4.13: Quiebres estructurales estimados	284
Cuadro 4.14: Pruebas de raíz unitaria: toda la muestra	286
Cuadro 4.15: Pruebas de Cointegración: toda la muestra	286
Cuadro 4.16: Pruebas de raíz unitaria: Grandes consumidores de energía	287
Cuadro 4.17: Pruebas de Cointegración: Grandes consumidores de energía	288
Cuadro 4.18: Pruebas de raíz unitaria: Medianos consumidores de energía	288
Cuadro 4.19: Pruebas de Cointegración: Medianos consumidores de energía	289
Cuadro 4.20: Pruebas de raíz unitaria: Pequeños consumidores de energía	289
Cuadro 4.21: Pruebas de Cointegración: Pequeños consumidores de energía	290
Cuadro 4.22: Características estimaciones	291
Cuadro 4.23: Pruebas estadísticas de no causalidad	292

Cuadro A.2.1: Panamá: Promedios décadas energías modernas, 1904-2003	333
Cuadro A.2.2: Panamá: Comparación series publicadas con la serie construida ...	335
Cuadro A.2.3: Uruguay: Promedios décadas energías modernas, 1856-2003	336
Cuadro A.2.4: Uruguay: Comparación series publicadas con la serie construida ...	338
Cuadro A.2.5: Uruguay: Promedios décadas energías modernas, 1856-2003	340

Índice de gráficos

Gráfico 2.1: Participación Energías Modernas: Argentina, 1856-2003	28
Gráfico 2.2: Comparación series consumo de energías modernas: Argentina, 1856-2003	29
Gráfico 2.3: Participación Energías Modernas: Bolivia, 1862-2003	32
Gráfico 2.4: Comparación series consumo de energías modernas: Bolivia, 1862-2003	33
Gráfico 2.5: Participación Energías Modernas: Brasil, 1856-2003	35
Gráfico 2.6: Comparación series consumo de energías modernas: Brasil, 1856-2003	36
Gráfico 2.7: Participación Energías Modernas: Chile, 1844-2003	39
Gráfico 2.8: Comparación series consumo de energías modernas: Chile, 1844-2003	39
Gráfico 2.9: Participación Energías Modernas: Colombia, 1856-2003	42
Gráfico 2.10: Comparación series consumo de energías modernas: Colombia, 1856-2003	43
Gráfico 2.11: Participación Energías Modernas: Costa Rica, 1870-2003	45
Gráfico 2.12: Comparación series consumo de energías modernas: Costa Rica, 1870-2003	45
Gráfico 2.13: Participación Energías Modernas: Cuba, 1841-2003	48
Gráfico 2.14: Comparación series consumo de energías modernas: Cuba, 1841-2003	49
Gráfico 2.15: Participación Energías Modernas: Ecuador, 1879-2003	51
Gráfico 2.16: Comparación series consumo de energías modernas: Ecuador, 1879-2003	52
Gráfico 2.17: Participación Energías Modernas: El Salvador, 1870-2003	54
Gráfico 2.18: Comparación series consumo de energías modernas: El Salvador, 1870-2003	54
Gráfico 2.19: Participación Energías Modernas: Guatemala, 1870-2003	57
Gráfico 2.20: Comparación series consumo de energías modernas: Guatemala, 1870-2003	57
Gráfico 2.21: Participación Energías Modernas: Haití, 1870-2003	59
Gráfico 2.22: Comparación series consumo de energías modernas: Haití, 1870-2003	60
Gráfico 2.23: Participación Energías Modernas: Honduras, 1870-2003	62
Gráfico 2.24: Comparación series consumo de energías modernas: Honduras, 1870-2003	63
Gráfico 2.25: Participación Energías Modernas: México, 1856-2003	65
Gráfico 2.26: Comparación series consumo de energías modernas: México, 1856-2003	66

Gráfico 2.27: Participación Energías Modernas: Nicaragua, 1870-2003	68
Gráfico 2.28: Comparación series consumo de energías modernas: Nicaragua, 1870-2003	69
Gráfico 2.29: Participación Energías Modernas: Panamá, 1904-2003	71
Gráfico 2.30: Comparación series consumo de energías modernas: Panamá, 1904-2003	72
Gráfico 2.31: Participación Energías Modernas: Paraguay, 1900-2003	74
Gráfico 2.32: Comparación series consumo de energías modernas: Paraguay, 1900-2003	74
Gráfico 2.33: Participación Energías Modernas: Perú, 1856-2003	77
Gráfico 2.34: Comparación series consumo de energías modernas: Perú, 1856-2003	78
Gráfico 2.35: Participación Energías Modernas: República Dominicana, 1870-2003	80
Gráfico 2.36: Comparación series consumo de energías modernas: República Dominicana, 1870-2003	81
Gráfico 2.37: Participación Energías Modernas: Uruguay, 1879-2003	84
Gráfico 2.38: Comparación series consumo de energías modernas: Uruguay, 1879-2003	85
Gráfico 2.39: Participación Energías Modernas: República Bolivariana de Venezuela, 1870-2003	87
Gráfico 2.40: Comparación series consumo de energías modernas: República Bolivariana de Venezuela, 1870-2003	88
Gráfico 2.41: Participación Energías Modernas: 1856-2003	90
Gráfico 2.42: América Latina: Energías Modernas, 1856-2003	91
Gráfico 2.43: América Latina: Distribución de consumo aparentes, 1850-1889	91
Gráfico 2.44: América Latina: Distribución de consumo aparentes, 1890-1919	92
Gráfico 2.45: América Latina: Distribución de consumo aparentes, 1920-1949	93
Gráfico 2.46: América Latina: Distribución de consumo aparentes, 1950-1979	93
Gráfico 2.47: América Latina: Distribución de consumo aparentes, 1980-2003	94
Gráfico 3.1: Consumo Aparente de Energías Modernas, composición y crecimiento	97
Gráfico 3.2: Composición de las energías modernas: 1880-2003	102
Gráfico 3.3: Importancia por país dentro del consumo latinoamericano de energías per cápita: 1880-2003	105
Gráfico 3.4: Patrón de consumo de energías modernas per cápita, República Bolivariana de Venezuela: 1856-2003	113
Gráfico 3.5 a): Patrón de consumo de energías modernas per cápita, Argentina: 1856-2003	115
Gráfico 3.5 b): Patrón de consumo de energías modernas per cápita, Cuba: 1856-2003	115
Gráfico 3.5 c): Patrón de consumo de energías modernas per cápita, Chile: 1856-2003	116
Gráfico 3.5 d): Patrón de consumo de energías modernas per cápita, México: 1856-2003	116
Gráfico 3.5 e): Patrón de consumo de energías modernas per cápita, Uruguay: 1856-2003	117
Gráfico 3.6 a): Patrón de consumo de energías modernas per cápita, Brasil: 1856-2003	120

Gráfico 3.6 b): Patrón de consumo de energías modernas per cápita, Costa Rica: 1856-2003	120
Gráfico 3.6 c): Patrón de consumo de energías modernas per cápita, Ecuador: 1856-2003	121
Gráfico 3.6 d): Patrón de consumo de energías modernas per cápita, Perú: 1856-2003	121
Gráfico 3.6 e): Patrón de consumo de energías modernas per cápita, República Dominicana: 1856-2003	122
Gráfico 3.7 a): Patrón de consumo de energías modernas per cápita, Bolivia: 1856-2003	124
Gráfico 3.7 b): Patrón de consumo de energías modernas per cápita, Colombia: 1856-2003	124
Gráfico 3.7 c): Patrón de consumo de energías modernas per cápita, El Salvador: 1856-2003	125
Gráfico 3.7 d): Patrón de consumo de energías modernas per cápita, Guatemala: 1856-2003	125
Gráfico 3.7 e): Patrón de consumo de energías modernas per cápita, Haití: 1856-2003	126
Gráfico 3.7 f): Patrón de consumo de energías modernas per cápita, Honduras: 1856-2003	126
Gráfico 3.7 g): Patrón de consumo de energías modernas per cápita, Nicaragua: 1856-2003	127
Gráfico 3.7 h): Patrón de consumo de energías modernas per cápita, Panamá: 1856-2003	127
Gráfico 3.7 i): Patrón de consumo de energías modernas per cápita, Paraguay: 1856-2003	128
Gráfico 3.8: Convergencia β del consumo latinoamericano de energías per cápita: 1880-2003	132
Gráfico 3.9: Dispersión del consumo latinoamericano de energías per cápita: 1880-2003	138
Gráfico 3.10: Coeficiente de variación del consumo latinoamericano de energías per cápita, 1880-2003	139
Gráfico 3.11: Dispersión del consumo latinoamericano de energías per cápita países agrupados según disponibilidad de combustibles fósiles, 1880-2003	142
Gráfico 3.12: Coeficiente de variación del consumo latinoamericano de energías per cápita países agrupados según disponibilidad de combustibles fósiles, 1880-2003	142
Gráfico 3.13: Índice consumo aparente de energías modernas per cápita base década 1960=100, 1950-2003	146
Gráfico 3.14: Países de bajos consumos de energías modernas per cápita, 1950-2003	148
Gráfico 3.15: Países de consumos medios de energías modernas per cápita, 1950-2003	149
Gráfico 3.16: Índice de consumos per cápita de energías modernas del grupo de países de ingreso alto, 1950-2003	153
Gráfico 3.17: Índice de consumos per cápita de energías modernas del grupo de países de ingreso medio alto, 1950-2003	155
Gráfico 3.18: Índice de consumos per cápita de energías modernas del grupo de países de ingreso medio, 1950-2003	157

Gráfico 3.19: Convergencia β del consumo de energías per cápita, en una muestra de países, 1950-2003	163
Gráfico 3.20: Dispersión del consumo de energías per cápita. Muestra de países agrupados por continente, 1950-2003	168
Gráfico 3.21: Coeficiente de variación del consumo de energías per cápita países agrupados por continente, 1950-2003	169
Gráfico 3.22: Dispersión del consumo de energías per cápita. Muestra de países agrupados según PIB per cápita promedio, 1950-2003	170
Gráfico 3.23: Coeficiente de variación del consumo de energías per cápita, países agrupados según PIB per cápita, 1950-2003	171
Gráfico 3.24: Dispersión del consumo de energías per cápita. Países con disponibilidad de combustibles fósiles, 1950-2003	173
Gráfico 3.25: Coeficiente de variación del consumo de energías per cápita. Países con disponibilidad de combustibles fósiles en sus territorios, 1950-2003	174
Gráfico 3.26: Dispersión del consumo de energías per cápita. Países sin disponibilidad de combustibles fósiles en sus territorios, 1950-2003	175
Gráfico 3.27: Coeficiente de variación del consumo de energías per cápita. Países sin disponibilidad de combustibles fósiles en sus territorios, 1950-2003	175
Gráfico 4.1: Latinoamérica, Consumo Aparente de Energías Modernas per cápita y PIB per cápita	191
Gráfico 4.2: Función de comportamiento entre Consumo Aparente de Energías Modernas per cápita y PIB per cápita	192
Gráfico 4.3: Consumo Aparente de Energías Modernas per cápita y PIB per cápita. Países agrupados por niveles de consumo	193
Gráfico 4.4: Función de comportamiento CAE per cápita y PIB per cápita. Países agrupados por niveles de consumo	195
Gráfico 4.5: Latinoamérica en el contexto internacional, 1950-2003: Consumo Aparente de Energías Modernas per cápita y PIB per cápita	196
Gráfico 4.6: Función de comportamiento CAE per cápita y PIB per cápita, 1950-2003	197
Gráfico 4.7: Consumo Aparente de Energías Modernas per cápita y PIB per cápita. Países agrupados con criterio estadístico	201
Gráfico 4.8: Función de comportamiento del Consumo Aparente de Energías Modernas per cápita y PIB per cápita, Países agrupados según nivel de ingreso	208
Gráfico 4.9: Correlación entre el Consumo Aparente de Energías Modernas y el PIB	211
Gráfico 4.10: Correlación entre el Consumo Aparente de energía y el PIB comparada con los niveles promedio del PIB per cápita, 1950-2003	216
Gráfico 4.11: Correlación entre el Consumo Aparente de energía y el PIB comparada con el CAE moderna per cápita, 1950-2003	217
Gráfico 4.12: Intensidad energética países latinoamericanos, 1870-2003	219
Gráfico 4.13: Intensidad energética grandes consumidores y productores de petróleo	220
Gráfico 4.14: Intensidad energética grandes consumidores de energía	221
Gráfico 4.15: Intensidad energética medianos consumidores de energía	222
Gráfico 4.16: Intensidad energética pequeños consumidores de energía	223
Gráfico 4.17: Intensidad energética y PIB per cápita, 1870-2003	224
Gráfico 4.18: Correlación entre la intensidad energética, PIB y PIB per cápita, 1870-2003	225

Gráfico 4.19: Intensidad energética y PIB per cápita grandes consumidores y productores de petróleo	226
Gráfico 4.20: Intensidad energética y PIB per cápita: grandes consumidores de energía	227
Gráfico 4.21: Intensidad energética y PIB per cápita: medianos consumidores de energía	227
Gráfico 4.22: Intensidad energética y PIB per cápita: pequeños consumidores de energía	228
Gráfico 4.23: Intensidad energética y participación del petróleo en la canasta de energías modernas, 1870-2003	229
Gráfico 4.24: Correlación entre intensidad energética y participación del petróleo en la canasta de energías modernas, 1870-2003	230
Gráfico 4.25: Intensidad energética y participación industria manufacturera y minería en el PIB, 1950-2003	232
Gráfico 4.26: Correlación entre la intensidad energética y participación industria manufacturera y minería en el PIB, promedios décadas, 1950-2003	234
Gráfico 4.27: Persistencia de la intensidad energética, promedios quinquenales	235
Gráfico 4.28: Principal contribución a la tasa de crecimiento del consumo de energía	238
Gráfico 4.29: Intensidad Energética países de ingreso alto, 1950-2003	241
Gráfico 4.30: Intensidad Energética países de ingreso medio alto, 1950-2003	243
Gráfico 4.31: Intensidad Energética países de ingreso medio, 1950-2003	245
Gráfico 4.32: Persistencia de la intensidad energética países de ingreso alto, 1950-2003	247
Gráfico 4.33: Persistencia de la intensidad energética países de ingreso medio alto, 1950-2003	251
Gráfico 4.34: Persistencia de la intensidad energética países de ingreso medio, 1950-2003	252
Gráfico 4.35: Principal contribución de la tasa de crecimiento del consumo de energía	253
Gráfico 4.36: Dirección del movimiento cíclico	259
Gráfico 4.37: Desfases del co-movimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita respecto del ciclo económico	260
Gráfico A.2.1: Participación Energías Modernas: Panamá, 1904-2003	334
Gráfico A.2.2: Comparación series consumo de energías modernas: Panamá, 1904-2003	334
Gráfico A.2.3: Participación Energías Modernas: Uruguay, 1856-2003.....	337
Gráfico A.2.4: Comparación series consumo de energías modernas: Uruguay, 1856-2003	338
Gráfico A.2.5: Proporción consumo bunkers en el total carbón mineral consumido	339
Gráfico A.2.6: Participación Energías Modernas: Uruguay, 1856-2003	340
Gráfico A.2.7: Comparación series consumo de energías modernas: Uruguay, 1856-2003	341

Índice de figuras

Figura 1.1: Relación entre el crecimiento de la energía y el Producto	8
Figura 1.2: Relación entre la intensidad energética y la tasa de crecimiento	9
Figura 1.3: Estado estacionario del stock de capital per cápita y consumo de energía per cápita	14
Figura 1.4: Estado estacionario con mejora en el uso de la energía	15
Figura 4.1: Etapas en la verificación empírica de la causalidad	282

Introducción

La historia económica avanza en la medida que se pueda probar con evidencia cuantitativa las ideas que por mucho tiempo se han dado por ciertas.

En la literatura tradicional de historia económica latinoamericana la evidencia cuantitativa, para comprender los niveles de actividad económica de los países que la forman, se ha elaborado con la información disponible para los países más grandes de la región y se supone que los países medianos y pequeños (para los que no existe ninguna aproximación de los niveles de actividad económica antes del uso generalizado del Sistema de Cuentas Nacionales) tienen un comportamiento similar, tanto en niveles como en tasas de crecimiento. Se presenta entonces una historia económica agregada que no distingue lo que ocurre al interior de un grupo de países que forman América Latina y si lo hace, sólo se concentran en los países más grandes.

Los esfuerzos de Angus Maddison por disponer de series homogéneas y extensas del PIB para la mayor cantidad de países del mundo, no permitieron disponer de estimaciones para una mayor cantidad de pequeños países latinoamericanos antes de 1945 como por ejemplo es el caso de Bolivia, Panamá, Paraguay y República Dominicana.

El objetivo de esta investigación es dar un paso en la comprensión de la realidad latinoamericana a través de la construcción de un indicador indirecto de actividad económica, como lo es el consumo aparente de energías modernas. Este indicador tiene la particularidad que fue construido con criterios únicos, que permiten disponer de series anuales homogéneas tanto para el total del consumo aparente de energías modernas como para las energías primarias que lo componen (carbón mineral, petróleo, gas natural e hidroelectricidad), para un grupo de 20 países y con una cobertura temporal que se extiende mayoritariamente¹ entre el año 1880 y el año 2003, con la posibilidad de ir actualizando anualmente las series para los años siguientes.

Esta investigación fue posible gracias a que esta tesis doctoral forma parte de las actividades de investigación realizadas dentro del proyecto *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960*, financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología de España (BEC2003-00190) y el proyecto *Energía y Economía en América Latina y el Caribe desde mediados del siglo XIX a finales del siglo XX* (SEJ2007-60445) que le dio continuidad, financiado por el

¹ Cuba y Chile son los países con las series más extensas y parten en el año 1841 y 1844 respectivamente. Las series de Argentina, Brasil, Colombia, México y Perú parten en 1856. Las series de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Nicaragua, República Dominicana y Venezuela parten en 1870, las de Ecuador y Uruguay en 1879. Las series de Paraguay parten en 1900 y finalmente, las de Panamá en 1904.

Ministerio de Ciencia y Tecnología de España y por la Unión Europea a través de FEDER y cuyo investigador principal es Albert Carreras.²

A lo largo de esta investigación y cuyos resultados están contenidos en los capítulos de esta tesis, se fue evaluando la bondad del consumo aparente de energías modernas para transformarse en un indicador de los niveles de actividad económica para países y períodos en los que no existen estimaciones de cuentas nacionales históricas.

De los análisis y pruebas realizadas, se obtiene que el consumo aparente de energías modernas es un buen indicador que es capaz de capturar lo que ocurre con la economía a lo largo del tiempo, describir los períodos históricos de la historia económica latinoamericana, su comportamiento está altamente correlacionado con el PIB, esta correlación es elevada y positiva en los períodos de estabilidad económica, pero se reduce y es negativa en los períodos de shocks internos y externos.

La tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas es impulsada principalmente por la tasa de crecimiento de la población y en menor medida por el PIB per cápita y la intensidad energética. Principalmente el consumo aparente de energías modernas es procíclico y presenta una relación de equilibrio de largo plazo estable con el PIB en toda la muestra de países de América Latina y en los países medianos y pequeños consumidores de energía, pero en los grandes consumidores de energía no existe esta relación de equilibrio. La causalidad entre el consumo de energías modernas per cápita y el PIB per cápita es bi-direccional, por lo tanto, se produce un proceso de retroalimentación entre ambas variables.

Esta tesis se divide en cinco capítulos: el primero se dedica a los aspectos metodológicos y el marco teórico de esta investigación, el segundo se centra en la construcción de las series del consumo aparente de energías modernas para 20 países de América Latina, el tercer capítulo analiza y evalúa el comportamiento de la serie del consumo aparente de energías modernas en el período analizado como también en un conjunto de siete subperíodos, identificando grupos de comportamientos similares y obteniendo lecciones sobre los patrones de consumo energéticos, el capítulo cuatro se dedica al análisis empírico de la relación energía-PIB a través del análisis de correlación, co-movimiento y causalidad, finalmente el capítulo cinco reúne las conclusiones de esta investigación.

² El equipo de investigación está formado por los siguientes investigadores principales: Albert Carreras, André Hofman, César Yáñez, Mar Rubio, Mauricio Folchi y Xavier Tafunell y los investigadores: Anna Carreras, Carolina Román, Frank Notten, José Jofré y Marc Badia-Miró, quienes fueron los encargados de procesar la información de las fuentes primarias hasta el año 1930.

Capítulo 1

Consumos de energía y actividad económica. Marco teórico y metodológico

La preocupación por el consumo de energía es un tema que adquiere relevancia cuando los precios internacionales del petróleo se elevan, también cuando a nivel internacional se discute la forma de enfrentar la alta dependencia de todas las economías del planeta de un combustible no renovable (petróleo) y los impactos que tiene en la atmósfera su combustión. Sin embargo, desde la perspectiva de la historia económica latinoamericana, la relación teórica entre la actividad económica y los consumos de energía es una herramienta útil para aproximarse a los niveles de actividad económica para períodos y países en los que aún no existen estimaciones históricas de cuentas nacionales.

Esta investigación tiene como objetivo el estudio del consumo de energías modernas en 20 países latinoamericanos desde finales del siglo XIX y comienzos del siglo XXI, de tal forma de disponer de información cuantitativa de su comportamiento y de su relación con el PIB.³ Por lo que esta investigación es un aporte a la historiografía económica latinoamericana, ya que en ella se construye una serie homogénea del consumo de energías modernas que cubre más de un siglo y veinte países latinoamericanos (once sudamericanos, cinco centroamericanos, tres caribeños y uno norteamericano) y analiza su relación con el PIB desde la perspectiva de la correlación, co-movimiento y causalidad. Finalmente, la evidencia que se obtenga permitirá validar el uso del consumo de energías modernas como una aproximación indirecta de los niveles de actividad económica de los países en que no se disponga de ella.

Este capítulo se divide en tres partes: en la primera parte se expone el marco teórico que permitirá falsear las hipótesis de trabajo, en la segunda se presenta la formulación de la investigación y finalmente, en la última de ellas, se presenta la evidencia bibliográfica sobre el tema y la estructuración de la investigación.

1.1 Marco Teórico

A la Historia Económica al igual que a otras disciplinas le ha preocupado la vinculación entre el consumo de recursos energéticos y el crecimiento económico. No se trata aquí de hacer el estado de una materia tan amplia, por lo que tiene sentido ceder la palabra a un experto de prestigio, Maddison, A. (1991: p. 48):

³ Aún cuando en el título de esta tesis se señale que el análisis comienza en el año 1890, se tomó la decisión de incluir las series más extensas posibles y acotar los análisis a períodos en que se dispone de la mayor cantidad de países con información completa.

“...En 1865 el economista inglés Jevons predijo que una escasez de carbón paralizaría el crecimiento económico antes de que transcurriera un siglo, porque no habría ninguna fuente de energía que lo sustituyera. Jevons no previó cuántas reservas de carbón se descubrirían ni que el petróleo sería un buen sustituto...”

...En el decenio de 1970, el Club de Roma reiteró el temor de que el crecimiento económico se viera limitado a causa del agotamiento de recursos naturales fijos. Las perturbaciones repentinas que las alzas de los precios petróleo causaron en aquella década hicieron pensar que los recursos naturales podían frenar las perspectivas de crecimiento, pero... en el caso de la energía, al igual que en el de otros recursos, se ha producido una sustitución significativa entre fuentes distintas, y un descenso a largo plazo de consumo por unidad de PIB real...”

El consumo de energía es el resultado de las decisiones de empresas, familias y gobierno, por lo tanto el nivel de consumo que se observa en cada uno de los años están en interacción las decisiones de estos agentes.

En esta investigación interesa la vinculación entre el consumo aparente de energías modernas y el crecimiento económico, para verificar la bondad de utilizar el consumo de energía para aproximarse a los niveles de actividad económica en los períodos previos al uso de la contabilidad nacional. Por ello, en las siguientes páginas se exponen sólo tres modelos teóricos relevantes para la investigación y los otros existentes se mencionan como notas al pie.

1.1.1 Modelo de Young-Seok Moom y Yang-Hoon Sonn (1996)

En la historia económica el consumo de energía es muy importante para explicar el crecimiento de largo plazo de una economía. La modelación económica de esta relación, se encuentra en el trabajo de Young-Seok Moom y Yang-Hoon Sonn (1996)⁴ quienes presentan un modelo teórico de crecimiento endógeno donde se incorpora la energía como uno de los factores productivos en una función de producción tipo Cobb-Douglas.

⁴ Otros trabajos son los de:

a) Stem, D. y A. Kander (2011) quienes amplían el modelo de crecimiento de Solow y lo aplican a los últimos 200 años de la historia económica de Suecia y encuentran que la elasticidad de sustitución entre el capital-trabajo y la energía es menor que la unidad, por lo que cuando los servicios proveídos por la energía son escasos se restringe el crecimiento del Producto resultando un estado estacionario Malthusiano, en cambio cuando los servicios de la energía son abundantes la economía sigue el comportamiento del régimen del crecimiento moderno con el modelo de Solow como un caso limitante. b) Van Zon, A. y I.H. Yetkiner (2003) extienden el modelo de Romer (1990) publicado en *Journal of Political Economy* 98, part 2, S271, e incluyen el consumo de energía como un insumo intermedio que se requiere para obtener los servicios del capital y un comportamiento heterogéneo de estos insumos intermedios debido a un cambio tecnológico endógeno ahorrador de energía. Con su modelo demuestran que la tasa de crecimiento de estado estacionario depende negativamente de la tasa de crecimiento del precio real de la energía, ya que al aumentar el precio de la energía se reducen las posibilidades de usar nuevos insumos intermedios y por ende, la posibilidad de hacer investigación y desarrollo, y con ello la tasa de crecimiento del Producto. Además el aumento del precio de la energía lleva a que la composición agregada del capital sea menos intensiva en energía y por ende más intensiva en capital.

Este modelo se aplica a países compradores de energía en el mercado internacional que no poseen recursos energéticos (son tomadores de precios) y de él se deduce un mecanismo por el cual el crecimiento económico puede afectar los patrones de uso energético de la economía y viceversa. De esta forma los cambios en las condiciones del mercado internacional afectan la relación de largo plazo entre crecimiento económico e intensidad energética (consumo de energía por unidad de Producto).

En su modelación estos autores construyen una dinámica en la cual el crecimiento económico genera una demanda por energía y los agentes económicos optimizadores deciden la proporción óptima del factor productivo a comprar (utilizar), de tal forma que Young-Seok Moom y Yang-Hoon Sonn (1996):⁵

“...Cuando una economía crece, son necesarios más factores productivos. Los insumos requeridos son financiados ahorrando actividades (acumulación de capital y gasto en energía). Especialmente cuando el insumo energía ha sido traído desde el extranjero, el crecimiento de la economía es esencial para financiar el gasto necesario de energía... Esta puede ser una explicación de por qué algunos países muestran crecimiento económico sin converger a un cierto punto como argumenta el modelo convencional de crecimiento neoclásico tipo Solow...”

a) Supuestos del modelo

- Existe una economía abierta sin dotación de energía en sus territorios (importador neto de energía).
- Existe un agente representativo dotado con capital físico y una unidad de trabajo.
- A través del consumo de bienes el agente representativo obtiene utilidad (satisfacción).
- Las preferencias en el consumo del bien, $C(t)$, son separables en el tiempo y existe una preferencia intertemporal.
- El agente representativo maximiza el consumo futuro:

$$(1) \int_0^{\infty} U[C(t)] e^{-\rho t} dt = \int_0^{\infty} e^{-\rho t} \frac{C^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} dt$$

Donde la tasa de aversión al riesgo es $\sigma > 0$ y la elasticidad de sustitución intertemporal en el consumo es $\sigma^{-1} > 0$.

- La función de producción es del tipo Cobb-Douglas con rendimientos constantes a escala respecto a los dos factores productivos: energía (E) y capital (K):

$$(2) Y(t) = AK^{\alpha} E^{1-\alpha}, 0 < \alpha < 1$$

El incluir la energía como un factor productivo supone que capital y energía no son sustitutos entre sí y por lo tanto, no puede ser reemplazada en los procesos productivos.

⁵ Traducción del autor.

La intensidad energética, τ , se define como el ratio entre el consumo de energía y el Producto:

$$(3) \quad E(t) = \tau Y(t) \quad \rightarrow \quad \tau = \frac{E(t)}{Y(t)}$$

El agente representativo decide la composición de sus factores productivos, dada una intensidad energética definida tecnológicamente.

El gasto monetario en energía, R , para el agente representativo se financia con una proporción del Producto:

$$(4) \quad R(t) = \beta E(t) = \beta \tau Y(t)$$

Donde:

β : Precio de mercado de la energía que se determina internacionalmente y que el agente representativo toma como un dato.

Los agentes acumulan stock de capital $K(t)$ por medio del ahorro y sigue la siguiente ecuación de comportamiento:

$$(5) \quad \dot{K}(t) = Y(t) - R(t) - C(t) = (1 - \beta\tau)Y(t) - C(t)$$

Donde:

$(1 - \beta\tau) Y(t)$: Ingreso disponible que se puede ahorrar o consumir.

$\beta\tau < 1$

Además se supone que la tasa de depreciación es cero.

La producción que se genera en esta economía se utiliza en: consumo presente, gasto en energía para obtener la producción y acumulación de capital para obtener la producción futura.

Usando las ecuaciones (2) y (3) se obtiene la relación entre el Producto y el capital:

$$(6) \quad Y(t) = A^{\frac{1}{\alpha}} \tau^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} K(t), \quad 0 < \tau < 1.$$

La principal característica de esta función de producción es la existencia de rendimientos constante a escala respecto al capital físico.

b) Problema del hogar representativo

Para obtener la senda óptima de consumo y acumulación de capital se maximiza un Hamiltoniano de valor presente del tipo:

$$(7) \quad H(C, K, \lambda) = \frac{C_t^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} + \lambda \left[(1 - \beta\tau) A^{\frac{1}{\alpha}} \tau^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} K - C \right]$$

Las condiciones de primer orden son:

$$(8) \quad \frac{\partial H}{\partial C_t} = C^{-\sigma} - \lambda = 0$$

$$(9) \quad \dot{\lambda} = \rho\lambda - (1 - \beta\tau)A^{\frac{1}{\alpha}}\tau^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}$$

Donde λ es el precio sombra del consumo y la condición de transversalidad es:

$$(10) \quad \lim_{t \rightarrow \infty} e^{-\rho t} \lambda(t) K(t) = 0$$

La solución de crecimiento balanceado se obtiene cuando el consumo y el capital crecen a tasas constantes, mientras que la intensidad energética está constante en el tiempo. Además la senda óptima de los agentes depende de la intensidad energética y del precio de la energía.

Utilizando las ecuaciones (8) y (9) y la condición de equilibrio, en el estado estacionario el consumo óptimo sigue la siguiente senda de comportamiento:

$$(11) \quad \hat{C}^* = g = -\frac{1}{\sigma} \left[\rho - (1 - \beta\tau)A^{\frac{1}{\alpha}}\tau^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \right]$$

Esta condición indica que la tecnología es suficientemente productiva para asegurar el crecimiento de estado estacionario positivo, pero no es tan productiva para generar un crecimiento sin límite. La condición de desigual es la siguiente:

$$(12) \quad (1 - \beta\tau)A^{\frac{1}{\alpha}}\tau^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} > \rho > (1 - \beta\tau)A^{\frac{1}{\alpha}}\tau^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}(1 - \sigma)$$

Esta condición implica que:

$$(1 - \beta\tau)A^{\frac{1}{\alpha}}\tau^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} > \rho \rightarrow g > 0$$

$$(1 - \beta\tau)A^{\frac{1}{\alpha}}\tau^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} > \rho \rightarrow \text{si } \rho > 0$$

$\rho > (1 - \beta\tau)A^{\frac{1}{\alpha}}\tau^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}(1 - \sigma) \rightarrow$ si $\sigma \geq 1$, se garantiza que el crecimiento alcanzable está limitado.

c) Intensidad energética y tasa de crecimiento de estado estacionario

La tasa de crecimiento de estado estacionario, g , está dada por:

$$(13) \quad g = -\frac{1}{\sigma} \left[\rho - (1 - \beta\tau)A^{\frac{1}{\alpha}}\tau^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \right]$$

En este modelo la economía siempre alcanza el crecimiento de estado estacionario en que el consumo, el stock de capital, el Producto y la energía crecen a una tasa igual a g .

Cuando β cambia, la intensidad energética se ajusta instantáneamente para alcanzar el óptimo y se modifica la curvatura de la curva de la relación entre la intensidad energética y la tasa de crecimiento, porque se incrementa el gasto en energía y se reduce el ingreso disponible. De esta forma, los aumentos en los precios internacionales de la energía hacen que la curva se incline hacia la derecha y la intensidad energética óptima sea más baja.

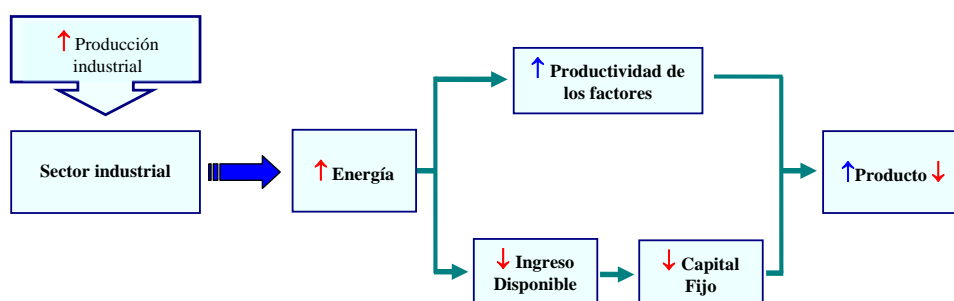
En la relación entre energía y crecimiento del Producto interactúan dos fuerzas:⁶

- (i) Los aumentos en el consumo de energía del sector industrial aumentan la productividad de los otros insumos del proceso productivo (energía), con lo que se impulsa el crecimiento económico.
- (ii) Las mayores necesidades de energía elevan el gasto en factores productivos, con lo que el ingreso disponible se reduce al igual que la inversión en capital físico y la tasa de crecimiento económico cae.

La primera fuerza domina sobre la segunda cuando la intensidad energética es grande y se observa una relación positiva entre la tasa de crecimiento de la demanda de energía y la tasa de crecimiento económico. La segunda fuerza domina sobre la primera, cuando la intensidad energética es pequeña y la relación entre la tasa de crecimiento de la demanda de energía y la tasa de crecimiento económico es negativa.

En términos esquemáticos el modelo se puede resumir en la siguiente figura.

Figura N° 1.1
Relación entre el crecimiento de la energía y el Producto



Fuente: Elaboración propia.

⁶ Chambers, D. y J-T. Guo (2009: p. 374) desarrollan un modelo de crecimiento endógeno de un sector en el cual los recursos naturales renovables son un factor productivo y una medida de calidad medioambiental. Del modelo se deduce que en el estado estacionario, la tasa de crecimiento de la economía está relacionada positivamente con la utilización de los recursos naturales. Esto significa que un mayor uso en la producción de los servicios de los recursos naturales del medio ambiente aumenta la tasa de crecimiento del Producto, el consumo y el capital físico. Sin embargo, la cantidad utilizada de los recursos naturales por unidad del Producto se reduce a lo largo del patrón de crecimiento balanceado.

La relación entre la intensidad energética óptima y la tasa de crecimiento en estado estacionario es:

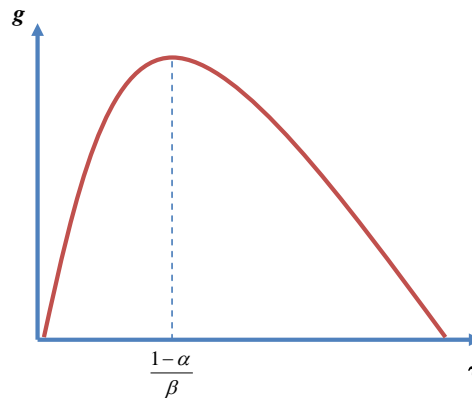
$$(14) \quad \frac{dg}{d\tau} = \frac{1}{\sigma} A^{\frac{1}{\alpha}} \tau^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \left[\frac{(1-\beta\tau)(1-\alpha)}{\tau} - \beta \right]$$

$$(15) \quad \frac{dg}{d\tau} = 0 \text{ cuando } \tau = \frac{1-\alpha}{\beta}$$

El efecto de la intensidad energética en la tasa de crecimiento de estado estacionario depende de la magnitud de los parámetros y la relación entre g y τ y define una “U” invertida, tal como se muestra en la figura siguiente.

Figura N° 1.2

Relación entre la intensidad energética y la tasa de crecimiento



Cuando $\tau = \frac{1-\alpha}{\beta}$ la tasa de crecimiento de estado estacionario es máxima y la intensidad energética definida permite que el gasto en energía sea igual a su participación de mercado.

$$(16) \quad \beta\tau * Y = R^* = (1-\alpha)Y$$

Si se supone que la tecnología es la misma en todo el mundo, y el mercado está en una situación de competencia perfecta, el valor óptimo de β es igual a su productividad marginal $(1-\alpha)\left(\frac{Y}{E}\right)$.

La tasa de ahorro en esta economía es:

$$(16) \quad s = \frac{\dot{K}}{Y} = \frac{\dot{K}}{K} \frac{K}{Y} = g \left[(1-\beta\tau) - \frac{C}{Y} \right] = g A^{\frac{1}{\alpha}} \tau^{\frac{\alpha-1}{\alpha}}$$

La relación entre g y s definen una “U” invertida.

1.1.2 Modelo de Carl-Johan Dalgaard y Holger Strulik (2007)

Otro modelo teórico para explicar la acumulación de capital y el crecimiento económico es el de Carl-Johan Dalgaard y Holger Strulik (2007). Su modelo se basa en las leyes de comportamiento para el capital por trabajador teniendo como origen principios físicos y biológicos.

El modelo se basa en dos principios:⁷

- i) La energía (humana y no humana) se requiere para la construcción, el funcionamiento y mantenimiento del capital. Así el stock de capital se incrementa si el gasto total en energía excede el costo de la energía necesaria para hacer funcionar y mantener el stock de capital existente. Además, el modelo supone que toda la energía se usa como combustible del capital (consumo) o como acumulación de capital (inversión).
- ii) La alta correlación entre el producto de la energía de los organismos biológicos (metabolismo básico) y sus requerimientos de energía (masa del cuerpo) sigue la Ley de Kleiber. La Ley de Kleiber explica cómo la energía es difundida y absorbida en los sistemas biológicos, por lo que pueden ser vistas como redes transportando energía.

Este comportamiento es el que los autores aplican a las redes hechas por el hombre. Por lo tanto, en un sistema económico, el consumo de energía per cápita por trabajador (e) se puede considerar el metabolismo y el capital por trabajador (k) el tamaño del cuerpo, tal que el consumo de energía per cápita por trabajador es proporcional a la cantidad de capital por trabajador: $e \propto k^a$. Donde a es un parámetro que es igual a $\frac{3}{4}$ cuando la red es eficiente y un $\frac{1}{2}$ cuando la red es ineficiente.

a) Los **fundamentos del modelo de economía como una red** son:

La energía consumida en todos los lugares de transferencia de energía, E , es proporcional al tamaño de la red:

$$(17) \quad E \propto L^D * P$$

Donde:

L = Tamaño lineal de la red.

D = Dimensión de la red.

P = Tamaño de la población.

Los cambios en el consumo de energía per cápita (asociados a los aparatos electrónicos utilizados por la población como por ejemplo televisores, máquinas lavadoras, computadores, etc.) requieren de cambios en el tamaño de la red:

$$(18) \quad e \propto L^D$$

⁷ Tomado de Dalgaard, C. y H. Strulik (2007).

La asociación entre el flujo total de energía en una red (F) y el tamaño lineal de la red está dada por:

$$(19) \quad F \propto E * l \propto E * L^x$$

Donde:

l = Distancia media que tiene que recorrer la energía entre el lugar de transferencia y la fuente para completar la red.

x = Depende de las características de la red.

$F \propto E * l$ = La primera parte de la ecuación refleja el flujo total de energía en la red y que es proporcional a la energía utilizada en el lugar de transferencia. La proporción es constante e igual a l .

$l \propto L^x$ = La segunda parte de la ecuación muestra cómo la distancia media cambia cuando lo hace el tamaño de la red. En las redes eficientes $x=1$, con lo que la red minimiza el total de energía necesaria como combustible en la economía, sujeto a que todos los requerimientos de todos los sitios son satisfechos.

Insertando la ecuación (17) en la ecuación (19) se obtiene:

$$(20) \quad F \propto (L^D * P) * L^x \\ F \propto L^{D+x} * P$$

De acuerdo a esta ecuación, el flujo total de energía per cápita (F/P) aumenta al menos en L^{D+1} y a lo más en L^{2D} .

Finalmente, al suponer proporcionalidad entre el stock de capital total y el flujo de energía total en el sistema, se tiene:

$$(21) \quad F \propto K$$

Con este supuesto se refleja que el capital es necesario para transferir energía a los lugares donde el capital usa energía. Estos autores suponen proporcionalidad entre $F \propto K^\phi$ debido a las dudas de que si en el largo plazo se pueda mantener una situación con $\phi \neq 1$.

La relación entre la energía per cápita utilizada y la cantidad de capital per cápita en la economía, se obtiene reemplazando la ecuación (21) en la (20) y despejando L , queda:

$$K \propto L^{D+x} * P \\ \frac{K}{P} \propto L^{D+x} \\ k \propto L^{D+x} \\ L \propto k^{\frac{1}{D+x}}$$

Sustituyendo el resultado en la ecuación (18), resulta:

$$e \propto \left(k^{\frac{1}{D+x}} \right)^D$$

$$(22) \quad e \propto k^{\frac{D}{D+x}}$$

De esta ecuación se deduce que hay una asociación cóncava entre e y k , ya que $\frac{D}{D+x} < 1$. La concavidad refleja la dificultad para entregar a la economía mayores cantidades de energía cuando el tamaño de la red se expande.

Para construir la **teoría de acumulación de capital y crecimiento**, el modelo parte suponiendo una economía cerrada y utiliza la ecuación de red en tiempo continuo.

b) Modelo sin cambio tecnológico

$$(23) \quad e(t) = \epsilon k(t)^a$$

Donde:

$$0 < a < 1.$$

$\epsilon =$ Requerimientos de energía por máquina e independiente del capital por trabajador, k .

La ley de conservación de la energía indica que el total de energía ofrecida en la economía es utilizada para hacer funcionar, mantener y crear capital, tal que el balance energético es:

$$(24) \quad E_H(t) + E_K(t) = \mu K(t) + \nu \dot{K}(t)$$

Donde:

$E_H(t)$ = Energía ofrecida por humanos.

$E_K(t)$ = Energía no humana ofrecida en la economía.

μ = Costo de la energía para el mantenimiento y funcionamiento de las máquinas existentes en la economía.

ν = Costo de la energía requerida para crear nuevas máquinas.

Al expresar la ecuación (24) en términos per cápita, se tiene:

$$\frac{E_H(t)}{P} + \frac{E_K(t)}{P} = \mu \frac{K(t)}{P} + \nu \frac{\dot{K}(t)}{P}$$

$$e_h(t) + e(t) = \mu k(t) + \nu \frac{\dot{K}(t)}{P}$$

Pero se puede demostrar que: $\frac{\dot{K}(t)}{P} = \dot{k}(t) + nk(t)$, con n = tasa de crecimiento de la población, por lo que la expresión anterior queda:

$$e_h(t) + e(t) = \mu k(t) + v \left[\dot{k}(t) + nk(t) \right]$$

Al despejar el cambio en el stock de capital por trabajador en el tiempo, queda:

$$\begin{aligned} e_h(t) + e(t) - \mu k(t) &= v \left[\dot{k}(t) + nk(t) \right] \\ e_h(t) + e(t) - \mu k(t) &= v \dot{k}(t) + vnk(t) \\ v \dot{k}(t) &= e_h(t) + e(t) - \mu k(t) - vnk(t) \\ \dot{k}(t) &= \frac{1}{v} \left[e_h(t) + e(t) - \mu k(t) - vnk(t) \right] \\ \dot{k}(t) &= \frac{1}{v} (e_h(t) + e(t)) - (\mu k(t) + vnk(t)) \\ \dot{k}(t) &= \left(1 + \frac{e_h(t)}{e(t)} \right) \frac{1}{v} e(t) - \left(\frac{\mu}{v} + n \right) k(t) \end{aligned}$$

Sin embargo, el metabolismo humano utiliza una pequeña fracción del consumo de energía,⁸ por lo que: $\frac{e_h(t)}{e(t)} \approx 0$:

$$\dot{k}(t) = \frac{1}{v} e(t) - \left(\frac{\mu}{v} + n \right) k(t)$$

Utilizando la ecuación (23):

$$(25) \quad \dot{k}(t) = \frac{\epsilon}{v} k^a(t) - \left(\frac{\mu}{v} + n \right) k(t)$$

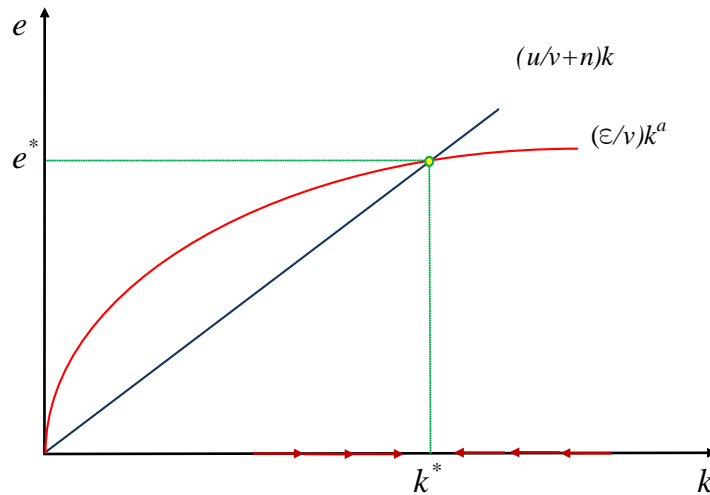
Esta ecuación es estructuralmente igual a la modelación del comportamiento del capital per cápita del modelo de Solow.⁹

En una economía sin cambio tecnológico, en el estado estacionario (equilibrio de largo plazo) se cumple que el stock de capital crece a una tasa constante:

⁸ Dalgaard, C. y H. Stulik (2007) utilizan como referencia el trabajo de Moses y Brown (2003), Allometry of Human Fertility and Energy Use. *Ecology Letters*, 6, 295-300.

⁹ $\dot{k}(t) = sA k^a(t) - (\delta + n) k(t)$. Donde: s = Tasa de ahorro de la economía, A = Cambio tecnológico exógeno, a = Proporción del producto producida por el capital y δ = Tasa de depreciación del capital.

Figura N° 1.3
Estado estacionario del stock de capital per cápita
y consumo de energía per cápita



Para alcanzar el estado estacionario el stock de capital per cápita (k) debe aumentar o disminuir hasta alcanzar k^* , así para un nivel de stock de capital dado se determina el nivel de energía per cápita consumida (e^*).

Cuando la energía per cápita consumida es mayor a la energía necesaria para mantener y hacer funcionar el stock de capital per cápita, $\frac{\epsilon}{v}k^a(t) > \left(\frac{\mu}{v} + n\right)k(t)$, puntos a la derecha de k^* , el stock de capital per cápita se puede ampliar. Sin embargo, como la red se amplía (L^D) la cantidad adicional de energía disponible para el uso directo de las máquinas comienza a disminuir, ya que:

$$F \propto E^* l \rightarrow \frac{F}{E} \propto l \rightarrow \frac{E}{F} \propto l^{-1}.$$

En estado estacionario y sin cambio tecnológico, se cumple:

- i) El stock de capital per cápita y el consumo de energía per cápita convergen, respectivamente a:

$$k^* = \left(\frac{\epsilon}{v \left(\frac{\mu}{v} + n \right)} \right)^{\frac{1}{1-a}} \quad \text{y} \quad e^* = \epsilon \left(\frac{\epsilon}{v \left(\frac{\mu}{v} + n \right)} \right)^{\frac{a}{1-a}}.$$

- ii) El stock de capital per cápita y el consumo de energía per cápita se incrementan en el largo plazo, cuando aumentan los requerimientos de energía por máquina (ϵ), se reduce el costo de crear máquinas (v), se reduce el costo de la energía para hacer funcionar y mantener las máquinas (μ) y se reduce la tasa de crecimiento de la población (n).

La ecuación (25) muestra que en ausencia de cambio tecnológico el crecimiento económico está limitado aún cuando la energía disponible no esté limitada, ya que

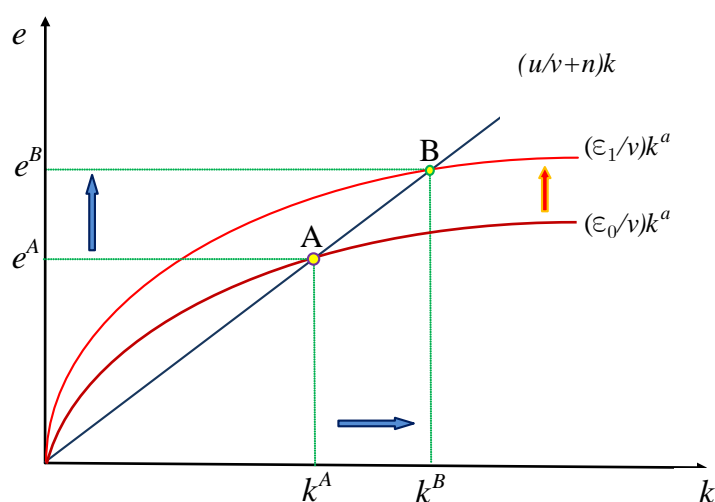
el consumo de energía total crece en el estado estacionario a la tasa de crecimiento de la población.

c) Modelo con cambio tecnológico

El cambio tecnológico se representa a través de cambios estructurales que mejoran la distribución y uso de la energía con impacto permanente en la economía, así por ejemplo cuando se modifica la estructura en términos de costos de la energía (ν) o los requerimientos de energía de las máquinas (ϵ) se alcanza un nuevo estado estacionario con un stock de capital mayor, tal como se observa en la figura siguiente.

Figura N° 1.4

Estado estacionario con mejora en el uso de la energía



En la figura anterior se supone una mejora en el uso de la energía por máquina, $\epsilon_1 > \epsilon_0$, con lo que el nuevo estado estacionario pasa de k^A a k^B y por ende de e^A a e^B . Por lo tanto, cualquier cambio tecnológico que mejore el uso y distribución de la energía (ganancias de eficiencia de la energía no humana) tiene un impacto permanente en la economía. De esta forma, la energía no humana cobra importancia para explicar por qué la introducción de algunas tecnologías (que mejoran la eficiencia de la energía humana) no inician un crecimiento de largo plazo.

Para obtener la relación entre el consumo, la inversión y el PIB per cápita, se supone que la producción para el consumo de los hogares utiliza energía humana ($E_H = e_h P$) y equipos de capital (K_c). Con una función de producción con rendimientos constante a escala se encuentra que la demanda de capital per cápita en bienes de consumo es igual a: $k_c = Z e_h$, donde Z es un parámetro tecnológico constante.

Dadas las consideraciones previas, en estado estacionario la parte del k^* , $1-s$, utilizada en el consumo es:

$$1 - s^* = Z e_h (k^*)^{-1}$$

$$1 - s^* = Z e_h \left[\frac{v \left(\frac{\mu}{v} + n \right)^{\frac{1}{1-a}}}{\epsilon} \right]$$

La parte restante de s^* (propensión a invertir) se utiliza en la inversión. De esta forma si el gasto total per cápita en el estado estacionario está dado por el reemplazo, mantenimiento y compensación del capital $\left(\frac{\mu}{v} + n \right) k^*$, entonces la inversión total per cápita es: $i^* = \left(\frac{\mu}{v} + n \right) s^* k^*$ y con ello el gasto en consumo per cápita es: $c^* = \left(\frac{\mu}{v} + n \right) (1 - s^*) k^*$.

Por otro lado el PIB per cápita, según la identidad de cuentas nacionales, se puede escribir como:

$$y^* = i^* + c^*$$

$$y^* = \left(\frac{\mu}{v} + n \right) s^* k^* + \left(\frac{\mu}{v} + n \right) (1 - s^*) k^*$$

$$y^* = \left(\frac{\mu}{v} + n \right) k^*$$

En el estado estacionario, si no hay cambios en los parámetros del modelo, el PIB per cápita converge a: $y^* = \frac{e^*}{v}$.

Por lo tanto, el PIB per cápita se puede reescribir utilizando la ecuación (23), con lo que resulta: $y^* = \frac{\epsilon}{v} (k^*)^a \equiv A (k^*)^a$.

La ecuación anterior permite la asociación log-lineal entre el PIB per cápita y el stock de capital per cápita y es estructuralmente idéntica a la función de producción Cobb-Douglas, sin embargo, hay tres diferencias de interpretación respecto a esta función de producción.

- El coeficiente, a , no se puede parametrizar con información de cuentas nacionales.
- El parámetro para la productividad total de los factores, A , refleja aspectos de la red y de la tecnología de transporte de la energía en la economía.
- La asociación anterior no es tecnológica per se, sino que refleja una asociación de estado estacionario.

El modelo desarrollado por Dalgaard D. y H. Strulik (2007), expuesto en las páginas previas, permite la vinculación de la energía a través de una interpretación de red con la teoría neoclásica del crecimiento, coincidiendo con la forma estructural del modelo de crecimiento de Solow.

Finalmente, del modelo se deduce la importancia de la energía en el crecimiento económico de largo plazo, en especial la asociación entre la energía no humana y la tecnología desarrollada para obtenerla, distribuirla y utilizarla.

1.1.3 Modelo CEPAL (1956)

A nivel menos abstracto, CEPAL (1956) señala que los aumentos de la oferta de energía son casi siempre la condición previa para que las inversiones en los demás sectores productivos tengan sentido económico y como se vio en los párrafos anteriores, este efecto estimulante dependerá de la proporción del ingreso nacional que se destine al sector energético. Pero matizan, CEPAL (1956: p. 6):

“...el consumo de energía como factor de producción tiende a crecer con rapidez relativamente grande en las etapas intermedias del desarrollo. Entre los principales factores que originan esta aceleración de la demanda de energía figuran: a) la sustitución de las formas animadas de energía, sobre todo en los transportes y, en menor medida, en la agricultura; b) la forma de penetración de la técnica por medio de la yuxtaposición de nuevos equipos a otros técnicamente fuera de uso, lo que entraña una baja de eficiencia en la utilización de la energía con respecto a las economías de técnica más homogénea y moderna; c) la creciente industrialización, que involucra la introducción de actividades de mayor consumo energético inanimado por unidad de producto...”

1.2 Formulación de la investigación

La historiografía económica latinoamericana, previo al uso del Sistema de Cuentas Nacionales, se ha apoyado en las estimaciones disponibles de los países más grandes: Argentina, Colombia y México y en menor medida en Chile, Perú y Uruguay para explicar el crecimiento económico del resto de los países de América Latina.

Esta falencia se debe al uso de las estadísticas disponibles del comercio exterior para aproximarse indirectamente a los niveles de actividad económica en los períodos previos a la Contabilidad Nacional. Sin embargo, esta visión es parcial y por ello, esta investigación aprovecha las series del consumo aparente de energías modernas para aproximarse indirectamente a los niveles de actividad económica, ya que sin energía no es posible mover el capital fijo que permite la producción.

El disponer de una serie única y homogénea del consumo de energías modernas para un grupo de 20 países permite comprender la historia económica latinoamericana desde la perspectiva del consumo energético. Además de identificar los patrones que se deducen de estos consumos energéticos.

Una vez que se realicen los análisis respectivos y si los resultados permiten validar la relación entre consumo de energías modernas y actividad económica, se podrá tener una aproximación de los niveles de actividad para los países en los períodos en que no hay información del Producto ni cuentas nacionales históricas y completar los vacíos existentes de este indicador antes del comienzo del siglo XX. De esta forma, por ejemplo se podría tener una visión más completa a lo que A. Maddison ha reportado, tal como se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 1.1
Cobertura temporal series del PIB Maddison, A. (2001)

País	Cobertura PIB
Argentina	1900 – 2003
Bolivia	1945 – 2003
Brasil	1870 – 2003
Chile	1840 – 2003
Colombia	1900 – 2003
Costa Rica	1920 – 2003
Cuba	1929 – 2003
Ecuador	1939 – 2003
El Salvador	1920 – 2003
Guatemala	1920 – 2003
Haití	1945 – 2003
Honduras	1920 – 2003
México	1900 – 2003
Nicaragua	1920 – 2003
Panamá	1945 – 2003
Paraguay	1939 – 2003
Perú	1896 – 2003
República Dominicana	1950 – 2003
Uruguay	1870 – 2003
Venezuela	1900 – 2003

Fuente: Elaboración propia.

La interrogante que guía la investigación es **¿Qué lecciones se pueden extraer de la experiencia latinoamericana del consumo aparente de energías modernas de finales del siglo XIX y comienzos del siglo XXI?**

El problema que se busca resolver en esta investigación requiere que se estructure la investigación en términos del objetivo general, los específicos y las hipótesis que se deben contrastar.

1.2.1 Objetivo General

El objetivo general de la investigación es *“extraer lecciones del consumo aparente de energías modernas en América Latina, en especial de su vinculación con los niveles de actividad económica, durante el período 1890-2003”*.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Analizar la evolución del consumo aparente de energías modernas para una muestra de 20 países latinoamericanos y determinar los patrones de consumo que se deducen de una experiencia histórica de más de un siglo.

Los países de la muestra son: Argentina, Bolivia, Brasil, Cuba, Chile, Costa Rica, Colombia, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y la República Bolivariana de Venezuela.

- b) Determinar los patrones de consumo aparente de energías modernas y su correspondencia con los niveles de actividad económica.
- c) Validar la utilidad del indicador de consumo aparente de energías modernas como un índice de la evolución de la actividad económica en países y períodos donde no existen mediciones de Producto.

El objetivo general y los objetivos específicos se instrumentalizan por medio de la hipótesis central y las hipótesis específicas.

1.2.3 Hipótesis Central

El consumo aparente de energías modernas puede ser un buen indicador para inferir la evolución de la actividad económica, en aquellos períodos y países, en los que no se dispone de la información del PIB.

1.2.4 Hipótesis Específicas

- a) En el largo plazo existe una relación de equilibrio estable entre el consumo de energía y el PIB.
- b) Hay indicios de que los países cuyo consumo energético creció más rápidamente desde finales del siglo XIX tienen actualmente un nivel de renta per cápita mayor.
- c) En las etapas intermedias de crecimiento económico el consumo de energía per cápita tiende a aumentar con mayor fuerza.
- d) Los países productores y exportadores de energías tienen un comportamiento similar al resto de los países de la muestra.

Para verificar las hipótesis anteriormente señaladas, el marco teórico que se utilizará es el que se desarrolló brevemente en la sección anterior.

1.3 Evidencia previa y estructura de la investigación

1.3.1 Evidencia bibliográfica

Los trabajos previos sobre el consumo de energías en América Latina son los siguientes:

CEPAL (1956), este trabajo proporciona la información del consumo de energías de América Latina de los países que se han señalado anteriormente y cubre el período 1930 – 1954 (los períodos exactos de cobertura de la información dependen del país). Este es el primer antecedente sistemático del estudio del consumo de energía para un período relativamente largo de cobertura histórica.

El otro antecedente es la aportación de **Rubio, M. y M. Folchi (2012)** y sus trabajos anteriores que utilizando información de corte transversal muestran lo que ocurría con los países latinoamericanos en el año 1925. Estos autores construyen la evidencia necesaria para contrastar sus hipótesis con la información de los registros de comercio exterior de Estados Unidos, Gran Bretaña y Alemania.

Finalmente, el trabajo más próximo a lo que se desarrolla en esta investigación es la aportación de **Yáñez, et al. (2006)** que incluye una muestra de 30 países de América Latina y El Caribe y cubre el período 1890-1925.

Por lo tanto, en esta tesis se construye una serie homogénea del consumo de energías modernas que cubre un período más extenso que parte a finales del siglo XIX y termina a comienzos del siglo XXI,¹⁰ que nos permite llegar hasta el presente y a su vez vincular su comportamiento con lo que ha sido la actividad económica durante este período de la historia económica latinoamericana.

1.3.2 Metodología

La metodología a emplear será la desarrollada en la historia económica latinoamericana de la perspectiva comparada y apoyada por las técnicas estadísticas y econométricas, de tal forma de validar adecuadamente los resultados estadísticos obtenidos.

En esta investigación a pesar de utilizar el análisis econométrico, ésta es sólo una herramienta dentro del análisis, pero no es el más importante, ya que el adecuado contexto de los análisis y las explicaciones se encuentran en los aportes de la historia económica latinoamericana. Es precisamente la historia económica latinoamericana la que permitirá la formulación de las hipótesis de trabajo que se

¹⁰ A pesar que en el título se indique que la cobertura temporal es 1890-2003, se tomó la decisión de incluir períodos más extensos si la construcción de las series así lo permitía y en el caso de los análisis se centraron en los períodos más extensos en los que la mayoría de los países tenía información completa.

cuantificarán a través de la información del consumo aparente de energías modernas.

Para verificar las hipótesis y cumplir con los objetivos de esta investigación se siguen los siguientes pasos:

1. **Construcción de la serie homogénea del consumo de energía** para los 20 países de la muestra. Para ello se utilizan las series construidas con la base de datos del proyecto *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960* (BEC2003-00190) y el proyecto *Energía y Economía en América Latina y el Caribe desde mediados del siglo XIX a finales del siglo XX* (SEJ2007-60445) que le dio continuidad, CEPAL (1956) y los datos de Naciones Unidas (varios años). Se analizó el comportamiento de cada serie y se realizaron las respectivas uniones entre ellas empleando fuentes estadísticas del país y si no existían, a través de estimaciones estadísticas de datos faltantes para series univariadas.

Las series construidas y que se utilizan en esta investigación están disponibles en el capítulo 2 de esta tesis.

2. **Análisis de la evolución del comportamiento** de la serie agregada (y por grupos de países) del consumo de energías modernas. Este análisis está contenido en el capítulo 3 de este documento, donde además se compara la evolución de las series Latinoamericanas con una muestra de 76 países de otros continentes y dos países latinoamericanos que cubren un período más corto de tiempo (1950-2003).
3. **Análisis estadístico y econométrico para el período 1947-2003** de la asociación entre el PIB y el consumo aparente de energías modernas. Los ejercicios econométricos se realizaron sólo para este período, porque desde 1947 se tienen series del PIB para todos los países de esta muestra bajo estudio y los resultados se presentan en el capítulo 4. Los análisis son de dos tipos: (a) Estimación de la correlación entre PIB y consumo de energías modernas, (b) pruebas de raíz unitaria y cointegración y (c) Pruebas de causalidad entre consumo de energía y PIB.

Capítulo 2

Construcción de las series de energías modernas

Las series del consumo de energías modernas de América Latina para períodos extensos, en especial para el período que cubre esta tesis no están disponibles, tal como han indicado Rubio, M. y Folchi, M. (2005) y Folchi, M. y M. Rubio (2006) en sus trabajos, por ello una parte importante del tiempo de la investigación se destinó a homogenizar la información disponible y generar la evidencia cuantitativa necesaria para la verificación de las hipótesis planteadas.

Las series anuales que se construyen para un conjunto de veinte países son un aporte a la historiografía económica latinoamericana, porque se cubre parte del siglo XIX y comienzos del siglo XXI, las series resultantes se construyen con un criterio homogéneo, se pueden actualizar fácilmente en el futuro y se presentan a desagregadas a nivel del consumo aparente de energías modernas: carbón mineral, petróleo, hidroelectricidad¹¹ y gas natural.

Dependiendo de la información disponible la extensión de las series son:

Cuadro N° 2.1
Cobertura series de energías modernas

País	Cobertura
Cuba	1841 - 2003
Chile	1844 - 2003
Argentina, Brasil, Colombia, México y Perú	1856 - 2003
Bolivia	1862 - 2003
Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Nicaragua, República Bolivariana de Venezuela y República Dominicana	1870 - 2003
Ecuador	1879 - 2003
Uruguay	1879 - 2003
Paraguay	1900 - 2003
Panamá	1904 - 2003

Fuente: Elaboración propia.

¹¹ En las series de hidroelectricidad en algunos casos se incluyen la energía nuclear y la energía geotérmica.

2.1 Fuentes de las series de energía

En esta investigación se utiliza el consumo aparente de energías modernas primarias (carbón mineral, petróleo, gas natural e hidroelectricidad). La serie que se construye para cada país, se obtiene como la diferencia entre la suma de cada una de las fuentes de la producción energéticas y las importaciones, menos las exportaciones de cada uno de ellos. Se debe precisar que este es el consumo aparente y no el consumo final de energías modernas, porque no se incluyen los stocks de los períodos anteriores.

Las series de consumo aparente de energías modernas para el período 1856-2003 se construyen con las siguientes fuentes principales:

1856 – 1929: Base de Datos del Proyecto de Investigación *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960* (BEC 2003-0190)¹² y el proyecto *Energía y Economía en América Latina y el Caribe desde mediados del siglo XIX a finales del siglo XX* (SEJ2007-60445) que le dio continuidad, dirigidos por Albert Carreras en la Universidad Pompeu Fabra, Barcelona.

Este proyecto tiene como hipótesis principal que “*en la América Latina y el Caribe de la primera globalización, las oportunidades de crecer estaban igualmente repartidas entre los países grandes y pequeños, y entre los países tropicales y los templados. La “lotería de los recursos naturales” (como ha sido denominada en la literatura) podía caer en cualquier parte y el mercado de referencia era el mundial*”.¹³

Para verificar de esta hipótesis en las primeras etapas del proyecto se construyeron series extensas, homogéneas y comparables del desempeño económico a través del aprovechamiento sistemático de la información de las exportaciones hacia los países latinoamericanos disponibles en las estadísticas de comercio anteriores a 1950 de Estados Unidos, Reino Unido y Alemania (son los denominados G-3), además de Bélgica y Francia (con lo que se tiene los denominados G-5), buscando reconstruir las contabilidades nacionales históricas para los periodos anteriores al sistema de cuentas nacionales.¹⁴

El proyecto utiliza la perspectiva de las importaciones porque esta información encierra datos que pueden dar la clave de la medición de la modernización económica latinoamericana y porque permite la construcción de cuentas nacionales históricas,¹⁵ aún cuando el equipo del proyecto reconoce que en el corto y mediano plazo no están en condiciones de disponer de estimaciones sistemáticas de la contabilidad nacional histórica para cada país y para períodos largos, no se sigue inmediatamente este camino, aunque se tiene en cuenta que la investigación debe poder encajar

¹² En el resto del documento cuando se haga referencia a esta fuente se indicará como “Base de Datos del Proyecto” o “Series del Proyecto”.

¹³ Carreras, A. *et al.* (2006: p. 9).

¹⁴ Carreras, A. *et al.* (2006: p. 5).

¹⁵ Carreras, A. *et al.* (2006: p. 13).

en los esfuerzos de la comunidad académica para alcanzar estimaciones del PIB.¹⁶

La información estadística que se levanta de las estadísticas de comercio exterior permite tener estimaciones del consumo privado (parten del supuesto que las importaciones de bienes de consumo duradero reflejan adecuadamente el consumo privado, tal como lo hicieron las importaciones de productos coloniales en los países europeos durante la revolución industrial), la inversión total (a través de las importaciones de bienes de capital, ya que los países latinoamericanos importaron casi toda la maquinaria, herramientas y material de transporte).

Otra línea de investigación al interior del proyecto es la estimación de los consumos aparentes de energías modernas. Estos consumos aparentes son un indicador, que en ausencia del PIB, permiten capturar actividad económica (o modernidad), en especial para países y períodos sin información.

Los consumos aparentes de carbón mineral, petróleo, gas natural e hidroelectricidad se construyen con información proveniente de fuentes propias para la producción más la información del comercio exterior (exportaciones provenientes de fuentes propias e importaciones provenientes de las estadísticas de comercio exterior de G-5 o G-3 según corresponda).

Con este criterio se asegura una información homogénea desde la perspectiva de los exportadores, sin embargo, este criterio tiene el problema de no distinguir las reexportaciones (en especial de los países sin acceso a las costas como Bolivia y Paraguay) y el consumo de los bunkers (como en el caso de Uruguay y Cuba).

Una detallada exposición de los fundamentos y evidencia encontrada en el proyecto está en el sitio web: <http://www.econ.upf.edu/econhist/EEweb/> y en trabajos como el de Carreras, A. *et al.* (2006), Rubio, M. y R. Bertoni, compiladores (2008), Rubio, M. *et al.* (2010), Yáñez, C. y A. Carreras editores (2012) entre otros.

Las fuentes exactas de donde proviene la información es:

- Alemania: *Der Auswärtige Anzel Deutschlands*, varios años, Berlín.
- Estados Unidos (1931): Department of Commerce (por J.R. Bradley), *Fuel and Power in Latin America, Trade Promotion Series*, N° 126, Washington.
- Estados Unidos: Department of Commerce, *Commerce Year Book*, vol. II (Foreign Countries), varios años, Washington, D.C.
- Estados Unidos: Department of Commerce, *The Foreign Commerce and Navigation of the United States*, varios años, Washington, D.C.

¹⁶ Carreras, A. *et al.* (2006: p. 9).

Francia: Direction Générale des Douanes, *Tableau générale du comerce et de la navigation*, varios años, París.

Reino Unido: Statistical Office of the Customs and Excise Department, *Annual Statement of the Trade of the United Kingdom with Foreign Countries and Britain possessions*, varios años, London.

1930 – 1949: CEPAL (1956) *La Energía en América Latina*. Estudio realizado por la Secretaría de la Comisión Económica para América Latina, Instituto de Desarrollo Económico del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, Washington DC.

Esta publicación utiliza como fuentes primarias en la construcción de las series, las estadísticas oficiales de cada país y en algunos casos, estimaciones ad hoc con la información disponible. En los casos en que esta fuente no presenta la serie para un país, se recurre a las fuentes nacionales (fuentes propias) y la serie se construye como la diferencia entre la suma de cada una de las fuentes de la producción energéticas y las importaciones, menos las exportaciones.

1950-2003: Naciones Unidas (varios números) *Energy Statistics Yearbook*. Esta fuente construye las series con la información es proporcionada anualmente por cada país. Cada publicación periódica proporciona la información desagregada para los últimos cuatro años consecutivos, sin embargo estos valores cambian, por lo que se utilizó el criterio de consultar la publicación de los años intermedios y tomar la información de los primeros dos años, es decir, se consulta el *Energy Statistics Yearbook 2004* y se toma la información para los años 1998 y 1999.

Las fuentes primarias de esta fuente son las estadísticas oficiales de cada país.

La serie del consumo aparente de energías modernas¹⁷ para cada país se mide en Toneladas Equivalentes de Petróleo (TEP) y su construcción se detalla en las secciones siguientes.

2.2 Las series de energía de los países latinoamericanos

Los países incluidos en este análisis son: Argentina, Bolivia, Brasil, Cuba, Chile, Costa Rica, Colombia, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y República Bolivariana de Venezuela.

¹⁷ Cuando fue necesario transformar las series originales expresadas en barriles, galones, kilogramos y toneladas (por ejemplo) a Toneladas Equivalentes de Petróleo, se utilizaron los factores de conversión empleados por Rubio, M. y M. Folchi (2005: p. 31).

2.2.1 Argentina

1856 – 1925: Base de Datos del Proyecto de Investigación *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960*. En el caso de la hidroelectricidad los datos provienen de Tafunell, X. (2008)¹⁸ siguiendo el trabajo de Rubio, M. y C. Yáñez (2009).¹⁹

1926 – 1949: CEPAL (1956: p. 122), se toman las series desagregadas del consumo de carbón mineral, petróleo, gas natural e hidroelectricidad del Cuadro II. Argentina: Consumo Bruto de Energía. En CEPAL (1956: pp. páginas 121-128) los autores explican las fuentes y metodologías empleadas para la construcción del consumo de energías. El consumo aparente de hidroelectricidad tiene el siguiente tratamiento.

1926 – 1930: Tafunell, X. (2008).

1931: Etemad, B. y J. Luciani (1991).

1932 – 1949: CEPAL (1956).

1950 – 2003: Naciones Unidas (varios números). Se utilizó el criterio de consultar la publicación de los años intermedios y tomar sólo la información de los primeros dos años.

1950 – 1972: Naciones Unidas (1976: p. 45)

1973 – 1978: Naciones Unidas (1981: p. 75)

1979 : Naciones Unidas (1982: p. 63)

1980 – 1981: Naciones Unidas (1985: p. 45)

1982 – 1983: Naciones Unidas (1987: p. 43)

1984 – 1985: Naciones Unidas (1989: p. 45)

1986 – 1987: Naciones Unidas (1991: p. 45)

1988 – 1989: Naciones Unidas (1993: p. 45)

1990 – 1991: Naciones Unidas (1995: p. 47)

1992 – 1993: Naciones Unidas (1997: p. 47)

1994 – 1995: Naciones Unidas (2000: p. 47)

1996 – 1997: Naciones Unidas (2002: p. 47)

1998 – 1999: Naciones Unidas (2004: p. 47)

2000 – 2003: Naciones Unidas (2006: p. 49)

Las series construidas, expresadas en promedios por décadas, se presentan en el cuadro siguiente.

¹⁸ Este autor utiliza la información de las estadísticas de exportaciones de Alemania y Suiza a los países latinoamericanos correspondiente a transformadores y aparatos similares para determinar una capacidad de generación de hidroelectricidad en las primeras décadas del siglo XX. En este artículo el autor modestamente indica que es sólo una aproximación, sin embargo en el contexto de los consumos aparentes de energía es un gran aporte a la comprensión de la historiografía latinoamericana.

¹⁹ Este trabajo forma parte del proyecto Investigación *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960* y tiene como objetivo la construcción de series homogéneas extensas del consumo aparente de hidroelectricidad. Estos autores revisan críticamente las fuentes existentes (Tafunell, X. (2008), Etemad, B. y J. Luciani (1991), CEPAL (1956) y Naciones Unidas (varios números)) lo que les permite construir series anuales para 20 países latinoamericanos que están más acorde con la realidad de cada uno de ellos.

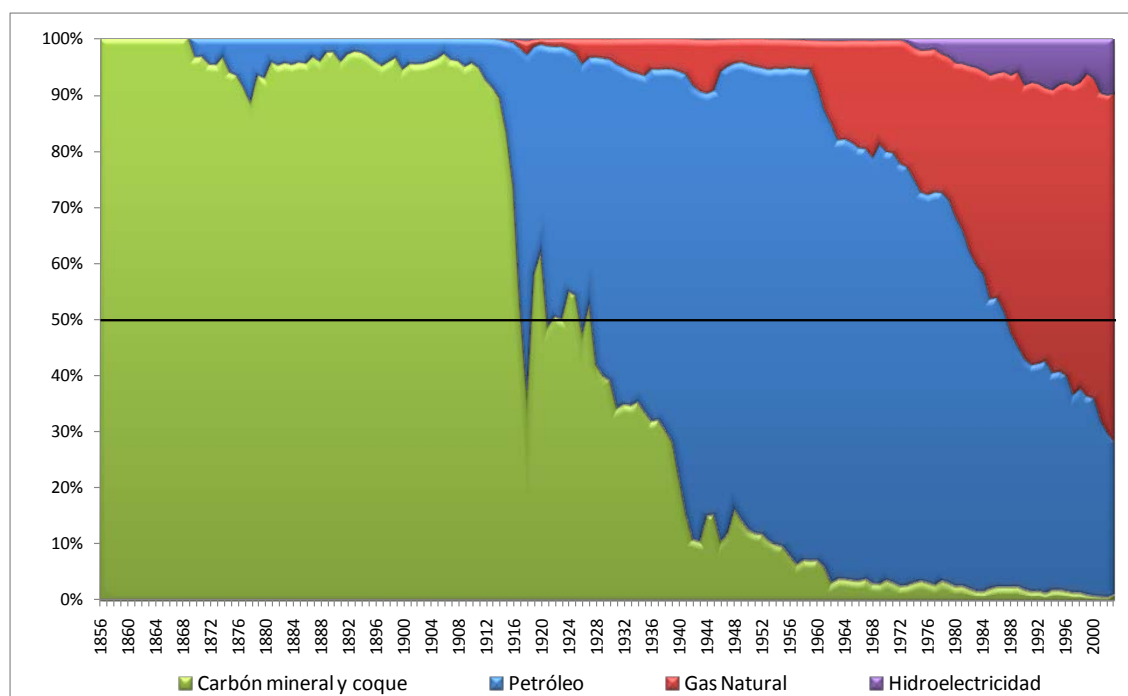
Cuadro N° 2.2
Argentina: Promedios décadas energías modernas, 1856 - 2003
(miles de toneladas de petróleo equivalentes)

	Petróleo	Gas Natural	Carbón mineral y coque	Hidroelectricidad	Consumo Total Bruto
1856 - 1859			9		9
1860 - 1869			24		24
1870 - 1879	2		40		43
1880 - 1889	8		207		215
1890 - 1899	19		511		530
1900 - 1909	47		1.079	1	1.127
1910 - 1919	281	10	1.464	3	1.754
1920 - 1929	1.653	93	1.682	6	3.433
1930 - 1939	3.364	298	1.817	8	5.487
1940 - 1949	4.910	390	883	13	6.196
1950 - 1959	10.465	631	1.116	35	12.247
1960 - 1969	15.950	3.464	791	102	20.308
1970 - 1979	21.859	7.169	937	515	30.480
1980 - 1989	20.093	14.445	824	2.104	37.466
1990 - 1999	19.482	26.480	770	4.027	50.760
2000 - 2003	16.957	32.770	398	4.958	55.082

Fuente: Elaboración propia.

La composición por tipo de energías, respecto del total de energías modernas, se presenta en el gráfico siguiente.

Gráfico N° 2.1
Participación Energías Modernas: Argentina, 1856 - 2003
(en porcentaje)



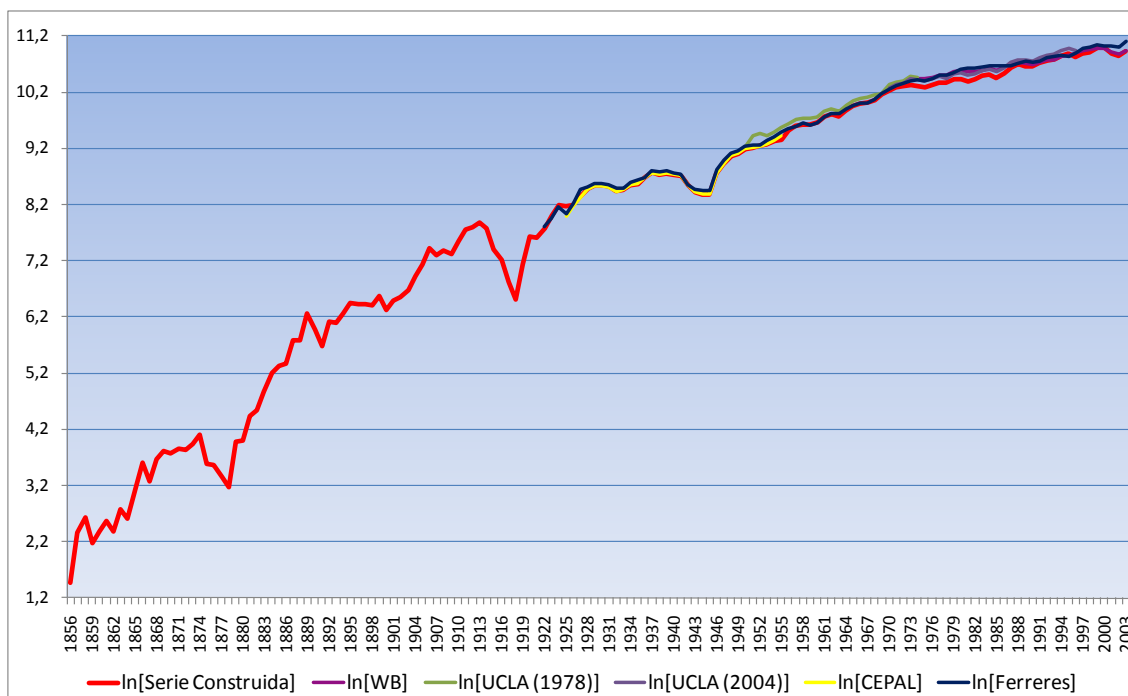
Fuente: Elaboración propia.

La serie construida con las fuentes señaladas se compara con las siguientes series extensas existentes:

- a) Ferreres, Orlando, director (2005).
- b) UCLA (1978, 2004).
- c) World Bank, *World Development Indicators Data Query*.
- d) CEPAL (1956).

Gráfico N° 2.2

Comparación series consumo de energías modernas: Argentina, 1856 - 2003
(en logaritmo natural)



Fuente: Elaboración propia.

Nota: $\ln[\dots]$ se refiere al logaritmo natural de la serie de la fuente respectiva.

La comparación de la serie construida para Argentina con otras publicaciones se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 2.3

Argentina: Comparación series publicadas con la serie construida
(promedio de la razón períodos comunes y la desviación en paréntesis cuadrado)

Período común	WB/Serie construida	UCLA (1978)/Serie construida	UCLA (2004)/Serie construida	CEPAL (1956)/Serie construida	Ferreres (2005)/Serie construida
1971 - 2003	1,0763 [0,0628]				
1929, 1937, 1949 - 1975		1,1212 [0,0560]			
1929, 1937, 1950, 1960, 1970 - 1996			1,0983 [0,0276]		
1925 - 1955				1,0017 [0,0300]	
1922 - 2003					1,3248 [0,2971]

Fuente: Elaboración propia.

Destaca que la serie de Ferreres (2005) es en promedio mayor un 32% respecto la serie construida y es la que presenta la mayor desviación estándar. Para el resto de las series, en los períodos comunes, las diferencias van entre 0,2% (comparación con serie CEPAL) y 12% (serie UCLA (1978)) y con desviación estándar menor al 6%. Este fenómeno se puede atribuir a un mejor conjunto de series primarias que sufren en el tiempo revisiones menores. Desde la perspectiva de la serie construida, ésta tiene a favor que no se aleja demasiado de las otras publicaciones en los períodos comunes.

2.2.2 Bolivia

1862 – 1930: Base de Datos del Proyecto de Investigación *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960*, para el consumo aparente de carbón mineral y petróleo.

El año 1863 el consumo aparente de carbón mineral se interpola linealmente con la información del período completo. Para el período 1889-1899 y 1902-1909 no hay información disponible del consumo aparente de carbón mineral de las fuentes de comercio exterior de los países exportadores, por lo que se interpolan los valores con el método Catmull-rom spline.²⁰

El consumo aparente de hidroelectricidad para el período 1907-1930 se toma de Tafunell, X. (2008).

1931: *Foreign Commerce Yearbook Estados Unidos años 1933, 1935 y 1937* para las importaciones de carbón y petróleo. La producción de petróleo se toma de Naciones Unidas (1948).

En el caso de la hidroelectricidad el período 1931-1932 se construye con una interpolación lineal.

1932 – 1936: La producción de petróleo se toma de Naciones Unidas (1952). Las importaciones de carbón y petróleo se tomaron de los Anuarios Estadísticos de Chile.

La producción de hidroelectricidad se construye interpolando entre los años 1934-1936, utilizando como pivote el dato del año 1933 publicado por Darmstadter, J. *et al.* (1971).

²⁰ Este método de interpolación es un caso especial del método cardinal spline. El método entrega el valor faltante tomando como referencia la información disponible de las dos observaciones previas (P_{i-2} , P_{i-1}) y posteriores (P_{i+2} , P_{i+1}) al o los valores faltantes (VF), de tal forma de aproximarse no linealmente al valor. La expresión que se emplea es: $VF_i = (2\lambda^3 - 3\lambda^2 + 1) P_{i-1} + (\lambda^3 - 2\lambda^2 + \lambda) (P_{i+1} - P_{i-2}) - (2\lambda^3 - 3\lambda^2) P_{i+1} + (\lambda^3 - \lambda^2) (P_{i+2} - P_{i-1})$, donde λ corresponde a la posición relativa del valor faltante dividida por la observación previa y posterior más todas las observaciones faltantes excluyendo la que se está interpolando. Por ejemplo si en una serie se tienen dos observaciones faltantes, el valor de λ para el primer dato faltante es 1/3, ya que se tiene 4 posiciones (la primera y la última son los datos existentes y la segunda y tercera son los datos faltantes), por lo que al interpolar el valor faltante de la primera posición quedan disponibles 3 posiciones y para el segundo es 2/3. En las estimaciones presentadas en el documento se utilizó la rutina disponible en Eviews 7.1.

1937 – 1949: CEPAL (1956: pp. 160-161). Se toma la información de los cuadros II-K. Grupo III: Consumo bruto de energía y III-K. Bolivia: Consumo bruto de derivados de petróleo, petróleo crudo y carbón mineral; producción de electricidad y relación importación/consumo.

El consumo aparente de hidroelectricidad se construye con:

1937: Etemad, B. y J. Luciani (1991).

1938 – 1949: Naciones Unidas (1952: p. 249). Esta fuente indica que se refiere a la producción de hidroelectricidad, sin embargo la publicación para el año 1956 indica que se trata del total de electricidad.

Para depurar la serie de las Naciones Unidas (1952), y obtener sólo la hidroelectricidad, se usó el promedio de la proporción de la producción hidroeléctrica en el total de electricidad de Etemad, B. y J. Luciani (1991) para los años 1937 y 1949-1961. Se usó esta fuente porque cubre todo el período que se está analizando. Luego, el factor obtenido se aplica al total de electricidad publicado por Naciones Unidas (1952).

1950 – 2003: Naciones Unidas (varios números),
 1950 – 1969: Naciones Unidas (1976: p. 47)
 1970 – 1978: Naciones Unidas (1981: p. 79)
 1979 : Naciones Unidas (1982: p. 67)
 1980 – 1981: Naciones Unidas (1985: p. 45)
 1982 – 1983: Naciones Unidas (1987: p. 43)
 1984 – 1985: Naciones Unidas (1989: p. 45)
 1986 – 1987: Naciones Unidas (1991: p. 45)
 1988 – 1989: Naciones Unidas (1993: p. 45)
 1990 – 1991: Naciones Unidas (1995: p. 47)
 1992 – 1993: Naciones Unidas (1997: p. 47)
 1994 – 1995: Naciones Unidas (2000: p. 47)
 1996 – 1997: Naciones Unidas (2002: p. 47)
 1998 – 1999: Naciones Unidas (2004: p. 47)
 2000 – 2003: Naciones Unidas (2006: p. 49)

Los promedios por década de las series construidas se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 2.4
 Bolivia: Promedios décadas energías modernas, 1862 - 2003
 (miles de toneladas de petróleo equivalentes)

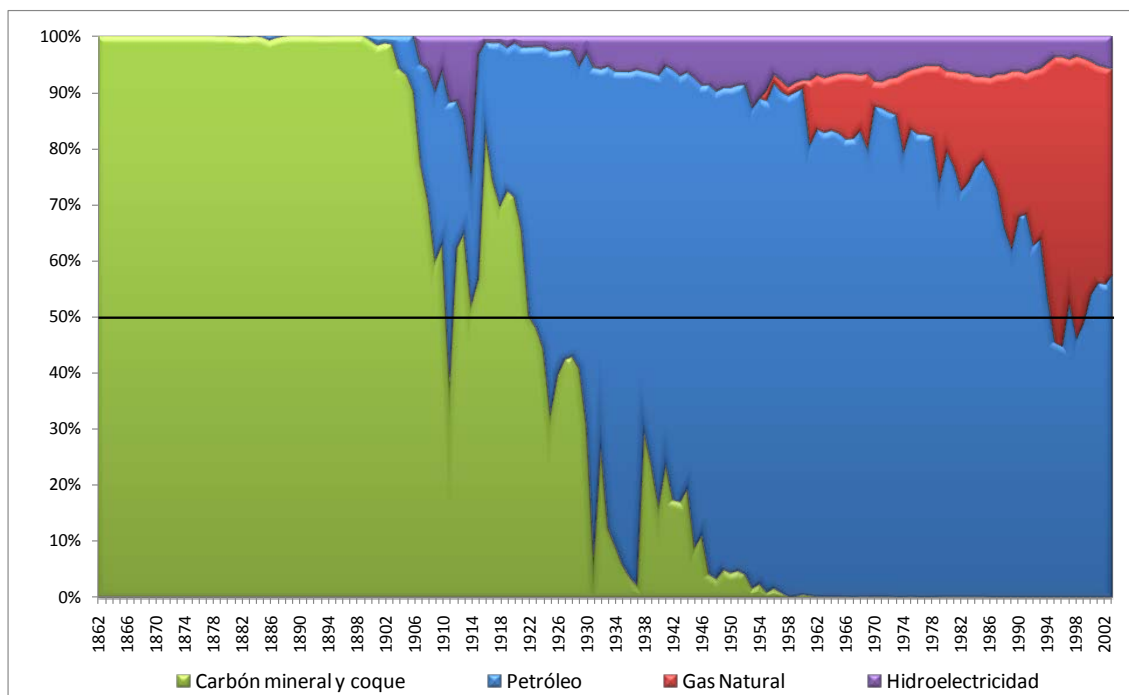
	Petróleo	Gas Natural	Carbón mineral y coque	Hidroelectricidad	Consumo Total Bruto
1862 - 1869			0,86		0,86
1870 - 1879	0,01		3,40		3,40
1880 - 1889	0,02		10,56		10,58
1890 - 1899	0,00		6,70		6,71
1900 - 1909	0,18		1,74	0,13	1,96
1910 - 1919	4		11	0,4	15
1920 - 1929	19		18	1	38

	Petróleo	Gas Natural	Carbón mineral y coque	Hidroelectricidad	Consumo Total Bruto
1930 - 1939	37		8	3	49
1940 - 1949	103		15	10	128
1950 - 1959	241	3	5	25	274
1960 - 1969	445	56	1	38	539
1970 - 1979	894	127	1	68	1.089
1980 - 1989	1.088	300	1	101	1.490
1990 - 1999	1.440	1.145	0	125	2.710
2000 - 2003	1.925	1.334	0	184	3.442

Fuente: Elaboración propia.

La participación de cada fuente de energía sobre el total de energías modernas se presenta en el siguiente gráfico.

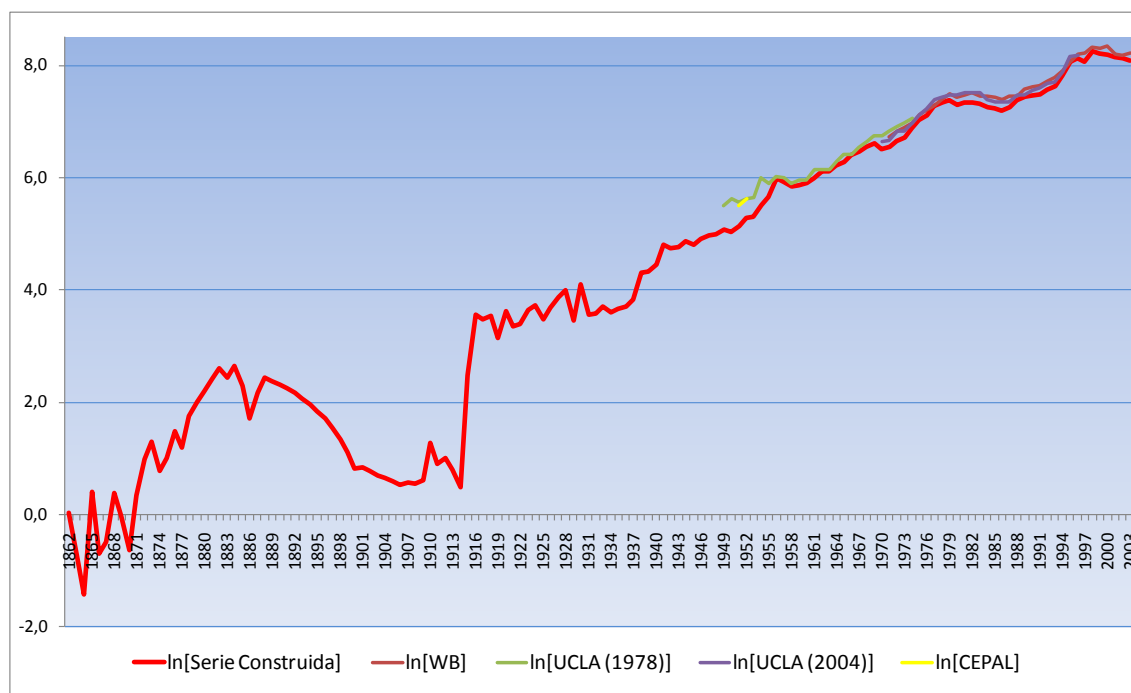
Gráfico N° 2.3
Participación Energías Modernas: Bolivia, 1862 - 2003
(en porcentaje)



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico siguiente se compara la evolución de la serie construida con otras series existentes.

Gráfico N° 2.4
Comparación series consumo de energías modernas: Bolivia, 1862 - 2003
(en logaritmo natural)



Fuente: Elaboración propia.

Nota: $\ln[\dots]$ se refiere al logaritmo natural de la serie de la fuente respectiva.

La comparación de la serie construida con otras publicaciones se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 2.5
Bolivia: Comparación series publicadas con la serie construida
(promedio de la razón períodos comunes y la desviación en paréntesis cuadrado)

Período común	WB/Serie construida	UCLA (1978)/Serie construida	UCLA (2004)/Serie construida	CEPAL (1956)/Serie construida
1971 - 2003	1,1329 [0,0605]			
1929, 1937, 1949 - 1975		1,3013 [0,3439]		
1929, 1937, 1950, 1960, 1970 - 1996			1,2023 [0,3022]	
1937, 1951 - 1952, 1954				1,5152 [0,2327]

Fuente: Elaboración propia.

La serie construida tiene en promedio un comportamiento muy similar a la serie del World Bank (siendo en promedio para el período común un 13% superior a la serie construida) en cambio las series de la UCLA son con las que la diferencia es superior al 20%, un comportamiento similar se observa en la desviación estándar calculada.

2.2.3 Brasil

1856 – 1930: Base de Datos del Proyecto de Investigación *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960*.

La serie del consumo aparente de hidroelectricidad se construye con:

1890 – 1930: Se toma la información de la capacidad instalada disponible en Villanova, A. y W. Suzigan (1971). Luego se supone que las hidroeléctricas funcionan 2.891 horas anuales, que es el total empleado en CEPAL (1956: p. 132), cuadro VII-A, para los años 1940 y 1941.

1931 – 1938: Los diferentes agregados que forman el consumo aparente de energías modernas se construyen con las siguientes fuentes y metodologías.

La producción de hidroelectricidad se tomó de la información de la capacidad instalada disponible en Villanova, A. y W. Suzigan (1971) y suponiendo un funcionamiento de 2.891 horas anuales.

La producción de carbón se tomó de Société des Nations (1939 y 1945) y las importaciones de carbón y petróleo se tomaron de *Foreign Commerce Yearbook* Estados Unidos años 1933, 1935, 1937 y 1946.

1939 – 1949: CEPAL (1956: p. 129). Cuadro II-A. Brasil: Consumo bruto de energía.

1950 – 2003: Naciones Unidas (varios números),
1950 – 1969: Naciones Unidas (1976: p. 47)
1970 – 1978: Naciones Unidas (1981: p. 79)
1979 : Naciones Unidas (1982: p. 67)
1980 – 1981: Naciones Unidas (1985: p. 45)
1982 – 1983: Naciones Unidas (1987: p. 43)
1984 – 1985: Naciones Unidas (1989: p. 45)
1986 – 1987: Naciones Unidas (1991: p. 45)
1988 – 1989: Naciones Unidas (1993: p. 45)
1990 – 1991: Naciones Unidas (1995: p. 47)
1992 – 1993: Naciones Unidas (1997: p. 47)
1994 – 1995: Naciones Unidas (2000: p. 47)
1996 – 1997: Naciones Unidas (2002: p. 47)
1998 – 1999: Naciones Unidas (2004: p. 47)
2000 – 2003: Naciones Unidas (2006: p. 49)

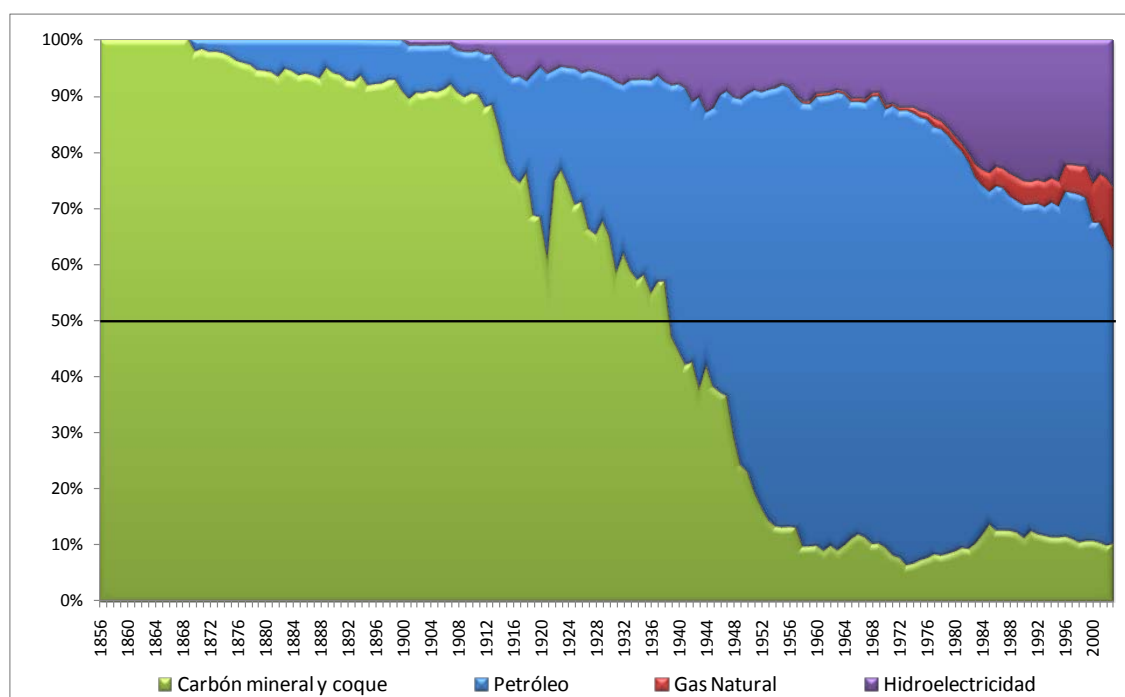
Las series resultantes (en promedios por décadas) y la participación de cada tipo de energía en el total consumo se presentan en el cuadro y gráfico siguientes.

Cuadro N° 2.6
Brasil: Promedios décadas energías modernas, 1856 - 2003
 (miles de toneladas de petróleo equivalentes)

	Petróleo	Gas Natural	Carbón mineral y coque	Hidroelectricidad	Consumo Total Bruto
1856 - 1859			75		75
1860 - 1869			137		137
1870 - 1879	8		231		239
1880 - 1889	21		320		341
1890 - 1899	47		602	1	650
1900 - 1909	70		774	11	855
1910 - 1919	166		1.061	55	1.282
1920 - 1929	471		1.311	106	1.888
1930 - 1939	872		1.409	182	2.463
1940 - 1949	1.978		1.327	378	3.683
1950 - 1959	7.856	31	1.427	982	10.283
1960 - 1969	16.659	123	2.206	2.064	21.052
1970 - 1979	36.084	529	3.713	6.146	46.472
1980 - 1989	43.491	2.076	7.965	15.056	68.587
1990 - 1999	59.697	4.760	11.417	23.625	99.499
2000 - 2003	69.450	11.952	13.199	31.485	126.086

Fuente: Elaboración propia.

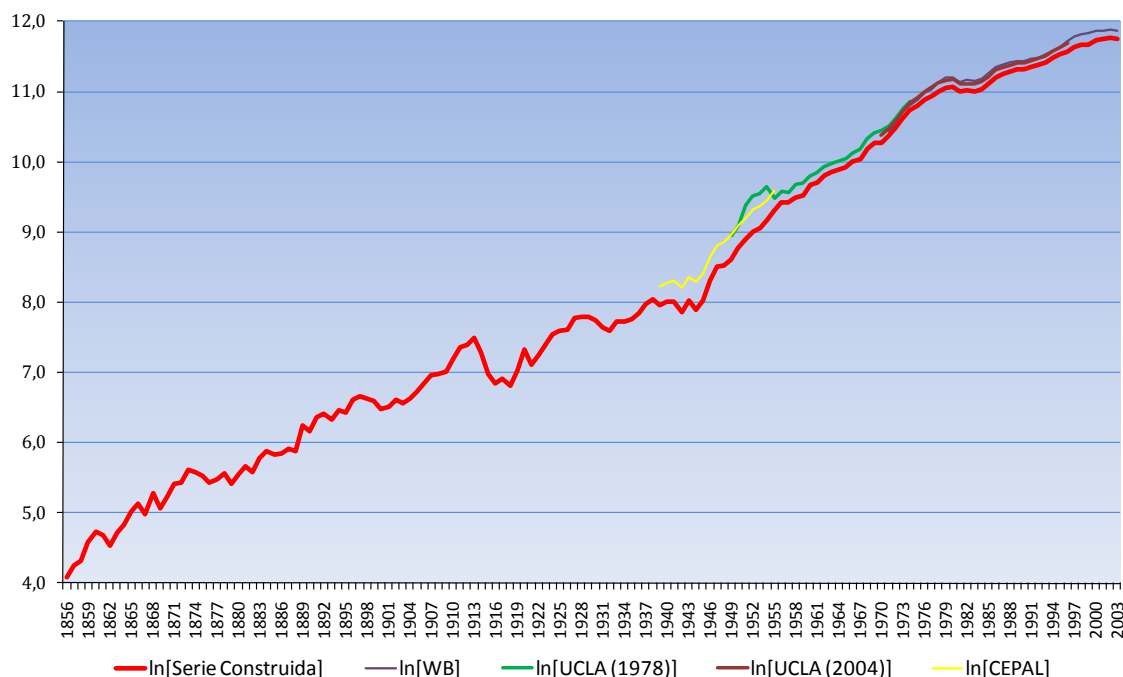
Gráfico N° 2.5
Participación Energías Modernas: Brasil, 1856 - 2003
 (en porcentaje)



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico siguiente la serie construida se compara con otras fuentes existentes.

Gráfico N° 2.6
Comparación series consumo de energías modernas: Brasil, 1856 - 2003
(en logaritmo natural)



Fuente: Elaboración propia.

Nota: ln[...] se refiere al logaritmo natural de la serie de la fuente respectiva.

Al comparar la serie construida con otras fuentes se observa que el nivel es inferior, esto se atribuye en la mayoría del período, a la forma en que se construye el consumo aparente de hidroelectricidad. En general, las diferencias detectadas en este caso se repiten en otros países, esto se debe a que las estimaciones de las series de hidroelectricidad se han mejorado en las fuentes originales.

Cuadro N° 2.7

Brasil: Comparación series publicadas con la serie construida
(promedio de la razón períodos comunes y la desviación en paréntesis cuadrado)

Período común	WB/Serie construida	UCLA (1978)/Serie construida	UCLA (2004)/Serie construida	CEPAL (1956)/Serie construida
1971 - 2003	1,1324 [0,0302]			
1929, 1937, 1949 - 1975		1,2465 [0,1724]		
1929, 1937, 1950, 1960, 1970 - 1996			1,1232 [0,0536]	
1939 - 1955				1,3783 [0,0543]

La serie de UCLA (2004) es la que en promedio se acerca más a la serie construida (es superior en un 12,3%) en el otro extremo está la serie de CEPAL (1956) que es superior un 37,8%. En el caso de la desviación, en el primer caso es del 5,0% y en el otro del 5,4%, lo que indica la menor dispersión respecto a la media de la razón entre las series que se están comparando.

2.2.4 Chile

La construcción del consumo aparente de energías modernas combina la información de los registros de los países exportadores de energía y las fuentes propias del país.

1844 – 1855: La serie del consumo aparente del carbón mineral se construye con la producción promedio de la mina “El Morro” de los años 1844 y 1845, disponibles en Ortega, L. (2005).

1856 – 1924: Base de Datos del Proyecto de Investigación *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960*.

La producción de carbón mineral se construye²¹ con:

1856 – 1859: Ortega, L. (2005).

1860 – 1894: Braun, *et al.* (2000), tabla 1.7: Producción minera 1860-1995.

1895 – 1930: Oficina Central de Estadísticas (varios números).

El comercio internacional de carbón mineral²² se obtiene de *Estadísticas de Comercio Exterior de la República de Chile y Anuario Estadístico de la República de Chile*, Oficina Central de Estadísticas (varios números).

El consumo aparente de hidroelectricidad se construye con la información de la capacidad instalada y se supone una utilización del 55% (4.800 horas anuales), lo que permite el empalme de la serie en el año 1925 con CEPAL (1956).

1925 – 1949: CEPAL (1956: p. 140). Cuadro III-C. Chile: Composición del consumo bruto de energía y relación importación/consumo bruto.

1950 – 2003: La serie construye con la información proveniente de:

1950 – 1969: Naciones Unidas (1976: p. 47)

1970 – 1978: Naciones Unidas (1981: p. 83)

1979 : Naciones Unidas (1982: p. 69)

1980 – 1981: Naciones Unidas (1985: p. 45)

1982 – 1983: Naciones Unidas (1987: p. 43)

1984 – 1985: Naciones Unidas (1989: p. 45)

1986 – 1987: Naciones Unidas (1991: p. 45)

1988 – 1989: Naciones Unidas (1993: p. 45)

1990 – 1991: Naciones Unidas (1995: p. 47)

1992 – 1993: Naciones Unidas (1997: p. 47)

1994 – 1995: Naciones Unidas (2000: p. 47)

1996 – 1997: Naciones Unidas (2002: p. 47)

1998 – 1999: Naciones Unidas (2004: p. 47)

²¹ Para la transformación de toneladas a TEP se utiliza el factor 0,64 empleado por CEPAL (1956: p. 119).

²² Para transformar las toneladas del carbón mineral importado en TEP se utiliza el factor 0,67 empleado por CEPAL (1956: p. 119) para el carbón mineral importado. Para el período 1886-1897 se excluyó las importaciones a través del puerto de Arica, ya que su anexión a Chile se produce tras el Tratado de Lima del 3 de junio de 1929.

2000 – 2003: Naciones Unidas (2006: p. 49)

Las series construidas se presentan en el cuadro siguiente.

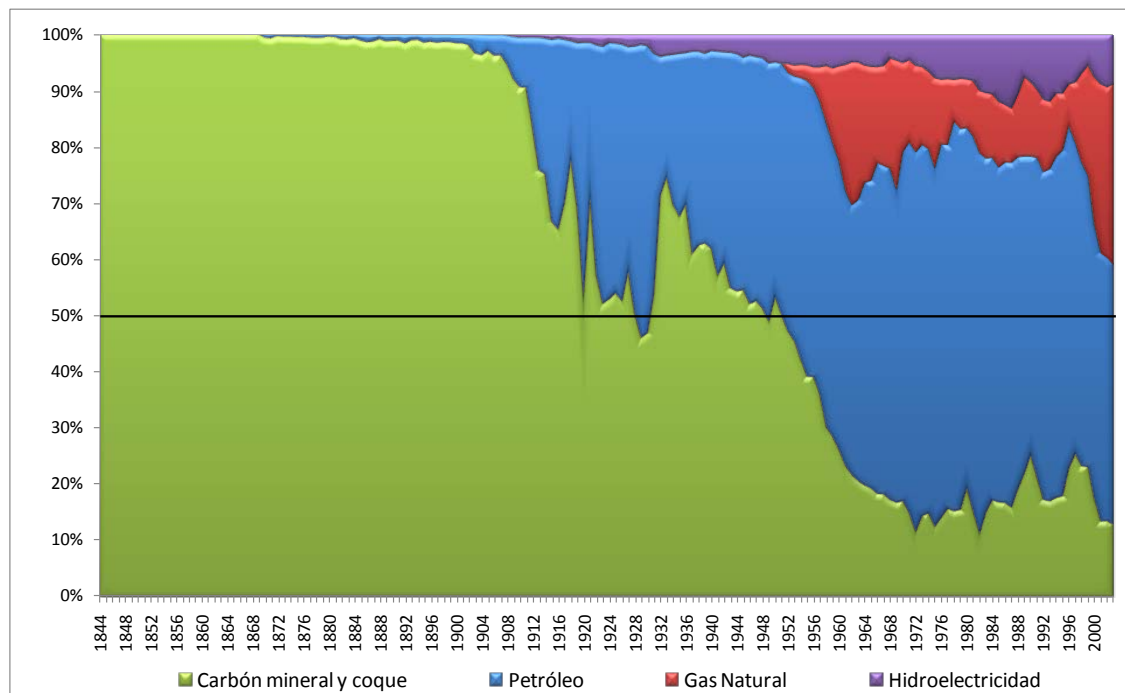
Cuadro N° 2.8
Chile: Promedios décadas energías modernas, 1844 - 2003
(miles de toneladas de petróleo equivalentes)

	Petróleo	Gas Natural	Carbón mineral y coque	Hidroelectricidad	Consumo Total Bruto
1844 - 1849			14		14
1850 - 1859			54		54
1860 - 1869			128		128
1870 - 1879	2		319		321
1880 - 1889	5		472		477
1890 - 1899	10		700	0,18	710
1900 - 1909	40		997	1,83	1.039
1910 - 1919	379		1.288	15	1.683
1920 - 1929	731		901	31	1.663
1930 - 1939	543		1.018	53	1.614
1940 - 1949	1.037		1.351	94	2.481
1950 - 1959	1.683	202	1.365	188	3.397
1960 - 1969	3.177	1.217	1.162	306	5.861
1970 - 1979	4.859	957	1.080	490	7.386
1980 - 1989	5.038	911	1.405	828	8.182
1990 - 1999	8.849	2.011	3.345	1.377	15.583
2000 - 2003	10.259	6.415	3.098	1.862	21.634

Fuente: Elaboración propia.

Las series construidas se presentan en el gráfico siguiente.

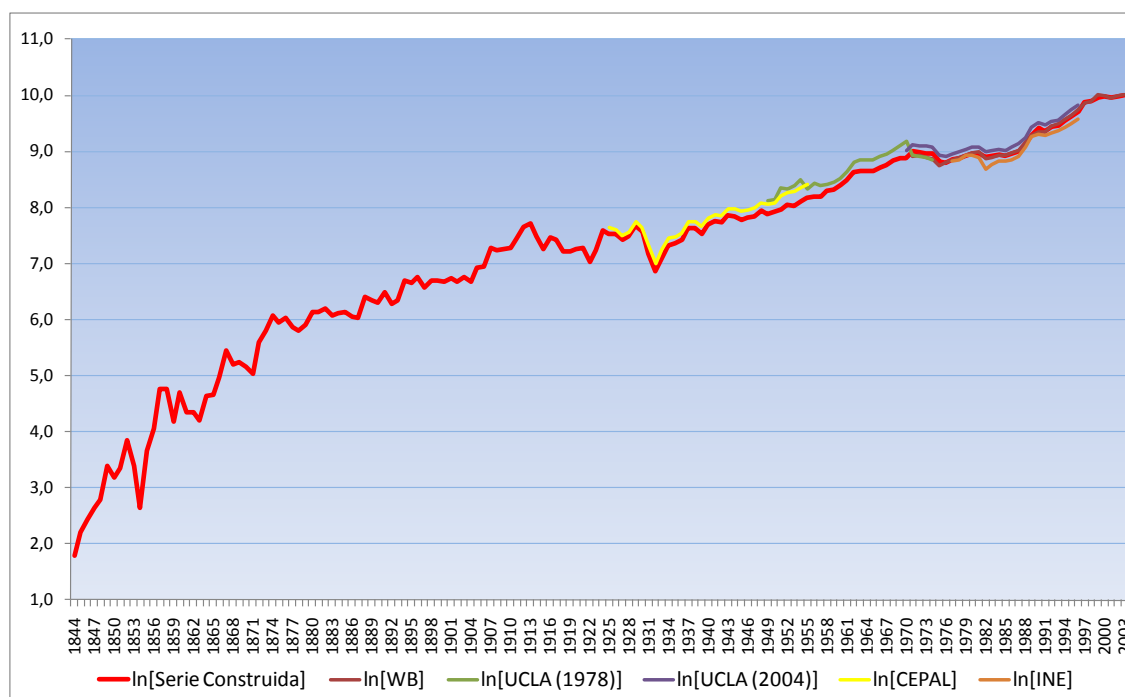
Gráfico N° 2.7
Participación Energías Modernas: Chile, 1844 - 2003
(en porcentaje)



Fuente: Elaboración propia.

La comparación entre la serie construida y otras fuentes, se presenta en el gráfico y cuadro siguientes.

Gráfico N° 2.8
Comparación series consumo de energías modernas: Chile, 1844 - 2003
(en logaritmo natural)



Fuente: Elaboración propia. INE (1999: p. 185) *Estadísticas de Chile en el Siglo XX*, Santiago, Chile. Nota: ln[...] se refiere al logaritmo natural de la serie de la fuente respectiva.

La serie construida no se aleja demasiado de las series disponible, así por ejemplo la mayor diferencia está con la serie UCLA (1978) con un promedio de 18,5% y la menor con el World Bank con un promedio de -0,7%, en el caso de las desviaciones el comportamiento es similar, tal como se observa en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 2.9

Chile: Comparación series publicadas con la serie construida
(promedio de la razón períodos comunes y la desviación en paréntesis cuadrado)

Período común	WB/Serie construida	UCLA (1978)/Serie construida	UCLA (2004)/Serie construida	CEPAL (1956)/Serie construida	INE (1999)/Serie construida
1971 - 2003	0,9930 [0,0338]				
1929, 1937, 1949 - 1975		1,1852 [0,1562]			
1929, 1937, 1950, 1960, 1970 - 1996			1,1079 [0,0449]		
1925 - 1955				1,1522 [0,0603]	
1977 - 1996					0,9114 [0,0486]

En general se observan comportamientos promedios similares entre las fuentes disponibles.

2.2.5 Colombia

1856 – 1930: Base de Datos del Proyecto de Investigación *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960*.

Para el período 1925-1930 la información del consumo de gas natural se obtiene de CEPAL (1956: p. 135). Cuadro IV-B. “Colombia: Consumo bruto de derivados de petróleo, gas natural y petróleo crudo”. La serie se construye como la diferencia entre la columna “Total de derivados de petróleo y gas natural” y la sumatoria de las columnas previas (fuel oil, diesel y gas oil, kerosene y gasolina).

El consumo aparente de hidroelectricidad para el período 1907-1930 se toma de Tafunell, X. (2008).

1931 – 1933: CEPAL (1956: p. 135). Cuadro IV-B. Colombia: Consumo bruto de derivados de petróleo, gas natural y petróleo crudo.

La producción de hidroelectricidad se estima como:

1931 – 1932: Interpolación lineal.

1933: Darmstadter, J. *et al.* (1971).

En el caso del carbón se tomó la información de la producción de Société des Nations (1931, 1935 y 1939).

El consumo de gas natural se obtiene de CEPAL (1956: p. 135).

1934 – 1949: CEPAL (1956: p. 134). Cuadro II-B. Colombia: Consumo bruto de energía.

La serie de consumo aparente de gas natural para el período 1935-1958 se obtuvo de Mitchell (1998). El nivel del año 1934 se obtiene como un promedio simple entre el nivel del año 1933 y el del año 1935. Los niveles de la serie de Mitchell (1998) son superiores a los reportados por CEPAL (1956) y las Naciones Unidas, por lo que para los años en los que hay información común se usan los siguientes factores, los que multiplican a la serie de Mitchell (1998), para ajustar el nivel de la primera serie indicada.

Período	Factor
1935 – 1937	0,000260
1938 – 1949	0,000482
1950 – 1959	0,000569

El nivel de la serie de hidroelectricidad se tomó de CEPAL (1956).

1950 – 2003: Naciones Unidas (varios números).

1950 – 1969: Naciones Unidas (1976: p. 59)

1970 – 1978: Naciones Unidas (1981: p. 83)

1979 : Naciones Unidas (1982: p. 69)

1980 – 1981: Naciones Unidas (1985: p. 45)

1982 – 1983: Naciones Unidas (1987: p. 43)

1984 – 1985: Naciones Unidas (1989: p. 45)

1986 – 1987: Naciones Unidas (1991: p. 45)

1988 – 1989: Naciones Unidas (1993: p. 45)

1990 – 1991: Naciones Unidas (1995: p. 47)

1992 – 1993: Naciones Unidas (1997: p. 47)

1994 – 1995: Naciones Unidas (2000: p. 47)

1996 – 1997: Naciones Unidas (2002: p. 47)

1998 – 1999: Naciones Unidas (2004: p. 47)

2000 – 2003: Naciones Unidas (2006: p. 49)

La serie resultante y su composición se presentan en el cuadro y gráfico siguientes.

Cuadro N° 2.10

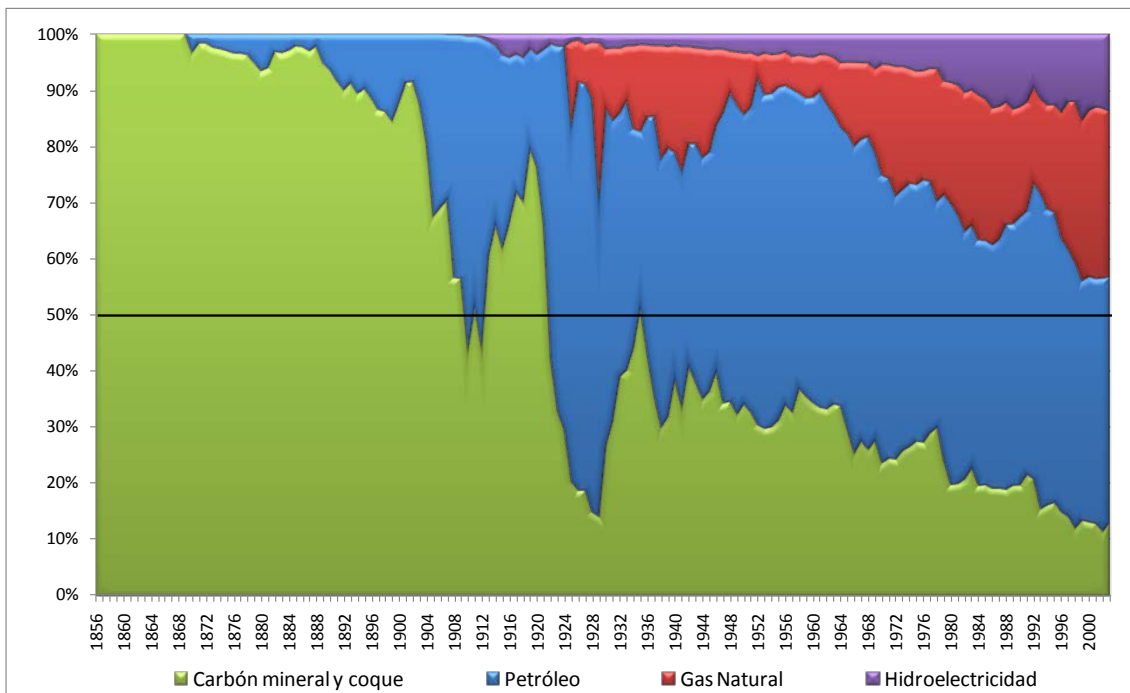
Colombia: Promedios décadas energías modernas, 1856 - 2003
(miles de toneladas de petróleo equivalentes)

	Petróleo	Gas Natural	Carbón mineral y coque	Hidroelectricidad	Consumo Total Bruto
1856 - 1859			3		3
1860 - 1869			8		8
1870 - 1879	1		20		20
1880 - 1889	1		42		43
1890 - 1899	3		23		26
1900 - 1909	3		16	0,012	20
1910 - 1919	6		13	1	20
1920 - 1929	144	53	48	4	222
1930 - 1939	259	83	209	13	563

	Petróleo	Gas Natural	Carbón mineral y coque	Hidroelectricidad	Consumo Total Bruto
1940 - 1949	599	188	465	35	1.287
1950 - 1959	1.812	222	1.068	120	3.221
1960 - 1969	3.542	774	2.000	323	6.640
1970 - 1979	4.156	1.877	2.373	578	8.985
1980 - 1989	7.509	3.881	3.303	1.853	16.546
1990 - 1999	10.406	4.582	3.455	2.607	21.049
2000 - 2003	9.217	6.277	2.653	2.791	20.938

Fuente: Elaboración propia.

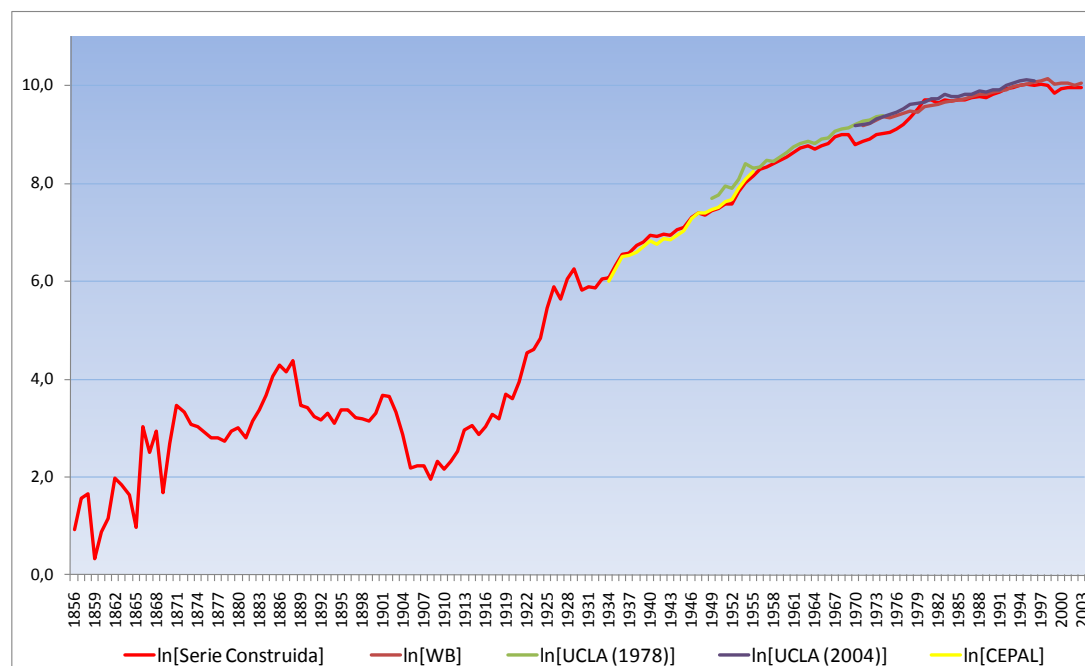
Gráfico N° 2.9
Participación Energías Modernas: Colombia, 1856 - 2003
(en porcentaje)



Fuente: Elaboración propia.

La comparación de la serie construida con otras fuentes se presenta en el gráfico y cuadro siguientes.

Gráfico N° 2.10
Comparación series consumo de energías modernas: Colombia, 1856 - 2003
(en logaritmo natural)



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 2.11
Colombia: Comparación series publicadas con la serie construida
(promedio de la razón períodos comunes y la desviación en paréntesis cuadrado)

Período común	WB/Serie construida	UCLA (1978)/Serie construida	UCLA (2004)/Serie construida	CEPAL (1956)/Serie construida
1971 - 2003	1,0992 [0,1485]			
1929, 1937, 1949 - 1975		1,2340 [0,1707]		
1929, 1937, 1950, 1960, 1970 - 1996			1,1851 [0,1596]	
1934 - 1955				0,9740 [0,0728]

En promedio la serie construida está más cerca de la del World Bank y la de CEPAL (1956), en general sobre y bajo el 3%, en cambio las series de UCLA están sobre el 19% en promedio. En general, los períodos donde las series se alejan más, son la década de 1950 y la de los años 1970.

2.2.6 Costa Rica

1870 – 1925: Base de Datos del Proyecto de Investigación *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960*.

El consumo aparente de hidroelectricidad para el período 1907-1925 se toma de Tafunell, X. (2008).

1926 – 1949: CEPAL (1956: p. 161). Cuadro IV-K. Costa Rica: Consumo bruto de derivados de petróleo, carbón mineral y coque, y producción de electricidad, para el consumo de carbón, petróleo y derivados del petróleo.

El consumo aparente de hidroelectricidad se construye como:

1926 – 1930: Tafunell, X. (2008).

1931 – 1936: Interpolación con Catmull-Rom spline.

1937: CEPAL (1956).

1938 – 1949: Interpolación con Catmull-Rom spline.

1950 – 2003: Naciones Unidas (varios números).

1950 – 1969: Naciones Unidas (1976: p. 53)

1970 – 1978: Naciones Unidas (1981: p. 85)

1979 : Naciones Unidas (1982: p. 71)

1980 – 1981: Naciones Unidas (1985: p. 41)

1982 – 1983: Naciones Unidas (1987: p. 39)

1984 – 1985: Naciones Unidas (1989: p. 41)

1986 – 1987: Naciones Unidas (1991: p. 41)

1988 – 1989: Naciones Unidas (1993: p. 41)

1990 – 1991: Naciones Unidas (1995: p. 43)

1992 – 1993: Naciones Unidas (1997: p. 43)

1994 – 1995: Naciones Unidas (2000: p. 43)

1996 – 1997: Naciones Unidas (2002: p. 43)

1998 – 1999: Naciones Unidas (2004: p. 43)

2000 – 2003: Naciones Unidas (2006: p. 45)

La serie construida se presenta en el cuadro y gráfico siguientes.

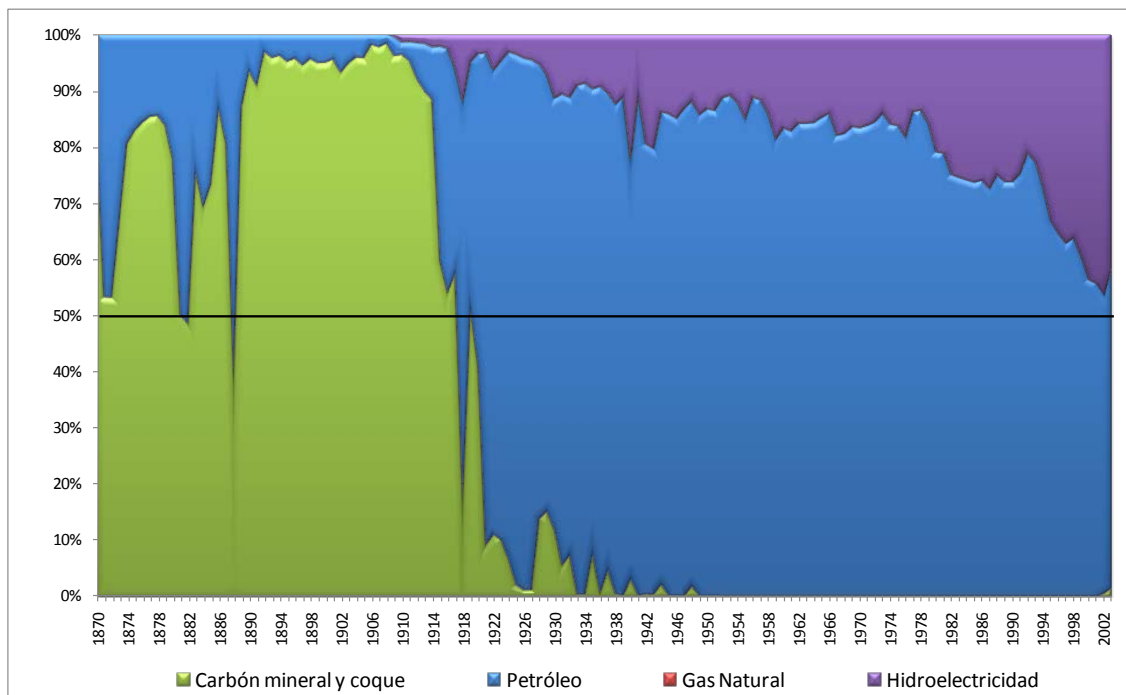
Cuadro N° 2.12

Costa Rica: Promedios décadas energías modernas, 1870 - 2003
(miles de toneladas de petróleo equivalentes)

	Petróleo	Gas Natural	Carbón mineral y coque	Hidroelectricidad	Consumo Total Bruto
1870 - 1879	0,01		0,04		0,06
1880 - 1889	0,12		0,38		0,50
1890 - 1899	0,34		6,74		7,09
1900 - 1909	0,42		12,10	0,03	12,53
1910 - 1919	5		19	1	24
1920 - 1929	25		3	1	30
1930 - 1939	29		1	4	34
1940 - 1949	61		1	11	73
1950 - 1959	131		0	20	150
1960 - 1969	240		0	47	286
1970 - 1979	583		0	107	690
1980 - 1989	698		0	233	931
1990 - 1999	1.345		0	631	1.976
2000 - 2003	1.714		17	1.353	3.083

Fuente: Elaboración propia.

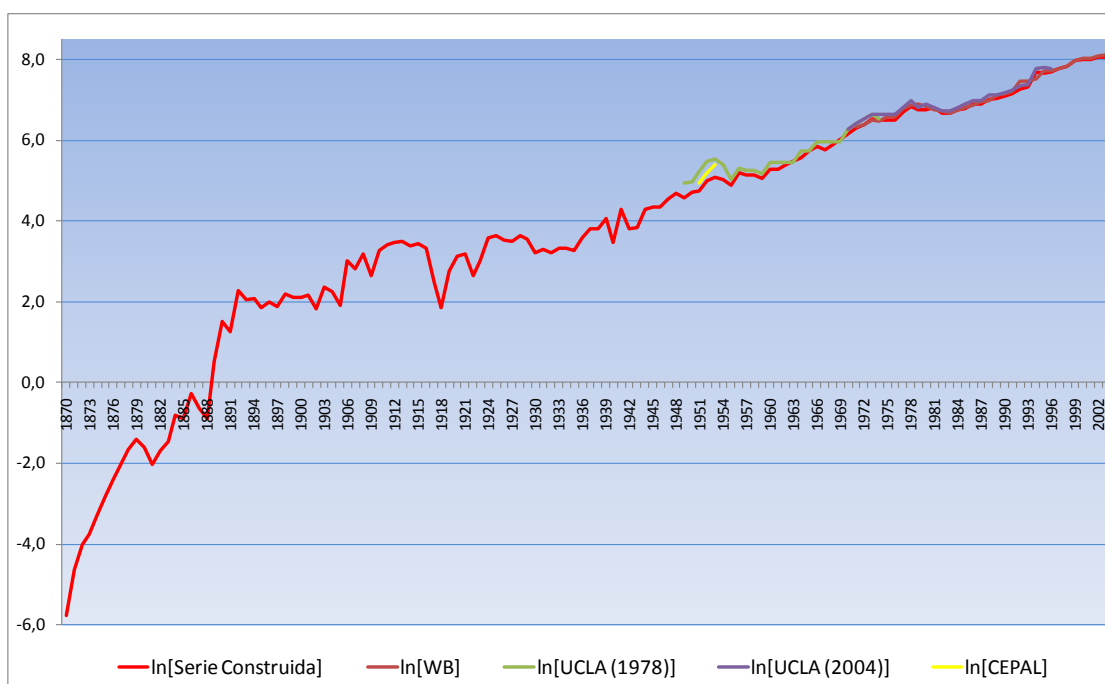
Gráfico N° 2.11
Participación Energías Modernas: Costa Rica, 1870 - 2003
(en porcentaje)



Fuente: Elaboración propia.

La comparación de la serie construida con otras fuentes disponibles se presenta en el gráfico y cuadro siguientes.

Gráfico N° 2.12
Comparación series consumo de energías modernas: Costa Rica, 1870 - 2003
(en logaritmo natural)



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 2.13

Costa Rica: Comparación series publicadas con la serie construida (promedio de la razón períodos comunes y la desviación en paréntesis cuadrado)

Período común	WB/Serie construida	UCLA (1978)/Serie construida	UCLA (2004)/Serie construida	CEPAL (1956)/Serie construida
1971 - 2003	1,0372 [0,0712]			
1929, 1937, 1949 - 1975		1,2283 [0,2147]		
1929, 1937, 1950, 1960, 1970 - 1996			1,1468 [0,1433]	
1937, 1951 - 1953				1,3091 [0,0947]

La serie construida, en promedio y para el período común, está más cerca a la serie del World Bank (esta última es un 3,7% superior a la serie construida) y le sigue la serie de la UCLA (2004) que es superior un 14,7%. En ambos casos las desviaciones siguen el mismo comportamiento, en términos que para la primera fuente la desviación es la más pequeña y en el segundo caso, es la tercera menor desviación.

2.2.7 Cuba

1841 – 1855: Madrid (1839), *Balanza del Comercio de España con nuestras Américas y las potencias extranjeras en el año 1827* y Madrid (1855), *Cuadro general del comercio exterior de España con sus posesiones ultramarinas y potencias extranjeras*. Con esta fuente se puede extender la serie hasta el año 1857.

1856 – 1930: Base de Datos del Proyecto de Investigación *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960*.

El consumo aparente de hidroelectricidad para el período 1907-1930 se toma de Tafunell, X. (2008).

1931: El consumo de carbón se tomó de *Foreign Commerce Yearbook* Estados Unidos, año 1933. El consumo de petróleo se estima con la proporción promedio que tiene en el consumo de petróleo y carbón en los años 1930 y 1932.

1932 – 1949: CEPAL (1956: p. 150). Cuadro I-F. Cuba: Consumo bruto de derivados de petróleo, petróleo crudo, carbón mineral, producción de electricidad y relación importación/consumo de derivados de petróleo.

El consumo de hidroelectricidad se construye con:

1931 – 1932: Interpolación con Catmull-Rom spline.

1933: Darmstadter, J. *et al.* (1971).

1934 – 1936: Interpolación con Catmull-Rom spline.

1937 – 1938: Darmstadter, J. *et al.* (1971).

1939 – 1949: Interpolación con Catmull-Rom spline.

1950 – 2003: Naciones Unidas (varios números).

1950 – 1969: Naciones Unidas (1976: p. 59). En el caso del petróleo se utilizó esta fuente para el período 1950-1974 y para la hidroelectricidad entre 1950-1973.

1970 – 1978: Naciones Unidas (1981: p. 85). En el caso del petróleo se utilizó esta fuente para el período 1975-1978. En el caso de la hidroelectricidad se utilizó el período 1974-1978.

1979 : Naciones Unidas (1982: p. 71)

1980 – 1981: Naciones Unidas (1985: p. 41)

1982 – 1983: Naciones Unidas (1987: p. 39)

1984 – 1985: Naciones Unidas (1989: p. 41)

1986 – 1987: Naciones Unidas (1991: p. 41)

1988 – 1989: Naciones Unidas (1993: p. 41)

1990 – 1991: Naciones Unidas (1995: p. 43)

1992 – 1993: Naciones Unidas (1997: p. 43)

1994 – 1995: Naciones Unidas (2000: p. 43)

1996 – 1997: Naciones Unidas (2002: p. 43)

1998 – 1999: Naciones Unidas (2004: p. 43)

2000 – 2003: Naciones Unidas (2006: p. 45)

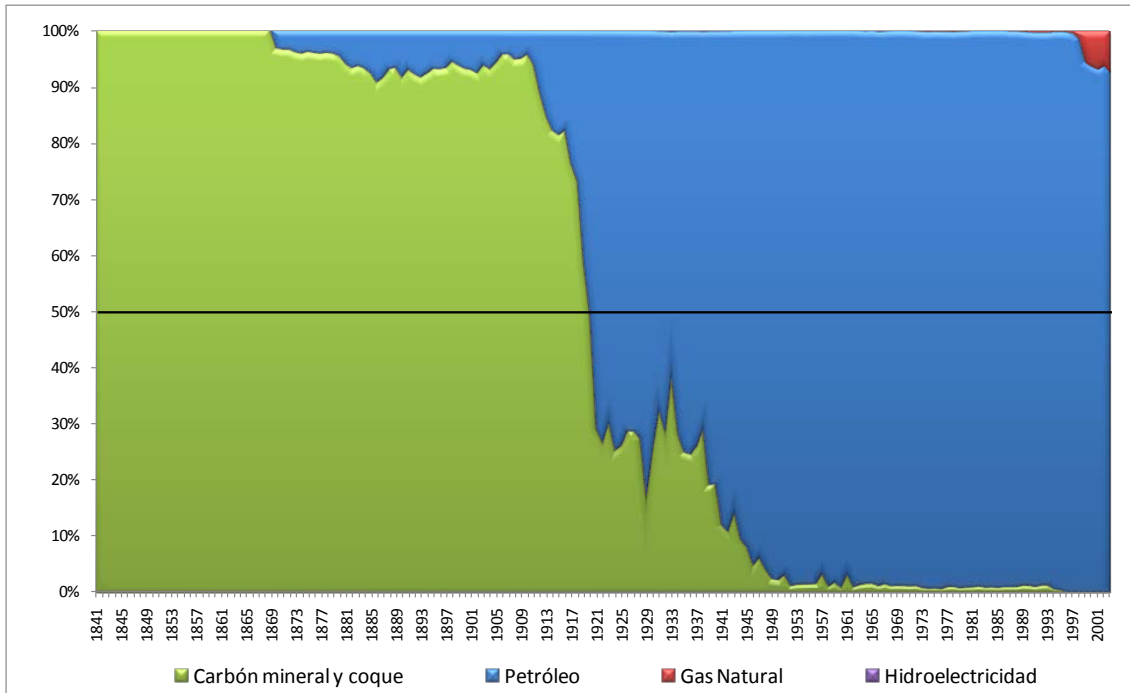
Las series construidas se presentan en el cuadro y gráfico siguientes.

Cuadro N° 2.14
Cuba: Promedios décadas energías modernas, 1841 - 2003
(miles de toneladas de petróleo equivalentes)

	Petróleo	Gas Natural	Carbón mineral y coque	Hidroelectricidad	Consumo Total Bruto
1841 - 1849			16		16
1850 - 1859			71		71
1860 - 1869			141		141
1870 - 1879	7		171		178
1880 - 1889	13		165		178
1890 - 1899	19		237		255
1900 - 1909	24		389	0,1	413
1910 - 1919	210		839	0,3	1.050
1920 - 1929	1.081		453	1	1.535
1930 - 1939	629		232	1	863
1940 - 1949	1.192		109	1	1.302
1950 - 1959	2.611		53	1	2.665
1960 - 1969	4.730		75	5	4.811
1970 - 1979	7.332	15	77	7	7.429
1980 - 1989	10.006	12	114	6	10.138
1990 - 1999	7.918	77	63	9	8.066
2000 - 2003	7.792	548	10	8	8.357

Fuente: Elaboración propia.

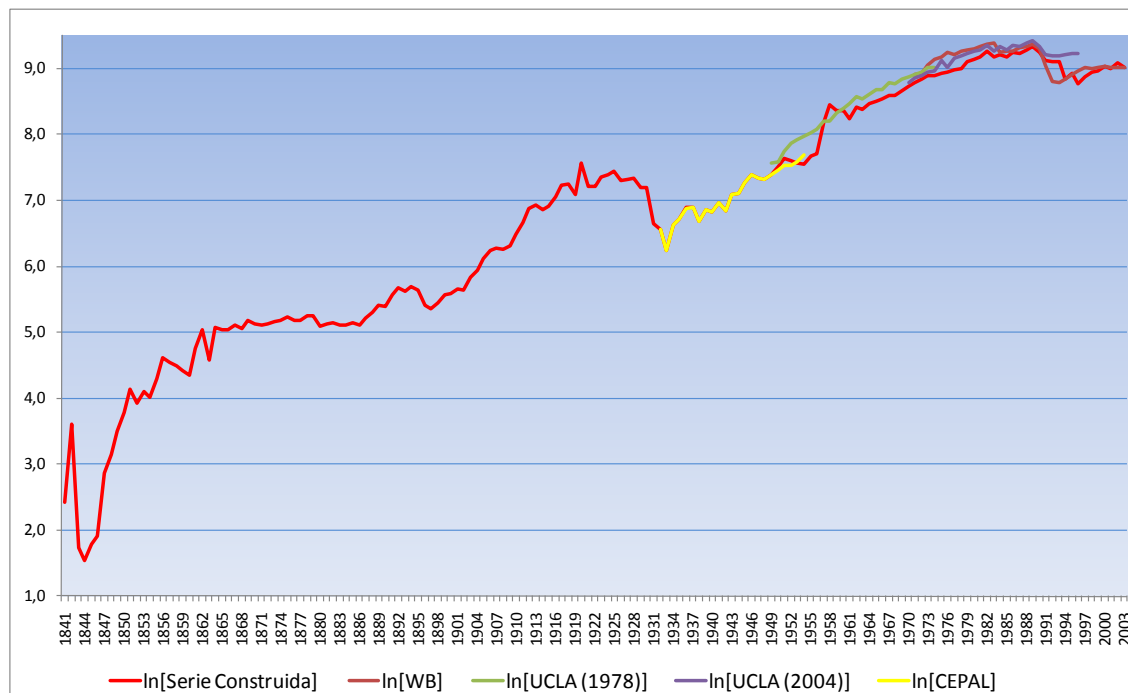
Gráfico N° 2.13
Participación Energías Modernas: Cuba, 1841 - 2003
 (en porcentaje)



Fuente: Elaboración propia.

El comportamiento de la serie construida y otras fuentes existentes se presentan en el gráfico y cuadro siguientes.

Gráfico N° 2.14
Comparación series consumo de energías modernas: Cuba, 1841 - 2003
(en logaritmo natural)



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 2.15
Cuba: Comparación series publicadas con la serie construida
(promedio de la razón períodos comunes y la desviación en paréntesis cuadrado)

Período común	WB/Serie construida	UCLA/Serie construida	UCLA/Serie construida	CEPAL/Serie construida
1971 - 2003	1,0899 [0,1409]			
1929, 1937, 1949 - 1975		1,1806 [0,1527]		
1929, 1937, 1950, 1960, 1970 - 1996			1,1481 [0,1171]	
1932 - 1954				0,9968 [0,0446]

La serie construida está más cerca de la serie de CEPAL y del World Bank, con un promedio de la razón entre estas series de menos de 0,3% y más del 8% en el segundo caso. En ambos casos las desviaciones son las más bajas reportadas.

2.2.8 Ecuador

1879 – 1930: Base de Datos del Proyecto de Investigación *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960*.

El consumo aparente de hidroelectricidad para el período 1907-1930 se toma de Tafunell, X. (2008).

1931 – 1936: El consumo de carbón se estimó en 0,3 TEP anuales que corresponde al consumo reportado por CEPAL (1956) para el año 1938.

En el caso del petróleo se estimó con la información del *Octavo informe anual que el presidente del banco presenta a los accionistas y a la superintendencia bancaria por el ejercicio económico del año 1935* (producción y exportaciones), más la información de *Foreign Commerce Yearbook* Estados Unidos, años 1933, 1935 y 1937 (importaciones).

Para el período 1932-1936 la producción de gas natural se toma de Mitchell (1998).

1937 – 1949: CEPAL (1956: p. 162). Cuadro V-K. Ecuador: Consumo bruto de derivados de petróleo, petróleo crudo, carbón mineral y producción de electricidad.

El consumo de hidroelectricidad se construye como:

1937: Etemad, B. y J. Luciani (1991).

1938 – 1949: Interpolación con Catmull-Rom spline.

La producción de gas natural se construye con:

1937 – 1951: Dada la evolución del período anterior se toma el 50% de la serie de Mitchell (1998).

1952 – 1967: Se estima de un través de una interpolación con Catmull-Rom spline.

1950 – 2003: Naciones Unidas (varios números).

1950 – 1969: Naciones Unidas (1976: p. 49)

1970 – 1978: Naciones Unidas (1981: p. 87)

1979 : Naciones Unidas (1982: p. 73)

1980 – 1981: Naciones Unidas (1985: p. 45)

1982 – 1983: Naciones Unidas (1987: p. 43)

1984 – 1985: Naciones Unidas (1989: p. 45)

1986 – 1987: Naciones Unidas (1991: p. 45)

1988 – 1989: Naciones Unidas (1993: p. 45)

1990 – 1991: Naciones Unidas (1995: p. 47)

1992 – 1993: Naciones Unidas (1997: p. 47)

1994 – 1995: Naciones Unidas (2000: p. 47)

1996 – 1997: Naciones Unidas (2002: p. 47)

1998 – 1999: Naciones Unidas (2004: p. 47)

2000 – 2003: Naciones Unidas (2006: p. 49)

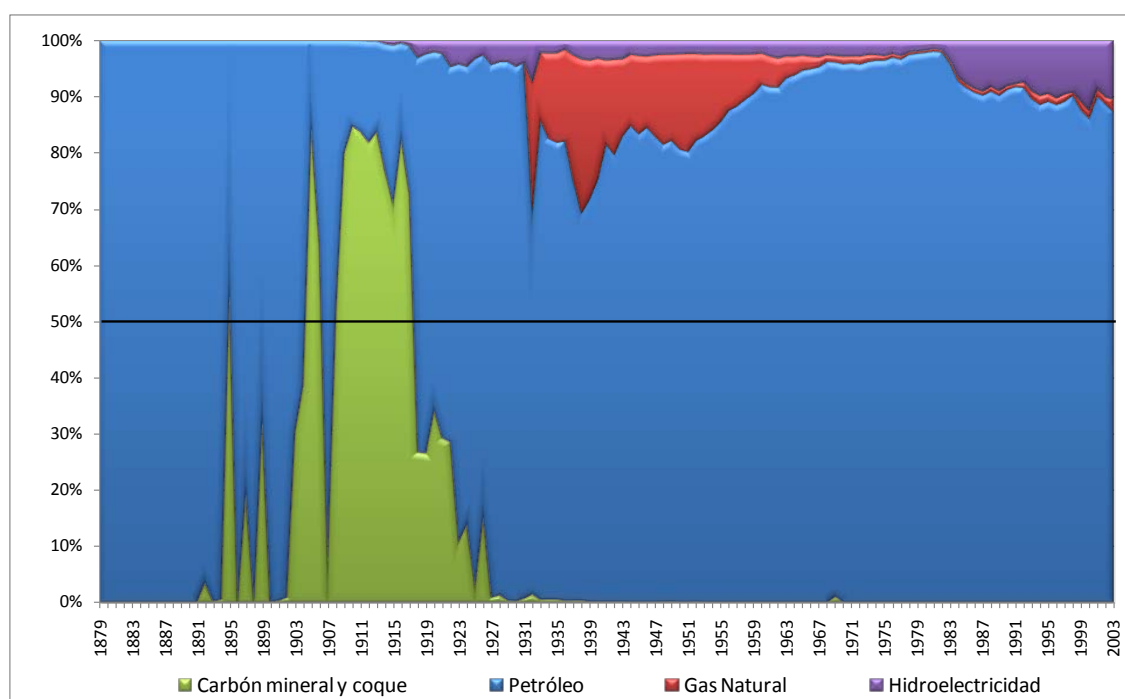
La serie construida se presenta en el cuadro y gráfico siguientes.

Cuadro N° 2.16
Ecuador: Promedios décadas energías modernas, 1879 - 2003
(miles de toneladas de petróleo equivalentes)

	Petróleo	Gas Natural	Carbón mineral y coque	Hidroelectricidad	Consumo Total Bruto
1879	0,06				0,06
1880 - 1889	0,24				0,24
1890 - 1899	0,80		0,21		0,96
1900 - 1909	1,69		2,63		4,32
1910 - 1919	3		9	0	13
1920 - 1929	18		2	1	21
1930 - 1939	46	13	0	2	58
1940 - 1949	149	27	0	5	181
1950 - 1959	353	48	0	10	411
1960 - 1969	729	23	1	22	775
1970 - 1979	1.884	16	0	50	1.950
1980 - 1989	4.023	29	0	257	4.308
1990 - 1999	5.372	74	0	547	5.992
2000 - 2003	5.974	114	0	695	6.783

Fuente: Elaboración propia.

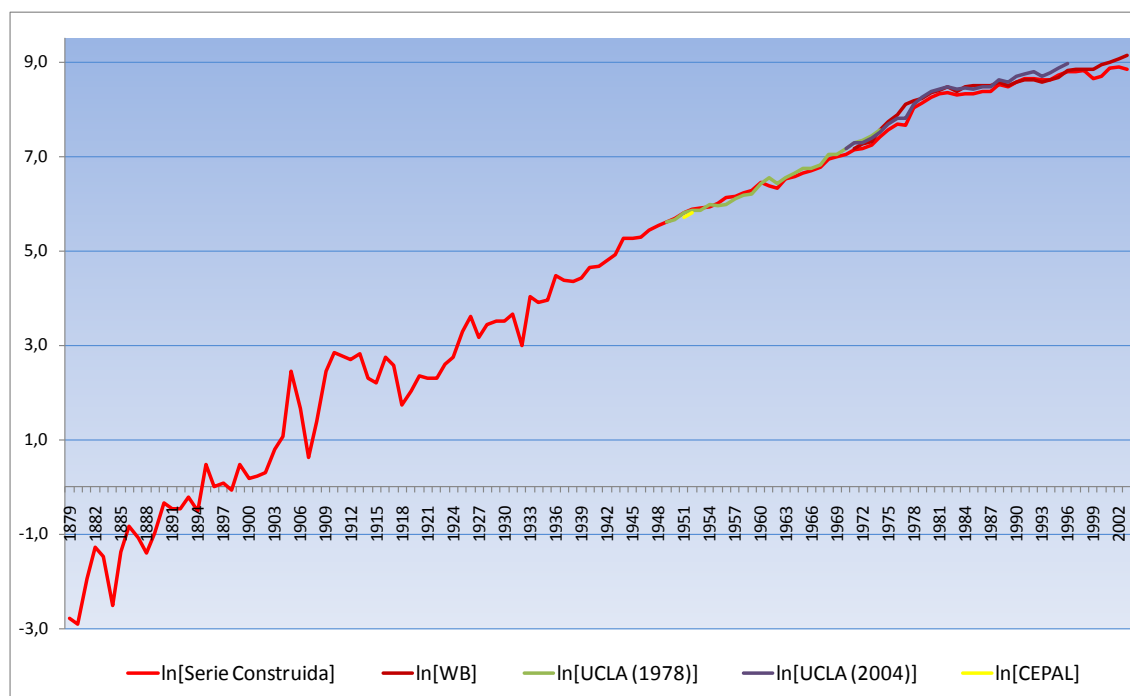
Gráfico N° 2.15
Participación Energías Modernas: Ecuador, 1879 - 2003
(en porcentaje)



Fuente: Elaboración propia.

La comparación de la serie construida con otras fuentes se presenta en el gráfico y cuadro siguientes.

Gráfico N° 2.16
Comparación series consumo de energías modernas: Ecuador, 1879 - 2003
(en logaritmo natural)



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 2.17
Ecuador: Comparación series publicadas con la serie construida
(promedio de la razón períodos comunes y la desviación en paréntesis cuadrado)

Período común	WB/Serie construida	UCLA (1978)/Serie construida	UCLA (2004)/Serie construida	CEPAL (1956)/Serie construida
1971 - 2003	1,1127 [0,1269]			
1929, 1937, 1949 - 1975		1,0445 [0,0920]		
1929, 1937, 1950, 1960, 1970 - 1996			1,1028 [0,0641]	
1951 - 1952, 1954				0,9262 [0,0211]

La serie construida para los períodos más extensos está más próxima a la serie de la UCLA (1978), se excluye la de CEPAL (1956), porque son sólo tres años.

2.2.9 El Salvador

1870 – 1926: Base de Datos del Proyecto de Investigación *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960*.

El consumo aparente de hidroelectricidad para el período 1907-1930 se toma de Tafunell, X. (2008).

1927 – 1949: CEPAL (1956: p. 162). Cuadro VI-K. El Salvador: Consumo bruto de derivados de petróleo, carbón mineral y coque y producción de electricidad.

El consumo de hidroelectricidad se construye como:

1931 – 1936: Interpolación con Catmull-Rom spline.

1937: Etemad, B. y J. Luciani (1991).

1938 – 1947: Interpolación con Catmull-Rom spline.

1948 – 1949: Etemad, B. y J. Luciani (1991).

1950 – 2003: Naciones Unidas (varios números).

1950 – 1969: Naciones Unidas (1976: p. 53)

1970 – 1978: Naciones Unidas (1981: p. 89). En el consumo de hidroelectricidad se incluye a partir del año 1975 la generación geotérmica, debido a la importancia que tiene en la matriz energética. La información está disponible en Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (2007).

1979 : Naciones Unidas (1982: p. 73)

1980 – 1981: Naciones Unidas (1985: p. 41)

1982 – 1983: Naciones Unidas (1987: p. 39)

1984 – 1985: Naciones Unidas (1989: p. 41)

1986 – 1987: Naciones Unidas (1991: p. 41)

1988 – 1989: Naciones Unidas (1993: p. 41)

1990 – 1991: Naciones Unidas (1995: p. 43)

1992 – 1993: Naciones Unidas (1997: p. 43)

1994 – 1995: Naciones Unidas (2000: p. 43)

1996 – 1997: Naciones Unidas (2002: p. 43)

1998 – 1999: Naciones Unidas (2004: p. 43)

2000 – 2003: Naciones Unidas (2006: p. 45)

La serie construida se presenta en el cuadro y gráfico siguientes.

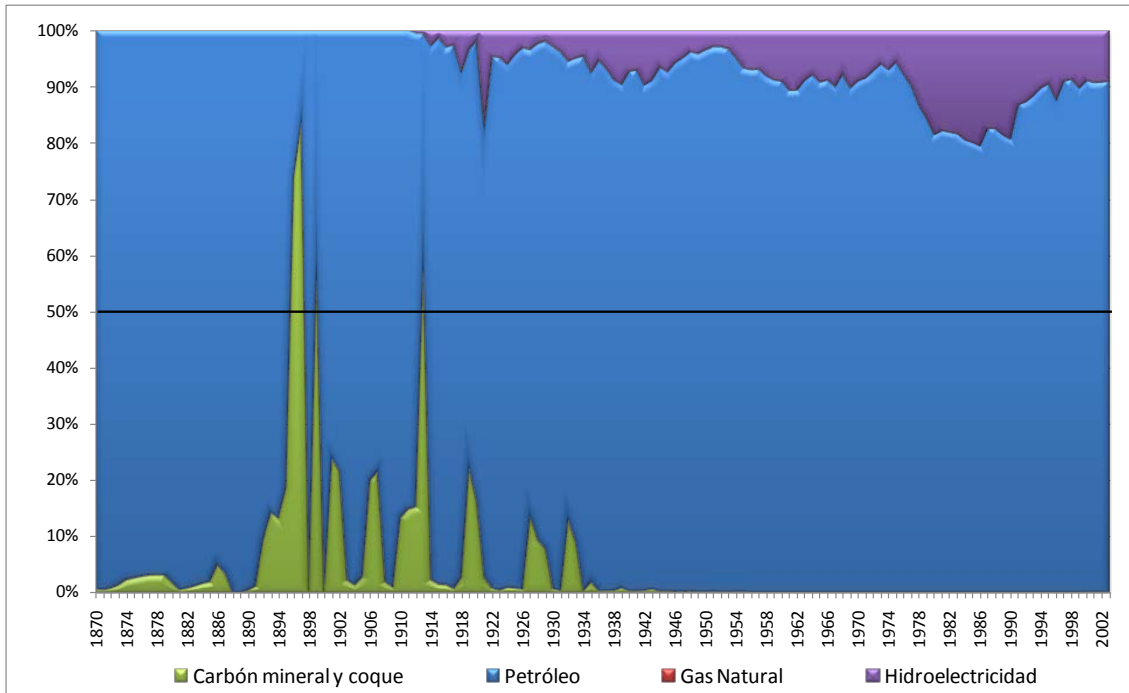
Cuadro N° 2.18

El Salvador: Promedios décadas energías modernas, 1870 - 2003
(miles de toneladas de petróleo equivalentes)

	Petróleo	Gas Natural	Carbón mineral y coque	Hidroelectricidad	Consumo Total Bruto
1870 - 1879	0,03		0,001		0,03
1880 - 1889	0,21		0,003		0,21
1890 - 1899	0,45		0,437		0,89
1900 - 1909	0,41		0,046		0,45
1910 - 1919	2,96		0,327	0,12	3,39
1920 - 1929	15		1,149	0,54	17
1930 - 1939	24		0,630	2	27
1940 - 1949	44		0,120	3	47
1950 - 1959	150		0,090	10	160
1960 - 1969	293		0,000	30	322
1970 - 1979	569		0,000	59	628
1980 - 1989	573		0,000	130	703
1990 - 1999	1.336		0,000	168	1.504
2000 - 2003	1.763		1,000	178	1.941

Fuente: Elaboración propia.

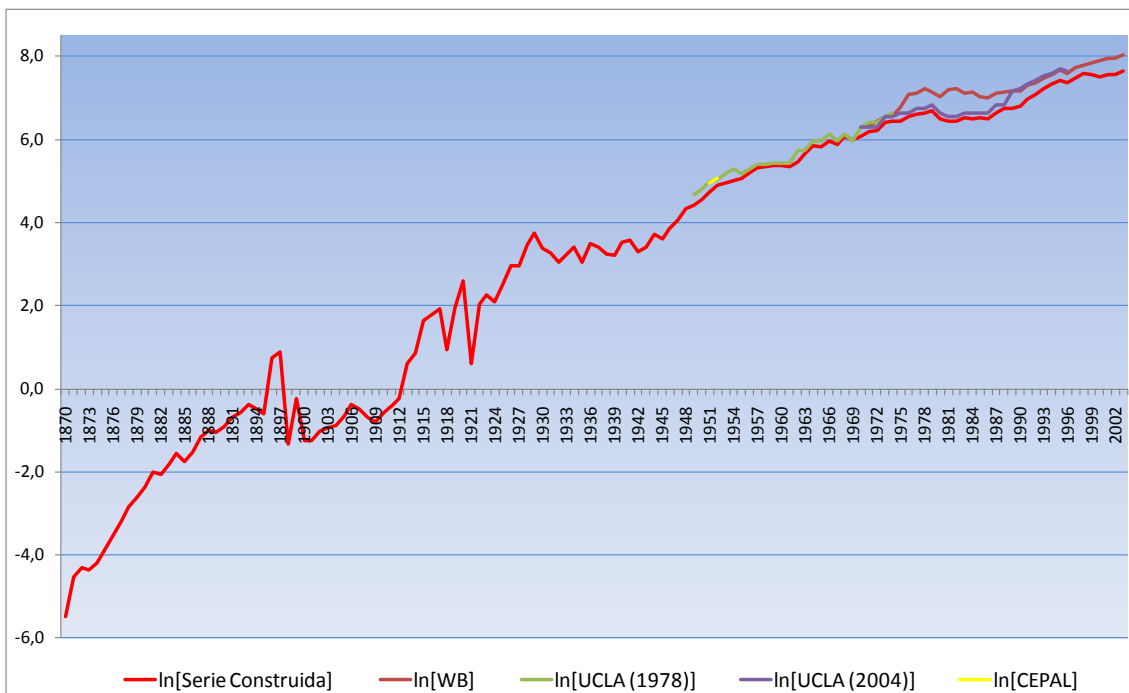
Gráfico N° 2.17
Participación Energías Modernas: El Salvador, 1870 - 2003
(en porcentaje)



Fuente: Elaboración propia.

La comparación de la serie construida con otras series existentes se presenta en el gráfico y cuadro siguientes.

Gráfico N° 2.18
Comparación series consumo de energías modernas: El Salvador, 1870 - 2003
(en logaritmo natural)



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 2.19

El Salvador: Comparación series publicadas con la serie construida
(promedio de la razón períodos comunes y la desviación en paréntesis cuadrado)

Período común	WB/Serie construida	UCLA (1978)/Serie construida	UCLA (2004)/Serie construida	CEPAL (1956)/Serie construida
1971 - 2003	1,4992 [0,2681]			
1929, 1937, 1949 - 1975		1,1878 [0,1302]		
1929, 1937, 1950, 1960, 1970 - 1996			1,2257 [0,1494]	
1937, 1951 - 1952, 1954				1,2085 [0,0681]

La serie construida en promedio está más cerca de las series UCLA y son ellas también, en las que se observan las menores desviaciones. En el gráfico se observa que las mayores diferencias se presentan a mediados de la década de los años 1970 y 1990, período coincidente con el de la guerra civil que vivió este país entre 1979 - 1992, por lo que podemos suponer que la información primaria reportada a las fuentes que se indican tiene problemas.

2.2.10 Guatemala

1870 – 1925: Base de Datos del Proyecto de Investigación *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960*.

El consumo aparente de hidroelectricidad para el período 1907-1930 se toma de Tafunell, X. (2008).

1926 – 1949: CEPAL (1956: p. 163). Cuadro VIII-K. Guatemala: Consumo bruto de derivados de petróleo, carbón mineral y coque y producción de electricidad.

De esta fuente se tomó el consumo aparente de carbón y petróleo.

El consumo de hidroelectricidad²³ se construye con:

1931 – 1936: Interpolación con Catmull-Rom spline.

1937 – 1945: Etemad, B. y J. Luciani (1991).

1946 – 1949: Interpolación con Catmull-Rom spline.

1950 – 2003: Naciones Unidas (varios números).

1950 – 1969: Naciones Unidas (1976: p. 53)

1970 – 1978: Naciones Unidas (1981: p. 95)

1979 : Naciones Unidas (1982: p. 77)

1980 – 1981: Naciones Unidas (1985: p. 43)

1982 – 1983: Naciones Unidas (1987: p. 41)

1984 – 1985: Naciones Unidas (1989: p. 43)

1986 – 1987: Naciones Unidas (1991: p. 43)

²³ En la construcción se sigue el procedimiento empleado por Rubio, M. y C. Yáñez (2009), ya que las series de CEPAL (1956) para el período 1932-1949 fueron construidas suponiendo que del total de la producción eléctrica del país 2/3 corresponden a hidroelectricidad.

1988 – 1989: Naciones Unidas (1993: p. 43)
 1990 – 1991: Naciones Unidas (1995: p. 45)
 1992 – 1993: Naciones Unidas (1997: p. 45)
 1994 – 1995: Naciones Unidas (2000: p. 45)
 1996 – 1997: Naciones Unidas (2002: p. 45)
 1998 – 1999: Naciones Unidas (2004: p. 45)
 2000 – 2003: Naciones Unidas (2006: p. 47)

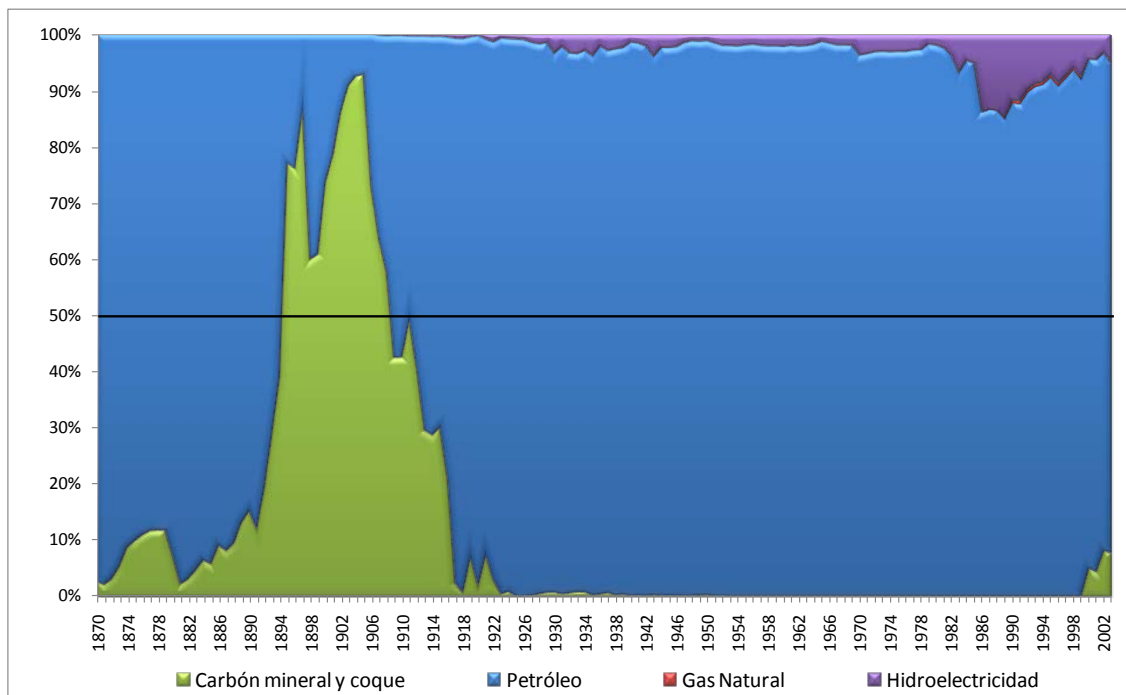
La serie construida y su composición se presentan en el cuadro y gráfico siguientes.

Cuadro N° 2.20
 Guatemala: Promedios décadas energías modernas, 1870 - 2003
 (miles de toneladas de petróleo equivalentes)

	Petróleo	Gas Natural	Carbón mineral y coque	Hidroelectricidad	Consumo Total Bruto
1870 - 1879	0,030		0,003		0,033
1880 - 1889	0,227		0,019		0,246
1890 - 1899	0,666		1,210		1,876
1900 - 1909	2,808		6,114	0,050	8,937
1910 - 1919	23,941		7,723	0,177	31,841
1920 - 1929	52		0,549	1	53
1930 - 1939	63		0,340	2	65
1940 - 1949	155		0,240	3	158
1950 - 1959	292		0,120	6	298
1960 - 1969	550		0,000	11	561
1970 - 1979	943		0,000	29	972
1980 - 1989	1.043		0,000	91	1.134
1990 - 1999	2.006	9	0,000	185	2.200
2000 - 2003	2.864	0	205,250	143	3.213

Fuente: Elaboración propia.

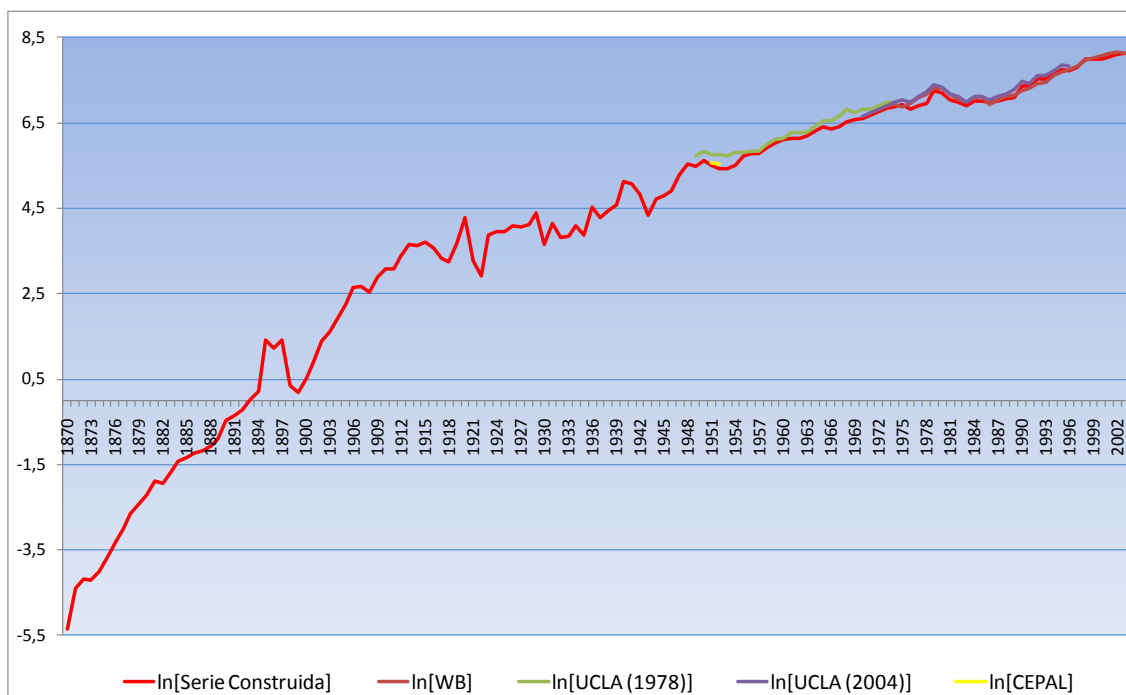
Gráfico N° 2.19
Participación Energías Modernas: Guatemala, 1870 - 2003
(en porcentaje)



Fuente: Elaboración propia.

La comparación de la serie construida con otras fuentes existentes se presenta en el gráfico y cuadro siguientes.

Gráfico N° 2.20
Comparación series consumo de energías modernas: Guatemala, 1870 - 2003
(en logaritmo natural)



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 2.21

Guatemala: Comparación series publicadas con la serie construida (promedio de la razón períodos comunes y la desviación en paréntesis cuadrado)

Período común	WB/Serie construida	UCLA (1978)/Serie construida	UCLA (2004)/Serie construida	CEPAL (1956)/Serie construida
1971 - 2003	1,0439 [0,0846]			
1929, 1937, 1949 - 1975		1,1828 [0,1026]		
1929, 1937, 1950, 1960, 1970 - 1996			1,1182 [0,0863]	
1937, 1951 - 1952, 1954				1,1177 [0,0400]

La serie construida está en promedio más cerca de la serie del World Bank y de UCLA (2004), se excluye la serie de CEPAL (1956) por su menor extensión, y en ambos casos la desviación es de las más pequeñas reportadas, con lo que el promedio es un buen estimador del comportamiento de la serie. Además en todos los casos se sigue la misma tendencia, pero con variaciones distintas.

2.2.11 Haití

1870 – 1924: Base de Datos del Proyecto de Investigación *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960*.

1925 – 1949: CEPAL (1956: p. 163). Cuadro VIII-K. Haití: Consumo bruto de derivados de petróleo y carbón mineral.

El consumo de carbón mineral para los años 1929, 1930, 1932, 1933, 1938, 1946 y 1947 se estimó como el promedio simple entre el año anterior y el siguiente.

El consumo de petróleo y derivados se tomó directamente de la fuente, pero para los años 1930, 1932 y 1933, en que no existía información, se tomó el nivel del año anterior.

1950 – 2003: Naciones Unidas (varios números).

1950 – 1969: Naciones Unidas (1976: p. 61)

1970 – 1978: Naciones Unidas (1981: p. 97)

1979 : Naciones Unidas (1982: p. 79)

1980 – 1981: Naciones Unidas (1985: p. 43)

1982 – 1983: Naciones Unidas (1987: p. 41)

1984 – 1985: Naciones Unidas (1989: p. 43)

1986 – 1987: Naciones Unidas (1991: p. 43)

1988 – 1989: Naciones Unidas (1993: p. 43)

1990 – 1991: Naciones Unidas (1995: p. 45)

1992 – 1993: Naciones Unidas (1997: p. 45)

1994 – 1995: Naciones Unidas (2000: p. 45)

1996 – 1997: Naciones Unidas (2002: p. 45)

1998 – 1999: Naciones Unidas (2004: p. 45)

2000 – 2003: Naciones Unidas (2006: p. 47)

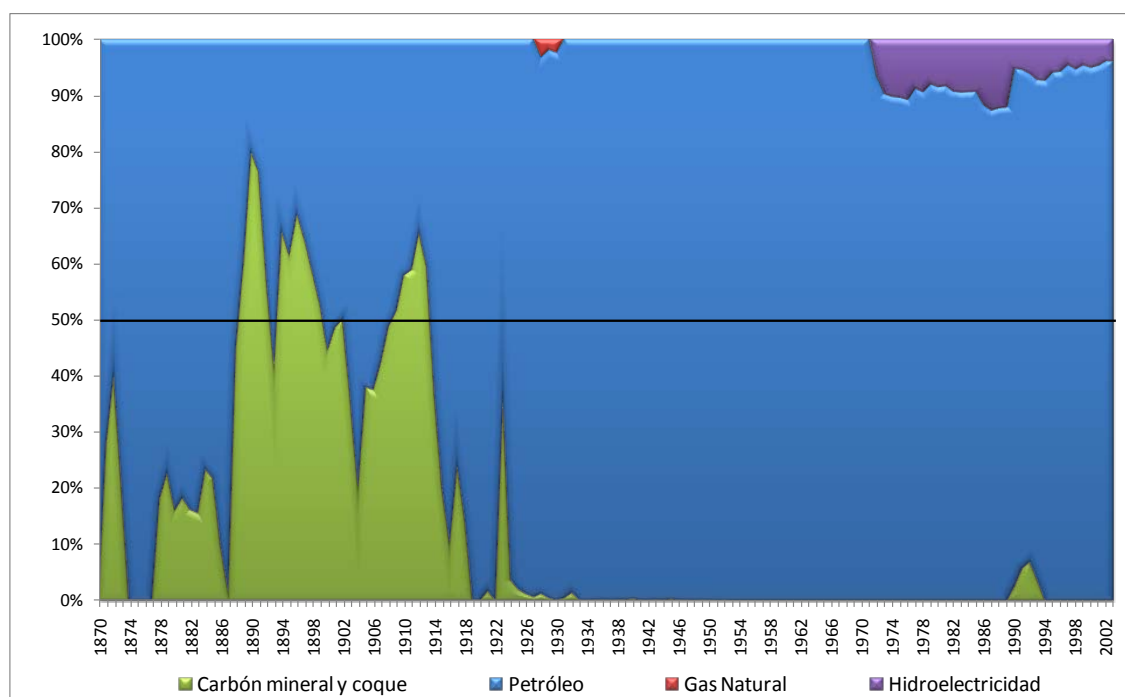
La serie construida y su composición se presentan en el cuadro y gráfico siguientes.

Cuadro N° 2.22
Haití: Promedios décadas energías modernas, 1870 - 2003
(miles de toneladas de petróleo equivalentes)

	Petróleo	Gas Natural	Carbón mineral y coque	Hidroelectricidad	Consumo Total Bruto
1870 - 1879	0,41		0,36		0,73
1880 - 1889	0,73		0,26		0,99
1890 - 1899	1,59		2,83		4,42
1900 - 1909	2		1,49		3
1910 - 1919	3		2,15		5
1920 - 1929	8	0,45	0,27		8
1930 - 1939	14	0,04	0,03		14
1940 - 1949	17	0,00	0,02		17
1950 - 1959	67	0,00	0,01		67
1960 - 1969	91	0,00	0,00		91
1970 - 1979	115	0,00	0,00	12	125
1980 - 1989	207	0,00	0,00	24	231
1990 - 1999	315	0,00	5,00	19	338
2000 - 2003	503	0,00	0,00	23	526

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 2.21
Participación Energías Modernas: Haití, 1870 - 2003
(en porcentaje)

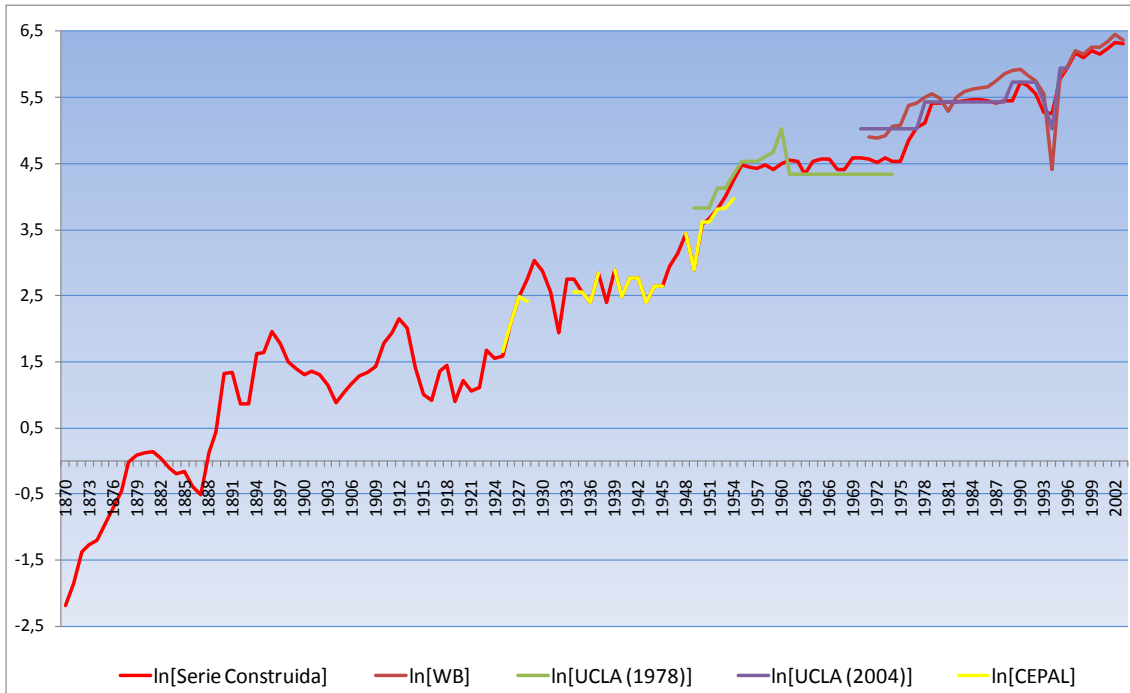


Fuente: Elaboración propia.

La comparación de la serie construida con otras fuentes se presenta en el gráfico y cuadro siguientes.

Gráfico N° 2.22

Comparación series consumo de energías modernas: Haití, 1870 - 2003
(en logaritmo natural)



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 2.23

Haití: Comparación series publicadas con la serie construida
(promedio de la razón períodos comunes y la desviación en paréntesis cuadrado)

Período común	WB/Serie construida	UCLA (1978)/Serie construida	UCLA (2004)/Serie construida	CEPAL (1956)/Serie construida
1971 - 2003	1,2333 [0,2639]			
1929, 1937, 1949 - 1975		1,0403 [0,3703]		
1929, 1937, 1950, 1960, 1970 - 1996			1,1565 [0,2686]	
1925 - 1928, 1931, 1934 - 1937, 1939 - 1945, 1948 - 1954				0,9692 [0,0936]

En general la serie construida presenta mayores desviaciones respecto a otras series largas y esto se explica por la composición de una canasta de energías con una participación mayor de las energías tradicionales.²⁴

²⁴ Haití es el país con la mayor participación de energías tradicionales en su canasta energética, ver Jofré, J. (2008a: p. 150). Por ejemplo en el período 1890-1912 representaban el 96,5%, en el período 1913-1944 el 97,7%, en el período 1945-1958 el 91,0%, en el período 1959-1980 representaban el 76,6% y en el período final de la serie (1981-2003) el 87,9%.

2.2.12 Honduras

1890 – 1930: Base de Datos del Proyecto de Investigación *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960*.

El consumo aparente de hidroelectricidad para el período 1907-1930 se toma de Tafunell, X. (2008).

1931 – 1949: CEPAL (1956: p. 164). Cuadro IX-K. Honduras: Consumo bruto de derivados de petróleo, carbón mineral y producción de electricidad.

El consumo de carbón se construyó de la siguiente forma:

1931 – 1941: Se supone un nivel de consumo constante e igual al nivel del año 1942, es decir 0,20 (miles toneladas de petróleo equivalente). No se usó otro método para estimar los valores faltantes, porque los niveles previos y posteriores a este período eran pequeños y constantes en comparación al total de energías modernas consumidas.

1942 – 1949: CEPAL (1956).

El consumo de petróleo y derivados se estima utilizando la siguiente metodología:

1931 – 1936: Se tomó la información importaciones provenientes de *Foreign Commerce Yearbook* Estados Unidos (1933, 1935 y 1937).

1937: CEPAL (1956).

1938 – 1940: Interpolación con Catmull-Rom spline.

1941 – 1949: CEPAL (1956).

El consumo de hidroelectricidad se construye con:

1931 – 1936: Interpolación con Catmull-Rom spline.

1937: Naciones Unidas (1952).

1938 – 1949: Interpolación con Catmull-Rom spline.

1950 – 2003: Naciones Unidas (varios números).

1950 – 1972: Naciones Unidas (1976: p. 55).

1973 – 1977: Naciones Unidas (1981: p. 97). En el caso del consumo de petróleo y derivados la serie original se dividió por una proporción constante (0,680) que resulta de comparar para los años comunes²⁵ (1970, 1973 y 1975) de la fuente Naciones Unidas (1976 y 1981).

El consumo de carbón mineral no requirió ajustar el nivel.

1978 – 1979: Naciones Unidas (1982: p. 79)

1980 – 1981: Naciones Unidas (1985: p. 43)

1982 – 1983: Naciones Unidas (1987: p. 41)

1984 – 1985: Naciones Unidas (1989: p. 43)

1986 – 1987: Naciones Unidas (1991: p. 43)

1988 – 1989: Naciones Unidas (1993: p. 43)

1990 – 1991: Naciones Unidas (1995: p. 45)

1992 – 1993: Naciones Unidas (1997: p. 45)

1994 – 1995: Naciones Unidas (2000: p. 45)

²⁵ En los tres años comunes la proporción es la misma.

1996 – 1997: Naciones Unidas (2002: p. 45)
 1998 – 1999: Naciones Unidas (2004: p. 45)
 2000 – 2003: Naciones Unidas (2006: p. 47)

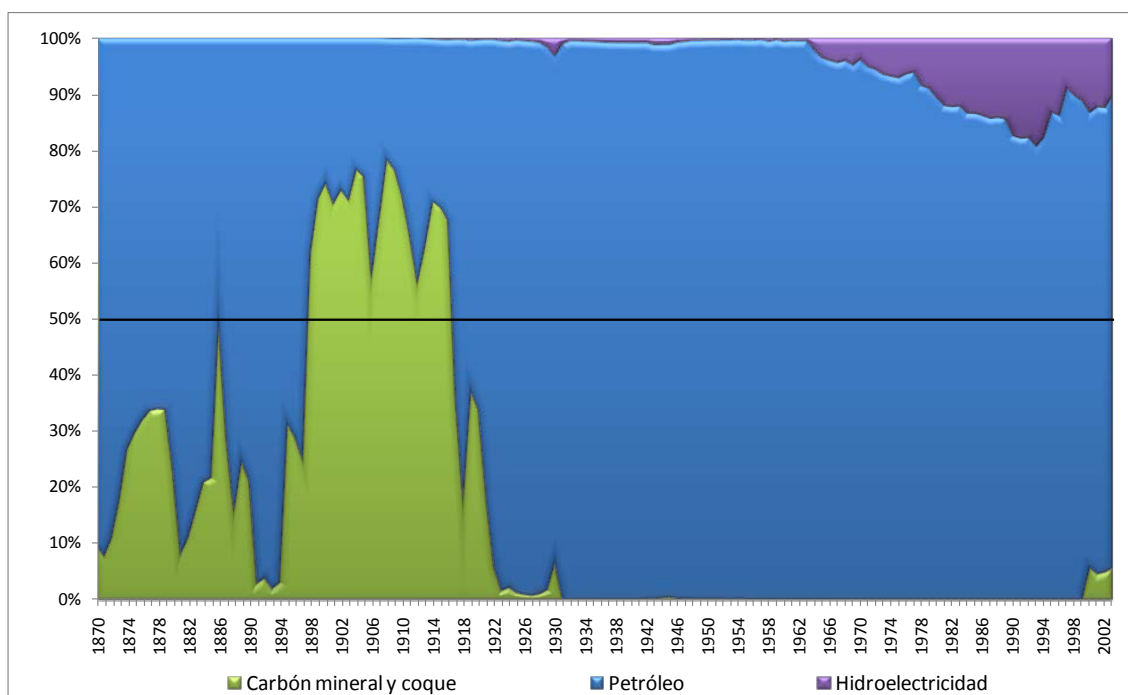
La serie construida del consumo total de energías modernas y su composición se presenta en el cuadro y gráfico siguientes.

Cuadro N° 2.24
 Honduras: Promedios décadas energías modernas, 1870 - 2003
 (miles de toneladas de petróleo equivalentes)

	Petróleo	Gas Natural	Carbón mineral y coque	Hidroelectricidad	Consumo Total Bruto
1870 - 1879	0,01		0,01		0,02
1880 - 1889	0,09		0,03		0,12
1890 - 1899	0,22		0,14		0,35
1900 - 1909	0,45		1,21	0,00	1,66
1910 - 1919	7		6,96	0,04	14
1920 - 1929	69		3,08	0,46	73
1930 - 1939	118		0,18	0,94	120
1940 - 1949	95		0,16	0,80	96
1950 - 1959	171		0,09	0,75	172
1960 - 1969	256		0,00	7	264
1970 - 1979	462		0,00	33	495
1980 - 1989	548		0,00	82	630
1990 - 1999	1.062		0,00	174	1.236
2000 - 2003	1.582		99,25	228	1.909

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 2.23
 Participación Energías Modernas: Honduras, 1870 - 2003
 (en porcentaje)

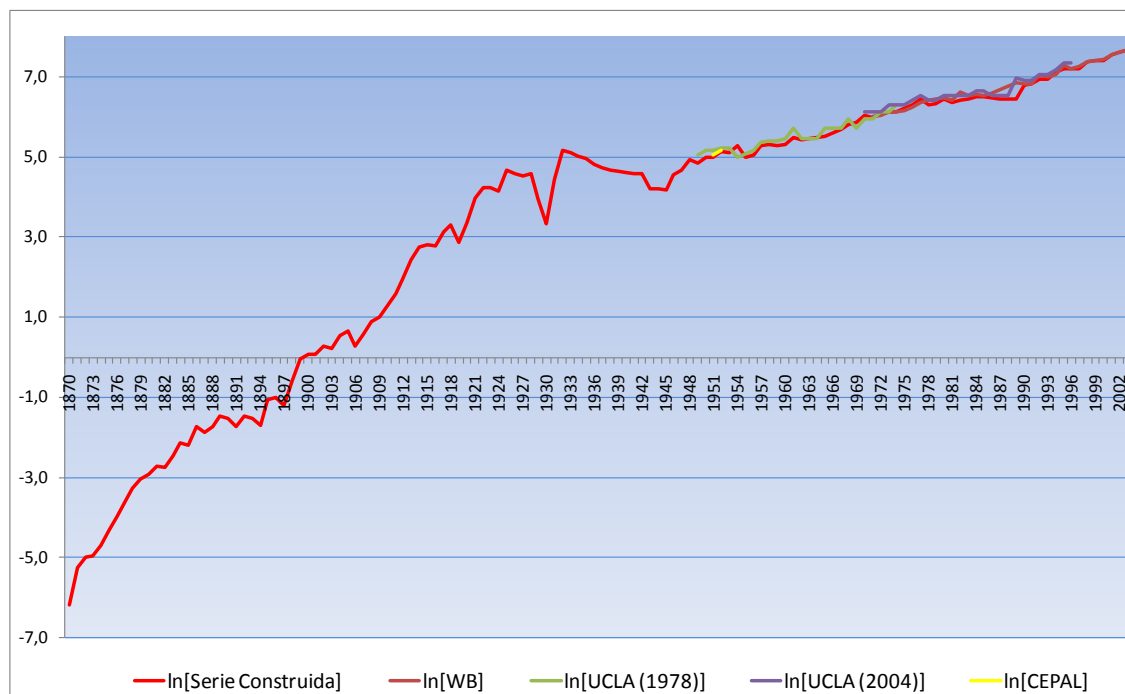


Fuente: Elaboración propia.

La comparación de la serie construida respecto a otras fuentes se presenta en el gráfico y cuadro siguientes.

Gráfico N° 2.24

Comparación series consumo de energías modernas: Honduras, 1870 - 2003
(en logaritmo natural)



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 2.25

Honduras: Comparación series publicadas con la serie construida
(promedio de la razón períodos comunes y la desviación en paréntesis cuadrado)

Período común	WB/Serie construida	UCLA (1978)/Serie construida	UCLA (2004)/Serie construida	CEPAL (1956)/Serie construida
1971 - 2003	1,0649 [0,1228]			
1929, 1937, 1949 - 1975		1,1631 [0,4267]		
1929, 1937, 1950, 1960, 1970 - 1996			1,2024 [0,4119]	
1937, 1951 - 1952, 1954				1,0487 [0,0094]

La serie construida tiene en promedio un comportamiento similar a la serie del World Bank (esto también queda reflejado en la menor desviación), en el caso del resto de las series se observa una mayor variación, por lo que el promedio y las desviaciones, son mayores. Se puede rescatar que las tendencias en el largo plazo, en especial a partir de la segunda mitad del siglo XX, tienden a ser similares.

2.2.13 México

1856 – 1926: Base de Datos del Proyecto de Investigación *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960*. Para la construcción de los consumos aparentes de las energías modernas se tomó la información proveniente de INEGI (2010).

La producción de gas natural del año 1925 se obtuvo de Etemad, B. y J. Luciani (1991) y el consumo aparente de hidroelectricidad para el período 1907-1930 se toma de Tafunell, X. (2008).

1927 – 1949: CEPAL (1956: p. 147). Cuadro IV-D. México: Consumo bruto de derivados de petróleo, gas natural y petróleo crudo y Cuadro V-D. México: Producción de energía eléctrica.

La generación de hidroelectricidad se obtuvo de INEGI (2010).

1950 – 2003: Naciones Unidas (varios números). Al igual que en el período precedente la generación de hidroelectricidad se obtuvo de INEGI (2010).

1950 – 1969: Naciones Unidas (1976: p. 63)
 1970 – 1978: Naciones Unidas (1981: p. 109)
 1979 : Naciones Unidas (1982: p. 87)
 1980 – 1981: Naciones Unidas (1985: p. 43)
 1982 – 1983: Naciones Unidas (1987: p. 41)
 1984 – 1985: Naciones Unidas (1989: p. 43)
 1986 – 1987: Naciones Unidas (1991: p. 43)
 1988 – 1989: Naciones Unidas (1993: p. 43)
 1990 – 1991: Naciones Unidas (1995: p. 45)
 1992 – 1993: Naciones Unidas (1997: p. 45)
 1994 – 1995: Naciones Unidas (2000: p. 45)
 1996 – 1997: Naciones Unidas (2002: p. 45)
 1998 – 1999: Naciones Unidas (2004: p. 45)
 2000 – 2003: Naciones Unidas (2006: p. 47)

La serie construida y su composición se presentan en el cuadro y gráfico siguientes.

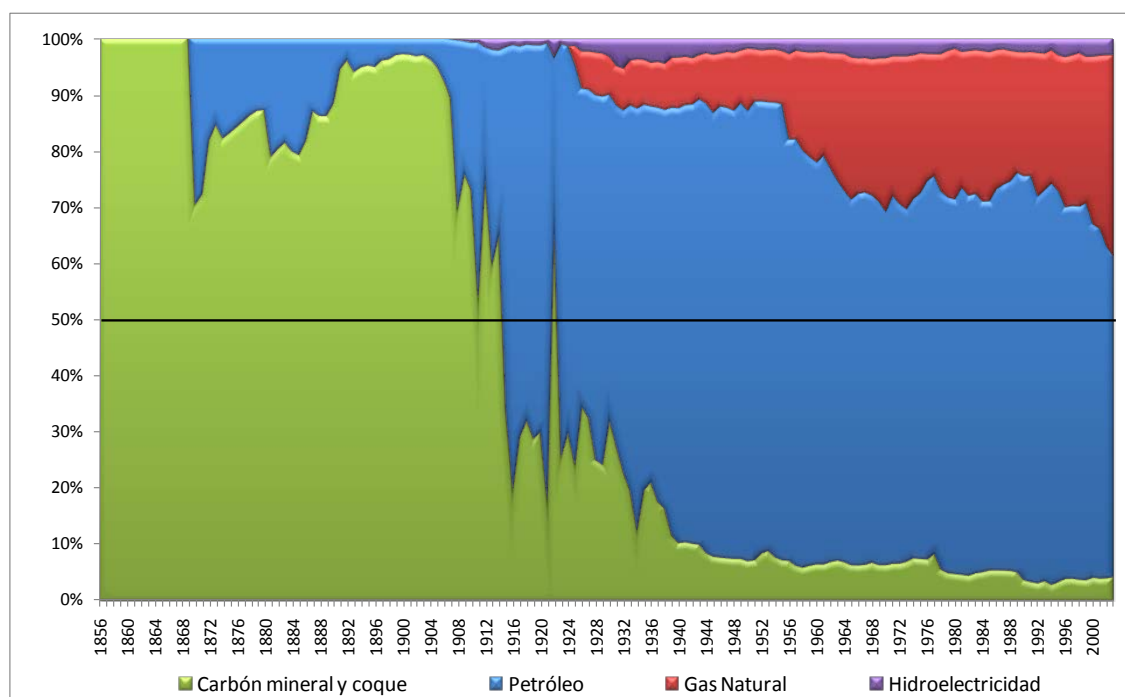
Cuadro N° 2.26
 México: Promedios décadas energías modernas, 1856 - 2003
 (miles de toneladas de petróleo equivalentes)

	Petróleo	Gas Natural	Carbón mineral y coque	Hidroelectricidad	Consumo Total Bruto
1856 - 1859			3		3
1860 - 1869			4		4
1870 - 1879	2		11		13
1880 - 1889	6		32		38
1890 - 1899	22		457		479
1900 - 1909	172		1.401	8	1.576
1910 - 1919	1.081		878	26	1.986
1920 - 1929	1.814	161	753	47	2.695

	Petróleo	Gas Natural	Carbón mineral y coque	Hidroelectricidad	Consumo Total Bruto
1930 - 1939	2.100	246	574	122	3.043
1940 - 1949	4.858	572	525	169	6.123
1950 - 1959	10.166	1.730	938	295	13.129
1960 - 1969	15.677	5.396	1.563	731	23.368
1970 - 1979	33.503	12.700	3.470	1.454	51.128
1980 - 1989	63.631	23.193	4.844	2.063	93.730
1990 - 1999	81.074	29.271	4.257	3.237	117.839
2000 - 2003	76.330	41.233	5.298	3.856	126.717

Fuente: Elaboración propia.

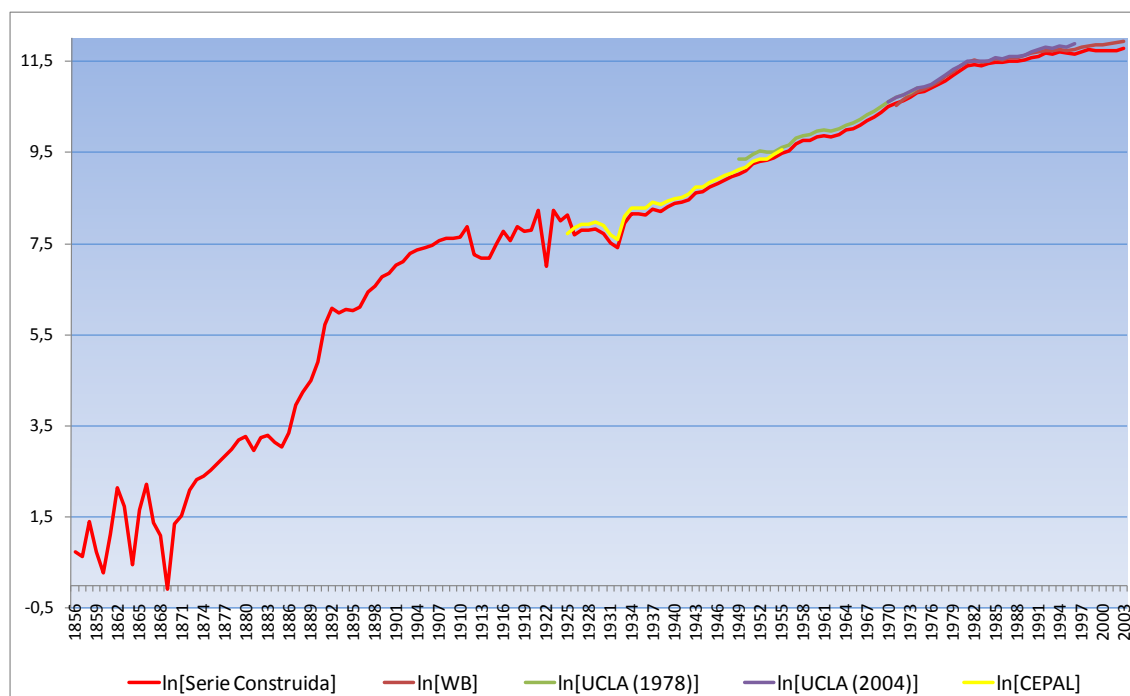
Gráfico N° 2.25
Participación Energías Modernas: México, 1856 - 2003
(en porcentaje)



Fuente: Elaboración propia.

Cuando se compara la serie construida con otras fuentes, ver gráfico y cuadro siguientes, se observa que no hay grandes diferencias entre ellas, tanto a nivel de la tendencia de largo plazo como de las variaciones de corto plazo. Al comparar entre las diferentes fuentes disponibles, las mayores diferencias respecto de la serie construida, tanto en niveles como en desviaciones, se presentan en las series de la UCLA.

Gráfico N° 2.26
Comparación series consumo de energías modernas: México, 1856 - 2003
(en logaritmo natural)



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 2.27
México: Comparación series publicadas con la serie construida
(promedio de la razón períodos comunes y la desviación en paréntesis cuadrado)

Período común	WB/Serie construida	UCLA (1978)/Serie construida	UCLA (2004)/Serie construida	CEPAL (1956)/Serie construida
1971 - 2003	1,0853 [0,0424]			
1929, 1937, 1949 - 1975		1,1846 [0,1230]		
1929, 1937, 1950, 1960, 1970 - 1996			1,1489 [0,1166]	
1925 - 1955				1,1095 [0,0924]

2.2.14 Nicaragua

1870 – 1930: Base de Datos del Proyecto de Investigación *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960*.

1931 – 1949: CEPAL (1956: p. 164). Cuadro X-K. Nicaragua: Consumo bruto de derivados de petróleo, carbón mineral y producción de electricidad.

El consumo de petróleo se tomó de CEPAL (1956).

El consumo de carbón se construyó de la siguiente forma:

1934 – 1941: CEPAL (1956).

1942: Promedio simple del nivel de los años 1941 y 1943.

1943 – 1945: CEPAL (1956).

1946: Promedio simple del nivel de los años 1945 y 1947.

1947 – 1949: CEPAL (1956).

El consumo de hidroelectricidad se construye con:

1937: CEPAL (1956: p. 160). La fuente señala que se refiere a hidroelectricidad, pero como señalan Rubio, M y C. Yáñez (2009) este dato probablemente corresponde a electricidad total, por lo que supone que sólo el 35% es atribuible a hidroelectricidad.

1938 - 1943: Interpolación con Catmull-Rom spline.

1944 – 1949: CEPAL (1956: p. 164). Esta fuente presenta la producción de electricidad, pero al comparar con el nivel a partir de año 1950 se obtiene que en promedio el 35% corresponde a la generación de hidroelectricidad, por lo que siguiendo los lineamientos de Rubio, M y C. Yáñez (2009) se utiliza esta misma proporción.

1950 – 2003: Naciones Unidas (varios números).

1950 – 1972: Naciones Unidas (1976: p. 55)

1973 – 1977: Naciones Unidas (1981: p. 113)

1978 – 1979: Naciones Unidas (1982: p. 89)

1980 – 1981: Naciones Unidas (1985: p. 43)

1982 – 1983: Naciones Unidas (1987: p. 41)

1984 – 1985: Naciones Unidas (1989: p. 43)

1986 – 1987: Naciones Unidas (1991: p. 43)

1988 – 1989: Naciones Unidas (1993: p. 43)

1990 – 1991: Naciones Unidas (1995: p. 45)

1992 – 1993: Naciones Unidas (1997: p. 45)

1994 – 1995: Naciones Unidas (2000: p. 45)

1996 – 1997: Naciones Unidas (2002: p. 45)

1998 – 1999: Naciones Unidas (2004: p. 45)

2000 – 2003: Naciones Unidas (2006: p. 47)

La serie construida se presenta en el cuadro y gráfico siguientes.

Cuadro N° 2.28

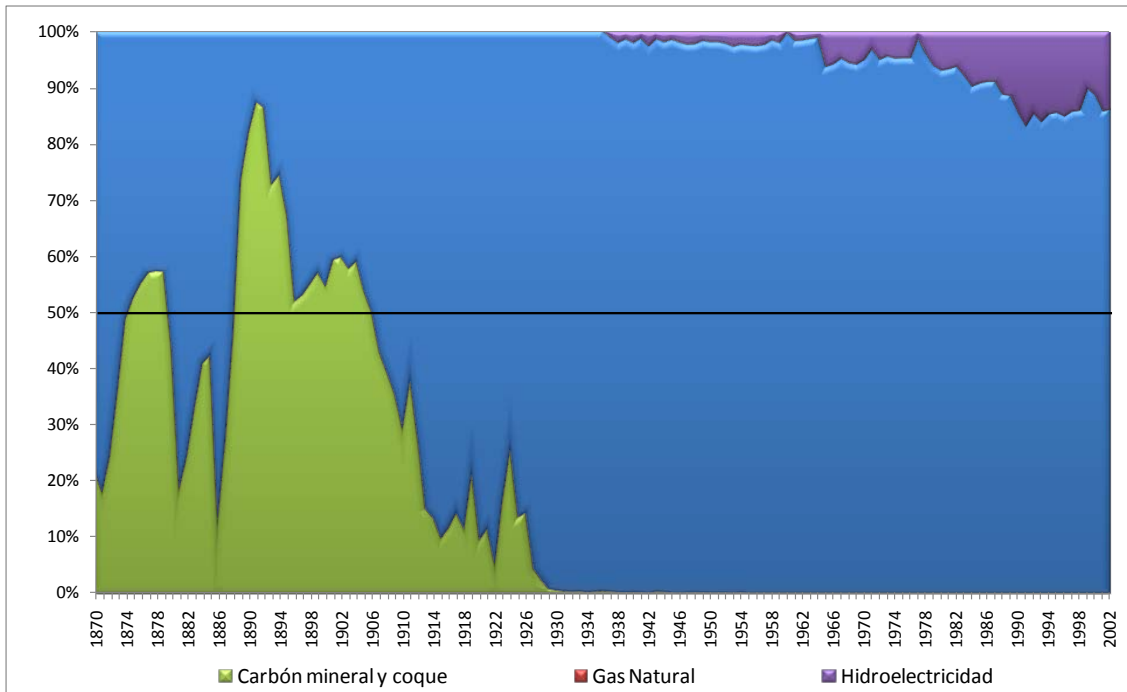
Nicaragua: Promedios décadas energías modernas, 1870 - 2003
(miles de toneladas de petróleo equivalentes)

	Petróleo	Gas Natural	Carbón mineral y coque	Hidroelectricidad	Consumo Total Bruto
1870 - 1879	0,06		0,06		0,12
1880 - 1889	0,43		0,36		0,79
1890 - 1899	1		3,22		4
1900 - 1909	2		1,67		3
1910 - 1919	7		1,41		9
1920 - 1929	15		1,64		16
1930 - 1939	24		0,08		25
1940 - 1949	39		0,06	1	40
1950 - 1959	117		0,04	3	120
1960 - 1969	284		0,00	12	296

	Petróleo	Gas Natural	Carbón mineral y coque	Hidroelectricidad	Consumo Total Bruto
1970 - 1979	607		0,00	27	634
1980 - 1989	642		0,00	62	704
1990 - 1999	842		0,00	139	981
2000 - 2003	1.148		0,00	196	1.344

Fuente: Elaboración propia.

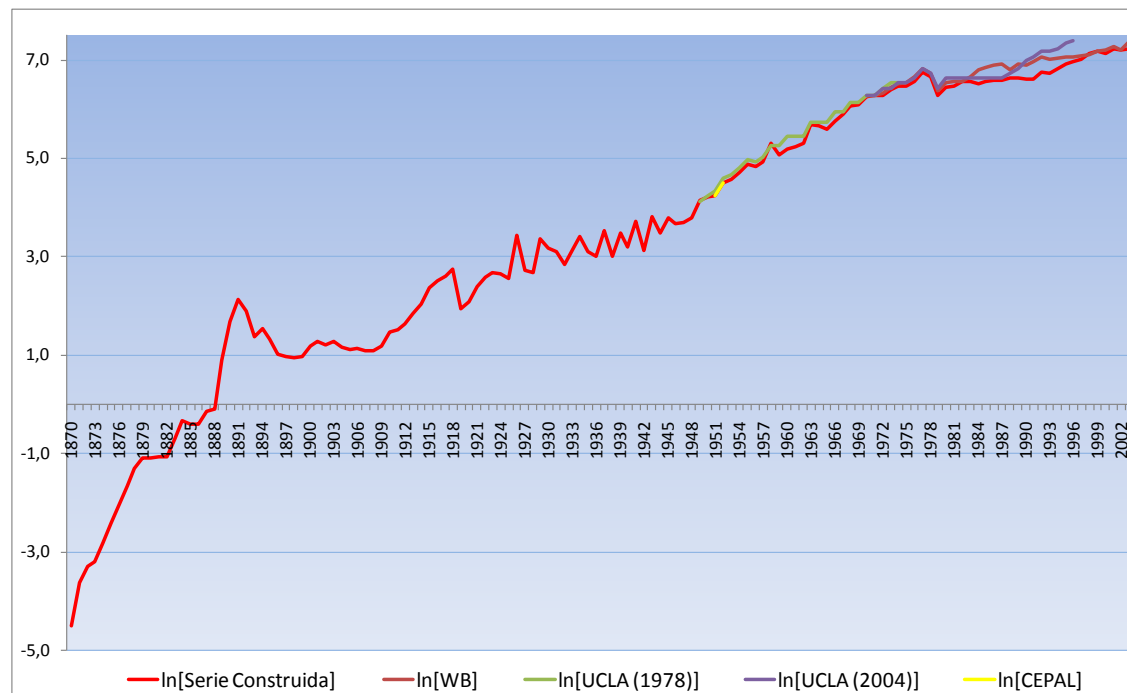
Gráfico N° 2.27
Participación Energías Modernas: Nicaragua, 1870 - 2003
(en porcentaje)



Fuente: Elaboración propia.

La comparación de la serie construida con otras series se presenta en el gráfico y cuadro siguientes.

Gráfico N° 2.28
Comparación series consumo de energías modernas: Nicaragua, 1870 - 2003
(en logaritmo natural)



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 2.29
Nicaragua: Comparación series publicadas con la serie construida
(promedio de la razón períodos comunes y la desviación en paréntesis cuadrado)

Período común	WB/Serie construida	UCLA (1978)/Serie construida	UCLA (2004)/Serie construida	CEPAL (1956)/Serie construida
1971 - 2003	1,1525 [0,1383]			
1929, 1937, 1949 - 1975		1,0927 [0,0949]		
1929, 1937, 1950, 1960, 1970 - 1996			1,1847 [0,2017]	
1937, 1951 - 1952, 1954				1,0072 [0,0080]

Para los períodos comunes y extensos la serie construida se aproxima en promedio más a la serie de la UCLA (1978), cuando se compara con las otras dos fuentes las diferencias promedio y las desviaciones son mayores. Sin embargo, destaca en general las mayores discrepancias a partir de finales de los años 1970's.

2.2.15 Panamá

1904 – 1930: Base de Datos del Proyecto de Investigación *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960*.

1931 – 1949: Los consumos aparentes de energías se construyen con:

El consumo de petróleo y derivados:

1931 – 1933: Se tomó de *Foreign Commerce Yearbook* Estados Unidos (1933, 1935 y 1937) (importaciones).

1934 – 1939: CEPAL (1956).

1940: Promedio simple del nivel observado del consumo de petróleo en el año 1939 y 1941.

1941 – 1949: CEPAL (1956).

El consumo de carbón se construye de la siguiente forma:

1931 – 1940: Interpolación con Catmull-Rom spline.

1941 – 1949: CEPAL (1956).

1950 – 2003: Naciones Unidas (varios números).

La fuente publica para los años 1965 y 1975 un consumo de hidroelectricidad negativo, por lo que en esta construcción se cambió a un valor positivo.

1950 – 1969: Naciones Unidas (1976: p. 65). Consumo aparente de carbón mineral e hidroelectricidad.

1950 – 1974: Naciones Unidas (1976: p. 65). Consumo de petróleo y derivados. El consumo de hidroelectricidad se tomó de esta fuente sólo hasta el año 1972.

1970 – 1978: Naciones Unidas (1981: p. 115). El consumo de hidroelectricidad se tomó de esta fuente en el período 1973-1977.

1975 – 1979: Naciones Unidas (1982: p. 91). Consumo de petróleo y derivados. Los años 1976 y 1977 se estiman multiplicando el nivel de la serie original por 1,2492878 que corresponde a la razón en las fuentes Naciones Unidas (1985 y 1982) en el año 1978.

1980 – 1981: Naciones Unidas (1985: p. 43)

1982 – 1983: Naciones Unidas (1987: p. 41)

1984 – 1985: Naciones Unidas (1989: p. 43)

1986 – 1987: Naciones Unidas (1991: p. 43)

1988 – 1989: Naciones Unidas (1993: p. 43)

1990 – 1991: Naciones Unidas (1995: p. 45)

1992 – 1993: Naciones Unidas (1997: p. 45)

1994 – 1995: Naciones Unidas (2000: p. 45)

1996 – 1997: Naciones Unidas (2002: p. 45)

1998 – 1999: Naciones Unidas (2004: p. 45)

2000 – 2003: Naciones Unidas (2006: p. 47)

Para el período 1904-1930 la serie del consumo aparente de energías modernas incluye la Zona del Canal de Panamá, en el Anexo N° A.2.1 se presente una serie alternativa en la que se supone que sólo el 2% del total de las energías estimadas corresponde a Panamá. A partir del año 1950 las fuentes presentan consumos de energías más completos.

Se decidió presentar como serie del consumo aparentes de energías modernas una en la que no se excluye la Zona del Canal, en especial en el período de su construcción 1904-1914, porque esta obra de ingeniería tuvo seguramente un impacto positivo en la actividad económica local, que no se alcanza a reflejar al

descontar estos consumos de energía. En los años siguientes la serie no incluye los consumos de la zona del Canal.

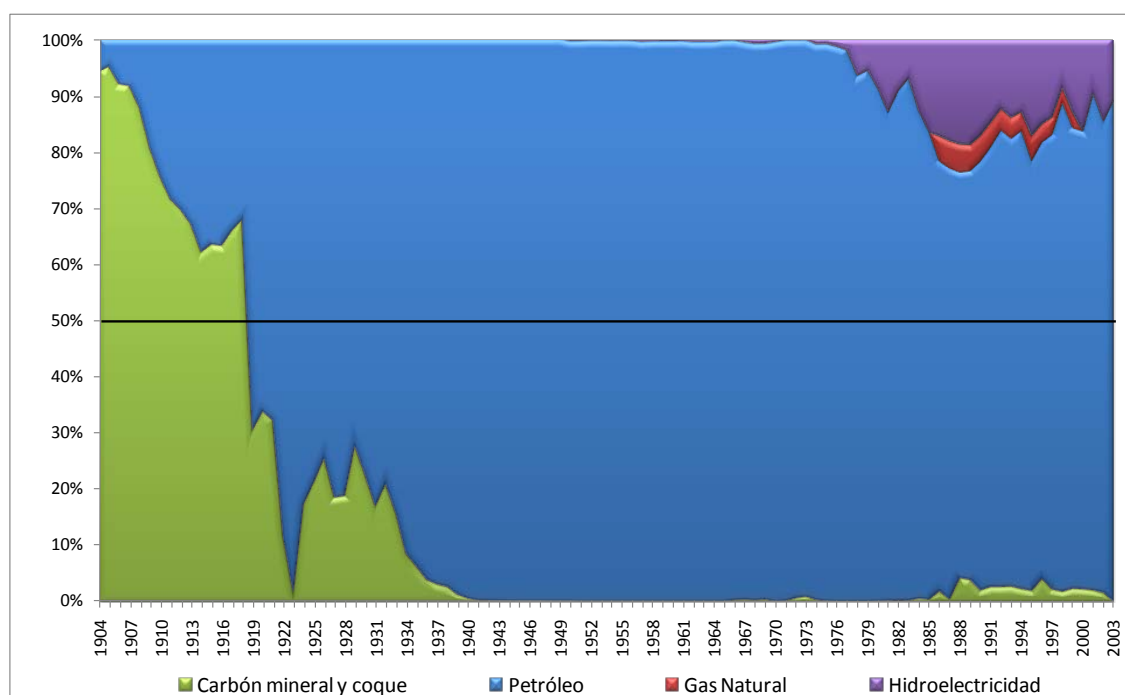
La serie construida y su composición se presenta en el cuadro y gráfico siguientes.

Cuadro N° 2.30
Panamá: Promedios décadas energías modernas, 1904 - 2003
(miles de toneladas de petróleo equivalentes)

	Petróleo	Gas Natural	Carbón mineral y coque	Hidroelectricidad	Consumo Total Bruto
1904 - 1909	0,26		1,83		2,09
1910 - 1919	1,74		3,34		5,08
1920 - 1929	10		2,46		12
1930 - 1939	23		1,71		25
1940 - 1949	117		0,15		118
1950 - 1959	233		0,01	1	234
1960 - 1969	459		0,75	3	463
1970 - 1979	888		2,00	18	908
1980 - 1989	864	49	12,60	144	1.041
1990 - 1999	1.293	56	39,80	216	1.604
2000 - 2003	1.740	0	29,50	258	2.027

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 2.29
Participación Energías Modernas: Panamá, 1904 - 2003
(en porcentaje)

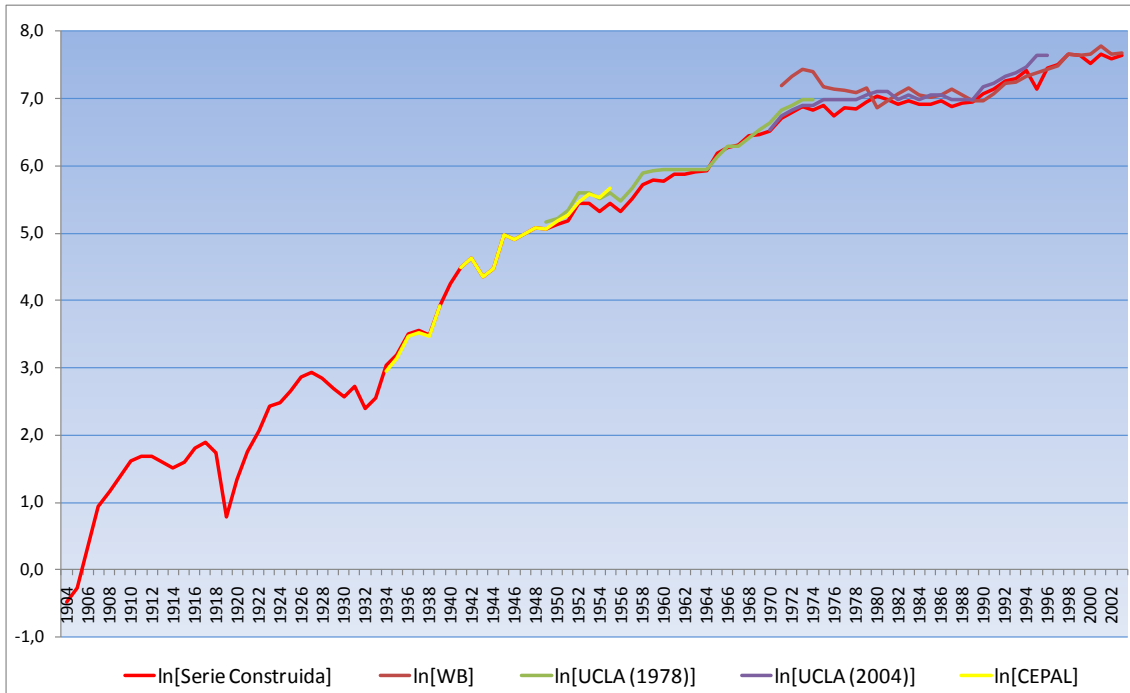


Fuente: Elaboración propia.

La comparación de la serie construida con otras fuentes se presenta en el gráfico y cuadro siguientes.

Gráfico N° 2.30

Comparación series consumo de energías modernas: Panamá, 1904 - 2003
(en logaritmo natural)



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 2.31

Panamá: Comparación series publicadas con la serie construida
(promedio de la razón períodos comunes y la desviación en paréntesis cuadrado)

Período común	WB/Serie construida	UCLA (1978)/Serie construida	UCLA (2004)/Serie construida	CEPAL (1956)/Serie construida
1971 - 2003	1,1749 [0,2510]			
1949 - 1975		1,1052 [0,0698]		
1950, 1960, 1970 - 1996			1,1152 [0,1161]	
1934 - 1939, 1941 - 1955				1,0256 [0,0867]

La serie construida, en promedio y para los períodos comunes, en orden de importancia descendente se aproxima más a la serie de CEPAL (1956), a la de la UCLA (1978), UCLA (2004) y World Bank, lo que es coincidente con la desviación reportada para cada período y fuente. Pero destaca la elevada variabilidad de las series y cómo la serie del World Bank en la década de los años 1970's se comporta diferente a las fuentes existentes.

2.2.16 Paraguay

1900 – 1930: Base de Datos del Proyecto de Investigación *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960*

El consumo de petróleo y de carbón mineral para los años 1917, 1918 y 1923 se estima a través de un filtro de Kalman.

1931 – 1933. Los niveles del consumo de petróleo y de carbón mineral se estimaron por medio de una predicción de valores ausentes con un filtro de Kalman.

1934 – 1952: CEPAL (1956: p. 165). Cuadro XII-K. Paraguay: Consumo bruto de derivados de petróleo, carbón mineral y producción de electricidad.

1953 – 2003: Naciones Unidas (varios números).

1953 – 1969: Naciones Unidas (1976: p. 51)

1970 – 1978: Naciones Unidas (1981: p. 117)

1979 : Naciones Unidas (1982: p. 91)

1980 – 1981: Naciones Unidas (1985: p. 47)

1982 – 1983: Naciones Unidas (1987: p. 45)

1984 – 1985: Naciones Unidas (1989: p. 47)

1986 – 1987: Naciones Unidas (1991: p. 47)

1988 – 1989: Naciones Unidas (1993: p. 47)

1990 – 1991: Naciones Unidas (1995: p. 49)

1992 – 1993: Naciones Unidas (1997: p. 49)

1994 – 1995: Naciones Unidas (2000: p. 49)

1996 – 1997: Naciones Unidas (2002: p. 49)

1998 – 1999: Naciones Unidas (2004: p. 49)

2000 – 2003: Naciones Unidas (2006: p. 49)

La serie construida y sus componentes se presentan en el cuadro y gráfico siguientes.

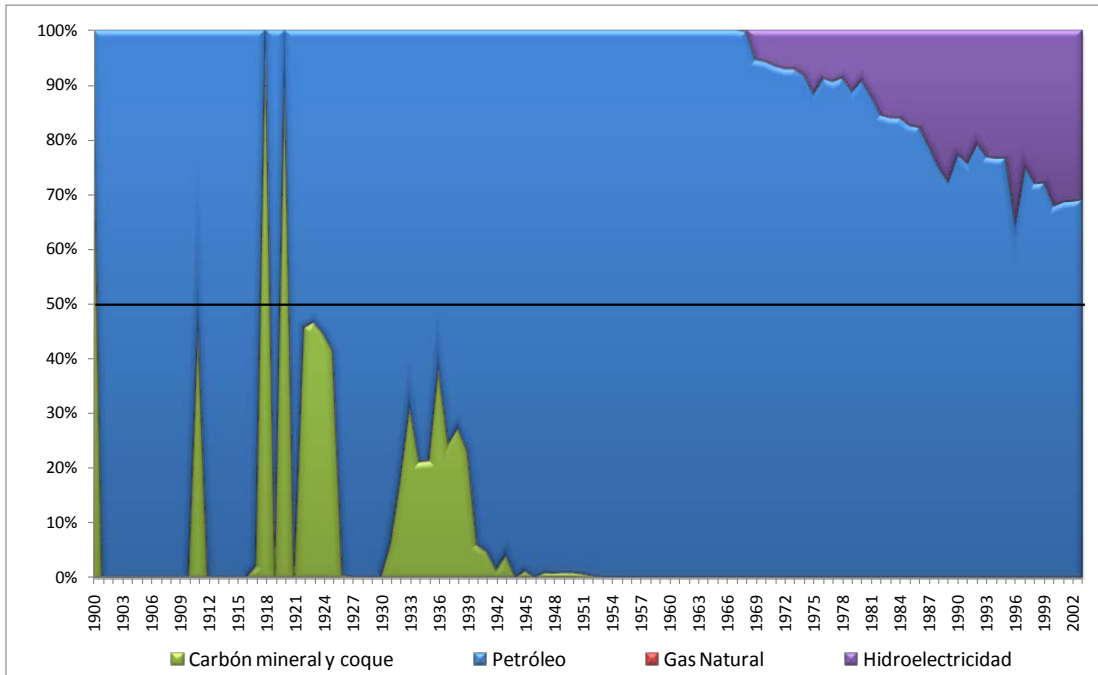
Cuadro N° 2.32

Paraguay: Promedios décadas energías modernas, 1900 - 2003
(miles de toneladas de petróleo equivalentes)

	Petróleo	Gas Natural	Carbón mineral y coque	Hidroelectricidad	Consumo Total Bruto
1900 - 1909	0,16		0,0001		0,16
1910 - 1919	0,09		0,01		0,10
1920 - 1929	2,13		0,48		2,61
1930 - 1939	7		1,91		9
1940 - 1949	11		0,21		11
1950 - 1959	52		0,03		52
1960 - 1969	151		0,00	5	152
1970 - 1979	282		0,00	27	310
1980 - 1989	482		0,00	110	592
1990 - 1999	1.053		0,00	373	1.426
2000 - 2003	1.195		0,00	545	1.740

Fuente: Elaboración propia.

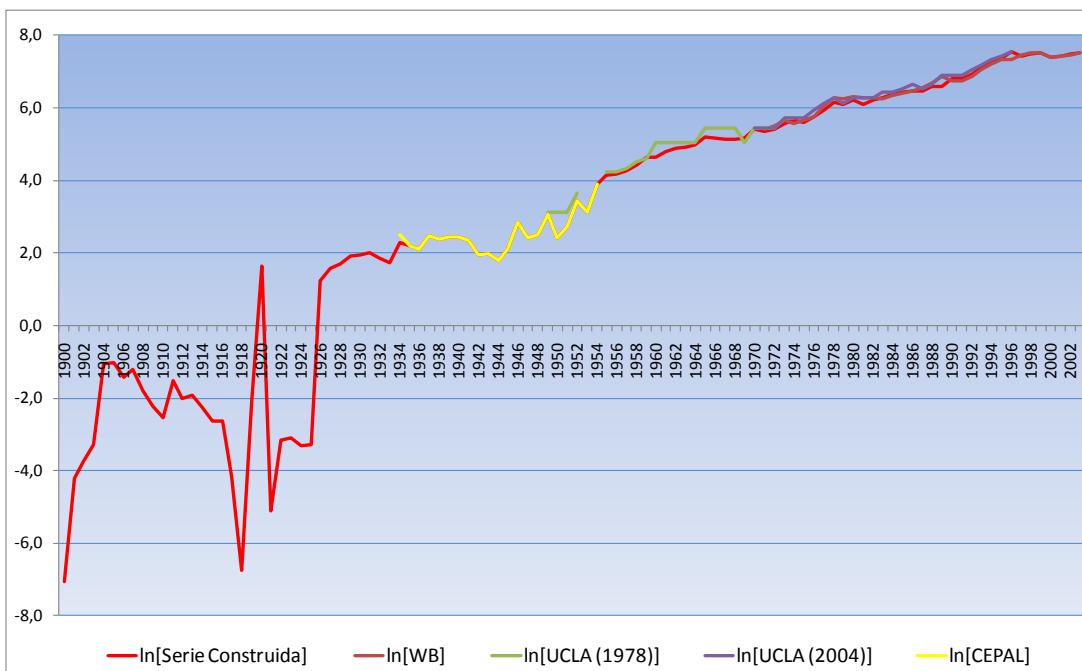
Gráfico N° 2.31
Participación Energías Modernas: Paraguay, 1900 - 2003
(en porcentaje)



Fuente: Elaboración propia.

El gráfico y cuadro siguientes permiten comparar la serie construida y las otras fuentes disponibles.

Gráfico N° 2.32
Comparación series consumo de energías modernas: Paraguay, 1900 - 2003
(en logaritmo natural)



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 2.33

Paraguay: Comparación series publicadas con la serie construida
(promedio de la razón períodos comunes y la desviación en paréntesis cuadrado)

Período común	WB/Serie construida	UCLA (1978)/Serie construida	UCLA (2004)/Serie construida	CEPAL (1956)/Serie construida
1971 - 2003	1,0315 [0,0975]			
1937, 1949 - 1952, 1955 - 1975		1,1779 [0,2581]		
1937, 1950, 1960, 1970 - 1996			1,1298 [0,2116]	
1934 - 1954				1,0104 [0,0477]

La serie construida se aproxima, en promedio, más a la serie de CEPAL y a la del World Bank (en ambos casos la desviación es de las más bajas). En el otro extremo, las series de la UCLA tienen en un mayor promedio (y desviación) respecto a la serie construida. En general se observa una alta variabilidad de las series.

2.2.17 Perú

1856 – 1930: Base de Datos del Proyecto de Investigación *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960*.

El consumo aparente de hidroelectricidad para el período 1907-1930 se toma de Tafunell, X. (2008) y el de gas natural para el período 1922-1954 de Portocarrero, *et al.* (1992: pp. 51-52).

1931 – 1949: CEPAL (1956: pp. 151-152). Cuadro I-G. Perú: Consumo bruto de derivados de petróleo, gas natural, petróleo crudo y carbón mineral, y relación importación/consumo y Cuadro II-G. Perú: Producción de energía eléctrica.

La generación de hidroelectricidad se construye con:

1930 – 1947: Se reescala²⁶ el nivel de CEPAL (1956), ya que para este período la información presentada por esta fuente corresponde sólo a una fuente que representa en el año 1947 el 70% de la producción de electricidad pública y que a su vez era algo menos de la mitad de la producción de electricidad total. Esta evidencia es la que fundamenta este reescalamiento.

1948 – 1949: CEPAL (1956).

1950 – 2003: Naciones Unidas (varios números).

1950 – 1969: Naciones Unidas (1976: p. 51). El nivel de consumo hidroeléctrico para los años 1950-1952 se toma de CEPAL (1956) y para el año 1953 de Darmstadter, J. *et al.* (1971).

1970 – 1978: Naciones Unidas (1981: p. 117)

²⁶ Se sigue el criterio adoptado por Rubio, M. y C. Yáñez (2009).

- 1979 : Naciones Unidas (1982: p. 91). En el caso de gas natural excepcionalmente se toma de esta fuente los valores para el período 1978-1981.
- 1980 – 1981: Naciones Unidas (1985: p. 47). Cuando se compara esta fuente con la anterior para los años comunes (1980-1981) se observa un nivel superior a 47,9% y un 65,6% que no es reportado por Portocarrero, *et al.* (1992). Estos niveles no tienen fundamento aparente, en especial que para los años posteriores los niveles son un 50% más bajos.
- 1982 – 1983: Naciones Unidas (1987: p. 45). Dado los comentarios del párrafo anterior se consideró sólo el 39,9% del nivel de esta fuente para cada año.
- 1984 – 1985: Naciones Unidas (1989: p. 47)
- 1986 – 1987: Naciones Unidas (1991: p. 47)
- 1988 – 1989: Naciones Unidas (1993: p. 47)
- 1990 – 1991: Naciones Unidas (1995: p. 49)
- 1992 – 1993: Naciones Unidas (1997: p. 49). En el caso del gas natural se cubre también los años 1994 y 1995.
- 1994 – 1995: Naciones Unidas (2000: p. 49)
- 1996 – 1997: Naciones Unidas (2002: p. 49)
- 1998 – 1999: Naciones Unidas (2004: p. 49)
- 2000 – 2003: Naciones Unidas (2006: p. 51)

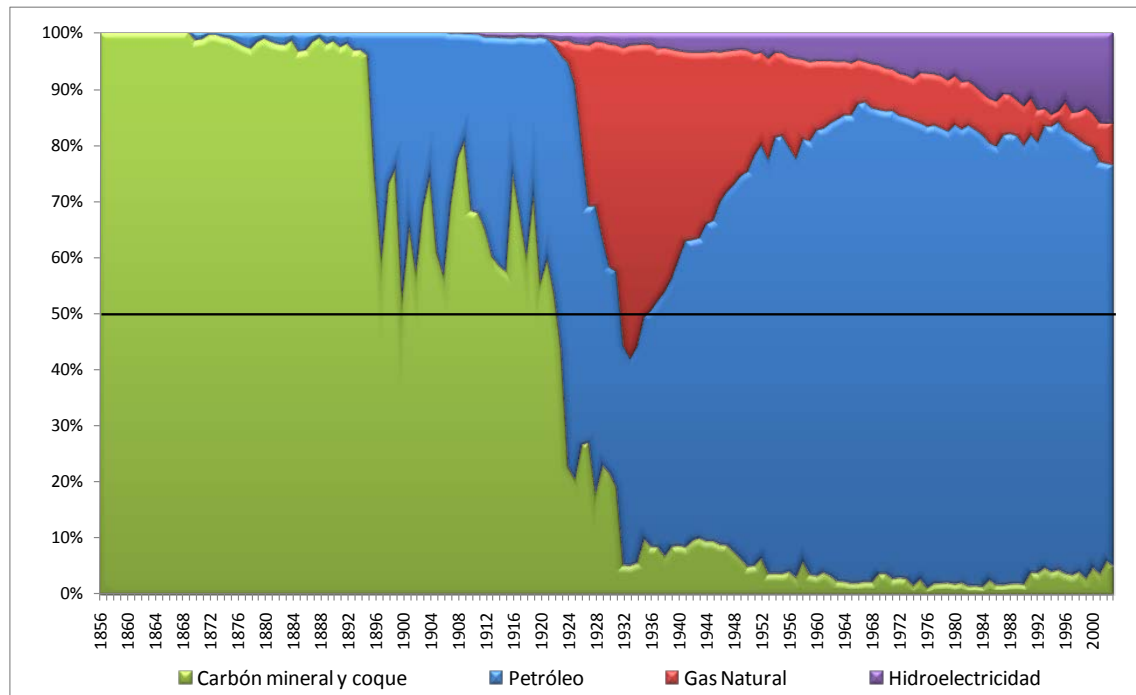
La serie construida y sus componentes se presentan en el cuadro y gráfico siguientes.

Cuadro N° 2.34
Perú: Promedios décadas energías modernas, 1856 - 2003
(miles de toneladas de petróleo equivalentes)

	Petróleo	Gas Natural	Carbón mineral y coque	Hidroelectricidad	Consumo Total Bruto
1856 - 1859			12		12
1860 - 1869			29		29
1870 - 1879	1		79		81
1880 - 1889	1		50		51
1890 - 1899	5		32		37
1900 - 1909	48		114	1	163
1910 - 1919	132		251	4	387
1920 - 1929	272	98	180	9	540
1930 - 1939	319	355	75	20	768
1940 - 1949	748	362	108	44	1.262
1950 - 1959	1.763	384	103	101	2.351
1960 - 1969	3.619	402	117	234	4.371
1970 - 1979	5.340	555	153	491	6.538
1980 - 1989	6.213	603	140	802	7.758
1990 - 1999	6.758	421	319	1.168	8.666
2000 - 2003	7.561	736	506	1.629	10.432

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 2.33
Participación Energías Modernas: Perú, 1856 - 2003
(en porcentaje)

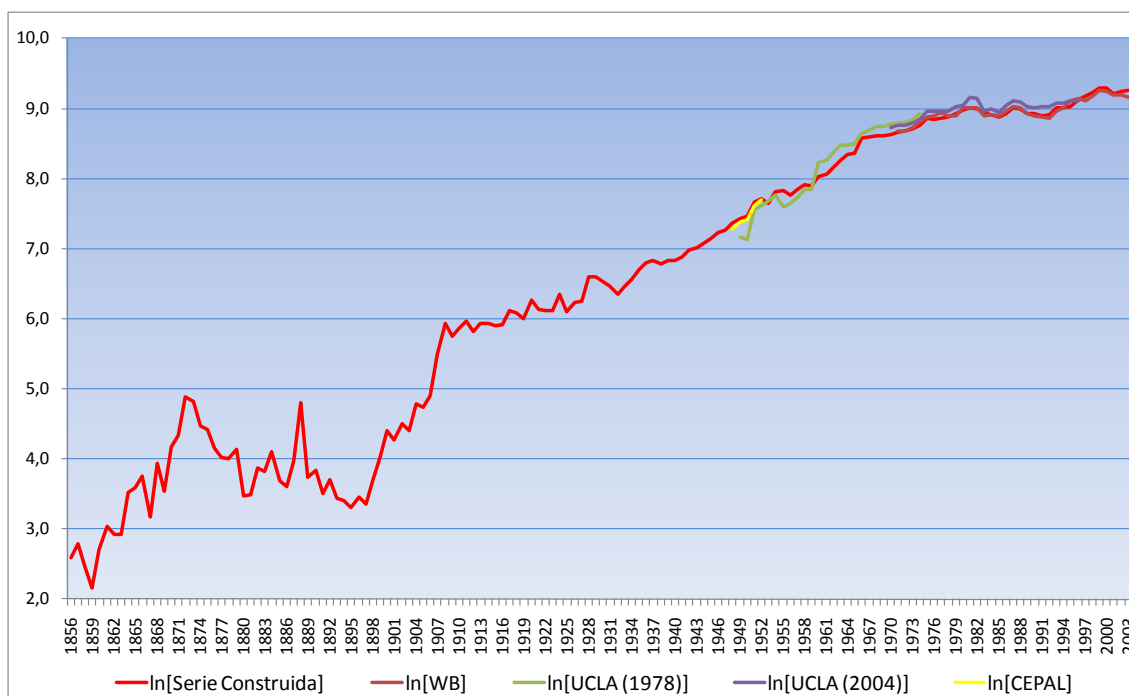


Fuente: Elaboración propia.

Cuando se compara la serie construida con otras fuentes, ver gráfico y cuadro siguientes, se observa un comportamiento muy diferente de la serie de la UCLA (2004), pero el resto de las series tienen una tendencia similar, en especial con la serie del World Bank.

Gráfico N° 2.34

Comparación series consumo de energías modernas: Perú, 1856 - 2003
(en logaritmo natural)



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 2.35

Perú: Comparación series publicadas con la serie construida
(promedio de la razón períodos comunes y la desviación en paréntesis cuadrado)

Período común	WB/Serie construida	UCLA (1978)/Serie construida	UCLA (2004)/Serie construida	CEPAL (1956)/Serie construida
1971 - 2003	0,9976 [0,0429]			
1929, 1937, 1949 - 1975		1,0334 [0,1652]		
1929, 1937, 1950, 1960, 1970 - 1996			1,0694 [0,0914]	
1937, 1948 - 1952, 1954				0,9157 [0,1299]

2.2.18 República Dominicana

1870 – 1930: Base de Datos del Proyecto de Investigación *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960*.

1931 – 1935: El consumo de carbón se estimó suponiendo una tasa de crecimiento constante entre 1930 y 1936, para la estimación se utilizó el nivel de la serie de la Base de Datos del Proyecto y de CEPAL (1956).

En el caso del consumo de petróleo se tomó la información de *Foreign Commerce Yearbook* Estados Unidos, años 1933, 1935 y 1937.

1936 – 1954: CEPAL (1956: p. 166). Cuadro XIII-K. República Dominicana: Consumo bruto derivados de petróleo, carbón mineral y producción de electricidad.

1950 – 2003: Naciones Unidas (varios números).

1950 – 1970: Naciones Unidas (1976: p. 59). En el caso de la hidroelectricidad esta fuente presenta un error que se arrastra hasta el año 1979. Cuando se compara la producción de hidroelectricidad (p. 731) con el nivel de consumo publicado por la misma fuente, esta última serie está erróneamente dividida por 10. Por lo que se multiplica el nivel publicado por 10 para corregir el error de arrastre en las publicaciones consultadas.

1971 – 1978: Naciones Unidas (1981: p. 87). En el caso de la hidroelectricidad se multiplica el nivel publicado por 10.

1979 : Naciones Unidas (1982: p. 73). En el caso de la hidroelectricidad se multiplica el nivel publicado por 10.

1980 – 1981: Naciones Unidas (1985: p. 41)

1982 – 1983: Naciones Unidas (1987: p. 39)

1984 – 1985: Naciones Unidas (1989: p. 41)

1986 – 1987: Naciones Unidas (1991: p. 41)

1988 – 1989: Naciones Unidas (1993: p. 41)

1990 – 1991: Naciones Unidas (1995: p. 43)

1992 – 1993: Naciones Unidas (1997: p. 43)

1994 – 1995: Naciones Unidas (2000: p. 43)

1996 – 1997: Naciones Unidas (2002: p. 43)

1998 – 1999: Naciones Unidas (2004: p. 43)

2000 – 2003: Naciones Unidas (2006: p. 45)

Para la hidroelectricidad en el período 1980-1999 se utiliza como fuente de información la serie del sitio web: http://www.titudorancea.com/z/ies_dominican_republic_hydroelectricity_generation.htm, que es muy similar a partir de 1992 con la publicada por el World Bank. Se tomó la decisión de utilizar la fuente indicada, y no el World Bank, porque para el período 1981-1989 esta última fuente presenta un crecimiento que no está presente en las series de Naciones Unidas.

La serie construida se presenta en el cuadro y gráfico siguientes.

Cuadro N° 2.36

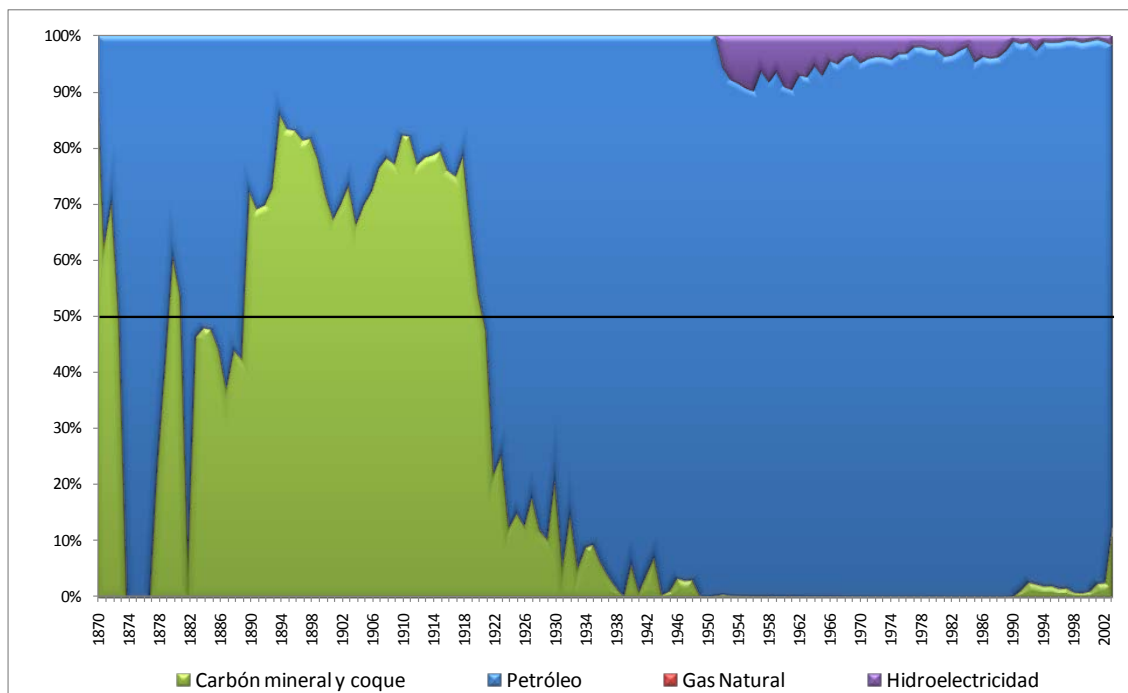
República Dominicana: Promedios décadas energías modernas, 1870 - 2003
(miles de toneladas de petróleo equivalentes)

	Petróleo	Gas Natural	Carbón mineral y coque	Hidroelectricidad	Consumo Total Bruto
1870 - 1879	0,21		0,70		0,92
1880 - 1889	0,62		0,50		1,11
1890 - 1899	1,01		3,92		4,93
1900 - 1909	2		4,99		7
1910 - 1919	4		14,52		19
1920 - 1929	32		7,78		40
1930 - 1939	37		2,62		39

	Petróleo	Gas Natural	Carbón mineral y coque	Hidroelectricidad	Consumo Total Bruto
1940 - 1949	63		1,79		65
1950 - 1959	236		0,63	23	255
1960 - 1969	494		0,68	30	524
1970 - 1979	1.395		0,71	48	1.443
1980 - 1989	1.893		0,20	66	1.959
1990 - 1999	4.358		67,70	61	4.487
2000 - 2003	5.518	4	277,50	72	5.869

Fuente: Elaboración propia.

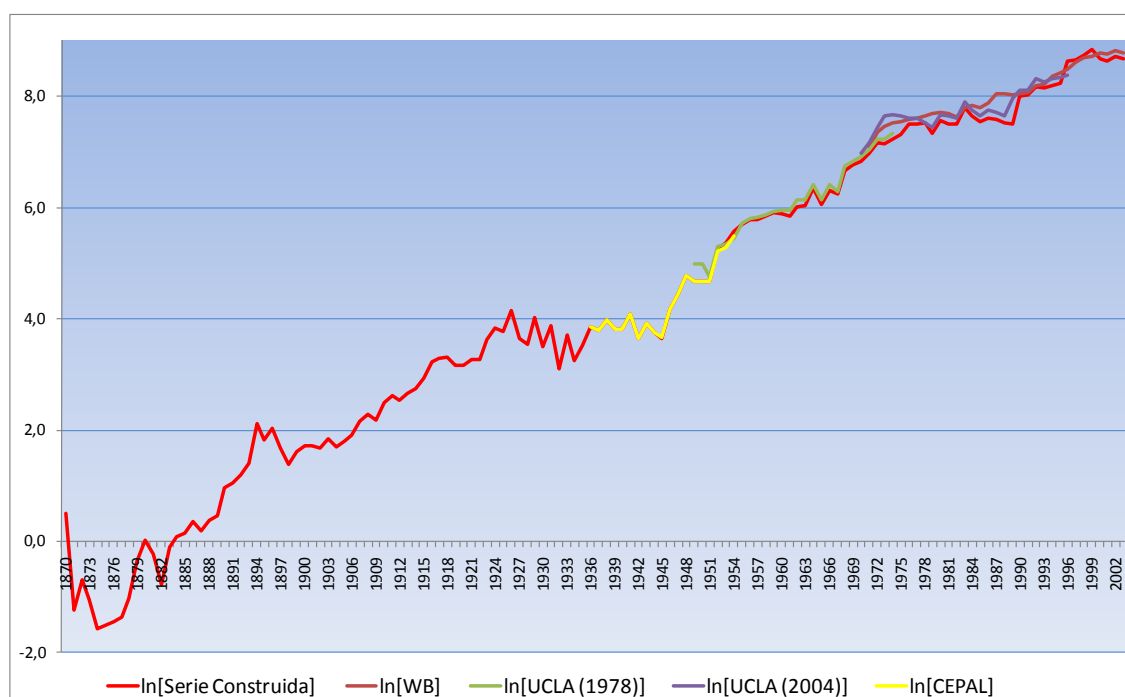
Gráfico N° 2.35
Participación Energías Modernas: República Dominicana, 1870 - 2003
(en porcentaje)



Fuente: Elaboración propia.

La comparación de la serie construida con otras fuentes se presenta en el gráfico y cuadro siguientes.

Gráfico N° 2.36
Comparación series consumo de energías modernas: República Dominicana,
1870 - 2003
(en logaritmo natural)



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 2.37
República Dominicana: Comparación series publicadas con la serie construida
(promedio de la razón períodos comunes y la desviación en paréntesis cuadrado)

Período común	WB/Serie construida	UCLA (1978)/Serie construida	UCLA (2004)/Serie construida	CEPAL (1956)/Serie construida
1971 - 2003	1,1812 [0,1990]			
1929, 1937, 1949 - 1975		1,0983 [0,1098]		
1929, 1937, 1950, 1960, 1970 - 1996			1,1766 [0,1697]	
1936 - 1954				0,9894 [0,0288]

De las series publicadas, la serie construida está más cerca a la serie de CEPAL (1956) y la UCLA (1978), en ambos casos las desviaciones también son las más bajas.

2.2.19 Uruguay

1879 – 1924: Base de Datos del Proyecto de Investigación *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960* para los consumos aparentes de petróleo.

En el caso del carbón mineral se utiliza Bertoni, R. y C. Román (2007) y Bertoni, R. (2010). Se toman estas series, porque los autores corrigen las series de carbón mineral excluyendo el consumo de los bunkers. Para ello recurren sistemáticamente a las fuentes propias y para el período 1916-1926 a una interpolación lineal del porcentaje de carbón para los bunkers en base al total de carga efectiva en el puerto.²⁷ En el Anexo N° A.2 se presenta la serie para el período 1856-2003 que incluye entre 1856-1930 el consumo de los bunkers y otra en la que se estima un consumo de carbón mineral neto del consumo de los bunkers.

1925 – 1936: Base de Datos del Proyecto de Investigación *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960*.

El consumo aparente de hidroelectricidad se construye con:

1907 – 1930: Tafunell, X. (2008).

1931 – 1936: Interpolación con Catmull-Rom spline.

1937 – 1955: CEPAL (1956: p. 154). Cuadro I-H. Uruguay: Consumo bruto de energía y Cuadro II-H. Uruguay: Consumo de derivados de petróleo y petróleo crudo.

La serie del consumo aparente de hidroelectricidad se construye con:

1937 – 1945: Interpolación con Catmull-Rom spline.

1947 – 1955: CEPAL (1956) se reescala para alcanzar el nivel de Naciones Unidas en el año 1956.

1956 – 2003: Naciones Unidas (varios números).

1956 – 1969: Naciones Unidas (1976: p. 51)

1970 – 1978: Naciones Unidas (1981: p. 131)

1979 : Naciones Unidas (1982: p. 101)

1980 – 1981: Naciones Unidas (1985: p. 47)

1982 – 1983: Naciones Unidas (1987: p. 45)

1984 – 1985: Naciones Unidas (1989: p. 47)

1986 – 1987: Naciones Unidas (1991: p. 47)

1988 – 1989: Naciones Unidas (1993: p. 47)

1990 – 1991: Naciones Unidas (1995: p. 49)

²⁷ De acuerdo a Bertoni, R. (2010: p. 133), las decisiones en la construcción de las series del consumo aparente de carbón mineral son:

1879-1915: importaciones (que no incluye el carbón de los bunkers) tomadas de los Anuarios Estadísticos de Uruguay.

1916-1926: se interpola linealmente el porcentaje de carbón de los bunkers con los porcentajes observados en los años 1915 y 1927.

1927-1936: se toma la información de los Anuarios Estadísticos de Uruguay y se calcula el consumo aparente.

1937-1960: consumo bruto tomado de Oxman, R. (1961) “Energía. Producción y consumo”, *Cuadern N° 23*, Instituto de Teoría y Política Económica, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad de la República.

1961-1964: variación de las importaciones de los Anuarios Estadísticos aplicadas a la oferta bruta del “Balance Energético Nacional”, Ministerio de Industria, Energía y Minería.

1965-2005: oferta bruta por fuente de energía primaria del “Balance Energético Nacional”, Ministerio de Industria, Energía y Minería.

- 1992 – 1993: Naciones Unidas (1997: p. 49)
 1994 – 1995: Naciones Unidas (2000: p. 49)
 1996 – 1997: Naciones Unidas (2002: p. 49)
 1998 – 1999: Naciones Unidas (2004: p. 49)
 2000 – 2003: Naciones Unidas (2006: p. 51)

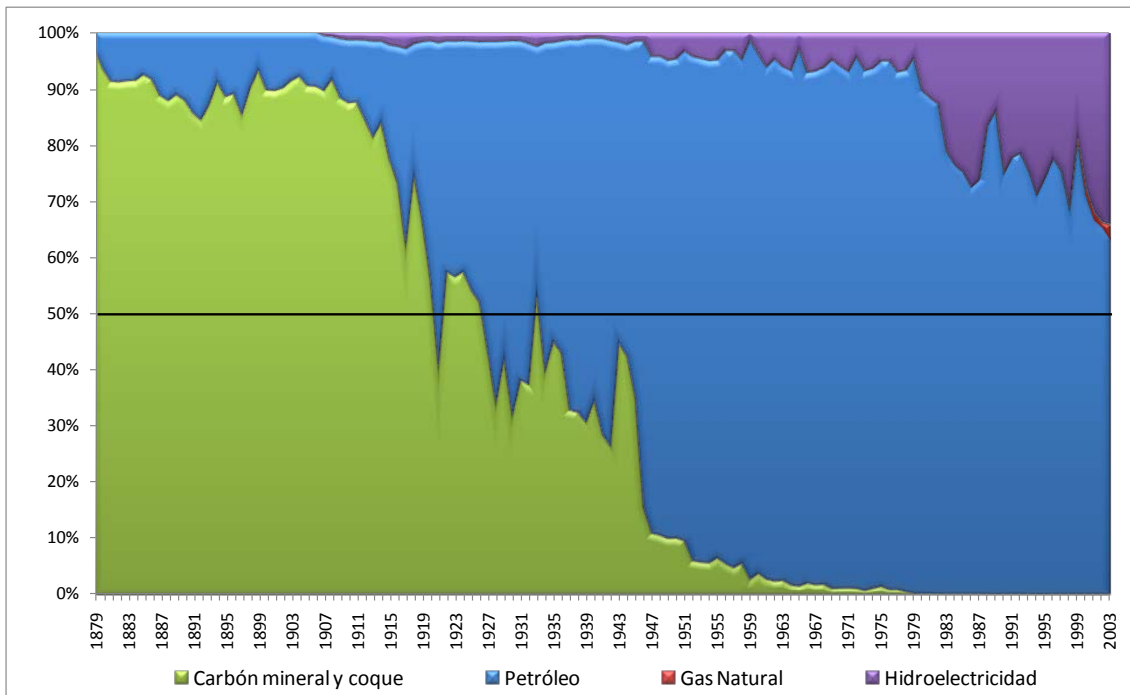
La serie construida y su composición se presentan en el cuadro y gráfico siguientes.

Cuadro N° 2.38
 Uruguay: Promedios décadas energías modernas, 1879 - 2003
 (miles de toneladas de petróleo equivalentes)

	Petróleo	Gas Natural	Carbón mineral y coque	Hidroelectricidad	Consumo Total Bruto
1879	2		67		69
1880 - 1889	6		57		63
1890 - 1899	10		74		84
1900 - 1909	12		119	2	132
1910 - 1919	50		194	5	249
1920 - 1929	208		206	7	421
1930 - 1939	314		193	9	516
1940 - 1949	444		141	17	602
1950 - 1959	1.045		69	46	1.160
1960 - 1969	1.418		32	87	1.538
1970 - 1979	1.766		17	114	1.898
1980 - 1989	1.272		1	282	1.555
1990 - 1999	1.503	12	1	489	1.995
2000 - 2003	1.411	33	1	667	2.112

Fuente: Elaboración propia.

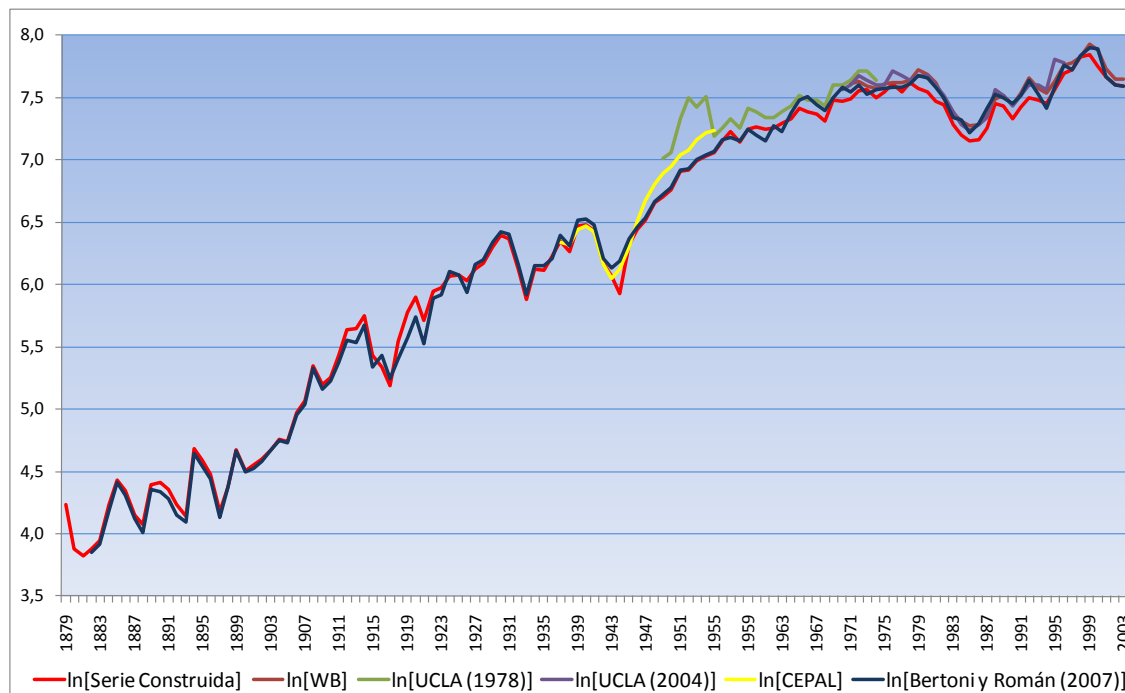
Gráfico N° 2.37
 Participación Energías Modernas: Uruguay, 1879 - 2003
 (en porcentaje)



Fuente: Elaboración propia.

La comparación entre la serie construida y otras fuentes se presenta en el gráfico y cuadro siguientes.

Gráfico N° 2.38
Comparación series consumo de energías modernas: Uruguay, 1879 - 2003
(en logaritmo natural)



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 2.39
Uruguay: Comparación series publicadas con la serie construida
(promedio de la razón períodos comunes y la desviación en paréntesis cuadrado)

Período común	WB/Serie construida	UCLA (1978)/Serie construida	UCLA (2004)/Serie construida	CEPAL (1956)/Serie construida	Bertoni y Román (2007)/Serie construida
1971 - 2003	1,0886 [0,0448]				
1929, 1937, 1949 - 1975		1,2124 [0,1786]			
1929, 1937, 1950, 1960, 1970 - 1996			1,1046 [0,0567]		
1937 - 1955				1,0979 [0,0991]	
1879 - 2003					1,0149 [0,0720]

La serie construida sigue un comportamiento promedio similar al de la serie del World Bank y la CEPAL y en menor medida con la de la UCLA (1978, 2004), en cambio con la serie de Bertoni, R. y C. Román (2007) la serie construida es muy similar, ya que por construcción se utiliza su serie del consumo aparente de carbón mineral entre 1879-1924.

2.2.20 República Bolivariana de Venezuela

1870 – 1930: Base de Datos del Proyecto de Investigación *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960*.

El consumo aparente de hidroelectricidad para el período 1907-1928, 1930 se toma de Tafunell, X. (2008), para el año 1929 se toma el valor de Naciones Unidas (1952).

1931 – 1936: Estimación por medio de una predicción de valores ausente para el consumo de petróleo y carbón mineral.

Hidroelectricidad: Interpolación con Catmull-Rom spline.

Gas Natural: Tomado de Mitchell, B.R. (1998).

1937 – 1949: CEPAL (1956: p. 157). Cuadro I-J. Venezuela: Consumo bruto de derivados de petróleo, gas natural, petróleo crudo y carbón mineral y Cuadro II-J. Venezuela: Producción de energía eléctrica pública.

El consumo de petróleo y carbón se obtuvieron directamente de la fuente.

Gas Natural tomado de:

1937 – 1948: Mitchell, B.R. (1998). Los años 1939 y 1940 se interpolan linealmente.

1949: CEPAL (1956: p. 157).

El consumo de hidroelectricidad se construye de la siguiente forma:

1937: Naciones Unidas (1952).

1938 – 1945: Interpolación con Catmull-Rom spline.

1946 – 1949: CEPAL (1956).

1950 – 2003: Naciones Unidas (varios números).

1950 – 1969: Naciones Unidas (1976: p. 69). En el caso del consumo de petróleo y de la hidroelectricidad esta fuente se utiliza hasta el año 1972, en el caso del carbón la fuente se utiliza hasta el año 1974.

1970 – 1978: Naciones Unidas (1981: p. 133)

1979 : Naciones Unidas (1982: p. 103)

1980 – 1981: Naciones Unidas (1985: p. 47)

1982 – 1983: Naciones Unidas (1987: p. 45)

1984 – 1985: Naciones Unidas (1989: p. 47)

1986 – 1987: Naciones Unidas (1991: p. 47)

1988 – 1989: Naciones Unidas (1993: p. 47)

1990 – 1991: Naciones Unidas (1995: p. 49)

1992 – 1993: Naciones Unidas (1997: p. 49)

1994 – 1995: Naciones Unidas (2000: p. 49)

1996 – 1997: Naciones Unidas (2002: p. 49)

1998 – 1999: Naciones Unidas (2004: p. 49)

2000 – 2003: Naciones Unidas (2006: p. 51)

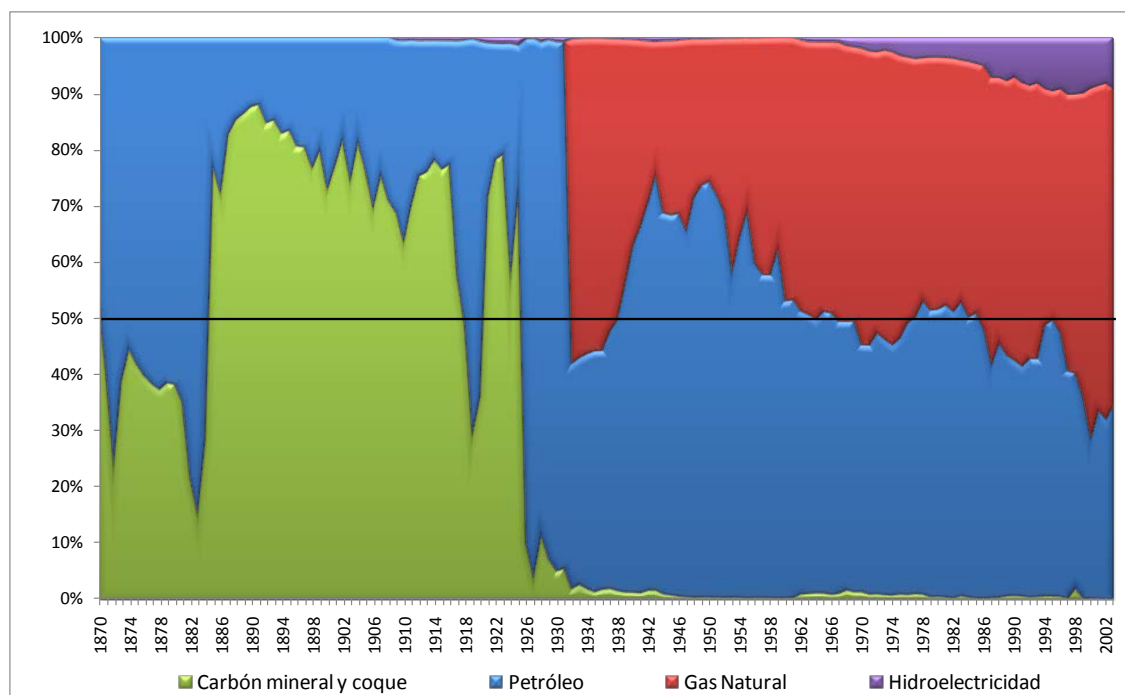
La serie construida y sus componentes se presentan en el cuadro y gráfico siguientes.

Cuadro N° 2.40
República Bolivariana de Venezuela:
Promedios décadas energías modernas, 1870 - 2003
(miles de toneladas de petróleo equivalentes)

	Petróleo	Gas Natural	Carbón mineral y coque	Hidroelectricidad	Consumo Total Bruto
1870 - 1879	1		0,4		1
1880 - 1889	2		6		9
1890 - 1899	4		19		23
1900 - 1909	4		12	0	15
1910 - 1919	12		17	0	29
1920 - 1929	131		24	1	156
1930 - 1939	354	432	15	3	718
1940 - 1949	1.198	518	14	9	1.739
1950 - 1959	4.177	2.394	21	13	6.605
1960 - 1969	5.873	5.712	129	113	11.827
1970 - 1979	10.938	11.143	214	719	23.013
1980 - 1989	18.396	17.564	161	1.984	38.105
1990 - 1999	20.958	23.494	325	4.403	49.180
2000 - 2003	19.330	35.427	50	5.217	60.024

Fuente: Elaboración propia.

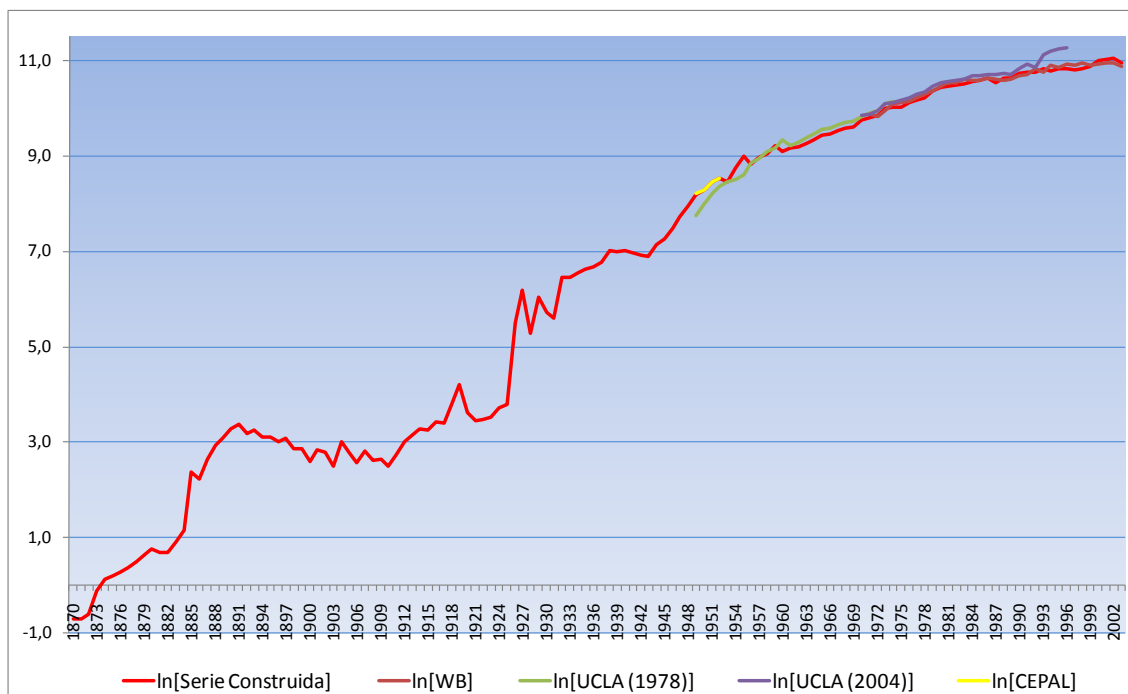
Gráfico N° 2.39
Participación Energías Modernas: República Bolivariana de Venezuela,
1870 - 2003
(en porcentaje)



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico y cuadro siguientes se compara la serie construida con otras fuentes disponibles.

Gráfico N° 2.40
 Comparación series consumo de energías modernas: República Bolivariana de Venezuela, 1870 - 2003
 (en logaritmo natural)



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 2.41
 República Bolivariana de Venezuela:
 Comparación series publicadas con la serie construida
 (promedio de la razón períodos comunes y la desviación en paréntesis cuadrado)

Período común	WB/Serie construida	UCLA (1978)/Serie construida	UCLA (2004)/Serie construida	CEPAL (1956)/Serie construida
1971 - 2003	1,0262 [0,0652]			
1929, 1937, 1949 - 1975		1,0213 [0,1662]		
1929, 1937, 1950, 1960, 1970 - 1996			1,1571 [0,1401]	
1938, 1949 - 1952, 1954				0,9248 [0,1966]

En general, la serie construida está más cerca de la serie del World Bank, la de la UCLA (1978) y la de CEPAL (1956). En el caso de la desviación el comportamiento es similar.

2.2.21 América Latina: 20 Países

Al agregar los consumos de los veinte países de América Latina, se obtiene.

Cuadro N° 2.42
América Latina (20 países):
Promedios décadas energías modernas, 1856 - 2003
(miles de toneladas de petróleo equivalentes)

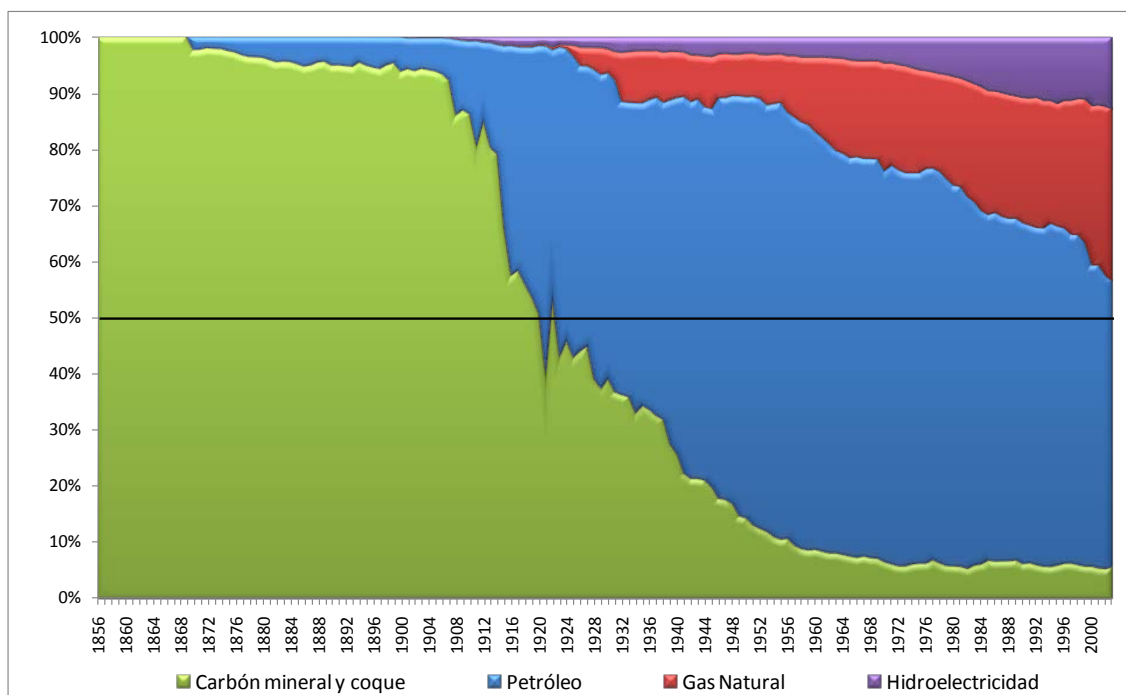
	Petróleo	Gas Natural	Carbón mineral y coque	Hidroelectricidad	Consumo Total Bruto
1856 - 1859	0	0	166	0	166
1860 - 1869	0	0	473	0	473
1870 - 1879	24	0	882	0	907
1880 - 1889	66	0	1.363	0	1.429
1890 - 1899	144	0	2.673	1	2.818
1900 - 1909	432	0	4.933	17	5.382
1910 - 1919	2.380	7	6.082	110	8.579
1920 - 1929	6.771	278	5.596	218	12.863
1930 - 1939	9.179	1.339	5.560	422	16.500
1940 - 1949	17.820	2.057	4.941	793	25.610
1950 - 1959	43.621	5.592	6.167	1.874	57.254
1960 - 1969	74.636	17.167	8.079	4.166	104.048
1970 - 1979	134.460	35.086	12.036	10.990	192.572
1980 - 1989	187.709	63.032	18.772	26.276	295.789
1990 - 1999	237.066	92.382	24.064	43.577	397.089
2000 - 2003	244.230	136.839	25.841	56.347	463.257

Fuente: Elaboración propia.

La historia del consumo de energías modernas latinoamericano a finales del siglo XIX, se caracteriza por un consumo casi exclusivo de carbón mineral, su lenta reducción en la participación de las energías modernas que da paso al uso intensivo del petróleo a mediados del siglo XX y finalmente, el comienzo del siglo XXI caracterizado por una canasta energética en la que el petróleo representa cerca del 50%, el gas natural el 30%, la hidroelectricidad el 13% y el carbón mineral el 5%. Todo ello con niveles de consumo de energías modernas que son 172 veces el promedio del nivel del consumo en la década de los años 1880's.

En el siguiente gráfico se presenta la composición de la canasta energética para Latinoamérica durante el período 1856-2003.

Gráfico N° 2.41
Participación Energías Modernas, 1856 - 2003
 (en porcentaje)



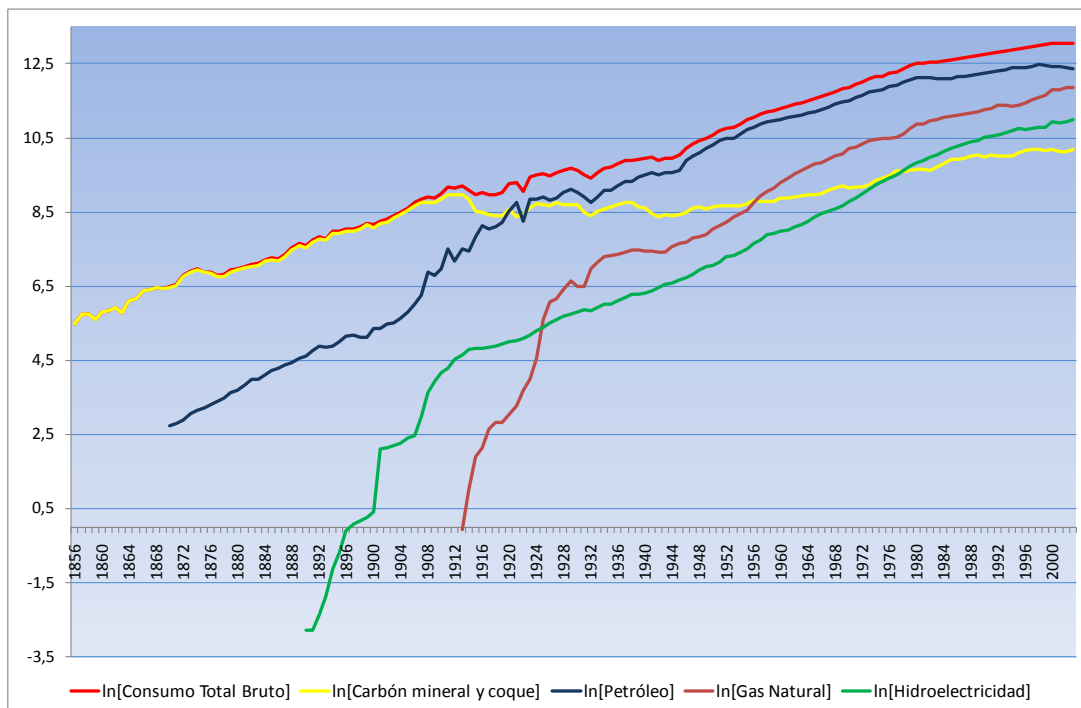
Fuente: Elaboración propia.

La tendencia de las tasas de crecimiento del consumo de energías modernas está influenciada fuertemente por el consumo de petróleo (ver gráfico siguiente), así por ejemplo a comienzos del siglo XX la tasa de crecimiento del consumo de petróleo se acelera fuertemente para reducirse un poco en la década de los años 1920's, para volver a acelerarse a mediados del siglo XX y desacelerarse finalmente en la década de los años 1970's.

La hidroelectricidad y luego el gas natural, presentan una aceleración de las tasas de crecimiento a comienzos del siglo XX, pero en el caso del gas natural la fase de expansión es más larga (llega hasta finales de la década de 1920). A mediados del siglo XX, se observa un nuevo quiebre en las tendencias previas, lo que permite que estas fuentes de energía tengan una participación cada vez mayor en la canasta energética latinoamericana.

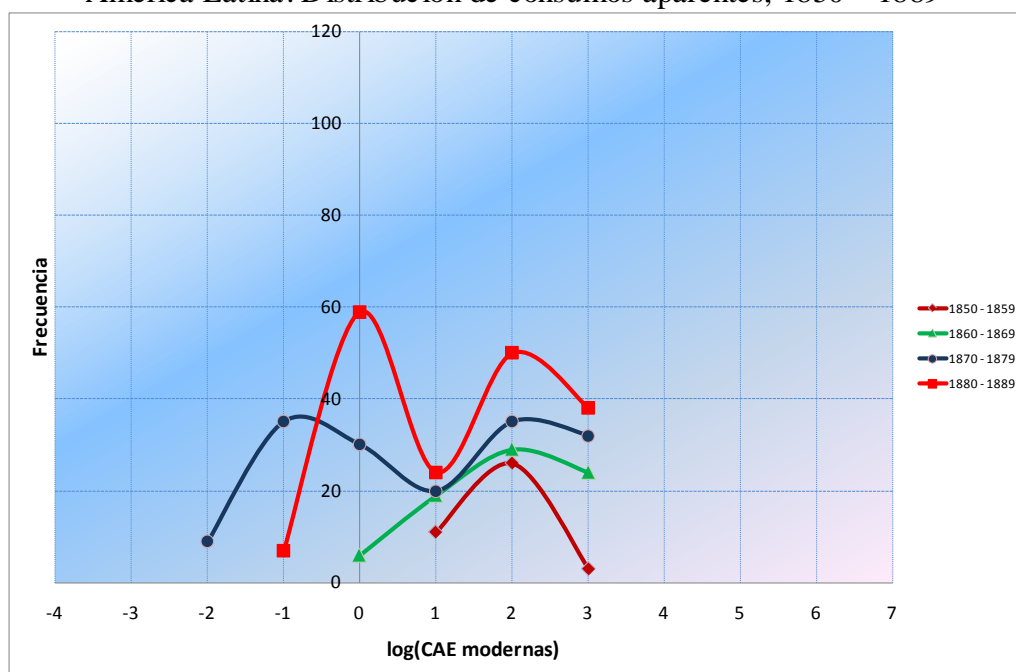
Paralelamente a lo indicado en los párrafos anteriores, avanzado el siglo XX el crecimiento en el consumo de carbón mineral se reduce, manteniéndose relativamente constante hasta la década de los años 1970's, que tras la primera crisis del precio del petróleo, su tasa de crecimiento se acelera un poco.

Gráfico N° 2.42
América Latina: Energías Modernas, 1856 - 2003
(en logaritmo natural)



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 2.43
América Latina: Distribución de consumos aparentes, 1850 – 1889



Fuente: Elaboración propia.

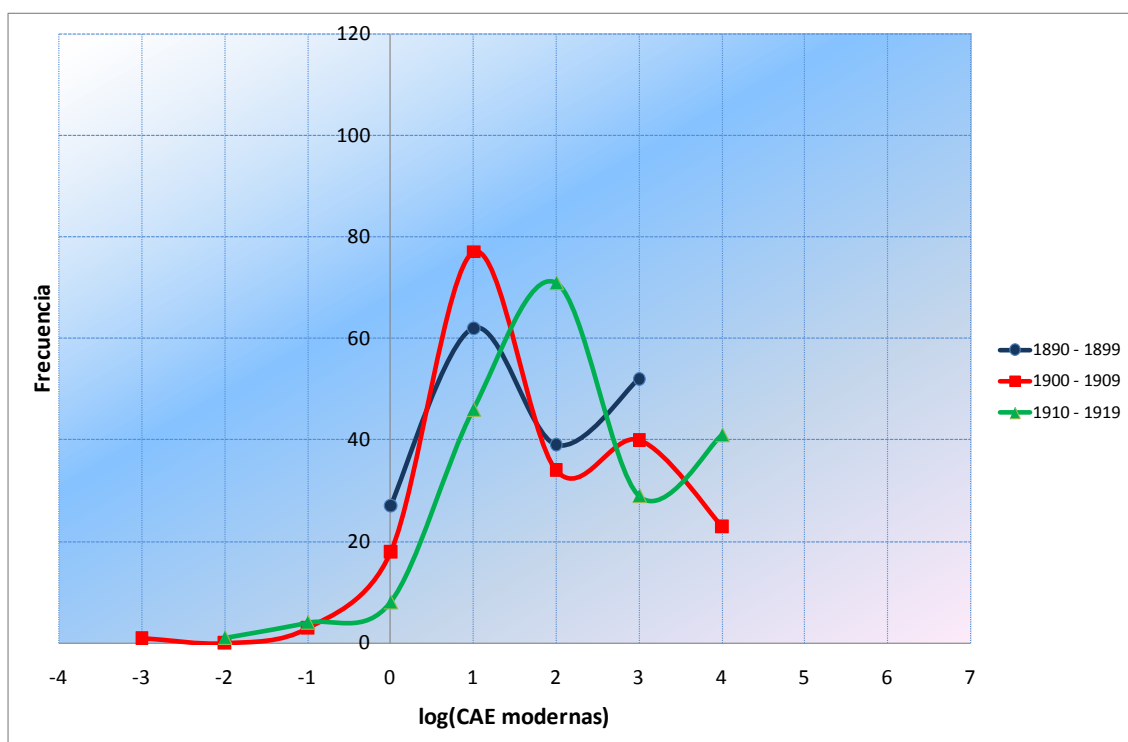
Nota: En el eje horizontal se muestra el consumo de energías en logaritmos en base 10, lo que permite una escala más fácil de manejar, así por ejemplo para mil TEP el logaritmo en base 10 es cero y para 1 millón de TEP el logaritmo es 3. En el eje vertical se mide el número de casos observados en cada período. Finalmente, la distribución se obtiene con toda la información disponible en cada década para cada uno de los rangos de consumo definidos.

Desde mediados y hasta finales del siglo XIX los consumos latinoamericanos de los países considerados en esta investigación son dispares, destacando la distribución bimodal en las décadas de 1870-1879 y 1880-1889.

A medida que avanza el siglo XX el comportamiento en los consumos de energías modernas sigue siendo heterogéneo. Por ejemplo en las décadas de 1890 a la de 1910, destaca la distribución bimodal, que representa lo dispar de los consumos de energías modernas de los países latinoamericanos.

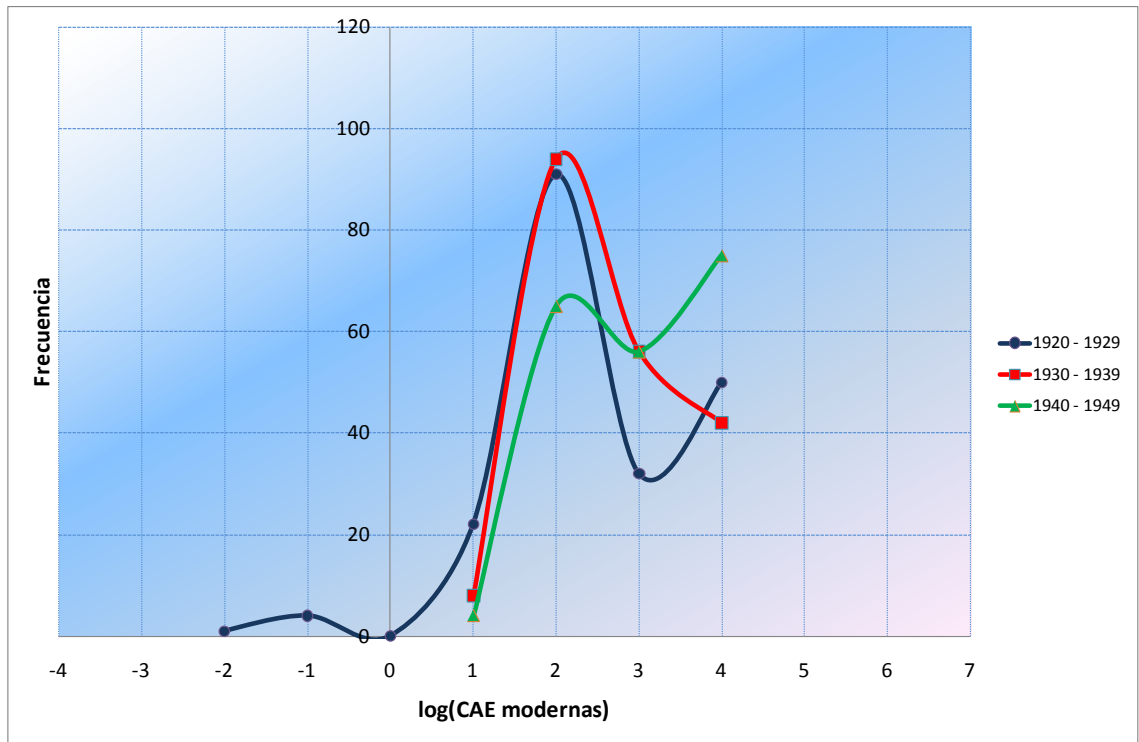
La década de los años 1940's, es un poco diferente a las décadas previas, pero parece ser la antesala de un cambio en el comportamiento agregado de la región.

Gráfico N° 2.44
América Latina: Distribución de consumos aparentes, 1890 - 1919



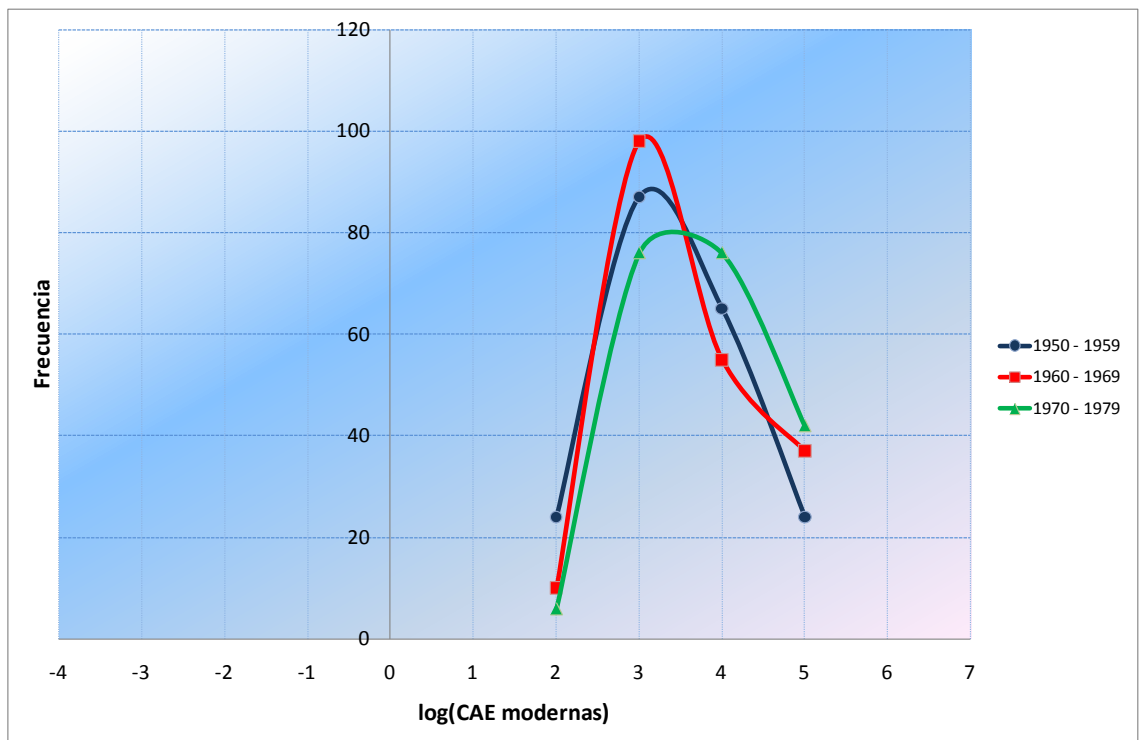
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 2.45
América Latina: Distribución de consumos aparentes, 1920 - 1949



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 2.46
América Latina: Distribución de consumos aparentes, 1950 - 1979

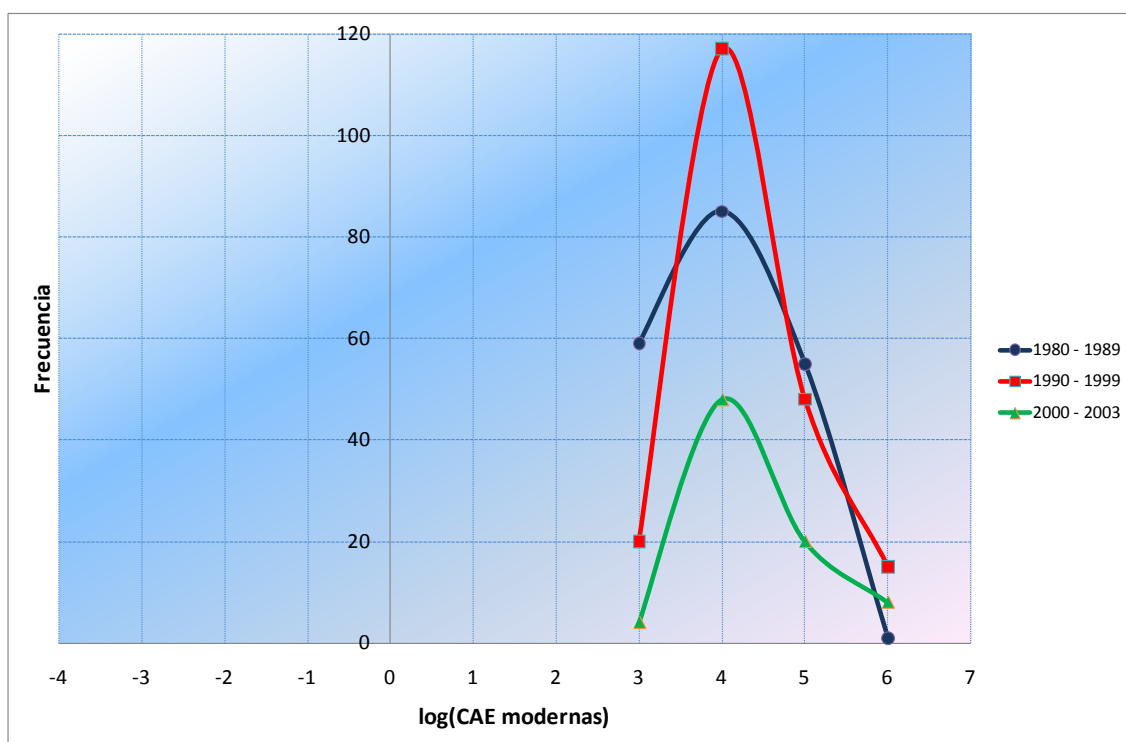


Fuente: Elaboración propia.

La década de 1950 marca comportamientos promedios en el consumo de energías modernas más homogéneos, por ello la distribución del gráfico anterior presenta una mayor cantidad de casos centrados en la media.

La crisis del petróleo de los años 1970's altera los consumos promedios, se observa en el gráfico anterior una distribución más baja y más ancha, es decir, hay más casos en los extremos que en el centro de la distribución.²⁸

Gráfico N° 2.47
América Latina: Distribución de consumos aparentes, 1980 - 2003



Fuente: Elaboración propia.

Nota: El período 2000-2003 no se puede comparar directamente con las décadas previas, ya que la cantidad de información no es la misma. En este caso lo relevante es sólo la forma de la distribución.

En las décadas finales del siglo XX, el consumo promedio de energías modernas ha aumentado (nótese que las distribuciones de consumo se han desplazado hacia la derecha) y los consumos promedios de los países están más cercanos al promedio.

En términos generales y sólo con esta información, se puede indicar que los consumos de los países latinoamericanos de energías modernas han tendido, a lo largo del siglo XX, a converger al promedio de la región. Los capítulos siguientes deben permitir precisar esta aseveración.

²⁸ Cuando se analice el consumo de energías modernas al interior de Latinoamérica se podrán identificar los patrones de consumo que están presentes y se profundizará en los detalles que permitan explicar esta característica detectada.

Capítulo 3

El consumo Latinoamericano de energías modernas

A lo largo de la historia las economías han podido crecer y desarrollarse en la medida que han sido capaces de acceder a la energía en condiciones y precios razonables. Por ello la energía cumple un rol en la vida moderna importante, pero a veces nos olvidamos de ella y sólo tomamos conciencia de su existencia e importancia cuando nos vemos privados o limitados de usarla.

En la historia económica latinoamericana se sabe muy poco de los patrones de consumo energético de los países que forman esta región del planeta, a pesar de la importancia que este conocimiento tiene para la historia económica y ambiental.²⁹ Esta investigación busca cubrir el vacío que existe al respecto y para ello se centra en el estudio de la evolución del consumo energético primario para una muestra de 20 países latinoamericanos³⁰ cubriendo el período 1880-2003³¹ y se analiza su comportamiento agrupándolos en grupos homogéneos con la finalidad de verificar la hipótesis de convergencia y caracterizar los patrones de consumo de energías modernas per cápita.

Para un período más corto (1950-2003), se prueba la hipótesis de convergencia al interior del grupo de países Latinoamericanos y entre continentes y para ello se agrega información de 69 países a la muestra inicialmente construida, luego la muestra se organiza según los niveles promedio del PIB per cápita del período y finalmente, se analiza lo que ocurre cuando se agrupa los consumos per cápita según la disponibilidad de combustibles fósiles (carbón mineral, petróleo y gas natural) en sus territorios.

En todos los casos se obtiene evidencia de que los niveles y tasas de crecimiento de los consumos de energías modernas per cápita de los países latinoamericanos son diferentes a las observadas en otros grupos de países (países agrupados según continente, niveles promedio de PIB per cápita y si poseen o no combustibles fósiles en sus territorios).

²⁹ Los antecedentes están en CEPAL (1956) y lo han continuado recientemente Rubio, M. y M. Folchi (2005), Yáñez, C. *et al.* (2006), Folchi, M. y M. Rubio (2006) y Yáñez, C. y A. Carreras editores (2012).

³⁰ Para el período 1950-2003 la muestra de países Latinoamericanos se amplía a 22 y se complementa con información de países de otros continentes.

³¹ Es amplió la cobertura del análisis para aprovechar las series construidas. La serie de Paraguay se inicia en el año 1900 y la de Panamá en 1904 cuando se separa de Colombia. Se utiliza un período más corto que en el capítulo anterior, porque se tiene una muestra más amplia de países con información disponible.

El objetivo de este capítulo es extraer lecciones que nos permitan tener elementos de análisis al momento de explicar el crecimiento económico latinoamericano desde la perspectiva de los consumos aparentes de energías modernas.

Este capítulo se divide en cinco apartados, el primero se dedica a una caracterización del consumo de energías en Latinoamérica para el período 1880-2003, en el segundo se identifican los patrones de consumo de energías modernas, el tercero analiza la convergencia de los consumos aparentes de energías modernas per cápita, el cuarto apartado se centra en el comportamiento latinoamericano en el contexto internacional cubriendo el período 1950-2003 y finalmente, el quinto apartado se dedica a las conclusiones y comentarios finales.

3.1 Consumo latinoamericano de energías modernas

3.1.1 El consumo de energías modernas en América Latina, una mirada general

La muestra de países latinoamericanos incluidos en esta investigación está formada por 20 países: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, México, Nicaragua, Paraguay, Panamá, Perú, Uruguay y la República Bolivariana de Venezuela³².

Aún cuando es posible disponer de series del consumo aparente de energías modernas³³ desde la primera mitad del siglo XIX para algunos países de la muestra, se tomó la decisión de centrar el análisis en el período 1880 – 2003, porque se dispone de series para la mayoría de los países de la muestra con la excepción de Paraguay y Panamá.

La composición y crecimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita³⁴ latinoamericano ha cambiado a lo largo de los 123 años que cubre esta investigación, tal como se observa en el gráfico siguiente.

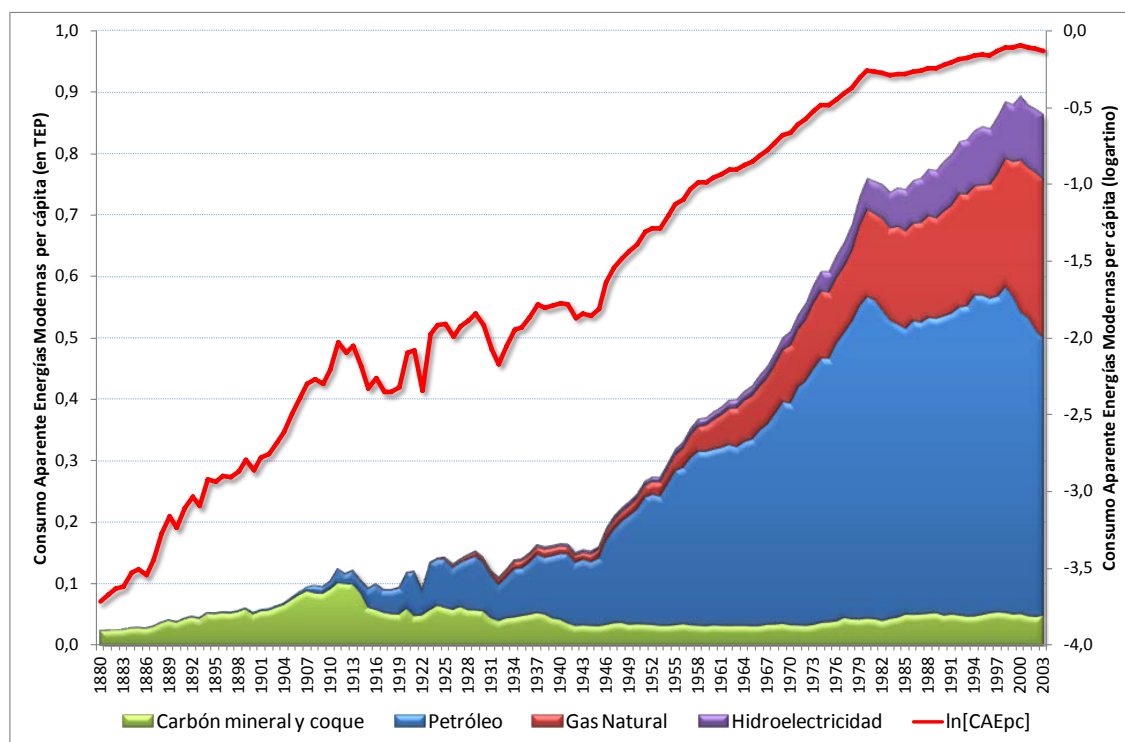
La serie construida que se presenta en el Gráfico N° 3.1 muestra el comportamiento anual del consumo de energías modernas per cápita para el conjunto de 20 países en niveles (eje izquierdo) y la tasa de crecimiento de largo plazo a través de la serie en logaritmo (eje derecho).

³² En algunas partes de este documento por razones de espacio sólo se utiliza Venezuela.

³³ En el capítulo anterior se explica con detalle las fuentes, extensión y forma en que se construyen las series de energías modernas.

³⁴ Las series de población para los 20 países latinoamericanos se obtuvieron de la base de datos de Yáñez, C. *et al.* (2012).

Gráfico N° 3.1
Consumo Aparente de Energías Modernas, composición y crecimiento
(en TEP y logaritmo natural)



Fuente: Elaboración propia con la información del capítulo 2.

En Latinoamérica en el año 1880, el consumo aparente de energías modernas per cápita promedio era de 0,024 TEP y en el año 2003 se eleva a 0,879 TEP (36,1 veces el nivel del año inicial), con esto la brecha entre el menor y mayor consumo per cápita pasa de 1:4.350 en 1880 a 1:32 en el año 2003. Este resultado muestra la tendencia a un comportamiento más homogéneo en el consumo aparente de energías modernas per cápita en América Latina.

En el gráfico anterior destaca que el nivel del consumo de energías modernas comienza a crecer más rápidamente a partir del año 1945, representando 6,7 veces el nivel de 1880.

Las diferentes tasas a las que ha crecido el consumo aparente de energías per cápita entre 1880 y 2003, definen un conjunto de períodos históricos característicos en la historiografía latinoamericana.³⁵

³⁵ Para determinar estadísticamente estos quiebres, se utilizó la metodología explicitada en Pons, J. y D. Tirado (2006), Bai, J. y P. Perron (2003a y 2003 b) disponible en Eviews 7.1. Una explicación más detallada de esta metodología se encuentra en el Anexo N° 3.1 de esta tesis. El análisis se realizó en tres etapas, la primera consideró todo el período en análisis (1880-2003) con lo que obtuvo los quiebres en los años 1913 y 1931, en la segunda etapa se volvió a aplicar el método a la muestra del período 1931-2003 y se obtuvo los quiebres de los años 1941 y 1951, finalmente para la muestra entre los años 1951-2003 se obtuvieron los quiebres de los años 1958 y 1980.

En el siguiente cuadro se resumen los períodos determinados y las respectivas tasas de crecimiento del consumo aparente de energías modernas. Los quiebres detectados definen siete períodos con tasas de crecimiento en el consumo aparente de energías modernas per cápita distintas. Los nombres de las etapas son una modificación de los indicados en J. Jofré (2008a) y se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 3.1
Tasas de crecimiento del Consumo Aparente de Energías Modernas
(tasa de crecimiento anual en porcentaje y niveles en TEP)

Período	Tasa de crecimiento CAEM per cápita (%)	CAEM per cápita promedio (en TEP)	Tasa de crecimiento CAEM total (%)	CAEM total promedio (miles TEP)
1880 – 2003	3,0	0,548	5,1	5.358
1880 – 1912 Primera globalización	5,2	0,065	7,0	200
1913 – 1930 Entre guerras pre Gran Depresión	0,8	0,126	2,6	563
1931 – 1940 Entre guerras post Gran Depresión	3,4	0,149	5,3	854
1941 – 1950 Etapa clásica (I) de la industrialización dirigida por el Estado	4,4	0,194	7,1	1.374
1951 – 1957 Etapa clásica (II) de la industrialización dirigida por el Estado	4,8	0,307	7,7	2.732
1958 – 1979 Etapa madura de la industrialización dirigida por el Estado	3,3	0,529	6,0	7.083
1980 – 2003 Era neoliberal	0,6	0,828	2,4	18.295

Fuente: Elaboración propia.

Nota: La tasa de crecimiento anual se calcula con los puntos extremos de cada período.

La periodización no se aparta de lo que autores como Bulmer-Thomas, Angus Maddison y Rosemary Thorp han definido en sus obras. Así, por ejemplo, Víctor Bulmer-Thomas (1994) distingue en la historia económica latinoamericana³⁶ los siguientes períodos: 1850-1914 “crecimiento guiado por las exportaciones”, 1915-1929 “la caída del viejo orden”, 1930-1939 “cambio estructural en los treinta”, 1940-1949 “la guerra y el nuevo orden económico internacional”, 1950-1959 “el desarrollo hacia adentro (sustitución de importaciones) en el período de la posguerra”, 1960-1981 “nuevas estrategias comerciales (promoción de las exportaciones no tradicionales) y crecimiento basado en la deuda”, 1982-1990 “la deuda, el ajuste y la recuperación”.

Angus Maddison (1995, 2005b) distingue cinco grandes períodos en el desarrollo del capitalismo: 1820-1870 “fase inicial del desarrollo capitalista”, 1870-1913 “fase del antiguo orden”, 1913-1950 “período entre guerras” a su vez se

³⁶ Los nombres utilizados en esta tesis no corresponden exactamente a los que indica el autor, ya que no asigna nombres a los períodos.

diferencian cuatro subperíodos (1913-1929, 1929-1938, 1938-1944 y 1944-1949), 1950-1973 “época dorada”, 1973 en adelante “período neoliberal”.

Por otra parte Rosemary Thorp (1998), distingue cuatro grandes períodos historiográficos en la historia económica latinoamericana del siglo XX: (i) 1900 – 1913: este es un período de expansión (apoyado por la exportación de productos básico) en sintonía con la fase de crecimiento económico mundial que se inicia a partir de 1850, (ii) 1914 – 1945: período de rupturas y experiencias. Este período se subdivide en lo ocurrido antes de la Gran Depresión (1914-1929) donde el factor del crecimiento económico es el comercio exterior y el período posterior hasta la Segunda Guerra Mundial (1929-1945), (iii) 1945 – 1973: período de industrialización y expansión del papel del Estado, este es el período de más alto crecimiento económico y (iv) 1973 en adelante: período de crecimiento mediante deuda, desastre y reorientación. Este período se puede dividir en 1972-1981 y 1982 en adelante, cuando se produce la crisis de la deuda.

La comparación entre la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas total y la tasa de crecimiento per cápita muestra que la diferencia entre estas dos tasas es relativamente constantes e igual a 1,8% entre los períodos 1880-1940 y 1980-2003 y es igual a 2,7% durante el período 1941-1979. Esta diferencia se puede interpretar como la tasa de crecimiento del consumo de energías modernas asociada a la actividad económica (explicación por el lado de la oferta agregada) más que el crecimiento del consumo vinculado a la demanda de energía de los hogares (explicación por el lado de la demanda agregada) y lo que ocurre con la intensidad energética.

Bajo esta perspectiva, períodos como el de 1913-1930 donde la tasa de crecimiento anual del consumo aparente de energías modernas total alcanza el 2,6%, el 70% de este crecimiento se puede explicar por un impulso de la actividad económica que tiene su origen en la recuperación de las economías latinoamericanas de las consecuencias indirectas³⁷ de la Primera Guerra Mundial en especial a partir de la década de los años 1920's donde se eleva la tasas de inversión, principalmente en el sector agro-industrial y minero.³⁸ Algo similar ocurre en los períodos 1958-1979 y 1980-2003, donde la contribución de la actividad económica a la tasa de crecimiento anual del consumo aparente de energías modernas alcanza el 45% en el primer período y el 76% en el segundo. Para el resto de los períodos la contribución de la población al consumo de energías modernas tiene un peso mayor y está entre el 74% en el período 1880-1912, 64% en el período 1931-1940 y 62% en los períodos 1941-1950 y 1951-1979.

La evidencia anterior es el reflejo de cómo las fuerzas del lado de la oferta y la demanda están presentes en el comportamiento del consumo aparente de las energías modernas. Así una alta tasa de crecimiento de un período, por ejemplo

³⁷ En el caso de los países centroamericanos (Costa Rica, Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua) la Primera Guerra Mundial significó una reducción en los términos de intercambio en especial de los países que producían y exportaban café debido a la reducción de la demanda como consecuencia de precios más altos en Europa, Notten, F. (2012: p. 103).

³⁸ Ver Tafunell, X. (2012: p. 75) para una explicación más detallada sobre la inversión en equipos. Para los países centroamericanos ver Notten, F. (2012).

1880-1912, refleja una aceleración de las demandas de energías de los hogares (lado de la demanda) y en el otro extremo, una tasa de crecimiento como la del período 1958-1979 del consumo aparente de energías modernas total está influenciada por una mayor demanda de energías modernas de las empresas (lado de la oferta). Este es un análisis muy simple que esboza en términos generales lo que ocurre con esta variable en el tiempo, pero que requiere de un análisis más exhaustivo a nivel sectorial para determinar cuáles son las fuerzas que dominan su comportamiento, tal como lo han realizado Bertoni, R. (2011, 2010) para el caso de Uruguay y Kander, A. (2002) para el caso de Suecia.

El análisis de las tasas de crecimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita muestra que las tasas más altas están en el período de la primera globalización (5,2% anual) y en la etapa clásica de la industrialización dirigida por el Estado (4,8% y 4,4% anual), los períodos con tasas de crecimiento moderadas se observan en el período post Gran Depresión (3,4%) y en la etapa madura de la industrialización dirigida por el Estado (3,3% anual). Finalmente, las tasas más bajas de crecimiento se observan en el período entre guerras pre Gran Depresión (1913-1930) con el 0,8% anual y la era neoliberal (1980-2003) con el 0,6% anual. Esta evidencia está en línea con lo que se ha escrito para la historia económica latinoamericana.

La evidencia reportada muestra el quiebre en la historia económica latinoamericana que provocó la Primera Guerra Mundial que cierra la era del crecimiento apoyado en las exportaciones y la Gran Depresión que se traduce en políticas económicas más proteccionistas. Por el contrario, cuando observamos lo ocurrido en la Segunda Guerra Mundial, no hay un crecimiento negativo como en las crisis anteriores.

Cuando nos centramos en los períodos de recuperación de las Guerras Mundiales (1913-1930 y 1941-1957), destaca que en el segundo período las tasas de crecimiento son mucho mayores, este resultado está marcado por las diferentes estrategias de política económica adoptadas por los países latinoamericanos y por el grado de integración a la economía mundial. Muy probablemente, el crecimiento mayor del consumo de energías modernas del período 1941-1957 está vinculado con las políticas de industrialización sustitutiva de importaciones que se adoptaron en los países latinoamericanos en ese período, por ejemplo así lo indica Bertoni, R. (2010: pp. 63-64) para el caso de Uruguay y agrega otro factor en la explicación y es el efecto de la expansión de la electrificación de los hogares.

Dentro del período de industrialización dirigida por el Estado, la etapa de madurez de esta estrategia de crecimiento económico (1958-1979) presenta las menores tasas de crecimiento del consumo de energías modernas per cápita, con una tasa de crecimiento de 3,3% versus una tasa de 4,8% del período anterior. En este período las reducciones en el consumo energético se pueden asociar al impacto de dos factores, el primero las debilidades del proceso ISI y el segundo, el primer shock en el precio del petróleo que para países altamente dependientes de fuentes externas de combustibles (que eran la mayoría de los países de la región) significó un aumento sustancial de los costos de producción,³⁹ ya que en el corto plazo no

³⁹ En esta investigación no se construyó el precio de las energías modernas para la muestra de países, ya que esto en si es otra investigación de largo aliento que se escapa al objetivo de esta

es posible sustituir energía y capital, pero sí en el largo plazo, porque se van incorporando al mercado bienes de capital más eficientes que utilizan menos energía, Gómez-López, C. y L. Puch (2008: p. 15).⁴⁰

El impacto de los shocks en el precio del petróleo en los países difiere si se trata de: (i) países en desarrollo y desarrollados, ya que los países en desarrollo tienen un sector manufacturero más intensivo en energía como proporción del PIB y utilizan la energía menos eficientemente, además son países menos diversificados, Aldunate, F. y J. Casassus (2010: p. 1); (ii) países con una baja aversión al riesgo que consumen una proporción más alta de su riqueza que los países desarrollados debido al efecto sustitución. En el caso de países altamente aversos al riesgo, se reduce el consumo porque hay un efecto ingreso negativo y (iii) en el caso de países importadores de petróleo se reduce su consumo, porque se reduce la productividad del capital, Aldunate, F. y J. Casassus (2010: p. 2).

El período de la era neoliberal (1980-2003) se inicia con un cambio en las condiciones internacionales del mercado de los combustibles (segundo shock en el precio internacional del petróleo), Latinoamérica cae en lo que se ha llamado la “década perdida” y a lo que se agrega una serie de shocks internos (gobiernos militares y guerras internas). En este período como consecuencia de los problemas de la deuda externa, los países Latinoamericanos aplican planes de estabilización y programas de ajuste estructural impuestos por los organismos internacionales a cambio de recibir los recursos necesarios para recuperar las economías, pero con resultados dispares.

En el gráfico N° 3.2 se observa que a partir de la primera década del siglo XX el petróleo comienza a tener un peso cada vez más importante en la canasta de energías modernas de los países Latinoamericanos alcanzando su máxima participación a finales de la década de los años 1970's, paralelamente el carbón mineral comienza a reducir sistemáticamente su importancia relativa.

La Primera Guerra Mundial provocó un quiebre en la participación del carbón mineral dentro del total de energía consumida en la región.⁴¹ La guerra del catorce que siempre se ha analizado desde el punto de vista negativo para el comercio y las finanzas internacionales, vista ahora desde la perspectiva del consumo aparente de energías modernas puede considerarse como un elemento con efectos modernizadores, en la medida que impulsó la transición energética (carbón por petróleo) de la mano de la penetración de los Estados Unidos en las ramas del

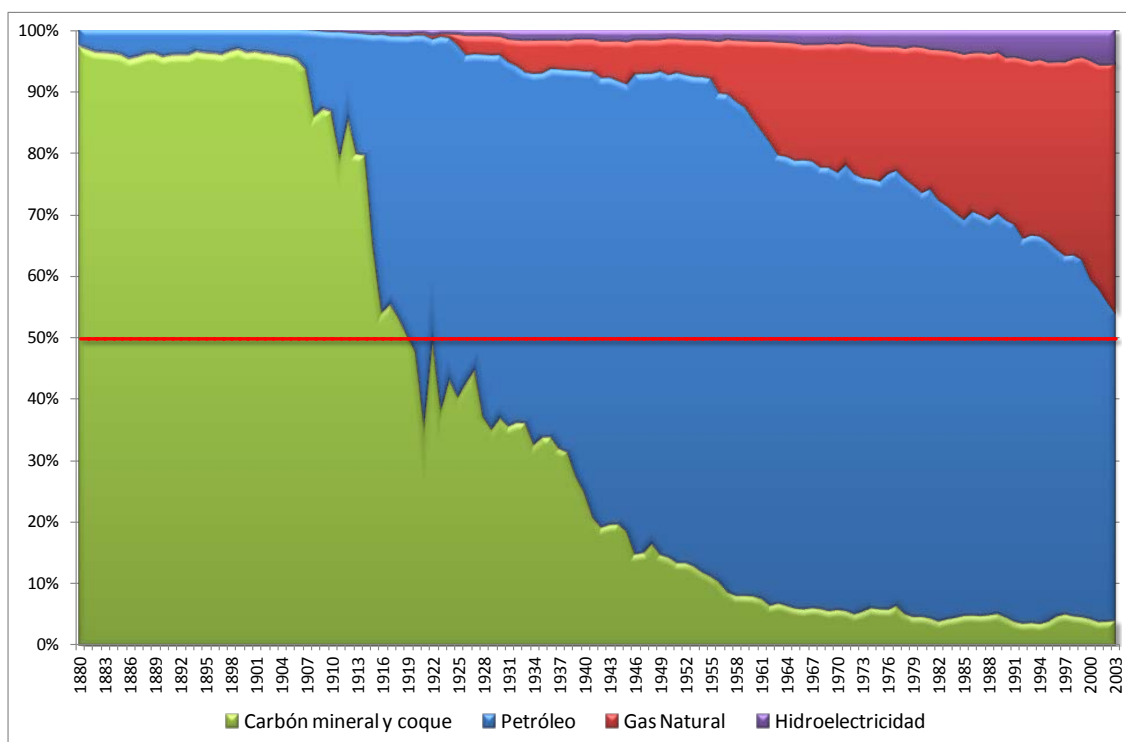
tesis. A falta de estas series en el Anexo N° 3.2 se presentan los precios observados en el mercado estadounidense que sirve de referencia de la magnitud de los aumentos en el precio del petróleo..

⁴⁰ En trabajos empíricos para Estados Unidos como el de Kilian, L. (2008) y el de Bernstein, M.A. y J. Griffin (2006) se observa que el precio de la energía importa más que otros bienes en el proceso productivo, porque la demanda por energía es relativamente inelástica.

⁴¹ Folchi, M. y M. Rubio (2006: p. 14) destacan para una muestra de once países (Argentina, Brasil, Chile, Cuba, Uruguay, República Dominicana, Costa Rica, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Haití) y para el período 1890-1950's que: “...se produjo un aumento significativo y generalizado del consumo de combustibles fósiles, aunque a desigual ritmo entre los países y sin que se aprecie una tendencia a converger entre ellos ... Otro hecho que destaca es el impacto de los episodios de crisis internacionales: 1914-1919, 1929-1932, 1939-1944, que se produjo en todos los países, llegando a ser muy profundo en casos como el de El Salvador, Haití y Honduras (durante la crisis del '29), Argentina (durante la primera guerra mundial) o Uruguay (en ambas coyunturas)...”

transporte terrestre y marítimo y de algunas actividades mineras intensivas en energías modernas.⁴²

Gráfico N° 3.2
Composición de las energías modernas: 1880 – 2003
(en porcentaje respecto del total de energías modernas)



Fuente. Elaboración propia

La transición del carbón al petróleo, como se observa en el gráfico anterior, ocurre antes del año 1930 tal como señalan Folchi, M. y M. Rubio (2006: pp. 17-18):

“...la sustitución del carbón por petróleo ocurre en Latinoamérica muy precozmente (en el tiempo y en relación a los niveles de PIB alcanzados) [en 1925 se había completado], en comparación a lo ocurrido en los países industrializados...”

Además,

⁴² Durante la Primera Guerra Mundial, Estados Unidos penetró fuertemente en los mercados latinoamericanos ocupando los nichos de oportunidad que producía la contracción comercial de los países beligerantes. Se puede decir que es una época en la que los motores a combustión fabricados en Estados Unidos se impusieron a la tecnología europea, sobre todo británica que había ganado terreno antes con las máquinas de vapor que se utilizaban en buques y locomotoras. Es también en estos años cuando los automóviles norteamericanos se terminan de imponer a los europeos, impulsando el transporte rodado de carretera, consumidor únicamente de combustibles derivados del petróleo. Pero la capacidad de Estados Unidos iba más allá del desplazamiento de los proveedores europeos de América Latina, el dinamismo estadounidense explica también las inversiones de capitales norteamericanos en la producción de cobre chileno, por ejemplo, modernizando la minería chilena con la puesta en funcionamiento de la mina de El Teniente, la más grande del mundo en su época.

“...en todos los casos se confirma el proceso de transición energética, [y] ni la experiencia estadounidense ni la europea sirven como modelos para interpretar la experiencia latinoamericana, ni en términos de trayectoria: mucho más oscilante en los casos latinoamericanos, ni de cronología: mucho más temprana en casos latinoamericanos, ni de velocidad del proceso: muy variable en los casos latinoamericanos...”

En la experiencia latinoamericana de la transición del carbón mineral al petróleo se observan tres diferentes patrones:

- a) Países en que se sustituye carbón por petróleo definitivamente a partir de un año determinado:⁴³ Argentina (1928), Costa Rica (1921), Cuba (1920), República Dominicana (1921), Nicaragua (1906), Panamá (1919) y Uruguay (1930).
- b) Países en que el carbón no se sustituye completamente por el petróleo: Brasil (1934-1937, 1943, 1946-2003), Chile (1954-1960, 1964-1999), Haití (1893, 1900-1908, 1914-2003), Guatemala (1890-1894, 1909-1910, 1912-2003), Honduras (1890-1897, 1917-2003), Perú (1923-1925, 1941, 1944-2003) y México (1915-1921, 1923-2003).
- c) Países con numerosos períodos en que el petróleo supera el 50% de participación:⁴⁴ Bolivia (1902-1911, 1927-1994), Colombia (1920-1929, 1947-1971), Ecuador (1917-1931, 1933-2003), El Salvador (1900-1912, 1922-2003), Paraguay (1901-1917, 1927-2003) y la República Bolivariana de Venezuela (1926-1963, 1978-1985).

Una vez que el petróleo alcanza el liderazgo dentro de las energías modernas en 1920 (más del 50% de la participación en el total de energías modernas), logra su máximo nivel de participación en la década de los años 1950's (con una participación promedio del 80%) manteniendo su importancia sobre el 70% hasta finales de la década de los años 1970's. Las dos décadas siguientes son de una reducción en la participación: en la década de los años 1980's alcanza al 66% y en la de los años 1990's el 61%. En los primeros años del siglo XXI la participación del petróleo en la canasta de energías es del 53%.

Este comportamiento se explica por la existencia en la región de nueve productores de petróleo,⁴⁵ donde la primera posición la tiene la República Bolivariana de Venezuela, luego le siguen México, Argentina, Brasil, Colombia y Ecuador. En este caso, fueron los shocks del petróleo, a partir de la década de 1970, los que favorecieron e incentivaron a los países con capacidad de explotación de sus yacimientos petroleros a explotarlos, a diferencia de los países que son altamente dependientes del sector externo para abastecerse de energías, que tuvieron incentivos a una diversificación de su canasta energética.

A partir de la década de los años 1980's la configuración de las fuentes primarias de energía ha cambiado. La hidroelectricidad aumenta su participación a niveles del 3%, el carbón se mantiene con una participación en torno al 5% y la novedad

⁴³ Entre paréntesis se presenta el año en que el petróleo tiene una participación en la canasta de energías modernas superior al 50%.

⁴⁴ Sólo se hará referencia a los períodos más extensos.

⁴⁵ Ver Bucheli, M. (2010) para una breve reseña de la historiografía de la industria petrolera latinoamericana.

está en el fuerte impulso del gas natural, que pasó de tener una participación del 23% en esta década a una participación del 41% al final del período de análisis.

La producción de gas natural en la región se concentra en cuatro países: República Bolivariana de Venezuela, Argentina, México y Bolivia. Este último país tiene un comportamiento discreto con un peso relativo que osciló alrededor del 4% en los últimos 20 años de este análisis.

Termina el siglo XX con una combinación de energías modernas más amplia, pero el petróleo mantiene su mayor participación, le sigue el gas natural, la hidroelectricidad y el carbón mineral.

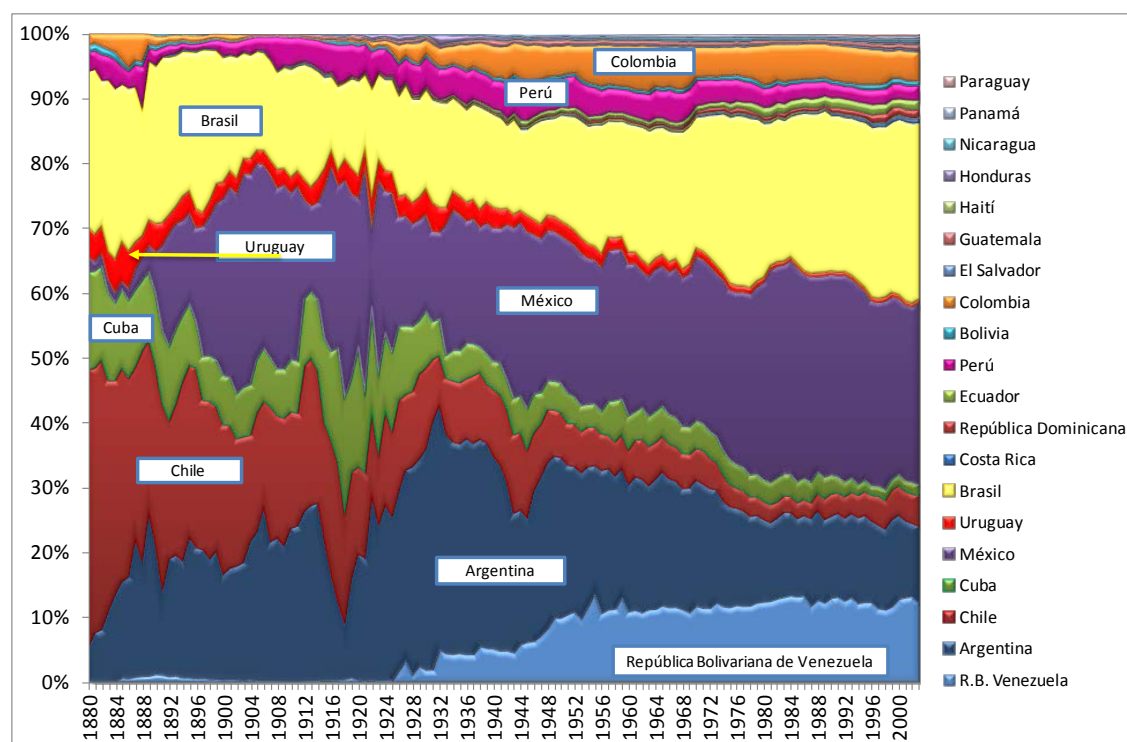
Finalmente, en el caso de la electricidad generada por centrales nucleares,⁴⁶ en Latinoamérica sólo existen en Argentina, Brasil y México y se observa un lento crecimiento.

3.1.2 El consumo de energías modernas en Latinoamérica, una mirada por países

Al analizar la muestra de 20 países latinoamericanos se observa la heterogeneidad en los comportamientos del consumo de energías modernas. Desde una perspectiva comparada y en una visión de muy largo plazo, destaca que en 1880 el 94% del consumo de energías modernas de la región (que corresponden a 1.005.680 TEP) se realizaba por seis países (Argentina, Brasil, Cuba, Chile, México y Uruguay), tal como se observa en el gráfico N° 3.3.

⁴⁶ En las series utilizadas este tipo de energía está sumándose a la hidroelectricidad.

Gráfico N° 3.3
Importancia por país dentro del consumo latinoamericano
de energías per cápita: 1880 – 2003
 (consumo per cápita ponderado por población)



Fuente: Elaboración propia

Al comienzo del siglo XXI estos seis países concentran el 74% del consumo de energías modernas de la región y corresponden a 344.649.381 TEP. A este grupo de países se agrega Colombia y la República Bolivariana de Venezuela con lo que los ocho países concentran cerca del 91% del consumo total de energía de la región y sigue existiendo un grupo de diez países cuyos consumos de energía son bajísimos, en el extremo está Haití que para el año 2003 tenía un consumo de 553.000 TEP anuales, que si se compara con el país de mayor consumo la brecha es de 1: 236,8 veces. En términos per cápita la brecha es de 1:32,4 veces.

La importancia de los mayores consumidores de energía dentro de la región se mantiene con pocas variaciones hasta finales de la década de los años 1920 cuando la escala de explotación de los yacimientos petroleros en México y la República Bolivariana de Venezuela les permite participar en los mercados mundiales de los combustibles. Las explotaciones petroleras en la República Bolivariana de Venezuela permiten que su participación en los consumos per cápita de la región pasen de representar menos del 1% del total de energía consumida, a un promedio de 11% en los años 1950 y a un 13% al finalizar el siglo XX.

En esta visión de largo plazo, destaca la sistemática reducción de la participación en el consumo aparente de energías modernas de Latinoamérica de Chile,

Uruguay,⁴⁷ Argentina y Cuba, a favor de México y la República Bolivariana de Venezuela, y en parte de Brasil, país que pierde participación cuando se trata de las cifras per cápita en relación a las cifras absolutas. Esta situación se explica por tasas de crecimiento más lentas en el consumo de energías de estos países en relación al resto de países de la muestra que comienzan a elevar sus consumos de energías modernas per cápita más rápidamente.

3.2 Patrones de consumo de energías en Latinoamérica

La evidencia previa da pistas de la heterogeneidad al interior de Latinoamérica, por lo que para obtener los patrones de consumo de energías modernas, se utiliza un criterio estándar que respeta la especificidad de cada país y a la vez, refleja los aspectos comunes.

El criterio de agrupación consiste en dejar en una misma categoría los países con niveles de consumo per cápita en 1890⁴⁸ similares y comportamiento de largo plazo de la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita parecido, resultando cuatro grupos:

- **Grupo 1: “Grandes consumidores y productores de petróleo”**. Son países con bajo consumo aparente de energías modernas per cápita inicial, con expansión explosiva y tasas decrecientes a largo plazo. En este grupo está sólo la República Bolivariana de Venezuela.
- **Grupo 2: “Grandes consumidores de energías modernas”**. Son países con consumo aparente de energías modernas per cápita inicial relativamente alto y tasas decrecientes a largo plazo. Este grupo lo forman: Argentina, Cuba, Chile, México y Uruguay.
- **Grupo 3: “Medianos consumidores de energías modernas”**. Este grupo se caracteriza por un consumo aparente de energías modernas per cápita inicial relativamente bajo y tasas de crecimiento constantes a largo plazo. Se incluyen en este grupo: Brasil, Costa Rica, Ecuador, Perú y República Dominicana.
- **Grupo 4: “Pequeños consumidores de energías modernas”**. Este grupo tiene un consumo aparente de energías modernas inicial bajo y tasas decrecientes a largo plazo. Son parte de este grupo: Bolivia, Colombia, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Nicaragua, Panamá y Paraguay.

Los niveles de consumo promedio para los períodos historiográficos de estudio y los grupos de países se presentan en el cuadro siguiente.

⁴⁷ Para todos los análisis que se presentan en este documento, se utiliza la serie del consumo aparente de energías modernas de Uruguay neta del consumo de los búnkers.

⁴⁸ Se tomó como punto de partida el año 1890, para evitar que los resultados dependan de las primeras observaciones de la serie. Cuando se utiliza el año 1880 los resultados no son muy diferentes.

Cuadro N° 3.2
Consumo aparente de energías modernas per cápita,
Promedios períodos seleccionados
(en TEP)

	1880/1912	1913/1930	1931/1940	1941/1950	1951/1957	1958/1979	1980/2003	1880	2003
Grandes consumidores y productores de petróleo	0,006	0,039	0,227	0,466	1,048	1,604	2,332	0,001	2,303
Venezuela	0,006	0,039	0,227	0,466	1,048	1,604	2,332	0,001	2,303
Grandes consumidores	0,127	0,259	0,277	0,338	0,472	0,783	1,216	0,044	1,267
Argentina	0,174	0,294	0,424	0,419	0,635	1,034	1,365	0,021	1,428
Cuba	0,188	0,440	0,193	0,276	0,362	0,720	0,850	0,108	0,728
Chile	0,297	0,439	0,351	0,453	0,498	0,702	1,006	0,210	1,424
México	0,064	0,154	0,172	0,273	0,390	0,697	1,257	0,003	1,262
Uruguay	0,155	0,293	0,308	0,318	0,535	0,649	0,605	0,137	0,607
Medianos consumidores	0,037	0,061	0,072	0,096	0,172	0,340	0,560	0,013	0,687
Brasil	0,041	0,058	0,067	0,086	0,165	0,345	0,591	0,021	0,692
Costa Rica	0,032	0,061	0,062	0,113	0,153	0,274	0,553	0,001	0,817
Ecuador	0,002	0,010	0,029	0,070	0,106	0,223	0,512	0,000	0,525
Perú	0,032	0,102	0,132	0,190	0,276	0,406	0,386	0,012	0,388
República Dominicana	0,010	0,034	0,027	0,037	0,093	0,218	0,505	0,003	0,667
Pequeños consumidores	0,005	0,020	0,048	0,081	0,142	0,245	0,384	0,004	0,388
Bolivia	0,004	0,015	0,020	0,047	0,089	0,182	0,337	0,006	0,382
Colombia	0,007	0,023	0,074	0,129	0,229	0,366	0,564	0,006	0,503
El Salvador	0,001	0,010	0,018	0,030	0,072	0,132	0,234	0,000	0,323
Guatemala	0,004	0,028	0,039	0,067	0,082	0,151	0,226	0,000	0,293
Haití	0,002	0,003	0,005	0,007	0,020	0,024	0,052	0,001	0,071
Honduras	0,002	0,063	0,120	0,078	0,104	0,141	0,217	0,000	0,308
Nicaragua	0,007	0,023	0,033	0,047	0,089	0,221	0,234	0,001	0,261
Panamá (a partir de 1904)	0,010	0,021	0,051	0,159	0,222	0,440	0,582		0,693
Paraguay (a partir de 1900)	0,000	0,003	0,009	0,009	0,028	0,090	0,252		0,304
América Latina	0,065	0,126	0,149	0,194	0,307	0,529	0,828	0,024	0,879

Fuente: Elaboración propia.

En el año 1880, el grupo 2 (grandes consumidores de energías modernas) representaba el 70% del consumo per cápita latinoamericano, sigue el grupo 3 (medianos consumidores de energías modernas) con el 27%, luego el grupo 4 (pequeños consumidores de energías modernas) con el 3% y finalmente, el grupo 1 (grandes consumidores y productores de petróleo) con el 0,2% del total de consumos per cápita de energías modernas en Latinoamérica, tal como se observa en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 3.3
 Participación de cada grupo en el Consumo Aparente
 de Energías Modernas per cápita
 (períodos historiográficos, en porcentaje)

Período	Grandes consumidores y productores de petróleo (Grupo 1)	Grandes consumidores (Grupo 2)	Medianos consumidores (Grupo 3)	Pequeños consumidores (Grupo 4)
1880 – 1912	0,5	73,7	23,8	1,9
1913 – 1930	0,9	76,9	19,6	2,6
1931 – 1940	4,6	69,3	20,4	5,7
1941 – 1950	6,9	65,0	20,7	7,4
1951 – 1957	11,3	57,0	23,9	7,8
1958 – 1979	11,7	52,9	27,2	8,2
1980 – 2003	12,7	49,4	29,8	8,1
1880	0,2	69,9	27,0	2,9
2003	12,2	47,0	32,7	8,1

Fuente: Elaboración propia.

Los pesos relativos de cada grupo se fueron modificando a lo largo del siglo XX, así por ejemplo a comienzos del siglo XXI las participaciones son: 12% para el grupo 1, 47% para el grupo 2, 33% para el grupo 3 y un 8% para el grupo 4.

La Primera Guerra Mundial provocó un quiebre en la participación de los países dentro del total de energía consumida en la región. Para el período 1913-1930 los pequeños consumidores de energías representaban en promedio el 2,6% y para el período el siguiente (1931-1940) su participación se había más que duplicado. En el caso de los grandes consumidores y productores de petróleo su participación promedio pasa de 0,9% a 4,6% en los períodos indicados. Los grandes consumidores de energía reducen su participación de 76,9% a 69,3%, en cambio los medianos consumidores mantienen su participación de 20% promedio.

En términos de proporciones, en 1880 la brecha en los consumos per cápita respecto al grupo de “grandes consumidores de energías” (grupo 2) era de 1:41,13 veces con el grupo de “grandes consumidores y productores de petróleo” (grupo 1), de 1:3,49 veces con los “medianos consumidores de energías” (grupo 3) y de 1:12,13 veces con los “pequeños consumidores de energías” (grupo 4). En el año 2003 esta brecha se reduce considerablemente en el grupo 1 y el grupo 4, tal como se observa en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 3.4

Brecha de los consumos per cápita de energías modernas respecto al grupo de grandes consumidores de energía (en veces)

	Grandes consumidores y productores de petróleo (Grupo 1)	Medianos consumidores (Grupo 3)	Pequeños consumidores (Grupo 4)
1880 – 1912	19,66	3,45	27,45
1913 – 1930	6,71	4,27	13,00
1931 – 1940	1,22	3,82	5,74
1941 – 1950	0,72	3,52	4,16
1951 – 1957	0,45	2,75	3,33
1958 – 1979	0,49	2,30	3,19
1980 – 2003	0,52	2,17	3,17
1880	41,13	3,49	12,13
2003	0,55	1,85	3,27

Fuente: Elaboración propia.

La brecha en los consumos per cápita respecto al grupo de grandes consumidores en la primera globalización es la más alta, salvo en el caso de los medianos consumidores donde la brecha se amplió hasta la primera mitad del siglo XX. Para los grandes consumidores y productores de petróleo y los pequeños consumidores de energía, en los años siguientes a la Primera Guerra Mundial la brecha, respecto a los grandes consumidores de energías, se reduce aceleradamente. Un patrón común para los tres grupos es que a partir de la segunda mitad del siglo XX la brecha en consumo per cápita de energías modernas, respecto a los grandes consumidores, se reduce.

Eliminar la brecha en los niveles de consumo respecto de los grandes consumidores de energías modernas toma tiempo, tal como se observa en el cuadro N° 3.5. Si se analiza el rezago observado de América Latina respecto al nivel de consumo per cápita de los grandes consumidores en el año 2003 y se supone que la tasa de crecimiento se mantiene constante (0,6% que es la tasa de crecimiento del período 1980-2003) al igual que la eficiencia energética entre los países, se requerirían 61 años para alcanzarlo.

Cuadro N° 3.5

Tiempo requerido para alcanzar el consumo promedio de energías modernas per cápita de los grandes consumidores (en años)

Tasas de crecimiento	0,6%	3,0%	3,4%	4,4%	5,2%
Grandes consumidores y productores de petróleo	-100	-20	-18	-14	-12
República Bolivariana de Venezuela	-100	-20	-18	-14	-12
Grandes consumidores	0	0	0	0	0
Argentina	-20	-4	-4	-3	-2
Cuba	93	19	17	13	11

Tasas de crecimiento	0,6%	3,0%	3,4%	4,4%	5,2%
Chile	-19	-4	-3	-3	-2
México	1	0	0	0	0
Uruguay	123	25	22	17	15
Medianos consumidores	112	23	20	16	13
Brasil	101	20	18	14	12
Costa Rica	73	15	13	10	9
Ecuador	147	30	26	20	17
Perú	198	40	35	27	23
República Dominicana	107	22	19	15	13
Pequeños consumidores	198	40	35	27	23
Bolivia	201	41	36	28	24
Colombia	154	31	28	21	18
El Salvador	229	46	41	32	27
Guatemala	244	49	44	34	29
Haití	481	97	86	67	57
Honduras	237	48	42	33	28
Nicaragua	264	54	47	37	31
Paraguay	239	48	43	33	28
Panamá	101	20	18	14	12
América Latina	61	12	11	8	7

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Las tasas de crecimiento corresponden a los promedios observados para América Latina: (a) 0,6% tasa de crecimiento Consumo Aparente de Energías Modernas (CAEM) per cápita período 1980-2003, (b) 3,0% tasa de crecimiento CAEM per cápita período 1880-2003, (c) 3,4% tasa de crecimiento CAEM per cápita período 1931-1940, (d) 4,4% tasa de crecimiento CAEM per cápita período 1941-1950 y (e) 5,2% tasa de crecimiento CAEM per cápita período 1880-1912.

A pesar de que América Latina ha incrementado sus niveles de consumo per cápita y en algunos períodos las tasas de crecimiento han sido superiores al 5% anual, aún hay un grupo de países que está muy rezagado en niveles de modernidad (medida a través del consumo de energías modernas per cápita) de los grandes consumidores de energía latinoamericanos, por ejemplo si se mantiene la misma tasa de crecimiento del último período, a los pequeños consumidores le tomaría 198 años alcanzar los niveles de consumo de energías modernas de los grandes consumidores y al interior de este grupo, a Haití le tomaría 481 años lograr el nivel per cápita de los grandes consumidores de energía.

En un escenario alternativo en el que la tasa de crecimiento promedio fuera del 3% anual (tasa de crecimiento observada entre 1880-2003) a toda América Latina le tomaría 12 años alcanzar los niveles de modernidad del grupo de grandes consumidores de energía. Cuando se analiza a los medianos consumidores les tomaría 23 años y finalmente, los pequeños consumidores requerirían de 40 años para eliminar la brecha de modernidad con el grupo de países de la parte superior del cuadro.

Con una tasa de crecimiento anual del consumo aparente de energías modernas del 5,2%, la brecha de América Latina se reduciría en 7 años, a los pequeños

consumidores en 23 años y los medianos consumidores 13 años. A Haití el país más rezagado le tomaría 57 años alcanzar el nivel de consumo per cápita de los grandes consumidores de energía. En este último caso el esfuerzo para reducir la brecha es enorme, ya que en mercados con precios de los combustibles fósiles en constante alza la factura energética aumenta.

En cualquiera de las hipótesis antes formuladas, América Latina, analizada en términos de los consumos aparentes de energías modernas, ha tenido un rezago respecto a los grandes consumidores de energía que acumula décadas y en algunos casos más de un siglo. Esta afirmación toma importancia en la medida que se supone que el consumo aparente de energías modernas es un buen indicador del potencial de modernización de una economía.

Vale la pena señalar que no se puede reemplazar directamente el consumo aparente de energías modernas por el PIB, puesto que el consumo aparente de energías modernas está detectando la vitalidad económica de los sectores más modernos de la economía, aquellos que son intensivos en energías de última generación (carbón mineral, petróleo, hidroelectricidad y gas natural); pero por ese mismo motivo nos da una pista nueva acerca de la potencialidad de modernización que existe en la economía.

Las decisiones de los agentes económicos en cada país, respecto a los combustibles a utilizar, impactan en la composición de las respectivas canastas de energías modernas⁴⁹ en los diferentes períodos historiográficos indicados (Ver Anexo N° 3.3), así por ejemplo en el período 1880-1912 los grupos con una proporción mayor de consumo de petróleo, son los grandes consumidores y productores de petróleo (con una participación en la canasta de energías modernas del 22%) y los pequeños consumidores de energías (con una participación del 20% de las energías modernas).

El grupo de los medianos consumidores de energías modernas es en el que más tardíamente el petróleo tiene un peso relativo mayor al 50% en la canasta de energías modernas y esto ocurre en el período 1941-1950.

La participación de la hidroelectricidad en la canasta de energías modernas de los pequeños consumidores, en todos los períodos, es superior a lo que ocurre con los grandes consumidores. En el caso del gas natural, la participación es mayor en el caso de los países que tienen yacimientos de este combustible y son capaces de explotarlos, además en general, la participación del gas natural en la canasta de los pequeños consumidores es superior a la participación observada en los medianos consumidores de energías modernas.

Los cambios en la composición de las canastas de energías modernas consumidas (ver Anexo N° 3.3) son reflejo de unas tasas de crecimiento anual variadas (ver cuadro N° 3.6). En promedio y para todo el período de análisis, la primera globalización implicó las tasas más altas de crecimiento en el caso de los grandes consumidores de energías modernas. Para los grandes consumidores y productores de petróleo las tasas más altas de crecimiento anual están concentradas entre

⁴⁹ En Jofré, J. (2008a) hay estimaciones de la composición de las canastas energéticas distinguiendo entre energías modernas y energías tradicionales.

1913-1950, para los medianos consumidores de energías durante el período 1941-1979 y el caso de los pequeños consumidores entre 1913-1940.

Cuadro N° 3.6
Tasas de crecimiento del consumo aparente
de energías modernas per cápita, períodos seleccionados
(en porcentaje)

	Tasas de crecimiento promedio (%)							
	1880/ 1912	1913/ 1930	1931/ 1940	1941/ 1950	1951/ 1957	1958/ 1979	1980/ 2003	1880/ 2003
Grandes consumidores y productores de petróleo	6,1	15,4	15,4	12,5	4,4	2,9	0,0	6,4
República Bolivariana de Venezuela	6,13	15,41	15,43	12,48	4,41	2,85	0,04	6,44
Grandes consumidores	5,6	0,8	2,8	3,1	4,4	2,9	0,5	2,8
Argentina	8,89	1,29	0,61	3,36	4,73	2,28	0,78	3,47
Cuba	4,25	-1,05	0,20	3,72	7,52	1,41	-1,23	1,56
Chile	3,42	-2,17	4,20	0,11	1,66	1,05	3,10	1,57
México	12,04	2,45	8,04	4,56	4,32	4,03	0,25	5,19
Uruguay	2,25	2,23	-0,77	2,51	4,23	0,94	-0,43	1,22
Medianos consumidores	4,2	-0,1	2,1	5,6	4,7	4,5	1,1	3,0
Brasil	3,79	-0,61	2,04	6,01	5,75	4,78	1,27	2,87
Costa Rica	14,90	-3,32	-0,38	1,24	3,24	4,54	3,47	5,59
Ecuador	17,75	3,32	9,01	8,59	3,19	6,40	0,30	7,85
Perú	5,99	2,15	2,62	4,83	0,28	2,09	-0,69	2,85
República Dominicana	5,56	1,99	-3,27	2,94	16,56	4,27	3,02	4,47
Pequeños consumidores	1,2	9,1	8,6	4,3	9,1	3,0	-0,1	3,9
Bolivia	-4,17	19,71	9,28	2,39	11,75	5,17	1,52	3,47
Colombia	-2,95	15,46	10,77	4,34	9,81	2,65	-0,88	3,62
El Salvador	5,54	15,15	1,57	9,46	7,41	3,50	3,57	6,48
Guatemala	18,24	-1,08	8,89	3,18	2,01	4,19	1,26	6,77
Haití	5,26	3,66	-1,96	8,16	11,47	2,92	2,06	3,62
Honduras	14,27	3,18	0,10	2,22	1,54	2,21	2,29	6,38
Nicaragua	7,27	7,04	-0,89	2,58	8,94	1,56	0,66	4,67
Panamá (serie desde 1904)	28,43	3,49	14,77	4,91	2,99	3,15	0,75	6,01
Paraguay (serie desde 1900)	48,82	22,53	2,64	-2,25	26,24	5,55	2,86	12,29
América Latina	5,2	0,8	3,4	4,4	4,8	3,3	0,6	3,0

Fuente: Elaboración propia.

Un análisis para los diferentes períodos historiográficos muestra que los grandes consumidores y productores de petróleo presentan las tasas de crecimiento anual más altas durante la mayor parte del tiempo: 6,1% (1880-1912), 15,4% (1913-1930 y 1931-1940) y 12,5% (1941-1950). Luego para los restantes períodos, siguen los pequeños consumidores con el 9,1% (1951-1957) y finalmente, los medianos consumidores con el 4,5% (1958-1979) y el 1,1% (1980-2003). Como se indicó previamente en el caso de los grandes consumidores de energías modernas, la tasa más alta de crecimiento es de 5,6% en el período 1880-1912.

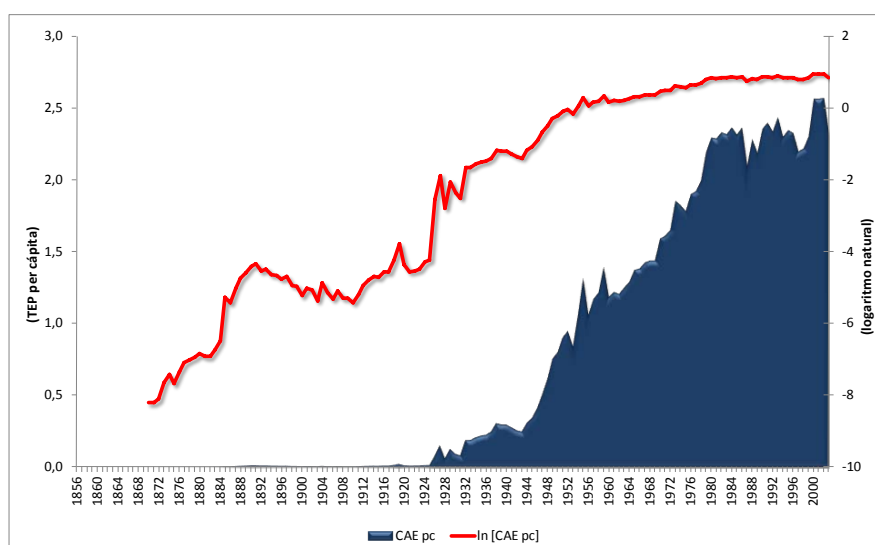
Las tasas de crecimiento anual más bajas por período las presentan los pequeños consumidores con el 1,2% (1880-1912), los medianos consumidores con el -0,1% y el 2,1% (1913-1930 y 1931-1940 respectivamente), los grandes consumidores de energías con el 3,1%, 4,4% y el 2,9% (en los períodos 1941-1950, 1951-1957 y 1958-1979 respectivamente). Finalmente, en el período (1980-2003) los pequeños consumidores presentan la tasa de crecimiento anual más baja con el -0,1%.

Las particularidades de cada grupo de consumidores de energías modernas se desarrollan en las siguientes secciones.

3.2.1 Grandes consumidores y productores de petróleo

La trayectoria venezolana no tiene símil entre los países de América Latina, lo que se explica únicamente por el efecto de “la lotería de los recursos naturales” que dotó a este país de abundantes recursos petroleros y que comenzaron a ser explotados en la década de los años 1920’s. Entre 1890 y 1910 tenía un nivel de consumo aparente de energías modernas bajo y declinante, tal como se observa en el gráfico siguiente, señal de las malas oportunidades que la primera globalización ofreció a la economía venezolana, que dependía de sus exportaciones de cacao.

Gráfico N° 3.4
Patrón de consumo de energías modernas per cápita,
República Bolivariana de Venezuela: 1856 – 2003



Fuente: Elaboración propia.

Vale insistir en la peculiaridad de la República Bolivariana de Venezuela, por el hecho de que las crisis internacionales del siglo XX no le afectaron con la misma fuerza que a otros países latinoamericanos e incluso pasaron desapercibidas. Eso sí, en la República Bolivariana de Venezuela se ven reflejadas las tasas decrecientes del consumo aparente de energías modernas a partir de la década de los años 1950, pero a unos niveles superiores a 0,8 de toneladas equivalentes de petróleo per cápita, ventaja que sólo se explica por el potencial petrolero del país.

La República Bolivariana de Venezuela inicia su expansión en la segunda década del siglo XX hasta alcanzar niveles de 0,15 de toneladas equivalentes de petróleo per cápita, alejándose rápidamente del grupo de grandes consumidores de energías, así por ejemplo en el período 1931-1940 el consumo de per cápita era de 0,227 TEP estando sólo un 18% más abajo que el consumo de los grandes consumidores de energía, cuando se compara con el período previo (1913-1930) la diferencia entre ambos consumos era de 85%.

Las tasas de crecimiento superiores al 12% entre 1913-1950 permitieron que el nivel del consumo per cápita pasara de 0,001 TEP anuales en 1880 a 2,303 TEP en el año 2003, este nivel final es 1,81 veces superior al nivel de los grandes consumidores de energía.

En 1880 en la canasta de energías modernas el petróleo tenía el mayor peso (61,77%) y el carbón mineral era la segunda fuente de energías de modernas (38,23%) a comienzos del siglo XXI el liderazgo lo tiene el gas natural con el 56,09% de la participación, le sigue el petróleo con un 34,70%, la hidroelectricidad con el 9,19% y el carbón mineral sólo con el 0,02%. Esta es una particularidad de la República Bolivariana de Venezuela, ya que en el resto de grupos de consumos de energías, a finales del siglo XIX el carbón mineral representaba más del 91% de la canasta de energías modernas y el petróleo fluctuaba entre 2,73% (grandes consumidores) y el 8,82 (de los pequeños consumidores).

A comienzos del siglo XXI, sólo en el caso de los grandes consumidores de energías, el gas natural tenía un peso tan alto como el de Venezuela (40,64% versus 56,09%).

3.2.2 Grandes consumidores de energías modernas

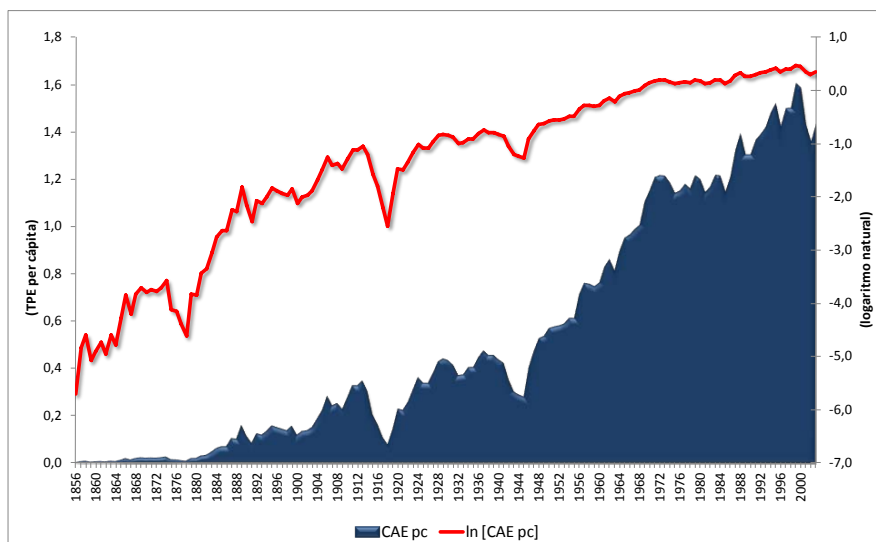
Los países que están en este grupo son: Argentina, Cuba, Chile, México y Uruguay. Estos países son los que habían construido sus infraestructuras de transporte moderno (red ferroviaria⁵⁰ y portuaria) e iniciado los procesos de industrialización en el siglo XIX, tienen altos niveles relativos de consumo energético modernos (0,044 toneladas equivalentes de petróleo de consumo per cápita promedio en el año 1880) y aprovecharon las oportunidades de la primera globalización (su tasa de crecimiento en el consumo de energías modernas fue del 5,6% anual entre 1880 y 1912). Herranz-Loncán, A. (2011a)⁵¹ demuestra que los ferrocarriles en el período previo a 1914, en Argentina y México tuvieron una contribución en el crecimiento de la productividad de 20,4% y 24,27%, respectivamente, lo que traduce en un crecimiento anual de entre 0,3 y 06 puntos porcentuales, pero en el caso de Uruguay esta contribución es la más baja y alcanza al 8,71% y un caso de relativo fracaso del proceso de infraestructura ferroviaria durante la primera globalización que se explica por la estructura geográfica del país, su especialización sectorial y la pequeña escala de la economía uruguaya, Herranz-Loncán, A. (2011c) .

El comportamiento individual del consumo aparente de energías modernas y la tasa de crecimiento de largo plazo se muestra en los gráficos siguientes.

⁵⁰ Herranz-Loncán, A. (2009, 2011a), este autor demuestra que este fue el más importante cambio tecnológico en el siglo XIX y que modificó las funciones de producción de los países.

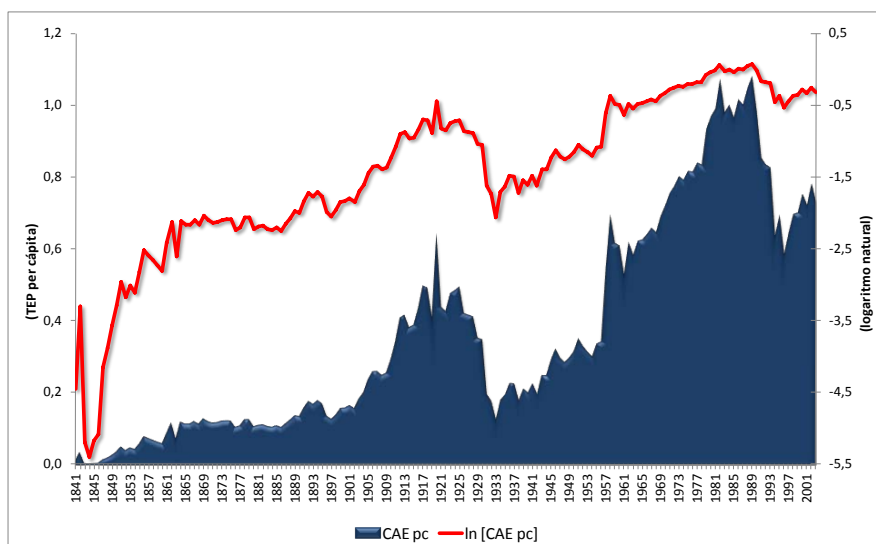
⁵¹ Este autor demuestra que la mayor contribución al crecimiento se observa en Brasil y está entre 116,1%/160,5%.

Gráfico N° 3.5 a)
 Patrón de consumo de energías modernas per cápita,
 Argentina: 1856 – 2003



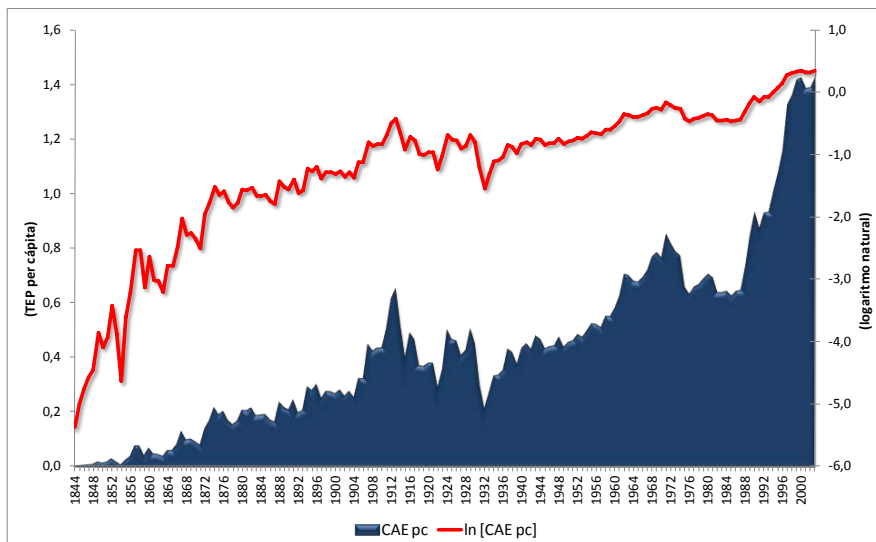
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 3.5 b)
 Patrón de consumo de energías modernas per cápita,
 Cuba: 1841 – 2003



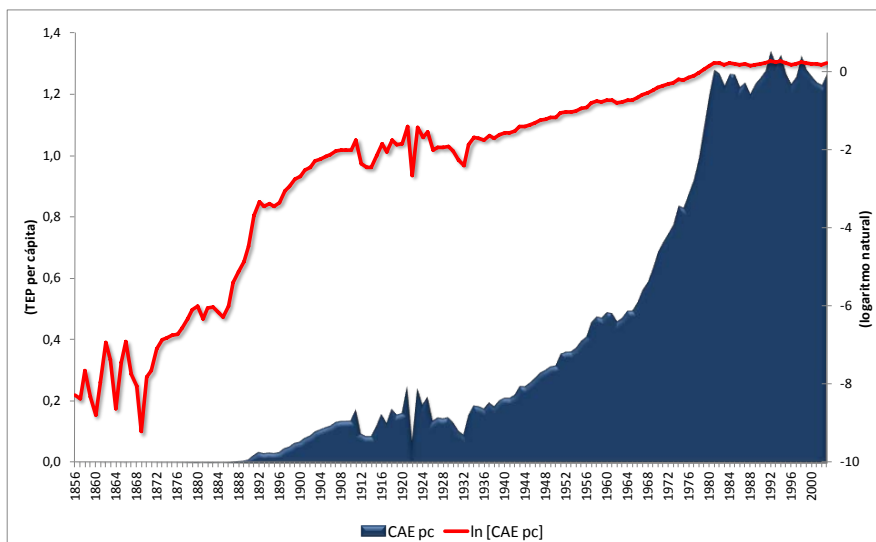
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 3.5 c)
 Patrón de consumo de energías modernas per cápita,
 Chile: 1844 – 2003



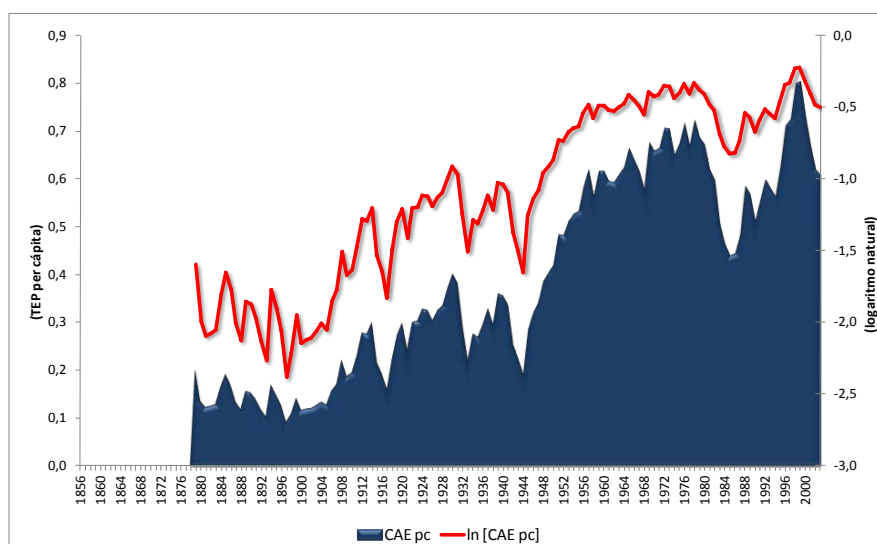
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 3.5 d)
 Patrón de consumo de energías modernas per cápita,
 México: 1856 – 2003



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 3.5 e)
Patrón de consumo de energías modernas per cápita,
Uruguay: 1856 – 2003



Fuente: Elaboración propia.

Debido al grado de madurez que habían alcanzado al inicio del análisis y a lo largo sus últimos 124 años de historia económica, el ritmo de modernización de estos países es más lento en relación al punto inicial, esto explica la reducción de la brecha entre los distintos grupos de consumo. Por otro lado, las tasas de crecimiento del consumo de energías modernas no han sido constantes a lo largo del tiempo, pero son incluso más bajas que en el resto de los grupos, ya que dependiendo del grado de vinculación a la economía mundial los shocks externos se tradujeron en abruptas caídas en las tasas de crecimiento del consumo per cápita de energías modernas, por ejemplo en los períodos 1980-2003 (0,5%), 1913-1930 (0,8%) y 1931-1940 (2,8%).

En 1880 el consumo per cápita más bajo lo tenía México y el más alto Chile y la brecha de consumo al interior del grupo era de 1:83,46 veces. La brecha entre el mayor y menor nivel de consumo per cápita se fue reduciendo al punto en que en el año 2003 la brecha es de 1:2,36 veces. A partir de la década de 1940, la brecha entre el máximo y mínimo consumo es inferior a 1:2,9 veces incrementándose al final del período de análisis cuando la relación entre los consumos extremos es 1:3,6 veces.

La especialización productiva de este conjunto de países puede ayudar a explicar sus necesidades de energías modernas. Se ven claramente dos grupos, los agrícolas que tienen a Argentina, Uruguay y Cuba como sus representantes (los dos primeros mirando básicamente hacia Gran Bretaña y el tercero casi exclusivamente a Estados Unidos), los que hicieron una temprana especialización a favor de alimentos con demandas elevadas y constantes en los países industrializados, ya que les favorecía el hecho que pudieron adaptar en sus tierras productos que formaban parte de la dieta tradicional europea.

Por otro lado los países mineros, Chile (nitratos y cobre) y México (plata y cobre), que tuvieron en exclusiva la provisión de minerales que se aplicaron a la

agricultura intensiva europea, como el caso del salitre chileno o los sistemas monetarios internacionales (la plata mexicana siguió siendo importante para el sistema monetario de Estados Unidos incluso una vez instaurado el Patrón Oro en las zonas de influencia de Gran Bretaña). Los países mineros también encontraron buenas oportunidades en la exportación de metales para la industria que se fortalecía en Europa y Estados Unidos, el cobre particularmente importante para la industria eléctrica, pero además de los metales que se extraen como subproductos de la plata y el cobre.

Las economías que forman este grupo destacan por los tempranos procesos de modernización e industrialización durante el esplendor de la era de la primera globalización, que pueden tener su origen en el tamaño de la economía en el período colonial influyó su desarrollo posterior, R. Allen *et al.* (2011). Haber, S. (2006) y Lewis, C. (2002) entre otros, indican que antes de 1930 existen numerosas experiencias de producción doméstica, como por ejemplo en México, Brasil, Perú, Argentina, Chile y Uruguay y cuando se produce la inserción de América Latina en la economía internacional estas empresas se enfrentaron a la competencia extranjera directa. Ocampo, J.A. (2004: p. 15) agrega que:

“...[el desarrollo manufacturero] dependía también de otros factores, en particular del tamaño y de la integración del mercado nacional, lo que a su vez era un efecto conjunto del crecimiento de las exportaciones, la urbanización y el desarrollo de una infraestructura moderna...”

Trabajos como el de Salvucci, R. (2006) demuestran que para países como Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Perú sus procesos de industrialización no fueron independientes del comercio internacional y permitieron la modernización que se tradujo en una mayor integración a los mercados internacionales y del mercado interno. Estudios más específicos como el desarrollado por Kuntz, S. (2006) para México y Tafunell, X. (2006) para la industria del cemento en América Latina refuerzan la evidencia de los tempranos procesos de modernización económica.

Haber, S. (2006: pp. 539-540) señala que a finales del siglo XIX este desarrollo industrial era modesto, pero que en 1914 los países más grandes de la región (Argentina, Brasil, Chile y México) habían desarrollado un sector manufacturero que producía un amplio rango de bienes de consumo no durables: cerveza, cigarrillos, jabón, fósforos, sombreros, papel, calzado y ropa de algodón. También en algunos países existían unas pocas empresas que producían bienes intermedios (como productos químicos básicos y botellas de vidrio) y materiales de construcción (cemento, explosivos, ladrillos, rieles de acero y estructuras de acero y hierro). A finales de la década de 1920,⁵² la participación del sector manufacturero en el PIB, por países era: Argentina 19,5%, Chile 12,6%, México 11,8% y Uruguay 15,6% siendo los niveles más altos de la región.

Cabe destacar para este conjunto de países los efectos negativos de los shocks externos del siglo XX (primera y segunda Guerra Mundial y la Gran Depresión de

⁵² Datos tomados de Bulmer-Thomas, V. (1994: p. 227), cuadro VI.7.

la década de 1930 y la crisis de la deuda de los ochenta del siglo XX).⁵³ A manera de hipótesis, se podría decir que para países latinoamericanos con las características de los países analizados en este grupo, que cuanto mayor es la integración en los mercados internacionales y más alta la dependencia externa, un desarrollo económico más alto conlleva una mayor vulnerabilidad ante las crisis económicas internacionales.

3.2.3 Medianos consumidores de energías modernas

Este grupo de países está formado por: Brasil, Costa Rica, Ecuador, Perú y República Dominicana y tienen un consumo de energía per cápita promedio en 1880 de 0,013 TEP per cápita y la brecha con los consumidores más grandes es de 1:3,49 veces. El consumo más bajo para ese año lo tiene Ecuador y el más alto Brasil con una brecha de 1:442,67 veces. A comienzos del siglo XXI la brecha se había reducido a 1:2,11.

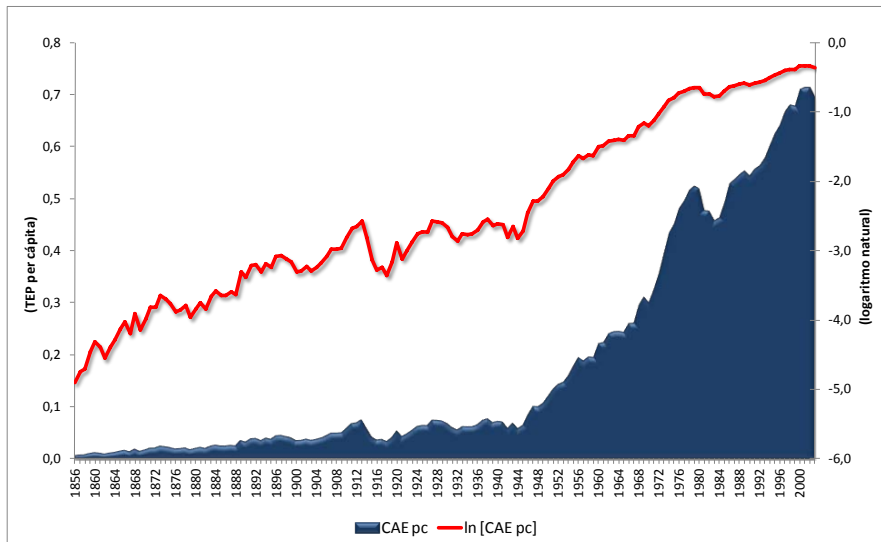
En general, se trata, a excepción de Brasil, de países con un consumo per cápita de energías modernas inicial bajo, con una fuerte expansión en la época de la primera globalización (entre 1880-1912 la tasa de crecimiento anual del consumo de energías modernas per cápita alcanzó el 4,2%), pero no tan alta como la de los grandes consumidores de energías. El período 1913-1930 es el de un decrecimiento de la tasa de crecimiento anual del consumo de energía (-0,1%) que está influenciado por las tasas de decrecimiento de Costa Rica (-3,32%)⁵⁴ y Brasil (-0,61%), probablemente estas sean las economías más vinculadas a los mercados internacionales dentro del grupo.

El comportamiento individual del consumo aparente de energías modernas y la tasa de crecimiento de largo plazo se presentan en los gráficos siguientes.

⁵³ Bulmer-Thomas, V. (1994: p. 250) muestra que durante la década de 1930 las fuentes de crecimiento de la recuperación de la Gran Depresión para los países de este grupo fueron: Argentina (industrialización y agricultura sustitutiva de importaciones), Cuba (agricultura sustitutiva de importaciones y crecimiento de las exportaciones), Chile (industrialización sustitutiva de importaciones y crecimiento de las exportaciones), México (industrialización y agricultura sustitutiva de importaciones) y Uruguay (industrialización sustitutiva de importaciones).

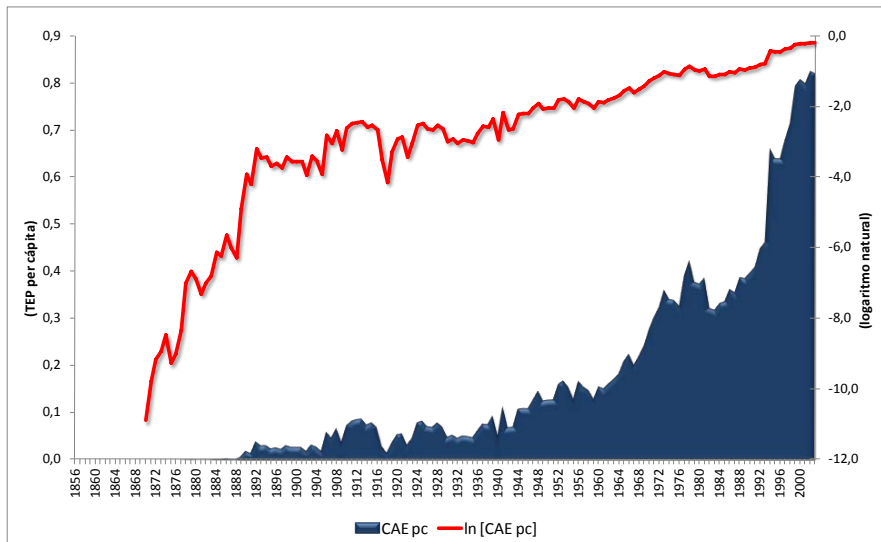
⁵⁴ Del conjunto de países centroamericanos Costa Rica es el que se ve más afectado por la Primera Guerra Mundial, porque en ese período estaba más integrado en la economía mundial, dependía (a diferencia de los otros países centroamericanos) de las importaciones de bienes no durables, exportaba una gran proporción de café a Gran Bretaña y sufrió de una gran inestabilidad política durante de la guerra. Tomado de Notten, F. (2012: p. 103).

Gráfico N° 3.6 a)
 Patrón de consumo de energías modernas per cápita,
 Brasil: 1856 – 2003



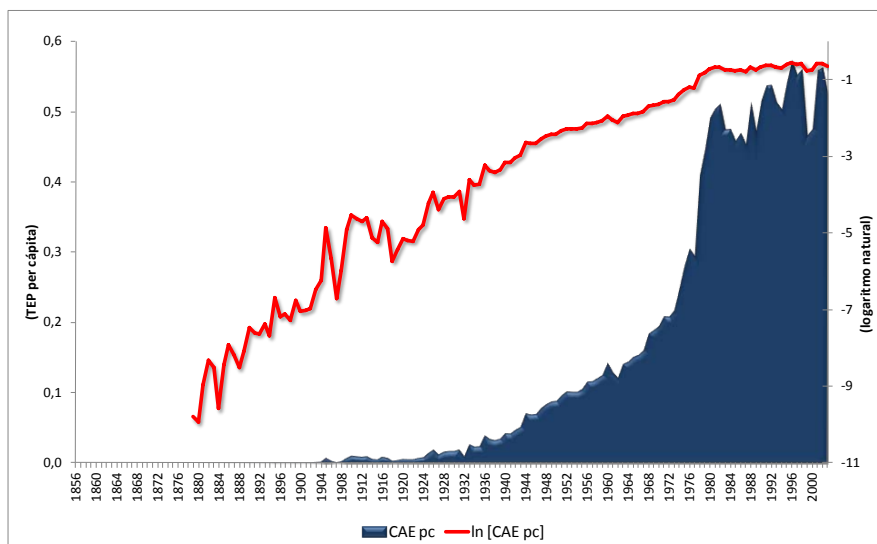
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 3.6 b)
 Patrón de consumo de energías modernas per cápita,
 Costa Rica: 1856 – 2003



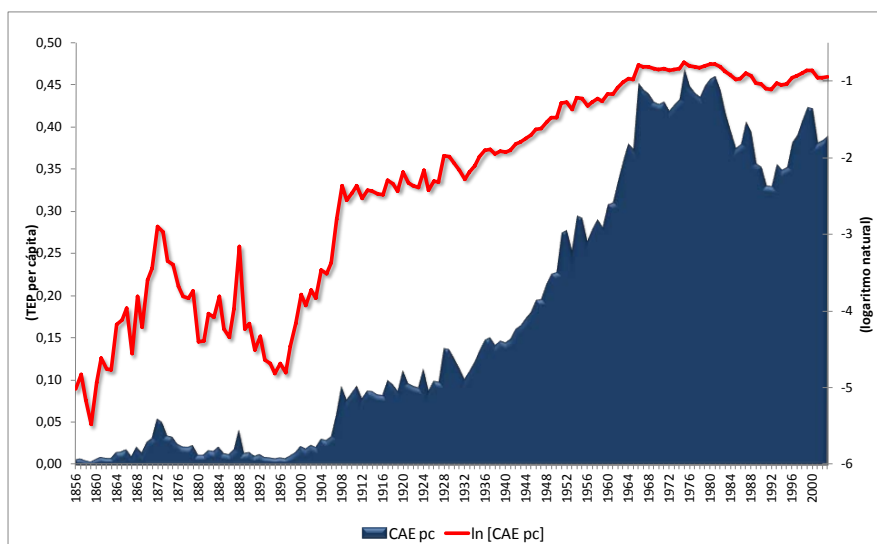
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 3.6 c)
 Patrón de consumo de energías modernas per cápita,
 Ecuador: 1856 – 2003



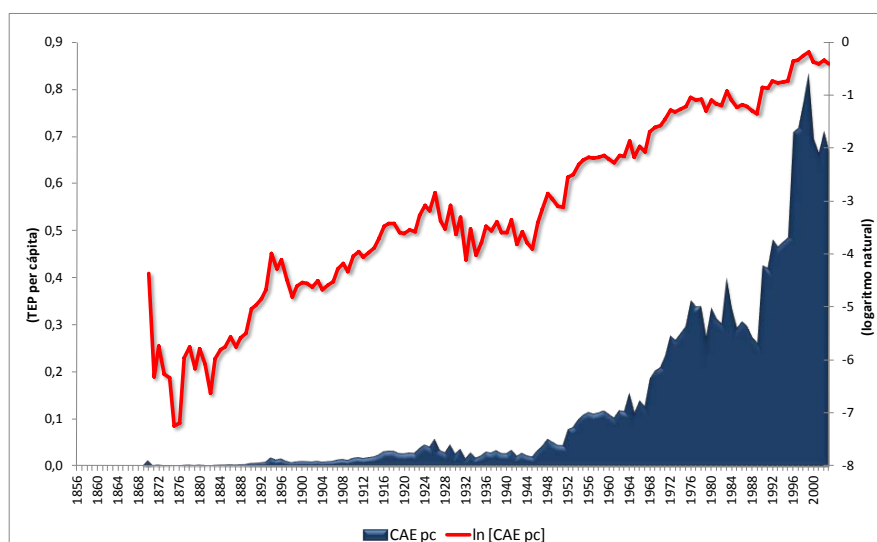
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 3.6 d)
 Patrón de consumo de energías modernas per cápita,
 Perú: 1856 – 2003



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 3.6 e)
Patrón de consumo de energías modernas per cápita,
República Dominicana: 1856 – 2003



Fuente: Elaboración propia.

La hipótesis que se puede sugerir sobre este grupo, es la coincidencia de las exportaciones de café y cacao (excepto Perú que tiene una componente minera, aunque no comparable a la de Chile y México), lo que refleja unas economías de baja intensidad tecnológica que no reclaman elevados niveles de consumo de energías modernas y en cambio, utilizan intensivamente mano de obra campesina y energías orgánicas por un largo período incluso hasta la primera mitad del siglo XX.⁵⁵

Los mayores niveles de energía moderna consumida en este grupo de países están asociados a la creación de infraestructuras de transporte e industrial durante la industrialización dirigida por el Estado. Precisamente durante el período 1941-1979, los medianos consumidores de energías tienen las tasas de crecimiento anual más altas de su historia 5,6% (en 1941-1950), 4,7% (en el período 1951-1957) y 4,5% (en el período 1958-1979). El período final, 1980-2003, con una tasa de crecimiento anual en el consumo del 1,1% es la más alta del grupo de países latinoamericanos.

Con las altas tasas de crecimiento del período de industrialización dirigida por el Estado, la brecha que separa este grupo del de los grandes consumidores de energías pasa de 1:3,49 veces en el año 1880 a 1:1,85 veces en el año 2003.

Al interior de este grupo el período de la primera globalización es el con la mayor brecha del consumo per cápita, 1:1.944,7 veces (diferencia entre el máximo y mínimo consumo de energía per cápita). A partir del período 1913-1930 la brecha se va reduciendo sistemáticamente, 1:42,7 veces en el período 1913-1930, 1:15,5 veces en el período 1931-1940, 1:11,1 veces en el período 1941-1950, 1:6,6 veces

⁵⁵ En Jofré, J. (2008a: p. 133, 150) por ejemplo en el período 1945-1958 las energías tradicionales en la canasta energética de Brasil, Costa Rica, Ecuador, Perú y República Dominicana representaban el 58,8%, 70,8%, 67,8%, 38,2% y 83,8% respectivamente.

en el período 1951-1957, 1:5,1 veces en el período 1958-1979 y 1:3,2 veces en el período 1980-2003. Estos resultados reflejan el mayor grado de homogeneidad en los patrones de consumo al interior de este grupo, incluso en el período 1980-2003 la brecha en este grupo es menor que la observada en el grupo de los grandes consumidores de energía.

3.2.4 Pequeños consumidores de energías modernas

El grupo está formado por: Bolivia, Colombia, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Nicaragua, Panamá y Paraguay. Estos países en el año 1880 tienen los niveles de consumo per cápita de energías modernas más bajos de la región, 0,004 TEP per cápita, lo que representa una brecha con los grandes consumidores de energías de 1:12,13 veces. Al comenzar el siglo XXI la brecha es de 1:3,31 veces y es mucho menor que el nivel inicial, pero es la más alta de los grupos analizados.

Un “tándem” especial forma Colombia y Panamá. La caída en la tasa de crecimiento del consumo de energías modernas de Colombia en el año 1903 se explica por la separación de Panamá en ese año. Luego, cuando se analiza lo que ocurre con Panamá destaca el rápido crecimiento del consumo de energías modernas que está asociado a la construcción de la Zona del Canal y esto también explica la caída en la tasa de crecimiento del consumo per cápita de energías modernas durante la primera Guerra Mundial, cuya actividad económica está asociada a los servicios portuarios de traslado de mercancías entre el Océano Atlántico y el Pacífico.

La especialización agro-exportadora de este grupo de países es muy similar al grupo anterior (café, plátanos y cacao), lo que les hace compartir los bajos niveles de consumo de energías modernas. A diferencia de los países que se analizaron en el grupo anterior, sus tasas de crecimiento de largo plazo de consumo per cápita de energías se vuelven rápidamente decrecientes, señal de la debilidad de sus experiencias industriales. Se trata en su mayoría, aunque no únicamente de países pequeños, de economías con mercados domésticos reducidos y productos de exportación (como el café) que se adaptan con dificultad a las demandas internacionales y altamente condicionados por los resultados de las cosechas, a lo que se suma la debilidad institucional que se arrastra históricamente.

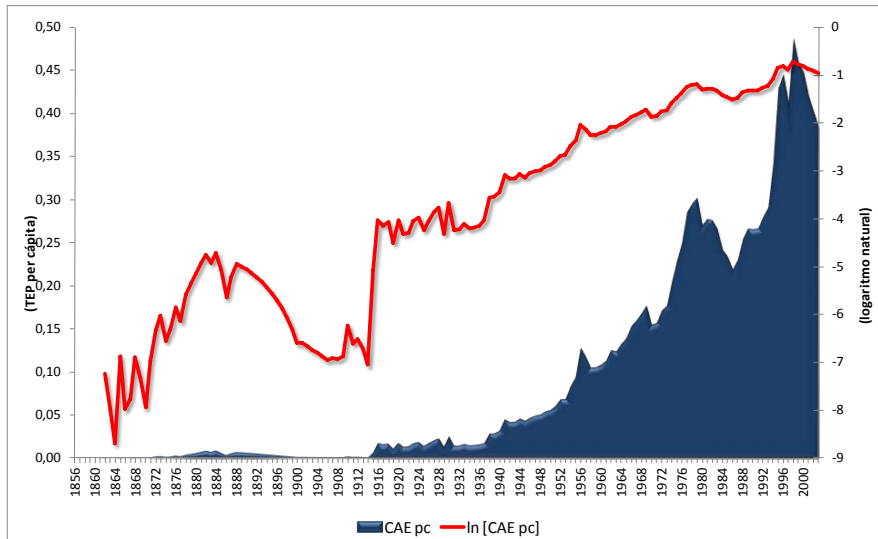
Los países de este grupo tienen una expansión del consumo energético a tasas decrecientes marcadas por fuertes oscilaciones hasta la década de los años 1940. Este comportamiento al igual que en el caso de los países del grupo anterior, puede estar vinculado a los ciclos de sus exportaciones de productos primarios (principalmente café). Es conocida la combinación de años buenos con años malos en las cosechas cafeteras. Si el consumo de energías modernas de estos países depende de la necesidad de transportar el café desde las plantaciones a los puertos de exportación, esta hipótesis podría ayudar a entender las constantes variaciones anuales del consumo aparente de energías modernas en estos casos.

Las guerras mundiales son shocks que dejan una huella clara, más la primera que la segunda, pero se percibe que la tasa de crecimiento que traía el consumo de

energías modernas se altera y este comportamiento es diferente a lo observa en el resto de países latinoamericanos, lo que se puede explicar por un aprovechamiento de su ciclo industrializador dirigido por el Estado para modernizarse en materia energética.

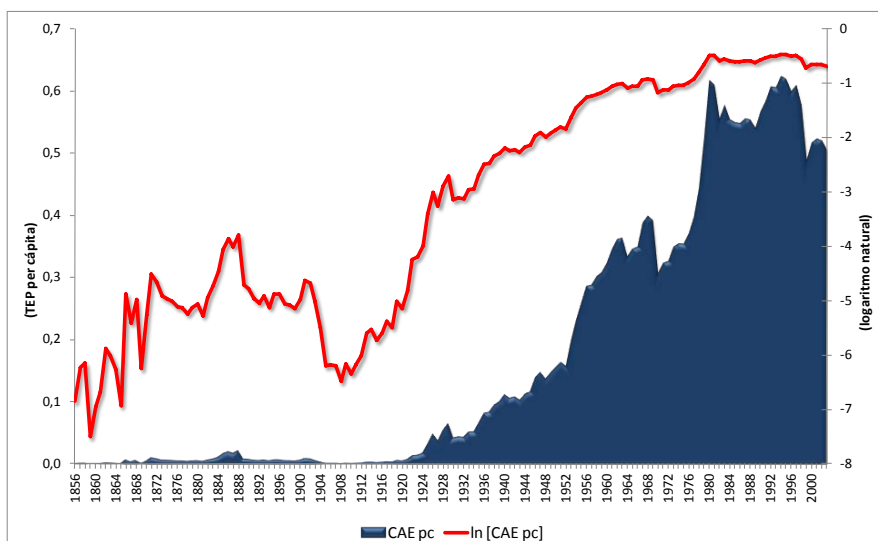
Los comportamientos individuales se presentan en los gráficos siguientes.

Gráfico N° 3.7 a)
 Patrón de consumo de energías modernas per cápita,
 Bolivia: 1856 – 2003



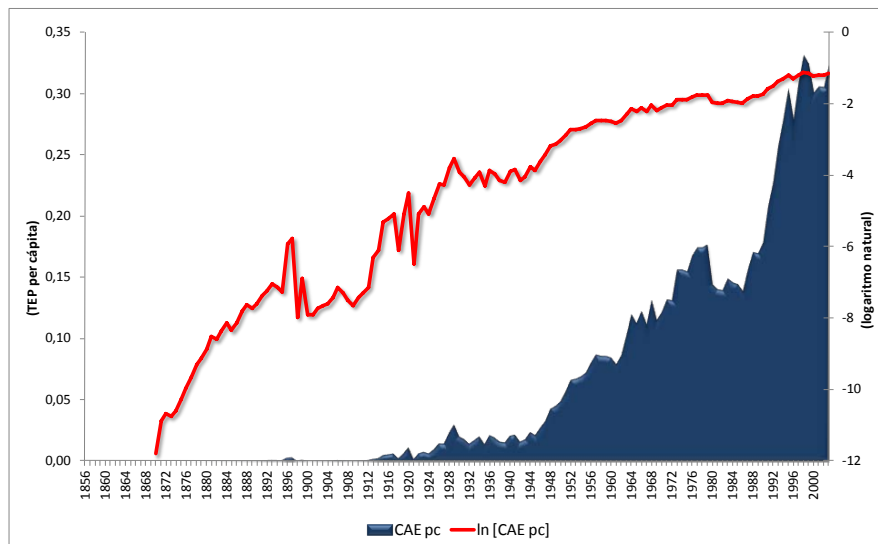
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 3.7 b)
 Patrón de consumo de energías modernas per cápita,
 Colombia: 1856 – 2003



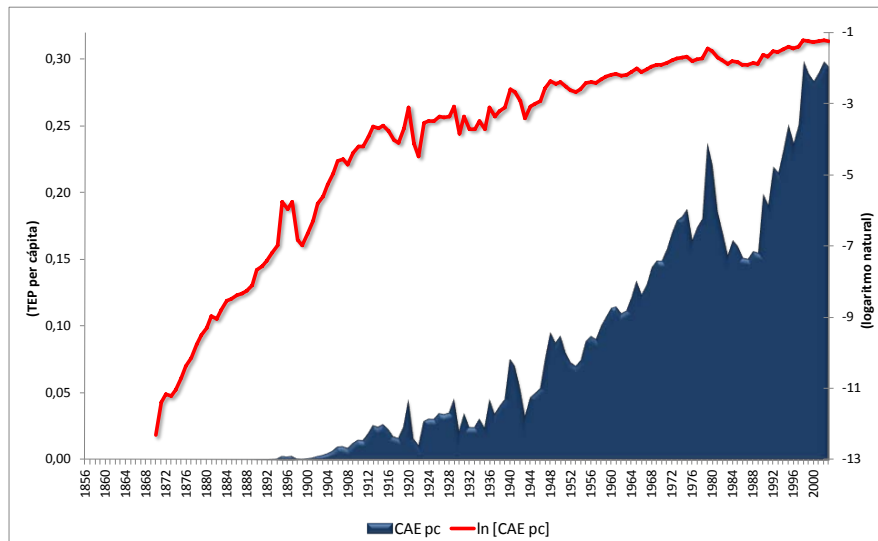
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 3.7 c)
 Patrón de consumo de energías modernas per cápita,
 El Salvador: 1856 – 2003



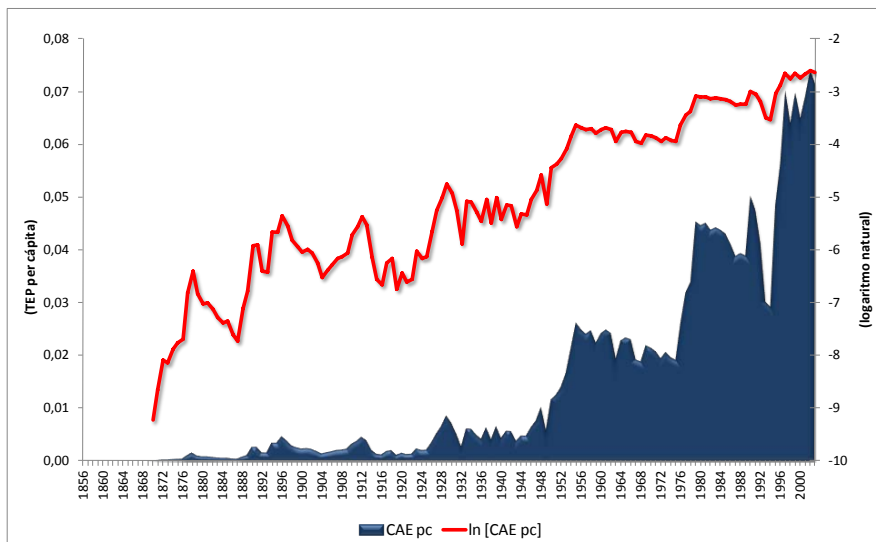
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 3.7 d)
 Patrón de consumo de energías modernas per cápita,
 Guatemala: 1856 – 2003



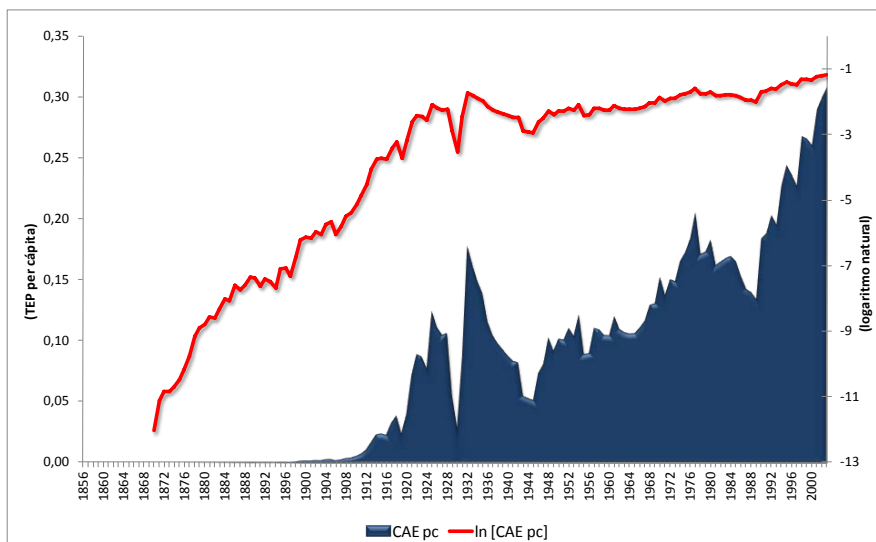
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 3.7 e)
 Patrón de consumo de energías modernas per cápita,
 Haití: 1856 – 2003



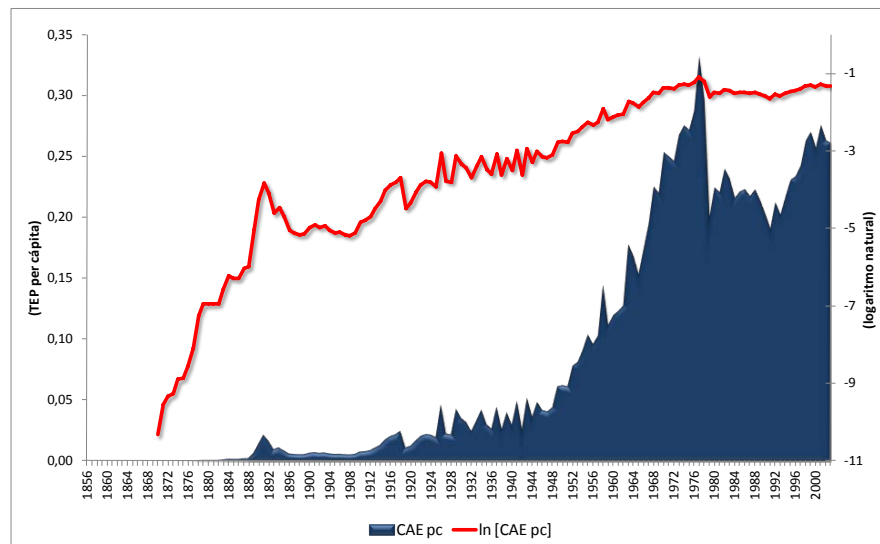
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 3.7 f)
 Patrón de consumo de energías modernas per cápita,
 Honduras: 1856 – 2003



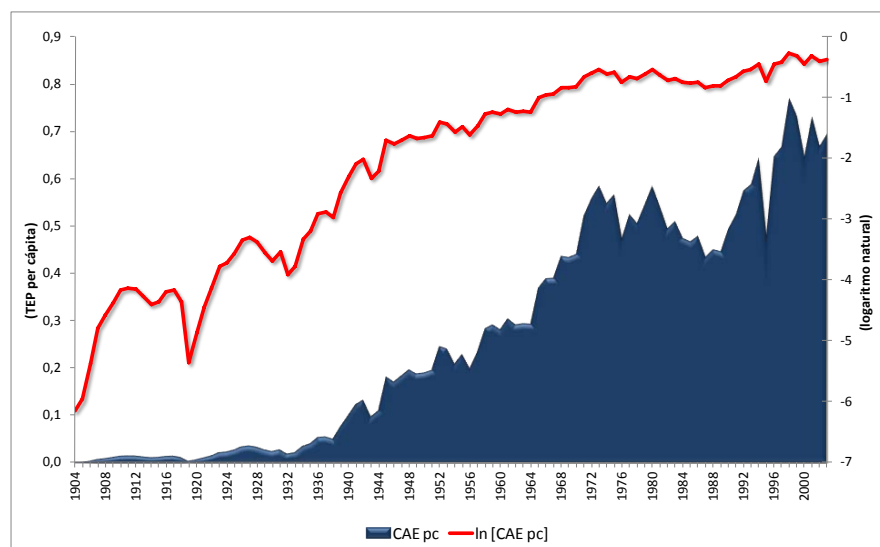
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 3.7 g)
 Patrón de consumo de energías modernas per cápita,
 Nicaragua: 1856 – 2003



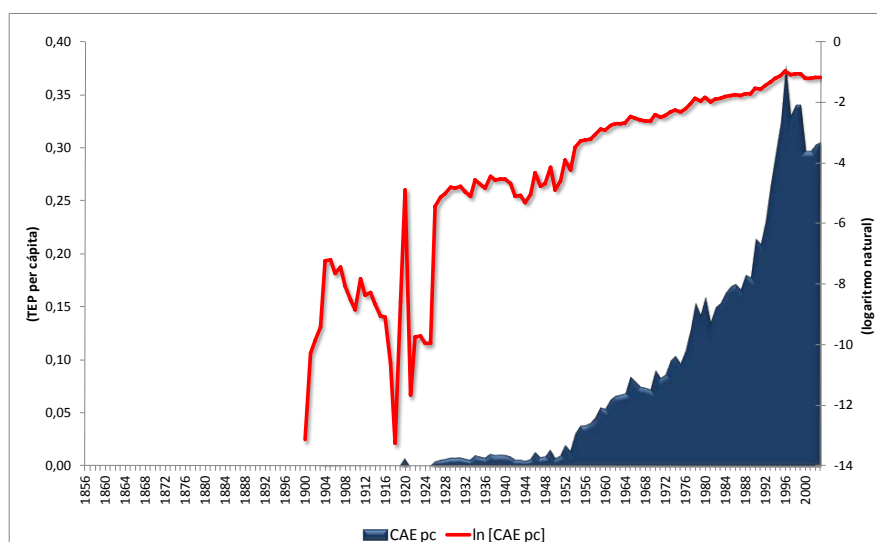
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 3.7 h)
 Patrón de consumo de energías modernas per cápita,
 Panamá: 1904 – 2003



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 3.7 i)
 Patrón de consumo de energías modernas per cápita,
 Paraguay: 1856 – 2003



Fuente: Elaboración propia.

Los pequeños consumidores de energías tienen sus tasas de crecimiento anual más altas en el período 1913-1930 y en el período 1951-1957 con una tasa igual a 9,1%. Otro período de elevadas tasas de crecimiento anual es el 1931-1940 con un 8,6%. Finalmente, la tasa más baja de crecimiento anual se produjo en el período 1980-2003 con un -0,1%. Parece ser que las guerras mundiales y la primera etapa de la industrialización dirigida por el Estado, tuvieron un efecto positivo en términos de mayores niveles de consumo de energías modernas.

El esfuerzo modernizador de los pequeños consumidores de energía es destacable, ya que en promedio en el período 1913-1930 el petróleo representaba el 72% de la canasta energética y el carbón mineral el 21%. Esta composición sólo es comparable a lo que se presenta en el caso de la República Bolivariana de Venezuela. En el período siguiente, 1931-1940, la composición de las energías era petróleo con el 61,3%, carbón mineral con el 26,0%, gas natural con el 10,4% y la hidroelectricidad con el 2,3%, esta composición es similar a los grandes consumidores, con la excepción del gas natural que tiene una participación que es el doble.

Al interior del grupo de pequeños consumidores de energía, la brecha entre el máximo y mínimo consumo de energías per cápita en el año 1880 es de 1:68,2 veces que es la más baja de los grupos analizados y en el año 2003, la brecha se reduce a 1:7,1 veces siendo la más alta de los grupos analizados. Esta evidencia muestra que a pesar de que el grupo está formado por países con consumos relativamente homogéneos a lo largo del siglo XX esta brecha no se ha podido reducir como ha ocurrido en los otros grupos.

Tal como en los otros grupos, en la primera globalización la brecha en el consumo per cápita de energías modernas es la más alta (1:241,4 veces). En los períodos siguientes la brecha se reduce sistemáticamente: 1:145,2 veces en el período 1913-1930, 1:63,8 veces en el período 1931-1940, 1:40,4 veces en el período

1941-1950, 1:22,9 veces para el período 1951-1957, 1:27,7 veces para el período 1958-1979 y 1:21,4 veces para el período 1980-2003.

La evidencia de los párrafos anteriores muestra que los pequeños consumidores de energías modernas fueron de los primeros en hacer la transición de carbón mineral al petróleo, también que su composición de la canasta energética no es muy diferente a la de los grandes consumidores, sin embargo, la gran diferencia está dada por la especialización productiva que les permitieron sus condiciones naturales, la matriz institucional (que se creó en el período colonial)⁵⁶ y la efectividad de las políticas económicas aplicadas. En términos de Allen, R. *et al.* (2011) la existencia de malos fundamentos conducen al rezago económico de los países en América Latina.

3.3 ¿Existe convergencia en los consumos de energías modernas per cápita en América Latina?

En las secciones anteriores se ha indicado que las brechas en los niveles de consumo aparente de energías modernas respecto a los grandes consumidores de energías modernas se han reducido, sin embargo, falta verificar si estadísticamente se está en presencia de un proceso de convergencia en estos patrones de consumo per cápita de energías modernas o no.

Para verificar la hipótesis de convergencia en los consumos aparentes de energías modernas per cápita Latinoamericanos, durante el período 1880-2003, se utiliza el concepto que se desprende de los modelos de crecimiento económico.

El concepto de convergencia⁵⁷ resulta de los modelos de crecimiento de Solow y Swan. En términos simples esto significa que dado un stock de capital por trabajador inicial, una economía converge a un equilibrio de largo plazo en el que el Producto por trabajador crece a una tasa constante e igual a la tasa del cambio tecnológico, durante la transición la economía crece a una tasa mayor que la de largo plazo, pero tiende asintóticamente a ella. De esta forma, en la transición hacia el equilibrio de largo plazo las economías más pobres se acercan más rápidamente al nivel de las economías más ricas, porque sus tasas de crecimiento son más altas.

Existen dos formas de entender la convergencia:⁵⁸

- a) **Convergencia β .** Un grupo de países converge al nivel del PIB de las economías más ricas cuando las economías más pobres (que están más alejadas de su nivel de producto o ingreso de largo plazo) crecen a tasas más elevadas para alcanzar los niveles de los países más ricos. Empíricamente debe probarse que hay una relación negativa entre la tasa

⁵⁶ Allen, R. *et al.* (2011: p. 18).

⁵⁷ Esta sección se basa en Ducan, R. y R. Fuentes (2005).

⁵⁸ En esta investigación se utiliza el concepto de convergencia absoluta y no el de convergencia condicional, ya que en las estimaciones no se está controlando los factores propios de cada economía, como por ejemplo las políticas económicas, las tasas de inversión, los niveles de educación, etc.

de crecimiento en el consumo aparente de energías modernas per cápita y el nivel inicial de este consumo.

La formulación que se utiliza es:

$$\ln[Y(T)] - \ln[Y(0)] = [1 - e^{-\lambda T}] \ln(Y^*) - [1 - e^{-\lambda T}] \ln[Y(0)]$$

Lo que para fines empíricos se puede escribir como la ecuación (1):

$$(1) \quad \frac{y_{i,T} - y_{i,0}}{T} = \alpha + \beta y_{i,0} + \varepsilon_{i,t}$$

Donde:

$y_{i,T}$: logaritmo natural del producto per cápita del país i en el período final T .

$y_{i,0}$: logaritmo natural del producto per cápita del país i en el período inicial 0 .

T : número de períodos.

α : constante e igual a $(1 - e^{-\lambda T}) \ln(Y^*)$.

β : coeficiente que mide la tasa o velocidad de convergencia y es igual a:

$\beta = -(1 - e^{-\lambda T})$. Pudiéndose obtener:

$$\beta \begin{cases} = 0, & \text{no hay convergencia} \\ < 0, & \text{hay convergencia} \\ > 0, & \text{hay divergencia} \end{cases}$$

$\varepsilon_{i,t}$: término de error aleatorio.

La prueba de hipótesis para la convergencia se aplica al coeficiente β y se debe verificar su significancia y signo negativo.

- b) Convergencia σ .** Un grupo de países converge en niveles de Producto, cuando la dispersión del producto o el ingreso per cápita disminuye en el tiempo.

Para verificar este tipo de convergencia se debe probar que la desviación estándar de los productos o ingresos per cápita de la muestra se reduce significativamente entre el período inicial y el final del análisis.

En términos empíricos se estima, ecuación (2):

$$(2) \quad \sigma_t = \alpha + \mu \text{tendencia} + \varepsilon_t$$

Donde:

σ_t : desviación estándar de la muestra en el período t .

tendencia: tendencia lineal.

α : constante.

μ : coeficiente que captura la reducción o aumento de la dispersión en el tiempo y puede tomar los siguientes valores:

$$\mu \begin{cases} = 0, \text{ no hay convergencia} \\ < 0, \text{ hay convergencia} \\ > 0, \text{ hay divergencia} \end{cases}$$

ε_t : término de error aleatorio.

La existencia de la convergencia σ se prueba estadísticamente sobre la significancia y signo del coeficiente de la pendiente de la ecuación (2).

Como señalan Ducan, R. y R. Fuentes (2005: pp. 4 - 5) la convergencia β es una condición necesaria, pero no suficiente para la existencia de convergencia σ . Por lo que, no es factible observar convergencia σ sin verificar convergencia β .

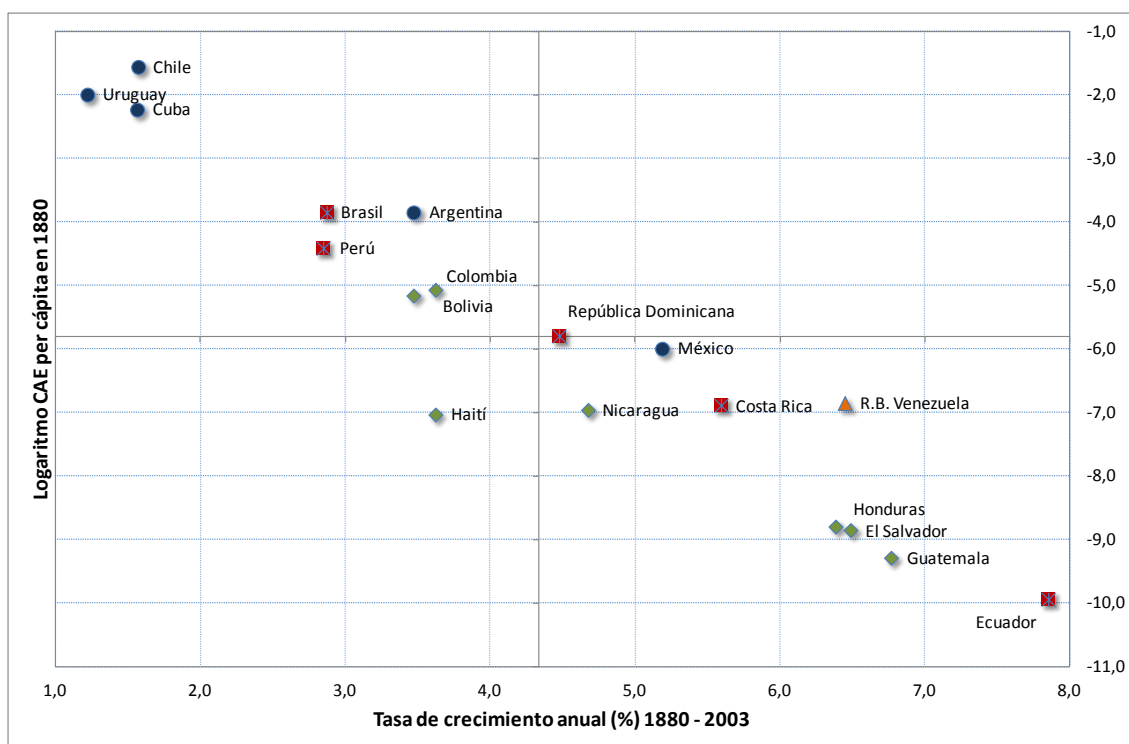
3.3.1 La convergencia β en el consumo de energías modernas per cápita en América Latina, 1880 – 2003

Para verificar la convergencia β y σ se utilizó el consumo aparente de energías modernas per cápita expresado en logaritmo natural.

Desde la perspectiva de la convergencia β , en el gráfico siguiente observamos que para el período completo se ha producido la convergencia, ya que hay una relación inversa entre el nivel inicial (1880) del consumo aparente de energías modernas per cápita y la tasa de crecimiento anual del consumo aparente de energías modernas per cápita entre 1880-2003.⁵⁹

⁵⁹ Para el análisis reportado se usó la tasa de crecimiento anual calculada con los puntos extremos.

Gráfico N° 3.8
 Convergencia β del consumo latinoamericano
 de energías per cápita: 1880 – 2003



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los ejes horizontal y vertical se han ubicado en el promedio de cada una de las variables que se miden en ellos. Se ha indicado con diferentes marcadores y colores los países según la clasificación utilizada en el apartado anterior.

En el gráfico se distinguen cuatro cuadrantes:⁶⁰

- **Cuadrante superior izquierdo:** Está formado por los países con los niveles de consumo aparente de energías modernas per cápita por sobre el promedio y las tasas de crecimiento anual entre 1880-2003 bajo el promedio. En este cuadrante se ubican los países que están perdiendo impulso (losing momentum) en su crecimiento.⁶¹

Aquí están Chile, Uruguay, Cuba, Argentina, Brasil, Perú, Colombia y Bolivia. Destaca que en este cuadrante no sólo están los países que forman el grupo de los grandes consumidores de energía, sino que también los dos representantes más adelantados de los medianos consumidores de energía (Brasil y Perú) y de los pequeños consumidores de energía (Colombia y Bolivia⁶²).

- **Cuadrante superior derecho:** Es la zona de altos niveles de iniciales de consumo de energía per cápita (sobre el promedio) y altas tasas de crecimiento anual entre 1880-2003 (sobre el promedio). Este es el

⁶⁰ Se usa la tipología de UNIDO (2005) capítulo 3.

⁶¹ En los cuatro casos se presenta entre paréntesis el término sin traducción.

⁶² En el año 1880 el consumo per cápita de México era el 43,7% del consumo de Bolivia, sin embargo en el año 1890 el consumo de México era el 183,7% del consumo boliviano.

cuadrante de los países que avanzan con rapidez (moving ahead), para el caso de los países Latinoamericanos este cuadrante está vacío. Aquí debieran estar los países que tomaron la delantera en términos de consumo entre 1880 y 2003.

- **Cuadrante inferior derecho:** En este cuadrante están los países cuyo nivel de consumo de energía per cápita es inferior que el promedio y las tasas de crecimiento anual son altas (superiores al promedio). Es el cuadrante de los países que se están acercando rápidamente a los de más alto crecimiento (catching up).

Se encuentran en este cuadrante países de los diferentes grupos definidos anteriormente como es el caso de la República Dominicana, México, la República Bolivariana de Venezuela, Costa Rica, Nicaragua, Honduras, El Salvador, Guatemala y Ecuador. Este resultado apoya lo reportado en la sección anterior, en el sentido que las diferentes tasas de crecimiento durante el período de análisis conducen a convergencia en los niveles de consumo per cápita.

- **Cuadrante inferior izquierdo:** Este es el cuadrante de los países rezagos (falling further behind), donde el nivel inicial de consumo de energía per cápita es más bajo que el promedio y las tasas de crecimiento son las más bajas que el promedio en el período 1880-2003. En nuestro caso, sólo Haití está en este cuadrante, este resultado es consistente con lo que se observa a nivel del PIB per cápita.

Los resultados del análisis formal de la convergencia β utilizan la ecuación (1) y son:

Cuadro N° 3.7
Convergencia β de los países agrupados según nivel de CAEM per cápita, 1880-2003

	Latinoamérica	Grandes consumidores energía	Medianos consumidores energía	Pequeños consumidores energía
Coefficiente	-0,7388	-0,9166	-0,8602	-0,8024
Lambda implícito (*)	0,0109	0,0202	0,0160	0,0132
Probabilidad	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
R cuadrado ajustado	0,8931	0,9570	0,9829	0,8521

Fuente: Elaboración propia.

Notas: (*) Se estimó la ecuación (1) con una matriz de varianzas y covarianzas de White. Al despejar de la ecuación se obtiene la lambda implícita: $\beta = -(1 - e^{-\lambda t})$

Los grupos de países están formados por:

Grandes consumidores de energía (5 países): Argentina, Cuba, Chile, México y Uruguay.

Medianos consumidores de energía (5 países): Brasil, Costa Rica, Ecuador, Perú y República Dominicana.

Pequeños consumidores de energía (9 países): Bolivia, Colombia, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Nicaragua, Panamá y Paraguay.

Latinoamérica: Corresponde al comportamiento de los 20 países que forman la muestra de análisis.

Los resultados reportados en el cuadro anterior muestran que para el período completo de análisis, en América Latina ha habido un proceso de convergencia en los niveles de consumo per cápita de energías modernas, ya que estadísticamente el coeficiente beta de la ecuación estimada es significativamente diferente de cero y negativo, y el R cuadrado ajustado es superior al 89%. La tasa a la que convergen las economías latinoamericanas es de 1% anual.

Los resultados no se modifican cuando el análisis se aplica a cada uno de los grupos de consumo, es decir, en todos los casos el coeficiente beta es negativo y significativamente diferente de cero. La tasa a la que se produce la convergencia es más alta en el caso de los grandes consumidores (2% anual) y la más baja se presenta en el caso de los pequeños consumidores (1,3% anual). Al interior de cada grupo los países más rezagados en los niveles de consumo aparente de energías modernas per cápita muestran las tasas de crecimiento más altas que aquellos que tenían niveles iniciales de consumo superiores.

Cuando se organiza la muestra distinguiendo entre países importadores netos de combustibles fósiles y aquellos que disponen en alguna proporción de carbón y/o petróleo, también se observa un proceso de convergencia en los niveles de consumo per cápita de energías modernas. El cuadro siguiente resume los resultados encontrados.

Cuadro N° 3.8

Convergencia β de los países agrupados según existencia de combustibles fósiles en sus territorios, 1880-2003

	Importadores netos de combustibles fósiles ^(a)	Países con disponibilidad combustibles fósiles ^(b)
Coefficiente	-0,7375	-0,7805
Lambda implícito	0,0109	0,0123
Probabilidad	0,0000	0,0000
R cuadrado ajustado	0,8454	0,9290

Fuente: Elaboración propia.

Notas: Se estimó la ecuación con una matriz de varianzas y covarianzas de White.

(a) Están en este grupo los países que no poseen combustibles fósiles (carbón mineral y petróleo) en sus territorios: Costa Rica, El Salvador, Haití, Honduras, República Dominicana, Nicaragua y Uruguay.

(b) Están en este grupo los países que poseen combustibles fósiles en sus territorios: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, Ecuador, Guatemala, México, Perú y la República Bolivariana de Venezuela.

Un resultado que refuerza la hipótesis de que la falta de energías modernas es una limitante para el crecimiento económico, es el hecho de que la velocidad con la que logran la convergencia los países importadores netos de combustibles fósiles es un poco menor que la velocidad a la que lo hacen los países que disponen de combustibles fósiles en sus territorios (1,09% anual versus 1,23%).

A modo de conclusión preliminar se puede indicar que en Latinoamérica en los últimos 123 años de su historia de consumo aparente de energías modernas per cápita ha habido un proceso de convergencia β , tanto cuando se analiza para el período completo y distinguiendo por el comportamiento de los consumos de energías modernas en el largo plazo y como cuando se controla por la disponibilidad de combustibles fósiles en sus territorios.

Un análisis por subperíodos muestra que siempre está presente la convergencia β , con la excepción del período 1931-1940 de divergencia en los pequeños consumidores de energía y en los países importadores netos de energías fósiles, tal como se observa en los cuadros siguientes.

Cuadro N° 3.9
Convergencia β para los países agrupados según nivel
de consumo per cápita, 1880-2003
(períodos historiográficos)

		Latinoamérica	Grandes consumidores energía	Medianos consumidores energía	Pequeños consumidores energía
1880 - 1912	Coeficiente	-0,2520	-0,4266	-0,3550	-0,1918
	Lambda implícito	0,0091	0,0174	0,0137	0,0067
1913 - 1930	Coeficiente	-0,2184	-0,2966	-0,2637	-0,1315
	Lambda implícito	0,0145	0,0207	0,0180	0,0083
1931 - 1940	Coeficiente	-0,0196	-0,1175	-0,0557	0,0380
	Lambda implícito	0,0022	0,0139	0,0064	-0,0041
1941 - 1950	Coeficiente	-0,1143	-0,1582	-0,0728	-0,2529
	Lambda implícito	0,0135	0,0191	0,0084	0,0324
1951 - 1957	Coeficiente	-0,1411	-0,0428	-0,0931	-0,0800
	Lambda implícito	0,0254	0,0073	0,0163	0,0139
1958 - 1979	Coeficiente	-0,2865	-0,0533	-0,1917	-0,0954
	Lambda implícito	0,0161	0,0026	0,0101	0,0048
1980 - 2003	Coeficiente	-0,3067	-0,0440	-0,0783	-0,3757
	Lambda implícito	0,0159	0,0020	0,0035	0,0205

Fuente: Elaboración propia.

Nota: En todas las estimaciones el coeficiente β es significativamente diferente de cero.

Del cuadro destaca que para Latinoamérica el período de 1951-1957 es el la velocidad de convergencia más alta (2,54%), esto se explica por la coincidencia de las políticas económicas implementadas en los países que conducían a desarrollar la capacidad industrial, algo que los grandes consumidores de energía lo habían comenzado a hacer incipientemente desde finales del siglo XIX. Al ordenar las tasas de convergencia en forma descendente resulta: 1,61% en el período 1958-1979, 1,59% en el período 1980-2003, 1,45% en el período 1913-1930, 1,35% en el período 1941-1950, 0,91% en el período 1880-1912 y 0,22% en el período 1931-1940.

Las tasas de convergencia de los grandes consumidores de energías modernas son las más altas en los períodos entre 1880-1950 y le siguen las de los medianos consumidores de energías. En los subperíodos entre 1951-1979 los medianos consumidores de energía tienen las tasas más altas de convergencia y luego le siguen los pequeños consumidores de energías modernas. Finalmente, en el período 1980-2003 son los pequeños consumidores de energías los que muestran la mayor tasa de convergencia y luego, los medianos consumidores de energía.

Estos patrones muestran que al interior del grupo de grandes consumidores de energías modernas los países con consumos más bajos aumentan su tasa de crecimiento en el consumo para alcanzar los niveles de consumo de los grandes consumidores. En este grupo de países la brecha en los niveles de consumo entre ellos se reduce en un proceso de convergencia que se extiende hasta la primera mitad del siglo XX. En los siguientes 30 años del siglo XX los países más rezagados del grupo de medianos consumidores de energía tienen las tasas más altas de convergencia de la muestra, lo que tiene su origen en sus mayores tasas de crecimiento del consumo aparente de energías modernas y por ende, una sistemática reducción de la brecha de niveles de consumo respecto a los grandes consumidores de energías modernas.

En el período final del análisis, una vez que los grandes y medianos consumidores de energía per cápita se acercan rápidamente a los países con los niveles de consumo más altos, los pequeños consumidores muestran las tasas de convergencia más altas y coincide con una reducción de la brecha con los grandes consumidores de energía.

Al separar los países según la disponibilidad de combustibles fósiles en sus territorios, se observa que no hay un patrón claro respecto de que los importadores de combustibles fósiles tengan tasas de convergencia menores que los países con combustibles fósiles en sus territorios. Por ejemplo, las tasas de convergencia de los países importadores netos de combustibles fósiles son menores sólo en los períodos 1913-1930, 1931-1940 y 1958-1979, en el resto de los períodos las tasas de convergencia son mayores, sin embargo, las diferencias entre ambas tasas son pequeñas.

Cuadro N° 3.10
Convergencia β países agrupados según existencia de
combustibles fósiles en sus territorios, 1880-2003
 (períodos historiográficos)

		Latinoamérica	Países importadores netos combustibles fósiles	Países que tienen combustibles fósiles
1880 - 1912	Coefficiente	-0,2520	-0,2662	-0,2383
	Lambda implícito	0,0091	0,0097	0,0085
1913 - 1930	Coefficiente	-0,2184	-0,2208	-0,2224
	Lambda implícito	0,0145	0,0147	0,0148
1931 - 1940	Coefficiente	-0,0196	0,1114	-0,1313
	Lambda implícito	0,0022	-0,0117	0,0156
1941 - 1950	Coefficiente	-0,1143	-0,3043	-0,0356
	Lambda implícito	0,0135	0,0403	0,0040
1951 - 1957	Coefficiente	-0,1411	-0,1356	-0,0799
	Lambda implícito	0,0254	0,0243	0,0139
1958 - 1979	Coefficiente	-0,2865	-0,2884	-0,3735
	Lambda implícito	0,0161	0,0162	0,0223
1980 - 2003	Coefficiente	-0,3067	-0,1734	-0,1526
	Lambda implícito	0,0159	0,0083	0,0072

Fuente: Elaboración propia.

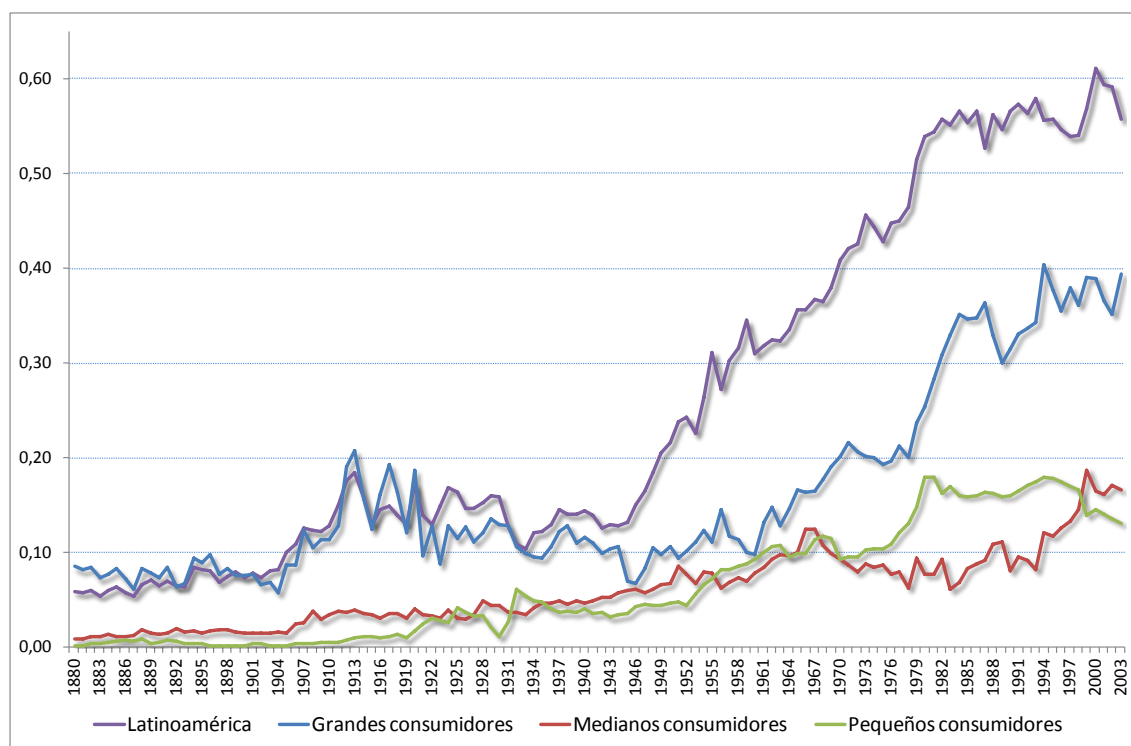
Nota: En todas las estimaciones el coeficiente β es estadísticamente distinto de cero.

En el cuadro anterior destaca el período 1931-1940 que es de divergencia para los países importadores netos de combustibles fósiles. Este es el único período con divergencia, lo que se traduce en que para Latinoamérica la tasa de convergencia sea la más baja del período de análisis cubierto.

3.3.2 La convergencia σ en el consumo de energías modernas per cápita en América Latina, 1880 – 2003

Durante el período 1880-2003 la dispersión de los niveles de consumo de energías per cápita para los países latinoamericanos ha ido creciendo en el tiempo, tal como se observa en el gráfico siguiente.

Gráfico N° 3.9
 Dispersión del consumo latinoamericano
 de energías modernas per cápita, 1880 – 2003



Fuente: Elaboración propia.

Se observan dos períodos de mayor dispersión del consumo aparente de energías modernas per cápita en América Latina. El primero a comienzos del siglo XX y el segundo a partir de la Segunda Guerra Mundial. Este comportamiento es el que siguen los grandes consumidores de energías modernas, en cambio en el caso de los medianos y pequeños consumidores el segundo impulso en la dispersión está a partir de los años 1950's.

El aumento de la dispersión de los niveles de consumo per cápita de energías modernas a lo largo del tiempo es la primera impresión de que hay un proceso de divergencia en los consumos de energías per cápita en todos los grupos de consumidores latinoamericanos durante el período analizado, este resultado no es contradictorio con la convergencia β , ya que se están midiendo cosas diferentes. En el caso de la convergencia σ se mide si la dispersión se reduce o no en el tiempo, en cambio en el segundo caso se mide si los países más rezagados tienen tasas de crecimiento más elevadas en comparación a los países más avanzados. El análisis formal utiliza la ecuación (2) cuyos resultados son:

Cuadro N° 3.11

Convergencia σ para los países agrupados según nivel de consumo aparente de energías modernas per cápita, 1880-2003

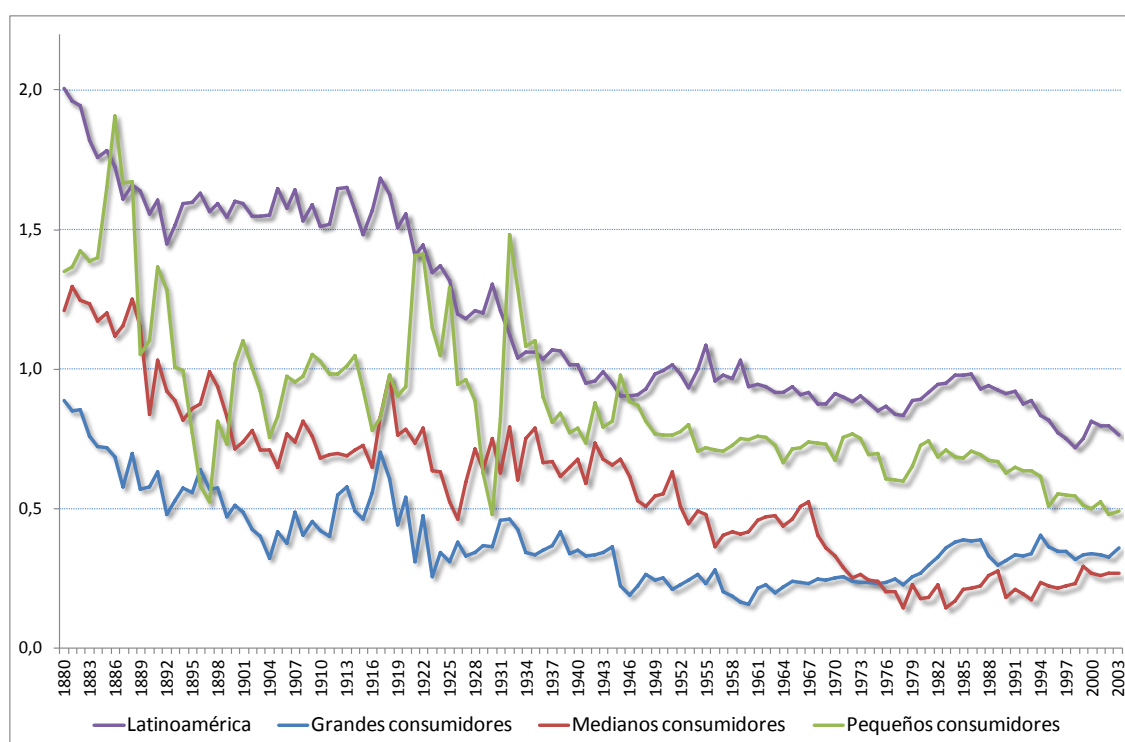
	Latinoamérica	Grandes consumidores	Medianos consumidores	Pequeños consumidores
Coefficiente	0,0048	0,0022	0,0010	0,0016
Probabilidad	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
R cuadrado ajustado	0,8769	0,6602	0,8316	0,8752

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la convergencia σ son claros, durante el período 1880-2003 la dispersión en los niveles de consumo per cápita de energías modernas no se han reducido, tanto para todos los países latinoamericanos como al interior de los distintos grupos de consumidores. Sin embargo, este análisis no considera que paralelamente está presente un proceso de aumento en los niveles promedio de consumo con lo que coeficiente de variación (cuociente entre la desviación estándar y el promedio de los consumos per cápita) se reduce en algunos períodos, lo que se explica por unas tasas de crecimiento más altas en los niveles de consumo y que se traduce a su vez en una reducción en las brechas respecto al consumo de los grandes consumidores de energía, tal como se aprecia en el gráfico siguiente.

Gráfico N° 3.10

Coefficiente de variación del consumo latinoamericano de energías per cápita, 1880 – 2003



Fuente: Elaboración propia.

Para toda Latinoamérica el coeficiente de variación se reduce más marcadamente

entre comienzos de los años 1920 y finales de los años 1970, esto implica unos niveles de consumo per cápita de energías modernas más homogéneos. Este resultado está muy influenciado por el comportamiento de los grandes consumidores de energía y un poco por los pequeños consumidores de energía. El comportamiento de los medianos consumidores de energía muestra una reducción del coeficiente de variación pero no tan marcadamente.

La década de los años 1980 es una de un aumento del coeficiente de variación, es decir de una mayor heterogeneidad en los niveles de consumo per cápita de energías modernas y que se explica por los variados resultados de las políticas económicas implementadas en los países latinoamericanos en ese período.

El análisis de la convergencia σ para los períodos historiográficos definidos se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 3.12
Convergencia σ para los países agrupados por niveles de
consumo aparente de energías modernas per cápita 1880-2003
(períodos historiográficos)

	Latinoamérica	Grandes consumidores	Medianos consumidores	Pequeños consumidores
1880 - 1912	Divergencia	Divergencia	Divergencia	No hay convergencia
1913 - 1930	No hay convergencia	Convergencia	No hay convergencia	Divergencia
1931 - 1940	Divergencia	No hay convergencia	Divergencia	No hay convergencia
1941 - 1950	Divergencia	No hay convergencia	Divergencia	Divergencia
1951 - 1957	Divergencia	No hay convergencia	No hay convergencia	Divergencia
1958 - 1979	Divergencia	Divergencia	No hay convergencia	Divergencia
1980 - 2003	Divergencia	Divergencia	Divergencia	Convergencia

Fuente: Elaboración propia.

A pesar que a nivel global predomina la divergencia, al interior de los grupos de consumidores de energía la historia es diferente, por ejemplo en el grupo de los grandes consumidores de energía en el período 1913-1930 hay una reducción de la dispersión de los niveles de consumo de energías modernas per cápita (convergencia), y luego un largo período de no convergencia (entre 1931-1957) en que la dispersión no mostró una tendencia significativa a aumentar o a disminuir. Para los períodos siguientes se observa la divergencia en los niveles de consumo per cápita.

Este resultado refleja cómo durante la primera globalización los países fueron aprovechando las oportunidades que ofrecían los mercados internacionales, para luego observar un período de acomodamiento de las decisiones de los agentes económicos que no se tradujo en fuertes aumentos en los niveles de consumo de

energías modernas de los países.

En el grupo de los medianos consumidores de energía la no convergencia está presente entre los años 1913-1930 y 1951-1979, se puede indicar que estos son los períodos en que la dispersión se mantiene estadísticamente constante (ver Gráfico N° 3.9). Para el resto de los períodos, está presente la divergencia, que no es otra cosa que la observación de que los agentes económicos enfrentaron escenarios cambiantes y que los shocks externos implicaron tomar decisiones que se tradujeron en que cada país siga patrones de consumo de energías modernas per cápita diferentes, a pesar de que inicialmente se haya incluido en este grupo los países con los niveles de consumo y tasas de crecimiento de largo plazo similares.

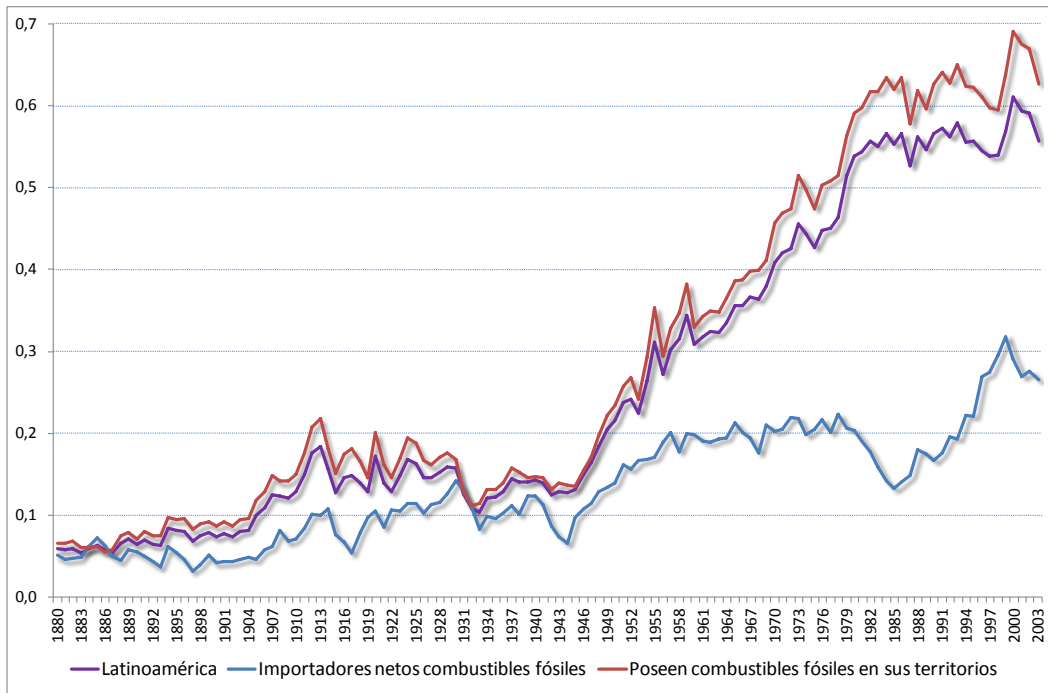
El grupo de pequeños consumidores de energía es mucho más activo que el resto de los grupos. En la primera globalización los países que forman este grupo tendían a la no convergencia (es un período en que la mayoría de ellos se comportaba similarmente en términos de los niveles de consumo de energías modernas per cápita, lo que es consecuencia de estar insertos en la economía internacional con productos agrícolas intensivos en mano de obra barata), el período 1913-1930 es de divergencia, en este período muchos de estos países transitan del consumo de carbón al petróleo como la principal fuente de energías modernizadoras, para luego transitar a un proceso de no convergencia (1931-1940). Entre 1941-1979, los consumos de energías modernas per cápita tienen comportamientos diferentes al interior del grupo (aumenta la dispersión más lentamente que el consumo promedio del grupo, lo que es reflejo de los procesos de industrialización). Finalmente, este es el único grupo que comienza el siglo XXI con una convergencia en los niveles de consumo per cápita.

Al agrupar los países según la disponibilidad de combustibles fósiles en sus territorios, se observa en el gráfico siguiente cómo la dispersión en los niveles de consumo de América Latina está fuertemente influenciada por lo que ocurre con los países que disponen de combustibles fósiles en alguna proporción en sus territorios y que la dispersión se acentúa a comienzos de los años 1940. Otro elemento a destacar es que la dispersión en los niveles de consumo per cápita entre los países importadores netos de energías fósiles tiende a aumentar fuertemente desde mediados de los años 1980's, lo que se puede explicar por las decisiones tomadas por los países que forman este grupo para resolver los problemas derivados de las crisis de esta década.

A pesar de la menor dispersión del grupo de países importadores netos de combustibles fósiles hasta comienzos de los años 1970's, el coeficiente de variación es mucho mayor en comparación al de los países que poseen combustibles fósiles en sus territorios. A partir del primer shock en el precio internacional del petróleo, los países que forman este grupo muestran niveles promedio de consumo per cápita más elevados que en los períodos previos. El coeficiente de variación también indica que en ambos grupos de países, el primer shock en el precio del petróleo condujo a una mayor homogeneidad en los patrones de consumo de los países latinoamericanos.

Gráfico N° 3.11

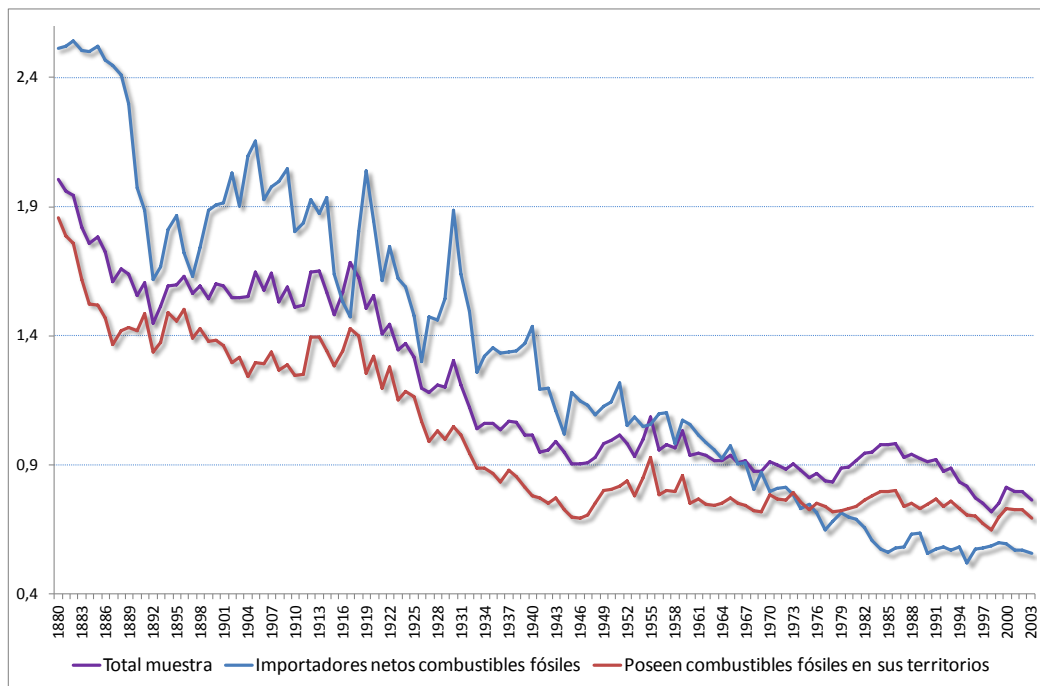
Dispersión del consumo latinoamericano de energías per cápita
países agrupados según disponibilidad de combustibles fósiles, 1880 – 2003



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 3.12

Coefficiente de variación del consumo latinoamericano de energías per cápita
países agrupados según disponibilidad de combustibles fósiles, 1880 – 2003



Fuente: Elaboración propia.

El análisis de la dispersión revela que para todo el período muestral y para los subperíodos analizados predomina la divergencia en los niveles de consumo per cápita, ver cuadro siguiente.

Cuadro N° 3.13

Convergencia σ en períodos historiográficos, 1880 - 2003
(países agrupados por existencia de combustibles fósiles en sus territorios)

	Latinoamérica	Importadores netos combustibles fósiles	Poseedores combustibles fósiles
1880 - 2003	Divergencia	Divergencia	Divergencia
1880 - 1912	Divergencia	Divergencia	Divergencia
1913 - 1930	No hay convergencia	Divergencia	No hay convergencia
1931 - 1940	Divergencia	No hay convergencia	Divergencia
1941 - 1950	Divergencia	Divergencia	Divergencia
1951 - 1957	Divergencia	Divergencia	No hay convergencia
1958 - 1979	Divergencia	Divergencia	Divergencia
1980 - 2003	Divergencia	Divergencia	Divergencia

Fuente: Elaboración propia, corresponden a los resultados de las estimaciones de la ecuación (2) en cada caso y período.

Al agrupar los países dependiendo de si poseen combustibles fósiles en sus territorios o no, se consigue observar claramente la divergencia en los niveles de consumo per cápita de energías modernas. Una situación interesante se observa en el caso de los países importadores de combustibles fósiles en el período 1931-1940 que es de uno donde no hay convergencia, es decir, la dispersión en los niveles de consumo se mantuvo estadísticamente constante, probablemente este período fue uno en que estos países debieron decidir cómo se seguirían vinculando a los mercados internacionales y cómo harían frente a los shocks internacionales, lo que finalmente se tradujo en políticas económicas diferentes a las de períodos previos.

Para los países poseedores de combustibles fósiles en sus territorios, hay dos períodos de no convergencia: 1913-1930 y 1951-1957. El primero coincide con el que incluye la Gran Depresión de 1930 y el segundo, con la parte final de la etapa clásica de la industrialización dirigida por el Estado.

Finalmente, a modo de síntesis se puede indicar que durante el período 1880-2003 se observa un proceso de divergencia σ , algo que se mantiene en la mayoría de los subperíodos historiográficos definidos en esta investigación, el matiz está en los grandes y medianos consumidores de energía que presentan períodos donde no hay convergencia. Al agrupar los países según la disponibilidad de recursos fósiles en sus territorios, para todo el período la dispersión de los niveles de consumo per cápita ha aumentado (hay divergencia), las excepciones son un período de no convergencia para los países importadores netos de combustibles fósiles y dos períodos para los países que poseen alguna dotación de estos combustibles en sus territorios.

La evidencia reportada incluye sólo países latinoamericanos por lo que los

resultados obtenidos pueden ser una especificidad de la región, por ello, en el siguiente apartado se toma una muestra más amplia que incluye países de otros continentes para el período 1950-2003 y se analiza lo que ocurre con la convergencia β y σ .

3.4 Consumo de energías modernas en América Latina en el contexto internacional, 1950 - 2003

En las secciones previas se ha analizado el comportamiento del consumo per cápita de energías modernas en América Latina, sin embargo falta contrastar esta realidad con lo que ocurre en otros continentes y en grupos de países con niveles de PIB per cápita similares.

Se utiliza un período más corto, que se extiende entre el año 1950 y el 2003, porque no se dispone de series de energías modernas más extensas cuya construcción utilice criterios homogéneos para el período previo.

La muestra construida para esta tesis está formada por 98 países: 21 países africanos, 30 países asiáticos, 21 países europeos, 22 países latinoamericanos, dos países norteamericanos⁶³ y dos países de Oceanía.⁶⁴

3.4.1 Fuentes de las series utilizadas

a) Series del consumo aparente de energías modernas

Las fuentes utilizadas para los países Latinoamericanos y Caribeños,⁶⁵ excepto Jamaica y Trinidad y Tobago son:

1950 – 2003: Naciones Unidas (varios números).

Naciones Unidas (1976) *World Energy Supplies 1950 – 1974*, New York, Statistical Papers Series J N° 19.

Naciones Unidas (1981, 1982, 1985, 1987, 1989, 1991, 1993, 1995, 1997, 1999, 2001, 2003), *Energy Statistics Yearbook*, Department of International Economic and Social Affairs, Statistical Office.

Para el resto de los países de la muestra:

1950 – 1969: Naciones Unidas (varios números).

1970 – 2003: Base de datos del Banco Mundial, *World Development Indicators*, disponible en: <http://data.worldbank.org/data-catalog>. La versión descargada está actualizada al 28 de septiembre de 2010.

⁶³ En estricto rigor México forma parte de Norteamérica, sin embargo en esta tesis, este país forma parte de América Latina.

⁶⁴ Para algunos análisis la muestra se reduce, porque no todos los países tienen series de consumos aparentes de energías modernas y/o PIB desde 1950. Cuando la muestra es más pequeña se indica en una nota.

⁶⁵ Una explicación más detallada de la construcción de las series de consumo aparentes de energías modernas se encuentra en el capítulo 2 de esta tesis.

b) Series de Producto Interno Bruto y Población

Maddison, A. (2001) *Statistics on World Population, GDP and Per Capita GDP, 1-2006 AD* (Last update: March 2009, *horizontal file*, copyright Angus Maddison), disponible en: <http://www.ggdc.net/maddison/>.

3.4.2 Los países de América Latina en el contexto internacional, países agrupados por continentes

Los niveles de consumo per cápita de energías modernas de los países de América Latina respecto a otros continentes, están en un nivel intermedio tal como se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 3.14
Consumo de energías modernas per cápita por continentes, 1950 - 2003
(en TEP promedio y tasa crecimiento anual de las décadas)

	África		Asia		Europa		Latinoamérica		Norteamérica		Oceanía	
	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)
1950-1959	0,219	2,5	0,139		1,574	3,0	0,319	4,7	5,581	1,2	2,228	2,0
1960-1969	0,255	1,3	0,284	1,5	2,184	4,1	0,442	3,2	6,795	3,1	2,957	3,6
1970-1979	0,310	2,6	0,417	3,4	3,040	2,1	0,633	3,9	8,308	0,5	3,880	1,8
1980-1989	0,424	1,9	0,535	2,6	3,254	0,4	0,776	0,2	7,539	0,5	4,260	1,1
1990-1999	0,428	0,2	0,728	2,4	3,314	0,1	0,865	1,3	8,246	0,3	4,874	1,2
2000-2003	0,434	1,6	0,834	3,4	3,417	1,0	0,913	-1,0	8,315	-0,9	5,177	-0,6
1950-2003	0,368	1,7	0,516	4,7	2,780	1,9	0,699	2,4	7,522	0,9	3,979	1,8

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los 98 países de esta muestra según continente son:

África (21 países): Argelia, Angola, Benín, Camerún, Congo, Egipto, Gabón, Ghana, Kenia, Libia, Marruecos, Mozambique, Nigeria, Senegal, Sudáfrica, Sudán, Tanzania, Togo, Túnez, Zaire y Zimbabwe.

Asia (30 países): Arabia Saudita, Bahrein, China, Corea del Norte, Corea del Sur, Emiratos Árabes Unidos, Filipinas, Hong Kong, India, Indonesia, Irán, Irak, Israel, Japón, Jordania, Kuwait, Líbano, Malasia, Mongolia, Nepal, Omán, Paquistán, Qatar, República Árabe Siria, Singapur, Sri Lanka, Tailandia, Turquía, Vietnam y Yemen.

Europa (21 países): Albania, Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Holanda, Hungría, Irlanda, Italia, Noruega, Polonia, Portugal, Reino Unido, Rumania, Suecia y Suiza.

Latinoamérica (22 países): Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Trinidad y Tobago, Uruguay y República Bolivariana de Venezuela.

Norteamérica (2 países): Canadá y Estados Unidos.

Oceanía (2 países): Australia y Nueva Zelanda.

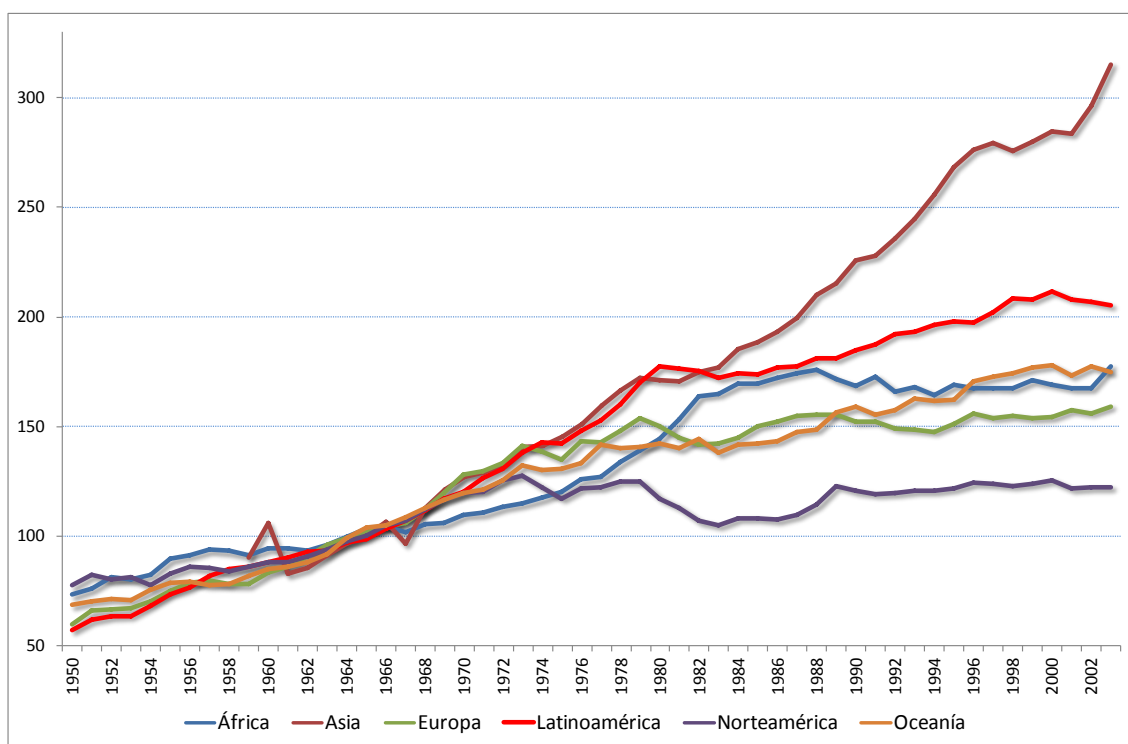
Durante el período 1950-2003 los consumos de energías modernas más altos los tienen los países del continente norteamericano con 7,52 TEP per cápita. Le siguen los países de Oceanía con 3,98 TEP, los países europeos con 2,78 TEP, los

países de América Latina con 0,70 TEP, los países asiáticos con 0,52 TEP y finalmente, los países africanos con 0,37 TEP.

Las tasas de crecimiento del consumo aparente de energías per cápita por década también difieren entre continentes, incluso para el período completo (1950-2003) la tasa de crecimiento para los países de América Latina es la segunda más alta con un 2,4% anual, siguiendo a la tasa de crecimiento de los países asiáticos con el 4,7%. Latinoamérica muestra un desempeño global excepcional en términos del consumo aparente de energías modernas per cápita, así por ejemplo para el período completo, la tasa de crecimiento anual del consumo aparente de energías modernas per cápita latinoamericano es más alta que las tasas reportadas para los países europeos cuyo crecimiento fue de 1,9% anual, Oceanía con el 1,8% y los países africanos con el 1,7%.

El comportamiento de largo plazo de los niveles del consumo aparente de energías modernas per cápita de América Latina tiene particularidades que merecen atención, tal como se observa en el gráfico siguiente.

Gráfico N° 3.13
 Índice consumo aparente de energías
 modernas per cápita base década 1960 =100, 1950 – 2003
 (países agrupados según continente)



Fuente: Elaboración propia.

Los países latinoamericanos son los que tienen las tasas de crecimiento anual más altas del período analizada en la década de los años 1950's y luego se vuelve a acelerar con un impulso menor en la década de los años 1970's, principalmente por el aprovechamiento de las oportunidades que se presentaron para los países que poseen combustibles fósiles en sus territorios. Para los países europeos,

norteamericanos y de Oceanía la década de años 1960's es la de las tasas de crecimiento anual del consumo aparente de energías modernas más altas. La década de los años 1970's fue la de tasas de crecimiento anual más altas para los países africanos y los asiáticos.

En el gráfico anterior se observa que a partir del segundo shock en el precio del petróleo se provocó una ruptura en el comportamiento de los consumos per cápita de energías modernas en los países más desarrollados (Europa, Norteamérica y Oceanía) de esta muestra y que no es tan marcada en el resto de los países, salvo un comportamiento un poco más parecido de los países latinoamericanos a los países europeos y los de Oceanía.

Cuando se analizan las tasas de crecimiento anual por décadas, se observa que los países latinoamericanos tienen las tasas más altas en la década de los años 1950's con un 4,7% anual y en la década de los años 1970's con un 3,9% anual. En la década de los años 1960's la tasa de crecimiento anual más alta la tienen los países europeos con un 4,1% y los países latinoamericanos están en el tercer lugar con una tasa de 3,2% anual.

Desde la década de los años 1980's los países asiáticos tienen las tasas de crecimiento más altas del consumo aparente de energías modernas per cápita. En esta década su tasa de crecimiento anual fue de 2,6% y la de los países latinoamericanos fue la más baja con el 0,2% anual (ésta es la tasa de crecimiento más baja de la segunda mitad del siglo XX). En la década de los años 1990's la tasa de crecimiento de los países asiáticos fue de 2,4% anual y la de los países latinoamericanos de 1,3% anual que es la segunda tasa de crecimiento más alta de la muestra. Finalmente, cuando comienza el siglo XXI, la tasa de crecimiento del consumo de energías modernas per cápita de los países asiáticos alcanza el 3,4% anual y los países latinoamericanos el -1,0%.

El cambio en las tasas de crecimiento durante el período analizado tiene su origen en las rupturas (quiebres) en la tendencia de los niveles del consumo aparente de energías modernas per cápita, tal como se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 3.15

Años de ruptura del nivel del consumo aparente per cápita
países agrupados por continente, 1950 - 2003

Años de ruptura	
África	1977, 1981, 1988, 1994 y 1999
Asia	1967, 1971, 1979 y 1997
Europa	1968
Latinoamérica	1958 y 1980
Norteamérica	1962, 1979 y 1988
Oceanía	1963

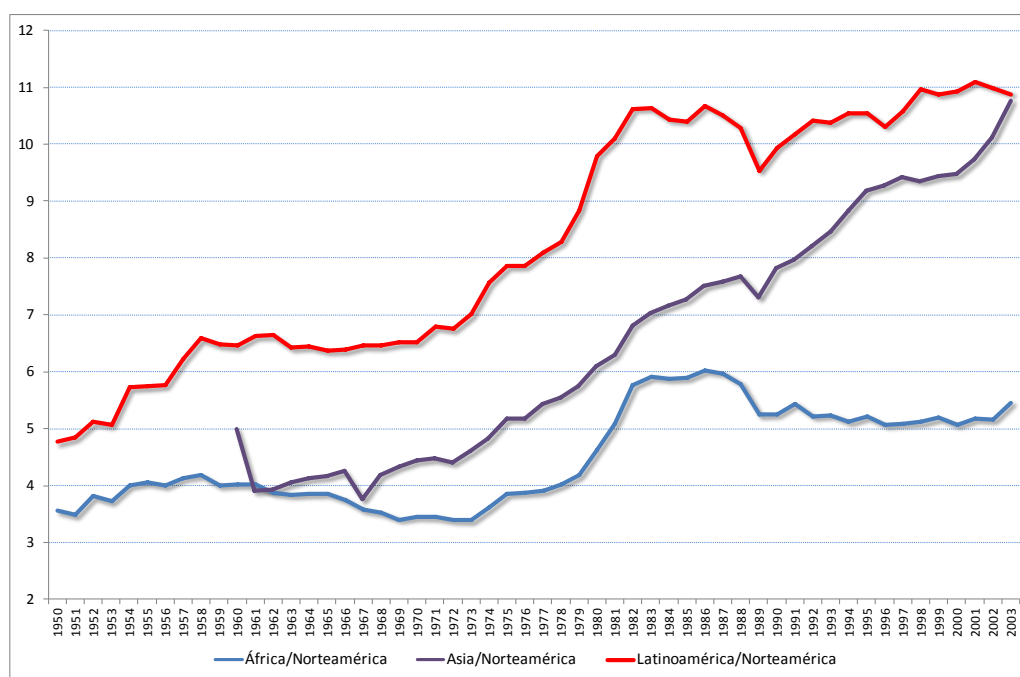
Fuente: Elaboración propia.

Nota: Para determinar estadísticamente estos años de ruptura, se utilizó la metodología explicitada en el Anexo N° 3.1.

En el caso de los países latinoamericanos, la ruptura del año 1958 es única en la muestra, pero la del año 1980 está muy próxima a lo que se observa con los países africanos con una ruptura en el año 1981, los países asiáticos y norteamericanos con una ruptura en el año 1979. En este sentido, el comportamiento de los países latinoamericanos no es muy diferente a lo que ocurrió a nivel internacional durante el segundo shock del precio del petróleo.

Cuando se calcula ratio de los consumos de energía de los continentes respecto a los consumos de los países norteamericanos (que tienen los mayores consumos per cápita de la muestra) se diferencian dos grupos. Los consumidores relativamente pequeños formados por los países latinoamericanos, los africanos y los asiáticos, con una importancia que no supera el 11% del consumo per cápita de los países norteamericanos y los medianos consumidores que corresponden a los países europeos y los de Oceanía con un ratio superior al 25%, como se observa en los gráficos siguientes.

Gráfico N° 3.14
Países de bajos consumos de energías modernas
per cápita, 1950 – 2003
(porcentaje respecto a los consumos de los países norteamericanos)



Fuente: Elaboración propia.

En general, todos los consumos de energías modernas por continente crecieron en participación respecto a los consumos de los países norteamericanos, sin embargo, la trayectoria temporal es diferente, por ejemplo los países asiáticos incrementaron rápidamente su participación respecto a los consumos norteamericanos a partir de los años 1970's, lo que les permitió pasar de un peso del 4% a comienzos de la segunda mitad del siglo XX a cerca del 11% al comienzo del siglo XXI.

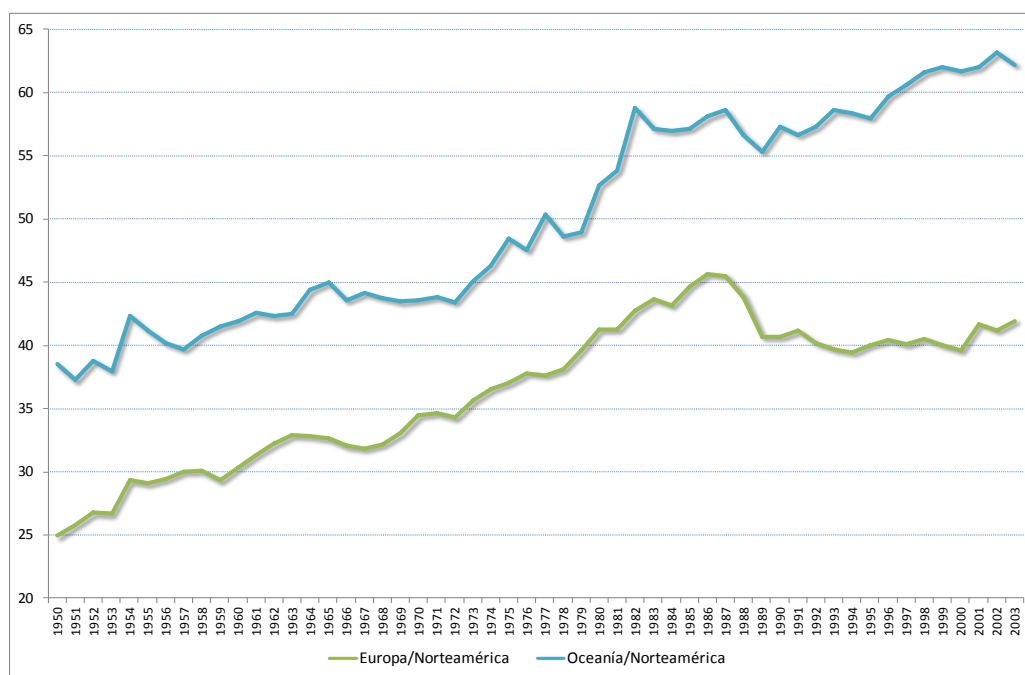
El comportamiento de los países latinoamericanos se puede dividir en tres períodos, el primero que cubre la década de los años 1950's donde los consumos

per cápita de energías modernas crecen más rápido de lo que lo hacen los consumos de los países norteamericanos, el segundo que concluye en la década de los años 1970's con un crecimiento de los consumos de energías modernas per cápita a tasas crecientes, que llevan a que la participación de estos consumos respecto a los de los países norteamericanos esté sobre el 10,5% y el último período, que es de un crecimiento de los consumos per cápita más moderado y a tasas similares a la de los países norteamericanos, con lo que el peso relativo de estos consumos oscila alrededor del 11% respecto a los consumos norteamericanos.

Durante el período que va desde mediados de los años 1950's a los años 1970's, los consumos de energías modernas pe cápita de los países africanos tienden a crecer más lentamente respecto al consumo de los países norteamericanos, con lo que la participación relativa pasa del 4,0% a cerca del 3,5%. Para este grupo de países, desde medianos de la década de los años 1970's y hasta mediados de los años 1980's, es un período de crecimiento de los consumos de energías modernas per cápita a tasas crecientes que permiten que la participación en los consumos en relación a los consumos norteamericanos esté sobre el 5%, para finalmente mantenerse relativamente constante hasta comienzos del siglo XXI.

Los países de Europa y de Oceanía tienen un peso respecto a los consumos norteamericanos que parten en 25% y 39% respectivamente en el año 1950 y pasan a participaciones del 45% y 57% a finales de la década de los años 1980's, tal como se observa en el gráfico siguiente.

Gráfico N° 3.15
Países de consumos medios de energías modernas
per cápita, 1950 – 2003
(porcentaje respecto a los consumos de los países norteamericanos)



Fuente: Elaboración propia.

En general, para estas dos agrupaciones los consumos crecen a una tasa mayor que lo que lo hacen los de los países norteamericanos, algo que se modifica en el caso de los países europeos a partir de finales de la década de los años 1980's, donde la tasa de crecimiento se mantiene relativamente constante en comparación al comportamiento de los países norteamericanos hasta mediados de los años 1990's. Probablemente, estos resultados son consecuencia de políticas de uso de energías modernas más eficientes y menos contaminantes.

Para los países de Oceanía a partir de mediados de los años 1980's la tasa de crecimiento se reduce en comparación a los países norteamericanos, para luego mantenerse constante hasta finales del siglo XX.

De este análisis se desprende que cada grupo de países tiene sus singularidades en la trayectoria y en los niveles de consumo per cápita, pero falta comprobar lo que ocurre cuando se agrupan los países según sus niveles de PIB per cápita.

3.4.3 Los países de América Latina en el contexto internacional, países agrupados por niveles de PIB per cápita

En esta sección del análisis se agrupa la muestra de países según su nivel de PIB per cápita promedio durante el período 1950-2003. En la agrupación de países se utiliza el criterio definido por el Banco Mundial⁶⁶ según el ingreso per cápita:

- Países de ingreso alto: PIB per cápita mayor a 9.206 dólares anuales.
- Países de ingreso medio alto: PIB per cápita entre 7.000 y 9.205 dólares anuales.
- Países de ingreso medio: PIB per cápita entre 746 y 6.999 dólares anuales.
- Países de ingreso bajo: PIB per cápita menor a 745 dólares anuales.

Los países agrupados según el criterio anterior se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 3.16
Agrupación de países según PIB per cápita promedio 1950-2003

Ingreso:	Alto	Medio alto	Medio	Bajo
PIB per cápita	mayor a 9.206 dólares	entre 7.000 y 9.205 dólares	entre 746 y 6.999 dólares	menor a 745 dólares
África			Angola, Argelia, Benín, Camerún, Congo, Egipto, Gabón, Ghana, Kenia, Libia, Marruecos, Mozambique, Nigeria, Senegal, Sudáfrica, Sudán, Togo, Túnez y Zimbabwe	Tanzania y Zaire

⁶⁶ Los rangos de la clasificación de obtuvieron de la publicación del IDH 2003, página 376.

Ingreso:	Alto	Medio alto	Medio	Bajo
Asia	Emiratos Árabes Unidos, Hong Kong, Israel, Japón, Kuwait y Qatar	Arabia Saudita y Singapur	Bahréin, China, Corea del Norte, Corea del Sur, Filipinas, India, Indonesia, Irán, Iráq, Jordania, Líbano, Malasia, Mongolia, Omán, Paquistán, República Árabe Siria, Sri Lanka, Tailandia, Turquía, Vietnam y Yemen	Nepal
Europa	Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Holanda, Italia, Noruega, Reino Unido, Suecia y Suiza	España, Grecia, Irlanda y Portugal	Albania, Bulgaria, Hungría, Polonia y Rumania	
Latinoamérica	República Bolivariana de Venezuela	Trinidad y Tobago	Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana y Uruguay	
Norteamérica	Canadá y Estados Unidos			
Oceanía	Australia y Nueva Zelanda			
Total de casos	23	7	65	3

Fuente: Elaboración propia.

a) Análisis de los países con PIB per cápita alto

Cuando se analiza los niveles de consumo per cápita de energías modernas para el grupo de países de ingreso alto, se observa que los niveles de consumo de los países latinoamericanos en este grupo (sólo está Venezuela) son mucho más bajos que el promedio de la muestra, siendo los países de Norteamérica los que tienen los consumos más altos, luego siguen los de Oceanía, Europa y finalmente Asia (ver cuadro siguiente). Una situación un poco similar es la reducción del crecimiento en las tasas de crecimiento per cápita de las energías modernas a partir de la década de los años 1980's. Para el período completo la tasa de crecimiento para los países latinoamericanos es mayor a la tasa de la muestra de países, 2,0% versus 1,5%.

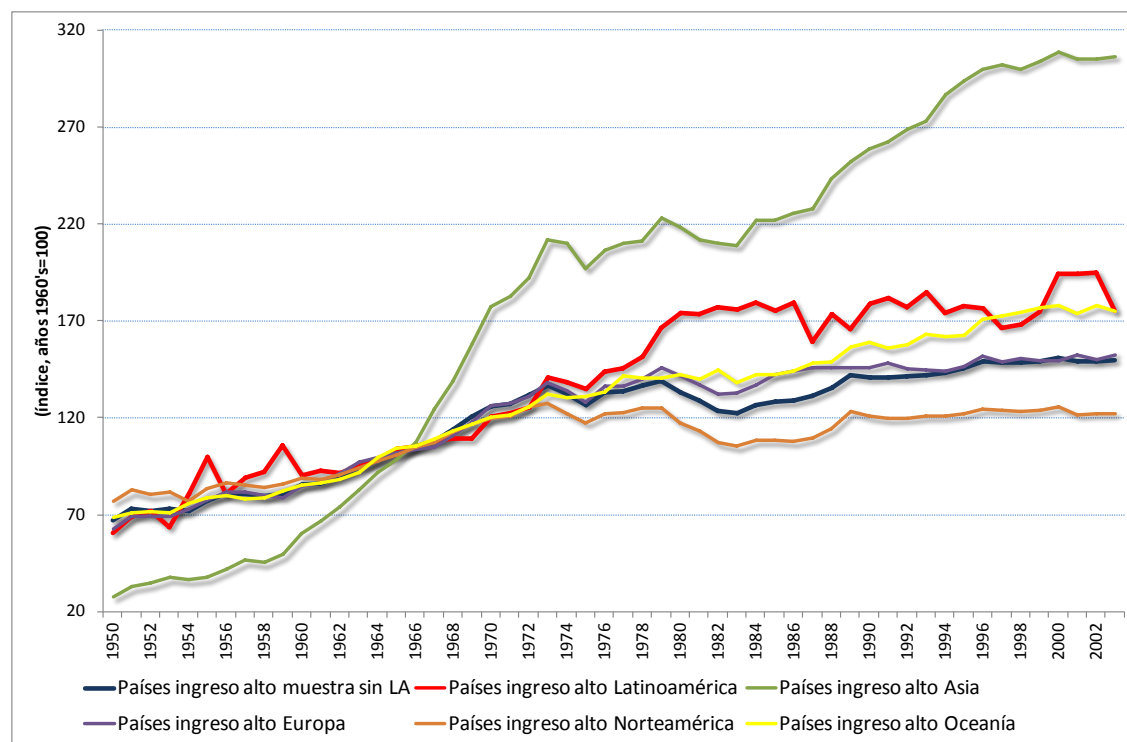
Cuadro N° 3.17
Consumos de energías modernas per cápita
países con ingreso alto, 1950 - 2003
(en TEP promedio y tasa crecimiento porcentual anual período)

	Grupo países ingreso alto											
	excluye Latinoamérica		Latinoamérica		Asia		Europa		Norteamérica		Oceanía	
	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)
1950-1959	2,890	2,1	1,086	6,4	0,533	6,5	1,911	2,6	5,581	1,2	2,228	2,0
1960-1969	3,833	3,9	1,324	2,2	1,380	11,4	2,572	3,7	6,795	3,1	2,957	3,6
1970-1979	5,052	1,1	1,839	3,6	2,764	2,6	3,455	1,6	8,308	0,5	3,880	1,8
1980-1989	4,958	0,7	2,271	-0,5	3,062	1,6	3,611	0,3	7,539	0,5	4,260	1,1
1990-1999	5,530	0,7	2,308	-0,3	3,891	1,8	3,791	0,3	8,246	0,3	4,874	1,2
2000-2003	5,708	-0,2	2,491	-3,4	4,181	-0,3	3,883	0,8	8,315	-0,9	5,177	-0,6
1950-2003	4,664	1,5	2,030	2,0	2,652	4,6	3,176	1,7	7,522	0,9	3,979	1,8

Fuente: Elaboración propia.

La diferencia en los niveles de consumo per cápita de Latinoamérica respecto a Norteamérica supera el 230% y con Oceanía el 88%. La brecha es mucho menor con los países de Europa y de Asia. En el primer caso la mayor diferencia está en la década de los años 1960's (con un 94% en promedio), tendiendo a caer sistemáticamente hasta llegar al 56% en el período 2000-2003. La brecha con los países asiáticos tiene un comportamiento más irregular, sin embargo, a partir de la década de los años 1990's tiende a estabilizarse en torno al 68%.

Gráfico N° 3.16
Índice de consumos per cápita de energías modernas
del grupo de países de ingreso alto, 1950 – 2003
 (índice años 1960's = 100)



Fuente: Elaboración propia.

La brecha entre el consumo per cápita de energías modernas de los países de ingreso alto latinoamericanos y el promedio de la muestra se hace sostenida a partir de la década de los años 1970's, cuando se produce el primer shock en el precio del petróleo y los países reducen los consumos de energía per cápita, pero los países latinoamericanos no reducen sus consumos, por lo que la brecha de consumos alcanza el 45%. En la década de los años 1990's la brecha se reduce a los niveles cercanos al 40%, para nuevamente aumentar a comienzos de los años 2000's, tal como se observa en el gráfico anterior.

b) Análisis países de ingreso medio alto

En el grupo de países de ingreso medio alto, América Latina está representada por Trinidad y Tobago y este país muestra niveles de consumo per cápita muy superiores al promedio de la muestra, además de mostrar tasas de crecimiento en algunos casos en sentido contrario a lo observado en la muestra, por ejemplo, la década de los años 1970's en el caso latinoamericano fue de decrecimiento, en cambio para el total de la muestra fue de crecimiento, la década de los años 1990's y comienzos del siglo XXI muestra una aceleración en la tasa de crecimiento, algo que es diferente al comportamiento del total de la muestra. Sin embargo, la tasa de crecimiento para todo el período es la misma para los países de Latinoamérica y el total de la muestra (4,5% anual).

Cuadro N° 3.18
Consumos de energías modernas per cápita
países con ingreso medio alto, 1950 - 2003
(en TEP promedio y tasa crecimiento porcentual anual período)

	Grupo países ingreso medio alto							
	excluye Latinoamérica		Latinoamérica		Asia		Europa	
	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)
1950-1959	0,416	4,1	1,039	1,3	0,310	5,7	0,426	4,2
1960-1969	0,688	8,3	2,013	9,0	0,682	13,2	0,689	7,8
1970-1979	1,420	5,9	3,015	-0,1	1,578	8,8	1,393	5,2
1980-1989	2,120	3,0	4,060	2,6	3,585	2,7	1,748	2,4
1990-1999	2,883	3,0	5,891	5,9	4,527	2,3	2,296	2,8
2000-2003	3,437	2,2	9,425	5,1	4,740	1,6	2,870	2,2
1950-2003	1,837	4,5	3,950	4,5	3,294	5,9	1,502	4,1

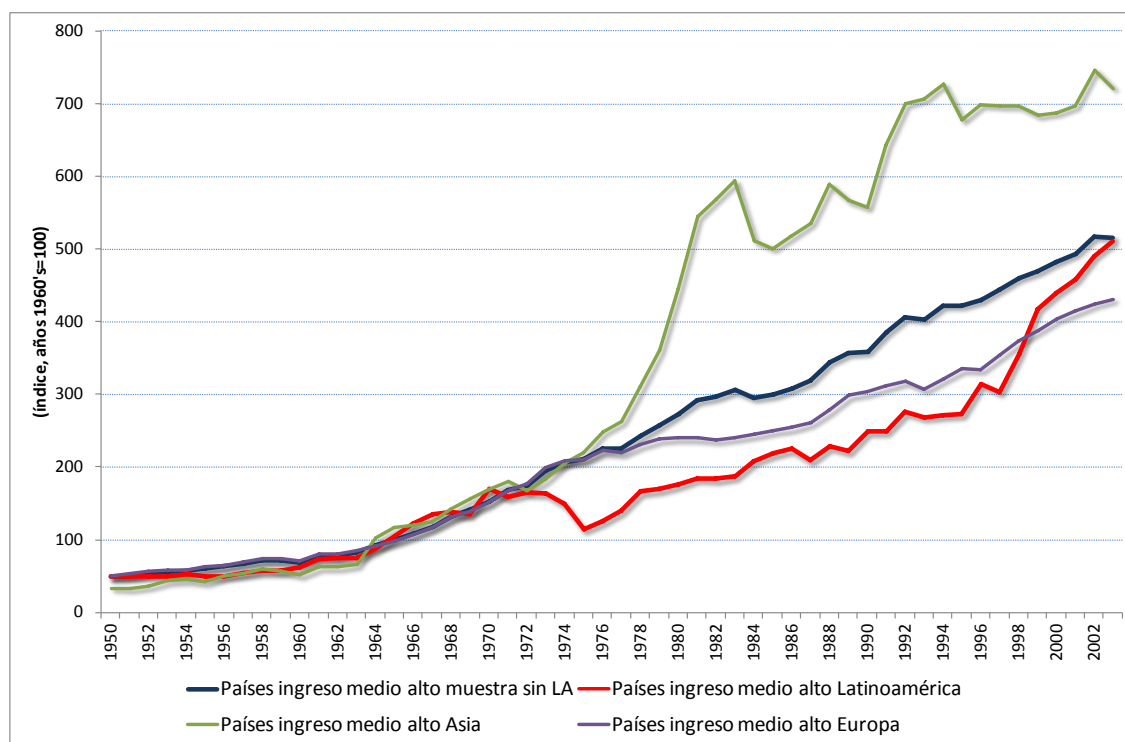
Fuente: Elaboración propia.

La mayor diferencia entre los consumos per cápita de energías modernas de los países de América Latina se presenta con los países europeos, con una diferencia que está sobre el 54%. Con los países asiáticos las diferencias son muy fluctuantes y van desde el 12% al 70%.

Las diferencias entre los consumos per cápita de energías modernas de los países de ingreso medio alto de América Latina y el promedio de la muestra, superan el 250% entre 1950-1973, luego hasta finales de la década de los años 1990's la brecha se mantiene en torno al 190%, para finalmente aumentar al 200% a comienzos del siglo XXI. Al igual que en el caso anterior, este comportamiento está marcado por las condiciones internacionales del mercado del petróleo, que permiten a Trinidad y Tobago extraer, producir y exportar petróleo.

Otro elemento que surge del gráfico siguiente es que para el promedio de países de ingreso medio alto, la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita es constante y creciente, en cambio para los países latinoamericanos hay una ruptura en la tasa de crecimiento en la década de los años 1970's, para luego crecer más rápidamente a finales de la década de los años 1990's.

Gráfico N° 3.17
 Índice de consumos per cápita de energías modernas
 del grupo de países de ingreso medio alto, 1950 – 2003
 (índice años 1960's = 100)



Fuente: Elaboración propia.

c) Análisis países de ingreso medio

En este grupo de países América Latina está representada por 20 países: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana y Uruguay. A pesar de que los países latinoamericanos tienen niveles superiores a los de la muestra, la tasa de crecimiento para todo el período es menor a la de la muestra (ver cuadro siguiente), 2,4% versus 3,7%. Al igual que en los análisis de los otros grupos de ingreso, las tasas de crecimiento en cada período son diferentes.

Cuadro N° 3.19
Consumos de energías modernas per cápita
países con ingreso medio, 1950 - 2003
(en TEP promedio y tasa crecimiento porcentual anual período)

Grupo países ingreso medio										
	excluye Latinoamérica		Latinoamérica		África		Asia		Europa	
	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)
1950-1959	0,164	11,5	0,289	4,3	0,248	2,3	0,111	17,0	1,050	5,9
1960-1969	0,277	-0,2	0,402	3,2	0,290	1,3	0,212	-1,7	1,729	5,3
1970-1979	0,360	3,6	0,574	4,0	0,354	2,7	0,275	4,1	2,634	3,7
1980-1989	0,471	2,3	0,698	0,2	0,489	2,0	0,382	3,3	3,047	-0,3
1990-1999	0,587	1,8	0,784	1,4	0,498	0,3	0,551	2,8	2,267	-3,0
2000-2003	0,665	4,2	0,817	-0,8	0,509	1,7	0,654	4,8	2,006	1,5
1950-2003	0,442	3,7	0,631	2,4	0,425	1,7	0,383	4,9	2,191	1,9

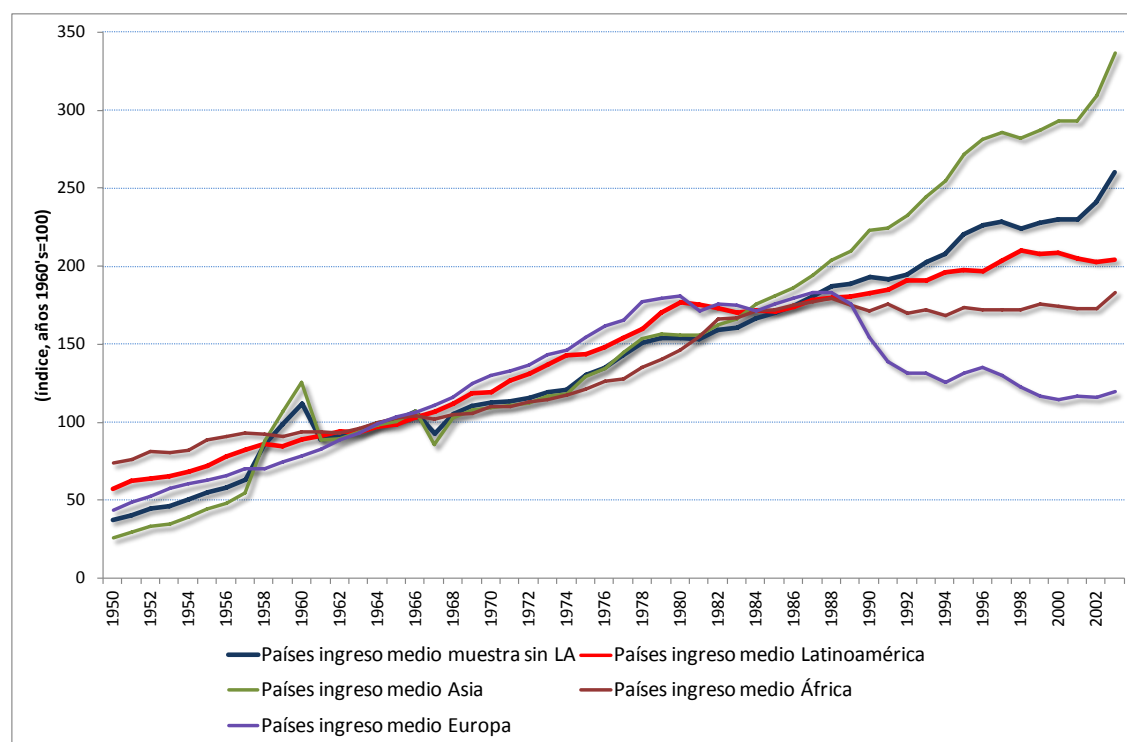
Fuente: Elaboración propia.

Los países latinoamericanos con ingreso medio tienen niveles de consumo per cápita de energías modernas mayores que los países africanos y asiáticos, pero son mucho menores que en el caso de los países europeos.

Los consumos de energías modernas de los países africanos son menores respecto de los consumos de los países de América Latina en una proporción que está entre el 14% y el 38%. Con los países asiáticos, las diferencias están entre el 20% y el 62%. Finalmente, los consumos per cápita de los países europeos superan el 145% respecto de los consumos latinoamericanos.

Al igual que en el caso de los países latinoamericanos de ingreso alto y medio alto, el grupo de países latinoamericanos de ingreso medio muestra unas tasas de crecimiento de largo plazo del consumo aparente de energías modernas per cápita, similares a los países europeos de igual nivel de ingreso per cápita (ver gráfico siguiente), sin embargo a partir de fines de la década de los años 1970's, esta similitud se rompe, ya que la tasa de crecimiento de los países europeos comienza a decrecer, al punto que en la década de los años 1990's tiende a ser negativa, cosa que no ocurre con los países latinoamericanos.

Gráfico N° 3.18
Índice de consumos per cápita de energías modernas
del grupo de países de ingreso medio, 1950 – 2003
 (índice años 1960's = 100)



Fuente: Elaboración propia.

Para los países de América Latina la década de los años 1980's muestra una desaceleración en la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas, que no es tan pronunciada como la de los países africanos, y que en comportamiento va en dirección contraria a lo que muestran los países asiáticos (tienen la tasa de crecimiento de largo plazo más alta del consumo aparente de energías modernas per cápita).

Cuando se compara el consumo per cápita de los países de América Latina respecto al promedio de los países de ingreso medio (excluidos los países latinoamericanos) se observan tres grandes períodos: el primer período en que las máximas diferentes están en la década de los años 1950's con una brecha promedio superior al 100%, el segundo período que cubre las décadas de los años 1960's-1980's con una brecha creciente que va desde el 40% al 60% y finalmente, el último período de la muestra donde la brecha respecto al promedio, es decreciente y va desde el 60% en la década de los años 1980's a un 10% a comienzos del siglo XXI.

d) Análisis países de ingreso bajo

Los países de ingreso bajo son los que tienen los niveles de consumo per cápita de energías modernas más bajos, tal como se observa en el cuadro siguiente, y en este grupo no hay ningún país de América Latina.

Cuadro N° 3.20
Consumos de energías modernas per cápita
países con ingreso bajo, 1950 - 2003
(en TEP promedio y tasa crecimiento porcentual anual período)

	Grupo países ingreso bajo					
	Total muestra		África		Asia	
	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)
1950-1959	0,032	5,6	0,044	5,2	0,002	10,8
1960-1969	0,033	3,0	0,043	2,2	0,006	16,7
1970-1979	0,039	-0,7	0,049	-1,0	0,008	0,9
1980-1989	0,034	-1,1	0,041	-1,4	0,014	1,5
1990-1999	0,031	-2,3	0,031	-5,7	0,030	10,4
2000-2003	0,029	2,0	0,025	4,5	0,044	-2,4
1950-2003	0,033	0,7	0,038	-0,2	0,018	7,3

Fuente: Elaboración propia.

e) Rupturas en el consumo aparente de energías modernas per cápita

Los consumos aparentes de energías modernas per cápita de los países agrupados por continente para el período 1950-2003 muestran rupturas en las tendencias de largo plazo que coinciden sólo en algunos años. En el cuadro siguiente se observa que en general los países latinoamericanos, agrupados según nivel de ingreso, tienen un menor número de rupturas en comparación con el resto de países de esta muestra y sólo el quiebre del año 1980 está más cerca a los años de ruptura para países de otros continentes con igual nivel de ingreso.

Cuadro N° 3.21
Años de ruptura del consumo aparente de energías modernas
per cápita, países agrupados por nivel de ingreso, 1950 – 2003

Ingreso	Continente	Quiebres
Alto	Asia	1958, 1973 y 1987
	Europa	1968
	Latinoamérica	1959 y 1978
	Norteamérica	1962, 1979 y 1988
	Oceanía	1963
Medio alto	Asia	1973, 1977, 1981, 1985 y 1990
	Europa	1963, 1974, 1977, 1982, 1988, 1992 y 1996
	Latinoamérica	0
Medio	África	1977, 1981, 1988, 1994 y 1999
	Asia	1960, 1968, 1974, 1979 y 1997
	Europa	1977 y 1989

Ingreso	Continente	Quiebres
	Latinoamérica	1980
Bajo	África	0
	Asia	1970

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Para determinar estadísticamente estos años de ruptura, se utilizó la metodología explicitada en el Anexo N° 3.1. El cero indica que no hay un quiebre estructural significativo.

De los análisis anteriores se deduce que los países de América Latina tienen un comportamiento distinto, tanto en niveles como en tasas de crecimiento, respecto a países de otros continentes con niveles promedio de PIB per cápita similares. Un análisis más en detalle al interior de América Latina, muestra que las diferencias entre países son mayores y tienen su origen en la forma en que se fueron aprovechando las oportunidades que brindaba el comercio internacional, la dotación de recursos naturales, la especialización productiva y todo esto matizado por diferentes matrices institucionales.

La comparación de los consumos de energías modernas de los países de América Latina con países de otros continentes con similares niveles de PIB per cápita, revela que no hay una relación lineal entre el nivel del PIB per cápita y el nivel del consumo per cápita de energías modernas, en el sentido de que es posible que dos países con niveles de PIB per cápita similares tengan niveles de consumo per cápita de energías modernas muy distintos, tal vez la única excepción sean los países con ingreso bajo que tienen los niveles de consumo per cápita de energías modernas mucho más bajos que el resto de países de la muestra, sin embargo, la cuantificación de esta asociación se presenta en la capítulo siguiente de esta tesis.

3.4.4 Los países de América Latina en el contexto internacional, países agrupados según disponibilidad de combustibles fósiles en sus territorios, 1950 - 2003

Otra forma de agrupar la muestra de países es según la disponibilidad de combustibles fósiles en sus territorios. Para agrupar los países se tomó la información de Naciones Unidas (2008), Cuadro N° 1: Production, trade and consumption of commercial energy, de las importaciones de combustibles sólidos de los años 2002-2005. Un país es importador neto de combustibles fósiles si no dispone de estos combustibles en sus territorios. En caso contrario, aún cuando un país deba importar parte de estos combustibles, formará parte de los países con combustibles fósiles en sus territorios. Los países agrupados se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 3.22
Agrupación de países según disponibilidad de combustibles
fósiles en sus territorios, 1950 – 2003

Países importadores netos de combustibles fósiles	Países que poseen combustibles fósiles en sus territorios
Bélgica, Costa Rica, El Salvador, Ghana, Haití, Honduras, Hong Kong, Jamaica, Kenia, Líbano, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Portugal, República Dominicana, Sri Lanka, Togo y Uruguay.	Albania, Alemania, Angola, Arabia Saudita, Argelia, Argentina, Australia, Austria, Bahrein, Bolivia, Brasil, Bulgaria, Camerún, Canadá, Chile, China, Colombia, Corea del Norte, Corea del Sur, Cuba, Dinamarca, Ecuador, Egipto, España, Estados Unidos, Filipinas, Finlandia, Francia, Grecia, Guatemala, Holanda, Hungría, India, Indonesia, Irán, Iráq, Irlanda, Israel, Italia, Japón, Jordania, Kuwait, Libia, Marruecos, México, Mongolia, Mozambique, Nepal, Nigeria, Noruega, Nueva Zelanda, Paquistán, Perú, Polonia, Qatar, Reino Unido, República Árabe Siria, Rumania, Sudáfrica, Sudán, Suecia, Suiza, Tailandia, Tanzania, Trinidad y Tobago, Túnez, República Bolivariana de Venezuela, Yemen, Zaire y Zimbabwe.
18 países	71 países

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se excluyen 9 países porque la información del consumo aparente de energías modernas per cápita no está disponible en 1950. Los países excluidos son: Benín, Congo, Gabón, Senegal, Emiratos Árabes Unidos, Singapur, Malasia, Omán y Vietnam.

Los niveles de consumo de energías modernas per cápita de los países de América Latina, con combustibles fósiles en sus territorios, son más bajos que el resto de los países de la muestra. Para el período completo el nivel del consumo aparente de energías modernas de los países de América Latina es un 46% más bajo que para el resto de países de la muestra con combustibles fósiles en sus territorios. En el caso de los importadores netos de energías fósiles latinoamericanos, la diferencia con el resto de los países de la muestra es de 96% para el período completo.

No sólo los niveles del consumo de energías modernas per cápita, en las diferentes décadas fue cambiando, sino también las tasas de crecimiento, tal como se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 3.23
Consumo de energías modernas per cápita
países agrupados según disponibilidad de combustibles
fósiles en sus territorios, 1950 – 2003
 (en TEP promedio y tasa de crecimiento porcentual anual del período)

	Países con combustibles fósiles en sus territorios						Países importadores netos combustibles fósiles					
	Total muestra		Muestra excluye Latinoamérica		Latinoamérica		Total muestra		Muestra excluye Latinoamérica		Latinoamérica	
	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)	CAEM per cápita (TEP)	Tasa crecimiento (%)
1950-1959	0,844	2,7	0,884	2,7	0,338	4,6	0,487	1,0	0,630	0,7	0,147	6,2
1960-1969	1,109	2,5	1,166	2,6	0,468	3,2	0,535	2,5	0,681	2,5	0,206	4,0
1970-1979	1,362	1,0	1,427	0,9	0,668	4,0	0,687	0,9	0,865	0,7	0,306	2,1
1980-1989	1,349	0,4	1,401	0,4	0,829	0,3	0,682	-0,5	0,875	-0,3	0,272	-1,7
1990-1999	1,471	0,6	1,527	0,6	0,916	1,1	0,780	2,5	0,963	2,0	0,397	5,3
2000-2003	1,527	0,8	1,586	1,0	0,964	-1,1	0,828	-0,7	1,012	-0,8	0,454	0,0
1950-2003	1,306	1,4	1,359	1,4	0,741	2,4	0,682	1,2	0,855	1,1	0,310	2,8

Fuente: Elaboración propia.

Cuando se compara la tasa de crecimiento anual entre 1950 y el 2003, los países de América Latina tienen las tasas más altas, tanto los que poseen combustibles fósiles en sus territorios como los que no los poseen. La tasa de crecimiento (período 1950-2003) de los países de América Latina que poseen combustibles fósiles en sus territorios es de 2,4% y para el resto de la muestra es de 1,4% anual. Los países de América Latina que no poseen combustibles fósiles tienen una tasa de crecimiento del consumo de energías modernas per cápita de 2,8% anual y el resto de la muestra de 1,1%.

En general el comportamiento de los países con combustibles fósiles en sus territorios es distinto al de los países importadores netos de combustibles fósiles. En el grupo de países que poseen combustibles fósiles las tasas de crecimiento son más altas en las décadas de los años 1950-1960, tanto para los países no latinoamericanos como los latinoamericanos. Los países de América Latina entre las décadas de 1950-1970 y la de los años 1990's, tienen tasas de crecimiento altas y positivas, comportamiento que difiere del resto de países de la muestra que tienen tasas de crecimiento más bajas.

De este análisis destacan las altas tasas de crecimiento en el consumo per cápita de energías modernas de los países de América Latina importadores netos de combustibles fósiles, pero también la mayor cantidad de quiebres en las tasas de crecimiento entre períodos, siendo el período 1970-1986 el que presenta un crecimiento anual más bajo (ver cuadro siguiente).

Cuadro N° 3.24
Años de ruptura del consumo aparente de
energías modernas per cápita países agrupados
según existencia de combustibles fósiles, 1950 – 2003

		Quiebres	Tasas de crecimiento (%)
Países con combustibles fósiles en sus territorios	Latinoamérica	1958 y 1980	1950 – 1957: 5,2 1958 – 1979: 3,4 1980 – 2003: 0,6
	Resto países	1973 y 1979	1950 – 1972: 2,7 1973 – 1978: 0,2 1979 – 2003: 0,4
Importadores netos de combustibles fósiles	Latinoamérica	1970, 1987 y 1995	1950 – 1969: 4,6 1970 – 1986: 0,0 1987 – 1994: 5,8 1995 – 2003: 2,1
	Resto países	1967	1950 – 1966: 0,9 1967 – 2003: 1,1

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Para determinar estadísticamente estos años de ruptura, se utilizó la metodología explicitada en el Anexo N° 3.1.

Cuando se analiza lo que ocurre con las tasas de crecimiento per cápita del consumo de energías modernas durante los shocks del precio del petróleo, se observa que el primer shock redujo las tasas de crecimiento anual de todos los países con independencia de si en sus territorios tienen combustibles fósiles o no, siendo los países no latinoamericanos importadores de combustibles fósiles, los más afectados al reducirse fuertemente la tasa de crecimiento per cápita en el consumo de energías modernas. En el otro extremo están los países de América Latina que poseen combustibles fósiles en sus territorios, en que sus tasas de crecimiento se reducen poco en comparación al resto de países de la muestra, lo que es consecuencia de haber aprovechado las oportunidades que se generaron en los mercados internacionales al aumentar el precio del petróleo (ver cuadro siguiente).

Cuadro N° 3.25
Tasas de crecimiento períodos seleccionados, 1950 – 2003
(en porcentaje)

	Países con combustibles fósiles excluyendo Latinoamérica	Países con combustibles fósiles Latinoamérica	Importadores netos combustibles fósiles excluyendo Latinoamérica	Importadores netos combustibles fósiles Latinoamérica
1950-1972	2,7	3,8	2,0	4,9
1973-1978	0,2	3,1	-0,9	0,5
1979-2003	0,4	0,8	0,5	1,6

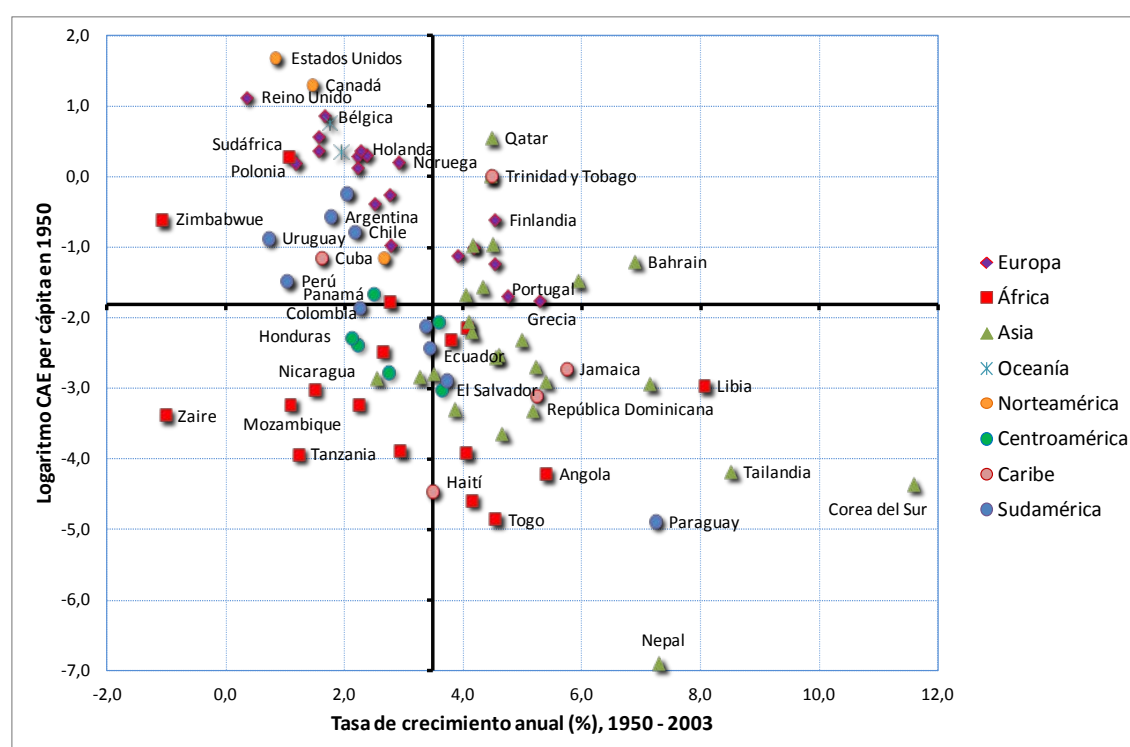
Fuente: Elaboración propia.

En todos los casos los países de América Latina tienen las tasas de crecimiento más altas en comparación al resto de países de la muestra.

3.4.5 La convergencia en el consumo de energías modernas per cápita en una muestra de países, 1950 – 2003

Para el análisis se utiliza la muestra con 89 países: 17 países africanos, 25 asiáticos, 21 europeos, 22 latinoamericanos y se aplicaron las pruebas estadísticas para verificar la existencia de convergencia β y σ .

Gráfico N° 3.19
Convergencia β del consumo de energías per cápita, en una muestra de países, 1950 – 2003



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se asignaron marcadores diferentes según el continente al que pertenece el país y sólo se indica el nombre de algunos países para tener una referencia. Los ejes horizontal y vertical cortan en sus respectivos niveles promedios.

Se observa que la mayoría de los países europeos está en los cuadrantes superiores del gráfico, es decir, sus niveles iniciales de consumo per cápita en 1950 están sobre el promedio de la muestra. Para países del resto de los continentes éstos se distribuyen en los restantes cuadrantes, destaca el caso de los países asiáticos que presentan tasas de crecimiento entre 1950-2003 superiores al promedio y los niveles iniciales de consumo están en todo el rango de consumos. A excepción de Sudáfrica y Zimbabwe (que están en el cuadrante superior izquierdo), el resto de los países africanos está en el cuadrante de los países que quedaron rezagados en la senda de crecimiento (cuadrante inferior izquierdo) y unos pocos países han logrado alcanzar a los países que llevaban la delantera en el año 1950 (cuadrante inferior derecho).

En el caso de los países de América Latina, estos están en todos los cuadrantes, pero Trinidad y Tobago está en el cuadrante superior derecho que corresponde a los países con tasas de crecimiento elevadas que los llevaron a reducir su nivel de retraso inicial. Un mayor número de casos está en el cuadrante superior izquierdo y el resto en el cuadrante inferior derecho.

De esta visión general no se desprende ninguna característica que haga a los países latinoamericanos diferentes a los de otros continentes, salvo tal vez no estar tan rezagados como los países africanos.

a) Convergencia β

En el grupo de países latinoamericanos durante el período 1950-2003 se observa un proceso de convergencia en los niveles de consumo per cápita de energías modernas, pero el R cuadrado ajustado en el grupo de los grandes consumidores es negativo tal como se aprecia en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 3.26
Convergencia β países latinoamericanos agrupados
según nivel de consumo per cápita, 1950 – 2003

	Latinoamérica	Grandes consumidores	Medianos consumidores	Pequeños consumidores
Coefficiente	-0,7072	-0,6590	-2,3938	-1,1575
Lambda implícito	0,0232	0,0203	---	---
Probabilidad	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
R cuadrado ajustado	0,4385	-0,2638	0,8574	0,4419
Número de casos	22	5	5	10

Fuente: Elaboración propia.

Notas:

(a) --- : no se estima el valor de lambda implícito porque el coeficiente beta es mayor que uno.

(b) En esta muestra se incluye a:

Grandes consumidores de energía (5 países): Argentina, Cuba, Chile, México y Uruguay.

Medianos consumidores de energía (5 países): Brasil, Costa Rica, Ecuador, Perú y República Dominicana.

Pequeños consumidores de energía (10 países): Bolivia, Colombia, Jamaica, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Nicaragua, Panamá y Paraguay.

Latinoamérica: Corresponde al comportamiento de los 22 países que forman la muestra de análisis. No se presenta la estimación de la convergencia de los grandes productores y consumidores de petróleo, porque son muy pocas observaciones (República Bolivariana de Venezuela y Trinidad y Tobago).

A diferencia de los resultados del período 1880-2003, el mayor coeficiente de convergencia se observa en el caso de los medianos consumidores de energía, luego siguen los pequeños consumidores y finalmente, los grandes consumidores de energía. Este resultado tiene su origen en que los medianos y pequeños consumidores de energía latinoamericanos aumentan más rápidamente sus niveles de consumo per cápita en la segunda mitad del siglo XX, apoyados en políticas de industrialización dirigidas por el Estado, en cambio los grandes consumidores de energía habían comenzado sus procesos de industrialización y modernización hacia finales del siglo XIX.

En la muestra de países agrupados por continentes, en todos los casos se observa un proceso de convergencia (ver cuadro siguiente), pero la bondad del ajuste es muy bajo en el caso de los países africanos (10%), los países asiáticos (16%), la muestra total (25%) y los países latinoamericanos (36%). En el otro extremo están los países europeos (78%), los norteamericanos y los de Oceanía (87%).

A pesar de lo anterior, se puede indicar que la experiencia latinoamericana no es diferente de lo que ocurre por ejemplo con Norteamérica y Oceanía. La mayor velocidad de convergencia se observa en el grupo de países norteamericanos y oceánicos (2,99% anual), los latinoamericanos (2,85% anual) y la menor velocidad en el grupo de países asiáticos (1,55% anual).

Cuadro N° 3.27

Convergencia β países agrupados por continentes, 1950 – 2003

	Muestra total	África	Asia	Europa	Norte-américa y Oceanía	Latino-américa
Coefficiente	-0,6168	-0,6536	-0,5603	-1,1821	-0,7945	-0,7795
Lambda implícito	0,0181	0,0200	0,0155	---	0,0299	0,0285
Probabilidad	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
R cuadrado ajustado	0,2494	0,0957	0,1592	0,7800	0,8725	0,3599
Número de casos	89	17	25	21	4	22

Fuente: Elaboración propia.

Nota: --- : no se estima el valor de lambda implícito porque el coeficiente beta es mayor que uno.

La comparación de los países agrupados según el continente al que pertenecen, no considera las diferencias en los niveles de PIB per cápita del período de análisis de esta investigación. Para el análisis de la convergencia con la muestra de 89 países, se agrupan los países según su nivel de PIB per cápita promedio para el período 1950-2003, observándose un proceso de convergencia en los niveles de consumo per cápita de energías modernas independiente de su nivel de PIB per cápita (ver cuadro siguiente).

Cuadro N° 3.28

Convergencia β muestra de países agrupados según el PIB per cápita en 1950, 1950 – 2003

	Total muestra	Países ingreso alto	Países ingreso medio alto	Países ingreso medio	Países latino-americanos ingreso medio	Países ingreso bajo
Coefficiente	-0,6168	-1,3015	-1,1441	-0,9837	-1,0822	-2,2647
Lambda implícito	0,0181	---	---	0,0777	---	---
Probabilidad	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
R cuadrado ajustado	0,2494	0,6260	0,4646	0,3094	0,5774	0,9718

	Total muestra	Países ingreso alto	Países ingreso medio alto	Países ingreso medio	Países latino-americanos ingreso medio	Países ingreso bajo
Número de casos	89	22	6	58	[20]	3

Fuente: Elaboración propia.

Notas: --- : no se estima el valor de lambda implícito porque el coeficiente beta es mayor que uno. Se utilizó la clasificación del cuadro N° 3.16. Se excluyen 9 países porque la información del consumo aparente de energías modernas per cápita no estaba disponible en 1950. Los países excluidos son: Benín, Congo, Gabón, Senegal, Emiratos Árabes Unidos, Singapur, Malasia, Omán y Vietnam.

Cuando se excluyen los países latinoamericanos del análisis los resultados son:

Cuadro N° 3.29
Convergencia β muestra de países agrupados según el PIB per cápita en 1950 se excluye países latinoamericanos, 1950 – 2003

	Total muestra	Países ingreso alto	Países ingreso medio alto	Países ingreso medio	Países ingreso bajo
Coefficiente	-0,6101	-1,3311	-1,6823	-0,8848	-2,2647
Lambda implícito	0,0178	---	---	0,0408	---
Probabilidad	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
R cuadrado ajustado	0,2455	0,6583	0,7860	0,2171	0,9718
Número de casos	67	21	5	38	3

Fuente: Elaboración propia.

Nota: --- : no se estima el valor de lambda implícito porque el coeficiente beta es mayor que uno.

Al excluir los países de América Latina del total de la muestra, la tasa de convergencia se reduce un poco, pero el resultado es más marcado en el caso de los países de ingreso medio que pasa de 7,8% a 4,1%. Esto se explica por el mayor impulso de convergencia de los países latinoamericanos en el nivel de consumo per cápita de energías modernas. Para los países de ingreso alto y medio el aporte de los países latinoamericanos es a reducir el coeficiente β .

Los resultados muestran que para el período 1950-2003 se ha producido un proceso de convergencia en los niveles de consumo per cápita de energías modernas en el total de la muestra de países utilizada, pero también en los diferentes grupos de países agrupados según los niveles similares de PIB per cápita.

Cuando se agrupan los países teniendo en cuenta si poseen o no combustibles fósiles en sus territorios, se observa un proceso de convergencia en los niveles per cápita de energías modernas, ver cuadro siguiente.

Cuadro N° 3.30
 Convergencia β muestra de países, 1950 – 2003
 (países agrupados dependiendo si tienen o no combustibles fósiles)

	Importadores netos de combustibles fósiles			Países con combustibles fósiles en sus territorios		
	Total muestra	Muestra sin Latinoamérica	Latinoamérica	Total muestra	Muestra sin Latinoamérica	Latinoamérica
Coefficiente	-0,5951	-0,1798	-1,1791	-0,6604	-0,6725	-0,1683
Lambda implícito	0,0171	0,0037	---	0,0204	0,0211	0,0035
Probabilidad	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
R cuadrado ajustado	0,2089	-0,1093	0,4964	0,2655	0,2816	-0,0729
Número de casos	18	8	10	71	59	12

Fuente: Elaboración propia.

Notas: --- : no se estima el valor de lambda implícito porque el coeficiente beta es mayor que uno. Los países en cada grupo están en el cuadro N° 3.22 de este documento.

En todos los casos el coeficiente es significativamente diferente de cero, pero la bondad del ajuste es negativa en dos casos (muestra de países no latinoamericanos importadores netos de energías fósiles y los países latinoamericanos que poseen combustibles fósiles en sus territorios).

Al igual que cuando se agrupan los países según el nivel de PIB per cápita, la existencia de combustibles fósiles en sus territorios o su inexistencia (importadores netos), no altera el resultado de que hay convergencia en los niveles de consumo per cápita de energías modernas. La velocidad a la que se alcanza la convergencia es diferente entre los países que poseen combustibles fósiles en sus territorios y los importadores netos, y entre los países de América Latina y el resto. Así por ejemplo, el coeficiente de la convergencia de los países importadores netos de combustibles fósiles latinoamericanos es mucho mayor (en valor absoluto) que para el resto de la muestra y en el caso de los países con combustibles fósiles en sus territorios ocurre lo contrario. Una visión más completa sobre este comportamiento se tiene con el análisis de la convergencia σ que se presenta en la sección siguiente, donde se verificará qué ocurre en los subperíodos definidos.

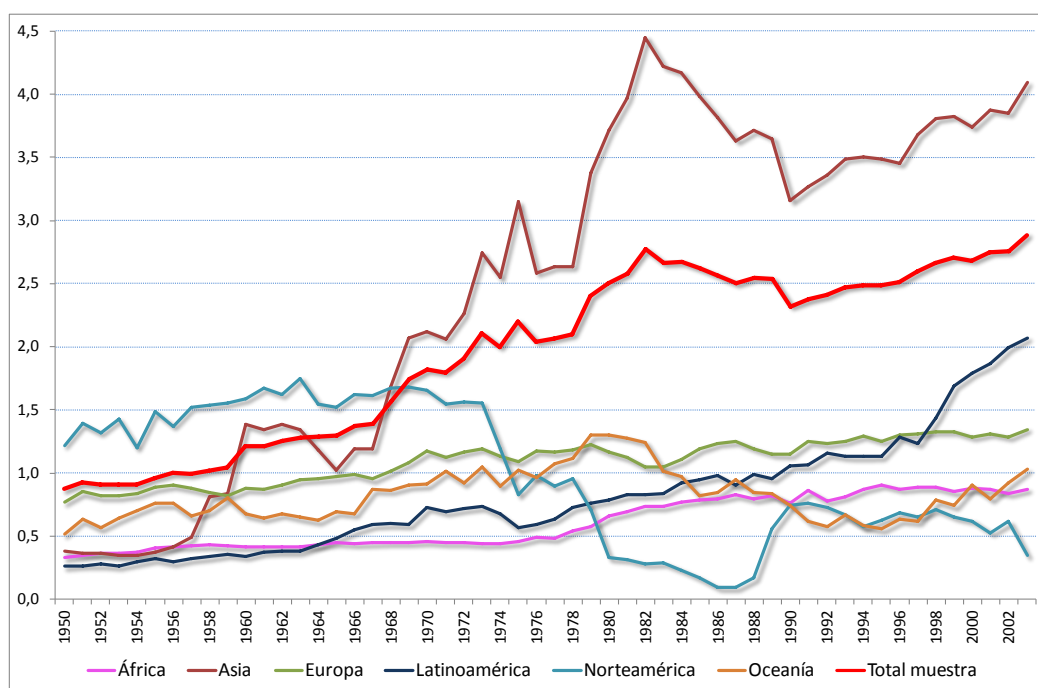
b) Convergencia σ

La dispersión en los niveles de consumo per cápita por continente (ver gráfico siguiente) muestra un conjunto amplio de comportamientos, por ejemplo los países asiáticos con una dispersión creciente en el tiempo, los de Norteamérica con una fuerte reducción en la dispersión a partir del primer shock en el precio del petróleo, los países de Oceanía con un proceso largo de aumento en la dispersión que concluye a comienzos de los años 1980's, para luego reducirse sistemáticamente hasta finales de la década de los años 1990's y finalmente, a comienzos del siglo XXI aumentar nuevamente.

Los países europeos y africanos tienen comportamientos más estables y con una dispersión relativamente constante hasta finales de los años 1970's, para luego comenzar procesos de leves de aumentos en ella.

Los países latinoamericanos en los diferentes períodos, muestran un patrón de dispersión que tiene distintas velocidades y que a comienzos del siglo XXI se acentúan.

Gráfico N° 3.20
 Dispersión del consumo de energías per cápita
 Muestra de países agrupados por continente, 1950 – 2003
 (en TEP)

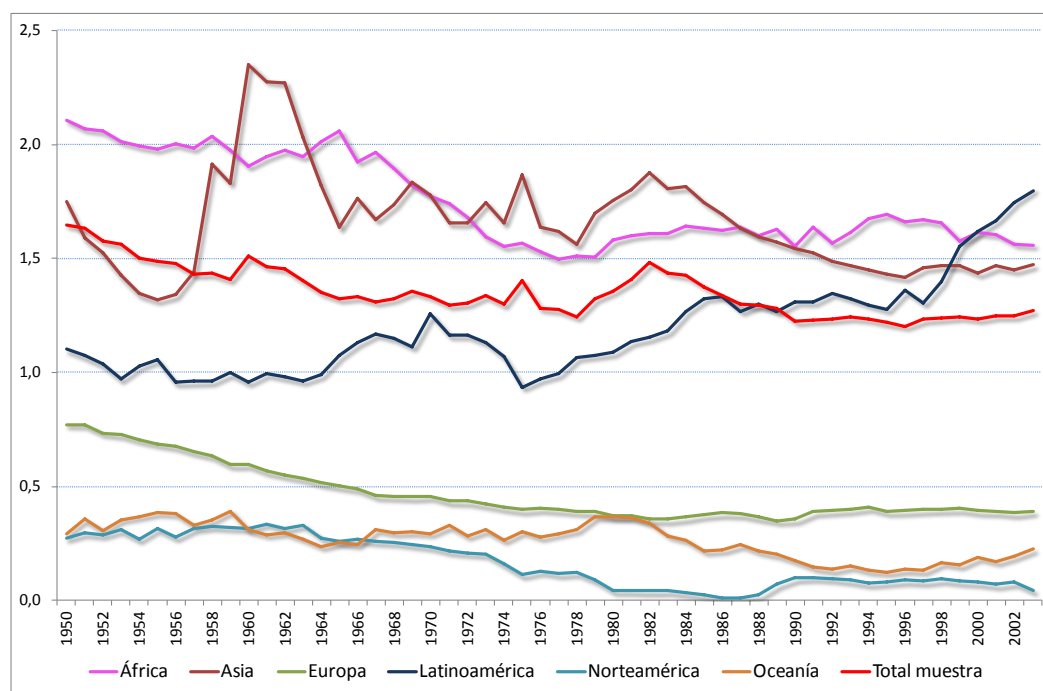


Fuente: Elaboración propia.

La dispersión en los consumos de energía per cápita es creciente, sin embargo, con la excepción de los países de América Latina y los asiáticos, cuando se calcula el coeficiente de variación se observa que los niveles de consumo al interior de cada continente son más homogéneos y que la variación tiende a decrecer.

Para América Latina, tal como se observa en el gráfico siguiente, a comienzos de la década de los años 1970's se inicia un proceso de heterogeneidad en el consumo de energías modernas per cápita que se detiene a mediados de los años 1980's, para comenzar nuevamente a finales de los años 1990's. Este comportamiento es un proceso particular de los países latinoamericanos.

Gráfico N° 3.21
Coeficiente de variación del consumo de energías
per cápita países agrupados por continente, 1950 – 2003



Fuente: Elaboración propia.

El período total de la muestra (1950-2003) para los países africanos, asiáticos, europeos y de América Latina ha sido de divergencia en los consumos de energías modernas per cápita, para los países norteamericanos ha sido un proceso de convergencia en la dispersión de los consumos y en el caso de los países de Oceanía, uno de no convergencia.

El análisis estadístico de la convergencia σ muestra que, para todo el período y subperíodos, existe un proceso de divergencia para los países de América Latina y los africanos, para el resto de los continentes los resultados de la convergencia no son únicos (ver cuadro siguiente).

Cuadro N° 3.31

Convergencia σ para muestra de países agrupados por continente, 1950 – 2003

	Total muestra	África	Asia	Europa	Latino-américa	Norte-américa	Oceanía
1950 - 2003	Divergencia	Divergencia	Divergencia	Divergencia	Divergencia	Convergencia	No hay convergencia
1951 - 1957	Divergencia	Divergencia	Divergencia	No hay convergencia	Divergencia	No hay convergencia	No hay convergencia
1958 - 1979	Divergencia	Divergencia	Divergencia	Divergencia	Divergencia	Convergencia	Divergencia
1980 - 2003	No hay convergencia	Divergencia	No hay convergencia	Divergencia	Divergencia	Divergencia	Convergencia

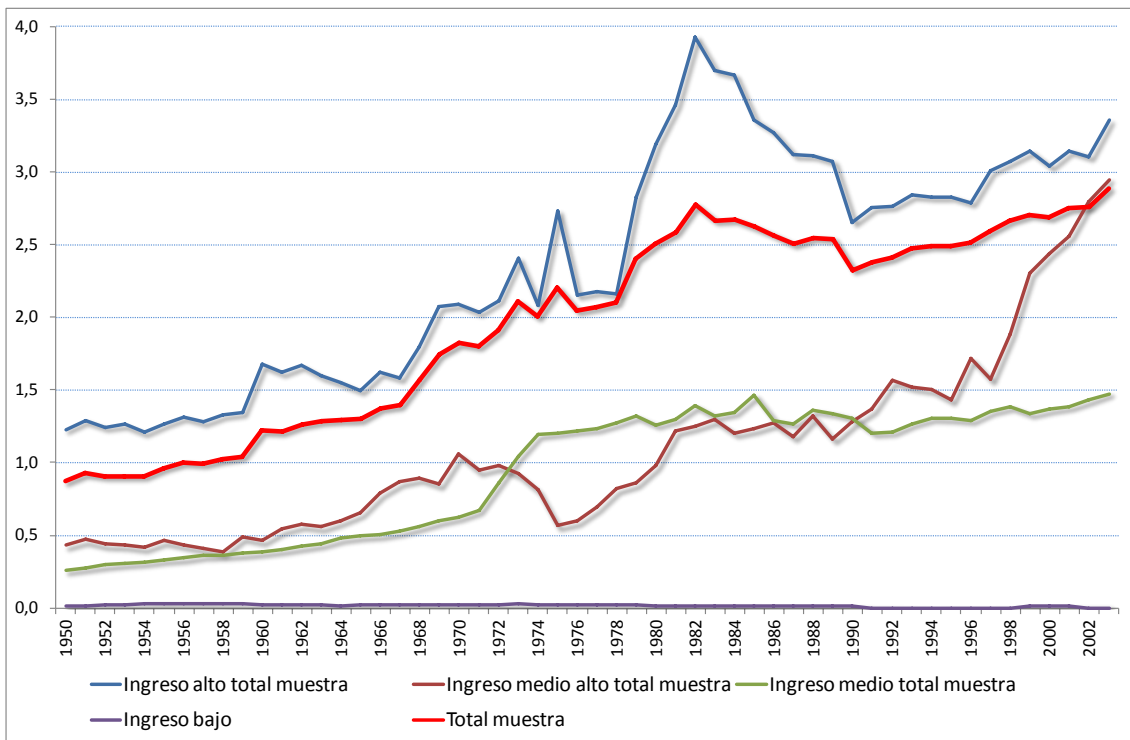
Fuente: Elaboración propia. Se estimó la ecuación (2) en cada caso y período.

Para los países asiáticos y europeos, de los tres subperíodos, dos presentan divergencia y un subperíodo (1980-2003), es de no convergencia para los países

asiáticos y 1951-1957 para los europeos. En el caso de los países norteamericanos se observa no convergencia (1951-1957), convergencia (1958-1979) y divergencia (1980-2003), algo similar ocurre con los países de Oceanía (no convergencia, 1951-1957, divergencia, 1958-1979 y convergencia, 1980-2003).

La dispersión de la muestra de países agrupados según nivel de PIB per cápita (promedio 1950-2003), revela un proceso de dispersión de los niveles de consumo aparente de energías modernas per cápita a lo largo del tiempo. La excepción a este comportamiento es el caso de los países de ingreso bajo, tal como se observa en el gráfico siguiente, donde sobresale la tendencia a la convergencia.

Gráfico N° 3.22
 Dispersión del consumo de energías per cápita
 Muestra de países agrupados según PIB per cápita promedio, 1950 – 2003
 (en TEP)

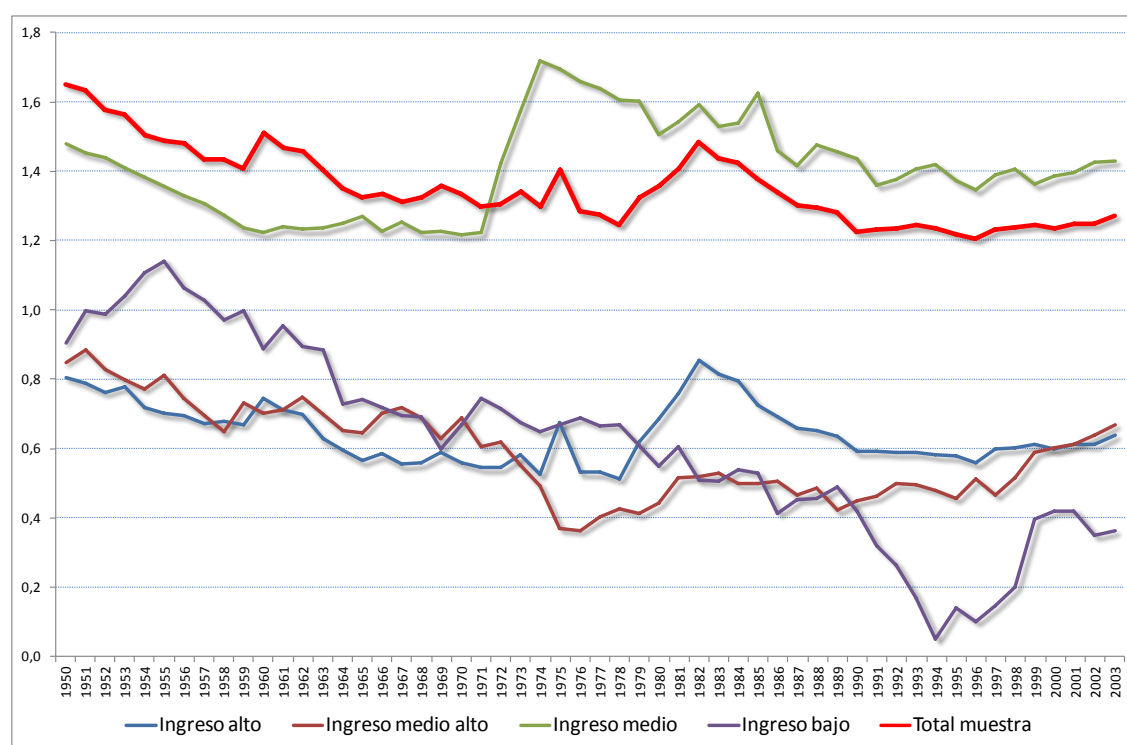


Fuente: Elaboración propia. Los países se agrupan según el criterio señalado en el cuadro N° 3.15.

La dispersión más alta está en el grupo de países de ingreso alto, luego sigue el grupo de países de ingreso medio alto e ingreso medio, siendo el grupo de ingreso bajo el de menor dispersión.

Cuando se analiza el coeficiente de variación se observa en todos los grupos una tendencia a la homogeneidad en los niveles de consumo, es decir, no sólo aumenta la dispersión sino también lo hace el nivel promedio de consumo, por lo que el coeficiente se reduce, tal como se observa en el gráfico siguiente.

Gráfico N° 3.23
Coeficiente de variación del consumo de energías per cápita,
países agrupados según PIB per cápita, 1950 – 2003



Fuente: Elaboración propia.

Sólo para el grupo de países de ingreso medio alto y el de ingreso bajo, a mediados de la década de los años 1990's hay un aumento del coeficiente de variación, aumentando por lo tanto, la heterogeneidad en los niveles de consumo per cápita de energías modernas.

Las pruebas estadísticas para probar la convergencia σ muestran un proceso de divergencia en el consumo aparente de energías modernas per cápita para el conjunto de países de la muestra y excepcionalmente, el período 1980-2003 es uno de no convergencia que se explica por una dispersión (estadísticamente) constante de los niveles de consumo per cápita.

Cuadro N° 3.32

Convergencia σ muestra de países agrupados según PIB per cápita, 1950 – 2003

		1950 - 2003	1951 - 1957	1958 - 1979	1980 - 2003
Total	toda la muestra	Divergencia	Divergencia	Divergencia	No hay convergencia
	excluye Latinoamérica	Divergencia	No hay convergencia	Divergencia	Convergencia
Alto	toda la muestra	Divergencia	No hay convergencia	Divergencia	Convergencia
	excluye Latinoamérica	Divergencia	Divergencia	Divergencia	No hay convergencia
Medio alto	toda la	Divergencia	No hay	Divergencia	Divergencia

		1950 - 2003	1951 - 1957	1958 - 1979	1980 - 2003
	muestra		convergencia		
	excluye Latinoamérica	Divergencia	Divergencia	Divergencia	No hay convergencia
Medio	toda la muestra	Divergencia	Divergencia	Divergencia	No hay convergencia
	excluye Latinoamérica	Divergencia	Divergencia	Divergencia	No hay convergencia
	Latinoamérica	Divergencia	Divergencia	Divergencia	Divergencia
Bajo	toda la muestra	Convergencia	Divergencia	No hay convergencia	Convergencia

Fuente: Elaboración propia. Resultados de las estimaciones de la ecuación (2) en cada caso y período.

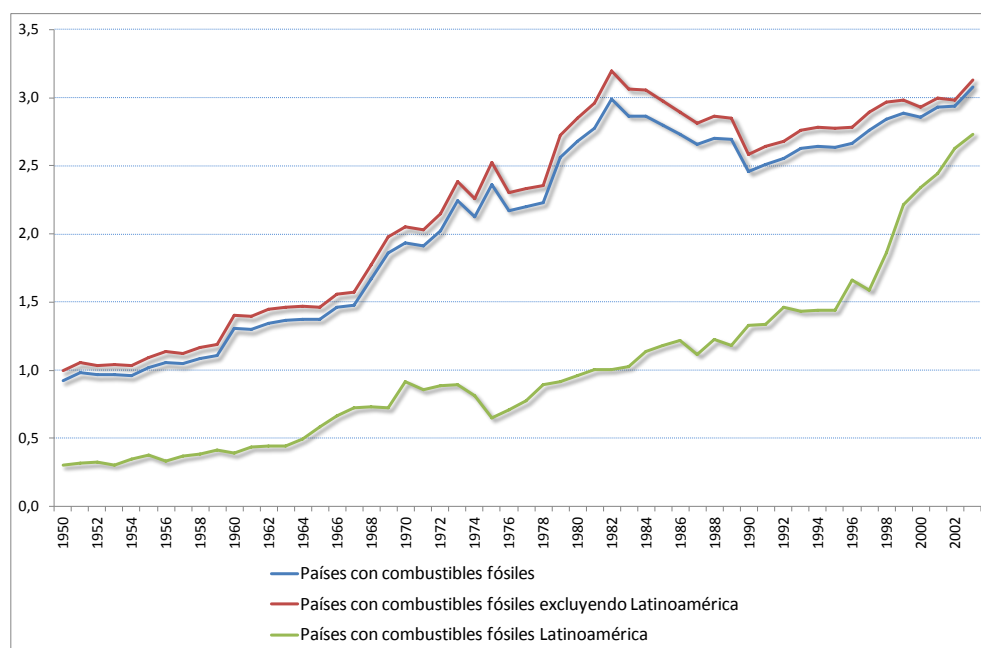
Al interior de los grupos se mantienen los procesos de divergencia, salvo el grupo de países de bajo PIB per cápita que para el período 1950-2003 muestra un proceso de convergencia. Durante el período 1950-2003 los países de América Latina muestran un comportamiento similar que el resto de países con PIB per cápita medio.

El comportamiento del consumo de energías modernas de los países de América Latina es diferente del resto de la muestra de países, ya que en el período 1951-1957 cuando el grupo de países latinoamericanos con PIB per cápita alto y medio alto forman parte de la muestra, se obtiene que no hay convergencia, pero cuando se excluye se obtiene un proceso de divergencia en los niveles de consumo per cápita de energías modernas. Algo similar ocurre en el período final (1980-2003). El grupo de países latinoamericanos con PIB medio, tiene un comportamiento similar al resto de la muestra con similares niveles de PIB per cápita durante todo el período de análisis, pero esto cambia en el período final, donde para los países latinoamericanos es un período de divergencia y para el resto de la muestra es de no convergencia.

Al agrupar los países según la existencia de combustibles fósiles en sus territorios, se observa (ver gráfico siguiente) un fuerte proceso de divergencia de los países que poseen combustibles fósiles. En el grupo de los países de América Latina sin combustibles fósiles en sus territorios, a pesar de mostrar un proceso de divergencia en los niveles de consumo per cápita, la dispersión es mucho menor que en el caso del resto de países de esta muestra.

Los países de América Latina con combustibles fósiles en sus territorios tienen una dispersión más baja que el resto de los países de la muestra, además no presentan el quiebre en la tendencia de la década de los años 1980's, tal como se observa en el gráfico siguiente.

Gráfico N° 3.24
 Dispersión del consumo de energías per cápita
 Países con disponibilidad de combustibles fósiles, 1950 – 2003
 (en TEP)

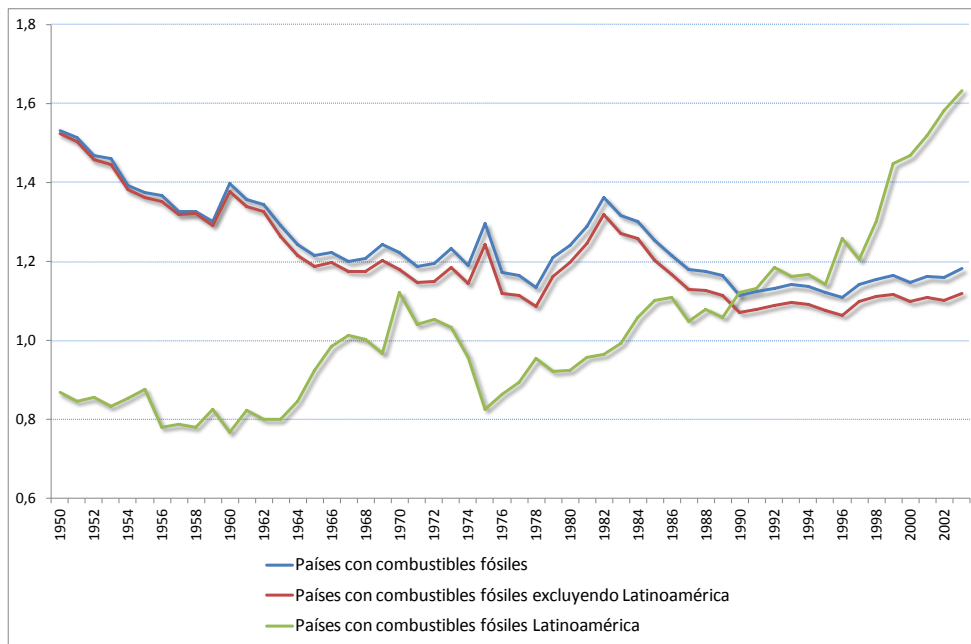


Fuente: Elaboración propia.

El análisis del coeficiente de variación muestra que en el caso de los países latinoamericanos su comportamiento es diferente al resto de los países de la muestra que tienen combustibles en sus territorios. Para los países no latinoamericanos, se observa un proceso de homogeneidad en los niveles de consumo per cápita de energías modernas, que se ve alterado a fines de los años 1970's. Los países de América Latina tienen un comportamiento particular y propio que se inicia a mediados de la década de los años 1970's y que se acentúa a finales de la década de los años 1990's, cuando los niveles promedios de consumo per cápita crecen más lentamente que la dispersión.

Gráfico N° 3.25

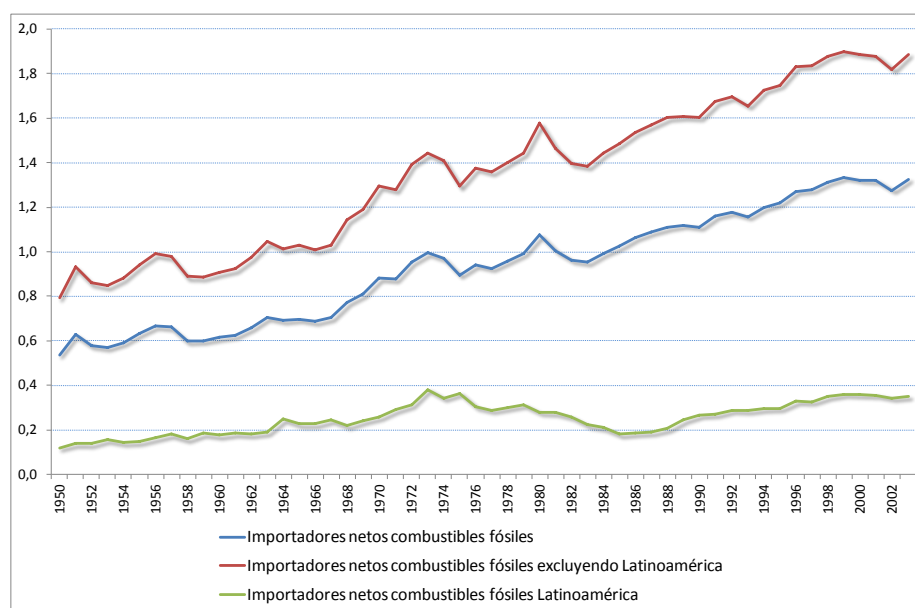
Coeficiente de variación del consumo de energías per cápita
Países con disponibilidad de combustibles fósiles en sus territorios, 1950 – 2003



Fuente: Elaboración propia.

El conjunto de países sin combustibles fósiles en sus territorios muestran una dispersión en los niveles de consumo per cápita que crece en el tiempo, pero la tasa de crecimiento es mucho mayor para el caso de los países no latinoamericanos sin combustibles fósiles en sus territorios. La experiencia de América Latina es diferente que el resto de la muestra, ya que la dispersión en los niveles del consumo aparente de energías modernas per cápita es más baja y relativamente constante a lo largo del tiempo, tal como se observa en el gráfico siguiente.

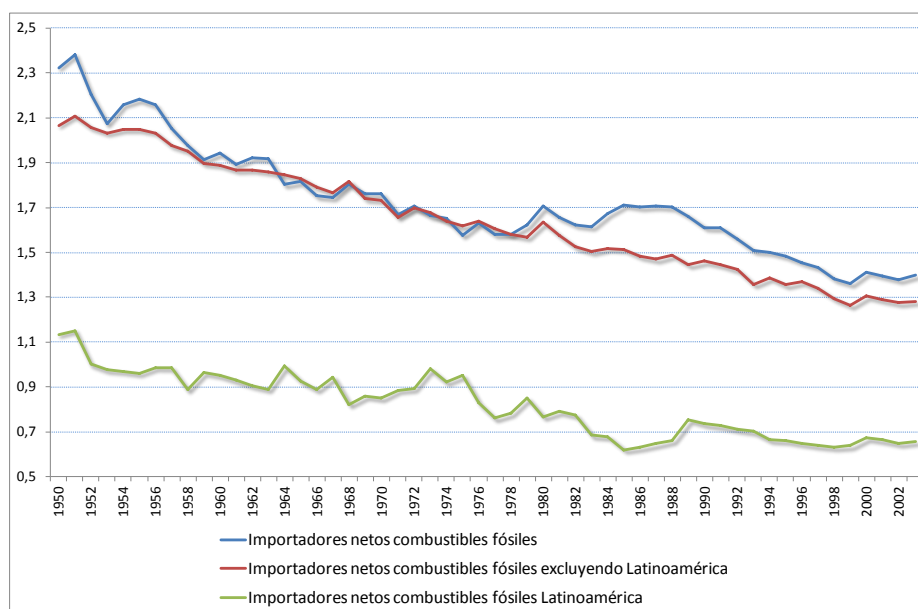
Gráfico N° 3.26
 Dispersión del consumo de energías per cápita
 Países sin disponibilidad de combustibles fósiles en sus territorios, 1950 – 2003
 (en TEP)



Fuente: Elaboración propia.

Para todos los países de la muestra los niveles de consumo de los países que no poseen combustibles fósiles en sus territorios tienden a ser más homogéneos (tanto en el caso de los países de América Latina como en el resto de la muestra), ya que tal como se observa en el gráfico siguiente, el coeficiente de variación se reduce sistemáticamente.

Gráfico N° 3.27
 Coeficiente de variación del consumo de energías per cápita
 Países sin disponibilidad de combustibles fósiles en sus territorios, 1950 – 2003



Fuente: Elaboración propia.

El análisis de la convergencia σ (cuyos resultados se reportan en el cuadro siguiente) muestra que para los países agrupados según la disponibilidad de combustibles fósiles en sus territorios y para todo el período (1950-2003), hay un proceso de divergencia (mayor dispersión en los niveles de consumo a través del tiempo) en todos los casos.

Cuadro N° 3.33

Convergencia σ muestra de países agrupados
según disponibilidad de combustibles fósiles, 1950 – 2003

		1950 - 2003	1951 - 1957	1958 - 1979	1980 - 2003
Total	Toda la muestra	Divergencia	Divergencia	Divergencia	No hay convergencia
	Se excluye Latinoamérica	Divergencia	Divergencia	Divergencia	No hay convergencia
	Latinoamérica	Divergencia	Divergencia	Divergencia	Divergencia
Importadores netos combustibles fósiles	Toda la muestra	Divergencia	No hay convergencia	Divergencia	Divergencia
	Se excluye Latinoamérica	Divergencia	No hay convergencia	Divergencia	Divergencia
	Latinoamérica	Divergencia	Divergencia	Divergencia	Divergencia
Poseedores de combustibles fósiles	Toda la muestra	Divergencia	Divergencia	Divergencia	No hay convergencia
	Se excluye Latinoamérica	Divergencia	Divergencia	Divergencia	No hay convergencia
	Latinoamérica	Divergencia	No hay convergencia	Divergencia	Divergencia

Fuente: Elaboración propia. Por restricciones de espacio no se incluye en este documento los resultados de las estimaciones de la ecuación (2) en cada caso y período.

El cuadro anterior muestra que los países de América Latina tienen patrones de convergencia σ diferentes al resto de los países de la muestra. En el período 1951-1957 para los países no latinoamericanos que importan combustibles fósiles no hay convergencia (es decir, los niveles de dispersión se mantienen relativamente constantes), en cambio en el caso de los países latinoamericanos hay divergencia. Para los países que poseen combustibles fósiles en sus territorios y para igual período los países de América Latina muestran que no hay convergencia en los niveles de consumo y para el resto de la muestra es un período de divergencia.

En el período final del análisis (1980-2003) los países de América Latina que poseen combustibles fósiles en sus territorios se comportan diferente al resto de países de la muestra, los países latinoamericanos muestran un proceso de divergencia y el resto de la muestra de no convergencia. Los países latinoamericanos importadores netos de combustibles fósiles se comportan igual que el resto de la muestra.

La evidencia reportada muestra que, con independencia de cómo se agrupen los países se observa un proceso de convergencia β en el período 1950 - 2003, sin embargo, esta es una condición necesario pero no suficiente para que ocurra la convergencia σ , y como la evidencia lo muestra, para el mismo período la dispersión en los niveles de consumo per cápita de energías modernas aumenta. Estos resultados se explican por un proceso en el tiempo en que el promedio de

energías modernas consumidas per cápita se ha incrementando a tasas diferentes, pero destaca el proceso de homogeneidad de los niveles de consumo per cápita de energías modernas de los países latinoamericanos importadores de combustibles fósiles, y a su vez, el proceso de heterogeneidad de los consumos de los países que poseen combustibles fósiles en sus territorios.

Finalmente, cuando se analiza la muestra de países de América Latina (en el período 1880-2003) y la muestra de más amplia de países (período 1950-2003) la velocidad de convergencia es mayor en los países que poseen combustibles fósiles en sus territorios, pero esto cambia en el caso de los países latinoamericanos para igual período, donde la velocidad de convergencia de los países latinoamericanos con combustibles fósiles en sus territorios presenta tasas menores que en el caso de los países importadores de combustibles fósiles.

3.5 Conclusiones y comentarios finales

El análisis de la serie del consumo aparente de energías modernas primarias (carbón mineral, petróleo, gas natural, hidroelectricidad) para un conjunto de 20 países latinoamericanos y para un período extenso (1880-2003), permite extraer lecciones de cuáles podrían haber sido los niveles de actividad económica durante este período, ya que los consumos de este tipo de energías implican un efecto modernizador.

La serie del consumo aparente de energías modernas latinoamericanas captura adecuadamente los 7 períodos historiográficos que la historia económica ha definido, a saber: 1880-1912 (primera globalización), 1913-1930 (entre guerras pre Gran Depresión), 1931-1940 (entre guerras post Gran Depresión), 1941-1950 (etapa clásica (I) de la industrialización dirigida por el Estado), 1951-1957 (etapa clásica (II) de la industrialización dirigida por el Estado), 1958-1979 (etapa madura de la industrialización dirigida por el Estado) y 1980-2003 (era neoliberal).

Cada uno de estos períodos tiene tasas de crecimiento distintas, siendo el período de la primera globalización, con una tasa de crecimiento anual per cápita de 5,2%, la más alta, le sigue la segunda parte de la etapa clásica de la industrialización dirigida por el Estado con un 4,8% anual, la primera parte de la etapa clásica de la industrialización dirigida por el Estado con un 4,4% anual. El período de entre guerras post Gran Depresión y la etapa madura de la industrialización dirigida por el Estado tienen tasas de crecimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita de 3,4% y 3,3% respectivamente. Finalmente, los períodos entre guerras pre Gran Depresión y la era neoliberal son las que tienen las tasas de crecimiento per cápita más bajas con un 0,8% y 0,6% respectivamente.

Pero no sólo las tasas de crecimiento cambiaron en 123 años de historia, también lo han hecho los niveles. En América Latina en el año 1880, el consumo aparente de energías modernas per cápita promedio era de 0,024 TEP y en el año 2003 se eleva a 0,879 TEP (36,1 veces el nivel del año inicial), con esto la brecha entre el menor y mayor consumo per cápita pasa de 1:4.350 en 1880 a 1:32 en el año 2003.

Al interior de América Latina el consumo de energías modernas en 1880 se concentraba en seis países (Argentina, Brasil, Cuba, Chile, México y Uruguay) que corresponde a 1.005.680 TEP anuales y el 94% del consumo de la región. En el año 2003, estos seis países concentran el 74% del consumo de energías modernas de la región y corresponden a 344.649.381 TEP anuales. A este grupo de países se agrega Colombia y la República Bolivariana de Venezuela concentrando estos ocho países cerca del 91% del consumo total de energía de la región, el resto de los países tienen consumos de energía son bajísimos, en el extremo está Haití con un consumo de 553.000 TEP anuales, que si se compara con el país de mayor consumo la brecha es de 1: 236,8 veces. En términos per cápita la brecha es de 1:32,4 veces.

La comparación entre la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas total y la tasa de crecimiento per cápita muestra que la diferencia entre ellas es relativamente constantes e igual a 1,8% entre los períodos 1880-1940 y 1980-2003 y es igual a 2,7% durante el periodo 1941-1979. Esta diferencia se puede interpretar como la tasa de crecimiento del consumo de energías modernas asociada a la actividad económica (explicación por el lado de la oferta agregada, donde la energía es un factor productivo intermedio) más que el crecimiento del consumo vinculado a la demanda de energía de los hogares (explicación por el lado de la demanda agregada) y la tasa de crecimiento de la intensidad energética.

Este es un análisis muy simple que esboza en términos generales lo que ocurre con el consumo aparente de energías modernas per cápita en el tiempo, pero que requiere de un análisis más exhaustivo a nivel sectorial para identificar los determinantes últimos que impulsan el consumo de energías modernas y que se escapa a los objetivos de esta investigación.

Los cambios experimentados en el nivel y las tasas de crecimiento del consumo aparente de energías modernas tienen su origen en la transición energética latinoamericana, paso del carbón mineral al petróleo, observándose tres diferentes patrones: (a) Países en que se sustituye carbón por petróleo (supera el 50% de participación en la canasta de energías modernas) definitivamente a partir de un año determinado, donde se encuentran: Argentina, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Nicaragua, Panamá y Uruguay, (b) Países en que el carbón mineral no se sustituye completamente por el petróleo en un año determinado, grupo en el que se encuentran: Brasil, Chile, Haití, Guatemala, Honduras, Perú y México y (c) Países con numerosos períodos en que el petróleo supera el 50% de participación, como ocurre con: Bolivia, Colombia, Ecuador, El Salvador, Paraguay y la República Bolivariana de Venezuela.

Una vez que en 1920 el petróleo alcanza el liderazgo dentro de la canasta energética de energías modernas en América Latina, logra su máximo nivel de participación en la década de los años 1950's manteniendo su importancia sobre el 70% hasta finales de la década de los años 1970's. En las décadas siguientes, su participación se reduce hasta alcanzar en los primeros años del siglo XXI una participación de 53% en la canasta de energías modernas.

La Primera Guerra Mundial que se analiza siempre como un shock externo negativo a las economías latinoamericanas, provocó un quiebre en la participación de los países dentro del total de energía consumida en la región y que se tradujo en una situación con efectos modernizadores en la medida que impulsó la transición energética del carbón al petróleo, acompañada de la penetración de Estados Unidos en las actividades del transporte terrestre y marítimo y actividades mineras intensivas en energías modernas.

A pesar de la heterogeneidad en el comportamiento del consumo aparente de energías modernas de los países de América Latina, es posible identificar cuatro patrones o grupos:

Grupo 1 de los “Grandes consumidores y productores de petróleo”. Son países con un bajo consumo aparente de energías modernas en 1890, con expansión explosiva y tasas decrecientes a largo plazo del consumo aparente de energías modernas per cápita. En este grupo está sólo la República Bolivariana de Venezuela y su excepcional comportamiento se explica por su dotación y explotación de petróleo.

Grupo 2 de los “Grandes consumidores de energías modernas”. Son países con un consumo aparente de energías modernas per cápita relativamente alto en 1890 y tasas decrecientes a largo plazo. Este grupo lo forman: Argentina, Cuba, Chile, México y Uruguay. Estos países aprovecharon las oportunidades que les ofreció la primera globalización dada su especialización productiva, lo que les permitió tener éxito con sus productos exportados y modernizarse muy tempranamente durante el siglo XIX a través de la construcción de infraestructuras de transporte moderno como lo fue la red ferroviaria y portuaria.

Grupo 3 de los “Medianos consumidores de energías modernas”. Este grupo se caracteriza por un consumo aparente de energías modernas per cápita relativamente bajo en 1890 y tasas de crecimiento constantes a largo plazo. Se incluyen en este grupo: Brasil, Costa Rica, Ecuador, Perú y República Dominicana. Estos países tienen una base agro-exportadora con orientación a productos como el café y el cacao que tuvieron relativo éxito en la primera globalización, muestran una modernización más lenta que se potenció con las políticas dirigidas por el Estado a partir de la década de los años 1940 y que favorecieron la construcción de infraestructura industrial y de transporte.

Grupo 4 de los “Pequeños consumidores de energías modernas”. Este grupo tiene un bajo consumo aparente de energías modernas en 1890 y tasas decrecientes a largo plazo. Son parte de este grupo: Bolivia, Colombia, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Nicaragua, Panamá y Paraguay. Este grupo de países es el más rezagado y tuvo una especialización agro-exportadora muy similar al grupo anterior, con productos como el cacao, plátanos y café que se adaptan con dificultad a las demandas internacionales y altamente condicionados por los resultados de las cosechas (en especial de las de café) a lo que se suma la debilidad institucional que se arrastra históricamente.

Durante el período 1880-1912 los grupos con una proporción mayor de consumo de petróleo en la canasta de energías modernas son los grandes consumidores y productores de petróleo (con una participación de 22% en el total de energías modernas) y los pequeños consumidores de energías (con una participación del 20% de las energías modernas).

El grupo de los medianos consumidores de energías modernas per cápita, es en el que más tardíamente el petróleo tiene un peso relativo mayor al 50% dentro de su canasta de energías modernas y esto ocurre en el período 1941-1950.

La participación de la hidroelectricidad en la canasta de energías modernas de los pequeños consumidores, en todos los períodos, es superior a lo que ocurre con los grandes consumidores. En el caso del gas natural, la participación es mayor en el caso de los países que tienen yacimientos de este combustible y son capaces de explotarlos, además en general la participación del gas natural en la canasta de los pequeños consumidores es superior a la participación observada en los medianos consumidores de energías modernas per cápita.

También se observa que los pequeños consumidores de energías modernas fueron de los primeros en hacer la transición de carbón mineral al petróleo, además su composición de la canasta energética no es muy diferente a la de los grandes consumidores, sin embargo, la gran diferencia está dada por la especialización productiva que les permitieron sus condiciones naturales y la matriz institucional que se desarrolló.

Los consumos latinoamericanos de energías modernas per cápita han crecido en el tiempo y al interior de los grupos determinados, sin embargo, para el período 1880-2003 se observa un proceso de convergencia β a una tasa de 1% anual. Esta convergencia cuantifica la velocidad a la que los países más rezagados en niveles de consumo per cápita se acercan a los países más avanzados.

A nivel de los grupos de consumo, en todos los casos hay convergencia y la tasa más alta la tiene el grupo de grandes consumidores con un 2% anual, sigue el grupo de medianos consumidores con un 1,6% anual y la tasa más baja la tiene el grupo de los pequeños consumidores con un 1,3% anual. Esto significa que a pesar de que el grupo de grandes consumidores de energía tiene niveles de consumo mayores que el resto de los países, al interior del grupo hay países cuyas tasas de crecimiento son más altas que las de los países que llevan la delantera.

Un resultado que refuerza la hipótesis de que la falta de energías modernas es una limitante para el crecimiento económico, es el hecho de que la velocidad con la que logran la convergencia los países importadores netos de combustibles fósiles es un poco menor que la velocidad a la que lo hacen los países que disponen de combustibles fósiles en sus territorios (1,1% anual versus 1,2%). Sin embargo, el análisis por períodos revela que no hay un patrón claro respecto de que los importadores de combustibles fósiles tengan tasas de convergencia menores que los países con combustibles fósiles en sus territorios.

Para América Latina el período de 1951-1957 tiene la velocidad de convergencia más alta del período analizado, con un 2,5% anual, esto se explica por la

coincidencia de las políticas económicas implementadas en los países que conducían a desarrollar la capacidad industrial. Al ordenar las tasas de convergencia en forma descendente resulta: 1,6% en el período 1958-1979, 1,6% en el período 1980-2003, 1,5% en el período 1913-1930, 1,4% en el período 1941-1950, 0,9% en el período 1880-1912 y 0,2% en el período 1931-1940.

Las tasas de convergencia β de los grandes consumidores de energías modernas son las más altas en los períodos entre 1880-1950 y le siguen las de los medianos consumidores de energías. En los períodos entre 1951-1979 los medianos consumidores de energía tienen las más altas tasas de convergencia y luego los pequeños consumidores de energías modernas. En el período 1980-2003 son los pequeños consumidores de energías los que muestran la mayor tasa de convergencia y seguidos por los medianos consumidores de energía.

Estos patrones muestran que al interior del grupo de consumidores de energías modernas, los países con consumos más bajos durante el período de análisis, tuvieron tasas de crecimiento mayores que países con consumos más elevados de dentro del grupo, de tal forma de converger a los niveles de consumo de largo plazo de los países más adelantados.

Otra forma de observar la convergencia es a través de la convergencia σ , donde lo que se mide es si los países reducen la dispersión de los niveles de consumo durante un período de tiempo, así por ejemplo si la dispersión se reduce, significa que hay convergencia al interior del grupo bajo análisis.

En el caso del consumo latinoamericano de energías modernas, se observan dos períodos de mayor dispersión. El primero a comienzos del siglo XX y el segundo a partir de la Segunda Guerra Mundial. Este comportamiento es el que siguen los grandes consumidores de energías modernas, en cambio en el caso de los medianos y pequeños consumidores, el segundo impulso en la dispersión está a partir de los años 1950's.

Paralelamente se observa que para Latinoamérica el coeficiente de variación (cociente entre la desviación y el promedio) se reduce más marcadamente entre comienzos de los años 1920 y finales de los años 1970, esto significa unos niveles de consumo per cápita de energías modernas más homogéneos, donde ha aumentado el nivel y la dispersión. Este resultado está muy influenciado por el comportamiento de los grandes consumidores y un poco por los pequeños consumidores. El comportamiento de los medianos consumidores muestra una reducción del coeficiente de variación, pero no tan marcadamente.

A pesar que a nivel global predomina la divergencia, al interior de los grupos de consumidores la historia es diferente, por ejemplo en el grupo de los grandes consumidores de energía en el período 1913-1930 hay una reducción de la dispersión de los niveles de consumo de energías modernas per cápita (convergencia), para luego caer en un largo período de no convergencia (entre 1931-1957) en que la dispersión no mostró una tendencia significativa a aumentar o a disminuir. Para los períodos siguientes se observa la divergencia en los niveles de consumo de energías modernas per cápita.

En el grupo de los medianos consumidores la no convergencia está presente entre los años 1913-1930 y 1951-1979, estos son los períodos en que la dispersión se mantiene estadísticamente constante. Para el resto de los períodos, está presente la divergencia, que no es otra cosa que la observación de que los agentes económicos enfrentaron escenarios cambiantes y que los shocks externos implicaron tomar decisiones que se tradujeron en que cada país siguiera patrones de consumo de energías modernas per cápita diferentes, a pesar de que inicialmente se haya incluido en este grupo los países con los niveles de consumo y tasas de crecimiento de largo plazo similares.

Los pequeños consumidores de energía son mucho más activos que el resto de los grupos, ya que en la primera globalización no se observa convergencia, el período 1913-1930 es de divergencia, en el que muchos de estos países transitan del consumo de carbón al petróleo como la principal fuente de energías modernizadoras, para luego observarse un proceso de no convergencia (1931-1940). Entre 1941-1979, los consumos de energías modernas per cápita tienen comportamientos diferentes al interior del grupo (aumenta la dispersión más lentamente que el consumo promedio del grupo, lo que es reflejo de los procesos de industrialización). Además, este es el único grupo que comienza el siglo XXI con una convergencia en los niveles de consumo.

Al agrupar los países dependiendo de si poseen combustibles fósiles en sus territorios o no, se observa claramente la divergencia en los niveles de consumo per cápita de energías modernas. Una situación a destacar se observa en el caso de los países importadores de combustibles fósiles en el período 1931-1940, que es uno donde no hay convergencia, probablemente en este período estos países debieron decidir cómo se seguirían vinculando a los mercados internacionales y cómo harían frente a los shocks internacionales, lo que finalmente se tradujo en políticas económicas diferentes a las de los períodos previos.

Para los países que poseen combustibles fósiles en sus territorios, hay dos períodos de no convergencia: 1913-1930 y 1951-1957. El primero coincide con el que incluye la Gran Depresión de 1930 y el segundo con la parte final de la etapa clásica de la industrialización dirigida por el Estado.

Un análisis más amplio que incluye países de otros continentes muestra que durante la segunda mitad del siglo XX, los niveles de consumo aparente de energías modernas en América Latina son de los más bajos en la muestra de países agrupados por continente. Los países del continente norteamericano tienen un consumo aparente de energías modernas de 7,52 TEP per cápita en promedio para el período 1950-2003, le siguen los países de Oceanía con 3,98 TEP, los países europeos con 2,78 TEP, los países latinoamericanos con 0,70 TEP, los países asiáticos con 0,52 TEP y finalmente, los países africanos con 0,37 TEP.

Las tasas de crecimiento del consumo aparente de energías per cápita por década también difieren entre continentes, siendo la tasa de crecimiento de los países de América Latina con un 2,4% anual, la segunda más alta.

Cuando se agrupa la muestra de 98 países según el nivel de PIB per cápita promedio para el período 1950-2003 y la disponibilidad de energías fósiles en sus

territorios, se observa que Venezuela es el único país latinoamericano que forma parte del grupo de países de PIB per cápita alto y sus niveles de consumo son mucho más bajos que el promedio de la muestra, siendo los países de Norteamérica los que tienen los consumos más altos, siguen los de Oceanía, Europa y finalmente Asia. La diferencia respecto a Norteamérica supera el 230% y con Oceanía el 88%, la brecha con los países europeos y de Asia es mucho menor. Para el período 1950-2003 la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita para los países de América Latina, es mayor a la tasa de la muestra de países, 2,0% versus 1,5%.

En el grupo de países de ingreso medio alto, el único país latinoamericano del grupo es Trinidad y Tobago con unos niveles de consumo per cápita muy superiores al promedio de la muestra, además tiene tasas de crecimiento en algunos casos en sentido contrario a lo observado en la muestra: en la década de los años 1990's y comienzos del siglo XXI el caso latinoamericano fue de decrecimiento, en cambio para el total de la muestra fue de crecimiento.

La mayor diferencia entre los consumos per cápita de energías modernas de los países de América Latina se observa con los países europeos, con una diferencia que está sobre el 54%. Con los países asiáticos las diferencias son más fluctuantes y van desde el 12% al 70%.

La gran mayoría de los países de América Latina está en el grupo de países de ingreso medio (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana y Uruguay). A pesar de que los países latinoamericanos tienen niveles de consumo superiores al promedio de la muestra, la tasa de crecimiento para todo el período es menor, 2,4% versus 3,7%. Los países de América Latina tienen niveles de consumo per cápita mayores que los países africanos y asiáticos, pero son mucho menores que en el caso de los países europeos. Al igual que en los análisis de los otros grupos de ingreso, las tasas de crecimiento en cada período son diferentes.

La comparación de los consumos de energías modernas de los países de América Latina con países de otros continentes y similares niveles de PIB per cápita, revela que no hay una relación lineal entre el nivel del PIB per cápita y el nivel del consumo per cápita de energías modernas, ya que es posible que dos países con niveles de PIB per cápita similares tengan niveles de consumo de energías modernas muy distintos, tal vez la única excepción sean los países con ingreso bajo que tienen niveles de consumo per cápita de energías modernas mucho más bajos que el resto de países de la muestra, sin embargo, la cuantificación de esta asociación se presenta en el capítulo siguiente de esta tesis.

Al separar la muestra de países según la disponibilidad de energías fósiles en sus territorios, se observa que los países de América Latina con combustibles fósiles en sus territorios tienen los niveles de consumo más bajos de la muestra (un 46% más bajos). En el caso de los importadores netos de energías fósiles latinoamericanos, la diferencia con el resto de los países de la muestra es de 96%.

En los párrafos previos se ha indicado que los niveles del consumo aparente de energías modernas per cápita y sus tasas de crecimiento durante el período 1950-2003 son diferentes respecto al resto de la muestra, pero surge la interrogante si se ha logrado la convergencia en los niveles de consumo per cápita. Los análisis revelan que cuando los países se agrupan por continentes se observa un proceso de convergencia β , en el cual la experiencia de América Latina no es diferente de lo que ocurre con Norteamérica y Oceanía. La mayor velocidad de convergencia se observa en el grupo de países norteamericanos y oceánicos (3,0%), los latinoamericanos (2,9%) y la menor velocidad en el grupo de países asiáticos (1,6% anual). Este proceso de convergencia también está presente cuando se agrupa los países según los niveles similares de PIB per cápita.

Al igual que cuando se agrupan los países según el nivel de PIB per cápita, la existencia o no de combustibles fósiles en sus territorios, no altera el hecho de que hay convergencia β en los niveles de consumo per cápita de energías modernas. La velocidad a la que se alcanza la convergencia es diferente entre los países que poseen combustibles fósiles en sus territorios y los importadores netos, y entre los países latinoamericanos y el resto. Así por ejemplo, el coeficiente de la convergencia de los países importadores netos de combustibles fósiles de América Latina es mucho mayor (en valor absoluto) que para el resto de la muestra y en el caso de los países con combustibles fósiles en sus territorios, ocurre lo contrario.

Del análisis de la convergencia σ , se obtiene que el período 1950-2003 es un período de divergencia y excepcionalmente, el período 1980-2003 es uno de no convergencia que se explica por una dispersión constante de los niveles de consumo per cápita. Para los países latinoamericanos y durante todo el período, éste es de divergencia.

Al agrupar los países según la existencia de combustibles fósiles en sus territorios, se observa un fuerte proceso de dispersión de los niveles de consumo aparente de energías modernas de los países que poseen combustibles fósiles y en el caso de los países latinoamericanos, éstos tienen una dispersión más baja, además no presentan el quiebre en la tendencia de la década de los años 1980's, como ocurre en el resto de la muestra. En el grupo de los países latinoamericanos sin combustibles fósiles en sus territorios, a pesar de mostrar un proceso de divergencia en los niveles de consumo per cápita que crece en el tiempo, tienen un tasa de crecimiento mucho mayor que para el caso de los países no latinoamericanos.

Un análisis por períodos muestra que los países de América Latina tienen patrones de convergencia σ diferentes al resto de los países de la muestra. En el período 1951-1957 no hay convergencia para los países no latinoamericanos que importan combustibles fósiles, en cambio en el caso de los países de América Latina hay divergencia. Para los países que poseen combustibles fósiles en sus territorios, para igual período, ocurre lo contrario. En el período final del análisis (1980-2003) los países latinoamericanos que poseen combustibles fósiles en sus territorios enfrentan un período de divergencia y los países no latinoamericanos muestran un proceso de no convergencia. En cambio para este mismo período, los países importadores de combustibles fósiles (latinoamericanos y no latinoamericanos) muestran un proceso de divergencia.

Finalmente, esta investigación entrega evidencia de que la experiencia latinoamericana en los consumos de energías modernas per cápita es excepcional respecto a lo que ocurre en el mundo (cuando se analiza el periodo 1950-2003) y que al interior de América Latina, y en los períodos analizados (1880-2003 y 1950-2003), hay especificidades que están dadas por dotaciones de recursos disponibles, la matriz institucional existente y de las decisiones de política económica aplicadas a lo largo del tiempo.

Capítulo 4

Análisis empírico de la relación Energía - PIB

La literatura en historia económica y economía reconocen la importancia de la energía en el crecimiento económico de los países a lo largo del tiempo.⁶⁷ No se refieren a la energía *per se*, sino a los servicios que ésta reporta a los seres humanos.⁶⁸ Además no dudan de la estrecha asociación entre el consumo de energía y la actividad económica (medida como PIB, Ingreso o Producto Industrial), sin embargo en estudios de países como: Suecia (Kander, A. 2002), España (Rubio, M. 2005 y Sudrià, C. 1995) y Uruguay (Bertoni, R. 2011, 2010, Bertoni, R. y C. Román 2006) no se estima el grado de correlación entre ambas variables. La excepción es el trabajo de Saif, S. (2006) quien encuentra que en los países de la OPEP la relación entre el PIB y el consumo de energía per cápita es negativa y débil, y en el caso de los países que forman el G-7 y los países asiáticos la relación es positiva y fuerte, además esta correlación se eleva en los países del G-7 cuando divide su muestra en dos períodos: 1960-1973 y 1973-2001.

Cabe entonces preguntarse ¿la asociación entre consumo de energía y actividad económica siempre existe?, ¿cambia a través del tiempo? y ¿en qué dirección va?

En este capítulo de la tesis se busca verificar cuantitativamente, para la muestra de 20 países de América Latina, lo que la historia económica y la economía dan por hecho: “*existencia de una correlación positiva entre los consumos de energía y la actividad económica*”.⁶⁹

La importancia de la energía en la actividad económica y el crecimiento económico, es un tema que el mainstream de la economía ha dejado de lado, principalmente porque desde la perspectiva económica la energía es un insumo intermedio en la producción, y por lo tanto, en los modelos de crecimiento esta variable no es uno de los determinantes últimos del crecimiento económico. Sin embargo, para la historia económica, la ecología y la economía de los recursos económicos la energía tiene importancia y se modela explícitamente.

En la historia económica el consumo de energía es muy importante para explicar el crecimiento de largo plazo de una economía, tal como exponen autores como Dalgaard, C. y H. Strulik (2007), Yáñez, C. *et al.* (2006), Stern, D. y Cleveland,

⁶⁷ Por ejemplo, Stern, D. y A. Kander (2011), Buenstorf, G. (2004), Toman, M. y B. Jemelkova (2002), Rosenberg, N. (2000), Pagá, E. y N. Gürrer (2000), Wrigley, E.A. (1993) y CEPAL (1956) entre otros.

⁶⁸ Ver por ejemplo Bames, D. y M. Toman (2006).

⁶⁹ Por ejemplo International Energy Agency (2005: p. 13), Rosenberg, N. (2000), Reynolds, D. (1996), Smil, V. (1994), Stern, D.I. (1993), García, J. y J. Ivanzo (1987), Christensen, M. (1983) y Mason, E.S. *et al.* (1954) entre otros.

C. (2004), Young-Seok Moom y Yang-Hoon Sonn (1996), Wrigley, E.A. (2010,1993), Stern, D.I. (1993) y CEPAL (1956), entre otros.

Este capítulo es más empírico que los anteriores y busca cuantificar la relación entre la energía y la actividad económica, tanto desde la perspectiva del corto-mediano plazo como del largo plazo. Para ello se analiza la correlación entre ambas variables, el co-movimiento y su causalidad.

El capítulo se divide en siete apartados y en cada uno de ellos se compara la evidencia intra países latinoamericanos y luego, en un contexto más amplio se compara con una muestra de 98 países. El primer apartado se dedica a la descripción de las series del consumo aparente de energías modernas, PIB y población, el segundo analiza la relación entre el consumo aparente de energías modernas y el PIB, el tercer apartado se destina a la correlación entre ambas variables, el cuarto analiza la intensidad energética, el quinto analiza el comportamiento de corto plazo (co-movimiento) del consumo de energías modernas per cápita respecto del PIB per cápita, en el sexto se analiza la relación de largo plazo (causalidad) y finalmente, el último apartado se dedica a las conclusiones y comentarios finales.

4.1 Descripción de las series

Las series del PIB, de la población y del consumo aparente de energías modernas utilizadas en esta investigación se obtienen de:

- a) Las series del PIB para todos los países de la muestra se obtuvo de Maddison, A. (2001) *Statistics on World Population, GDP and Per Capita GDP, 1-2006 AD* (Last update: March 2009, horizontal file, copyright Angus Maddison), disponible en: <http://www.ggdc.net/maddison/>.
- b) Las series de población para los 20 países de América Latina se obtuvieron de la base de datos de Yáñez, C. *et al.* (2012), para el resto de la muestra (78 países) se tomó la información de Maddison, A. (2001).
- c) Las series del consumo aparente de energías modernas para los 20 países de América Latina⁷⁰ se construye con la información de la base de datos del proyecto Investigación *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960* y el proyecto *Energía y Economía en América Latina y el Caribe desde mediados del siglo XIX a finales del siglo XX* y *Energy Statistics Yearbook* de las Naciones Unidas (varios números). Para el resto de la muestra⁷¹ sólo con la información Naciones Unidas (varios números) y la base de datos del Banco Mundial.

Las series de energía, población y en algunos casos el PIB de los 20 países de América Latina cubren desde finales del siglo XIX y hasta el año 2003, en cambio para la muestra más amplia de países del mundo, la cobertura es desde el año 1950 y hasta el año 2003, tal como se aprecia en los cuadros siguientes.

⁷⁰ En el capítulo 2 de este documento se explica con más detalle la forma en que se construyeron las series.

⁷¹ En el capítulo 3 de este documento se explica con más detalle la forma en que se construyeron las series.

Cuadro N° 4.1
Cobertura temporal series del PIB y consumo aparente de energías modernas
20 países Latinoamericanos

País	Cobertura PIB	Cobertura Consumo aparente de energías modernas
Argentina	1900 – 2003	1856 – 2003
Bolivia	1945 – 2003	1862 – 2003
Brasil	1870 – 2003	1956 – 2003
Chile	1840 – 2003	1844 – 2003
Colombia	1900 – 2003	1856 – 2003
Costa Rica	1920 – 2003	1870 – 2003
Cuba	1929 – 2003	1841 – 2003
Ecuador	1939 – 2003	1879 – 2003
El Salvador	1920 – 2003	1870 – 2003
Guatemala	1920 – 2003	1870 – 2003
Haití	1945 – 2003	1870 – 2003
Honduras	1920 – 2003	1870 – 2003
México	1900 – 2003	1856 – 2003
Nicaragua	1920 – 2003	1870 – 2003
Panamá	1945 – 2003	1904 – 2003
Paraguay	1939 – 2003	1900 – 2003
Perú	1896 – 2003	1856 – 2003
República Dominicana	1950 – 2003	1870 – 2003
Uruguay	1870 – 2003	1879 – 2003
Venezuela	1900 – 2003	1870 – 2003

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 4.2
Cobertura temporal series del PIB, población y consumo
aparente de energías modernas, 78 países muestra mundial

Serie	Cobertura	Países
PIB	1950 – 2003	Albania, Argelia, Angola, Australia, Austria, Bahrein, Bélgica, Bulgaria, Camerún, Canadá, China, Zaire, Congo, Dinamarca, Egipto, Finlandia, Francia, Gabón, Alemania, Ghana, Grecia, Hong Kong, Hungría, India, Indonesia, Irán, Iraq, Irlanda, Israel, Italia, Jamaica, Japón, Jordania, Kenia, Corea del Norte, Corea del Sur, Kuwait, Líbano, Libia, Malasia, Marruecos, Mozambique, Nepal, Holanda, Nueva Zelanda, Holanda, Nigeria, Noruega, Omán, Paquistán, Filipinas, Polonia, Portugal, Qatar, Rumania, Arabia Saudita, Senegal, Singapur, Sudáfrica, España, Sri Lanka, Sudán, Suecia, Suiza, República Árabe Siria, Tanzania, Tailandia, Togo, Trinidad y Tobago, Túnez, Turquía, Emiratos Árabes Unidos, Reino Unido, Estados Unidos, Vietnam, Yemen, Zimbabue y Mongolia
	1958 – 2003	Benín
Población	1950 – 2003	Albania, Argelia, Angola, Australia, Austria, Bahrein, Bélgica, Bulgaria, Camerún, Canadá, China, Zaire, Dinamarca, Egipto, Finlandia, Francia, Alemania, Ghana, Grecia, Hong Kong, Hungría, India, Indonesia, Irán, Iraq, Irlanda, Israel, Italia, Jamaica, Japón, Jordania, Kenia, Corea del Norte, Corea del Sur, Kuwait, Líbano, Libia,

Serie	Cobertura	Países
		Marruecos, Mozambique, Nepal, Holanda, Nueva Zelanda, Holanda, Nigeria, Noruega, Paquistán, Filipinas, Polonia, Portugal, Qatar, Rumania, Arabia Saudita, Sudáfrica, España, Sri Lanka, Sudán, Suecia, Suiza, República Árabe Siria, Tanzania, Tailandia, Togo, Trinidad y Tobago, Túnez, Turquía, Reino Unido, Estados Unidos, Yemen, Zimbabue y Mongolia
	1955 – 2003	Vietnam
	1957 – 2003	Benín, Malasia y Singapur
	1958 – 2003	Senegal
	1959 – 2003	Congo, Gabón y Emiratos Árabes unidos
	1964 – 2003	Omán
Consumo aparente energías modernas	1950 – 2003	Albania, Argelia, Angola, Australia, Austria, Bahrein, Bélgica, Bulgaria, Camerún, Canadá, China, Zaire, Dinamarca, Egipto, Finlandia, Francia, Alemania, Ghana, Grecia, Hong Kong, Hungría, India, Indonesia, Irán, Iraq, Irlanda, Israel, Italia, Jamaica, Japón, Jordania, Kenia, Corea del Norte, Corea del Sur, Kuwait, Líbano, Libia, Marruecos, Mozambique, Nepal, Holanda, Nueva Zelanda, Holanda, Nigeria, Noruega, Paquistán, Filipinas, Polonia, Portugal, Qatar, Rumania, Arabia Saudita, Sudáfrica, España, Sri Lanka, Sudán, Suecia, Suiza, República Árabe Siria, Tanzania, Tailandia, Togo, Trinidad y Tobago, Túnez, Turquía, Reino Unido, Estados Unidos, Yemen, Zimbabue y Mongolia
	1957 – 2003	Malasia, Singapur y Vietnam
	1958 – 2003	Benín y Senegal
	1959 – 2003	Congo, Gabón y Emiratos Árabes Unidos
	1964 – 2003	Omán

Fuente: Elaboración propia.

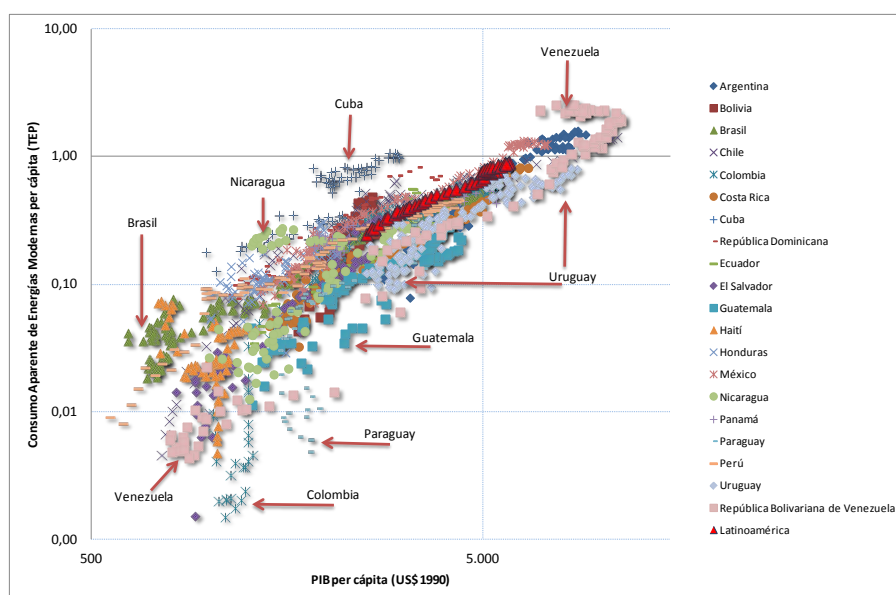
4.2 Relación entre el consumo aparente de energías modernas y el PIB

Para los países de América Latina el análisis de la relación entre el consumo aparente de energías modernas y el PIB per cápita se realiza a dos niveles: primero al interior de Latinoamérica desde mediados del siglo XIX y hasta comienzos del siglo XXI y luego, para un período más corto (1950-2003) se contrasta su evolución en el contexto internacional.

4.2.1 Consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita en América Latina

La relación entre el consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita, desde finales del siglo XIX y hasta comienzos del siglo XXI, es directa, es decir, aumentan los niveles de actividad económica y aumenta el consumo aparente de energías modernas o lo que es lo mismo, aumenta el consumo de energías modernas y aumenta el PIB, tal como se observa en el gráfico siguiente.

Gráfico N° 4.1
 Latinoamérica, Consumo Aparente de Energías
 Modernas per cápita y PIB per cápita
 (escala logarítmica)



Fuente: Elaboración propia con la base de datos construida para esta investigación.

En el gráfico destacan Venezuela que parte con niveles bajos de PIB per cápita y de consumo aparente de energías modernas per cápita y termina con los mayores niveles de América Latina, Cuba que tiene unos niveles de PIB per cápita similares a la mayoría de los países de la muestra, pero con unos niveles de consumo de energías modernas más elevados y Colombia que para niveles de PIB per cápita relativamente constantes, tiene niveles de consumo aparente de energías modernas per cápita crecientes.

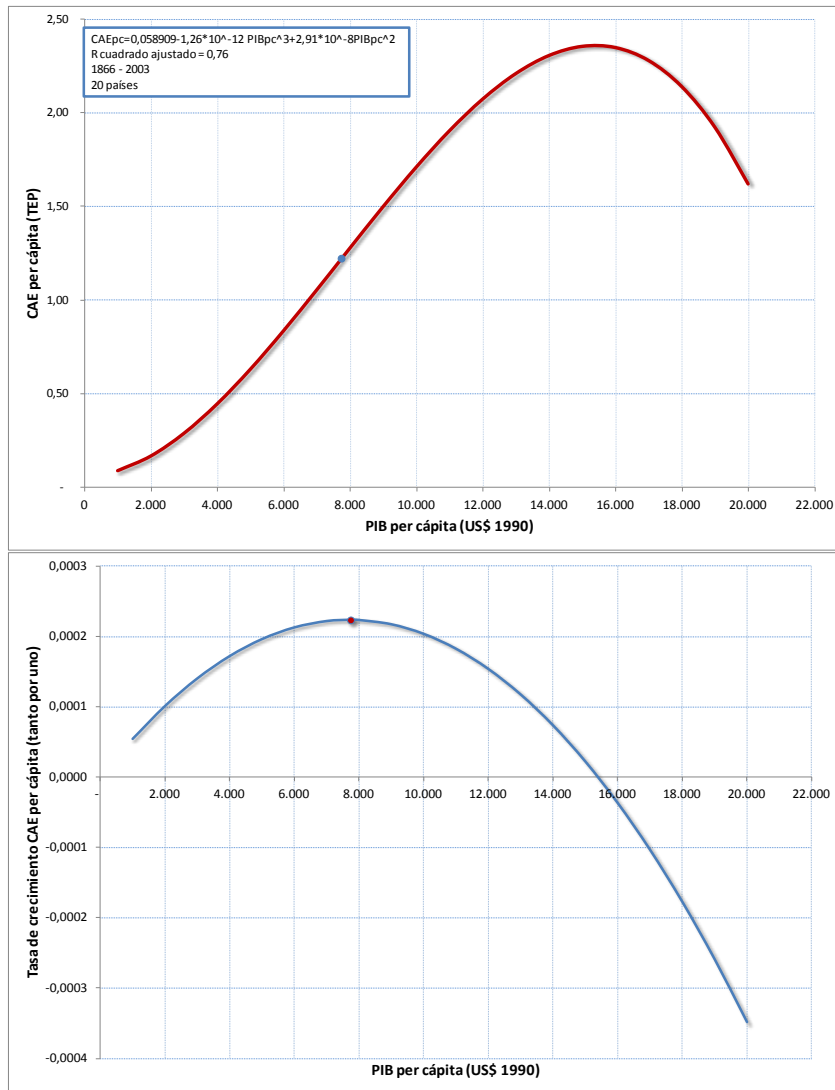
La asociación entre el PIB per cápita y el consumo aparente de energías modernas per cápita define una curva en forma de “S” atribuible a las mejoras de eficiencia en el uso de la energía, tal como lo demostraron Bentham, A. y M. Romani (2009).⁷² Estos autores encuentran que el incremento del consumo de energía no es lineal respecto al crecimiento del ingreso, por lo que para niveles bajos de ingreso per cápita la tasa a la que crece el consumo de energía es creciente y luego, a partir de un nivel de ingreso el consumo de energía crece a tasas decrecientes.

Con los datos de los 20 países Latinoamericanos se estima la función que describe el comportamiento del consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita y además se determina la ecuación de la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita, las que se presentan en los gráficos siguientes.

⁷² Analizan una muestra de 24 países en desarrollo (países no OECD) cubriendo el período 1960-2003.

Gráfico N° 4.2

Función de comportamiento entre el Consumo Aparente de Energías Modernas per cápita y PIB per cápita



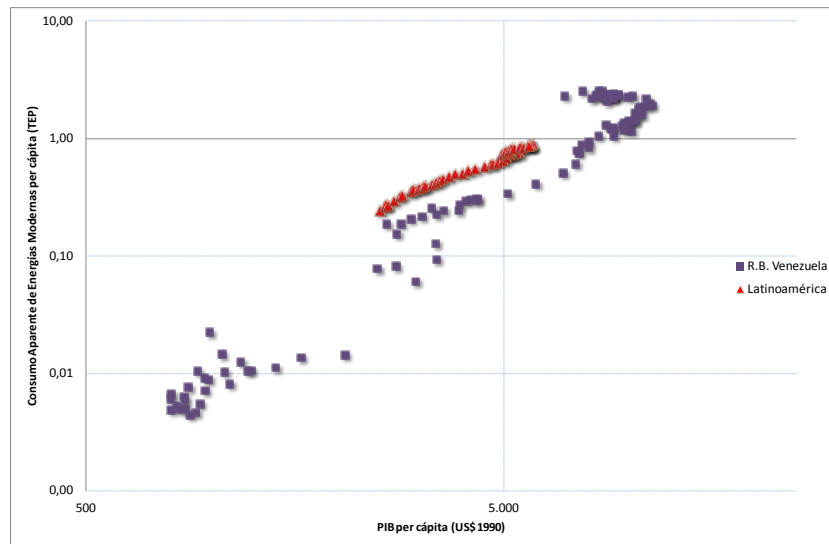
Fuente: Elaboración propia con la base de datos construida para esta investigación.

Para los países de América Latina el nivel de PIB per cápita en el que la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita es máximo corresponde a 7.750 dólares de 1990 (punto de inflexión de la curva del gráfico superior y punto más alto de la curva del gráfico inferior). Esto significa que para niveles de PIB per cápita menores a 7.750 dólares de 1990 la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita crece a tasas crecientes, para niveles de PIB per cápita entre 7.751 y 15.397 dólares de 1990 el consumo per cápita crece a tasas decrecientes y para niveles superiores a 15.397 dólares de 1990 (nivel más alto de la curva del gráfico superior), el consumo aparente de energías modernas per cápita decrece.

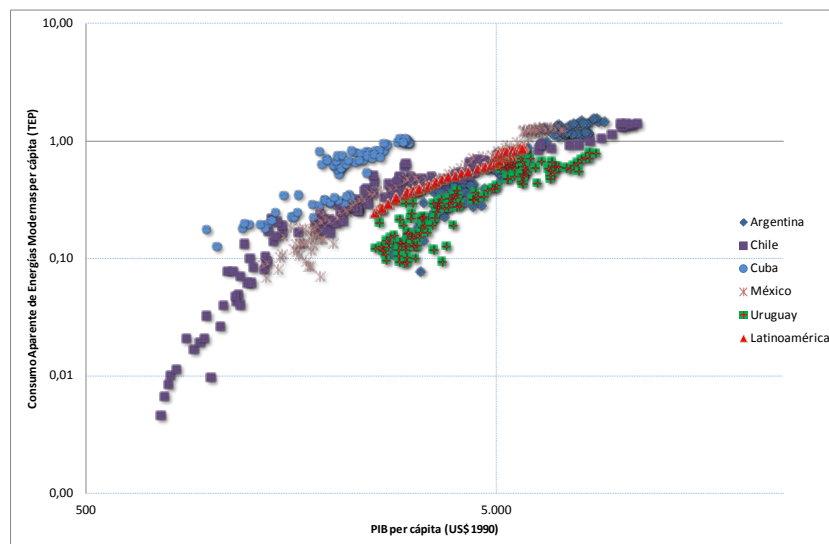
En los gráficos siguientes se muestra la asociación entre ambas variables para cada grupo de países consumidores de energías modernas.

Gráfico N° 4.3
Consumo Aparente de Energías Modernas per cápita y PIB per cápita
Países agrupados por niveles de consumo
(escala logarítmica)

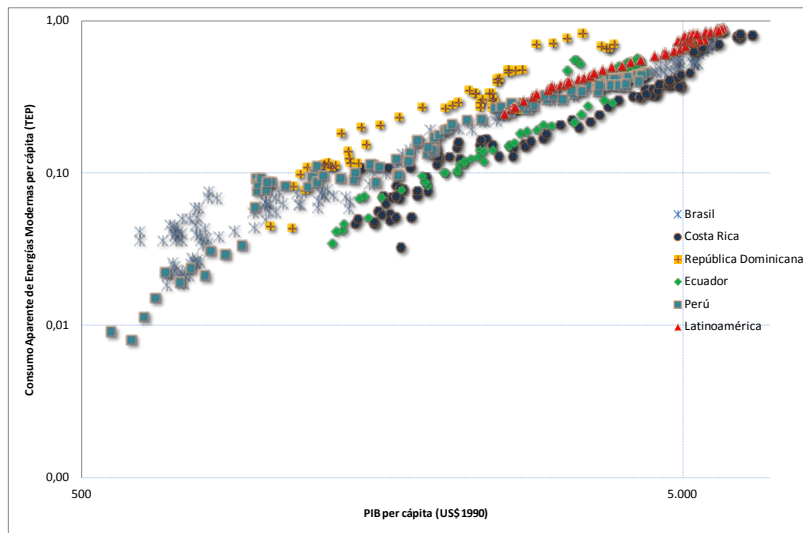
a) Grandes consumidores y productores de petróleo



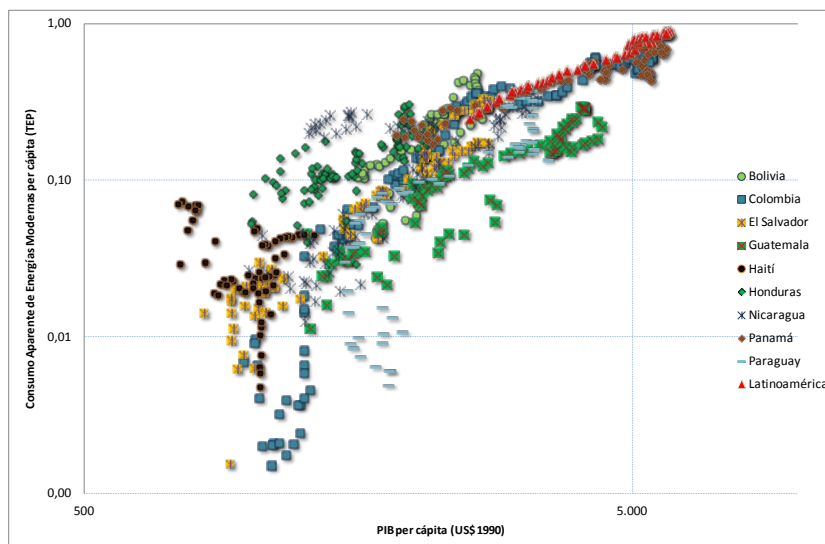
b) Grandes consumidores de energía



c) Medianos consumidores de energía



d) Pequeños consumidores de energía



Fuente: Elaboración propia con información base de datos de esta investigación.

Las diferencias que se observan entre el PIB per cápita de los países individuales y sus niveles de consumo de energías modernas per cápita definen funciones de comportamiento entre ambas variables que se explican, tal como señalan Mason, E.S. *et al.* (1954: p. 55) por:

“...el grado de industrialización, la mezcla de productos de la industria, la importancia relativa de los procesos energéticos intensivos en la estructura industrial de diferentes países, el clima, el rendimiento en la utilización de la energía y las diferencias en el precio de la misma...”

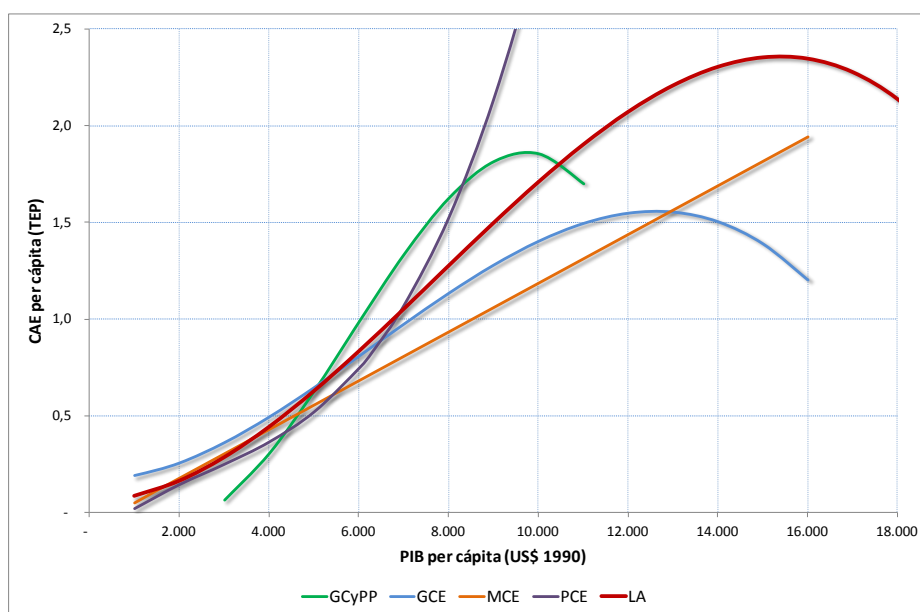
...El transporte, la minería, la producción de energía y cierto número de sectores industriales, son actividades de consumo intensivas de energía, comparadas con las actividades agrícolas y servicios y, por consiguiente, el consumo de energía por persona variará según la importancia de estas actividades en la economía...”

De esta forma, al aumentar el ingreso no sólo aumenta el uso de las energías, sino que también se produce un cambio desde el uso de energías más ineficientes a unas más eficientes, además de expandirse su utilización a nuevos usos, por ejemplo el paso del carbón vegetal y la leña a la electricidad y gas natural, que permiten su utilización en la calefacción o el transporte. Son precisamente los elementos anteriores los que reflejan muy bien la heterogeneidad existente al interior de América Latina.

Cuando se estima la función de la relación entre el consumo aparente de energías modernas (CAE) per cápita y el PIB per cápita, se observa que la República Bolivariana de Venezuela (gran consumidor y productor de petróleo) y los grandes consumidores de energía son los únicos grupos en que la función tiene una curva en forma de “S”, los medianos consumidores de energía muestran una relación lineal (con pendiente positiva) y los pequeños consumidores de energía muestran una relación no lineal y creciente a tasas crecientes.

Gráfico N° 4.4

Función de comportamiento CAE per cápita y PIB per cápita
Países agrupados por niveles de consumo



Fuente: Elaboración propia con información base de datos de esta investigación.

Notas: GCyPP=Grandes Consumidores y Productores de Petróleo, GCE=Grandes Consumidores de Energías Modernas, MCE= Medianos Consumidores de Energías Modernas, PCE=Pequeños Consumidores de Energías Modernas, LA=Todos los países Latinoamericanos.

Por lo tanto, la evidencia de Benthem, A. y M. Romani (2009) de una curva en forma de “S” en los países en desarrollo, se cumple en el agregado, sin embargo cuando analizamos al interior de América Latina esta forma funcional sólo se observa en el caso de los grandes consumidores y productores de petróleo (Venezuela) y los grandes consumidores de energía (Argentina, Cuba, Chile, México y Uruguay). En el resto de los grupos esta relación es positiva pero no sigue una curva “S”.

En el apartado siguiente se analiza para un período más corto (1950-2003) el comportamiento de los países Latinoamericanos en el contexto internacional.

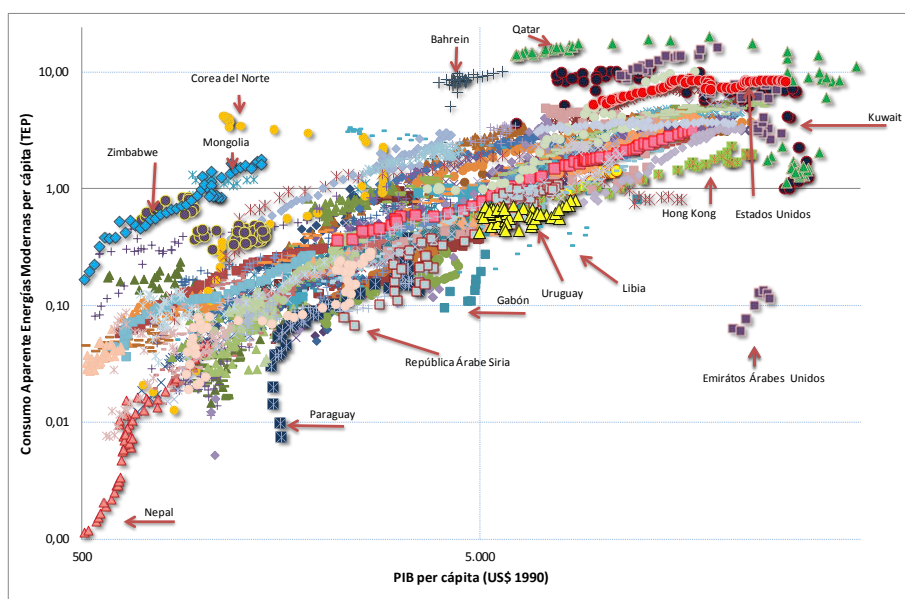
4.2.2 Consumo aparente de energías modernas per cápita y PIB per cápita en América Latina en el contexto internacional

Al comparar la evolución del consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita se observa que hay una relación positiva entre ambas variables, por lo que el caso de los países de América Latina, desde esta perspectiva, no es muy distinto al resto del mundo.

En el gráfico siguiente se han identificado los países que definen los bordes de esta nube de puntos que definen el PIB per cápita y el consumo aparente de energías modernas per cápita, por ejemplo Estados Unidos tiene los niveles más altos de PIB y de consumo aparente de energías modernas per cápita, lo mismo que Kuwait. En el otro extremo está Nepal que tiene los niveles de PIB y consumo aparente de energías modernas per cápita más bajos. En un grupo intermedio están Paraguay, República Árabe Siria, Gabón, Uruguay, Siria, Libia, Corea del Sur, Hong Kong y Emiratos Árabes Unidos con los niveles más bajos de consumo de energías modernas per cápita para unos niveles de PIB per cápita definidos.

Países como Zimbabue, Mongolia, Corea del Norte, Bahrein y Qatar destacan por tener los mayores niveles de consumo aparente de energías modernas per cápita para niveles de PIB per cápita similares al resto de los países.

Gráfico N° 4.5
Latinoamérica en el contexto internacional, 1950 - 2003:
Consumo Aparente de Energías Modernas per cápita y PIB per cápita
(escala logarítmica)



Fuente: Elaboración propia con la base de datos construida para esta investigación.

Nota: Sólo se han identificado los países de comportamiento más llamativo.

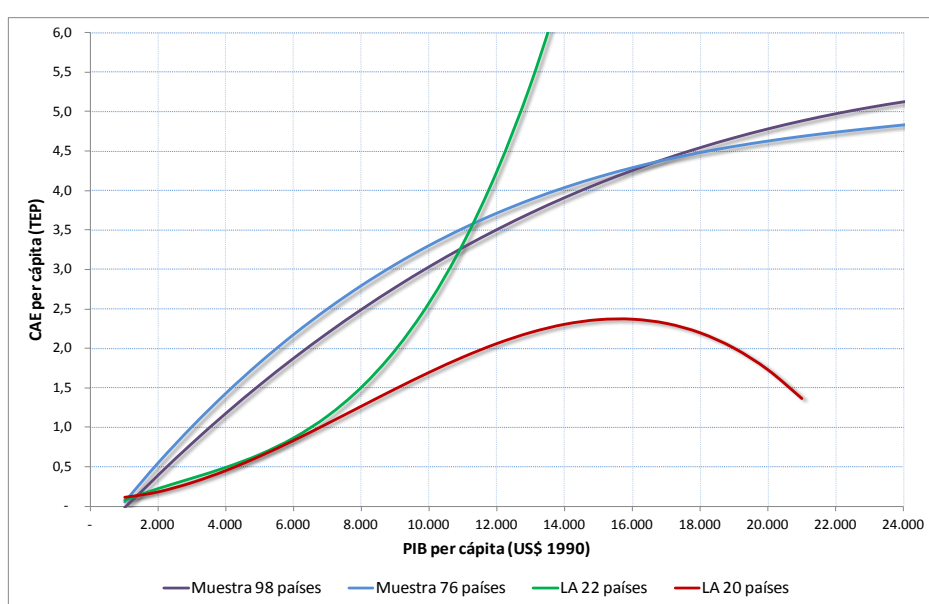
Los resultados obtenidos están en concordancia con lo reportado por Marcotullio,

P. y N. Schulz (2007), en el sentido de que para rangos de PIB per cápita los países en desarrollo usan menos energías modernas per cápita que lo que ha hecho históricamente Estados Unidos. Además y tal como se observa en el gráfico, Estados Unidos, Qatar y Bahreín son casos extremos de consumo de energías modernas per cápita, los dos primeros países con abundantes reservas de petróleo y el último, que posee menos petróleo que sus países vecinos, tiene la economía más diversificada de la región.⁷³

La función que asocia el consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita para toda la muestra de países no tiene la forma de “S”, ya que no se diferencia entre el grado de desarrollo de los países en su interior ni tampoco por la influencia de los países desarrollados cuyo comportamiento es el más influyente en el consumo agregado, tal como se observa en el gráfico siguiente.

Gráfico N° 4.6

Función de comportamiento CAE per cápita y PIB per cápita, 1950 - 2003



Fuente: Elaboración propia con la base de datos construida para esta investigación.

Notas: LA 22 países corresponde a la muestra de 20 países de América Latina más Jamaica y Trinidad y Tobago.

Del comportamiento de toda la muestra de países destaca que el consumo aparente de energías modernas per cápita entre 1950-2003 crece a una tasas decrecientes (parte izquierda de una “U” invertida), en cambio en el caso de los 20 países Latinoamericanos la relación tiene forma de “S”, pero al agregar Jamaica y Trinidad y Tobago (LA 22 países), la curva para América Latina crece exponencialmente. Este resultado se explica por la explotación y exportación de petróleo de estos países, cuyo comportamiento es mucho más cercano, al de Venezuela.

⁷³ Tomado el 12 de abril de 2012 de la página de la Secretaría de Estado de Comercio del Ministerio de Economía y Competitividad de España, sitio web: http://www.oficinascomerciales.es/icex/cda/controller/pageOfecomes/0,5310,5280449_5296126_5296234_0_BH,00.html.

Para la muestra total de 98 países (incluidos los latinoamericanos), se utiliza la técnica de clúster⁷⁴ para agrupar los países según sus niveles de PIB per cápita, consumo aparente de energías modernas per cápita e intensidad energética para el período 1950-2003.

Los resultados se presentan en el cuadro siguiente y los países se han ordenado en grupos según el PIB per cápita promedio (1950-2003) siguiendo la tipología del Banco Mundial.

Cuadro N° 4.3
Agrupación de los países según criterio estadístico

Grupo de Ingreso	Grupo	País	Contine nte	PIB per cápita (US\$ 1990)	CAE per cápita (TEP)	CAE/PIB (TEP por 1.000 US\$ 1990)
Ingreso alto	1	Estados Unidos	Norteamérica	19.008	7,642	0,402
		Canadá	Norteamérica	15.542	6,397	0,412
		Promedio Grupo 1		18.674	7,522	0,403
Ingreso alto	2	Emiratos Árabes Unidos	Asia	17.106	10,693	0,625
		Promedio Grupo 2		17.106	10,693	0,625
Ingreso alto	3	Australia	Oceanía	14.858	4,196	0,282
		Dinamarca	Europa	14.803	3,024	0,204
		Holanda	Europa	14.108	3,652	0,259
		Suecia	Europa	14.103	3,959	0,281
		Francia	Europa	13.906	3,025	0,218
		Alemania	Europa	12.559	3,707	0,295
		Austria	Europa	12.386	2,391	0,193
		Finlandia	Europa	11.909	3,382	0,284
Promedio Grupo 3		13.342	3,475	0,260		
Ingreso alto	4	Qatar	Asia	13.149	14,404	1,095
		Promedio Grupo 4		13.149	14,404	1,095
Ingreso alto	5	Suiza	Europa	17.506	2,551	0,146
		Japón	Asia	12.607	2,571	0,204
		Promedio Grupo 5		12.871	2,570	0,200
Ingreso alto	6	Reino Unido	Europa	13.010	3,561	0,274
		Nueva Zelanda	Oceanía	12.739	2,962	0,232
		Italia	Europa	11.789	1,914	0,162
		Israel	Asia	11.289	2,189	0,194
		Trinidad y Tobago	Latinoamérica	9.394	3,950	0,420
		Promedio Grupo 6		12.356	2,747	0,222
Ingreso alto	7	Kuwait	Asia	13.642	8,219	0,603
		Bahréin	Asia	4.284	7,131	1,664
		Promedio Grupo 7		11.410	7,960	0,698
Ingreso medio alto	8	Noruega	Europa	14.506	3,708	0,256
		Bélgica	Europa	12.941	4,082	0,315
		Singapur	Asia	12.247	3,065	0,250
		Irlanda	Europa	9.669	2,307	0,239
		R.B. de Venezuela	Latinoamérica	9.164	2,030	0,221
		España	Europa	8.773	1,620	0,185
		Arabia Saudita	Asia	8.286	3,342	0,403
		Grecia	Europa	7.640	1,334	0,175
		Portugal	Europa	7.479	0,950	0,127
		Argentina	Latinoamérica	7.187	1,175	0,163
		Omán	Asia	6.072	2,107	0,347
		Hungría	Europa	5.360	2,109	0,394
		Promedio Grupo 8		8.554	1,959	0,229
Ingreso medio	9	Hong Kong	Asia	12.857	1,194	0,093
		Chile	Latinoamérica	6.424	0,853	0,133
		Uruguay	Latinoamérica	6.300	0,612	0,097
		República Árabe Siria	Asia	5.867	0,727	0,124

⁷⁴ Para la obtención de los clúster se definió que el análisis comenzara con quince grupos.

Patrones de consumo aparente de energías modernas en América Latina, 1890– 2003

Grupo de Ingreso	Grupo	País	Contine nte	PIB per cápita (US\$ 1990)	CAE per cápita (TEP)	CAE/PIB (TEP por 1.000 US\$ 1990)
		Gabón	África	5.807	0,649	0,112
		México	Latinoamérica	5.499	1,012	0,184
		Polonia	Europa	5.029	2,510	0,499
		Bulgaria	Europa	4.724	2,286	0,484
		Costa Rica	Latinoamérica	4.575	0,441	0,096
		Turquía	Asia	4.481	0,617	0,138
		Panamá	Latinoamérica	4.474	0,507	0,113
		Brasil	Latinoamérica	4.324	0,478	0,110
		Colombia	Latinoamérica	4.123	0,472	0,115
		Irán	Asia	3.952	1,062	0,269
		Libia	África	3.817	2,135	0,559
		Sudáfrica	África	3.817	2,041	0,535
		Jordania	Asia	3.788	0,794	0,210
		Perú	Latinoamérica	3.626	0,384	0,106
		Guatemala	Latinoamérica	3.510	0,191	0,055
		Ecuador	Latinoamérica	3.480	0,393	0,113
		Jamaica	Latinoamérica	3.274	0,841	0,257
		Rumania	Europa	3.042	1,877	0,617
		Líbano	Asia	3.005	0,772	0,257
		Promedio Grupo 9		4.545	0,996	0,219
		Corea del Sur	Asia	6.370	1,677	0,263
		Malaysia	Asia	4.885	1,144	0,234
		Tailandia	Asia	3.564	0,415	0,117
		Túnez	África	2.932	0,408	0,139
		Paraguay	Latinoamérica	2.692	0,185	0,069
		Iraq	Asia	2.683	0,859	0,320
		Argelia	África	2.626	0,623	0,237
		Cuba	Latinoamérica	2.377	0,750	0,316
		República Dominicana	Latinoamérica	2.360	0,382	0,162
		El Salvador	Latinoamérica	2.279	0,186	0,082
		Bolivia	Latinoamérica	2.260	0,265	0,117
		Congo	África	2.235	0,125	0,056
		Sri Lanka	Asia	2.179	0,110	0,050
		Marruecos	África	2.177	0,227	0,104
		Albania	Europa	2.131	0,482	0,226
		Indonesia	Asia	2.112	0,246	0,117
		Filipinas	Asia	2.066	0,257	0,125
		Egipto	África	2.052	0,417	0,203
		Yemen	Asia	2.001	0,160	0,080
		Corea del Norte	Asia	1.992	1,146	0,575
		Nicaragua	Latinoamérica	1.948	0,220	0,113
Ingreso medio	10	Honduras	Latinoamérica	1.793	0,187	0,104
		China	Asia	1.669	0,463	0,277
		Senegal	África	1.434	0,100	0,070
		Paquistán	Asia	1.329	0,172	0,130
		Mozambique	África	1.290	0,053	0,041
		Zimbabue	África	1.234	0,446	0,361
		Ghana	África	1.207	0,096	0,079
		India	Asia	1.188	0,180	0,152
		Nigeria	África	1.173	0,115	0,098
		Vietnam	Asia	1.153	0,117	0,101
		Benín	África	1.150	0,044	0,039
		Camerún	África	1.087	0,071	0,066
		Angola	África	1.021	0,132	0,129
		Mongolia	Asia	991	0,960	0,970
		Kenia	África	980	0,109	0,111
		Haití	Latinoamérica	974	0,039	0,040
		Sudán	África	906	0,065	0,071
		Togo	África	803	0,052	0,065
		Nepal	Asia	758	0,018	0,024
		Tanzania	África	540	0,034	0,063
		Zaire	África	511	0,040	0,078
		Promedio Grupo 10		1.644	0,337	0,205
		TOTAL MUESTRA		4.695	1,271	0,271

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los valores reportados son el promedio del período 1950-2003.

Existe una brecha mucho mayor entre el nivel máximo y mínimo del PIB per cápita y CAE per cápita en países no Latinoamericanos. Para toda la muestra la relación entre el máximo y el mínimo nivel de PIB per cápita es de 37 veces y para la muestra de países de América Latina es de 10 veces. En el caso del consumo aparente de energías modernas per cápita, la relación para toda la muestra es de 780 veces y para la muestra de países Latinoamericanos es de 102 veces.

Del cuadro anterior destaca que los países de América Latina están presentes en el Grupo 6 de ingreso alto (Trinidad y Tobago), Grupo 8 de ingreso medio alto (República Bolivariana de Venezuela y Argentina), Grupo 9 de ingreso medio (Chile, Uruguay, México, Costa Rica, Panamá, Brasil, Colombia, Perú, Guatemala, Ecuador y Jamaica) y Grupo 10 de ingreso medio (Paraguay, Cuba, República Dominicana, El Salvador, Bolivia, Nicaragua, Honduras y Haití).

Los países de América Latina no son un grupo diferente al resto de países de la muestra y tienen un comportamiento muy similar a ellos, salvo como se indicó anteriormente que la brecha entre el mínimo y máximo del PIB per cápita y el CAE per cápita son menores. A simple vista su comportamiento en términos de consumos aparentes de energías per cápita es muy similar a aquellos países de otros continentes con niveles de PIB per cápita similares.

En los gráficos siguientes se presenta la agrupación de países con compartimientos similares reportados en el cuadro anterior.

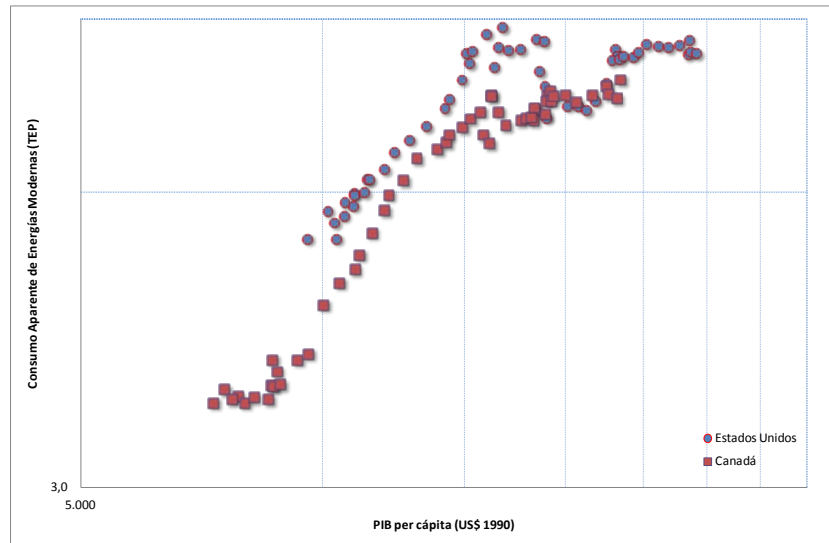
En el primer grupo (con el nivel promedio de PIB per cápita más elevado) están Estados Unidos y Canadá cuya relación entre ambas variables es creciente a tasas decrecientes.

El Grupo 3 está formado por los países europeos más avanzados y Australia. En este grupo la relación entre el PIB per cápita y el consumo aparente de energías modernas per cápita es creciente a tasas decrecientes con la única excepción de Austria.

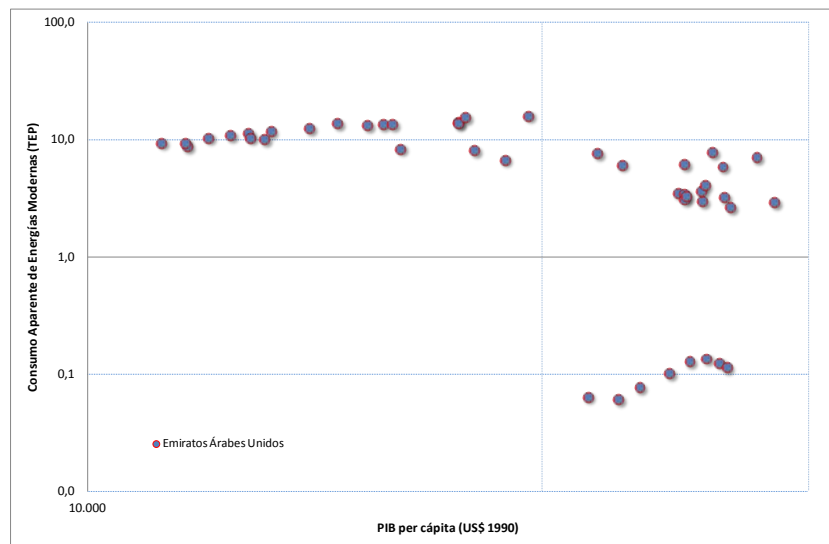
Los Emiratos Árabes Unidos (Grupo 2), Qatar (Grupo 4) y Kuwait y Bahréin (Grupo 7) tienen un comportamiento en que no hay una relación creciente entre ambas variables. Este tipo de comportamiento es muy diferente al del resto de países de la muestra.

Gráfico N° 4.7
Consumo Aparente de Energías Modernas per cápita y PIB per cápita
Países agrupados con criterio estadístico
 (escala logarítmica)

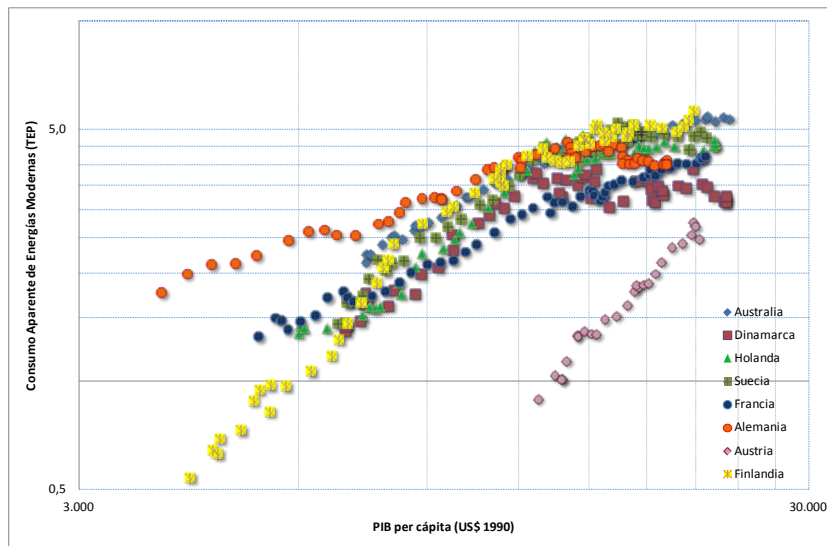
a) Grupo 1



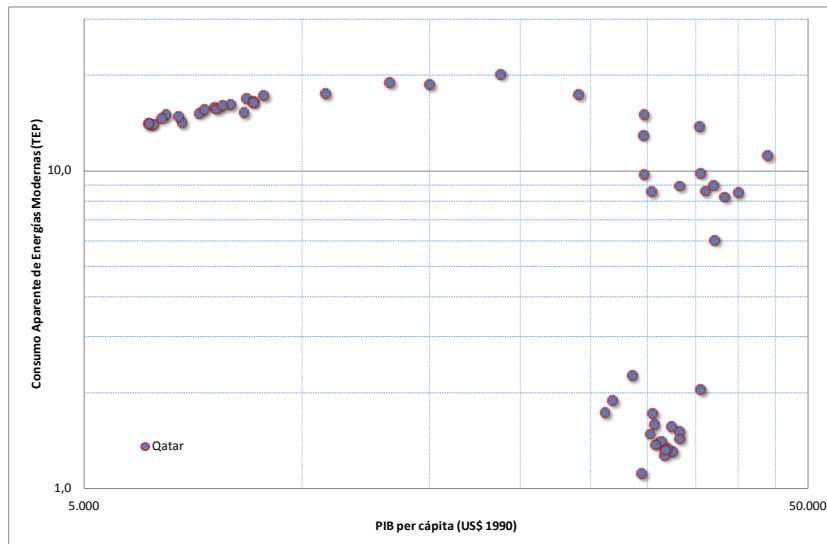
b) Grupo 2



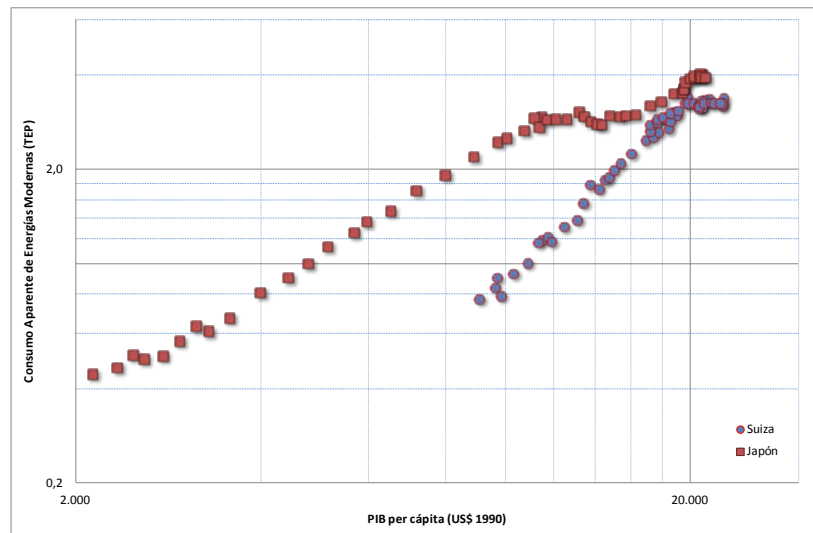
c) Grupo 3



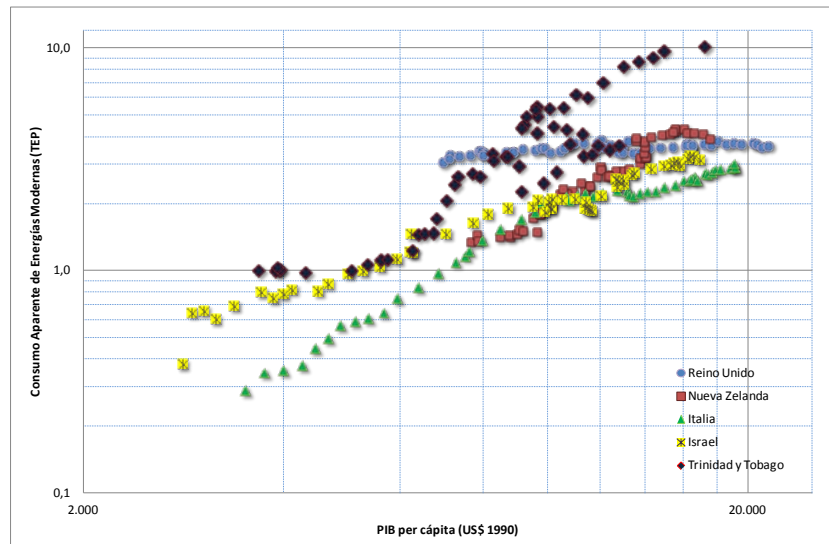
d) Grupo 4



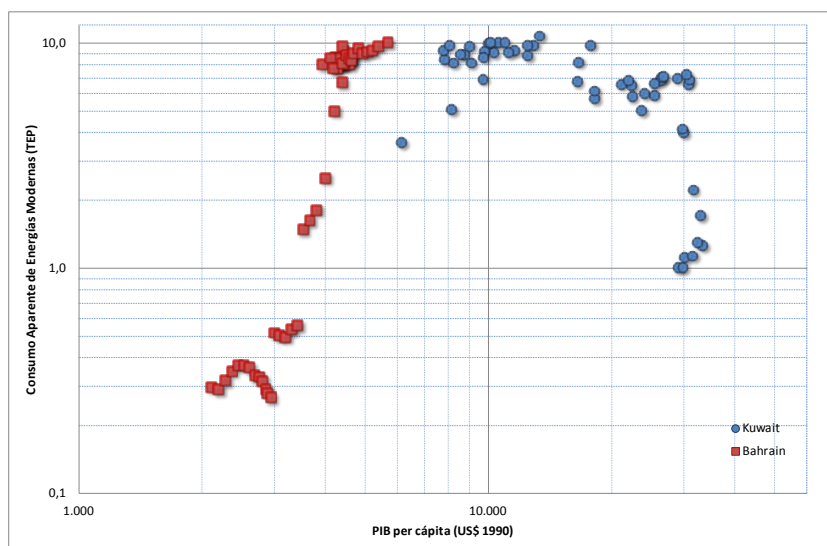
e) Grupo 5



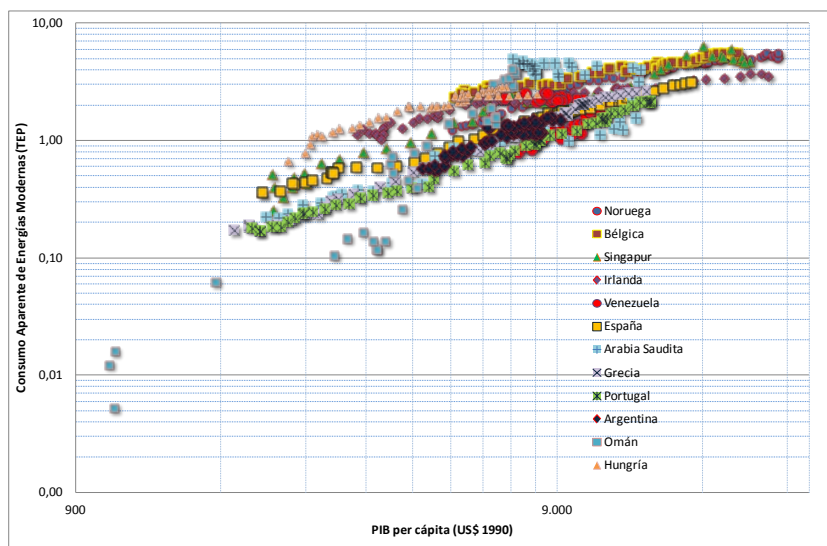
f) Grupo 6



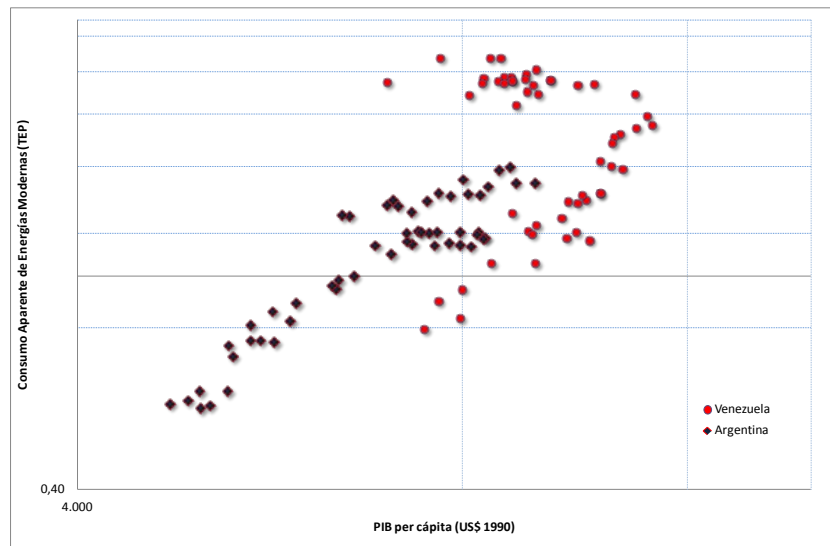
g) Grupo 7



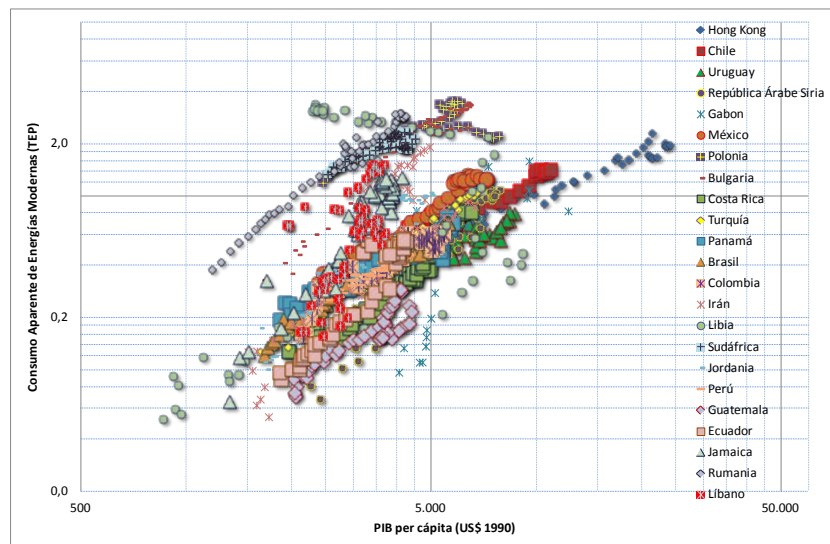
h) Grupo 8



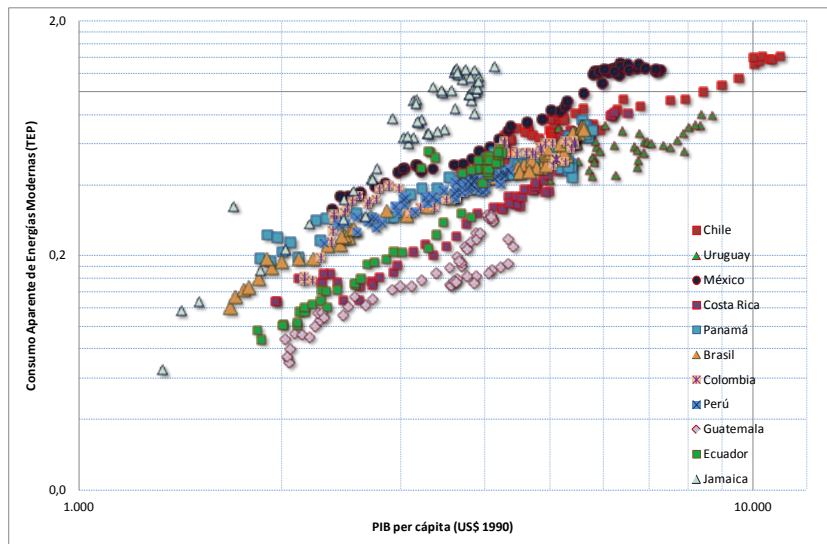
i) Países Latinoamericanos Grupo 8



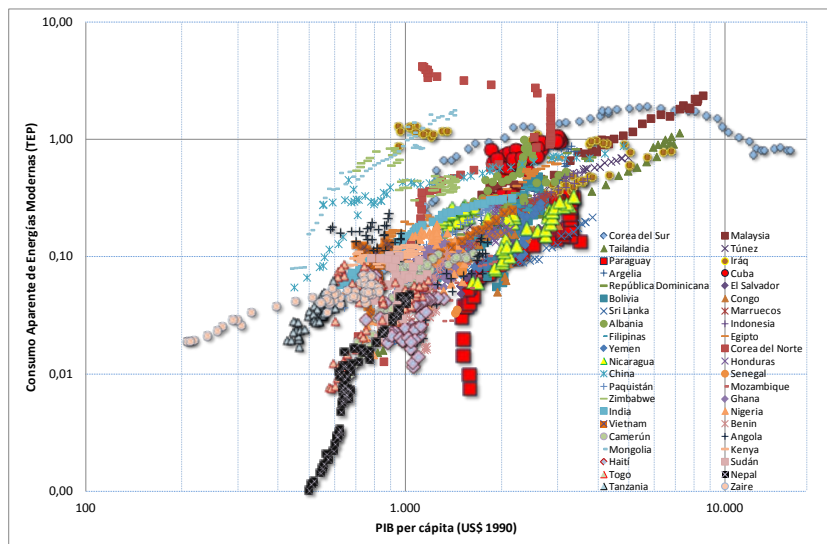
j) Grupo 9



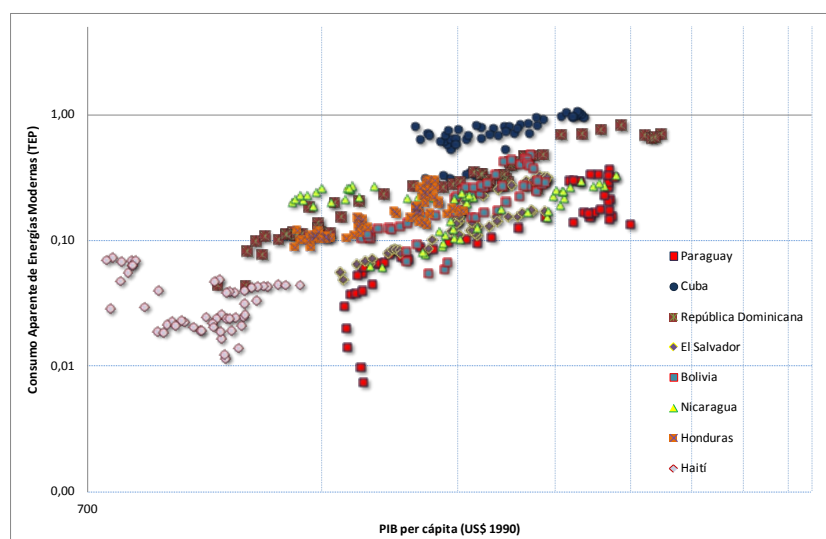
k) Países de América Latina Grupo 9



l) Grupo 10



m) Países de América Latina Grupo 10



Fuente: Elaboración propia.

El Grupo 9 y 10 son los que tienen la mayor cantidad de países de América Latina. Para el Grupo 9 los países latinoamericanos son la mayoría y en el caso del Grupo 10, la mayoría corresponden a países africanos y asiáticos y tienen los niveles de PIB per cápita más bajos.

De los gráficos anteriores se desprende que los países que poseen y explotan abundantes reservas de combustibles fósiles muestran una relación entre el PIB per cápita y el consumo aparente de energías modernas per cápita que no es todo el tiempo creciente y positiva, incluso puede llegar a ser negativa, sirvan de ejemplo Venezuela en el caso latinoamericano (gráfico i) y Qatar (gráfico d).

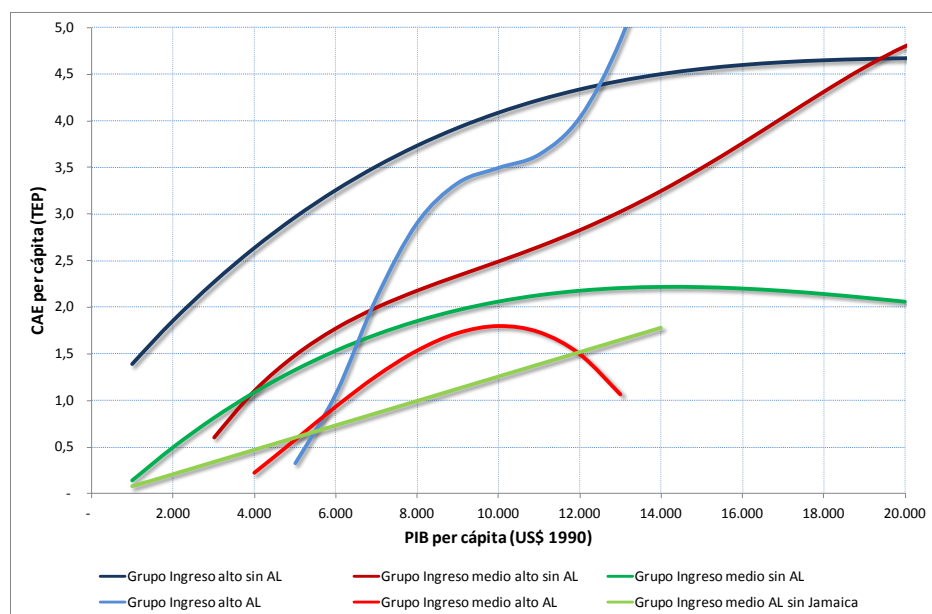
Los resultados reportados sobre la relación entre el PIB per cápita y el CAE per cápita muestran que estos grupos de países (con excepción de los grandes productores y exportadores de petróleo y los países más pobres de la muestra) se encuentran en la fase creciente de la curva de Kuznets, es decir, estos países estarían en la fase de industrialización, con lo que los aumentos del PIB implican aumentos en la demanda por energía, además, pareciera ser que estos países llegarán al nivel máximo de esta curva en los años siguientes. Se debe precisar que esto es válido en la medida que se utiliza una definición del consumo de energías más estrecha, tal como lo han documentado Gales, Ben *et al.* (2007), ya que estos autores encuentran que esta relación no existe cuando la definición de energía es más amplia e incluye otros tipos de energías.

En el grupo de países con niveles de PIB per cápita más bajo, se observa un consumo energético promedio bajo en comparación con los países más desarrollados y cuando la economía va creciendo y demandando más energía, el consumo no alcanza los niveles de los países más desarrollados. Así, los países que se desarrollan más tardíamente, acceden a tecnologías más modernas que utilizan más eficientemente la energía, esto también se debe matizar con la especialización productiva de cada país, la composición de la matriz energética y la disponibilidad de recursos energéticos.

Al modelar el comportamiento del consumo aparente de energías modernas y el PIB per cápita para cada uno de los grupos de ingresos se observa que la curva en forma de “S” está presente claramente en el grupo de ingreso medio alto, tal como se observa en el gráfico siguiente.

Gráfico N° 4.8

Función de comportamiento del Consumo Aparente de Energías Modernas per cápita y PIB per cápita, Países agrupados según nivel de ingreso



Fuente: Elaboración propia.

Nota: En el grupo de países de ingreso medio Latinoamericanos se excluye Jamaica, ya que tienen un crecimiento exponencial del consumo de energías modernas.

Del gráfico anterior se desprende que el comportamiento de los países de América Latina, a pesar de estar en grupos de PIB per cápita similares tienen comportamientos en la asociación entre PIB per cápita y consumo aparente de energías modernas per cápita diferentes, lo que explica también las diferentes tasas a la que crece el consumo de energías modernas.

Del gráfico anterior destaca que la forma de la curva para el grupo de países de ingreso alto es la parte creciente de la “U” invertida, en el grupo de ingreso medio la forma funcional es una “U” invertida (para niveles de PIB per cápita superiores a 14.000 (US\$ 1990) el consumo per cápita de energías modernas comienza a decrecer y en el grupo de ingreso medio alto, la relación funcional es una mezcla entre la “U” invertida hasta el nivel de PIB per cápita de 8.000 (US\$ 1990) y luego es una “U”, esto refleja lo que en la literatura se ha llamado una rematerialización de la producción.

En la siguiente sección de esta tesis se cuantifica la asociación entre energía y nivel de actividad económica.

4.3 Correlación entre energía y PIB

Cuando se analiza el total de energía consumida se debe tener en cuenta que el valor observado es el resultado de las decisiones de dos grupos de agentes, así el análisis puede estar centrado en el lado de la demanda, en cuyo caso el consumo está constituido por los consumos realizados por las familias y por las decisiones de las empresas, en ambos casos son demandantes de los servicios energéticos o en el lado de la oferta (o producción) cuyos consumos están determinados por el nivel y composición del PIB del país y la mezcla con el capital y el trabajo en el proceso productivo. Por lo tanto, la energía juega un rol de facilitador en el crecimiento económico tanto directa como indirectamente, Stern, D. y C. Cleveland (2004: p. 2).

Para Stern, D.I. (1993: p. 139):

“...Una alta correlación entre energía y crecimiento económico puede indicar que el crecimiento promueve el uso de energía, pero el uso de la energía puede no ser esencial para el crecimiento económico. Jorgenson sugiere que la energía puede no ser esencial para el crecimiento económico per se, pero que es esencial para la implementación de la mayoría de las nuevas tecnologías y así para el crecimiento de la productividad...”

4.3.1 La correlación entre el consumo de energía y el PIB en los países de América Latina

De los gráficos previos se desprende que en la mayoría de los países y salvo para casos excepcionales, el consumo de energía y el PIB están estrechamente asociados entre sí, es decir tienen comportamientos bastantes acompasados. Otra situación que llama la atención es que la tasa de crecimiento de largo plazo⁷⁵ del PIB es mayor que la del consumo aparente de energías modernas. García, J. y J. Ivanzo (1987: p. 17) señalan:

“...aunque ambas magnitudes evolucionan en el mismo sentido y suelen hacerlo a un ritmo similar, la relación entre ellas no es, ni ha sido, constante, modificándose con el tiempo y en función de las diferencias nacionales, dadas las peculiaridades que presentan los procesos de desarrollo económico...”

Estos resultados son la primera evidencia de que es posible tener una noción del nivel de actividad económica para aquellos países y períodos, principalmente antes de la segunda mitad del siglo XX, donde no existe información del Producto, valiéndose de las series extensas del nivel del consumo de energías modernas construidas en esta investigación.

Además la evidencia indica que esta alta correlación (asociación) no es algo casual, sino que es algo que está presente en la historia económica de los países de América Latina, pero que hasta ahora no se ha estudiado.

⁷⁵ Medida como la inclinación de la serie del consumo aparente de energías modernas y el PIB.

Gráficamente se ha observado la alta asociación entre el consumo de energía y el PIB, pero falta cuantificar este grado de correlación entre estas variables.

En el Cuadro N° 4.4 se muestra el coeficiente de correlación⁷⁶ entre el consumo de energía y el PIB para el período muestral completo (X – 2003), donde la “X” indica el primer año que se tiene información específica de cada caso y para el período 1950 – 2003.

Cuadro N° 4.4
Correlación entre Energía y PIB

	Cobertura	Correlación PIB-CAE Período: X - 2003	Correlación PIB-CAE Período: 1950 - 2003
Chile	1844 - 2003	0,996	0,992
Brasil	1870 - 2003	0,995	0,991
Perú	1896 - 2003	0,996	0,990
México	1900 - 2003	0,994	0,988
Argentina	1900 - 2003	0,989	0,978
Colombia	1900 - 2003	0,988	0,976
Ecuador	1939 - 2003	0,977	0,976
Costa Rica	1920 - 2003	0,972	0,971
Panamá	1945 - 2003	0,973	0,969
Bolivia	1945 - 2003	0,968	0,965
Guatemala	1920 - 2003	0,973	0,963
República Dominicana	1950 - 2003	0,962	0,962
El Salvador	1920 - 2003	0,957	0,956
Venezuela	1870 - 2003	0,962	0,953
Honduras	1920 - 2003	0,956	0,949
Cuba	1929 - 2003	0,973	0,946
Paraguay	1939 - 2003	0,947	0,940
Nicaragua	1920 - 2003	0,906	0,832
Uruguay	1879 - 2003	0,959	0,759
Haití	1945 - 2003	0,717	0,674

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los países se ordenaron según la correlación del período 1950-2003.

La asociación entre el consumo aparente de energías modernas y PIB para los períodos más extensos es positiva (directa) y altísima para todo el período considerado, sobre el 91% con la excepción de Haití que presenta la correlación más baja de la muestra de países de América Latina (esta correlación es del 72% durante el período 1945-2003 y del 67% durante el período 1950-2003),⁷⁷ se observa que la correlación no depende del nivel del PIB per cápita del país, ya que para todos los niveles de PIB de la muestra, con la excepción indicada la correlación siempre está sobre el 96%.

⁷⁶ El **coeficiente de correlación** mide la intensidad con que dos variables están relacionadas. Estadísticamente el coeficiente de correlación entre dos variables se calcula como el cociente entre la covarianza entre ambas variables y el producto de la desviación estándar de cada una de ellas.

⁷⁷ Este resultado tiene su origen en que este país es el que tiene la participación más alta de energías tradicionales en su canasta energética, Jofré, J. (2008a: p. 150).

Cuando se analiza la correlación entre el PIB y el consumo de energías modernas para la segunda mitad del siglo XX, se obtiene que en promedio está en 93% y el nivel más bajo lo presenta Haití con un 67%. Este resultado indica que la correlación será positiva y elevada con independencia del período considerado.

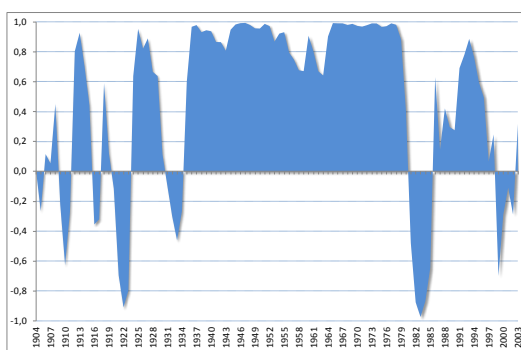
La evolución de la correlación a lo largo del tiempo se presenta en los siguientes gráficos.

Gráfico N° 4.9

Correlación entre el Consumo Aparente de Energías Modernas y el PIB
(promedio móvil de cinco años)

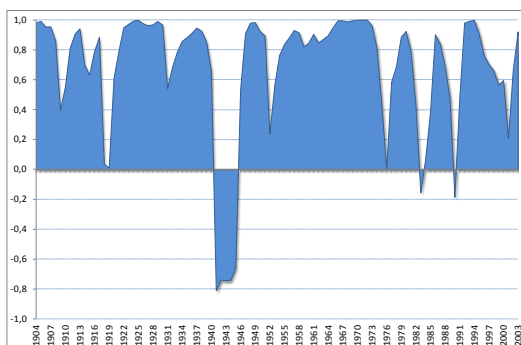
a) Grupo de países: grandes consumidores y productores de petróleo

República Bolivariana de Venezuela

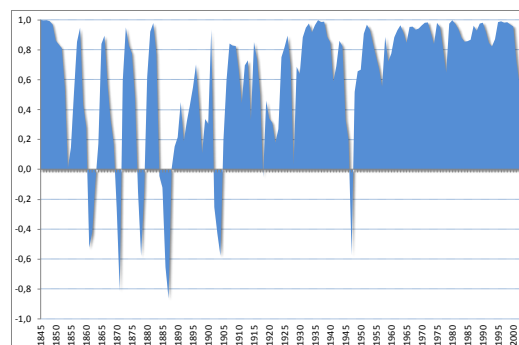


b) Grupo de países: grandes consumidores de energía

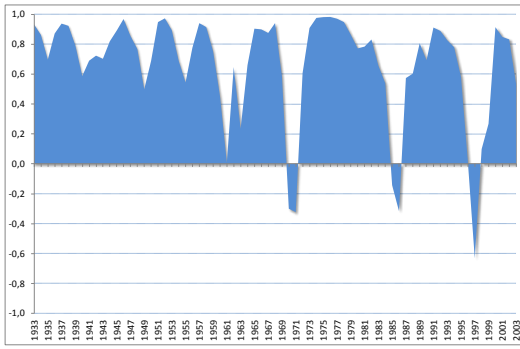
Argentina



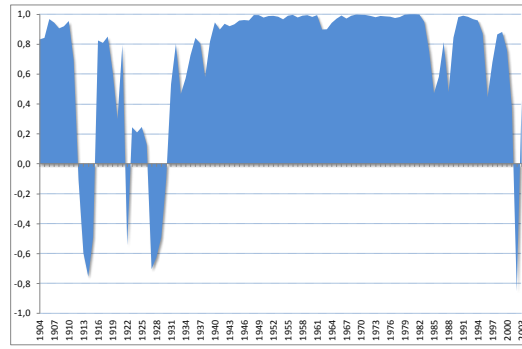
Chile



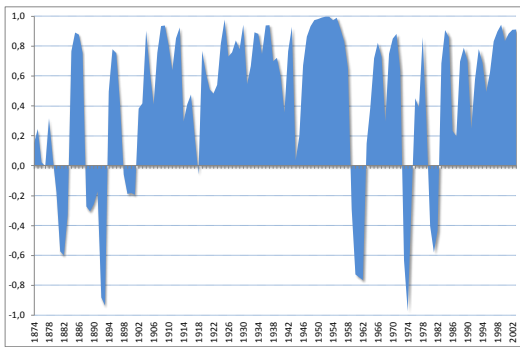
Cuba



México

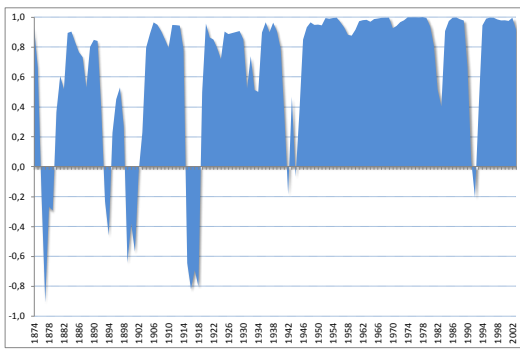


Uruguay

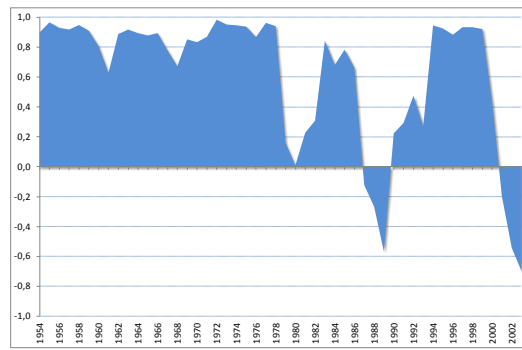


c) Grupo de países: medianos consumidores de energía

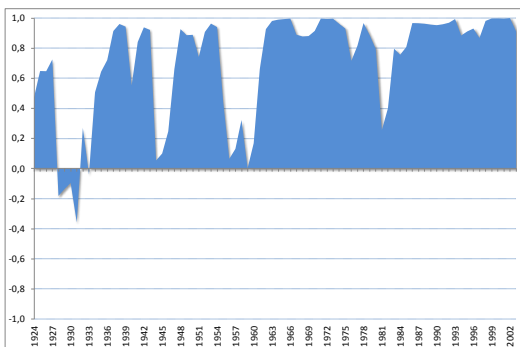
Brasil



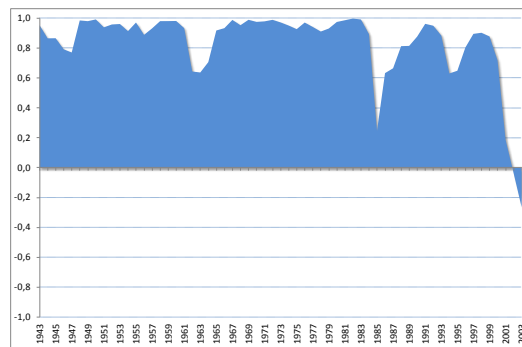
República Dominicana



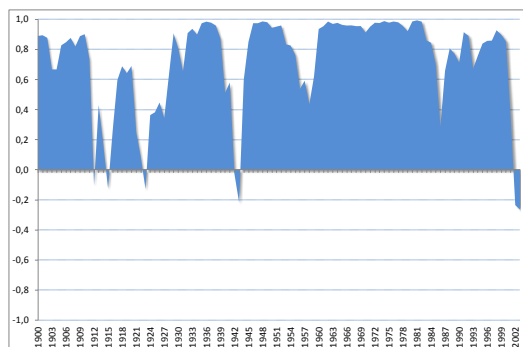
Costa Rica



Ecuador

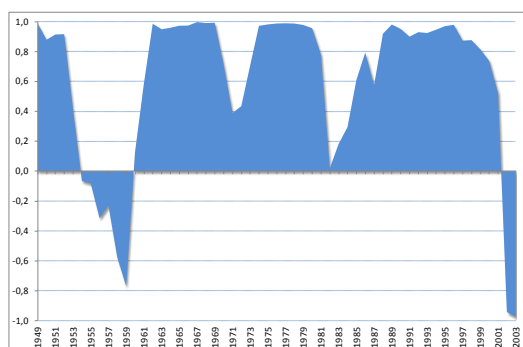


Perú

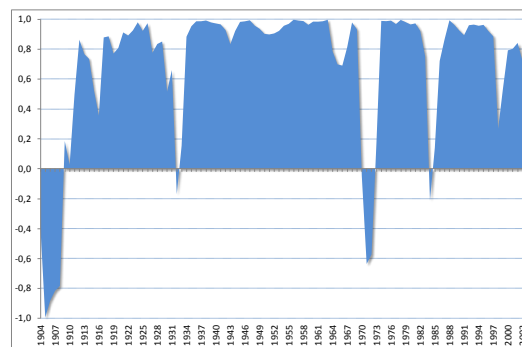


d) Grupo de países: pequeños consumidores de energía

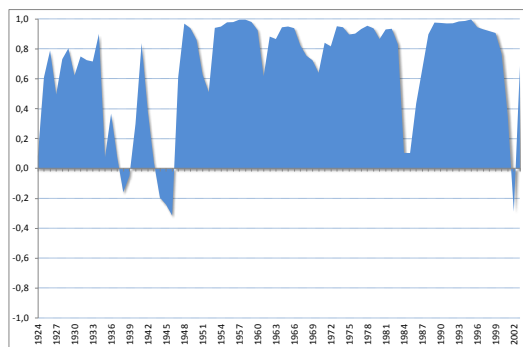
Bolivia



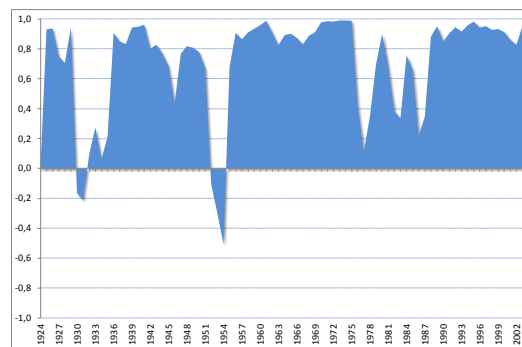
Colombia



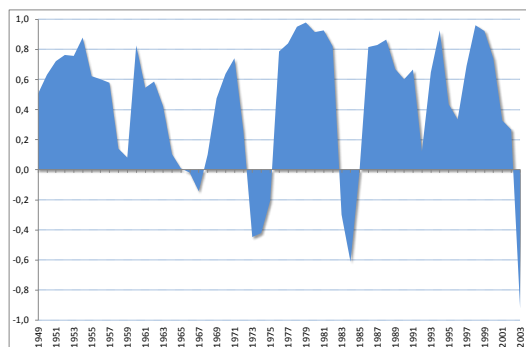
El Salvador



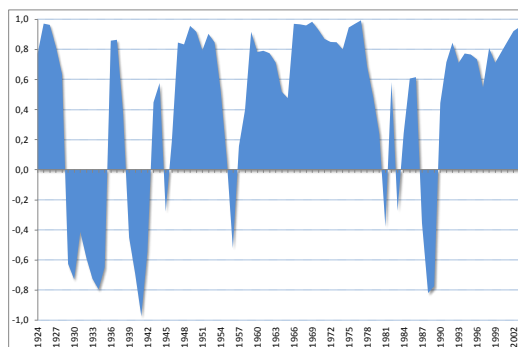
Guatemala



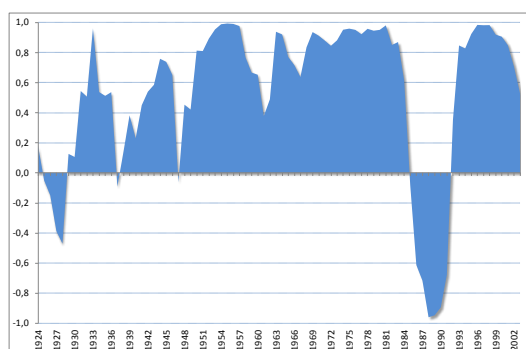
Haití



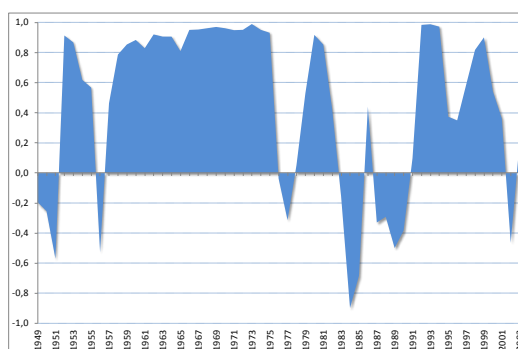
Honduras



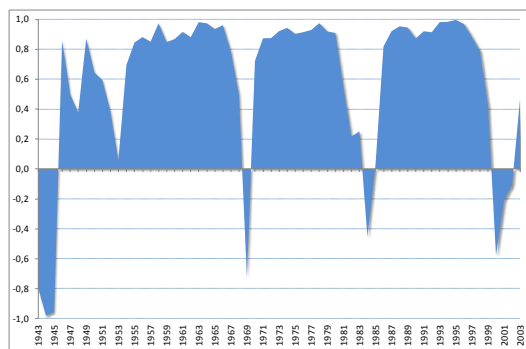
Nicaragua



Panamá



Paraguay



Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos de esta investigación.

De este análisis se desprende que en la medida que un país logra una estabilidad económica por períodos extensos de tiempo, la correlación entre el consumo aparente de energías modernas y el PIB es positiva, alta y estable. Los años de shocks internos y externos se traducen en reducciones de la correlación entre ambas variables y en algunos casos una correlación negativa, lo que se explica por las velocidades diferentes en que evolucionan el PIB y el consumo aparente de energías modernas una vez que comienza la recuperación de la economía⁷⁸ y por la composición de la matriz energética del país.

⁷⁸ En secciones siguientes de este capítulo se analiza el co-movimiento entre ambas variables, lo que permite obtener evidencia cuantitativa de los factores que explican la correlación negativa.

Al igual que en el análisis de la correlación para el período completo, con el análisis de las correlaciones a través del tiempo, se observa que un comportamiento determinado, por ejemplo períodos de estabilidad en la correlación, no es privativo de países con PIB per cápita alto, sino que es un comportamiento que está presente en países con PIB per cápita más bajos. El comportamiento de más largo plazo muestra que la tendencia de la correlación presenta oscilaciones que dependen de las características específicas de cada país, pero no se refuta la hipótesis de la fuerte asociación en el comportamiento de ambas variables.

En la medida que la correlación presenta más oscilaciones, y en especial cambios de signo, se detecta que los niveles de PIB per cápita son más bajos. Este comportamiento es consecuencia probablemente una matriz institucional pobre y políticas económicas que no se traducen en un crecimiento económico sostenido.

4.3.2 La correlación entre el consumo de energía y el PIB para los países de América Latina en el contexto internacional, 1950 - 2003

La alta correlación observada para el período 1950-2003, no es un fenómeno propio y exclusivo de los países de América Latina (ver Anexo N° 4.1), ya que cuando se amplía la muestra a un conjunto de países no latinoamericanos, se sigue observando que la correlación entre el consumo aparente de energías modernas no depende del nivel del PIB per cápita, ni del nivel del consumo aparente de energías modernas per cápita.

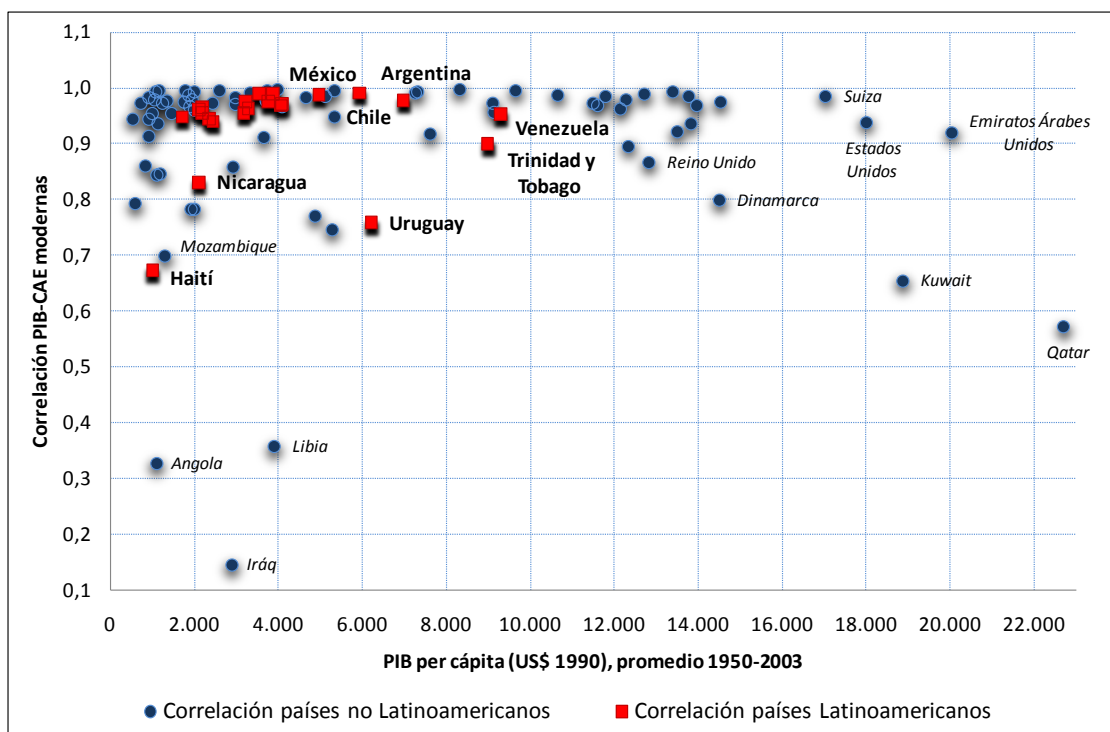
Las excepciones a la alta correlación entre el consumo aparente de energías modernas y el PIB son: Iraq, Angola y Libia que tienen los niveles más bajos de correlación entre el consumo aparente de energías modernas (menores al 36%), sin embargo, los niveles de PIB per cápita van desde los 1.092 (US\$ 1990) y hasta los 3.891 (US\$ 1990). Estos tres países tienen la particularidad de haber estado involucrados en conflictos bélicos de larga extensión, por ejemplo Angola estuvo en guerra civil entre 1975-2002, Libia tuvo conflicto con Chad entre 1978-1987, además de sufrir sanciones económicas por parte de Estados Unidos, el Reino Unido y Francia a partir de 1980, con lo que se aisló el país de la economía internacional y finalmente, Iraq que entre 1980-1988 estuvo en guerra con Irán, en 1991 se produce la guerra del Golfo y en el año 2003 es invadido.

Un segundo grupo de países donde la correlación está entre 57% y 70% es el formado por Qatar, Kuwait, Haití y Mozambique, pero los niveles de PIB per cápita los dos primeros son los más altos dentro del promedio de la muestra (US\$ 22.684 y 18.848 respectivamente) y los dos últimos, son los que tienen niveles de PIB per cápita promedio más bajos (US\$ 993 y 1.297 respectivamente).

Para niveles de correlación entre el consumo aparente de energías modernas y PIB superiores a 80% está la mayoría de los países de la muestra, donde los niveles de PIB per cápita van desde los US\$ 530 (Tanzania) y los US\$ 20.019 (Emiratos Árabes Unidos).

En el gráfico siguiente se muestra el comportamiento de la correlación entre el consumo de energías modernas y el PIB versus los niveles de PIB per cápita promedio durante el período 1950-2003.

Gráfico N° 4.10
Correlación entre el Consumo Aparente de energía y el PIB comparada con los niveles promedio del PIB per cápita, 1950 - 2003



Fuente: Elaboración propia con información del Anexo N° 4.1.

Nota: Se han indicado sólo los países con comportamientos más llamativos y algunos países latinoamericanos de interés.

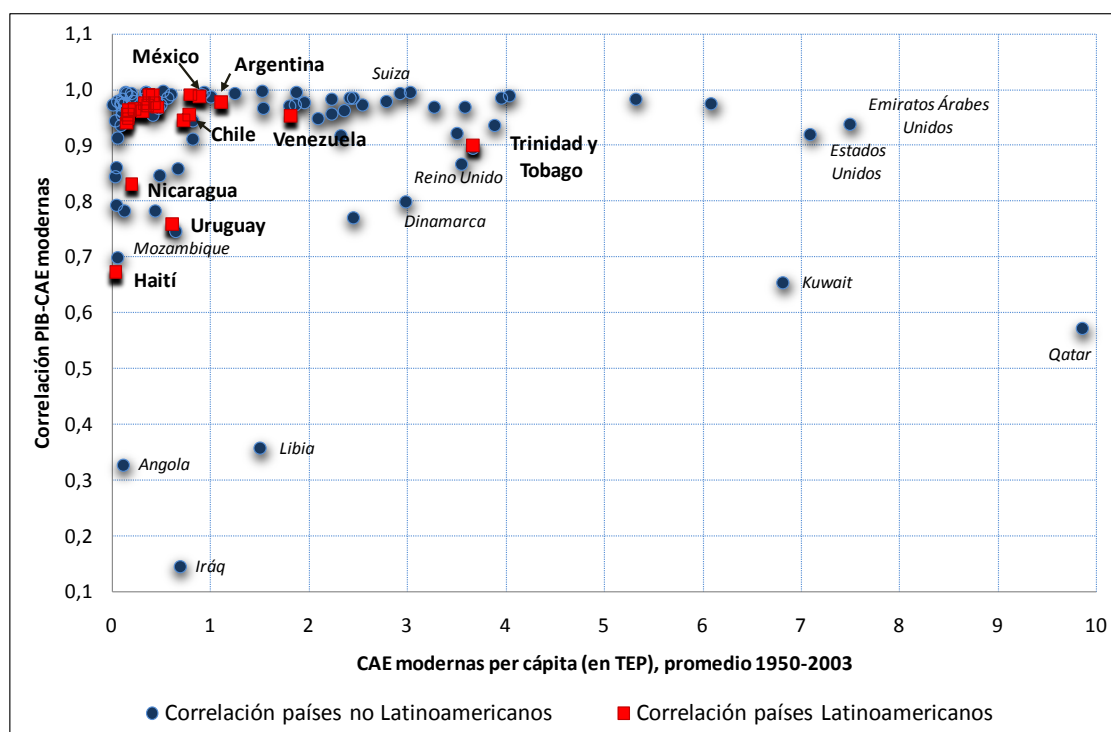
Esta evidencia indica que aún cuando un país esté en una etapa de crecimiento diferente a otro, la correlación entre el consumo de energías modernas y el PIB será positiva y alta, con la excepción de economías muy pequeñas en que las actividades económicas principales dependen poco del consumo de energías modernas, se puede pensar en economías de base agraria, sometidas a conflictos bélicos que desincentivan la inversión y con limitado acceso al comercio internacional.

Desde la perspectiva del consumo aparente de energías modernas per cápita, el comportamiento de la correlación entre el consumo de energías modernas y el PIB no es muy diferente a lo indicado en los párrafos previos, en el sentido de que la correlación es independiente de lo que ocurre con los niveles de PIB per cápita.

En el gráfico siguiente se observa que para los niveles más bajos de la correlación, los consumos per cápita de energías modernas son similares a otros países con correlaciones más altas. En el otro extremo, los consumos aparentes de energías modernas per cápita mayores se observan en países productores y exportadores de petróleo: Qatar, Emiratos Árabes Unidos, Estados Unidos, Kuwait. Al igual que para los países de menor consumo per cápita de energías modernas, la correlación

en los países indicados no es muy diferente a la de países con niveles de consumo de energías per cápita más bajos.

Gráfico N° 4.11
Correlación entre el Consumo Aparente de energía y el PIB comparada con el CAE modernas per cápita, 1950 - 2003



Fuente: Elaboración propia con información del Anexo N° 4.1.

Nota: Se han indicado sólo los países con comportamientos más llamativos y algunos países latinoamericanos de interés.

De los gráficos anteriores se desprende que la mayor correlación entre el consumo aparente de energías modernas y el PIB no depende de los niveles del Producto per cápita ni de los niveles consumo aparente de energías modernas per cápita, ya que por ejemplo dentro de los países con un nivel mayor de correlación hay países con un nivel de actividad económica muy dispar, algo similar ocurre cuando se compara con el nivel del consumo aparente de energías modernas per cápita.

La evidencia empírica reportada muestra que los niveles de consumo de energías modernas dentro de los países de América Latina son el reflejo de múltiples realidades particulares que han sido alteradas tras shocks internos y externos. Este resultado da pie a que se deba seguir profundizando en el análisis para verificar la dirección de la causalidad y con ello tener más elementos de juicio para extraer lecciones en los patrones de consumo de energías modernas en la muestra de países de América Latina.

Finalmente, se debe tener cuidado porque sólo se ha cuantificado el grado de asociación entre el consumo de energía y el PIB, pero no la dirección de la causalidad entre ellas. Es precisamente éste el tema que se desarrollará en un apartado posterior.

4.4 Intensidad energética

4.4.1 Aspectos generales

La intensidad energética corresponde a las unidades de energía requeridas para producir una unidad de Producto y se calcula como el cociente entre el consumo de energías y el PIB de cada año.

Asociado al concepto de intensidad energética está el de “eficiencia energética” y se refiere al mantenimiento o incremento en los niveles de producto obtenidos con niveles de energía menores, por lo tanto, en aquellos países en los que la intensidad energética se reduce en el tiempo, la eficiencia energética ha aumentado.

Los cambios que se producen en la intensidad energética se asocian a:

- (i) Efecto de un cambio real en la intensidad. Este efecto tiene su origen en los cambios en la combinación de combustibles que se utilizan en la economía se puede vincular a la transición energética en la que se sustituye los combustibles menos eficientes por otros más eficientes, por ejemplo el paso del carbón al petróleo y a los cambios tecnológicos derivados de mejoras tecnológicas, cambios en los procesos de operación y sustituciones inducidos por los precios de los insumos.
- (ii) Efecto estructural. Este efecto se produce por los cambios en la participación de los diferentes sectores dentro de la economía.⁷⁹

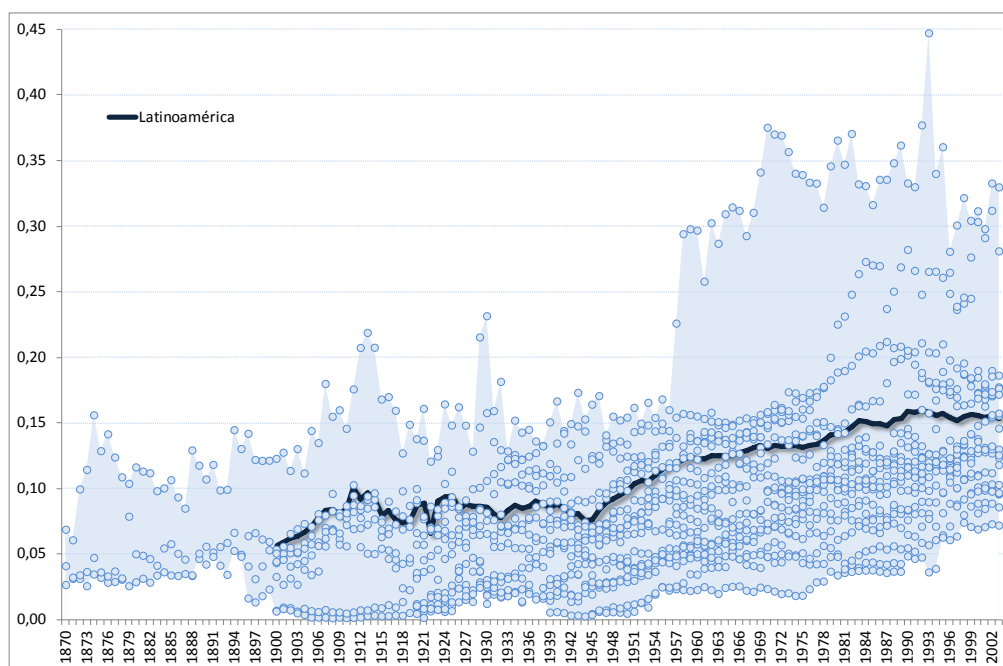
4.4.2 Patrones de consumos energéticos de los países de América Latina

4.4.2.1 Intensidad energética a través del tiempo

La intensidad energética no es constante a lo largo del período analizado, tal como se observa en los gráficos siguientes.

⁷⁹ The Allen Consulting Group (2004).

Gráfico N° 4.12
Intensidad energética países Latinoamericanos, 1870 – 2003
 (TEP por 1.000 US\$ 1990)



Fuente: Elaboración propia.

Nota: La línea representa el promedio de los países Latinoamericanos y los puntos la intensidad energética de cada uno de los países de la muestra.

Para América Latina, en promedio, la intensidad energética durante el período 1870-2003 es creciente, pero a tasas cada vez más bajas, lo que es señal de un proceso sistemático de industrialización, sin embargo, este es un proceso que no todos los países lo hacen de la misma forma y por eso en la segunda mitad del siglo XX, se observa unos puntos de intensidad energética que se alejan del resto de la muestra y que corresponden a las observaciones de Cuba y también una aceleración de la tasa de crecimiento de la intensidad energética.

La tasa a la que crece la intensidad energética en América Latina es creciente durante todo el período, pero en la primera década del siglo XX y a partir de la década de los años 1950's lo hace a una tasa mayor que para el resto del período, para luego estabilizarse en el período final, lo que es consecuencia de la profundización de los procesos de industrialización dirigidos por el Estado que se desarrollaron en América Latina a partir de esa década.

La apreciación general de una intensidad energética decreciente no es un fenómeno que esté presente en todos los países latinoamericanos. Este resultado está asociado a las estructuras productivas, a los niveles de industrialización que han alcanzado (o tenían los países analizados desde el año 1950), a la composición de su matriz energética, la dotación de recursos naturales de cada país y la propia historia de los países.⁸⁰

⁸⁰ Le Pen, Y. y B. Sévi (2008: p. 3).

En los gráficos siguientes se muestra la evolución en el tiempo de la intensidad energética de los países de América Latina, agrupados según sus niveles de consumo aparente de energías modernas per cápita.

Gráfico N° 4.13
Intensidad energética grandes consumidores y productores de petróleo
(en TEP por 1.000 US\$ 1990)

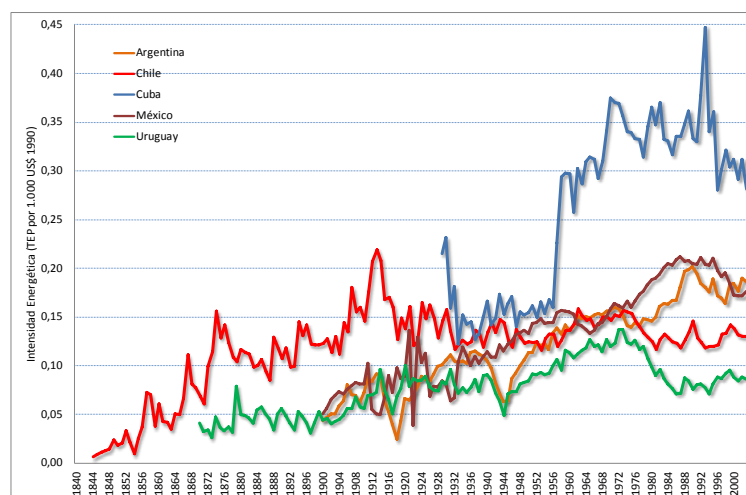


Fuente: Elaboración propia.

La intensidad energética de Venezuela es creciente para todo el período de análisis y a partir del segundo shock en el precio del petróleo, la tasa de crecimiento de la intensidad energética se acelera para luego, estabilizarse y seguir el comportamiento de los períodos previos. Este comportamiento es el reflejo de precios bajos o un sistema de precios distorsionado para el petróleo y de una dotación de recursos no limitante, Hemmati, A. (2006: p. 123).

En el grupo de grandes consumidores de energía se distinguen tres comportamientos, tal como se observa en el gráfico siguiente.

Gráfico N° 4.14
Intensidad energética grandes consumidores de energía
(en TEP por 1.000 US\$ 1990)



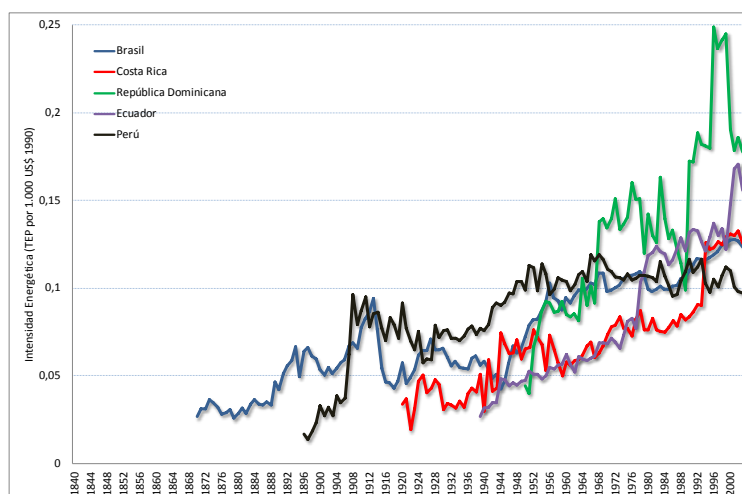
Fuente: Elaboración propia.

El comportamiento de Cuba es una excepción en este grupo, al mostrar una intensidad energética muy superior al resto de países de la muestra a partir de la Revolución en los años 1950's. Argentina y México por otro lado, muestran una intensidad energética creciente, pero a niveles más bajos que Cuba. Finalmente, Chile y Uruguay muestran una intensidad energética creciente, alcanza un máximo y luego se reduce, algo acorde con la teoría y que refleja eficiencia energética.

Del gráfico también se desprende el impacto del primer shock en el precio del petróleo, para Argentina y México un aumento en la intensidad energética y para Chile y Uruguay una reducción en la intensidad energética lo que se puede explicar por la dotación de combustibles fósiles en los dos primeros países y una escasez relativa y absoluta en el caso de los dos restantes.

La evolución de la intensidad energética en el grupo de medianos consumidores de energía se presenta en el gráfico siguiente donde se aprecia que la intensidad energética crece permanentemente.

Gráfico N° 4.15
Intensidad energética medianos consumidores de energía
(en TEP por 1.000 US\$ 1990)



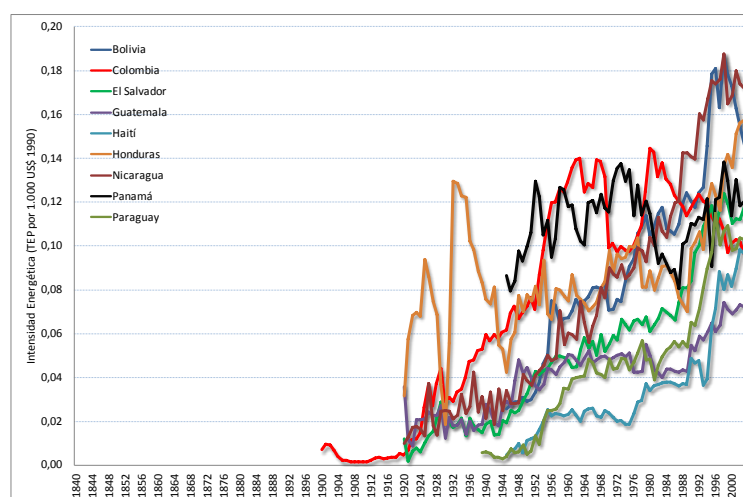
Fuente: Elaboración propia.

Todos los países de este grupo, a excepción de Perú a partir de mediados del siglo XX, muestran una intensidad energética creciente que es consistente con los procesos de industrialización dirigidos por el Estado. En el caso de Perú, su comportamiento se explica por un proceso de industrialización previo.

El primer shock en el precio del petróleo eleva la tasa de crecimiento de la intensidad energética sólo de Ecuador y esto es consecuencia de haber aprovechado las condiciones favorables del precio internacional del petróleo.

En el gráfico siguiente se muestra el comportamiento del grupo de pequeños consumidores de energía, donde al igual que en el grupo anterior la intensidad energética es creciente.

Gráfico N° 4.16
Intensidad energética pequeños consumidores de energía
(en TEP por 1.000 US\$ 1990)



Fuente: Elaboración propia.

El grupo de países de pequeños consumidores de energía muestra una intensidad energética creciente, salvo en el caso de Panamá cuya intensidad energética se reduce en la década de años 1970's para luego comenzar a crecer y Colombia que su intensidad energética se reduce sistemáticamente a partir de la década de los años 1980's. Estos comportamientos muestran el rezago en términos de industrialización y en el caso de las excepciones, corresponde a unos procesos de industrialización que iniciaron anticipadamente al resto de los países del grupo.

En este grupo de países el primer shock en el precio del petróleo, en general, no redujo la intensidad energética marcadamente como en los grupos anteriores. Este shock internacional permitió a los países productores de petróleo, y en especial a los que tienen una mayor capacidad de exportación de este combustible, que resultaran favorecidos con las nuevas condiciones de los mercados internacionales y el resto de los países se adaptó a las nuevas condiciones de los mercados internacionales del petróleo, sin embargo esto no se tradujo en una fuerte reducción del consumo aparente de energías como se hubiera esperado, ya que la energía es un insumo necesario para el desarrollo de las actividades económicas y porque los problemas de la deuda externa (década de los años 1980's) fueron más importantes al interior de la región.

A partir de 1974, se presenta mayoritariamente un cambio en la tendencia y la intensidad energética que tiende a crecer, lo que se explica por el comportamiento de los países productores de petróleo en América Latina que resultan beneficiados por su capacidad para autoabastecerse. Argentina, Ecuador, Perú, México tienen reservas petroleras y capacidad industrial para satisfacer en una proporción alta sus propias necesidades de combustibles derivados del petróleo, aunque no llegan a ser importantes exportadores de energía como Venezuela y Trinidad y Tobago.

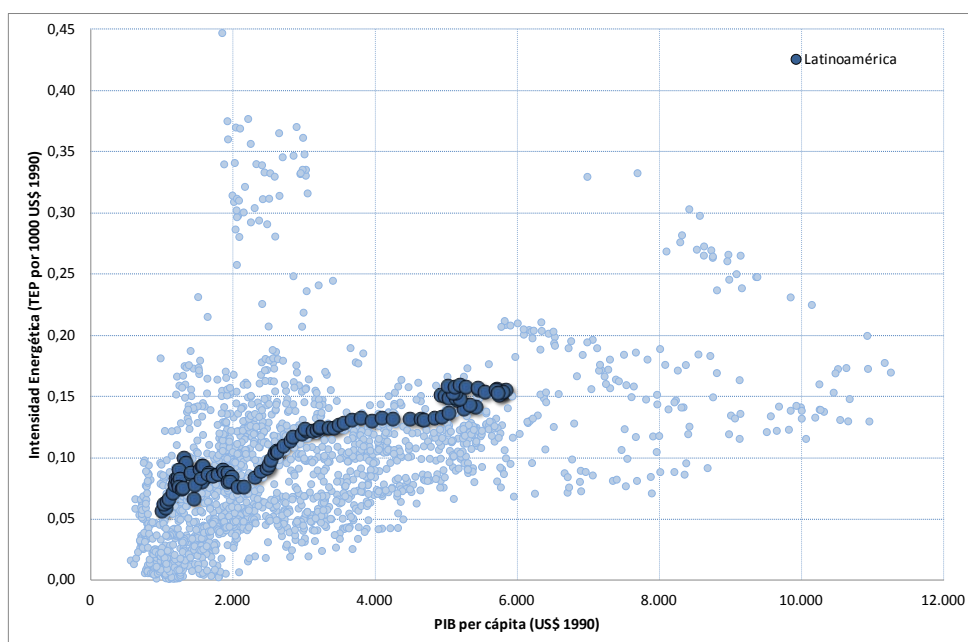
El otro evento que modifica la evolución de la intensidad energética está vinculado a los diferentes resultados de las políticas económicas que se adoptaron

tras la crisis de la deuda de comienzos de los años 1980's, la “década perdida” como se indica en la historiografía latinoamericana.

4.4.2.2 Intensidad energética y el PIB per cápita

La relación entre la intensidad energética y el PIB per cápita es creciente para niveles bajos de PIB per cápita y luego crece a una tasa constante hasta alcanzar otro nivel de PIB per cápita más alto, tal como se observa en el siguiente gráfico.

Gráfico N° 4.17
Intensidad energética y PIB per cápita, 1870 – 2003



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los puntos azules corresponden al promedio de los países de América Latina y los puntos celestes a cada uno de los países.

La correlación entre la intensidad energética y el PIB per cápita es positiva en todos los países de América Latina con la excepción de Haití que es negativa, tal como se observa en el gráfico siguiente.

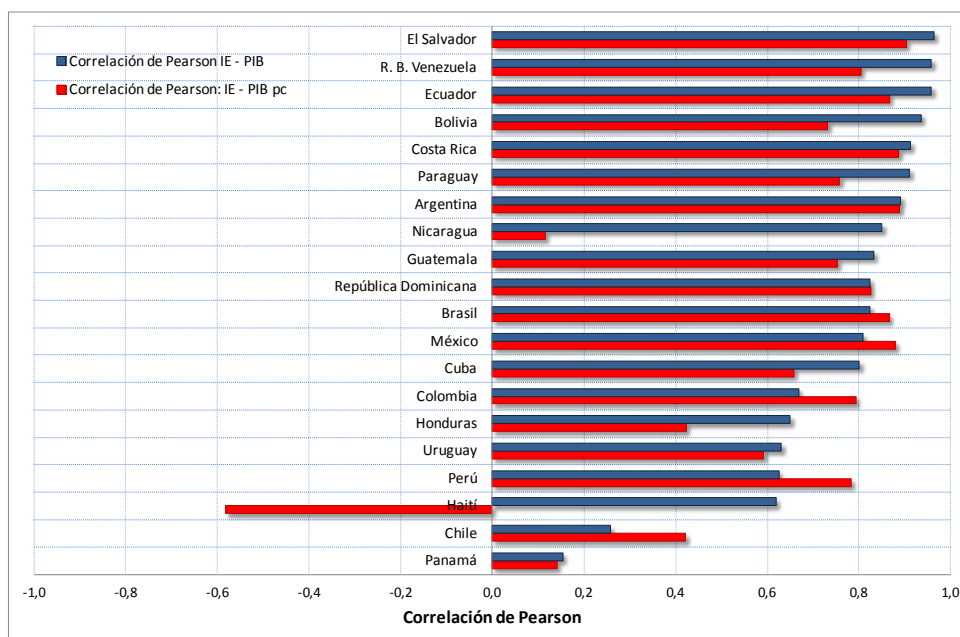
Las correlaciones más altas, a excepción de Argentina, las tienen los pequeños consumidores de energía. En el otro extremo, Chile tiene la más baja correlación y finalmente, Panamá no muestra una correlación entre ambas variables.⁸¹

En general los países que se industrializaron más tempranamente, muestran una correlación entre la intensidad energética y el PIB per cápita positiva, pero más baja que los países que se industrializaron a mediados del siglo XX.

⁸¹ A pesar de que la correlación es positiva, la correlación no es estadísticamente diferente de cero.

Gráfico N° 4.18

Correlación entre la intensidad energética, PIB y PIB per cápita y, 1870 – 2003



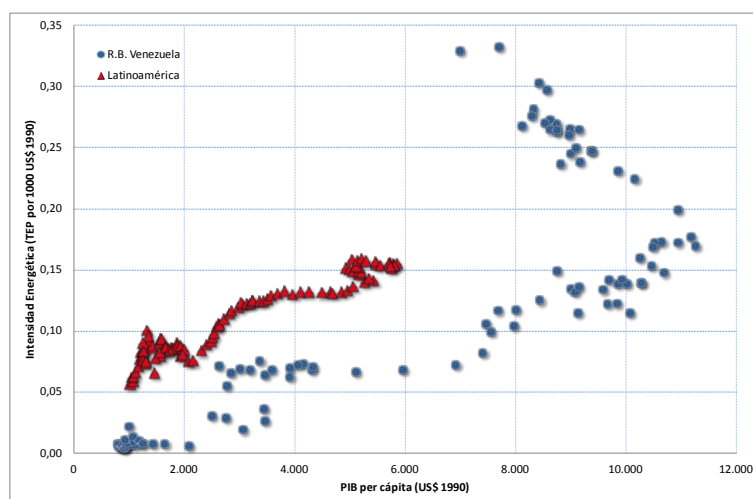
Nota: La correlación de Panamá no es significativa al 5% (PIB y PIB per cápita) y la correlación con el PIB per cápita de Nicaragua no es significativa.

Fuente: Elaboración propia con información del Anexo N° 4.2. Se ordenaron los países según la correlación de la intensidad energética con el PIB.

Esta evidencia agregada muestra que los países de América Latina, en promedio, están en la fase de desarrollo vinculado fuertemente a un proceso de industrialización, ya que la correlación entre la intensidad energética y los niveles de actividad económica es positiva. En los siguientes gráficos se analiza lo que ocurre al interior de los grupos de consumo de energías modernas per cápita.

Para los países del grupo de grandes consumidores y productores de petróleo se observa una relación positiva entre ambas variables, y para niveles de PIB per cápita entre 8.000 y 11.000 dólares de 1990 dos niveles de intensidad energética. La República Bolivariana de Venezuela tiene la particularidad de disponer de recursos fósiles abundantes que le permiten explotar petróleo a gran escala y utilizarlo excesivamente, por ello cuando se compara los niveles de PIB per cápita y la intensidad energética con el resto de los países de la muestra, la intensidad energética es mucho más elevada.

Gráfico N° 4.19
Intensidad energética y PIB per cápita
grandes consumidores y productores de petróleo

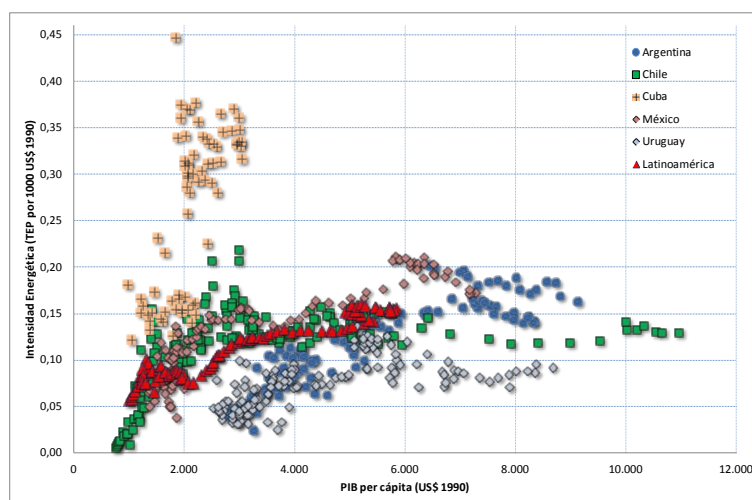


Fuente: Elaboración propia.

En el caso de los países del grupo de los grandes consumidores de energía, la relación entre la intensidad energética y PIB per cápita está muy cercana a la del promedio latinoamericano.

Tal como se ha indicado anteriormente, el caso de Cuba es muy diferente al del resto de países del grupo: el PIB per cápita no supera los 3.000 dólares, pero la intensidad energética está concentrada entre 0,15 y 0,37 TEP por 1.000 US\$ 1990. Para el resto de países, la fase de crecimiento acelerado de la intensidad energética impulsada por los procesos de industrialización ya se ha completado, para niveles de PIB per cápita mayores a 5.000 dólares la intensidad energética tiende a mantenerse relativamente constante y suavemente transita a una fase de decrecimiento, tal como lo predice la teoría.

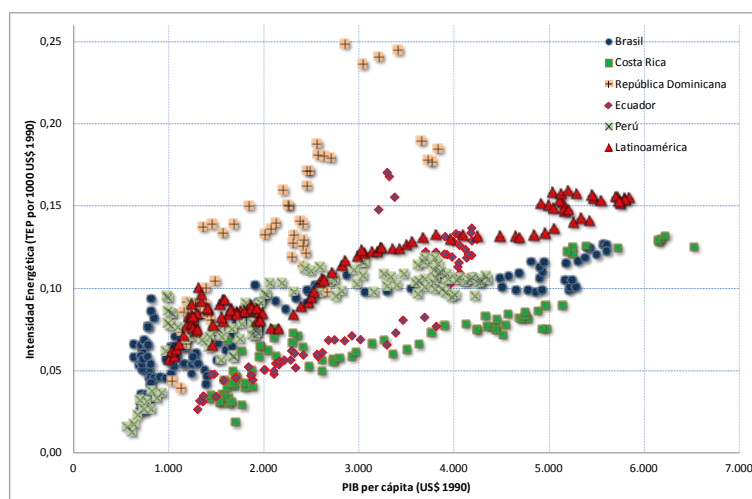
Gráfico N° 4.20
Intensidad energética y PIB per cápita:
grandes consumidores de energía



Fuente: Elaboración propia.

Los países del grupo de medianos consumidores de energía presentan niveles de PIB per cápita e intensidad energética inferiores al promedio latinoamericano, la excepción es la República Dominicana cuyos niveles de intensidad energética están por sobre el promedio, tal como se aprecia en el gráfico siguiente.

Gráfico N° 4.21
Intensidad energética y PIB per cápita:
medianos consumidores de energía



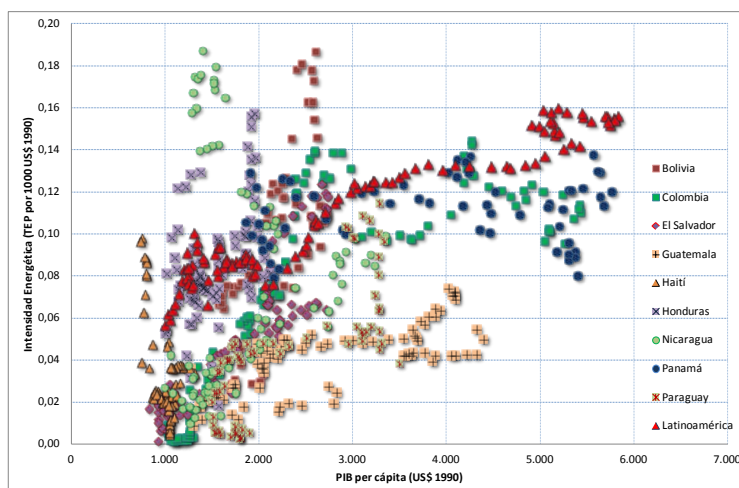
Fuente: Elaboración propia.

Estos países están en la fase creciente de la intensidad energética en que la actividad económica, principalmente impulsada por la actividad industrial, explica este comportamiento.

En el caso de los países del grupo de pequeños consumidores de energía los comportamientos están menos relacionados con la interacción entre la intensidad

energética y el PIB per cápita, a excepción de Colombia, Guatemala y Panamá, donde los niveles mayores de PIB per cápita también implican una intensidad de energética creciente, alcanza un máximo y luego comienza a decrecer, tal como se observa en el gráfico siguiente.

Gráfico N° 4.22
Intensidad energética y PIB per cápita:
pequeños consumidores de energía



Fuente: Elaboración propia.

Destaca la alta concentración de puntos para los niveles bajos de PIB per cápita, comparada con el grupo de medianos consumidores de energía con niveles similares. La intensidad energética en el primer grupo es mucho más baja, lo que se explica por el rezago económico de estos países respecto al resto de Latinoamérica y su menor desarrollo industrial, Toman, M. y B. Jemelkova (2003: p. 93).

Para comprender los factores que explican la intensidad energética se analizan los cambios ocurridos en la composición de la canasta energética (cambio real de la intensidad) y en la participación sectorial de la actividad económica (efecto estructural).

4.4.2.3 Intensidad energética y la composición canasta de energías modernas

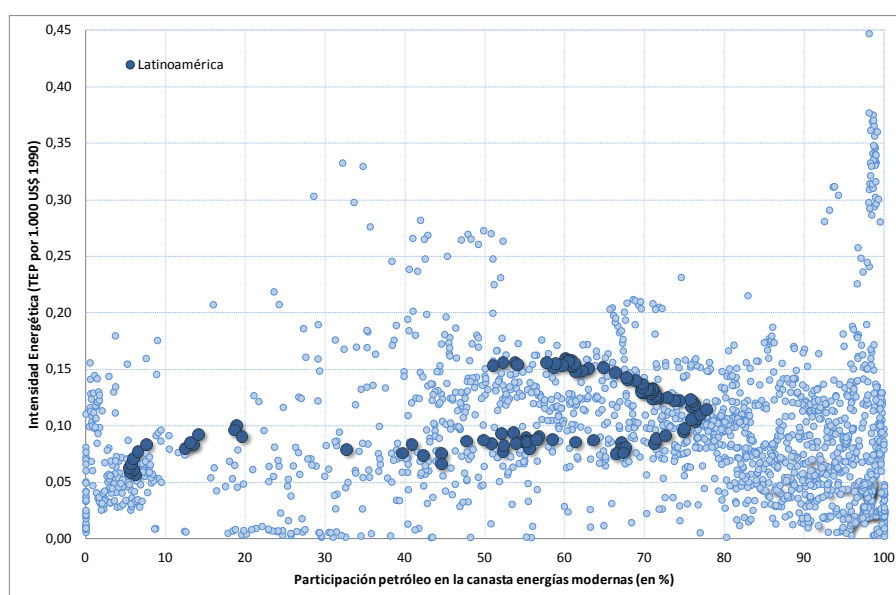
El vínculo entre la combinación de energías que utiliza una economía tiene un efecto en la intensidad energética (cambio real en la intensidad energética), ya que al cambiar el uso de las energías menos eficientes a unas más eficientes, la intensidad energética se reduce y por lo tanto, la correlación entre ambas variables es negativa.

En las primeras etapas de desarrollo el mayor peso de las energías y tecnologías ineficientes conllevan un mayor uso de la energía en la producción. En las etapas siguientes del desarrollo económico son adoptados combustibles y tecnologías más eficientes con lo que la intensidad energética comienza a reducirse.

La reducción de la intensidad energética se puede interrumpir cuando la economía entra en la primera etapa de industrialización y las manufacturas intensivas en energía comienzan a conducir la economía.⁸² Pero se debe tener en cuenta que la elección de la energía a utilizar depende de la disponibilidad de otras combustibles rivales, el nivel de ingreso, el tamaño de los mercados y la densidad de la población.⁸³ Sin embargo, la principal fuerza que conduce la transición energética es la oportunidad para los productores de fabricar sus productos a precios más bajos o con mejores servicios derivados de la energía (calefacción, fuerza, transporte e iluminación).⁸⁴

En el gráfico siguiente se presenta el comportamiento de la relación entre la intensidad energética y la participación del petróleo en la canasta de energías modernas, observándose que no hay un patrón claro de comportamiento.

Gráfico N° 4.23
Intensidad energética y participación del petróleo
en la canasta de energías modernas, 1870 – 2003



Fuente: Elaboración propia.

Destaca la alta concentración de observaciones para participaciones superiores al 70% y con niveles de intensidad energética decrecientes. En el caso del promedio de América Latina para niveles de participación del petróleo entre 50% y 75% hay dos posibles niveles de intensidad energética compatibles.

El análisis de correlación entre la intensidad energética y la participación del petróleo en la canasta de energías modernas, distingue dos grupos de países: el primero en el que la correlación entre la intensidad energética y la participación del petróleo en la canasta de energías modernas es negativa y el segundo, en que la correlación es positiva. En el siguiente gráfico se resumen los resultados obtenidos.

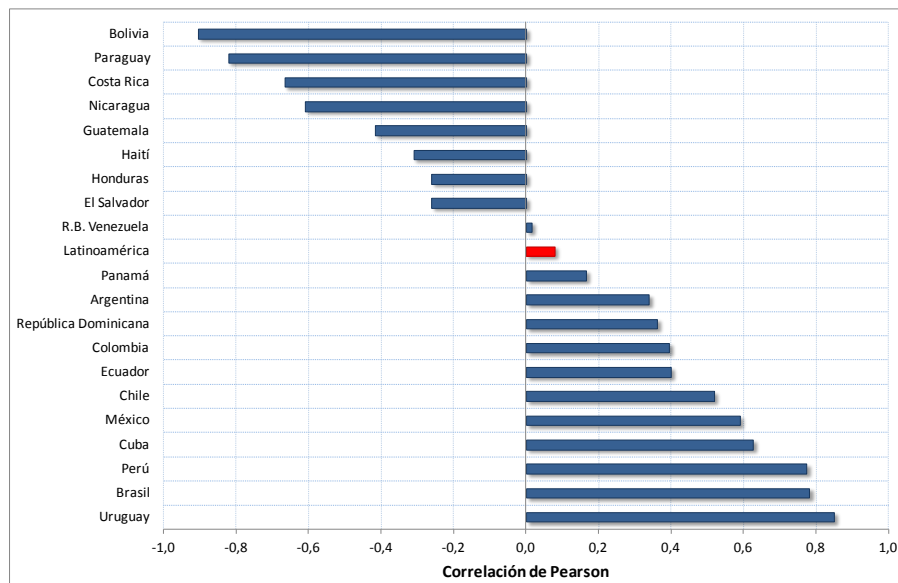
⁸² Elias, R. y D. Victor (2005: p. 8).

⁸³ Elias, R. y D. Victor (2005).

⁸⁴ Fouquet, R. (2010: p. 1).

Gráfico N° 4.24

Correlación entre intensidad energética y participación del petróleo en la canasta de energías modernas, 1870 – 2003



Nota: En los casos de Panamá y la República Bolivariana de Venezuela el coeficiente de correlación no es significativo al 5%.

Fuente: Elaboración propia con la información del Anexo N° 4.3.

Del total de países de América Latina, en ocho de ellos la correlación entre intensidad energética y participación del petróleo en la canasta de energías modernas es negativa y dos en que la correlación estadísticamente no es diferente de cero en y diez donde la correlación es positiva. El promedio latinoamericano muestra una baja correlación positiva (0,080).

La correlación positiva más alta corresponde a Uruguay (con 0,849) y la más baja a Venezuela (con 0,015). Para los países con correlación negativa la más alta corresponde a El Salvador (con -0,261) y la más baja a Bolivia (con -0,905).

El grupo de países con correlación negativa está formado por: Bolivia, Paraguay, Costa Rica, Nicaragua, Guatemala, Haití, Honduras y El Salvador. Estos países, a excepción de Costa Rica, forman parte del grupo de los pequeños consumidores de energía en América Latina. Estos países fueron los primeros en hacer la transición de carbón mineral al petróleo y aprovecharon su ciclo industrializador dirigido por el Estado para modernizarse, algo que no se hizo a finales del siglo XIX, ya que los altos precios de los servicios de la energía (calefacción, fuerza, transporte o iluminación) la hacían accesible a unos pocos consumidores que estaban dispuestos a pagar un premio por las características adicionales que brindan las energías modernas (más fácil, más limpia o más flexible para usarla).⁸⁵

El aprovechamiento del ciclo industrializador se traduce en un rápido incremento de la actividad económica, en comparación con el consumo de energías modernas,

⁸⁵ Fouquet, R. (2010: p. 15).

con lo que la intensidad energética se reduce. Pero además, la mayor actividad económica, principalmente industrial, requirió de tecnologías de aplicaciones múltiples, intensivas en el uso de petróleo. Este tipo de tecnologías tienen efectos estructurales, tales como el crecimiento de los sectores existentes, el surgimiento de nuevos procesos, productos y servicios y cambios en la infraestructura, empleo y preferencias de los consumidores.⁸⁶ Por ello la correlación entre intensidad energética y la participación del petróleo en la canasta de energías modernas es negativa.

Panamá y Venezuela son las excepciones en este análisis, ya que no observa una asociación entre la intensidad energética y la participación del petróleo en la canasta de energías modernas. El caso de Venezuela es la excepción en América Latina, ya que es uno de los mayores productores y exportadores de petróleo del mundo, pero Panamá, la única particularidad que tiene es poseer el Canal que conecta el Océano Pacífico con el Atlántico y por ende una economía más vinculada al sector servicios.

El grupo de países en que la correlación entre la intensidad energética y la participación del petróleo en la canasta de energías modernas es positiva, está formado por Uruguay, Brasil, Perú, Cuba, México, Chile, Ecuador, Colombia, República Dominicana y Argentina. Estos son los grandes y medianos consumidores de energías modernas en América Latina.

Para estos países el consumo de energías modernas crece más rápido que el nivel de actividad económica, por lo que la intensidad energética aumenta. En la literatura este fenómeno se conoce como el efecto rebote.⁸⁷

El efecto rebote se explica por tres razones:⁸⁸

- a) Efecto directo o efecto precio. Este efecto se surge cuando se produce una mejora en la eficiencia energética de un proceso o producto y su costo implícito (costo marginal) se reduce, luego una reducción en el precio de la energía (con una demanda elástica) resultará en un aumento en su consumo. Sorrell, S. (2010: p. 1786) señala que el efecto directo puede ser mayor en el grupo de bajos ingresos económicos, para los hogares en países en desarrollo y principalmente para los productores,⁸⁹ pero la evidencia empírica es débil, Sorrell, S. (2007: p. 9).
- b) Efecto indirecto o efecto ingreso. Al reducirse el precio de la energía, debido a una mejora en la eficiencia energética, el ingreso disponible aumenta. Luego, este incremento en el ingreso permitirá consumir otros

⁸⁶ Sorrell, S. (2010: p. 1788).

⁸⁷ El efecto rebote es la situación en la que una mejora en la eficiencia energética no trae consigo una reducción proporcional en la demanda de energía (o cuando resulta en un incremento de esa demanda), por lo tanto, no hay una relación causal directa entre mejoras en la eficiencia y reducciones en la demanda. Tomado de Linares, P. y X. Labandeira (2010: p. 10).

⁸⁸ Esta sección se apoya en Linares, P. y X. Labandeira (2010).

⁸⁹ Por ejemplo, la evolución y nivel de la intensidad energética en el caso español, está condicionada por el sector transporte y el eléctrico que consumen grandes cantidades de energías primarias, en cambio los consumidores (hogares) satisfacen sus necesidades energéticas con productos finales como por ejemplo la electricidad y los combustibles, Mendiluce, M. y P. Linares (2010: p. 39).

productos y por lo tanto, resultará nuevamente en un incremento en la demanda de energía para producirlos, un estímulo en la inversión y generación del producto agregado, Sorrell, S. (2007: p. 2).

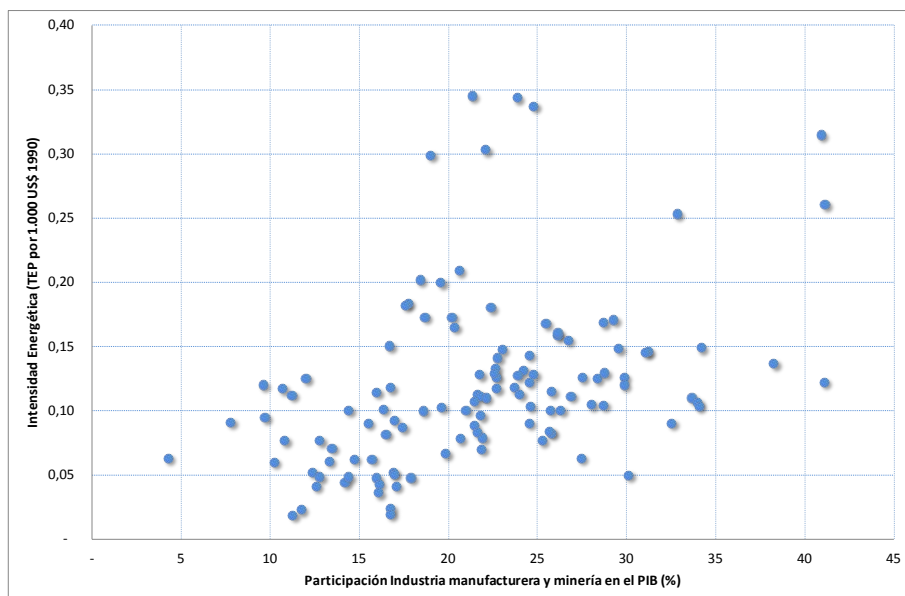
- c) Efectos macroeconómicos. Los cambios en los precios relativos de los factores productivos de la economía implican cambios en su uso, en especial en los sectores productivos intensivos en energía. De esta forma un incremento en la eficiencia puede estimular el crecimiento económico, ya que los ahorros individuales de energía no se traducen en ahorro mayor, sino que en incrementos de la demanda de energía.

Por lo tanto, los países en que la correlación entre intensidad energética y la participación del petróleo en la canasta de energías modernas es positiva están en una fase de desarrollo en el que niveles mayores de ingreso económico les permiten utilizar muchos más bienes y servicios, los que a su vez requieren de más energías para poder producirlos.

4.4.2.4 Intensidad energética y la participación industria manufacturera y minería

Los cambios en la intensidad energética también se explican por los efectos estructurales, los que se capturan con los cambios en la participación de la industria manufacturera y la minería en el PIB total,⁹⁰ tal como se aprecia en el gráfico siguiente.

Gráfico N° 4.25
Intensidad energética y participación industria manufacturera
y minería en el PIB, 1950-2003
(promedio décadas)



Fuente: Elaboración propia con información del Anexo N° 4.4.

⁹⁰ Estos son los dos sectores económicos que consumen más energía en un país.

El patrón no es claro, pero insinúa que una mayor participación de la industria manufacturera y la minería en el PIB de un país, implica una más alta intensidad energética, ya que los países latinoamericanos fueron modificando su estructura productiva a través del tiempo.

La mayor proporción de países latinoamericanos en que la participación de la industria manufacturera y minería en el PIB alcanza su mayor nivel está en la década de los años 1970's y 1980's, ver cuadro siguiente.

Cuadro N° 4.5
Participación industria manufacturera y minería en el PIB
promedio por décadas
(en porcentaje)

	1950's	1960's	1970's	1980's	1990's	2000's	1950 - 2003
Grandes consumidores y productores de petróleo	41,08	38,28	29,27	32,78	41,12	40,94	36,85
R.B. Venezuela	41,08	38,23	29,27	32,78	41,12	40,91	36,85
Grandes consumidores	25,54	26,93	26,37	24,97	22,60	19,69	24,76
Argentina	29,85	34,18	29,52	28,70	22,35	17,70	28,01
Cuba		22,06	21,33	23,82	24,79	18,98	22,70
Chile	27,49	31,20	31,03	28,29	24,78	24,17	28,30
México	23,02	24,50	25,45	18,41	19,54	20,16	22,06
Uruguay	21,80	22,68	24,52	25,64	21,56	17,41	22,75
Medianos consumidores	16,67	20,94	26,22	26,76	23,23	21,97	22,82
Brasil	21,41	25,72	28,02	26,29	23,67	22,67	24,82
Costa Rica	4,24	15,70	20,63	21,89	21,78	22,56	17,34
Ecuador	12,33	13,30	25,78	29,82	28,71	26,13	22,29
Perú	28,70	33,66	33,95	34,07	21,40	20,96	29,63
República Dominicana		16,31	22,74	21,72	20,61	17,56	20,04
Pequeños consumidores	15,46	17,37	20,94	19,28	17,61	16,57	18,00
Bolivia	30,11	25,22	32,50	26,87	26,69	26,12	28,10
Colombia	19,62	22,64	24,57	23,87	21,57	18,57	22,12
El Salvador	14,19	16,88	27,43	21,82	22,11	24,00	20,76
Guatemala	12,53	14,36	15,96	16,12	14,70	13,45	14,63
Haití	11,25	11,71	16,71	16,03	10,18	7,73	12,72
Honduras	10,76	12,75	16,93	16,47	16,74	16,69	14,87
Nicaragua	12,73	19,80	24,48	25,77	20,35	18,68	20,44
Paraguay	16,72	17,05	17,90	16,93	15,49	14,35	16,62
Panamá	11,22	15,95	11,99	9,67	10,66	9,57	11,74
Total Latinoamérica	19,39	21,69	24,04	23,25	21,44	19,92	21,84

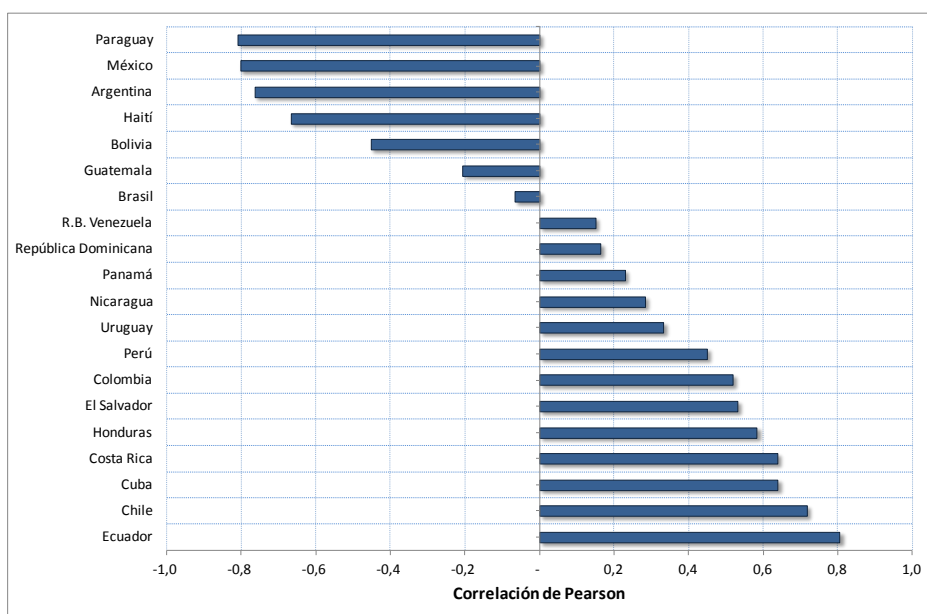
Fuente: Elaboración propia con información *Anuarios Estadísticos CEPAL*, varios números.

En países como Argentina, Chile y Panamá la mayor participación de estos dos sectores en el PIB está en la década de los años 1960's. México, Brasil, Perú, República Dominicana, Bolivia, Colombia, El Salvador, Haití, Honduras y Paraguay forman el grupo de países en que la participación de estos dos sectores en el PIB es más alta en la década de los años 1970's. La mayor participación en la década de los años 1980's de la industria manufacturera y la minería en el PIB ocurre en países como Uruguay, Ecuador, Guatemala y Nicaragua. En la década de los años 1990's en Venezuela y Cuba muestran una mayor participación de estos dos sectores en el PIB. Finalmente, en los primeros del siglo XXI en Costa Rica la participación de ambos sectores alcanza su nivel máximo.

La evidencia reportada muestra que el desarrollo de la industria manufacturera y la minería de los países latinoamericanos y los períodos en que su participación en el PIB alcanza su máxima participación no depende de la tipología de consumidor de energías modernas (grande, mediano o pequeño).

En el gráfico siguiente se muestra el comportamiento de la correlación para los países de América Latina.

Gráfico N° 4.26
Correlación entre intensidad energética y participación sector industria manufacturera y minería en el PIB, promedios décadas, 1950 – 2003



Nota: Sólo para Ecuador, México y Paraguay el coeficiente es estadísticamente significativamente diferente de cero.

Fuente: Elaboración propia con la información del Anexo N° 4.4.

El análisis de la correlación entre la intensidad energética de energías modernas y la participación en el PIB de la industria manufacturera y la minería muestra que sólo para tres países la correlación estadísticamente es distinta de cero: Paraguay y México con una correlación negativa y Ecuador con una correlación positiva.

La evidencia obtenida revela que el comportamiento de la participación de los sectores productivos más intensivos en el uso de energías modernas y la intensidad energética no están asociados, con la excepción de los tres países indicados en el párrafo anterior. Esto significa que el consumo de energías modernas está influenciado por otros sectores productivos (por ejemplo servicios) y no productivos (los hogares).

Se podría concluir preliminarmente que en estos países la causalidad entre el PIB y el consumo de energía se explica por unos consumos mayores de la población, vinculados a la mayor utilización de aparatos que demandan más energía, también podemos pensar en un aumento del sector de transporte, pero no podemos decir que han sido los factores de oferta (como la industria manufacturera y la minería) los que están apoyando el incremento del consumo energético.

4.4.2.5 Persistencia de la intensidad energética

El cambio en la intensidad energética en el tiempo no ha sido pausado ni constante. El análisis de la persistencia de la intensidad energética utiliza la metodología utilizada en Ramos-Martín, J. (2003) y se desarrolla en los párrafos siguientes.

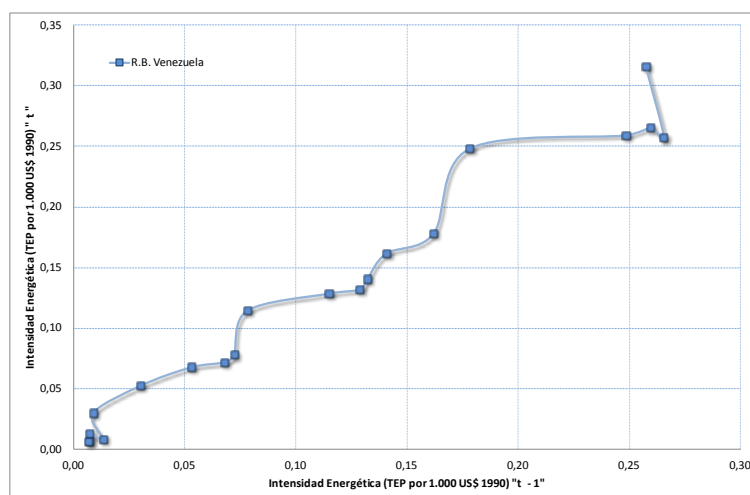
La metodología consiste en comparar la relación entre la intensidad energética del período “t” con la del período “t-1”. Cuando los cambios en una economía son graduales, la relación entre ambas variables es una línea más o menos recta con pendiente positiva, implicando menores intensidades a lo largo del tiempo.⁹¹ En cambio si la economía y su estructura presentan cambios espontáneos y discontinuos, esta relación mostraría diferentes puntos atractores alrededor de los cuales se encuentran los valores de la intensidad energética.

Los cambios en la intensidad energética, no han sido procesos suaves, sino que han estado marcados por abruptos cambios, tal como se observa en los siguientes gráficos.⁹²

Gráfico N° 4.27

Persistencia de la intensidad energética, promedios quinquenales

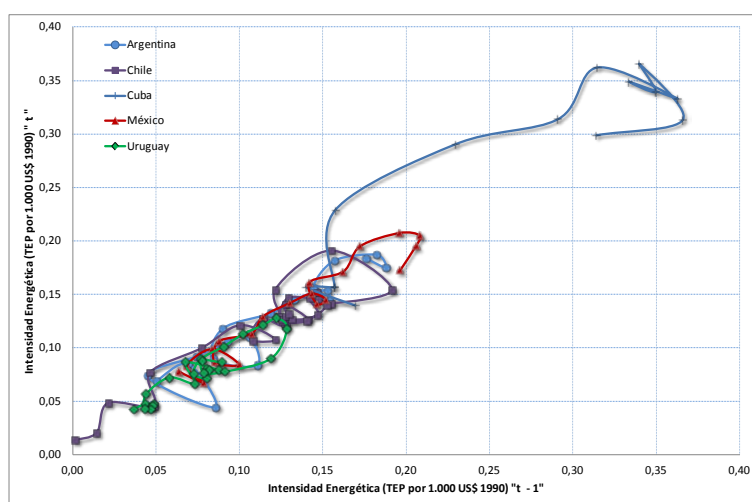
a) Grandes consumidores y productores de petróleo



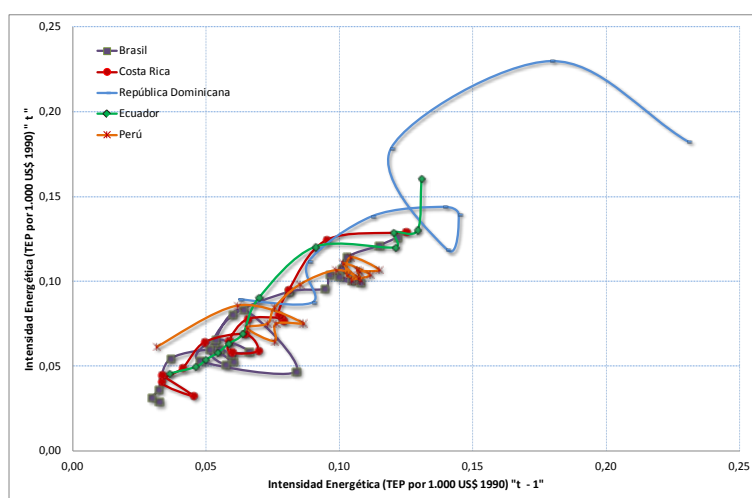
⁹¹ Desde la perspectiva gráfica, a medida que nos acercamos al origen, el país es más eficiente, ya que el menor uso de energía por unidad de Producto en el período implica un menor uso de energía en el período siguiente.

⁹² Para el análisis se calculó el promedio quinquenal de la intensidad energética de cada uno de los 20 países latinoamericanos de la muestra. El período de cobertura varía según la disponibilidad de la información. Para Argentina la cobertura es 1900-2003, Bolivia 1945-2003, Brasil 1870-2003, Chile 1840-2003, Colombia 1900-2003, Costa Rica 1920-2003, Cuba 1930-2003, República Dominicana 1950-2003, Ecuador 1940-2003, El Salvador 1920-2003, Guatemala 1920-2003, Haití 1945-2003, Honduras 1920-2003, México 1900-2003, Nicaragua 1920-2003, Panamá 1945-2003, Paraguay 1940-2003, Perú 1900-2003, Uruguay 1870-2003 y Venezuela 1900-2003.

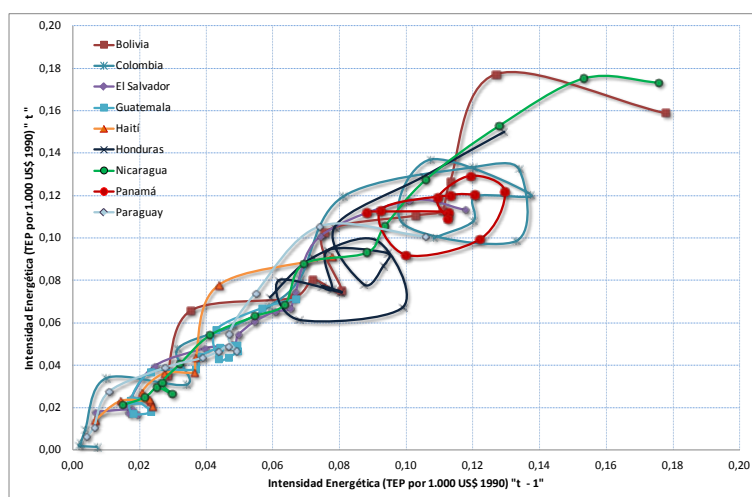
b) Grandes consumidores de energía



c) Medianos consumidores de energía



d) Pequeños consumidores de energía



Fuente: Elaboración propia con información base de datos de esta investigación.

Los únicos países que muestran un patrón suave desde un punto de atracción a otro son Ecuador, El Salvador, Nicaragua y Venezuela.⁹³ Esto significa que la persistencia en la intensidad energética no es un fenómeno que esté asociado a niveles determinados de PIB, sino que a un conjunto de otros elementos asociados a la forma en que la economía va alcanzado diferentes equilibrios.

La evidencia obtenida para los países de América Latina no es muy diferente a la reportada por Ramos-Martín, J. (2003) y tal como indican Mendiluce, M. y P. Linares (2010: p. 24):

“...La conclusión de este análisis es que si se examina un período corto de tiempo, el cambio estructural puede traer un período de estabilidad, que podría confundirse con un período de desmaterialización, pero al ampliar el período analizado se puede apreciar una trayectoria bien distinta...”

Por ende, lo que se observa para países como Cuba y República Dominicana (que destacan por su alta intensidad energética) es el cambio en sus estructuras productivas y consumos energéticos durante el período analizado.

En el resto de los países el comportamiento es más errático y fluctuante, lo que refleja los cambios estructurales que han sufrido a lo largo del tiempo. Este comportamiento no está asociado a ninguna tipología de consumo de los países, por lo que el resultado no depende de la agrupación realizada, sino que a características propias de los países latinoamericanos.

4.4.2.6 Importancia de la intensidad energética en el crecimiento del consumo de energías

El consumo aparente de energías modernas se explica por el crecimiento de la población, la actividad económica y la intensidad energética. La relación entre estas variables se puede organizar a través de la identidad IPAT (Impact, Population, Affluence and Technology), esta es una versión de la expresión de la ecuación de Commoner-Ehrlich-Holdren. Específicamente, se calcula la variante desarrollada por Holdren (2000):⁹⁴

$$\text{Uso energía} = \text{Población} * \frac{\text{PIB}}{\text{población}} * \frac{\text{Energía}}{\text{PIB}}$$

Esta identidad muestra que el uso (consumo) de la energía está influenciado por el comportamiento de la población, la actividad económica (PIB per cápita) y la tecnología (intensidad energética).

Cuando se diferencia completamente la identidad anterior respecto del tiempo, resulta que la suma de las tasas de crecimiento de la población, PIB per cápita e

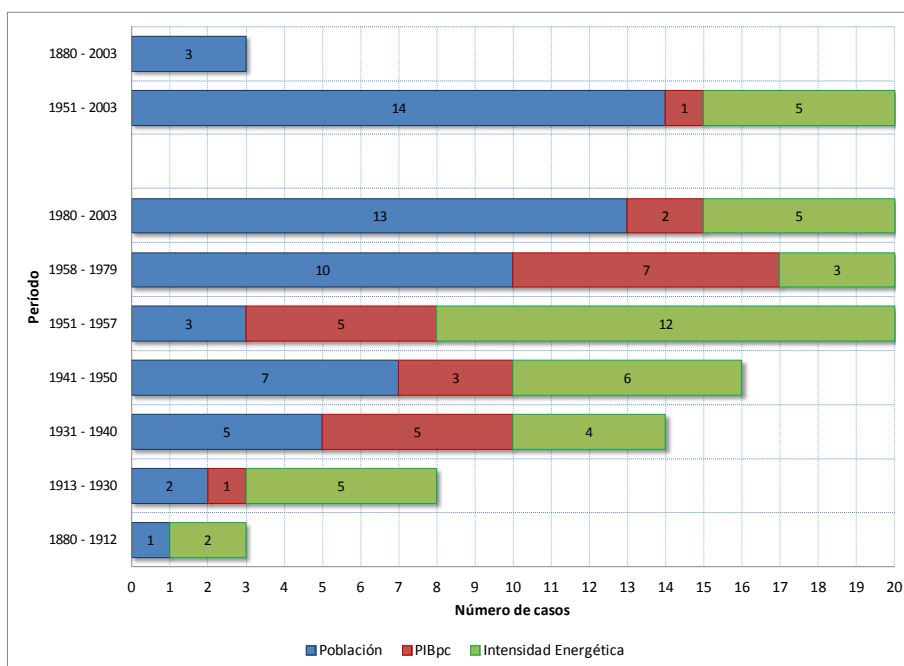
⁹³ Este último país tiene los niveles más altos de intensidad energética de la muestra.

⁹⁴ “Environmental degradation: population, affluence, technology, and sociopolitical factors”, *Environment* 42(6), pp. 4-5.

intensidad energética, explican la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas a través del tiempo.

En el gráfico siguiente se resume la cantidad de países, en cada uno de los períodos historiográficos, en los que la población o el PIB per cápita o la intensidad energética es la variable que más contribuye en la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas. Para los períodos iniciales la cantidad de países con información es reducida, sin embargo a partir del año 1950 la muestra se completa con los 20 países que se analizan.

Gráfico N° 4.28
Principal contribución a la tasa de crecimiento del consumo de energía
(número de casos)



Fuente: Elaboración propia con información del Cuadro N° 4.6.

Destaca que mayoritariamente la tasa de crecimiento de la población ha empujado el crecimiento del consumo aparente de energías modernas,⁹⁵ luego la intensidad energética (tecnología) y finalmente, el PIB per cápita (actividad económica). En el caso de los países de América Latina no es el PIB per cápita la segunda variable con mayor presencia en la explicación de la tasa de crecimiento de la energía, sino la intensidad energética. En las secciones siguientes de esta tesis se analiza el comportamiento de los países latinoamericanos en el contexto internacional y se podrá verificar si América Latina tiene o no un comportamiento particular.

Cuando se analiza por períodos, se observa que en los únicos períodos en que el crecimiento de la población es no la principal fuerza que mueve el consumo de energía es en: 1880-1912, 1913-1930 y 1951-1957 y en estos períodos es la intensidad energética la que contribuye más al consumo de energía. Esta evidencia es el reflejo de las decisiones que fueron tomando los países a lo largo del tiempo,

⁹⁵ Un resultado similar reporta Cerda, H. (2012), pero en el caso de la contribución de la población al crecimiento económico de Chile.

en especial la forma en que se fueron insertando en los mercados internacionales en la primera globalización, antes de la Gran Depresión del siglo XX y al final de la etapa clásica de la industrialización dirigida por el Estado. Estos períodos fueron de construcción de infraestructuras carreteras, portuarias y ferroviarias, y el último principalmente de fomento a la industria nacional. Con estas decisiones la intensidad energética creció rápidamente y los países se industrializaron.

En el caso de la actividad económica, ha sido la segunda variable que contribuye al consumo de energías modernas en los períodos: 1931-1940, 1951-1957 y 1958-1979. El primer período es uno de recuperación y por ende la actividad económica fue la que más influye en la explicación de la tasa de crecimiento de la energía moderna y los restantes dos períodos, son consecuencia de las políticas implementadas en los países latinoamericanos de industrialización dirigida por el Estado.

La evidencia encontrada a través de la identidad de IPAT refuerza lo que se ha señalado en secciones previas de este documento, en el sentido que el comportamiento de la energía es consecuencia principalmente de decisiones de demanda, sin embargo, tal como se señaló en los párrafos anteriores, este resultado depende del período historiográfico que se analiza.

En el cuadro siguiente se resumen el comportamiento de cada uno de los países Latinoamericanos en cada uno de los períodos historiográficos.

Cuadro N° 4.6
Principal contribución en la explicación de la tasa de crecimiento del consumo de energías modernas, períodos historiográficos

	1880 - 1912	1913 - 1930	1931 - 1940	1941 - 1950	1951 - 1957	1958 - 1979	1980 - 2003	1951 - 2003	1880 - 2003
Grandes consumidores y productores de petróleo									
R.B. Venezuela		IE	IE	PIBpc	PIBpc	Pob	Pob	Pob	
Grandes consumidores									
Argentina		Pob	Pob	Pob	IE	PIBpc	Pob	Pob	
Cuba			Pob	PIBpc	IE	Pob	IE	Pob	
Chile	IE	IE	PIBpc	Pob	PIBpc	Pob	PIBpc	PIBpc	Pob
México		IE	IE	Pob	PIBpc	PIBpc	Pob	Pob	
Uruguay	Pob	Pob	Pob	PIBpc	IE	Pob	IE	Pob	Pob
Medianos consumidores									
Brasil	IE	IE	PIBpc	IE	IE	PIBpc	Pob	Pob	Pob
Costa Rica			Pob	Pob	Pob	Pob	Pob	Pob	
Ecuador				IE	PIBpc	IE	Pob	Pob	
Perú		PIBpc	PIBpc	IE	IE	Pob	Pob	Pob	
República Dominicana					IE	Pob	PIBpc	IE	
Pequeños consumidores									
Bolivia					IE	IE	Pob	IE	
Colombia		IE	IE	IE	IE	PIBpc	Pob	Pob	
El Salvador			PIBpc	IE	IE	Pob	IE	Pob	
Guatemala			PIBpc	IE	Pob	PIBpc	Pob	Pob	
Haití					IE	IE	IE	IE	
Honduras			IE	Pob	Pob	Pob	Pob	Pob	
Nicaragua			Pob	Pob	IE	Pob	Pob	IE	

	1880 - 1912	1913 - 1930	1931 - 1940	1941 - 1950	1951 - 1957	1958 - 1979	1980 - 2003	1951 - 2003	1880 - 2003
Panamá					PIBpc	PIBpc	Pob	Pob	
Paraguay				Pob	IE	PIBpc	IE	IE	
Latinoamérica		Pob	PIBpc	PIBpc	Pob	Pob	Pob	Pob	

Nota: Sea IE = Intensidad Energética, Pob = Población, PIBpc = PIB per cápita.

Fuente: Elaboración propia con información del Anexo N° 4.5.

El cuadro muestra la heterogeneidad de comportamientos al interior de América Latina y que no hay un patrón único vinculado a la clasificación de los países. Destaca el comportamiento de dos países: Costa Rica y Haití, en ambos casos para todos los períodos historiográficos sólo la población en el primer país y la intensidad energética para el segundo, explican principalmente la tasa de crecimiento del consumo de energía.

Un segundo comportamiento detectado corresponde a los países en que sólo dos variables (que no se alternan entre sí) explican el comportamiento del consumo de energía y este grupo está formado por Bolivia, Honduras y Panamá. Para el resto de los países hay una alternancia entre población, PIB per cápita e intensidad energética.

Del análisis anterior se desprende que los niveles de eficiencia energética (medida a través de la intensidad energética agregada) son muy variados al interior de América Latina e incluso dentro de los países con niveles de consumo de energías modernas diferentes. Claramente el uso de energía favorece el crecimiento económico, pero esto no es suficiente para lograrlo, se requiere de políticas económicas e instituciones adecuadas que favorezcan e incentiven el crecimiento.

Finalmente, se puede indicar que la contribución de la intensidad energética en la explicación del consumo aparente de energías modernas latinoamericano es menor a lo que se explica con el crecimiento de la población y el PIB per cápita.

4.4.3 Los países de América Latina en el contexto internacional, 1950 – 2003

4.4.3.1 Evolución de la intensidad energética en el tiempo

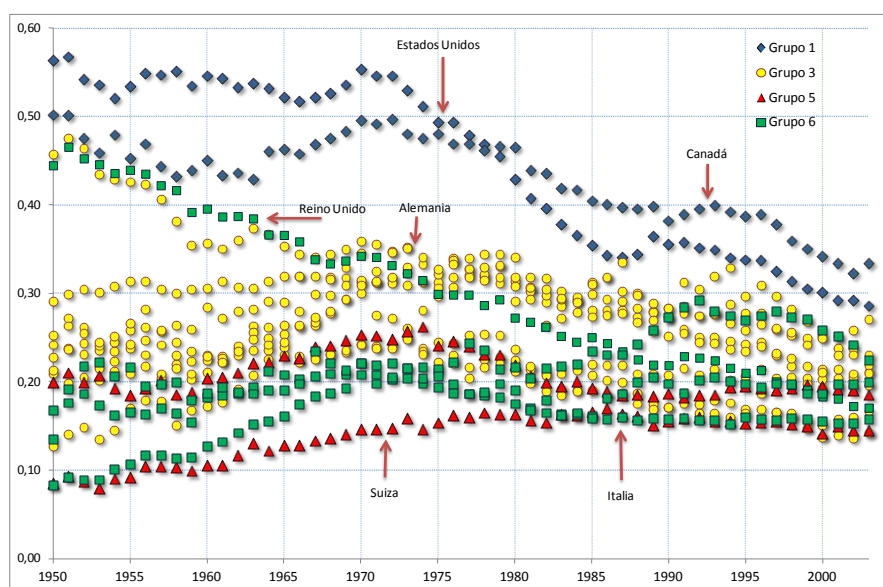
Para el análisis de la intensidad energética se utilizan los grupos obtenidos con el criterio estadístico (técnica de clúster cuyas variables de agrupación son el PIB per cápita, el consumo aparente de energías modernas per cápita y la intensidad energética) indicado en el apartado 4.2.2 de este documento.

La intensidad energética para este conjunto de países y para el período 1950-2003 cambia lentamente a lo largo del tiempo,⁹⁶ sin embargo, el primer y el segundo shock en el precio del petróleo cambian la tendencia observada en la intensidad

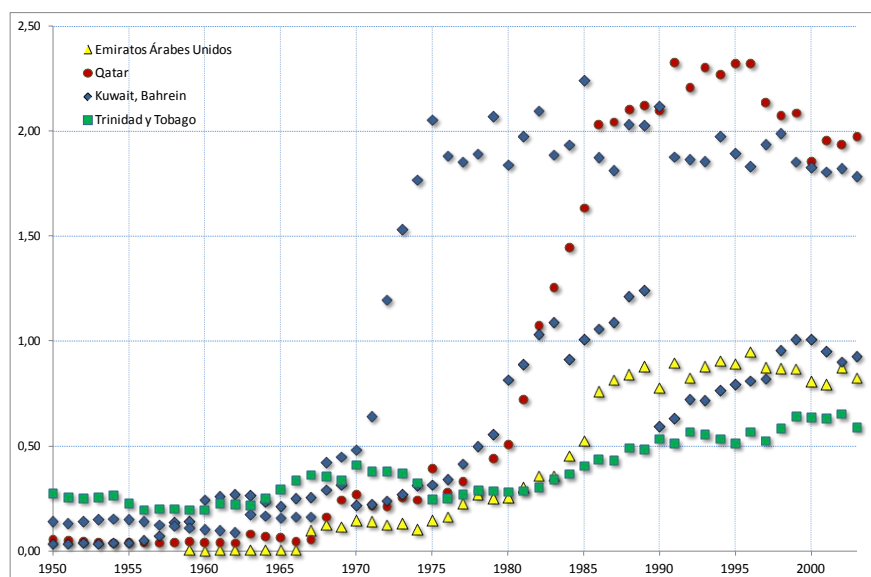
⁹⁶ Este resultado es similar al reportado por Le Pen, Y. y B. Sévi (2008) para una muestra de 97 países cubriendo el período 1971-2003 y lo atribuyen a un fenómeno inercial que se explica por una la intensidad energética que está fuertemente relacionada con los recursos naturales e historia de cada país y a su vez, en los costos (para empresas y hogares) de cambiar a tecnologías que utilizan energías más eficientes. Estos autores analizan la convergencia de la intensidad energética con una aproximación económica que se basa en el criterio de la convergencia estocástica.

energética: los países importadores de energías modernas aumentan su eficiencia energética y los que producen y exportan petróleo aumentan su ineficiencia energética. Este patrón es más claro en los países de ingreso alto y medio alto, tal como se observa en los gráficos siguientes.⁹⁷

Gráfico N° 4.29
Intensidad Energética países de ingreso alto, 1950-2003
(TEP por cada 1.000 US\$ 1990)



Nota: Los países de ingreso alto lo forman: Grupo 1: Estados Unidos y Canadá. Grupo 3: Australia, Dinamarca, Holanda, Suecia, Francia, Alemania, Austria y Finlandia. Grupo 5: Suiza y Japón, Grupo 6: Reino Unido, Nueva Zelanda, Italia e Israel.



Nota: Grupo 2: Emiratos Árabes Unidos, Grupo 4: Qatar, Grupo 6: Trinidad y Tobago y Grupo 7: Kuwait y Bahreín.

Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos de esta investigación.

⁹⁷ Esta conclusión es diferente a la que llegan Le Pen, Y. y B. Sévi (2008) quienes en el análisis gráfico no separan la muestra de países por nivel de PIB per cápita.

Una visión general muestra que la intensidad energética al interior de los grupos, según el nivel del PIB per cápita, no es homogénea y es posible diferenciar entre una mayoría de países que tienen niveles relativamente similares y aquellos que tienen unos muy superiores, por ello en los gráficos anteriores y los que siguen se presentan separadamente. En general, este último grupo de países lo forman los productores y exportadores de petróleo y países que aplicaron un sistema económico comunista.

El nivel de la intensidad energética en promedio es más alto en el caso de los países de ingreso alto, luego siguen los países de ingreso medio alto y finalmente, la intensidad energética más baja está en el grupo de países de ingreso medio.

El grupo de países de ingreso medio es el que presenta una mayor dispersión promedio, en cambio para los otros dos grupos de países y que son importadores de petróleo, a partir de los shocks en el precio del petróleo se reduce en todos los casos la intensidad energética y la dispersión entre el nivel más bajo y el más alto. Para los países que producen y exportan petróleo a partir de estos shocks en el precio del petróleo la intensidad energética se incrementa.

En los siguientes párrafos se analiza lo que ocurre al interior de cada grupo de países.

Los países importadores de petróleo de ingreso alto cambiaron sus hábitos de consumo de energías modernas a partir del año 1973 (primer shock en el precio del petróleo) y más marcadamente a partir del año 1980 (segundo shock en el precio del petróleo), con esto, la intensidad energética se reduce en forma generalizada al interior de este grupo.

Desde mediados del siglo XX y hasta comienzos del siglo XXI, el nivel mínimo de la intensidad energética se incrementa y el nivel máximo se reduce. También se observa que la dispersión se reduce, un comportamiento muy diferente a lo que ocurre con los países con capacidad exportadora de este grupo de países.

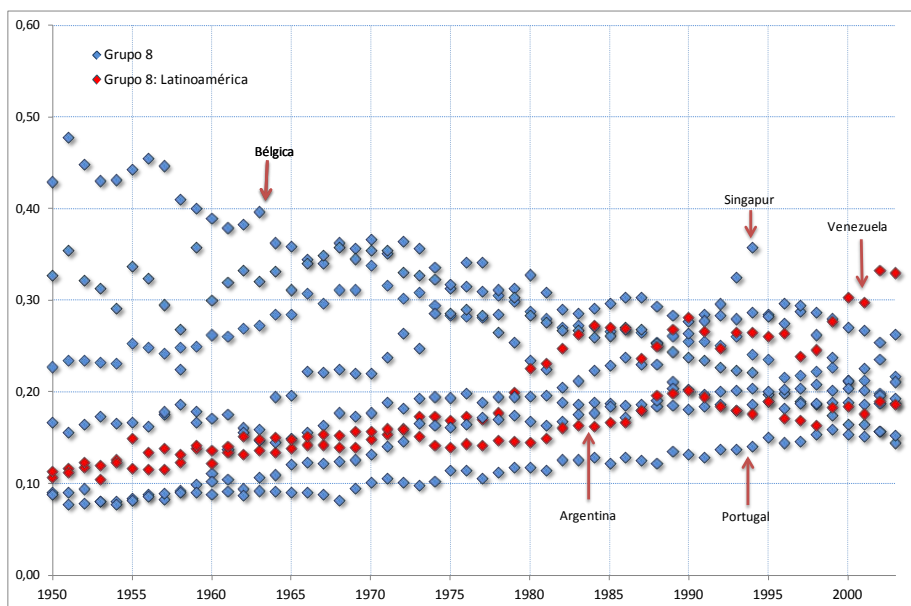
Los países productores y exportadores de petróleo resultan favorecidos con el primer shock en el precio del petróleo, por lo que sistemáticamente se observa un aumento de la intensidad energética. El único país de América Latina en este grupo es Trinidad y Tobago y la evolución de su intensidad energética a través del tiempo es similar a los otros países de este grupo que producen y exportan petróleo.

Trinidad y Tobago, antes de la década de los años 1970's tenía una intensidad energética mayor al resto de los países de este subgrupo (Emiratos Árabes Unidos, Qatar, Kuwait y Bahrein) sin embargo, a partir de mediados de los años 1970's presenta los niveles más bajos.

En el grupo de países de ingreso medio alto, se observa una reducción del nivel de la intensidad energética a partir de los shocks en el precio del petróleo en los países que importan este combustible fósil.

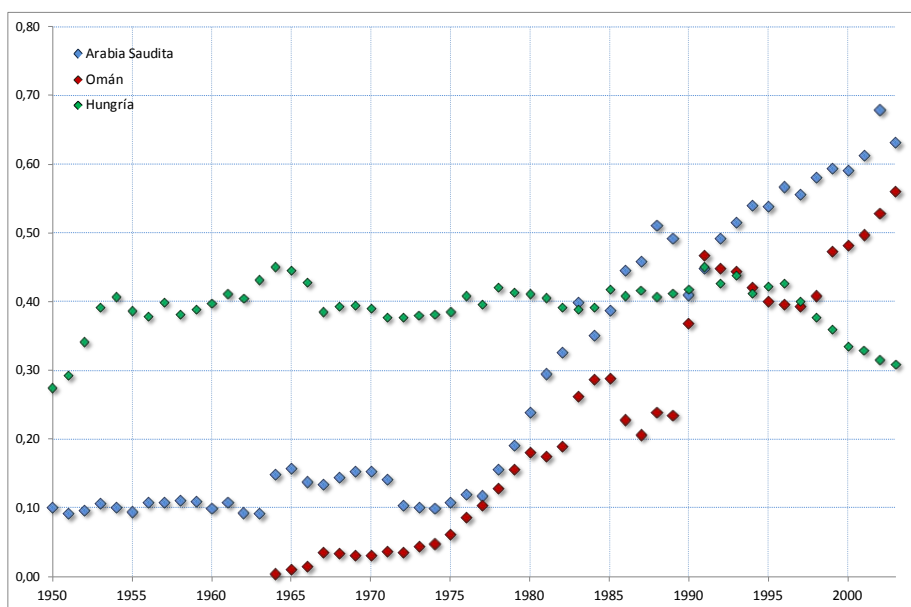
Al igual que en el caso del grupo de países de ingreso alto, los niveles mínimo y máximo de la intensidad energética se modifican y la dispersión entre estos niveles se reduce, tal como se observa en el gráfico siguiente.

Gráfico N° 4.30
Intensidad Energética países de ingreso medio alto, 1950-2003
(TEP por cada 1.000 US\$ 1990)



Nota: Los países de ingreso medio alto lo forman: Grupo 8: Noruega, Bélgica, Singapur, Irlanda, República Bolivariana de Venezuela, España, Grecia, Portugal y Argentina.

En el gráfico siguiente se presenta la evolución de los países con los niveles más altos de intensidad energética del grupo de países de ingreso medio alto.



Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos de esta investigación.

Los dos únicos países latinoamericanos de este grupo tienen un comportamiento similar a los países con igual nivel de PIB per cápita. A pesar de que Venezuela es uno de los mayores productores y exportadores de petróleo el nivel de la intensidad energética no es muy diferente a otros países de ingreso medio alto, sin embargo, dadas las nuevas condiciones tras los shocks en el precio del petróleo, su intensidad energética se eleva, pero no es tan elevada como lo que ocurre con países como Arabia Saudita u Omán.

En el caso de Argentina su intensidad energética crece desde la segunda parte del siglo XX alcanzando su máximo en la década de los años 1990's.

Se incluyó en el gráfico a Hungría por lo elevado de la intensidad energética, por lo que la evolución de su intensidad energética se mantiene relativamente constante durante todo el período de análisis, algo que no se puede decir de Arabia Saudita y de Omán, cuya intensidad energética se incrementa rápidamente a partir del primer shock en el precio del petróleo.

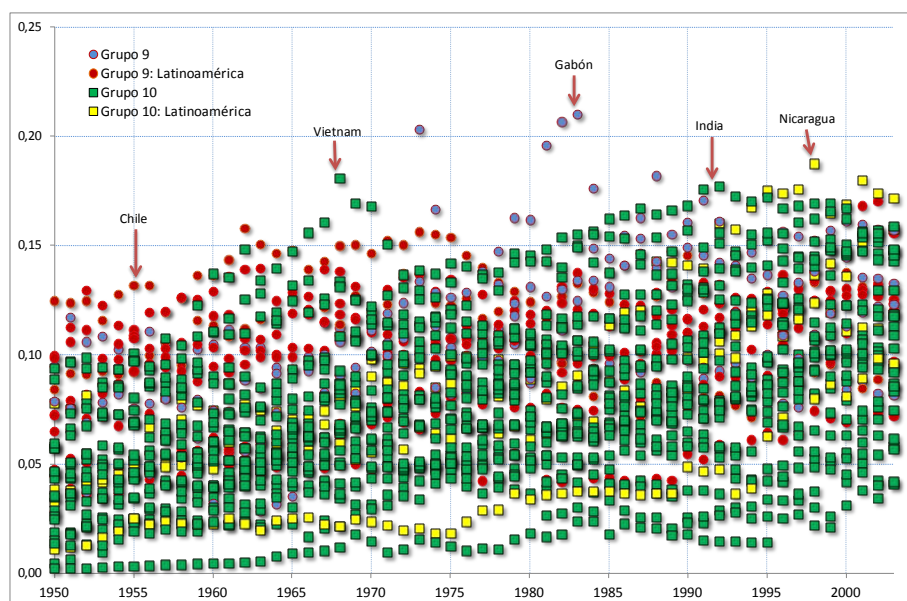
En los siguientes gráficos se analiza el comportamiento de la intensidad energética de los países de ingreso medio.

Los países de ingreso medio son los que presentan la intensidad energética más baja en la muestra analizada, pero a su vez es el grupo que muestra una dispersión entre el nivel mínimo y máximo que no se reduce luego de los shocks en el precio del petróleo. Esta evidencia refleja que países con ingreso medio requieren de las energías modernas para sostener sus actividades económicas, aún cuando sus precios en los mercados internacionales se eleven. Pensar en reemplazar las tecnologías existentes por otras que utilicen energías más eficientemente, tiene costos que probablemente los agentes económicos de estos países no pueden asumir.

Al igual que en los grupos anteriores se presenta en gráficos separados los países importadores de petróleo y en otro, los países con intensidades energéticas más elevadas.

Los países de América Latina de este grupo siguen un comportamiento similar al resto de países con ingreso medio y presentan unos niveles de intensidad energética relativamente constantes. Al final del período, su intensidad energética es de las más bajas cuando se compara con el resto de los países cuya intensidad energética fue creciendo más aceleradamente a partir de los shocks en el precio del petróleo.

Gráfico N° 4.31
Intensidad Energética países de ingreso medio, 1950-2003
 (TEP por cada 1.000 US\$ 1990)



Nota: Los países que forman cada grupo son:

Grupo 9: Hong Kong, República Árabe Siria, Gabón y Turquía.

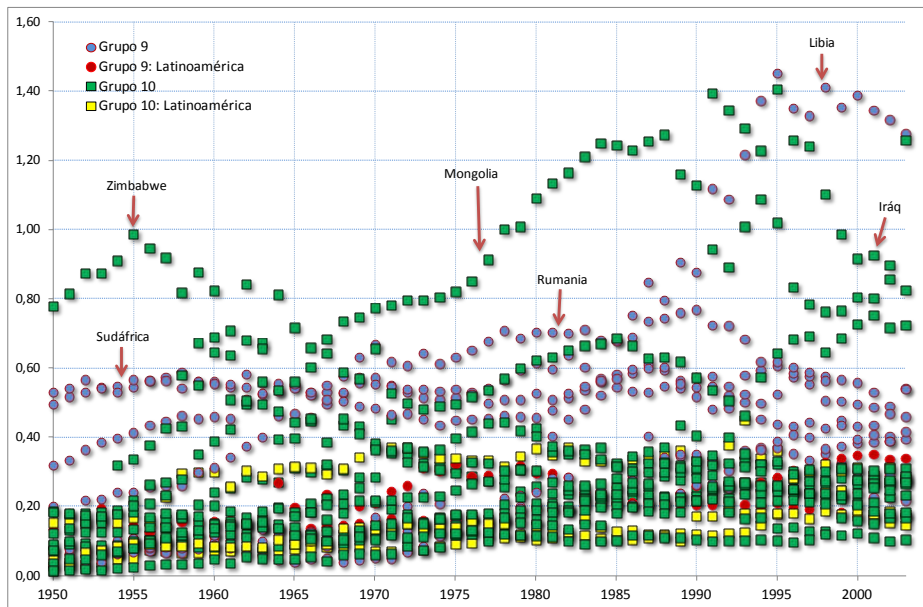
Grupo 9, Latinoamérica: Chile, Uruguay, Costa Rica, Panamá, Brasil, Colombia, Perú, Guatemala y Ecuador.

Grupo 10: Tailandia, Túnez, Congo, Sri Lanka, Marruecos, Albania, Indonesia, Filipinas, Egipto, Yemen, Senegal, Paquistán, Mozambique, Ghana, India, Nigeria, Vietnam, Benín, Camerún, Sudán, Togo, Nepal, Tanzania y Zaire.

Grupo 10, Latinoamérica: Paraguay, El Salvador, Nicaragua, Honduras y Haití.

El subgrupo dentro de los países con ingreso medio con niveles de intensidad energética más elevada, está formado por países que no necesariamente poseen capacidad exportadora de petróleo, por ejemplo Rumania y Cuba. Sin embargo, en algunos casos el sistema económico comunista explica una utilización de energías modernas mayor por unidad de PIB.

Como se observa en el gráfico siguiente, la intensidad energética de los países de América Latina está en los niveles más bajos de este subgrupo y su evolución no es muy diferente al resto de países de la muestra.



Nota: Los países que forman cada grupo son:

Grupo 9: Polonia, Bulgaria, Irán, Libia, Sudáfrica, Jordania, Rumania y Líbano.

Grupo 9, Latinoamérica: México y Jamaica.

Grupo 10: Corea del Sur, Malasia, Iraq, Argelia, Egipto, Corea del Norte, China, Zimbabue, Angola, Mongolia y Kenia.

Grupo 10, Latinoamérica: Cuba, República Dominicana y Bolivia.

Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos de esta investigación.

De este análisis se desprende que la evolución de la intensidad energética de los países de América Latina para el período 1950-2003, cuando se controla por consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita, no es muy diferente al resto de la muestra con características similares.

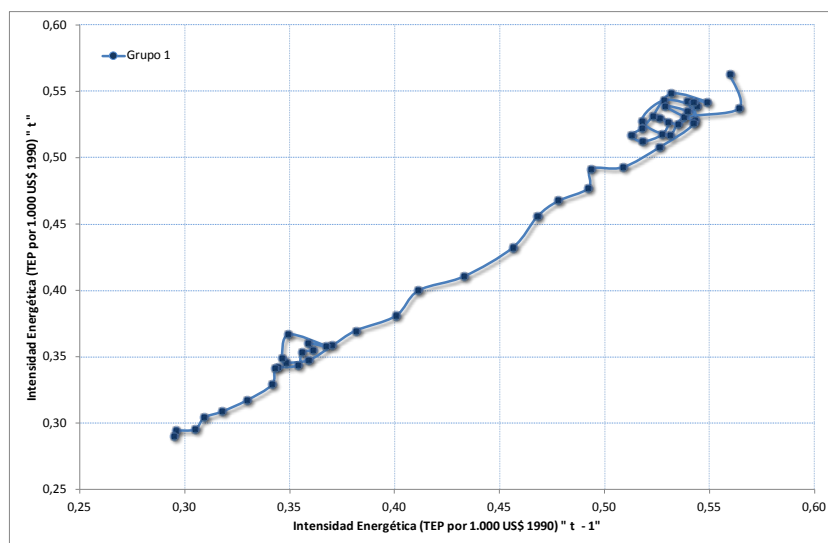
Al igual que para la muestra completa de países los países exportadores de petróleo tienen unos niveles de intensidad energética que crecen a partir del primer y segundo shock en el precio del petróleo. En el caso de los países importadores netos de petróleo la intensidad energética se reduce partir de estos shocks.

4.4.3.2 Persistencia de la intensidad energética

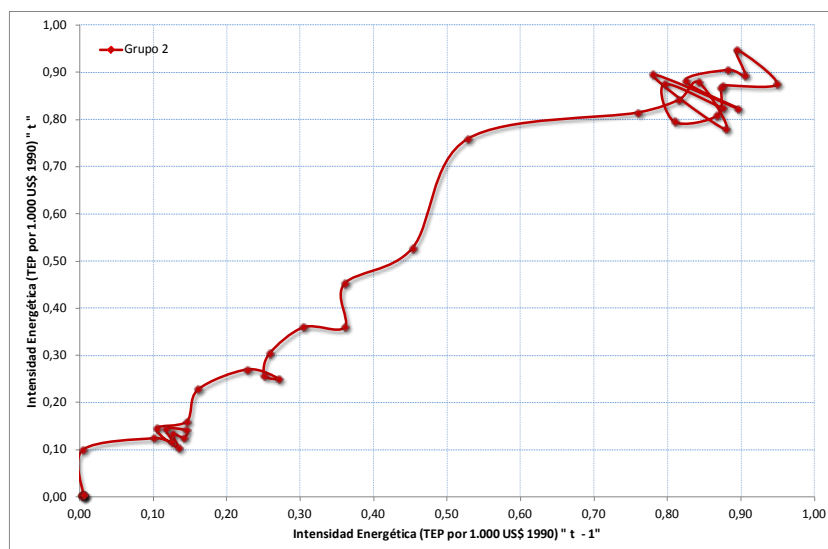
En los siguientes gráficos se presenta la evolución de la intensidad energética en el período “t” respecto al período “t-1” agrupando los gráficos según el grupo de ingreso.

Gráfico N° 4.32
Persistencia de la intensidad energética países de ingreso alto, 1950-2003
(TEP por cada 1.000 US\$ 1990)

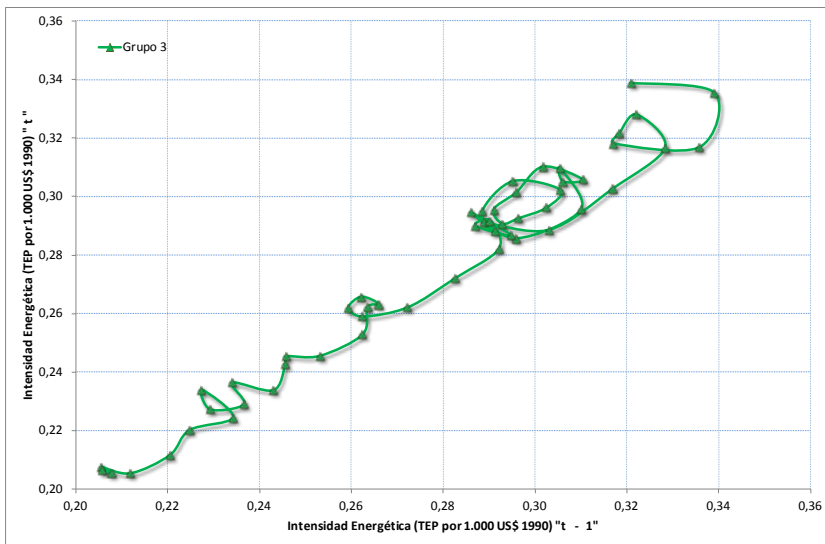
a) Grupo 1



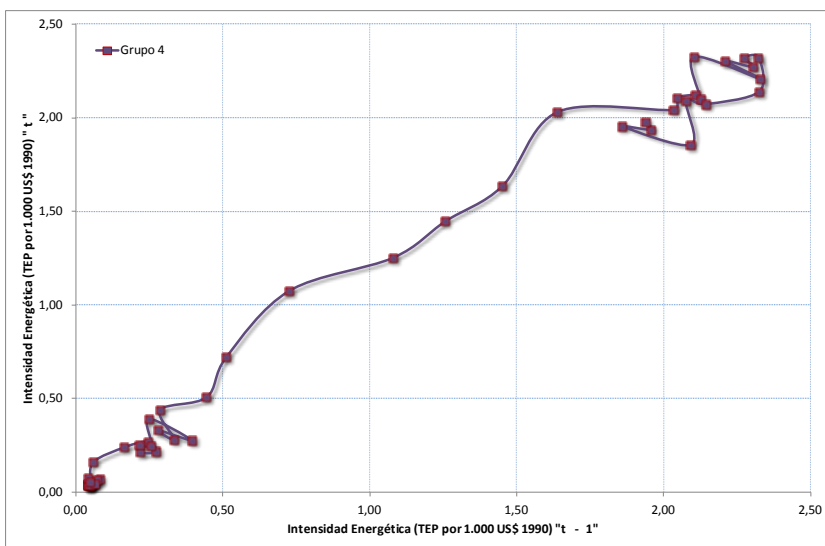
b) Grupo 2



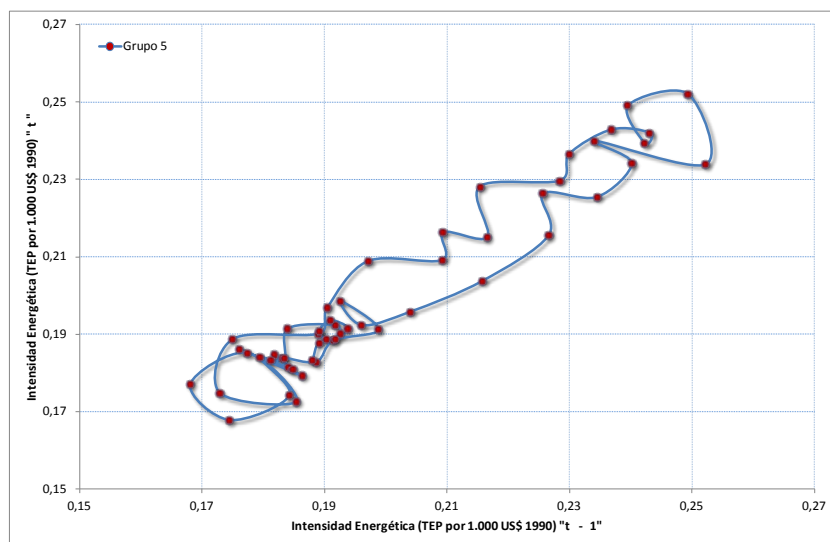
c) Grupo 3



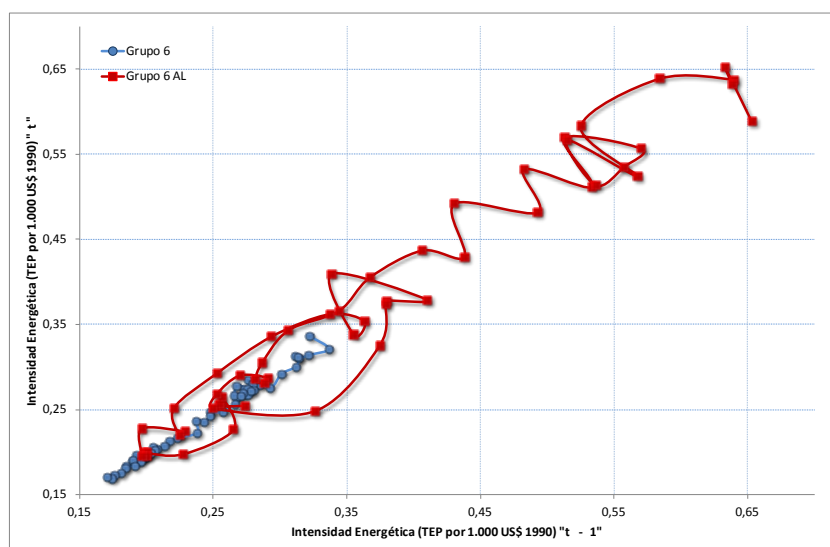
d) Grupo 4



e) Grupo 5

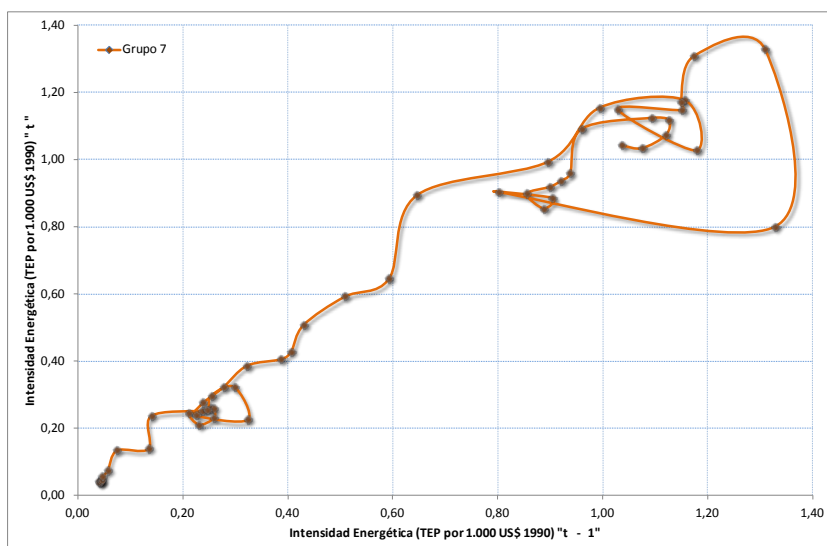


f) Grupo 6



Nota: Grupo 6 AL, corresponde a los países de América Latina que están en el grupo 6.

g) Grupo 7



Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos de esta investigación.

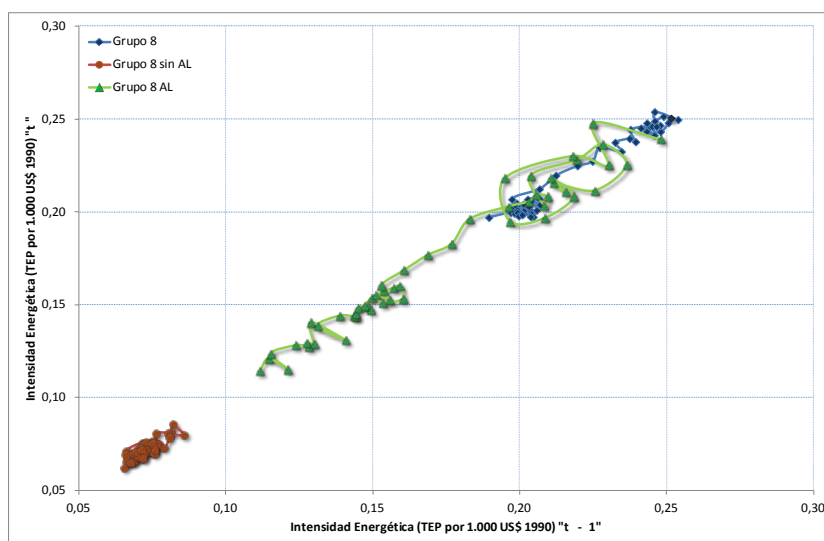
La relación entre la intensidad energética del período "t" y "t-1" en el grupo de países de ingreso alto no es lineal. Los países del grupo 1 (Estados Unidos y Canadá) y el grupo 6 excluyendo Latinoamérica (Reino Unido, Nueva Zelanda, Italia e Israel) presentan una relación casi lineal y con pocos cambios abruptos, a diferencia del grupo 3 (Australia, Dinamarca, Holanda, Suecia, Francia, Alemania, Austria y Finlandia) en que la relación es casi lineal, pero con numerosos puntos de atracción.

El comportamiento más irregular se presenta en el grupo 5 (Suiza y Japón) que se puede explicar por las decisiones de política económica implementadas en cada uno de los países y las condiciones iniciales de dotación de recursos. Para el resto de los grupos de países (incluido Trinidad y Tobago en el grupo 6) destaca la no linealidad de la intensidad energética y la existencia de más de un punto de atracción.

En el gráfico siguiente se muestra el comportamiento del grupo de países de ingreso medio alto.

Gráfico N° 4.33

Persistencia de la intensidad energética países de ingreso medio alto, 1950-2003
(TEP por cada 1.000 US\$ 1990)



Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos de esta investigación.

Nota: Grupo 8 AL, corresponde a los países de América Latina que forman parte del grupo 8.

En este grupo la intensidad energética presenta saltos abruptos y una no linealidad en la relación entre el período “t” y el período “t-1” que no se explican por los países de América Latina dentro del grupo.

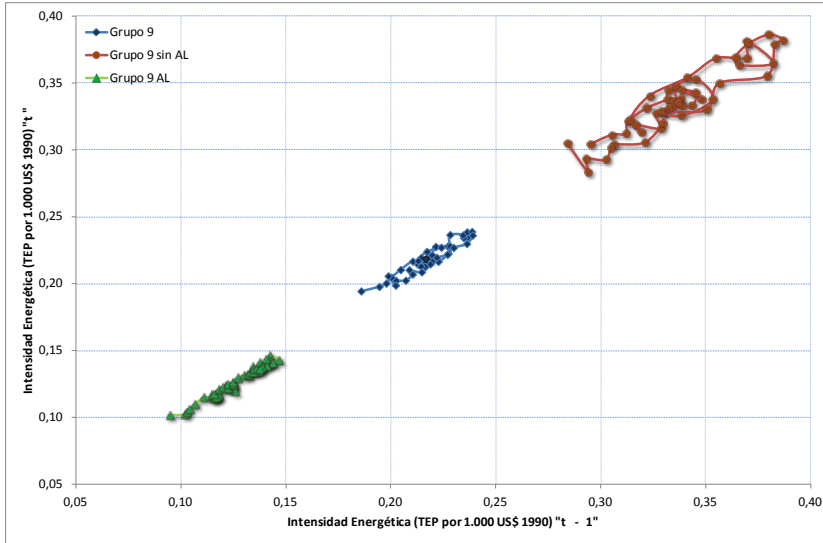
Destaca el comportamiento de Grupo 8 sin AL (Venezuela y Argentina) cuyos niveles de intensidad energética son mucho mayores que para el resto de los países del grupo. En este caso es la posición de Venezuela en el mercado del petróleo explica este comportamiento, pero persiste la no linealidad en la evolución de la intensidad energética.

En el siguiente gráfico se presenta el comportamiento en el grupo de países de ingreso medio.

Gráfico N° 4.34

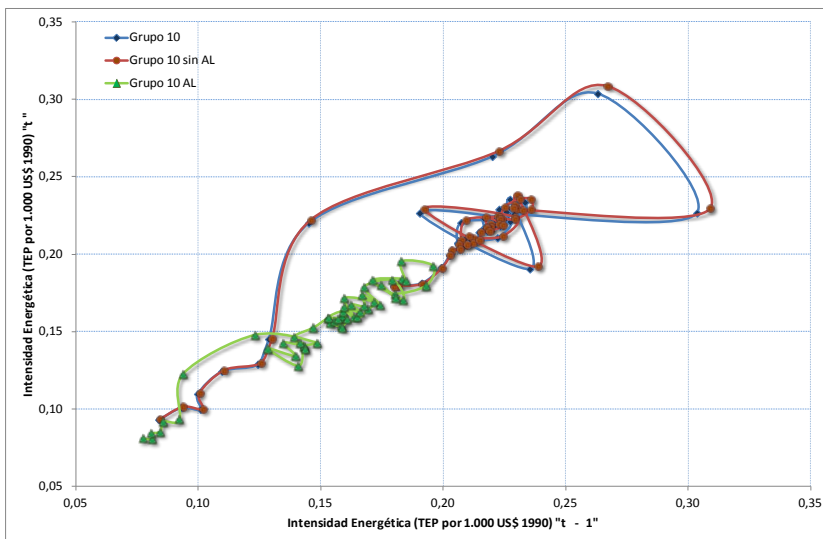
Persistencia de la intensidad energética países de ingreso medio, 1950-2003
(TEP por cada 1.000 US\$ 1990)

a) Grupo 9



Nota: Grupo 9 sin AL, corresponde a los países de América Latina dentro del grupo 9.

b) Grupo 10



Nota: Grupo 10 sin AL, corresponde a los países de América Latina dentro del grupo 10.

Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos de esta investigación.

En todos los casos no hay linealidad en la intensidad energética a través del tiempo. En el grupo 9 destaca que la intensidad energética de los países latinoamericanos (Chile, Uruguay, México, Costa Rica, Panamá, Brasil, Colombia, Perú, Guatemala, Ecuador y Jamaica) que es más baja que para el resto de países de la muestra, pero al igual que en los análisis de los párrafos precedentes persiste la no linealidad en la intensidad energética.

En el caso del grupo 10 el comportamiento de la intensidad energética en el tiempo es más volátil que lo observado en el grupo 9 del grupo de países de ingreso medio, pero en el caso de los países de América Latina (Paraguay, Cuba, República Dominicana, El Salvador, Bolivia, Nicaragua, Honduras y Haití) del grupo, la evolución de la intensidad energética no presenta los cambios abruptos del resto de países del grupo.

La evidencia muestra que con independencia de los niveles de ingreso per cápita promedio, la persistencia en la intensidad energética no es un proceso lineal, sino que se caracteriza por cambios en algunos casos muy abruptos. En aquellos países con niveles de ingreso per cápita más bajos, la intensidad energética muestra una relación no lineal que refleja las fases de transición entre puntos atractores, en el caso de los países de América Latina podemos asociarlos a los cambios estructurales de la década de los años 1980's y cambios en la composición de su matriz energética, que implican el uso de energías más eficientes (en algunos casos implica el paso de las energías tradicionales a las energías modernas).

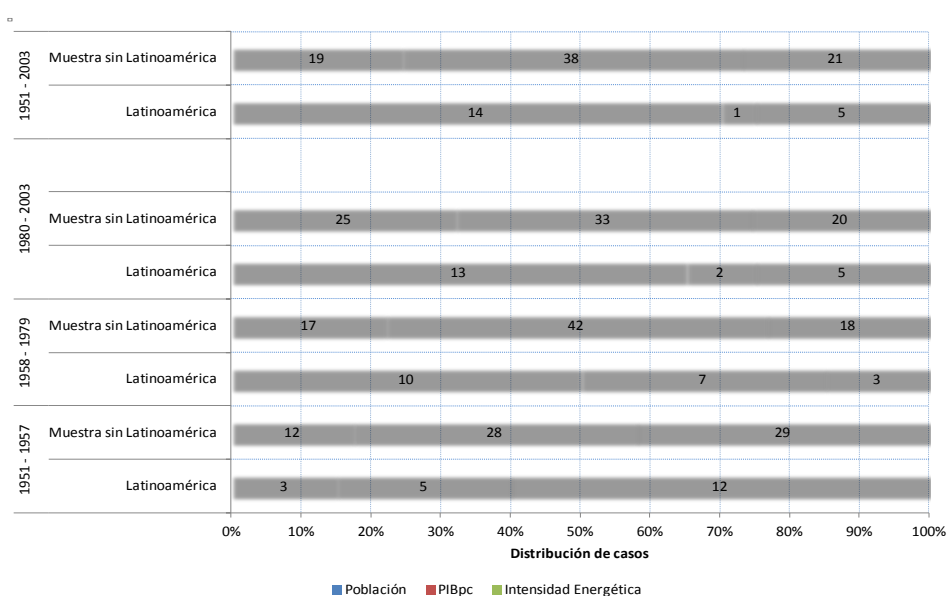
Finalmente, el comportamiento de los grupos de países en los que se encuentran países de América Latina no difiere del resto de los grupos, por lo que las experiencias de los países Latinoamericanos no son casos especiales y únicos.

4.4.3.3 Importancia de la intensidad energética en el crecimiento del consumo de aparente de energías modernas

La importancia de la intensidad energética en el crecimiento del consumo aparente de energías modernas se analiza a través de la identidad IPAT y se presentan en el gráfico siguiente.

Gráfico N° 4.35

Principal contribución a la tasa de crecimiento del consumo de energía
(número de casos y participación relativa)



Nota: Al interior de las barras se presenta la cantidad de países en cada caso.

Fuente: Elaboración propia con información del Anexo N° 4.6.

La impresión general para el período 1951-2003,⁹⁸ muestra que la contribución de la intensidad energética es la segunda variable más importante en la explicación del consumo aparente de energías modernas. La variable más importante es la población en el caso de los países latinoamericanos y el PIB per cápita en el resto de la muestra. Esta evidencia muestra la diferencia en el comportamiento de América Latina respecto a lo que ocurre en el mundo en este período.

El análisis por subperíodo revela que la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas está influenciado principalmente por la tasa de crecimiento del PIB per cápita (períodos 1958-1979 y 1980-2003) y de la intensidad energética (período 1951-1957) en el caso de la muestra de 78 países que excluye los países latinoamericanos, pero en el caso de este último grupo, la tasa de crecimiento de la población es la que impulsa el crecimiento del consumo aparente de energías modernas en los períodos 1958-1979 y 1980-2003, en cambio la intensidad energética contribuye en la explicación de la tasa de crecimiento de la energía en el período 1951-1957. Esta evidencia muestra las diferentes direcciones que tomaron los países a partir de la Segunda Guerra Mundial, donde Europa comienza su reconstrucción aplicando políticas más proteccionistas que no favorecieron al comercio Latinoamericano y redujeron las oportunidades de seguir participando del comercio internacional (Carreras, A., 2012) y por su parte los países América Latina comenzaron aplicar políticas dirigidas al desarrollo de la industrialización dirigida por el Estado.

Al interior de los 10 grupos analizados incluidos los países de América Latina, y para los períodos analizados, se observa que la variable que contribuye mayoritariamente a la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas no es la misma.

La contribución de la tasa de crecimiento de la población, el PIB per cápita y la intensidad energética a la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas en los países de América Latina tiene comportamientos particulares al interior de cada uno de los grupos en los que están presentes, pero en algunos subperíodos la mayor contribución es la misma que para el resto de los países del grupo en especial en: 1951-1957, 1958-1979. Sin embargo, la apreciación para todo el período y el subperíodo 1980-2003 es que los países latinoamericanos siguen un patrón diferente en comparación a otros países de la muestra.

Para el período completo (1951-2003) en el grupo 6, Trinidad y Tobago único país de América Latina en el grupo, muestra que el PIB per cápita tiene la mayor contribución en la explicación de la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas tal como el resto de los países de la muestra, en cambio en el caso del grupo 8 (donde está la República Bolivariana de Venezuela y Argentina) la mayor contribución a la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas lo tiene la población, pero para el resto de países del grupo le corresponde al PIB per cápita.

⁹⁸ Para comparar el comportamiento de los países latinoamericanos con el resto de la muestra se utilizó la periodización indicada en el capítulo 3 de este documento.

En el grupo 9 donde están Chile, Uruguay, México, Costa Rica, Panamá, Brasil, Colombia, Perú, Guatemala, Ecuador y Jamaica, el PIB per cápita tiene la mayor contribución en la explicación de la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas, sin embargo para el caso de los países de América Latina la población es la variable con la mayor contribución en la tasa de crecimiento de la energía.

En el grupo 10 donde están Paraguay, Cuba, República Dominicana, El Salvador, Bolivia, Nicaragua, Honduras y Haití, la intensidad energética presenta la mayor contribución en la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas, en cambio para el resto de los países del grupo es la tasa de crecimiento de la población la que contribuye mayoritariamente en la tasa de crecimiento en el consumo aparente de energías modernas.

Los países de América Latina de los grupos 9 y 10 son los que presentan mayor similitud en la variable que más contribuye en la explicación de la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas, se trata en general de países importadores netos de petróleo y este es un elemento a recordar, ya que en los apartados previos de este documento se ha indicado que la existencia de abundantes energías fósiles en los territorios modifica el comportamiento del consumo aparente de energías modernas.⁹⁹ Hay coincidencia en el período 1951-1957 donde la tasa de crecimiento del PIB per cápita contribuye mayoritariamente en la explicación de la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías en el grupo 9 y en el grupo 10 corresponde a la intensidad energética. En el período 1958-1979 en el grupo 9 mayoritariamente la tasa de crecimiento del PIB per cápita contribuye a la explicación de la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas y en el caso del grupo 10, corresponde a la población.

Esta evidencia muestra que durante el período 1951-1979 a pesar de que las condiciones que enfrentaron los países latinoamericanos y los no latinoamericanos fueron diferentes, la variable que mayoritariamente contribuyó a impulsar el crecimiento del consumo aparente de energías modernas es la misma. Además el hecho de que entre el grupo 9 y 10 la variable que mayoritariamente contribuye en la explicación de la tasa de crecimiento del consumo de energías modernas sea diferente, se explica por los distintos niveles de PIB per cápita que tienen, cuyo origen está en la fase de desarrollo diferente en que se encuentra cada grupo de países, siendo los países del grupo 10 los más rezagados de la muestra. En el período siguiente (1980-2003) se rompe esta sintonía entre los países de América Latina y los no latinoamericanos. Este resulta da cuenta de las diferentes sendas de crecimiento en las que está cada grupo de países de la muestra y que los cambios estructurales en las economías han comenzado a dar resultados.

Otro elemento que destaca del análisis de las contribuciones en la explicación de la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas, es que en los períodos 1951-1957 y 1980-2003 y para los grupos del 1 al 7 mayoritariamente la contribución de la intensidad energética es negativa. Por ende los países de estos

⁹⁹ Este resultado se puede atribuir a políticas en las que la existencia de un recurso abundante, permite precios internos más bajos en comparación a los observados en los mercados internacionales, lo que no incentiva un uso eficiente de la energía por cada unidad de PIB.

grupos estarían en la fase decreciente de la curva de Kuznets y serían los países que emplean más eficientemente la energía, es decir, por cada unidad de Producto obtenido requieren menos unidades de energías modernas. Este resultado no es privativo sólo de países de más altos ingreso per cápita (y más desarrollados) sino que también está presente en países de un ingreso más bajo, pero con menos frecuencia.

4.5 Análisis de corto plazo: co-movimiento entre energía y PIB

En las secciones anteriores se ha analizado el comportamiento del consumo de energías tanto a nivel latinoamericano como a nivel individual, en esta sección se analiza el comportamiento del consumo de energías a lo largo del ciclo económico de cada uno de los 20 países que forman la muestra bajo estudio. El análisis del co-movimiento del consumo de energías y el PIB se realiza por medio del coeficiente de correlación cruzada.

4.5.1 Metodología

Una serie económica como el PIB y el consumo de energía anual está formada por un componente tendencial, uno cíclico y un componente irregular. Para extraer la tendencia de una serie existen numerosos filtros, sin embargo y a pesar de los reparos que se tienen, se emplea habitualmente el filtro de Hodrick y Prescott (HP). En este estudio se utiliza este filtro, pero con un coeficiente de penalización $\left(\lambda = \frac{1.600}{4^4}\right)$ siguiendo las sugerencias de Ravn, M. y H. Uhlig (2001) y no $\lambda = 100$ como se indica en Hodrick y Prescott (1980).

Se aplica el filtro HP a las series en logaritmo natural, así se obtiene el componente cíclico y de tendencia de la serie. El análisis se aplica al componente cíclico del consumo de energías modernas per cápita y el PIB per cápita para cada uno de los países, luego se estima la correlación cruzada entre el PIB per cápita contemporáneo con los adelantos y rezagos del consumo de energías per cápita de cada país.

La correlación será significativa cuando el valor calculado es mayor a $\pm \frac{2}{\sqrt{N}}$, que es aproximadamente igual a dos errores estándares y N es el número de observaciones.

En el análisis de co-movimiento de las series de energía se identifican dos características:¹⁰⁰

- i. La dirección del movimiento de la serie del consumo per cápita de energías modernas con el movimiento del PIB per cápita de cada país. Una **variable es procíclica** si se **mueve en la misma dirección** que el PIB, será **anticíclica** si se mueve en **dirección opuesta** y será **acíclica** si

¹⁰⁰ La siguiente explicación se toma de Restrepo, J. y C. Soto (2006, p. 23).

no presenta correlación con el PIB, es decir, que la correlación no es significativa.

- ii. Una variable con correlación significativa cuyos **movimientos son anteriores** al movimiento del PIB será una variable que **lidera (o antecede) el ciclo económico**, esto significa que en el consumo de energía son los factores de oferta los que incentivan los mayores o menores consumos. Si el consumo de energía **se mueve con posterioridad** a los movimientos del PIB el consumo es una variable que está **rezagada respecto al ciclo** y son los factores de demanda los que están influyendo. Finalmente, cuando la correlación significativa **es contemporánea**, el consumo de energías es una variable **coincidente con el ciclo**.

4.5.2 Evidencia empírica

El cuadro N° 4.7 resume la evidencia asociada a la dirección del movimiento entre el consumo de energías modernas per cápita respecto al movimiento del PIB¹⁰¹ per cápita en el período contemporáneo.

¹⁰¹ Este apartado reestima con las nuevas series de energía los ejercicios publicados en Jofré, J. (2008a).

Cuadro N° 4.7
Dirección del co-movimiento del consumo de energía per cápita y PIB per cápita

	X	X - 2003		1951 - 2003		X - 1912		1913 - 1930		1931 - 1940		1941 - 1950		1951 - 1957		1958 - 1979		1980 - 2003	
	Inicio de las series	Corr.	Prob.	Corr.	Prob.	Corr.	Prob.	Corr.	Prob.	Corr.	Prob.	Corr.	Prob.	Corr.	Prob.	Corr.	Prob.	Corr.	Prob.
Grandes consumidores y productores de petróleo																			
R.B. Venezuela	1900	-0,061	0,541	0,221	0,111	-0,262	0,388	0,059	0,818	0,211	0,558	0,745	0,013	0,115	0,807	0,426	0,048	0,221	0,299
Grandes consumidores																			
Argentina	1900	-0,141	0,154	0,574	0,000	-0,410	0,164	0,320	0,196	0,568	0,087	0,651	0,042	0,270	0,558	0,697	0,000	0,597	0,002
Cuba	1929	0,291	0,012	0,325	0,018					0,216	0,548	0,605	0,064	0,695	0,083	0,377	0,083	-0,059	0,783
Chile	1880	0,540	0,000	0,516	0,000	-0,038	0,832	0,651	0,003	0,949	0,000	-0,002	0,997	-0,604	0,151	0,784	0,000	0,395	0,056
México	1900	0,003	0,979	0,638	0,000	-0,074	0,810	-0,083	0,743	0,500	0,141	-0,272	0,447	0,608	0,147	0,498	0,019	0,737	0,000
Uruguay	1880	0,324	0,000	0,314	0,022	0,212	0,235	0,308	0,213	0,688	0,028	0,510	0,132	0,428	0,338	0,058	0,798	0,415	0,044
Medianos consumidores																			
Brasil	1880	0,343	0,000	0,485	0,000	0,183	0,309	0,456	0,057	0,628	0,052	0,506	0,135	-0,306	0,504	0,386	0,076	0,875	0,000
Costa Rica	1920	0,323	0,003	0,271	0,050					0,472	0,168	0,304	0,393	-0,010	0,983	0,499	0,018	0,469	0,021
Ecuador	1939	-0,149	0,237	0,260	0,060							-0,440	0,203	-0,165	0,724	0,044	0,845	0,414	0,045
Perú	1896	-0,103	0,288	0,418	0,002	-0,193	0,458	0,384	0,115	0,856	0,002	-0,222	0,537	-0,345	0,449	0,591	0,004	0,526	0,008
República Dominicana	1950	-0,352	0,009	-0,332	0,015									-0,791	0,034	0,412	0,057	-0,154	0,474
Pequeños consumidores																			
Bolivia	1945	-0,122	0,356	0,239	0,085									0,509	0,244	0,503	0,017	0,202	0,344
Colombia	1900	0,142	0,151	0,387	0,004	0,206	0,500	0,235	0,348	0,747	0,013	0,870	0,001	0,553	0,198	0,121	0,590	0,606	0,002
El Salvador	1920	0,174	0,113	0,436	0,001					0,418	0,229	0,213	0,556	0,384	0,395	0,452	0,035	0,440	0,032
Guatemala	1920	0,309	0,004	0,261	0,059					0,749	0,013	0,663	0,037	-0,197	0,673	0,258	0,246	0,419	0,041
Haití	1945	-0,038	0,776	0,330	0,016									0,331	0,468	0,285	0,198	0,638	0,001
Honduras	1920	-0,042	0,704	-0,184	0,188					-0,141	0,699	0,270	0,450	-0,026	0,956	-0,007	0,976	-0,507	0,011
Nicaragua	1920	-0,133	0,229	0,535	0,000					0,364	0,301	0,404	0,247	0,691	0,086	0,615	0,002	0,273	0,197
Paraguay	1939	0,181	0,149	-0,095	0,499							0,347	0,326	-0,646	0,117	0,199	0,374	-0,078	0,716
Panamá	1945	0,346	0,007	0,059	0,676									-0,216	0,642	0,246	0,270	0,197	0,357

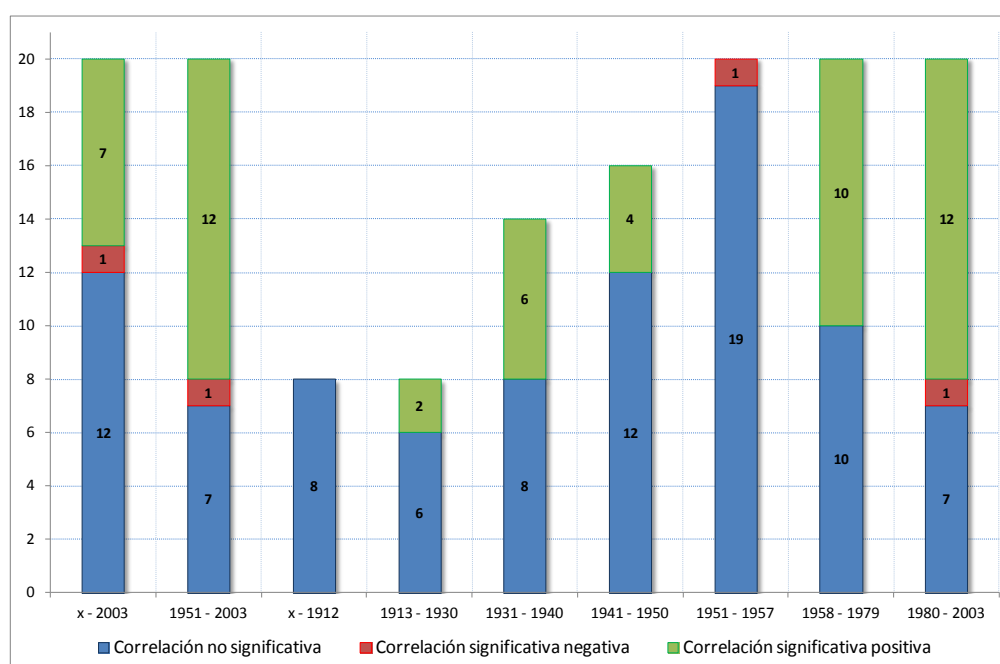
Nota: Corr. = Correlación, Prob. = Probabilidad, "X" se refiere al año en que comienza la serie.

Fuente: Elaboración propia.

El resumen de casos del análisis de la correlación contemporánea muestra que para todo el período, mayoritariamente el movimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita y del PIB per cápita es acíclico (correlación no significativa al nivel de significancia del 5%) con una participación del 60% en el total de países, luego sigue el movimiento procíclico con un 35% de los casos (correlación significativa y positiva entre el movimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita).

Para un período más corto (1951-2003) el movimiento procíclico representa el 60% de los casos, el 35% corresponde al movimiento acíclico y el 5% al movimiento anticíclico. Se observa en el cuadro anterior que estos resultados no dependen del tipo de país (grande, mediano o pequeño consumidor de energías modernas per cápita).

Gráfico N° 4.36
Dirección del movimiento cíclico
(número de casos)



Fuente: Elaboración propia con información del cuadro N° 4.7.

El período 1951-1957 (etapa clásica de la industrialización dirigida por el Estado) destaca por presentar la mayor cantidad de casos con un movimiento acíclico (correlación no significativa) del consumo aparente de energías modernas per cápita respecto del PIB per cápita. Esta evidencia debe apoyarse en el desfase del co-movimiento para saber con exactitud si las políticas económicas que inducían la industrialización lograron que el consumo de energías modernas se anticipara o no al movimiento de la actividad económica.

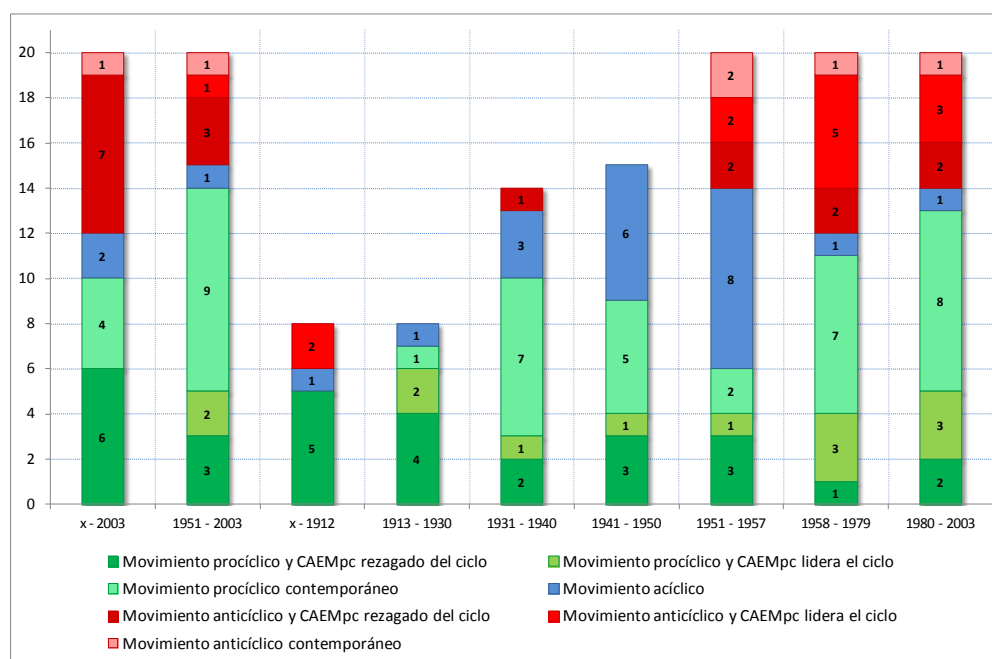
A partir del período 1958-1979 (etapa madura de la industrialización dirigida por el Estado), el predominio de la correlación no significativa de los movimientos cíclicos pasa a ser secundario y el movimiento procíclico del consumo aparente de

energías modernas per cápita está presente en la mayoría de los casos. Esta evidencia apoya lo que la teoría indica de la relación de largo plazo entre energía y actividad económica, pero ahora en el corto plazo.

En todos los casos no hay diferencia entre los países grandes, medianos y pequeños consumidores de energías modernas.

En el período completo de la muestra, la mayor cantidad de casos observados está en el consumo aparente de energías modernas rezagado respecto del ciclo económico, siendo el movimiento anticíclico el que tiene más casos (35%) y luego sigue el movimiento procíclico (30%). Para el período 1951-2003 el 70% de los casos corresponde al movimiento procíclico, el 25% al movimiento anticíclico y el 5% al movimiento acíclico, tal como se observa en el gráfico siguiente.

Gráfico N° 4.37
Desfases del co-movimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita respecto del ciclo económico (número de casos)



Fuente: Elaboración propia con información del cuadro N° 4.8.

En todos los períodos el movimiento procíclico es el que reúne la mayor cantidad de casos, la única excepción es el período 1951-1957 donde el movimiento acíclico tiene la mayor cantidad de casos. Además cuando se contrasta con la información del gráfico 4.36, se observa para los únicos períodos en que la tasa de crecimiento de la población no es la principal variable que explica la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas ocurre en: 1880-1912, 1913-1930 y 1951-1957. En estos períodos la tasa de crecimiento de la intensidad energética es la que más contribuye en la explicación de la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas, es por lo tanto, el último período una excepción respecto al resultado observado en el co-movimiento en el consumo aparente de energías modernas per cápita en el patrón observado en los otros períodos.

Al descomponer al interior del movimiento procíclico a partir del período 1931-1940, con la excepción del período 1951-1957, el movimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita es mayoritariamente contemporáneo al movimiento del PIB per cápita, lo que tiene su origen en la mayor contribución de la tasa de crecimiento de la población en la explicación de la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas. Esta evidencia muestra que el movimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita van en la misma dirección y frecuentemente ambas variables son coincidentes en el movimiento, por lo que la actividad económica crece y los consumos de energías también lo hacen influenciados principalmente por las decisiones de los hogares, que a su vez depende del tamaño de la población.

En los períodos previos a 1931, predomina el movimiento procíclico y un consumo aparente de energías modernas per cápita que se mueve con posterioridad al movimiento del PIB per cápita, este comportamiento está vinculado a la mayor contribución de la tasa de crecimiento de la intensidad energética en la explicación de la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas. Este resultado tiene sentido si se considera que los países que fueron parte de la primera globalización fueron los primeros que incorporaron las energías modernas en sus canastas energéticas y los primeros en industrializarse, lo que implicó que comenzaron tempranamente a adoptar tecnologías que utilizaban más eficientemente las energías más modernas y son los menos rezagados comparados con los países europeos, Yáñez, C. y A. Carreras (2012: p. 17).

Cuando se compara los períodos de más bajo crecimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita (1913-1930 y 1980-2003) con el resto de los períodos historiográficos, no se observa diferencia respecto a la dirección y desfase del co-movimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita.

En cuadro N° 4.8 se muestra los desfases del co-movimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita. El análisis agrupa el comportamiento por cada uno de los patrones de consumo de energía y los períodos historiográficos definidos en esta investigación.

a) **Grandes consumidores y productores de petróleo.** Durante todo el período de análisis (1900-2003) el co-movimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita de Venezuela es acíclico (es decir, la correlación entre el movimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita no es significativa).

Para este grupo destacan cuatro tipos de co-movimientos y desfases: (i) procíclico y el consumo de energías modernas va rezagado respecto de la actividad económica en los períodos 1900-1912 (finales de la primera globalización)¹⁰² y 1913-1930 (período de entre guerras pre Gran Depresión), (ii) procíclico con un co-movimiento de las energías modernas contemporáneo

¹⁰² Se utiliza los nombres de las etapas para los períodos definidos en el capítulo 3 de este documento.

en el período 1941-1950 (etapa clásica (I) de la industrialización dirigida por el Estado), (iii) acíclico en los períodos 1931-1940 (entre guerras post Gran Depresión) y 1951-1957 (etapa clásica (II) de la industrialización dirigida por el Estado) y (iv) anticíclico y un co-movimiento del consumo aparente de energías modernas que lidera al ciclo en los períodos 1958-1979 (etapa madura de la industrialización dirigida por el Estado) y 1980-2003 (era neoliberal). En todos los períodos indicados, salvo el último, son los factores de demanda los que impulsan en el consumo energético.

El comportamiento reportado se puede explicar por la situación excepcional de la abundancia de un recurso no renovable altamente demandado, pero con una gestión de los ingresos generados (y de la política macroeconómica) casi como si se tratara de un recurso natural con disponibilidad infinita.

- b) **Grandes consumidores de energías modernas.** En los períodos de altas y bajas tasas de crecimiento del consumo de energías, en general se observa que el consumo de energías per cápita es procíclico y en la mayoría de los casos es un co-movimiento contemporáneo (el movimiento de la energía y la actividad económica coinciden).

El grupo de grandes consumidores de energía, formado por Argentina, Cuba, Chile, México y Uruguay, para el período completo el co-movimiento del consumo aparente de energías modernas va en la misma dirección que el movimiento del PIB per cápita y es coincidente en el ciclo.¹⁰³

Hay dos patrones que están presentes en este grupo: (i) movimiento procíclico del consumo aparente de energías modernas per cápita y rezagado respecto del movimiento del PIB per cápita en los períodos 1880-1912 (primera globalización), 1913-1930 (entre guerras pre Gran Depresión) y 1980-2003¹⁰⁴ (era neoliberal) y (ii) movimiento procíclico con movimiento contemporáneo del consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita en los períodos 1931-1940 (entre guerras post Gran Depresión), 1941-1950 (etapa clásica (I) de la industrialización dirigida por el Estado) y 1958-1979 (etapa madura de la industrialización dirigida por el Estado).

En el período de más alta tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita (1880-1912) y en el de más baja tasa de crecimiento (1980-2003) el consumo de energías va rezagado en relación al ciclo, y en la misma dirección,¹⁰⁵ por lo tanto, son los factores de demanda los que están impulsando el crecimiento más alto en el consumo de energías y que seguramente tiene su origen en el consumo de más artefactos, maquinarias y equipos que requieren de energías modernas para funcionar y que son

¹⁰³ Gómez-López, C. (2011) reporta un resultado similar para el caso de México para el período 1980-2005.

¹⁰⁴ En este período también el movimiento procíclico contemporáneo presenta igual cantidad de casos.

¹⁰⁵ Gómez-López, C. (2011: p. 73) encuentra que el consumo de energía del sector industrial es el único que lidera el ciclo y el resto de los sectores (residencial, comercial, sector público y transporte) van rezagados. Este resultado es diferente al de esta investigación, ya que para el período 1980-2003 el consumo de energías per cápita es contemporáneo al movimiento del PIB per cápita.

utilizados por más familias y empresas, lo que significa que una vez que se produce el incremento del PIB, en períodos posteriores los agentes toman las decisiones que implican mayores consumos de energía.

El período 1951-1957 sobresale porque dentro del grupo no hay un co-movimiento que esté presente mayoritariamente, así por ejemplo sólo Cuba muestra movimiento del consumo aparente de energías modernas contemporáneo al PIB per cápita, Uruguay no muestra una correlación significativa en el co-movimiento, en los casos de Argentina, Chile y México el movimiento del consumo de energías modernas es anticíclico, pero desfasado, contemporáneo y liderando el ciclo respectivamente. Esta evidencia es el reflejo de las diferentes políticas económicas implementadas.

- c) **Medianos consumidores de energías modernas.** Para el período completo en este grupo, formado por Brasil, Costa Rica, Ecuador, Perú y República Dominicana, mayoritariamente se observa un movimiento procíclico y rezagado del consumo aparente de energías modernas per cápita. Esta evidencia muestra que son factores de demanda los que explican el consumo de energías modernas y se diferencian con el grupo de grandes consumidores de energías modernas por el rezago.

En este grupo predominan dos co-movimientos: (i) movimiento procíclico contemporáneo en los períodos 1931-1940, 1958-1979¹⁰⁶ y 1980-2003 y (ii) movimiento acíclico en los períodos 1941-1950, 1951-1957.

La prociclicidad y la coincidencia del ciclo entre el movimiento del consumo de energías modernas per cápita y el PIB per cápita se puede explicar por el hecho de que en las fases de crecimiento más alto del PIB, apoyado en una mayor industrialización, se demanda una mayor cantidad de energía, sin embargo en las etapas de incipiente industrialización ambos ciclos no están asociados, porque las decisiones de los agentes económicos aún no se traducen en un crecimiento económico concreto.

¹⁰⁶ En este período tiene igual número de casos el co-movimiento anticíclico y el consumo aparente de energías modernas aparecen liderando el ciclo.

Cuadro N° 4.8
Desfase del co-movimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita

	X - 2003	1951 - 2003	X - 1912	1913 - 1930	1931 - 1940	1941 - 1950	1951 - 1957	1958 - 1979	1980 - 2003
	Significancia	Significancia	Significancia	Significancia	Significancia	Significancia	Significancia	Significancia	Significancia
Grandes consumidores y productores de petróleo									
R.B. Venezuela	⊖	⊖	(+) t+4 (*)	(+) t+6 (*)	⊖	(+) t	⊖	(-) t-2	(-) t-3 (*)
Grandes consumidores									
Argentina	(-) t+9	(+) t	(+) t+6 (*)	(+) t+1	(+) t (*)	(+) t	(-) t+4 (*)	(+) t	(+) t
Cuba	(+) t	(+) t+1			(-) t+2	(+) t (*)	(+) t (*)	(+) t-9	(-) t-5
Chile	(+) t	(+) t	(-) t-6 (*)	(+) t	(+) t	(+) t-5 (*)	(-) t (*)	(+) t	(+) t+6
México	⊖	(+) t	⊖	(+) t-2 (*)	(+) t-1 (*)	⊖	(-) t-2 (*)	(+) t	(+) t
Uruguay	(+) t+1	(-) t+4	(+) t+6 (*)	(+) t+1	(+) t	(+) t+1	⊖	(-) t-8	(+) t+1
Medianos consumidores									
Brasil	(+) t	(+) t	(-) t-2	(+) t-9	(+) t (*)	⊖	(-) t-1	(-) t-3	(+) t
Costa Rica	(-) t+2	(+) t (*)			(+) t+6 (*)	⊖	⊖	(+) t	(+) t
Ecuador	(+) t+5	(+) t-1				(+) t+3	⊖	(-) t-3	(+) t-1
Perú	(+) t+4	(+) t	(+) t+4 (*)	⊖	(+) t	⊖	⊖	(+) t	(+) t
República Dominicana	(-) t	(-) t					(-) t	(-) t+3	(-) t+6
Pequeños consumidores									
Bolivia	(-) t+8 (*)	(-) t+3					(+) t+1 (*)	(+) t-1	(+) t-2 (*)
Colombia	(+) t+1	(+) t	(+) t+1	(+) t+9 (*)	(+) t	(+) t	(+) t+1	(-) t-8	(+) t
El Salvador	(-) t+1	(+) t			⊖	⊖	⊖	(+) t	(+) t-1
Guatemala	(-) t+1	(+) t-1			(+) t	(+) t	(+) t-1 (*)	(+) t+1	(+) t
Haití	(-) t+4	(-) t+3					⊖	(-) t+1	(+) t
Honduras	(-) t+10	(+) t+1 (*)			(+) t+1	(+) t+1	(+) t+1	⊖	(-) t
Nicaragua	(+) t+6	(+) t			⊖	⊖	(+) t (*)	(+) t	(-) t-6
Paraguay	(+) t+7	(-) t-5 (*)					⊖	(-) t (*)	⊖
Panamá	(+) t	(+) t+5 (*)					(-) t+1 (*)	(+) t-1 (*)	(-) t+8

Notas: (*) : Correlación significativa al 10%, ⊖ : correlación no significativa ni al 5% ni al 10%, (+) : correlación positiva, (-) : correlación negativa y “ t +/- j ” desfasés significativos.

Fuente: Elaboración propia.

d) **Pequeños consumidores de energías modernas.** Este grupo está formado por los países que más se han rezagado al interior de Latinoamérica (Bolivia, Colombia, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Nicaragua, Paraguay y Panamá) y para todo el período el movimiento anticíclico y rezagado del consumo aparente de energías modernas es el co-movimiento que presenta la mayor frecuencia.

Nuevamente son los factores de demanda los que impulsan estos mayores consumos, es decir primero aumenta la actividad económica y luego, el consumo de energía, pero rezagadamente, porque los agentes toman decisiones ya habiendo observado lo que ocurre con el PIB.

Este es el único grupo de países que en todos los períodos historiográficos, a excepción del período 1951-1957, está presente el movimiento procíclico y contemporáneo del consumo aparente de energías modernas.¹⁰⁷ En el período 1951-1957 el consumo de energías modernas per cápita es procíclico y va rezagado respecto de lo que pasa con el PIB.

El movimiento en la misma dirección y la coincidencia en el ciclo del consumo de energías y del PIB, se explica por la existencia de una influencia recíproca contemporánea entre ambas variables, ya que para generar la actividad económica, necesariamente las empresas deben comprar energía o generarla, y la energía es un factor productivo que se complementa con los factores productivos tradicionales.

En la medida que los países tienen una canasta de consumo energético con una mayor participación de las energías modernas, prima el movimiento procíclico y la coincidencia del ciclo del consumo de energía con el ciclo del PIB, a su vez, en las fases de cambio estructural la no relación entre ambos ciclos es el elemento característico.

La influencia recíproca contemporánea entre ambas variables, ocurre porque para generar la actividad económica las empresas deben comprar energía o generarla, pero también los hogares demandan más energías modernas cuando el nivel de ingreso per cápita les permite acceder a un mayor número de aparatos domésticos que funcionan con electricidad o con petróleo (o gasolina) como los automóviles, esto explicaría por qué en los análisis de causalidad entre energía y PIB no se encuentre una dirección de causalidad unívoca. En los siguientes apartados de esta tesis se analiza la dirección de causalidad entre ambas variables.

¹⁰⁷ El período 1958-1979 también tiene igual cantidad de casos el movimiento anticíclico y liderando el ciclo el consumo aparente de energías modernas per cápita.

4.6 Análisis de largo plazo: causalidad entre energía y PIB

4.6.1 El concepto de causalidad

El concepto de causalidad fue desarrollado por C. Granger a finales de los años sesenta. Tal como señala Granger, la causalidad tiene dos componentes:¹⁰⁸

- “...1. La causa ocurre antes del efecto, y
2. La causa contiene información sobre el efecto que es única, y no está en otra variable.

Una consecuencia de esta afirmación es que la variable causal puede contribuir a la predicción de la variable efecto después de que se hayan utilizado previamente otros datos...”

La causalidad que define C.W. Granger no es una “causalidad verdadera”, sino una “causalidad a la Granger” tal como señala el autor. En términos formales (Granger, 1969) esta causalidad se define como: *si un evento “A” ocurre después del evento “B”, entonces “A” no puede causar a “B”*, de tal forma que el futuro no puede causar el pasado.

Desde el punto de vista econométrico para estimar la causalidad se pueden presentar dos casos: (i) ambas variables no estén cointegradas y (ii) ambas variables estén cointegradas.

Caso (i): cuando las **variables no están cointegradas** se deben estimar dos ecuaciones:

$$(1) \quad d(\ln PIB)_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i d(\ln PIB)_{t-i} + \sum_{j=1}^n \lambda_j d(\ln E)_{t-j} + v_t$$

$$(2) \quad d(\ln E)_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^m \beta_i d(\ln E)_{t-i} + \sum_{j=1}^n \delta_j d(\ln PIB)_{t-j} + \varepsilon_t$$

donde:

$\ln PIB_t$ = logaritmo natural del PIB en términos reales en el período “t”

$\ln E_t$ = logaritmo natural del Consumo de Energías en TEP en el período “t”

d = operador de primeras diferencias

v_t = residuo de la ecuación (1)

ε_t = residuo de la ecuación (2)

¹⁰⁸ Granger, C.W. (2004: p. 204), el texto corresponde a la versión revisada del discurso pronunciado por el profesor Clive W. Granger en Estocolmo, el 8 de diciembre de 2003 cuando recibió junto a Robert Engle el Premio Nobel de Economía.

Cuando el *consumo de energía causa al PIB, en el sentido Granger*, en la primera ecuación debe ocurrir que $\sum_{j=1}^n \lambda_j \neq 0$. En la segunda ecuación, el *PIB causa, en el sentido Granger, al consumo de energía* cuando se cumple que $\sum_{j=1}^n \delta_j \neq 0$.

Cuando se prueba que los coeficientes anteriores, cada uno en la respectiva ecuación, son no significativamente diferentes de cero la variable explicativa no causa a la variable dependiente.

Caso (ii): cuando las **variables están cointegradas** se deben estimar dos ecuaciones:

$$(3) \quad d(\ln PIB)_t = \alpha_0 + \theta_1 CE_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i d(\ln PIB)_{t-i} + \sum_{j=1}^n \lambda_j d(\ln E)_{t-j} + v_t$$

$$(4) \quad d(\ln E)_t = \beta_0 + \theta_2 CE_{t-1} + \sum_{i=1}^m \beta_i d(\ln E)_{t-i} + \sum_{j=1}^n \delta_j d(\ln PIB)_{t-j} + \varepsilon_t$$

donde:

CE_{t-1} = término de corrección del error. En la ecuación (3) este término se construye como: $CE_t = \ln PIB_t - \hat{\alpha}_0 - \hat{\lambda}_1 \ln E_t$. En el caso de la ecuación (4) la variable se construye como: $CE_t = \ln E_t - \hat{\beta}_0 - \hat{\delta}_1 \ln PIB_t$.

En las ecuaciones (3) y (4) los coeficientes θ_1 y θ_2 miden la velocidad de ajuste de los desequilibrio de largo plazo que se producen en la relación entre PIB y energía de corto plazo. Luego, existen dos fuentes de causalidad: (i) la causalidad de largo plazo que se presentan cuando θ_1 y θ_2 son significativos (es decir, $\theta_1 \neq 0, \theta_2 \neq 0$), y (ii) la causalidad de corto plazo se verifica con la significancia

de $\sum_{j=1}^n \lambda_j$ y $\sum_{j=1}^n \delta_j$.

Por lo tanto, la causalidad entre energía y PIB se prueba utilizando las ecuaciones (1) a (4) dependiendo de los resultados de las pruebas de integración y cointegración de las variables.

4.6.2 La causalidad entre el consumo de energía y el PIB

La relación entre energía y actividad económica permite identificar cuatro hipótesis de trabajo, tal como se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 4.9
Hipótesis sobre la relación entre energía y PIB

Hipótesis de:	Dirección de la causalidad	Implicancias de política
Neutralidad	No existe relación entre ambas variables o su efecto es muy pequeño E – PIB	Las políticas de conservación de la energía no afectan el crecimiento económico
Conservación	PIB al consumo de energía PIB → E	Las políticas que promueven la conservación de la energía tendrán un efecto casi nulo o nulo sobre el crecimiento económico
Crecimiento económico	Consumo de energía al PIB E → PIB	El país es dependiente de la energía, por lo que las políticas que promueven la conservación de la energía tendrán efectos nefastos en el crecimiento económico
Retroalimentación	Ambas direcciones E ↔ PIB	Refleja la interdependencia y posibles complementariedades asociadas con el consumo de energía y la actividad económica. Las políticas que promuevan la conservación de la energía afectan el crecimiento económico y el crecimiento económico afecta el consumo de energía

Fuente: Elaboración propia con Arpegis, N. y J. E. Payne (2010) y Campo, J. y V. Sarmiento (2011).

El trabajo seminal de Kraft, J. y A. Kraft (1978) donde se demuestra que el PIB causa a la energía en el caso de Estados Unidos, fue el inicio de numerosas publicaciones posteriores que han buscado, utilizando cada vez mejores técnicas econométricas obtener evidencia concluyente sobre la causalidad entre la energía consumida por una economía y los niveles de actividad económica.

En cada uno de los trabajos empíricos sobre la relación de causalidad entre energía y actividad económica se ha buscado afanadamente encontrar la dirección de la relación de causalidad, debido a que dependiendo de los resultados encontrados se pueden adoptar unas políticas económicas que puedan restringir, por ejemplo, la utilización de combustibles sin afectar el crecimiento económico de largo plazo, sobre todo cuando se busca reducir la emisión de contaminantes a la atmósfera. Sin embargo, lo que está detrás es el no poder demostrar una relación de causalidad única que en teoría existe.

En general, los resultados están condicionados por el tamaño muestral, la medición de las variables utilizadas¹⁰⁹ y la metodología econométrica empleada. Por ello desde la perspectiva econométrica, cada vez las técnicas empleados son más sofisticadas y los test estadísticos aplicados son más rigurosos, tanto a nivel del análisis de series temporales como con datos de panel.

¹⁰⁹ Stem, D. (1993, 2000) y Cleveland, C. *et al.* (2000) señalan y demuestran que para hacer correctamente las estimaciones de causalidad se deben sumar las fuentes de energía siguiendo las aproximaciones económicas por medio de un índice de Divisia de agregación o el método del producto marginal, de tal forma de tener en cuenta las diferentes calidades y cambios en el tiempo de las diferentes fuentes de energía que se utilizan en una economía.

Las metodologías empleadas se pueden agrupar en cinco generaciones:¹¹⁰

- (i) Los estudios de la primera generación se apoyan en la metodología de vectores autorregresivos desarrollada por Sims, Ch. (1972) y el test de causalidad de Granger. Estos trabajos suponen que las series utilizadas son estacionarias.¹¹¹
- (ii) En los trabajos de segunda generación se analiza primero la estacionariedad¹¹² de las variables y luego, se analiza la relación de cointegración¹¹³ entre ellas. Finalmente, la causalidad se prueba por medio de un modelo de corrección de errores, siguiendo los desarrollos de Engle R.F. y C.W. Granger (1987).
- (iii) Los trabajos de la tercera generación, parten del análisis de estacionariedad y cointegración, pero para verificar la causalidad emplean estimadores multivariantes¹¹⁴ siguiendo los desarrollos de Johansen, S. (1991), lo que permite estimar sistemas de ecuaciones donde las restricciones en las relaciones de cointegración de largo plazo pueden ser testeadas y al igual que el ajuste de corto plazo.¹¹⁵
- (iv) Los trabajos de cuarta generación utilizan datos de panel y test de cointegración que no introducen la existencia de una posible correlación cruzada entre los datos de corte transversal (cross-section dependence)¹¹⁶ siguiendo los trabajos de Pedroni, P. (1999, 2000).
- (v) Los trabajos de quinta generación utilizan datos de panel y test de cointegración que introducen la existencia de correlación cruzada y quiebres estructurales siguiendo los aportes de Westerlund, J. (2006) y Carrion-i-Silvestre, J.L. *et al.* (2005).

4.6.3 Evidencia empírica bibliográfica

La falta de evidencia concluyente respecto a la relación causal entre la energía y la actividad económica, tanto a nivel de series temporales como con datos de panel, ha motivado numerosas investigaciones cuyos resultados se pueden encontrar listados en trabajos como los de Hossain, Sh. (2012), Belke, A. *et al.* (2011), Dobnik, F. (2011) y Chontanawat, J. *et al.* (2007, 2004).

¹¹⁰ Se agregan dos generaciones a las tres definidas por Guttormsen, A. (2004).

¹¹¹ Glasure, Y. y A. Lee (1997: p. 17) señalan que los análisis empíricos de causalidad realizados con el test estándar de Granger, C.W. (1969) y Sims, Ch. (1972) son inconsistentes y algunas veces son causa de falta o error en la dirección de la causalidad.

¹¹² Corresponde a una de las características de las series temporales y significa que una variable no muestra una tendencia a crecer a lo largo del tiempo y sigue un comportamiento aleatorio.

¹¹³ Propiedad de la relación entre un par de variables o más, en la que su combinación lineal genera un residuo estacionario. Al cumplirse esta propiedad se asegura que cualquier correlación de largo plazo no es espuria, porque se ha demostrado estadísticamente que las dos variables están vinculadas entre sí por medio de una relación de equilibrio de largo plazo.

¹¹⁴ Estimación en la que se emplean más de una variable explicativa.

¹¹⁵ En la clasificación se separan las metodologías de los estudios de causalidad, pero Chontanawat, J. *et al.* (2004) en el tercer grupo incluyen los trabajos que utilizan el procedimiento de Hsiao, C. (1981) en la aplicación de la causalidad Granger, para ello consideran el uso del criterio Akaike, h. (1969) del Error de Predicción Final, determinándose de forma óptima el número de desfases a utilizar.

¹¹⁶ Tomado de la nota al pie 2 de Campo, J. y V. Sarmiento (2011: p. 2).

4.6.3.1 Evidencia empírica en la bibliografía para países no latinoamericanos

La evidencia empírica de la causalidad entre energía y PIB está condicionada por la metodología empleada, el tamaño muestral y el período cubierto. Por ello el trabajo de Chontanawat, J. *et al.* (2004) destaca, respecto a otras investigaciones con series temporales, al aplicar una metodología común a una muestra de 108 países (30 países OECD y 78 países no OECD), que cubre el período 1960-2000 para la muestra de países de la OECD y 1971-2000 para el resto de la muestra.

Chontanawat, J. *et al.* (2004) encuentran una relación de causalidad en el 80% de los 30 países de la OECD y no causalidad en el 20% de la muestra. En el caso de los 78 países no OECD, el 53% ellos se presentan una relación de causalidad y en 47% restante no hay causalidad. Luego, la causalidad va desde energía a PIB en el 57% de los países de la OECD y en el 33% de los países no OECD.

Al agrupar los países de acuerdo al Índice de Desarrollo Humano encuentran que la causalidad va de energía a Producto en 26 países de alto desarrollo de una muestra de 45 (58%), en el caso de países de desarrollo medio en 12 de los 44 (27%) y en el caso de los países de bajo desarrollo en cuatro de los 16 (25%).

Del total de la muestra de países de la OECD el 43% muestra evidencia de que la causalidad va desde el Producto a la energía y en el caso de los países no OECD este porcentaje es del 36%. Cuando separan los países de acuerdo al índice de desarrollo humano, encuentran que en el 42% de los países de ingreso alto, 39% en los países de ingreso medio y el 25% de los países de ingreso bajo, la relación de causalidad va desde el Producto a energía.

Para Chontanawat, J. *et al.* (2004) los resultados obtenidos sobre el consumo agregado de energía son una aproximación cruda que debiera mejorarse en futuras investigaciones con una desagregación de las series de energía, de esa forma se podría diferenciar en el grado de desarrollo de los países por medio de la composición de su canasta de fuentes energéticas. Además la evidencia reportada está capturando la desvinculación entre los niveles de actividad económica y la energía a partir del primer shock del petróleo, tal como señalan Stern, D. y C. Cleveland (2004: p. 18) al analizar el comportamiento de ambas variables para el caso de Estados Unidos.

La existencia de series más extensas para un número mayor países ha permitido analizar la causalidad a través de datos de panel cuyos principales resultados son:¹¹⁷

¹¹⁷ Se ha seleccionado sólo los trabajos que utilizan una mayor cantidad de países por sobre aquellos que analizan grupos más reducidos.

Cuadro N° 4.10

Evidencia empírica en la bibliografía relación de causalidad energía-PIB, datos de panel

a) Evidencia para una muestra de países

Autor	Período	Países	Causalidad
Sinha (2009)	1975 – 2003	88 países	E ↔ PIB
Apergis y Payne (2012)	1990 – 2007	80 países	E ↔ PIB

b) Evidencia para países OECD y no OECD

Autor	Período	Países	Causalidad
Chontanawat, <i>et al.</i> (2007)	1971 – 2003	30 países OECD	E ↔ PIB
		78 países no OECD	E ↔ PIB
Lee, <i>et al.</i> (2008)	1960 – 2001	22 países OECD	E ↔ PIB
Costantini y Martini (2010)	1960 – 2005	26 países OECD	E ↔ PIB
		45 países no OECD	E ↔ PIB
Joyeux y Ripple (2010)	1960 – 2007	30 países OECD	PIB → E
		26 países no OECD	PIB → E
Belke, <i>et al.</i> (2011)	1981 – 2007	25 países OECD	E ↔ PIB
Dobnik (2011)	1971 – 2009	23 países OECD	E ↔ PIB
Coers y Sanders (2012)	1960 – 2000	30 países OECD	E ↔ PIB

c) Evidencia para una muestra de países diferenciando grupos según nivel de ingreso

Autor	Período	Países	Causalidad
Huang, <i>et al.</i> (2008)	1971 – 2002	26 países ingreso alto	PIB → E
		15 países ingreso medio alto	PIB → E
		22 países ingreso medio bajo	PIB → E
		19 países ingreso bajo	PIB – E
Ozturk <i>et al.</i> (2010)	1971 – 2005	13 países ingreso medio alto	E ↔ PIB
		24 países ingreso medio bajo	E ↔ PIB
		14 países ingreso bajo	PIB → E
Farhani y Ben Rejeb (2012)	1971 – 2008	34 países ingreso alto	PIB → E
		18 países ingreso medio alto	E ↔ PIB
		27 países ingreso medio bajo	E ↔ PIB
		16 países ingreso bajo	PIB → E

d) Evidencia para una muestra de países según nivel de desarrollo

Autor	Período	Países	Causalidad
Lee (2005)	1975 – 2001	18 países en desarrollo	E → PIB
Lee y Chang (2007)	1965 – 2002	22 países desarrollados	E ↔ PIB
	1971 - 2002	18 países en desarrollo	PIB → E

Fuente: Elaboración propia con las fuentes citadas.

La evidencia de la causalidad entre energía y PIB con datos de panel no arroja unicidad en los resultados obtenidos, algo similar a lo que ocurre con las investigaciones que utilizan series temporales.

4.6.3.2 Evidencia empírica en la bibliografía para países latinoamericanos

Al igual que en el caso de los países desarrollados, la evidencia empírica para los países de América Latina son dispares, tanto en los análisis de series de tiempo

como en las estimaciones con datos de panel, tal como se observa en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 4.11
Evidencia empírica en la bibliografía para países latinoamericanos, series temporales

País	Autor	Metodología	Período	Evidencia
Argentina	Nachame, <i>et al.</i> (1988) (*)	Granger, Sims, Geweke y cointegración	1950 – 1985	PIB – E
	Soytas y Sari (2003)	Cointegración y modelo de corrección de errores	1950 – 1990	PIB ↔ E
	Chontanawat, <i>et al.</i> (2004)	Cointegración, modelo de corrección de errores y Granger. Hsiao en la determinación del desfase óptimo	1971 – 2000	PIB – E
Bolivia	Chontanawat, <i>et al.</i> (2004)	Cointegración, modelo de corrección de errores y Granger. Hsiao en la determinación del desfase óptimo	1971 – 2000	PIB – E
Brasil	Cheng (1997)	Granger más Hsiao en la determinación del desfase óptimo	1963 – 1993	E → PIB
	Nachame, <i>et al.</i> (1988)	Granger, Sims, Geweke y cointegración	1950 – 1985	PIB – E
	Chontanawat, <i>et al.</i> (2004)	Cointegración, modelo de corrección de errores y Granger. Hsiao en la determinación del desfase óptimo	1971 – 2000	PIB ↔ E
Chile	Nachame, <i>et al.</i> (1988)	Granger, Sims, Geweke y cointegración	1950 – 1984	PIB – E
	Chontanawat, <i>et al.</i> (2004)	Cointegración, modelo de corrección de errores y Granger. Hsiao en la determinación del desfase óptimo	1971 – 2000	E → PIB
Colombia	Nachame, <i>et al.</i> (1988)	Granger, Sims, Geweke y cointegración	1950 – 1985	PIB – E
	Chontanawat, <i>et al.</i> (2004)	Cointegración, modelo de corrección de errores y Granger. Hsiao en la determinación del desfase óptimo	1971 – 2000	PIB – E
	Campo y Sarmiento (2011)	Cointegración (Johansen), modelo de corrección de errores	1970 – 2009	PIB ↔ E
Costa Rica	Chontanawat, <i>et al.</i> (2004)	Cointegración, modelo de corrección de errores y Granger. Hsiao en la determinación del desfase óptimo	1971 – 2000	PIB → E
Cuba	Chontanawat, <i>et al.</i> (2004)	Cointegración, modelo de corrección de errores y Granger. Hsiao en la determinación del desfase óptimo	1971 – 2000	PIB → E
Ecuador	Falconí (2002)	Granger	1970 – 1998	PIB → E
	Chontanawat, <i>et al.</i> (2004)	Cointegración, modelo de corrección de errores y Granger. Hsiao en la determinación del desfase óptimo	1971 – 2000	PIB – E
El Salvador	Chontanawat, <i>et al.</i> (2004)	Cointegración, modelo de corrección de errores y Granger. Hsiao en la determinación del desfase óptimo	1971 – 2000	PIB → E
Guatemala	Nachame, <i>et al.</i> (1988)	Granger, Sims, Geweke y cointegración	1950 – 1985	PIB – E
	Chontanawat, <i>et al.</i> (2004)	Cointegración, modelo de corrección de errores y Granger. Hsiao en la determinación del	1971 – 2000	PIB ↔ E

País	Autor	Metodología	Período	Evidencia
		desfase óptimo		
Haití	Chontanawat, <i>et al.</i> (2004)	Cointegración, modelo de corrección de errores y Granger. Hsiao en la determinación del desfase óptimo	1971 – 2000	PIB – E
Honduras	Chontanawat, <i>et al.</i> (2004)	Cointegración, modelo de corrección de errores y Granger. Hsiao en la determinación del desfase óptimo	1971 – 2000	PIB – E
Jamaica	Chontanawat, <i>et al.</i> (2004)	Cointegración, modelo de corrección de errores y Granger. Hsiao en la determinación del desfase óptimo	1971 – 2000	PIB – E
	Cheng (1997)	Granger más Hsiao en la determinación del desfase óptimo	1949 – 1993	PIB – E
	Nachame, <i>et al.</i> (1988)	Granger, Sims, Geweke y cointegración	1950 – 1985	PIB – E
México	Liddle (2004)	Cointegración	1965 – 2000	PIB – E
	Chontanawat, <i>et al.</i> (2004)	Cointegración, modelo de corrección de errores y Granger. Hsiao en la determinación del desfase óptimo	1960 – 2000	E → PIB
	Gómez-López (2011)	Vectores Autorregresivos, Granger	1980 – 2005	E → PIB
Nicaragua	Chontanawat, <i>et al.</i> (2004)	Cointegración, modelo de corrección de errores y Granger. Hsiao en la determinación del desfase óptimo	1971 – 2000	PIB – E
Panamá	Chontanawat, <i>et al.</i> (2004)	Cointegración, modelo de corrección de errores y Granger. Hsiao en la determinación del desfase óptimo	1971 – 2000	PIB → E
Paraguay	Chontanawat, <i>et al.</i> (2004)	Cointegración, modelo de corrección de errores y Granger. Hsiao en la determinación del desfase óptimo	1971 – 2000	PIB – E
Perú	Chontanawat, <i>et al.</i> (2004)	Cointegración, modelo de corrección de errores y Granger. Hsiao en la determinación del desfase óptimo	1971 – 2000	PIB → E
República Dominicana	Chontanawat, <i>et al.</i> (2004)	Cointegración, modelo de corrección de errores y Granger. Hsiao en la determinación del desfase óptimo	1971 – 2000	PIB – E
Trinidad y Tobago	Chontanawat, <i>et al.</i> (2004)	Cointegración, modelo de corrección de errores y Granger. Hsiao en la determinación del desfase óptimo	1971 – 2000	PIB ↔ E
Uruguay	Chontanawat, <i>et al.</i> (2004)	Cointegración, modelo de corrección de errores y Granger. Hsiao en la determinación del desfase óptimo	1971 – 2000	E → PIB
	Cheng (1997)	Granger más Hsiao en la determinación del desfase óptimo	1952 – 1993	PIB – E
	Nachame, <i>et al.</i> (1988)	Granger, Sims, Geweke y cointegración	1950 – 1985	PIB – E
Venezuela	Chontanawat, <i>et al.</i> (2004)	Cointegración, modelo de corrección de errores y Granger. Hsiao en la determinación del desfase óptimo	1971 – 2000	PIB → E

Fuente: Elaboración propia con las fuentes citadas.

Notas: (*) En todos los casos se ha tomado sólo el resultado del test de Granger (y no los resultados del test de Sims y Geweke) para que fueran comparables a los otros trabajos empíricos.

“PIB – E” significa que no hay relación de causalidad entre PIB y energía.

- “PIB → E” significa que la relación de causalidad va del PIB a la energía.
- “E → PIB” significa que la relación de causalidad va de la energía al PIB.
- “PIB ↔ E” significa que la relación de causalidad va en ambas direcciones.

Se aprecia que en más de la mitad de los países estudiados la evidencia señala que no hay una relación de causalidad entre el PIB y la energía, parece ser que este es un patrón consistente cuando se analizan países con un nivel de desarrollo aparentemente similar.

En el trabajo de Nachane, D. *et al.* (1988: p.1521) utilizando una muestra de 16 países, incluido siete países latinoamericanos, encuentran que la causalidad va en ambas direcciones. Para ellos el impacto de la causalidad neta entre el PIB y la energía per cápita para un país particular es una agregación de una serie de influencias separadas¹¹⁸ con lo que pueden empujar en diferentes direcciones y magnitudes. Lo único claro que encuentran es que las influencias entre energía y PIB son esencialmente de largo plazo.

Cheng, B.S. (1997) analiza la relación de causalidad para tres países de América Latina de ingreso medio y encuentra que en dos países (México y Venezuela) no hay una relación de causalidad entre energía y PIB y en el tercer caso (Brasil), la relación de causalidad va de energía a PIB. Concluye que se requieren más estudios para encontrar un patrón consistente de causalidad entre energía y PIB.

Todos los trabajos señalados utilizan series temporales, en cambio Lee, Ch. (2005) analiza un conjunto de 18 países en desarrollo por medio de datos de panel cubriendo el período 1975-2001. Este es el primer trabajo publicado en utilizar esta técnica incluyendo países de América Latina. En el siguiente cuadro se resumen la evidencia obtenida con datos de panel donde se incluyen países latinoamericanos.¹¹⁹

Cuadro N° 4.12

Evidencia empírica en la bibliografía para países latinoamericanos, datos de panel

Países	Autor	Metodología	Período	Evidencia
18 países en desarrollo (Argentina, Chile, Colombia, México, Perú y Venezuela)	Lee (2005)	Raíz unitaria (LLC, IPS, Hadri), cointegración (Pedroni), FMOLS y causalidad (Granger, EG)	1975 – 2001	E → PIB
30 países OECD (México) y 78 no OECD (todos los países latinoamericanos excepto México)	Chontanawat, <i>et al.</i> (2007)	Raíz unitaria (LLC, IPS), cointegración (Pedroni, FMOLS) y causalidad (Granger, EG)	1971 – 2003	Países OECD PIB ↔ E Países no OECD PIB ↔ E
18 países en desarrollo (Argentina, Chile, Colombia, México, Perú y Venezuela)	Lee y Chang (2007)	Causalidad (Granger, GMM)	1971 – 2002	PIB → E
11 país exportadores de petróleo (Ecuador, México y	Mehrara (2007)	Raíz unitaria (LLC, IPS), cointegración (Pedroni, FMOLS),	1971 – 2002	PIB → E

¹¹⁸ Los canales por los cuales el PIB influencia a la energía son: (i) cambios en la composición del PIB, particularmente un crecimiento en la importancia de los sectores secundarios y terciarios; (ii) cambios técnicos inducidos por un aumento en el PIB per cápita, lo cual afecta la eficiencia de la energía usada en el sector manufacturero y (iii) cambios en el estándar de vida, lo que influencia a las personas a cambiar su consumo de energía de una a otra.

¹¹⁹ Un resumen con los trabajos publicados sobre este tema que incluyen otros países se encuentra en Hossain, Sh. (2012) y Apergis, N. y J.E. Payne (2010).

Patrones de consumo aparente de energías modernas en América Latina, 1890 - 2003

Países	Autor	Metodología	Período	Evidencia
Venezuela)		causalidad (Granger; EG)		
82 países: a) Grupo ingreso bajo (Haití y Nicaragua) b) Grupo ingreso medio bajo (Honduras, Bolivia, Ecuador, Paraguay, El Salvador, Guatemala, Colombia, Perú, República Dominicana y Jamaica) c) Grupo ingreso medio alto (Argentina, Brasil, Costa Rica, Panamá, Venezuela, Chile, México, Trinidad y Tobago y Uruguay)	Huang, <i>et al.</i> (2008)	Sistema GMM	1972 – 2002	a) PIB – E b) PIB → E c) PIB → E
6 Países centroamericanos	Apergis y Payne (2009)	Análisis multivariado, raíz unitaria (IPS), cointegración (Pedroni, FMOLS), cointegración (Granger, EG)	1980 – 2004	E → PIB
88 países (22 países latinoamericanos)	Sinha (2009)	Raíz unitaria (LLC, IPS, MW), cointegración (Pedroni) y causalidad (Granger, MCE)	1975 – 2003	PIB ↔ E
71 países: 26 países OECD (México) y 45 no OECD (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Honduras, Jamaica, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela)	Constantini y Martini (2010)	Raíz unitaria (LLC, IPS, Breitung, MW, Choi, Hadri), incluye análisis de quiebres estructurales, cointegración (Pedroni y Westerlund), FMOLS y causalidad (Granger, MCE, GMM)	Países OECD 1960 – 2005 Países no OECD 1970 – 2005	Países OECD PIB ↔ E Países no OECD PIB ↔ E
9 países latinoamericanos (Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Ecuador, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela)	Apergis y Payne (2010)	Análisis multivariado, raíz unitaria (IPS), cointegración (Pedroni, FMOLS)	1980 – 2005	E → PIB
23 países latinoamericanos y caribeños (Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guyana, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Santa Lucía, San Vincent y Las Granadinas, Surinam, Trinidad y Tobago y Venezuela)	Lorde y Guy (2009)	Análisis multivariado, raíz unitaria (LLC, IPS, Breitung, MW, Choi, Hadri), cointegración (Pedroni), causalidad (Granger, MCE, EG)	1980 – 2004	PIB ↔ E
30 países OECD (México) y 26 países no OECD (Argentina, Brasil, Chile, Ecuador y Venezuela)	Joyeux y Ripple (2010)	Raíz unitaria (IPS, MW, Pesaran, Choi), cointegración (Pedroni) y causalidad (Hurlin, Hurlin y Venet, MCE)	Países OECD 1960 – 2007 Países no OECD 1971 – 2007	Países OECD PIB → E Países no OECD PIB → E
25 países OECD (México)	Belke, <i>et al.</i> (2010)	Análisis multivariado, descomponen en efectos internos y externos, raíz unitaria (LLC, IPS), cointegración (Johansen), MCO, cointegración (GMM)	1981 – 2007	PIB ↔ E
10 países latinoamericanos (Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela)	Campo y Sarmiento (2011)	Raíz unitaria (LLC, IPS, Breitung, MW, Choi, Hadri), cointegración (Pedroni y Westerlund) y causalidad (Granger)	1971 – 2007	PIB ↔ E
23 países desarrollados OECD (México)	Dobnik (2011)	Test dependencia cruzada, raíz unitaria (LLC, IPS, MW, Choi), cointegración (Pedroni y	1971 – 2009	PIB ↔ E

Países	Autor	Metodología	Período	Evidencia
		Westerlund) y causalidad (Granger)		
9 países NIC (Brasil, México)	Hossain (2011)	Análisis multivariado, raíz unitaria (LLC, IPS, MW, Choi), cointegración (Pedroni y Westerlund), cointegración (Granger, EG, GMM)	1971 – 2007	PIB → E
30 países desarrollados OECD (México)	Coers y Sanders (2012)	Análisis multivariado, raíz unitaria (LLC, IPS, MW), cointegración (Pedroni y Westerlund), cointegración (Granger, EG, MCE)	1960 – 2000	PIB → E
90 países divididos en 4 grupos: a) 16 países ingreso bajo (Haití) b) 27 países ingreso medio bajo (Bolivia, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Paraguay) c) 18 países ingreso medio alto (Argentina, Brasil, Chile, República Dominicana, Jamaica, México, Perú, Uruguay, Venezuela) d) 34 países ingreso alto (Trinidad y Tobago)	Farhani y Ben Rejeb (2012)	Raíz unitaria (LLC, IPS, MW, Hadri), cointegración (Pedroni, FMOLS, MCD), cointegración (Granger, EG)	1971 – 2008	a) PIB → E b) PIB ↔ E c) PIB ↔ E d) PIB → E

Fuente: Elaboración propia con las fuentes citadas.

Notas: Sólo se incluyen las investigaciones en las que se incluyen países latinoamericanos.

“PIB – E” significa que no hay relación de causalidad entre PIB y energía.

“PIB → E” significa que la relación de causalidad va del PIB a la energía.

“E → PIB” significa que la relación de causalidad va de la energía al PIB.

“PIB ↔ E” significa que la relación de causalidad va en ambas direcciones.

Choi = Choi, I. (2001).

EG = Engle, R.F. y C.W.J. Granger (1987).

FMOLS = Panel Fully Modified Ordinary Least Square

GMM = Método Generalizado de Momentos

Hadri = Hadri, K. (2000).

Hurlin = Hurlin, C. (2004, 2005, 2008).

Hurlin y Venet = Hurlin, C. y B. Venet (2008).

IPS = Im, Pesaran y Shin (2003).

LLC = Levine, Lin y Chu (2002).

MCE = Modelo de corrección de errores

MW = Maddala, G.S. y S. Wu (1999).

Pedroni = Pedroni, P. (1999).

Westerlund = Westerlund, J. (2006).

De la evidencia reportada destaca que en los trabajos empíricos donde se incluyen sólo países de América Latina (o mayoritariamente países de América Latina) se obtiene una relación entre energía y PIB en ambas direcciones, es decir, se verifica la hipótesis de la retroalimentación. Este resultado parece ser el único patrón característico de este tipo de investigaciones.

4.6.3.3 Elementos tener en cuenta en la evidencia empírica

A nivel general los elementos que están detrás de los resultados obtenidos para la causalidad entre energía y actividad económica, en la evidencia empírica de la bibliografía, se pueden agrupar en las siguientes categorías:

a. Problemas metodológicos

En este grupo podemos encontrar cuatro situaciones:

- (i) Aplicación del test de causalidad de Granger en su formulación original (las variables están en niveles) no haciendo las pruebas de raíz unitaria en las series. Este problema es pertinente para los trabajos de finales de los años 1970 y principios de 1980, cuando el concepto de estacionariedad de las series temporales no se había desarrollado como un instrumento econométrico.
- (ii) Selección inadecuada del número de desfases cuando se aplica el test de causalidad en su versión en primeras diferencias.
- (iii) No tener en cuenta la existencia de quiebres estructurales en las series. Este problema afecta principalmente a los trabajos de las últimas décadas del siglo XX cuando las estimaciones se realizan por medio de cointegración. El no tener en cuenta esta situación lleva a que los test de raíz unitaria estén sesgados hacia el no rechazo de la hipótesis nula de existencia de raíz unitaria cuando en realidad las series son estacionarias y con ello se diferencia inapropiadamente las series para que sean estacionarias.
- (iv) En los trabajos más recientes ya no se estima la relación de causalidad entre el consumo de energías y la actividad económica, sino que se estima una función de producción¹²⁰ donde la energía es uno de los insumos o una función de demanda por energía,¹²¹ con ello se resuelve el problema del sesgo por omisión de variables (Apergis, N. y J.E. Payne (2010: p. 1423), pero no se resuelve la ambigüedad de los resultados, Joyeux, R. y R. Ripple (2010: p. 9).

b. Mezcla de regímenes en el comportamiento del precio de la energía

Los requerimientos econométricos para obtener estimaciones cuyas inferencias tenga alta potencia obligan a disponer de un tamaño muestral grande, por ello todos los trabajos empíricos analizados buscan tener una cobertura temporal extensa.¹²² Sin embargo, buscando esa mayor cobertura se olvida que la historia económica mundial nos ha enseñado que la historia de la energía tiene un quiebre en 1973 cuando se produce el primer shock en el precio del petróleo y se pone fin al largo período de precios de los combustibles estables y bajos.

¹²⁰ Algunos trabajos en esta variante del análisis son el de Coers, R. y M. Sanders (2012), Apergis, N. y J.E. Payne (2010), Lorde, T. y K. Guy (2009), Lee, Ch. (2005).

¹²¹ Los trabajos de Belke, A. *et al.* (2011), Huang, Y. (2011) están en esta corriente metodológica.

¹²² Yu, H. y J.Y. Choi (1984: p. 189) señalan que los resultados son extremadamente sensibles al tamaño muestral, de la extensión y del período de los datos.

Los trabajos empíricos cuya cobertura se extiende desde 1950 y hasta el presente, tienen el inconveniente de incluir en una misma estimación dos regímenes diferentes para el precio de los combustibles, básicamente el precio del petróleo.

Una situación como la que se señala pierde relevancia si en las estimaciones se prueba que no se ha producido un cambio estructural, pero en los trabajos empíricos analizados sólo Akarca, A. y T. Veach (1980) para el caso de Estados Unidos y Hannesson, R. (2002)¹²³ realizan los test necesarios. En las investigaciones con datos de panel hay dos vertientes, la primera que utiliza períodos posteriores al primer shock en el precio del petróleo y la segunda que utiliza test estadísticos para la cointegración con quiebres estructurales siguiendo los trabajos de Westerlund, J. (2006) y Carrion-i-Silvestre, J.L. *et al.* (2005).

Hannesson, R. (2002: p. 215) encuentra que la relación entre el crecimiento del consumo de energía y el PIB es más débil después de la primera crisis de la energía y que ha comenzado a ser más fuerte nuevamente a partir de 1986 en los países ricos.

c. Mezcla de países con características diferentes

La falta de evidencia concluyente respecto a la causalidad entre energía y PIB, una vez resuelto el problema metodológico, se puede explicar por las diferencias institucionales, estructurales y políticas (Masih, A.M.M. y R. Masih, 1996: p. 166), ya que las estimaciones realizadas suponen implícitamente que todos los países deben comportarse de forma similar, tienen el mismo nivel de desarrollo y se descuida la heterogeneidad entre ellos, algo que se toma en cuenta cuando se realizan las estimaciones por medio de datos de panel.

El trabajo de Lee, Ch. (2005) es pionero en los trabajos con datos de panel. Estas estimaciones tienen la ventaja de tomar en cuenta la heterogeneidad de los países al estimar la relación de causalidad, sin embargo, todos los trabajos posteriores que agrupan los países de diferentes formas no llegan a una conclusión única.

Se debe tener en cuenta que la energía actúa como un estímulo clave para el desarrollo económico en los diferentes estados del proceso de desarrollo de los países (Jemelkova 2003)¹²⁴, por lo tanto, al analizar los países no teniendo en cuenta la fase del desarrollo en la que se encuentran la relación de causalidad diferirá, porque se estarán produciendo cambios en la composición del PIB,¹²⁵

¹²³ Este autor analizando el comportamiento del precio internacional del petróleo determina que entre 1950-1997 la muestra se puede sub-dividir en cinco períodos: (i) 1950-1960, (ii) 1960-1974, (iii) 1974-1980, (iv) 1980-1987 y (v) 1987-1997.

¹²⁴ Citado por Chontanawat, J. *et al.* (2004: p. 2).

¹²⁵ Stem, D.y C. Cleveland (2004: p. 24) señalan: "...Típicamente, en el curso del desarrollo económico la mezcla del Producto cambia. En las primeras fases de desarrollo hay un cambio que va desde la agricultura hacia la industria pesada, mientras en los últimos estados de desarrollo hay un cambio desde los sectores más intensivos en extracción de recursos e industria pesada hacia servicios y manufacturas más livianas. Diferentes industrias tienen diferentes

en particular el crecimiento de la importancia de los sectores secundarios y terciarios (Nachane, D.M., *et al.* 1988 : pp. 1521, 1524), los que estarán acompañados de cambios en su PIB per cápita, por lo que no existe una relación lineal única de comportamiento entre los países.

Stern, D. y C. Cleveland (2004: p. 3) recomiendan que antes de comprender el rol de la energía en el crecimiento económico es necesario comprender su rol en la producción y este rol estará matizado por fenómenos institucionales, porque el rol potencial de la energía es un fenómeno complejo. Consideran que la relación entre energía y actividad económica se reduce o se fortalece en el tiempo por la existencia de los siguientes factores: sustitución entre energía y otros insumos con una tecnología existente, cambio tecnológico, cambios en la composición del insumo energía y cambios en la composición del Producto económico.

d. Existencia de efectos directos e indirectos que no se pueden capturar con la estimación de un modelo reducido

Stern, D. y C. Cleveland (2004) y Liddle, B. (2004) señalan que el comportamiento del consumo de la energía está mezclado, porque son el resultado de los efectos en el tiempo del aumento del consumo energético de los hogares (por ejemplo el aire acondicionado, entre otros usos) y otros sectores (como las diferentes formas de transporte) y con una reducción en el uso de energía en la industria y la construcción. Por un lado, el alto grado de agregación de la variable energía no permite tener en cuenta claramente sus usos (Liddle, B. 2004: pp. 11-12) y por otro, está presente el denominado “efecto rebote”.

El postulado Khazzoom-Brookes (Brookes, 1990; Khazzoom, 1980) o “efecto rebote” señala que las innovaciones ahorradoras de energía pueden terminar causando un aumento en el consumo de energía, ya que una vez que se reduce el precio efectivo de los servicios energéticos, el dinero que se ahorra se gasta en otros bienes y servicios, los cuales requieren más energía en su producción. Esto resulta en un incremento en la demanda por servicios energéticos y por lo tanto por energía, que genera ajustes en el stock de capital en el largo plazo (Stern, D. y C. Cleveland, 2004: p. 21).

Autores como Glasure, Y. (2002)¹²⁶, Sari, R. y U. Soytas (2004), Oh, W. y K. Lee (2004b) han tratado de resolver el problema de la omisión de variables al incluir en sus estimaciones los efectos del precio del petróleo, oferta monetaria, gasto del gobierno y el empleo. Claramente estas estimaciones tratan de capturar los efectos indirectos que genera el uso de energía.

intensidades energéticas. Se argumenta frecuentemente que esto resultará en un incremento en la energía usada por unidad de Producto en los primeros estados de desarrollo económico y una reducción en la energía usada por unidad de Producto en los últimos estados de desarrollo económico...”

¹²⁶ Su caso de estudio es Corea y cubre el período 1961-1990, encuentra que cuando se controla por los efectos del precio del petróleo, oferta monetaria y gasto del gobierno la causalidad es bidireccional entre energía y PIB. Además determina que el precio real del petróleo es un determinante principal del ingreso real nacional y del consumo de energía.

Una variante observada en los trabajos empíricos es no estimar directamente la causalidad entre energía y PIB, sino estimar una función de producción agregada en que se incluye explícitamente a la energía como un insumo más en el proceso productivo, en esta línea se encuentran los trabajos de Coers, R. y M. Sanders (2012), Apergis, N. y J.E. Payne (2010), Lorde, T. y K. Guy (2009), Lee, Ch. (2005) y Stern, D. (2000, 1993).

e. Existencia de efectos que no se pueden capturar con la energía medida en términos agregados

Se pueden dividir los inconvenientes en dos niveles:

- (i) Cleveland, C. *et al.* (2000) han demostrado que el método de agregación tiene efectos cruciales en el análisis, así cuando no se hacen ajustes por calidad de las energías, se obtiene que la causalidad va del PIB al consumo de energía y que el PIB se ha desvinculado del consumo agregado de energía. Cuando realizan los ajustes por calidad de los combustibles la causalidad para el caso de Estados Unidos y para el período 1947-1990 va de energía a PIB.

El trabajo de Saif, S. (2006) analiza la correlación entre el PIB y el consumo de energía, distinguiendo por fuente de energía (carbón, electricidad, gas natural, productos del petróleo). Su muestra está formada por los países miembros de la OPEP, el G-7 y tres países asiáticos y cubre el período 1960-2001. En su análisis divide la muestra en dos períodos 1960-1973 y 1973-2001. Este autor encuentra que en muchos de los países de la OPEP la correlación entre energía y PIB es negativa y baja en todas las formas de energía. En el caso de los países del G-7 y los países asiáticos, esta relación es positiva y alta, con la excepción del petróleo para los países del G-7. Finalmente, señala que cuando se considera la correlación entre el PIB y el total de energía, los países de la OPEP muestran una correlación elevada y positiva.

Por lo tanto, cuando se agrega la información del consumo de energía sumando las diferentes fuentes por medio de una unidad energética, estamos ocultando la diversidad de las fuentes usadas al interior de cada país (Sari, R. y U. Soytaş, 2004: pp. 336-337).

- (ii) También se puede incluir en esta categoría que los estudios que se han publicado hasta el momento tienen en cuenta sólo las energías comerciales no tradicionales, con ello todos los resultados que se obtienen son poco pertinentes para países menos desarrollados donde la participación de las energías tradicionales es muy importante, por lo que los resultados en la relación de causalidad se alteran (Shrestha, R.M. 2000: p. 298). Al respecto, Paul, S. y R. Bhattacharya (2004: p. 979) señalan que se producen divergencias entre el corto y largo plazo en la relación de causalidad porque:

“...En el corto plazo, la energía, particularmente la energía comercial actúa como un motor de crecimiento económico. Esta es un insumo productivo muy importante en la función de producción agregada. En el contexto de un país menos desarrollado como la India, la sustitución de energía no comercial por energía comercial está comúnmente limitada en el corto plazo. Pero en el largo plazo, con el crecimiento del ingreso y el progreso tecnológico, es más común que más y más energía no comercial sea sustituida por energía comercial...”

Dada la fuerte dependencia relativa de los países en desarrollo de los combustibles tradicionales, la exclusión de estos combustibles introducirá un error en la estimación de la relación Producto-energía, por lo que este aspecto debe ser tenido en cuenta cuando se realizan comparaciones internacionales.

f. La hipótesis de la neutralidad de la energía

Oh, W. y K. Lee (2004b: 979) para el caso de Corea encuentran una falta de relación causal en el corto plazo entre PIB y energía que es consistente con la neutralidad encontrada por Yu, E.S.H. y J.C. Jin (1992) y Masih, A. y R. Masih (1996) para India, Indonesia y Pakistán.

Como señalan Ghali, K. y M.I.T. El-Sakka (2004: pp. 225-226) la no causalidad entre energía y PIB es conocida en la literatura como la “hipótesis de neutralidad”. La principal razón para la neutralidad de la energía en el crecimiento económico es que el costo de la energía es muy pequeño como una proporción del PIB por lo que no tendrá un impacto significativo en el crecimiento económico. También se puede argumentar que el posible impacto del uso de la energía en el crecimiento dependerá de la estructura y el estado de la economía bajo estudio.

4.6.4 Metodología para la verificación empírica de la causalidad entre energía y PIB con datos de panel

En esta investigación se analiza con datos de panel¹²⁷ la causalidad¹²⁸ entre el consumo aparente de energías modernas y el PIB para el período 1947-2003.

Las metodologías empíricas para verificar la causalidad (series temporales y datos de panel) se desarrollan en tres etapas: la primera para probar la existencia de raíz unitaria, la segunda para determinar la existencia de cointegración entre las variables y la tercera que prueba la dirección de la causalidad entre las variables.

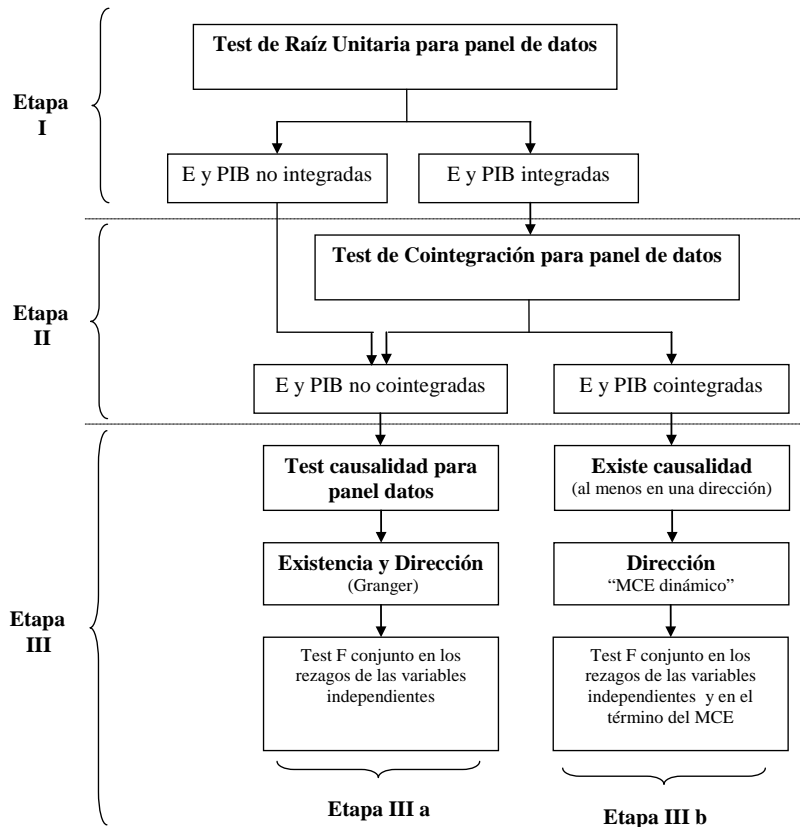
En las siguientes secciones se desarrolla la metodología para determinar la causalidad entre el consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita con datos de panel.

¹²⁷ En el Anexo N° 4.7 de este documento se presenta el procedimiento a emplear cuando se trabaja con series temporales.

¹²⁸ Esta sección se apoya en el trabajo de Chontanawat, J. (2008).

Al igual que en el caso del análisis de la causalidad con series temporales, con datos de panel se procede en tres etapas sucesivas de pruebas estadísticas, siguiendo el esquema de la Figura N° 4.1.

Figura N° 4.1
Etapas en la verificación empírica de la causalidad



Fuente: Figura tomada y modificada de Chontanawat, J. (2008: p. 335).
Notas: "MCE" = Modelo de Corrección de Errores.

Las etapas son:

- Etapa I: Aplicación de test para verificar el orden de integración de cada una de las variables del panel.
- Etapa II: Aplicación de los test de cointegración para verificar la existencia de una relación de equilibrio de largo plazo en el panel.

El análisis de cointegración permite aunar la teoría económica y las propiedades estadísticas de los procesos estocásticos, de esta forma se determina la existencia de una relación de equilibrio y por ende la existencia de al menos una relación de causalidad entre las variables. Además la ecuación estimada no es una relación espúrea, es decir, no se trata de una estimación con variables no relacionadas. Para que haya cointegración Granger, C. W. (2004: p. 199) señala:

"...dos series integradas, o suaves, han de tener la propiedad de que una combinación lineal de ellas sea estacionaria. Muchos pares de

series integradas no cumplen dicha propiedad, y consecuentemente, cuando ocurre, la cointegración debe ser considerada como una sorpresa. En la práctica, muchos pares de series macroeconómicas parecen tener dicha propiedad, tal como se deduce de la teoría macroeconómica...

Etapa III: Dependiendo de los resultados de las pruebas de las etapas anteriores se utilizan las ecuaciones (1) y (2) cuando no hay cointegración entre las series y las ecuaciones (3) y (4) cuando las series están cointegradas.

$$(1) \quad d(\ln PIB)_{it} = \theta_{1j} + \sum_{k=1}^m \theta_{11ik} d(\ln PIB)_{it-k} + \sum_{k=1}^n \theta_{12ik} d(\ln E)_{it-k} + v_{1it}$$

$$(2) \quad d(\ln E)_{it} = \theta_{2j} + \sum_{k=1}^m \theta_{21ik} d(\ln PIB)_{it-k} + \sum_{k=1}^n \theta_{22ik} d(\ln E)_{it-k} + v_{2it}$$

La hipótesis nula de no causalidad es $H_0 : \theta_{12ik} = 0, \forall i, k$ para la ecuación (1) y $H_0 : \theta_{21ik} = 0, \forall i, k$ para la ecuación (2). Las hipótesis alternativas son $H_1 : \theta_{12ik} \neq 0, \forall i, k$ y $H_1 : \theta_{21ik} \neq 0, \forall i, k$ respectivamente.

En esta prueba se utiliza un test F conjunto de significancia de los rezagos de las variables independientes: θ_{12ik} y θ_{21ik} .

$$(3) \quad d(\ln PIB)_{it} = \theta_{1j} + \lambda_{1i} CE_{it-1} + \sum_{k=1}^m \theta_{11ik} d(\ln PIB)_{it-k} + \sum_{k=1}^n \theta_{12ik} d(\ln E)_{it-k} + \varepsilon_{1it}$$

$$(4) \quad d(\ln E)_{it} = \theta_{2j} + \lambda_{2i} CE_{it-1} + \sum_{k=1}^m \theta_{21ik} d(\ln PIB)_{it-k} + \sum_{k=1}^n \theta_{22ik} d(\ln E)_{it-k} + \varepsilon_{2it}$$

La hipótesis nula de no causalidad es $H_0 : \lambda_{1i} = \theta_{12ik} = 0, \forall i, k$ para la ecuación (3) y $H_0 : \lambda_{2i} = \theta_{21ik} = 0, \forall i, k$ para la ecuación (4). Las hipótesis alternativas son $H_1 : \lambda_{1i} \neq \theta_{12ik} \neq 0, \forall i, k$ y $H_1 : \lambda_{2i} \neq \theta_{21ik} \neq 0, \forall i, k$ respectivamente.

En esta prueba se utiliza un test F conjunto de significancia del coeficiente del término de corrección de errores (λ_{1i} y λ_{2i}) y los rezagos de las variables independientes (θ_{12ik} y θ_{21ik}).

Donde:

$\ln PIB_{it}$ = logaritmo natural del PIB en términos reales para el país "i" en el período "t"

$\ln E_{it}$ = logaritmo natural del Consumo de Energías en toneladas de petróleo equivalente para el país "i" en el período "t"

d = operador de primeras diferencias

k = rezagos

ν_{1it} = residuo de la ecuación (1)

ε_{2it} = residuo de la ecuación (3)

CE_{it-1} = término de corrección del error. En la ecuación (3) este término se construye como: $CE_{it} = \ln PIB_{it} - \hat{\alpha}_0 - \hat{\alpha}_1 \ln E_{it}$. En el caso de la ecuación (4) la variable se construye como:

$$CE_{it} = \ln E_{it} - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 \ln PIB_{it}.$$

4.6.5 Análisis empírico sobre 20 países de América Latina, 1947 - 2003

4.6.5.1 Análisis de quiebres en las series

Antes de aplicar la metodología para determinar la causalidad entre el PIB¹²⁹ y el consumo de energía, se requiere tener presente la existencia de quiebres en las series que se están utilizando, porque el descuidar esta situación lleva a resultados erróneos en el test de raíz unitaria y con ello se aplican metodologías equivocadas para estimar la causalidad entre las variables, tal como se señaló anteriormente.

En esta investigación se utiliza la metodología desarrollada por Bai, J. y P. Perron (2003a) que se explica en el Anexo N° 3.1 del capítulo 3 de este documento por medio del software Eviews 7.1 para una regresión lineal con m quiebres.¹³⁰

Las variables PIB y del consumo aparente de energías modernas per cápita se expresan en logaritmo natural. Los resultados para la muestra de países bajo análisis se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 4.13
Quiebres estructurales estimados

País	Cobertura	Quiebres CAEpc	Quiebres PIBpc
Argentina	1870 - 2003	(1) 0	(1) 0
Bolivia	1945 - 2003	(1) 0	(2) 1955, 1978
Brasil	1870 - 2003	(1) 0	(1) 1919, 1980
Chile	1870 - 2003	(1) 0	(1) 1929, 1972
Colombia	1900 - 2003	(1) 1926	(2) 0
Costa Rica	1920 - 2003	(1) 0	(1) 1935
Cuba	1890 - 2003	(1) 1930, 1956	(2) 1916
Ecuador	1939 - 2003	(1) 1977	(1) 0
El Salvador	1920 - 2003	(2) 1945	(1) 1946, 1979
Guatemala	1920 - 2003	(1) 1937	(2) 1942, 1964
Haití	1945 - 2003	(1) 1953, 1975, 1994	(1) 1955, 1963, 1980, 1991

¹²⁹ La base de datos original del PIB que se ha utilizado en el resto de la investigación se extendió para los siguientes países: Argentina (1870-1899) con Ferreres, O. (2005), Cuba (1890-1928) con Santamaría, A. (2005), República Dominicana (1945-1949) con información de la base de datos de OXLAD, México (1895-1899) con información de INEGI (2010).

¹³⁰ En el trabajo de Bai, J. y P. Perron (2003a, 2003b) se explica extensamente la implementación de la metodología.

País	Cobertura	Quiebres CAEpc	Quiebres PIBpc
Honduras	1920 - 2003	(2) 1933	(1) 0
México	1895 - 2003	(2) 1917, 1933	(1) 1926, 1981
Nicaragua	1920 - 2003	(2) 1935, 1947	(1) 1933, 1977
Panamá	1945 - 2003	(1) 0	(2) 1987
Paraguay	1939 - 2003	(1) 1953	(1) 1952, 1981
Perú	1896 - 2003	(1) 0	(2) 1987
República Dominicana	1945 - 2003	(1) 0	(1) 0
Uruguay	1870 - 2003	(1) 1905	(1) 0
Venezuela	1900 - 2003	(1) 1925, 1940	(2) 1922, 1942

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Entre paréntesis están los desfases significativos y luego los años en que se detectó el quiebre. El cero indica que no se detectó un quiebre.

Una vez determinados los puntos de quiebre y la significancia de sus respectivos coeficientes de nivel y pendiente, se quitan los quiebres de las series originales en los períodos detectados. Para todos los análisis que siguen se utilizan las series sin quiebres estructurales.

4.6.5.2 Análisis de causalidad entre el consumo de energía per cápita y el PIB per cápita

El análisis de causalidad se divide en dos partes: la primera se dedica a determinar el nivel de integración y cointegración de las series y la segunda es propiamente el análisis de causalidad, siguiendo las etapas que se indicaron en la sección previa.

El análisis diferencia el panel completo con los 20 países latinoamericanos de aquellos en que se incluyen los grandes consumidores de energías modernas, los medianos y los pequeños consumidores países consumidores de energías modernas.

a) Análisis de integración y cointegración¹³¹

Para este análisis se aplican todas las pruebas estadísticas disponibles en Eviews 7.1 siguiendo lo que señala Hossain, Sh. (2012: p. 46) de que ninguna de las pruebas estadísticas de raíz unitaria está libre de críticas debido a consideraciones de tamaño y poder de las propiedades, por lo que recomienda utilizar todas las pruebas disponibles para inferir el orden de integración.

La verificación empírica del orden de integración se aplica a un panel balanceado (1947-2003) cuyos resultados son:¹³²

¹³¹ El detalle de las características de las pruebas estadísticas aplicadas se presenta en el Anexo N° 4.8 de este documento.

¹³² Se rechaza la Hipótesis nula cuando la probabilidad de la prueba estadística es menor a 5% y no se rechaza la Hipótesis nula si la probabilidad es mayor o igual a 5%.

Cuadro N° 4.14
Pruebas de raíz unitaria: toda la muestra

Método	Ln (CAEpc)		Ln (PIBpc)	
	Niveles	Primera diferencia	Niveles	Primera diferencia
Hipótesis nula: Raíz Unitaria (assumes common unit root process), I(1)				
Levin, Lin & Chu t*	-2,40540 (**)	-31,2139	0,49068 (**)	-21,6945
Breitung t-stat	3,91211 (**)	-12,4545	1,75741 (**)	-12,2325
Hipótesis nula: Raíz Unitaria (assumes individual unit root process), I(1)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-0,68179 (**)	-28,9011	2,28474 (**)	-20,9441
ADF - Fisher Chi-square	58,0881 (*)	584,502	23,5688 (**)	413,523
PP - Fisher Chi-square	62,6566 (*)	618,743	18,4565 (**)	481,170
Hipótesis nula: Panel estacionario, I(0)				
Hadri Z-stat	11,7944	2,68790	12,5548	3,05494
Heteroscedastic Consistent Z-stat	10,5550	3,40271	10,9396	2,92297
Cross-sections	20	20	20	20

Fuente: Elaboración propia con información Anexo N° 4.9.

Notas: (*) no significativo al 1%, (**) no significativo al 5%.

Las pruebas de raíz unitaria (que se muestran en el cuadro N° 4.14) muestran que las variables del panel son integradas de orden 1 en niveles y estacionarias en primeras diferencias. De todas las pruebas aplicadas sólo el Hadri Z-stat, para las variables en primeras diferencias rechaza la hipótesis nula de estacionariedad de las series, pero como el resto de las pruebas indica lo contrario se acepta que las series son integradas de orden uno.

Cuando se aplican las pruebas de cointegración el panel con los 20 países latinoamericanos se prueba que las variables están cointegradas (ver cuadro N° 4.15), ya que se rechaza la hipótesis nula de no cointegración,¹³³ por lo tanto, estadísticamente se prueba que hay una relación de equilibrio de largo plazo entre el consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita.

Cuadro N° 4.15
Pruebas de Cointegración: toda la muestra

	Estadístico	Probabilidad	Estadístico ponderado	Probabilidad
Prueba: Pedroni, Hipótesis nula: no hay cointegración				
Alternative hypothesis: common AR coefs. (within-dimension)				
Panel v-Statistic	3,420158	0,0003	2,670870	0,0038
Panel rho-Statistic	-1,707374	0,0439	-1,689048	0,0456
Panel PP-Statistic	-2,923348	0,0017	-3,102019	0,0010
Panel ADF-Statistic	-2,865432	0,0021	-3,257363	0,0006
Alternative hypothesis: individual AR coefs. (between-dimension)				
Group rho-Statistic	-1,399197	0,0809		
Group PP-Statistic	-3,305065	0,0005		

¹³³ La única prueba que no es significativa al nivel de 5% es la Group rho, pero para fines de este estudio se amplía el nivel de significancia la 10%.

	Estadístico	Probabilidad	Estadístico ponderado	Probabilidad
Group ADF-Statistic	-3,419342	0,0003		
Prueba: Kao				
ADF	-3,154795	0,0008		

Fuente: Elaboración propia con información Anexo N° 4.9.

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de las pruebas de raíz unitaria y cointegración para tres paneles: los grandes consumidores de energía (formado por Argentina, Cuba, Chile, México y Uruguay), los medianos consumidores de energía (formado por Brasil, Costa Rica, Ecuador, Perú y República Dominicana) y los pequeños consumidores de energía (formado por Bolivia, Colombia, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Nicaragua, Panamá y Paraguay).

En todos los paneles construidos se verifica que las variables son integradas de orden uno en niveles y estacionarias en primeras diferencias (cuadros N°s 4.16, 4.18 y 4.20). Pero en el caso de las pruebas de cointegración sólo en el panel de los grandes consumidores de energía no se verifica la cointegración entre el consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita (ver cuadro N° 4.17), es decir, no hay una relación de equilibrio de largo plazo entre estas dos variables, el resto de los paneles se verifica la cointegración (ver cuadros N°s 4.19 y 4.21) y por lo tanto, existe una relación de equilibrio de largo plazo estable.

Las pruebas de raíz unitaria aplicadas al panel de los grandes consumidores de energía no rechazan la hipótesis nula de que las series, en niveles, son integradas de orden uno, pero al aplicarles la primera diferencia y volver a falsear las hipótesis, se rechaza hipótesis nula, por lo que se debe probar la existencia de la cointegración entre estas variables.

Cuadro N° 4.16
Pruebas de raíz unitaria: Grandes consumidores de energía

Método	Ln (CAEpc)		Ln (PIBpc)	
	Niveles	Primera diferencia	Niveles	Primera diferencia
Hipótesis nula: Raíz Unitaria (assumes common unit root process), I(1)				
Levin, Lin & Chu t*	0,60992 (**)	-13,6699	1,09299 (**)	-12,5946
Breitung t-stat	3,10068 (**)	-3,78664	0,79383 (**)	-6,60218
Hipótesis nula: Raíz Unitaria (assumes individual unit root process), I(1)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	1,92255 (**)	-13,7515	1,45377 (**)	-11,5621
ADF - Fisher Chi-square	6,58537 (**)	138,832	5,68417 (**)	113,480
PP - Fisher Chi-square	6,75612 (**)	123,789	3,10621 (**)	112,273
Hipótesis nula: Panel estacionario, I(0)				
Hadri Z-stat	7,18001	1,17765 (**)	5,26251	0,37990 (**)
Heteroscedastic Consistent Z-stat	6,70041	1,95649 (*)	5,20989	0,67572 (**)
Cross-sections	5	5	5	5

Fuente: Elaboración propia con información Anexo N° 4.10.

Notas: (*) no significativo al 1%, (**) no significativo al 5%.

En este grupo de países las pruebas de cointegración no rechazan la hipótesis nula de no cointegración, por lo tanto, no hay una relación de equilibrio de largo plazo entre estas dos variables, lo que se puede explicar por los cambios (estructurales y de composición) que han sufrido estas economías en la última parte del siglo XX.

Cuadro N° 4.17
Pruebas de Cointegración: Grandes consumidores de energía

	Estadístico	Probabilidad	Estadístico ponderado	Probabilidad
Prueba: Pedroni, Hipótesis nula: no hay cointegración				
Alternative hypothesis: common AR coefs. (within-dimension)				
Panel v-Statistic	-0,980124	0,8365	-0,499878	0,6914
Panel rho-Statistic	1,030855	0,8487	0,731506	0,7678
Panel PP-Statistic	0,364679	0,6423	0,071163	0,5284
Panel ADF-Statistic	0,213154	0,5844	-0,322002	0,3737
Alternative hypothesis: individual AR coefs. (between-dimension)				
Group rho-Statistic	1,265062	0,8971		
Group PP-Statistic	0,412238	0,6599		
Group ADF-Statistic	-0,118353	0,4529		
Prueba: Kao				
ADF	-2,80114	0,0025		

Fuente: Elaboración propia con información Anexo N° 4.10.

Las pruebas de raíz unitaria para este grupo de países, no rechazan la hipótesis nula de no estacionariedad, por lo que las series son no estacionaria en niveles y estacionarias en primeras diferencias. La pruebas de cointegración rechazan la hipótesis nula de no cointegración, por lo que para este panel de países existe una relación de equilibrio estable entre el PIB per cápita y el consumo aparente de energías modernas per cápita.

Cuadro N° 4.18
Pruebas de raíz unitaria: Medianos consumidores de energía

Método	Ln (CAEpc)		Ln (PIBpc)	
	Niveles	Primera diferencia	Niveles	Primera diferencia
Hipótesis nula: Raíz Unitaria (assumes common unit root process), I(1)				
Levin, Lin & Chu t*	-0,94440 (**)	-18,3314	0,42274 (**)	-15,4985
Breitung t-stat	1,99955 (**)	-7,46352	1,49561 (**)	-6,95787
Hipótesis nula: Raíz Unitaria (assumes individual unit root process), I(1)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	0,27618 (**)	-16,8152	1,35031 (**)	-13,1257
ADF - Fisher Chi-square	10,3956 (**)	173,171	5,80747 (**)	132,144
PP - Fisher Chi-square	10,2184 (**)	177,678	6,28614 (**)	131,375

Método	Ln (CAEpc)		Ln (PIBpc)	
	Niveles	Primera diferencia	Niveles	Primera diferencia
Hipótesis nula: Panel estacionario, I(0)				
Hadri Z-stat	5,26070	2,20455 (*)	7,26325	0,72793 (**)
Heteroscedastic Consistent Z-stat	5,12542	1,81337 (*)	6,11965	0,76264 (**)
Cross-sections	5	5	5	5

Fuente: Elaboración propia con información Anexo N° 4.11.

Notas: (*) no significativo al 1%, (**) no significativo al 5%.

Cuadro N° 4.19

Pruebas de Cointegración: Medianos consumidores de energía

	Estadístico	Probabilidad	Estadístico ponderado	Probabilidad
Prueba: Pedroni, Hipótesis nula: no hay cointegración				
Alternative hypothesis: common AR coeffs. (within-dimension)				
Panel v-Statistic	2,180797	0,0146	2,572347	0,0051
Panel rho-Statistic	-3,004159	0,0013	-3,075513	0,0011
Panel PP-Statistic	-3,048075	0,0012	-3,422331	0,0003
Panel ADF-Statistic	-3,022521	0,0013	-3,404356	0,0003
Alternative hypothesis: individual AR coeffs. (between-dimension)				
Group rho-Statistic	-2,455454	0,0070		
Group PP-Statistic	-3,267988	0,0005		
Group ADF-Statistic	-3,241228	0,0006		
Prueba: Kao				
ADF	-1,711244	0,0435		

Fuente: Elaboración propia con información Anexo N° 4.11.

Sólo la prueba de Hadri, en el caso del PIB per cápita en primeras diferencias rechaza la hipótesis nula de estacionariedad de la serie, para el resto de las pruebas, todas pruebas indican que las series son integradas en niveles y estacionarias en primeras diferencias.

Cuadro N° 4.20

Pruebas de raíz unitaria: Pequeños consumidores de energía

Método	Ln (CAEpc)		Ln (PIBpc)	
	Niveles	Primera diferencia	Niveles	Primera diferencia
Hipótesis nula: Raíz Unitaria (assumes common unit root process), I(1)				
Levin, Lin & Chu t*	-2,25402 (*)	-19,7440	0,21849 (**)	-9,61131
Breitung t-stat	1,53678 (**)	-10,8928	0,65411 (**)	-7,40000
Hipótesis nula: Raíz Unitaria (assumes individual unit root process), I(1)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-1,67236 (*)	-17,7207	1,69774 (**)	-10,4657
ADF - Fisher Chi-square	29,8665 (*)	236,585	7,80410 (**)	134,914
PP - Fisher Chi-square	30,5243 (*)	281,448	4,85636 (**)	204,029
Hipótesis nula: Panel estacionario, I(0)				

Método	Ln (CAEpc)		Ln (PIBpc)	
	Niveles	Primera diferencia	Niveles	Primera diferencia
Hadri Z-stat	7,42483	1,27869 (**)	8,09256	3,58857
Heteroscedastic Consistent Z-stat	5,69406	1,57388 (**)	6,54037	3,17096
Cross-sections	9	9	9	9

Fuente: Elaboración propia con información Anexo N° 4.12.

Notas: (*) no significativo al 1%, (**) no significativo al 5%.

Mayoritariamente las pruebas estadísticas indican que existe una relación de equilibrio estable en el largo plazo entre el PIB per cápita y el consumo aparente de energías modernas per cápita, sólo las pruebas rho (para el panel y para el grupo) indican que no se rechaza la hipótesis nula de no cointegración. Probablemente este resultado está indicando que al interior del grupo de países las relaciones no son tan estables. Para el análisis de la causalidad se supone que existe una relación de equilibrio estable en el largo plazo, ya que el resto de las pruebas no rechazan la hipótesis nula.

Cuadro N° 4.21

Pruebas de Cointegración: Pequeños consumidores de energía

	Estadístico	Probabilidad	Estadístico ponderado	Probabilidad
Prueba: Pedroni, Hipótesis nula: no hay cointegración				
Alternative hypothesis: common AR coefs. (within-dimension)				
Panel v-Statistic	2,971651	0,0015	2,944705	0,0016
Panel rho-Statistic	-0,953788	0,1701	-1,449687	0,0736
Panel PP-Statistic	-1,749967	0,0401	-2,276034	0,0114
Panel ADF-Statistic	-1,666004	0,0479	-2,114840	0,0172
Alternative hypothesis: individual AR coefs. (between-dimension)				
Group rho-Statistic	-0,949790	0,1711		
Group PP-Statistic	-2,230095	0,0129		
Group ADF-Statistic	-2,047759	0,0203		
Prueba: Kao				
ADF	-2,553578	0,0053		

Fuente: Elaboración propia con información Anexo N° 4.12.

b) Análisis de causalidad

Para verificar la causalidad entre el consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita se estimaron los siguientes modelos:

$$(5) \ln PIB pc_{it} = \alpha_{it} + \alpha_t + \alpha_{it} \ln E pc_{it} + \varepsilon_{it}$$

$$(6) \ln E pc_{it} = \alpha_{it} + \alpha_t + \alpha_{it} \ln PIB pc_{it} + \varepsilon_{it}$$

Donde:

$\ln PIB pc_{it}$: Logaritmo natural del PIB per cápita real (US\$ 1990)

$\ln E pc_{it}$: Logaritmo natural del consumo aparente de energías modernas per cápita real (TEP)

α_i : Efectos temporales

A través de pruebas estadísticas primero se probó si la matriz de varianzas y covarianzas era diagonal o no (varianza no constante y perturbaciones correlacionadas entre las ecuaciones individuales del panel). En los casos en que la matriz era diagonal se utilizó mínimos cuadrados ordinarios (MCO) en la estimación de las ecuaciones y si la matriz no era diagonal, se utilizó el método de ecuaciones aparentemente no relacionadas (SUR). En esta investigación el panel que se estimó con el método SUR es el de los pequeños consumidores de energía y el resto a través de MCO.

Las pruebas aplicadas fueron las de efectos fijos versus efectos individuales, donde en todos los paneles se aceptan los efectos fijos, luego el de efectos temporales, en los que en todos los casos se aceptan y finalmente, si la pendiente en cada uno de los modelos estimados es igual para cada país. El resultado es que para el panel de toda la muestra y el de los pequeños consumidores se aceptó la hipótesis de iguales pendientes y en el resto de los paneles las pendientes son específicas para cada país.

En el siguiente cuadro se resumen las características de las estimaciones realizadas.

Cuadro N° 4.22
Características estimaciones

	Método de estimación	Efectos fijos	Efectos temporales	Pendientes diferentes
Toda la muestra	MCO	Sí	Sí	No
Grandes consumidores de energía	MCO	Sí	Sí	Sí
Medianos consumidores de energía	MCO	Sí	Sí	Sí
Pequeños consumidores de energía	SUR	Sí	Sí	No

Fuente: Elaboración propia.

Nota: MCO: Mínimo Cuadrados Ordinarios, SUR: Regresión Aparentemente no Relacionada (Seemingly Unrelated Regression).

Para probar la causalidad entre el consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita se utilizó las ecuaciones (1) y (2) en el caso del panel de los grandes consumidores de energía, ya que no existe estadísticamente una relación de cointegración entre ambas variables.¹³⁴ Para el resto de los paneles (toda la muestra, medianos y pequeños consumidores de energía) se utilizó las ecuaciones (3) y (4) en dos etapas, en la primera se estima la ecuación de largo plazo y el residuo de ésta, es la corrección de los errores de la ecuación de corto plazo.

¹³⁴ Este resultado se debe matizar, debido a que las pruebas estadísticas aplicadas no tienen en cuenta la existencia de dependencia cruzada, por ello cuando se estima el modelo con las ecuaciones (3) y (4) no se rechaza el modelo de corrección de errores.

En el siguiente cuadro se presentan las pruebas estadísticas para la hipótesis nula de no causalidad en las ecuaciones (1), (2), (3) y (4) según corresponda.

$$(1) d(\ln PIB)_{it} = \theta_{1j} + \sum_{k=1}^m \theta_{11ik} d(\ln PIB)_{it-k} + \sum_{k=1}^n \theta_{12ik} d(\ln E)_{it-k} + v_{1it}$$

$$(2) d(\ln E)_{it} = \theta_{2j} + \sum_{k=1}^m \theta_{21ik} d(\ln PIB)_{it-k} + \sum_{k=1}^n \theta_{22ik} d(\ln E)_{it-k} + v_{2it}$$

La hipótesis nula de no causalidad es $H_0 : \theta_{12ik} = 0, \forall i, k$ para la ecuación (1) y $H_0 : \theta_{21ik} = 0, \forall i, k$ para la ecuación (2). Las hipótesis alternativas son $H_1 : \theta_{12ik} \neq 0, \forall i, k$ y $H_1 : \theta_{21ik} \neq 0, \forall i, k$ respectivamente.

En esta prueba se utiliza un test F conjunto de significancia de los rezagos de las variables independientes: θ_{12ik} y θ_{21ik} .

$$(3) d(\ln PIB)_{it} = \theta_{1j} + \lambda_{1i} CE_{it-1} + \sum_{k=1}^m \theta_{11ik} d(\ln PIB)_{it-k} + \sum_{k=1}^n \theta_{12ik} d(\ln E)_{it-k} + \varepsilon_{1it}$$

$$(4) d(\ln E)_{it} = \theta_{2j} + \lambda_{2i} CE_{it-1} + \sum_{k=1}^m \theta_{21ik} d(\ln PIB)_{it-k} + \sum_{k=1}^n \theta_{22ik} d(\ln E)_{it-k} + \varepsilon_{2it}$$

La hipótesis nula de no causalidad es $H_0 : \lambda_{1i} = \theta_{12ik} = 0, \forall i, k$ para la ecuación (3) y $H_0 : \lambda_{2i} = \theta_{21ik} = 0, \forall i, k$ para la ecuación (4). Las hipótesis alternativas son $H_1 : \lambda_{1i} \neq \theta_{12ik} \neq 0, \forall i, k$ y $H_1 : \lambda_{2i} \neq \theta_{21ik} \neq 0, \forall i, k$ respectivamente.

La evidencia muestra que en todos los casos (toda la muestra, grandes consumidores de energía, medianos consumidores de energía y pequeños consumidores de energía) se rechaza la hipótesis nula de no causalidad, por lo que tanto, la relación de causalidad va en ambas direcciones.

Cuadro N° 4.23
Pruebas estadísticas de no causalidad

Variable dependiente	F estadístico			Chi cuadrado		
	Valor del test	Grados de libertad	Probabilidad	Valor del test	Grados de libertad	Probabilidad
Toda la muestra						
ln(CAEpc)	2,977314	(80, 940)	0,0000	238,1851	80	0,0000
Ln(PIBpc)	3,184173	(80, 940)	0,0000	254,7338	80	0,0000
Grandes consumidores de energía¹³⁵						
ln(CAEpc)	4,112962	(15, 255)	0,0000	61,69443	15	0,0000
Ln(PIBpc)	4,011762	(15, 255)	0,0000	60,17643	15	0,0000
Medianos consumidores de energía						

¹³⁵ Cuando se aplican las pruebas estadísticas al modelo de corrección de errores los resultados son: Ecuación (3) test F 3,689843 con (20, 245) grados de libertad y el test chi cuadrado 73,79687 con 20 grados de libertad, Ecuación (4) test F 3,892864 con (20, 245) grados de libertad y el test chi cuadrado 77,85729 con 20 grados de libertad. La conclusión es que ambas variables se causan mutuamente.

Variable dependiente	F estadístico			Chi cuadrado		
	Valor del test	Grados de libertad	Probabilidad	Valor del test	Grados de libertad	Probabilidad
ln(CAEpc)	2,796462	(20, 245)	0,0001	55,92924	20	0,0000
Ln(PIBpc)	3,619149	(20, 245)	0,0000	72,38299	20	0,0000
Pequeños consumidores de energía						
ln(CAEpc)	3,410073	(36, 436)	0,0000	122,7626	36	0,0000
Ln(PIBpc)	3,047785	(36, 436)	0,0000	109,7203	36	0,0000

Fuente: Elaboración propia.

La evidencia de la causalidad entre el consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita es similar a la reportada por Lorde y Guy (2009) para 23 países latinoamericanos cubriendo el período 1980-2004 y Campo y Sarmiento (2011) para diez países latinoamericanos cubriendo el período 1971-2007, en el sentido de que la relación entre ambas variables es bi-direccional.

Esta evidencia muestra que el consumo de energías modernas per cápita y el PIB per cápita se influyen mutuamente (existe una retroalimentación y posible complementariedad entre ambas variables), lo que es consistente con los resultados obtenidos con el análisis de co-movimiento de ambas variables en que primaba el co-movimiento contemporáneo del consumo aparente de energías modernas per cápita respecto al ciclo económico. Además de esta evidencia se deduce que las situaciones internas y/o externas al país que afecten la dotación de energía se traducirán en una reducción en el crecimiento del PIB y por ende, se confirma que las restricciones energéticas tienen un impacto en el crecimiento económico.

Desde el punto de vista práctico, la evidencia encontrada es el reflejo del cambio en el ingreso per cápita (PIB per cápita) de los países y de los estilos de vida¹³⁶ asociados al consumo de bienes como automóviles, transporte, aparatos de calefacción y climatización y aparatos domésticos que demandan electricidad impulsan la mayor demanda de energías modernas (impulso de demanda agregada),¹³⁷ lo que incentiva a los oferentes a una mayor producción de esos bienes y servicios, con lo que se demanda más energía moderna (impulso de oferta agregada) y se genera el proceso de retroalimentación.¹³⁸

¹³⁶ Detrás de este cambio también está: *el cambio demográfico* (la migración de la población rural a áreas urbana implica una mayor oferta de infraestructura pública, del sistema de transportes y comunicaciones, provisión de electricidad, gas, agua y sistema de alcantarillado de los residuos domiciliarios), *el cambio estructural* (cambios en la participación del empleo en el proceso productivo, transición de una economía agrícola a una industrial y a una de servicios) y *el cambio en la temperatura*, Huang, Y. (2011).

¹³⁷ Un análisis más detallado de los factores que afectan la demanda de energía se encuentra en Huang, Y. (2011).

¹³⁸ Ver WEC (2003) para un análisis más detallado de tres grupos que conducen el comportamiento de la energía: PIB, demanda por energía y oferta de energía.

4.7 Conclusiones y comentarios finales

Este capítulo cuantifica la relación entre el consumo aparente de energías modernas y el PIB y para ello se utilizan técnicas estadísticas y econométricas que miden la asociación y causalidad entre ambas variables.

La evidencia obtenida de estos ejercicios cuantitativos permite disponer de información útil para el análisis de historia económica para países, en principio Latinoamericanos, para los que no existen estimaciones del nivel de actividad económica previo al uso generalizado del Sistema de Cuentas Nacionales a mediados del siglo XX, pero sí existe una rica información del consumo de energías modernas (información que se puede construir con registros estadísticos de los países exportadores o con información estadística del propio país que se esté estudiando).

Para la muestra de 20 países Latinoamericanos se obtuvo:

- a) Hay una asociación directa y positiva entre el consumo aparente de energías modernas y el PIB, que para los períodos más extensos (finales del siglo XIX y hasta comienzos del siglo XXI) está sobre el 91%, con la excepción de Haití cuya correlación está en el 72%. Para el período 1950-2003 la correlación mayoritariamente está sobre el 96% (13 de los 20 países), entre el 94% y 95% en cuatro casos y entre 67% y 83% en tres casos, siendo la correlación de Haití la más baja.

Al ampliar el análisis de la correlación a la muestra de 98 países (cubriendo el período 1950-2003) se obtienen valores superiores al 90%, tal como se observa en los países de América Latina. Aún cuando un país esté en una etapa de crecimiento diferente a otro, la correlación entre el consumo de energías modernas y el PIB es positiva y alta, con la excepción de economías muy pequeñas en que las actividades económicas principales dependen poco del consumo de energías modernas, se puede pensar que se trata de economías de base agraria, sometidas a conflictos bélicos que desincentivan la inversión y con limitado acceso al comercio internacional. Sin embargo, la correlación entre el consumo aparente de energías modernas y el PIB no está condicionada al nivel de PIB y ni del consumo aparente de energías modernas del país bajo análisis.

- b) La asociación entre el consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita va cambiando en el tiempo y depende de las características propias de cada país, del grado de desarrollo, de la composición de la canasta energética y de la dotación de energías fósiles en sus territorios.

En la medida que un país logra estabilidad económica por períodos extensos de tiempo, la correlación entre el consumo aparente de energías modernas y el PIB es positiva, alta y estable. Los años de shocks internos y externos se traducen en reducciones en la correlación entre ambas variables y en algunos casos, se observa una correlación negativa, lo que se puede explicar por las velocidades diferentes en que evolucionan el PIB y el consumo aparente de energías modernas una vez que comienza la recuperación económica.

El comportamiento de más largo plazo muestra que la tendencia de la correlación presenta oscilaciones que dependen de las características específicas de cada país, pero no se refuta la hipótesis de la fuerte asociación en el comportamiento de ambas variables.

- c) Un análisis al interior de la muestra de 98 países y distinguiendo por el nivel de PIB per cápita, muestra que los países de América Latina no son un grupo diferente de otros países de la muestra, salvo que la brecha entre el nivel máximo y mínimo del PIB per cápita y el consumo per cápita de energías modernas son menores.

Para toda la muestra la relación entre el máximo y el mínimo nivel de PIB per cápita es de 37 veces y para la muestra de países de América Latina es de 10 veces. En el consumo aparente de energías modernas per cápita, la relación para toda la muestra es de 780 veces y para los países de América Latina es de 102 veces. Las brechas de ambas variables son menores en el caso de los países de América Latina.

- d) A nivel agregado y para el período 1896-2003 la relación entre el consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita define una función en forma de “S” tal como lo reportan Benthem, A. y M. Romani (2009) para países en desarrollo y no una “U” invertida como la tradición en la línea de Kuznets lo ha señalado.

Esta evidencia tiene importantes repercusiones, ya que define tres tasas de crecimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita por las que transita un país a medida que su PIB per cápita crece. En una primera etapa cuando el país comienza a industrializarse el crecimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita lo hace a tasas crecientes, luego el consumo de energías modernas per cápita crece a tasas decrecientes cuando el PIB per cápita es superior a 7.750 (US\$ 1990) y finalmente, en una etapa de mayor desarrollo con un PIB per cápita superior a 15.397 (US\$ 1990), el consumo per cápita de energías modernas disminuye. En cambio en una lógica como la curva de “U” invertida, sólo se presentan dos tasas de crecimiento, en una primera etapa el consumo per cápita de energías modernas crece a tasas decrecientes a medida que el PIB per cápita aumenta y luego, para unos niveles más altos de PIB per cápita el consumo per cápita de energías modernas decrece.

El análisis de esta relación funcional para paneles de datos con países agrupados en grandes productores y consumidores de energías modernas, grandes, medianos y pequeños consumidores de energías modernas, muestra que para los dos primeros grupos la relación funcional tiene una forma de “S” (estos países han transitado por una mayor cantidad de niveles de PIB per cápita), en el caso de los medianos consumidores de energías modernas la relación funcional es una recta con pendiente positiva (estos son los países con niveles de PIB per cápita medios) y finalmente, en el caso de los pequeños consumidores de energía, la relación es una función exponencial en que el consumo per cápita de energías modernas crece a tasas crecientes para todos

los niveles de PIB per cápita (estos son los países más rezagados en América Latina).

Al comparar la relación funcional entre el consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita de los 20 países de América Latina con una muestra de 78 países cubriendo el período 1950-2003, se observa que la relación funcional entre ambas variables es una “U” invertida, esto significa que el consumo per cápita de energías modernas crece a tasas decrecientes a medida que crece el PIB per cápita. En el caso de los 20 países de América Latina la relación función tiene la forma de una “S”, sin embargo al incluir a Jamaica y Trinidad y Tobago, la relación funcional es de crecimientos del consumo per cápita de energías modernas exponenciales, el cambio en la forma funcional, se explica por la dotación abundante de energías fósiles en estos dos países.

Al interior de la muestra de 98 países se observa que para los países de ingreso alto la relación entre el consumo per cápita de energías modernas y el PIB per cápita es la parte creciente de la “U” invertida, en el grupo de ingreso medio la forma funcional es una “U” invertida y para niveles de PIB per cápita superiores a 14.000 (US\$ 1990) el consumo per cápita de energías modernas comienza a decrecer y en el grupo de ingreso medio alto la relación funcional es una mezcla entre la “U” invertida hasta el nivel de PIB per cápita de 8.000 (US\$ 1990) y luego es una “U”, esto refleja lo que en la literatura se ha llamado una rematerialización de la producción, en el sentido de que por cada unidad de Producto se utiliza más energía.

- e) La intensidad energética en los países de América Latina durante el período 1870-2003 es creciente, pero a tasas cada vez más bajas, lo que es señal de un proceso sistemático de industrialización y del aprovechamiento de las condiciones favorables del precio internacional del petróleo por parte de los países con dotación de combustibles fósiles en sus territorios (Argentina, Ecuador, Perú y México) y capacidad industrial para explotar y exportar este combustible (Venezuela y Trinidad y Tobago).

La evolución de la intensidad energética es un proceso en que no todos los países lo hacen de la misma forma, y es por eso que en la segunda mitad del siglo XX, países como Cuba (a partir de la Revolución de los años 1950's), Argentina y México muestran una intensidad energética por sobre el promedio de países Latinoamericanos (los dos últimos países tienen combustibles fósiles en sus territorios) y en el otro extremo Chile y Uruguay (países con escasez relativa y absoluta de combustibles fósiles en sus territorios), que a partir de la década de los años 1970's muestran una intensidad energética decreciente que refleja las decisiones de los agentes económicos para enfrentar las nuevas condiciones de los mercados de los combustibles fósiles.

En la muestra de 98 países, se observa que la intensidad energética cambia lentamente, el nivel mínimo se incrementa y el nivel máximo se reduce, sin embargo, el primer y el segundo shock en el precio del petróleo cambian la tendencia observada: los países importadores de energías modernas aumentan su eficiencia energética y los que producen y exportan petróleo y los que

implementaron un sistema económico comunista, aumentan su ineficiencia energética. Este patrón es más claro en los países de ingreso alto y medio alto.

El nivel promedio de la intensidad energética es más alto en el caso de los países de ingreso alto, luego siguen los países de ingreso medio alto y finalmente, la intensidad energética más baja está en el grupo de países de ingreso medio. Este grupo también presenta una mayor dispersión.

Para el período 1950-2003 la evolución de la intensidad energética de los países de América Latina no es muy diferente del resto de países de la muestra con características similares, cuando se controla por consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita.

- f) La correlación entre la intensidad energética y el PIB per cápita es positiva para todos los países de América Latina, salvo para Haití, y no es significativamente diferente de cero en el caso de Panamá y Nicaragua.

En general, la correlación entre la intensidad energética y el PIB es más alta que la obtenida con el PIB per cápita, con la excepción de los casos de Brasil, Colombia, Chile, México y Perú en que ocurre lo contrario.

Las correlaciones más altas, a excepción de Argentina, las tienen los pequeños consumidores de energía. En el otro extremo, Chile tiene la más baja correlación. En general los países que se industrializaron más tempranamente a medianos y finales del siglo XIX (grandes consumidores de energías modernas), muestran una correlación positiva, pero más baja que los países que se industrializaron durante el siglo XX (medianos y pequeños consumidores de energías modernas).

- g) El vínculo entre la combinación de energías que utiliza una economía y la composición de la canasta energética tiene un efecto en la intensidad energética (cambio real en la intensidad energética), ya que al cambiar el uso de las energías menos eficientes por unas más eficientes la intensidad energética se reduce.

En la muestra de 20 países de América Latina la intensidad energética y la participación del petróleo en la canasta energética se correlaciona positivamente en el 50% de los países (Uruguay, Brasil, Perú, Cuba, México, Chile, Ecuador, Colombia, República Dominicana y Argentina. Estos son los grandes y medianos consumidores de energías modernas latinoamericanos), se correlaciona negativamente en el 40% de los casos (Bolivia, Paraguay, Costa Rica, Nicaragua, Guatemala, Haití, Honduras y El Salvador. Estos países, a excepción de Costa Rica, forman parte del grupo de los pequeños consumidores de energía en Latinoamérica) y en el 10% de los países no existe una correlación entre ambas variables (Panamá y Venezuela).

Los países en que la correlación entre intensidad energética y la participación del petróleo en la canasta de energías modernas es positiva, son principalmente los países que se industrializaron tempranamente a mediados del siglo XIX y

en los que el consumo de energías modernas crece más rápido que el nivel de actividad económica (este fenómeno se conoce como el efecto rebote).

El grupo de países en que la correlación es negativa, corresponde a los que primero hicieron la transición de carbón mineral al petróleo. Para estos países las guerras mundiales dejaron una huella (más la primera que la segunda) en la tasa de crecimiento que traían del consumo de energías modernas, situación que se puede explicar por un aprovechamiento a mediados del siglo XX de su ciclo industrializador dirigido por el Estado.

Los casos en que no hay una correlación entre la intensidad energética y la participación del petróleo en la canasta de energías modernas son excepcionales, ya que Venezuela ha aprovechado la explotación y exportación de petróleo y Panamá posee el Canal que conecta el Océano Pacífico con el Atlántico y por ende es una economía más vinculada al sector servicios.

- h) La relación entre la intensidad energética y la participación de la industria manufacturera y la minería en el PIB (sectores altamente demandantes de energía) muestra que el período en que alcanza su máxima participación no depende de la tipología de consumidor de energías modernas: grande, mediano o pequeño.

De la muestra de los 20 países de América Latina sólo para tres de ellos la correlación es estadísticamente diferente de cero: Paraguay y México con una correlación negativa y Ecuador con una correlación positiva. Para el resto de los países no hay un patrón claro entre ambas variables, lo que se puede explicar por los cambios en sus estructuras productivas a través del tiempo y por la influencia en el consumo de energías modernas de otros sectores productivos como el sector servicios y no productivos como los hogares.

- i) Los cambios en la intensidad energética en el tiempo (persistencia de la intensidad energética), no han sido procesos pausados ni suaves, sino que han estado marcados por abruptos cambios.

Los únicos países que muestran un patrón suave, desde un punto de atracción a otro, son Ecuador, El Salvador, Nicaragua y Venezuela. En el resto de los países el comportamiento es más errático y fluctuante, lo que refleja los cambios estructurales que han sufrido estos países en el período analizado. Este comportamiento no está asociado a ninguna tipología de consumo de energía de los países, por lo que el resultado no depende de la agrupación realizada, sino que de las características propias de los países latinoamericanos.

La evidencia para la muestra ampliada de países (período 1950-2003) muestra que con independencia de los niveles de ingreso per cápita promedio, la persistencia en la intensidad energética no es un proceso lineal, sino que se caracteriza por cambios en algunos casos abruptos y esto es algo observado también en los países de América Latina.

En aquellos países con niveles de ingreso per cápita más bajos, la intensidad energética muestra una relación no lineal que refleja las fases de transición

entre puntos atractores, en el caso de los países de América Latina podemos asociarlos a cambios estructurales de la década de los años 1980's y cambios en la composición de su matriz energética que implican el uso de energías más eficientes (en algunos casos implica el reemplazo de energías tradicionales por energías modernas).

- j) Para todo el período analizado utilizando la identidad IPAT (Impact, Population, Affluence and Technology), y para la muestra de 20 países de América Latina, se observa que el consumo aparente de energías modernas es mayoritariamente explicado por la tasa de crecimiento de la población, luego la intensidad energética (tecnología) y finalmente, por el PIB per cápita (actividad económica). Por lo tanto, el comportamiento del consumo de energías modernas es consecuencia principalmente de decisiones de demanda.

Para los períodos: 1880-1912, 1913-1930 y 1951-1957, la intensidad energética es la variable que explica la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas. Esta evidencia es el reflejo de las decisiones que fueron tomando los países, en especial cómo se fueron insertando en los mercados internacionales en la primera globalización, antes de la Gran Depresión del siglo XX y al final de la etapa clásica de la industrialización dirigida por el Estado. Estos períodos fueron de construcción de infraestructuras carreteras, portuarias y ferroviarias y el último, principalmente de fomento a la industria nacional.

En el caso de la actividad económica, ha sido la segunda variable que contribuye en la explicación del consumo de energías modernas en los períodos: 1931-1940, 1951-1957 y 1958-1979. El primer período es uno de recuperación y los restantes dos períodos son consecuencia de las políticas implementadas en los países latinoamericanos de industrialización dirigida por el Estado.

Del análisis se desprende que al interior de América Latina los niveles de eficiencia energética (medida a través de la intensidad energética agregada) son muy variados y el uso de energía favorece el crecimiento económico, pero esto no es suficiente para lograrlo, ya que se requiere de políticas económicas e instituciones adecuadas que favorezcan e incentiven el crecimiento.

Para la muestra ampliada de 98 países y para el período 1950-2003 se observa que la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas es explicada principalmente por la tasa de crecimiento de la población en el caso de los países de América Latina y por la tasa de crecimiento del PIB per cápita en el resto de la muestra, siendo la segunda variable más importante en la explicación la intensidad energética. Esta evidencia muestra la diferencia en el comportamiento de América Latina respecto a lo que ocurre en el mundo en este período.

El análisis por subperíodos y para la muestra de 78 países que (excluye los países de América Latina) revela que la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas está influenciada principalmente por la tasa de crecimiento del PIB per cápita (períodos 1958-1979 y 1980-2003) y por la

contribución de la intensidad energética (período 1951-1957). En el caso de los países de América Latina, la tasa de crecimiento de la población es la que impulsa el crecimiento del consumo aparente de energías modernas en los períodos 1958-1979 y 1980-2003, en cambio la intensidad energética contribuye en la explicación de la tasa de crecimiento de la energía en el período 1951-1957.

La evidencia de los párrafos previos muestra las diferentes direcciones que tomaron los países a partir de la Segunda Guerra Mundial: en Europa comienza la reconstrucción aplicando políticas más proteccionistas que no favorecieron al comercio latinoamericano y que redujeron las oportunidades de seguir participando del comercio internacional, tal como lo ha planteado Carreras, A. (2012) y por su parte los países de América Latina comenzaron aplicar políticas de industrialización dirigidas por el Estado cuyos resultados fueron dispares.

- k) El análisis de la correlación contemporánea (co-movimiento entre el PIB per cápita y el consumo aparente de energías modernas) para los 20 países de América Latina muestra que para todo el período, mayoritariamente (60% de la muestra de países) el consumo aparente de energías modernas per cápita es acíclico, es decir, su comportamiento no está estadísticamente vinculado al del PIB per cápita y luego sigue el movimiento procíclico (el comportamiento del consumo per cápita de energías modernas sigue el mismo comportamiento del PIB per cápita) con un 35% de los casos. Sin embargo, cuando el período de análisis se reduce al período 1951-2003 el movimiento procíclico del consumo per cápita de energías modernas representa el 60% de los casos, el 35% corresponde al movimiento acíclico del consumo per cápita de energías modernas y el 5% al movimiento anticíclico. Además, estos resultados no dependen del tipo de país (grande, mediano o pequeño consumidor de energías modernas per cápita).

Al descomponer al interior del movimiento procíclico a partir del año 1931, con la excepción del período 1951-1957, el movimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita es mayoritariamente contemporáneo al movimiento del PIB per cápita, lo que tiene su origen en la mayor contribución de la tasa de crecimiento de la población en la explicación de la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas, por lo que la actividad económica crece y los consumos de energías también lo hacen influenciados principalmente por las decisiones de los hogares.

En los períodos previos a 1931, predomina el movimiento procíclico y el consumo aparente de energías modernas per cápita que se mueve con posterioridad al movimiento del PIB per cápita. Este comportamiento está vinculado a la mayor contribución de la tasa de crecimiento de la intensidad energética en la explicación de la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas. Este resultado tiene sentido si se considera que los países que fueron parte de la primera globalización son los que primero incorporaron las energías modernas en sus canastas energéticas y además los primeros en industrializarse, lo que significó adoptar tecnologías que utilizaban más eficientemente las energías más modernas.

- l) El trabajo econométrico para verificar la dirección de la causalidad entre el consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita utiliza las metodologías que resuelven los problemas de quiebres estructurales y las pruebas de raíz unitaria y cointegración para datos de panel.

De las pruebas de raíz unitaria aplicadas al panel completo de países de América Latina y a la agrupación de países según los niveles de consumo en forma separada, se obtiene que las dos series en niveles son integradas de orden uno (series no estacionarias) y son integradas de orden cero (series estacionarias) cuando se les calcula la primera diferencia.

Las pruebas de cointegración revelan que para el panel completo de países, las variables están cointegradas, es decir, existe una relación de equilibrio de largo plazo entre el consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita. Sin embargo, el análisis por grupos de consumo, muestra que en el caso de los grandes consumidores de energía no se presenta la cointegración, y por ende, no hay una relación de equilibrio estable de largo plazo entre el consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita.

En el panel de los medianos y pequeños consumidores de energía se obtiene que ambas variables están cointegradas y por lo tanto, existe una relación de equilibrio en el largo plazo.

Los resultados de las pruebas de raíz unitaria y de cointegración permiten definir el modelo que se utiliza para determinar la dirección de la causalidad en el sentido Granger entre el consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita, cuyos resultados son que en todos los casos (panel con todos los países y paneles con los grupos de consumo de energía) hay una causalidad que va en ambas direcciones (bi-direccionalidad). Es decir, ambas variables se influyen mutuamente (existe una retroalimentación y posible complementariedad entre ellas), lo que es consistente con los resultados obtenidos con el análisis de co-movimiento de ambas variables en que primaba el co-movimiento contemporáneo del consumo aparente de energías modernas per cápita respecto al ciclo económico.

Además de la bi-direccionalidad se deduce que las situaciones internas y/o externas al país que afecten la dotación de energía se traducirán en una reducción en el crecimiento del PIB y por ende, se confirma que las restricciones energéticas tienen un impacto en el crecimiento económico, pero la evidencia de los capítulos previos y éste, muestra que no son tan marcadas como se esperaba.

Desde el punto de vista práctico, la evidencia encontrada es el reflejo del cambio en el ingreso per cápita (PIB per cápita) de los países y de los estilos de vida asociados al consumo de bienes como automóviles, transporte, aparatos de calefacción y climatización y aparatos domésticos que demandan electricidad y que impulsan la mayor demanda de energías modernas (impulso de demanda agregada), lo que incentiva a los oferentes a una mayor producción de esos

bienes y servicios, con lo que se demanda más energía moderna (impulso de oferta agregada) y se genera el proceso de retroalimentación.

Capítulo 5

Conclusiones Finales

La historia económica de América Latina, en especial sus niveles de actividad económica, se ha elaborado con la información disponible para los países más grandes de la región y se supone que los países medianos y pequeños (para los que no existe ninguna aproximación de los niveles de actividad económica antes del uso generalizado del Sistema de Cuentas Nacionales) tienen un comportamiento similar, tanto en niveles como en tasas de crecimiento. Se presenta entonces una historia económica agregada que no distingue lo que ocurre al interior de un grupo de países que forman América Latina.

Los esfuerzos de Angus Maddison por disponer de series homogéneas y extensas del PIB para la mayor cantidad de países del mundo, no permitieron disponer de estimaciones para una mayor cantidad de países pequeños antes de 1945 como por ejemplo en el caso de Bolivia, Panamá, Paraguay y República Dominicana.

Esta tesis doctoral parte del reconocimiento de que construir las Cuentas Nacionales Históricas para un grupo amplio de países es una investigación de muy largo alcance que requiere de un equipo de trabajo, de recursos financieros y de gran cantidad de información primaria, que probablemente no existe. Es por ello que se toma la vía de construir un indicador indirecto, para un número amplio de países y cubriendo un período extenso, que dé cuenta de los niveles de actividad económica, como lo es el consumo aparente de energías modernas.

La construcción de las series del consumo aparente de energías modernas para 20 países de América Latina y con una cobertura temporal que se extiende mayoritariamente entre el año 1880 y el año 2003, fue posible gracias a que esta tesis doctoral forma parte de las actividades de investigación realizadas dentro del proyecto de investigación *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960* (BEC2003-00190) y el proyecto *Energía y Economía en América Latina y el Caribe desde mediados del siglo XIX a finales del siglo XX* (SEJ2007-60445) que le dio continuidad, financiados por el Ministerio de Ciencia y Tecnología de España y por la Unión Europea a través de FEDER y cuyo investigador principal es Albert Carreras.¹³⁹

A lo largo de esta investigación se fue evaluando la bondad del consumo aparente de energías modernas para transformarse en un indicador de los niveles de

¹³⁹ El equipo de investigación está formado por los siguientes investigadores principales: Albert Carreras, André Hofman, César Yáñez, Mar Rubio, Mauricio Folchi y Xavier Tafunell y los investigadores: Anna Carreras-Marín, Carolina Román, Frank Notten, José Jofré y Marc Badia-Miró, quienes fueron los encargados de procesar la información de las fuentes primarias.

actividad económica para países y períodos en los que no existen estimaciones de cuentas nacionales históricas.

En términos generales se puede indicar que el consumo de energías modernas es un buen indicador del comportamiento de la actividad económica, ya que captura adecuadamente los períodos históricos de la historia de América Latina, su tasa de crecimiento es impulsada principalmente por la tasa de crecimiento de la población, está altamente correlacionado con el PIB, su correlación con el PIB es elevada y positiva en los períodos de estabilidad económica, pero se reduce y es negativa en los períodos de shocks internos y externos.

El consumo aparente de energías modernas es procíclico, en el largo plazo tiene una relación de equilibrio con el PIB en los países medianos y pequeños consumidores de energía, pero en los grandes consumidores de energía no existe una relación de equilibrio estable en el largo plazo y finalmente, la dirección causalidad entre el consumo de energías modernas per cápita y el PIB per cápita va en ambas direcciones, lo que indica la existencia de un proceso de retroalimentación entre ambas variables, por lo que lo que ocurra con una de las variables afecta el comportamiento de la otra.

El análisis en perspectiva comparada del consumo de energías modernas revela que América Latina está formada por un grupo heterogéneo de países, pero con patrones comunes que permiten su agrupación y análisis. A nivel agregado los niveles promedios de consumo aparente de energías modernas han aumentado 172 veces en el período 1880-2003 y 36,1 veces cuando se mide en términos per cápita, con una reducción sistemática en la brecha entre el nivel máximo y mínimo de consumo per cápita (1: 4.350 en el año 1880 a 1:32 en el años 2003), lo que se traduce en comportamientos en los niveles de consumo de energías modernas de América Latina más homogéneos, pero no se ha logrado la convergencia. En el año 2003 el 91% de los consumos de energía se concentran en ocho países (en el año 1880 el consumo se concentraba en seis países). Por lo tanto, no es adecuado suponer que el comportamiento de unos pocos países es aplicable a otros países, en especial si se trata de los más pequeños de la región.

La comparación del comportamiento del consumo aparente de energías modernas de 22 países latinoamericanos con una muestra de 76 países del mundo, con información disponible a partir de 1950, revela que América Latina tiene niveles de consumos de energías modernas más bajos (controlando por niveles similares de PIB per cápita) y en la mayoría de los períodos con tasas de crecimiento más elevadas, pero América Latina no presenta comportamientos muy diferentes del resto de países cuando se compara con países con niveles similares de PIB per cápita.

Los resultados de los ejercicios empíricos que se reportaron en el capítulo cuatro de este documento permiten señalar que:

1. Hay una asociación directa, positiva y alta entre el consumo aparente de energías modernas y el PIB, que para los períodos más extensos (finales del siglo XIX y hasta comienzos del siglo XXI) está sobre el 91%, con la excepción de Haití cuya correlación está en el 72% y que para el período

1950-2003 está sobre el 96% (13 de los 20 países), entre el 94% y 95% en cuatro casos y entre 67% y 83% en tres casos, siendo la correlación de Haití la más baja.

2. La correlación entre estas dos variables fluctúa en el tiempo, pero no depende del nivel del Producto, sino de las decisiones de los agentes económicos que demandan energías modernas, de las características propias de cada país, del grado de desarrollo, de la composición de su canasta energética y de la dotación de energías fósiles en sus territorios.
3. A nivel individual, la alta correlación positiva entre el consumo de energías modernas y el PIB se observa en todos los países, relación que se matiza con situaciones coyunturales, pero que una vez la economía retoma a su funcionamiento relativamente normal, la correlación se recupera.
4. El co-movimiento entre el consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita, para el período 1950-2003, no depende de si el país es un consumidor de energía grande, mediano o pequeño.

En el 60% de la muestra el comportamiento es procíclico y contemporáneo (el consumo per cápita de energías modernas sigue el mismo comportamiento del PIB per cápita en el mismo período), 35% de los casos corresponde a un movimiento acíclico (el consumo aparente de energías modernas per cápita no está vinculado al movimiento del PIB per cápita) y en el 5% de los casos el movimiento entre ambas variables es anticíclico (el consumo aparente de energías modernas per cápita va en dirección contraria al movimiento del PIB per cápita).

5. Las pruebas econométricas de cointegración para paneles de datos, revelan que para el panel completo de países de América Latina y cubriendo el período 1947-2003, existe una relación de equilibrio de largo plazo entre el consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita. Sin embargo, sólo en el caso de los grandes consumidores de energía no se presenta la cointegración, y por ende, no hay una relación de equilibrio estable de largo plazo entre el consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita.
6. Las pruebas econométricas de causalidad muestran hay una causalidad que va en ambas direcciones, es decir, el consumo aparente de energías modernas per cápita causa el PIB per cápita y a su vez, el PIB per cápita causa el consumo aparente de energías modernas per cápita. Por lo tanto, ambas variables se influyen mutuamente (existe una retroalimentación y posible complementariedad entre ellas), lo que es consistente con los resultados presentados en el punto 4 anterior.

La retroalimentación entre el consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita, no sólo se explica por factores de oferta que están impulsando el crecimiento económico, sino también está detrás el efecto rebote. Esto significa que a niveles mayores de PIB per cápita las familias consumen más artefactos y servicios que requieren de energías

modernas para funcionar (televisores, aires acondicionados, neveras, automóviles, reproductores de videos, equipos musicales, hervidores eléctricos, hornos eléctricos, viajes en avión, etc.) que aún cuando cada vez sean más eficientes energéticamente y tener precios más bajos, son cada vez más los hogares que pueden acceder a ellos.

Por lo tanto, la evidencia estadística señalada en los puntos anteriores nos lleva a no rechazar la hipótesis que señala que *en el largo plazo existe una relación de equilibrio estable entre el consumo de energía y el PIB.*

Esta conclusión valida los resultados reportados a lo largo de esta tesis, ya que se demuestra que la relación energía-actividad económica no es algo teórico, sino que es algo no casual que se puede utilizar como indicador indirecto de niveles de actividad económica en períodos y países determinados. Además se pueden extraer lecciones de su comportamiento que permiten tener una visión de América Latina desde otra perspectiva.

El análisis de las series de consumo aparente de energías modernas para la muestra de países de América Latina, nos lleva a señalar que:

1. La serie del consumo aparente de energías modernas latinoamericanas captura adecuadamente siete períodos historiográficos que la historia económica ha definido, a saber:
 - 1880-1912: Primera globalización.
 - 1913-1930: Período entre guerras pre Gran Depresión.
 - 1931-1940: Período entre guerras post Gran Depresión.
 - 1941-1950: Etapa clásica (I) de la industrialización dirigida por el Estado.
 - 1951-1957: Etapa clásica (II) de la industrialización dirigida por el Estado.
 - 1958-1979: Etapa madura de la industrialización dirigida por el Estado.
 - 1980-2003: Era neoliberal.
2. Las tasas de crecimiento anual del consumo aparente de energías modernas per cápita, ordenadas en forma descendente son:
 - 5,2% Período de la primera globalización: 1880-1912.
 - 4,8% Etapa clásica (II) de la industrialización dirigida por el Estado: 1951-1957.
 - 4,4% Etapa clásica (I) de la industrialización dirigida por el Estado: 1941-1950.
 - 3,4% Período de entre guerras post Gran Depresión: 1931-1940.
 - 3,3% Etapa madura de la industrialización dirigida por el Estado: 1958-1979.
 - 0,8% Período entre guerras pre Gran Depresión: 1913-1930.
 - 0,6% Era neoliberal: 1980-2003.
3. En 1880 el 94% del consumo aparente de energías modernas (que corresponde a 1.005.680 TEP anuales) se concentraba en seis países: Argentina, Brasil, Cuba, Chile, México y Uruguay y en el año 2003, estos seis países concentran el 74% del consumo de energías modernas de la

región (corresponde a 344.649.381 TEP anuales). Cuando se agrega Colombia y la República Bolivariana de Venezuela estos ocho países concentran cerca del 91% del consumo total de energía de la región.

4. Utilizando un criterio que toma en cuenta los niveles de consumo per cápita en 1890 similares y el comportamiento de largo plazo de la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita parecida, se logra respetar la especificidad de cada país y a la vez, reflejar los aspectos comunes, con esto se identifican para América Latina cuatro patrones de consumo de energías modernas:
 - Grupo 1 de los “Grandes consumidores y productores de petróleo”. Este grupo está formado por la República Bolivariana de Venezuela y su excepcional comportamiento se explica por su dotación y explotación de petróleo.
 - Grupo 2 de los “Grandes consumidores de energías modernas”. Este grupo lo forman: Argentina, Cuba, Chile, México y Uruguay. Estos países aprovecharon las oportunidades que les ofreció la primera globalización dada su especialización productiva, permitiéndoles tener éxito con sus productos exportados y modernizarse durante el siglo XIX a través de la construcción de infraestructuras de transporte modernos como lo es la red ferroviaria y portuaria.
 - Grupo 3 de los “Medianos consumidores de energías modernas”. Este grupo lo forman: Brasil, Costa Rica, Ecuador, Perú y República Dominicana. Estos países tienen una orientación agro-exportadora a productos como el café y el cacao que tuvieron relativo éxito en la primera globalización, muestran una modernización más lenta que se potenció con las políticas dirigidas por el Estado a partir de la década de los años 1940 que favorecieron la construcción de infraestructura industrial.
 - Grupo 4 de los “Pequeños consumidores de energías modernas”. Son parte de este grupo: Bolivia, Colombia, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Nicaragua, Panamá y Paraguay. Este grupo de países tuvo una especialización agro-exportadora muy similar al grupo anterior, con productos como el cacao, plátanos y café que se adaptan con dificultad a las demandas internacionales y altamente condicionados por los resultados de las cosechas (en especial de las de café) a lo que se suma la debilidad institucional que se arrastra históricamente.
5. La participación de cada uno de los grupos de consumos de energía en el total de consumos de energías modernas per cápita se ha modificado en 123 años de historia económica latinoamericana. En 1880 el grupo 1 representaba el 0,2%, el grupo 2 el 69,9%, el grupo 3 el 27,0% y el grupo 4 el 2,9%. En el año 2003 la participación del grupo 2 se reduce al 47,0% a favor del resto de grupos: el grupo 1 en este año representa el 12,2%, el grupo 3 el 32,7% y el grupo 4 el 8,1%.

6. Durante el período de la primera globalización, la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita de América Latina es de 5,2% anual. La tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita más alta la tiene el grupo de grandes consumidores y productores de petróleo con el 6,1%, sigue el grupo de grandes consumidores con el 5,6%, los medianos consumidores con el 4,2% y finalmente, los pequeños consumidores de energía con el 1,2% anual.

Para el período 1880-2003 la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita es de 3,0% anual, observándose que la mayor tasa de crecimiento la tiene el grupo de grandes consumidores y productores de petróleo con el 6,4%, los pequeños consumidores de energías con el 3,9%, los medianos consumidores de energía con el 3,0% y los grandes consumidores de energías modernas con el 2,8%.

7. Los países que están en el grupo de los grandes consumidores de energías, ya a finales del siglo XIX se habían dotado de infraestructuras de transporte moderno (red ferroviaria y portuaria), se especializaban productivamente en alimentos altamente demandados por los países industrializados y en la provisión de minerales, lo que les permitió una exitosa inserción en el mercado internacional durante la primera globalización, pero que en términos del consumo aparente de energías modernas per cápita este impulso inicial se fue perdiendo en el tiempo.
8. En países como Argentina, Chile, México y Uruguay que tienen las tasas de crecimiento más altas de consumo per cápita en la primera globalización, muestran una asociación entre la intensidad energética y los niveles de PIB per cápita que se mantiene relativamente constante y transita a una fase de decrecimiento (eficiencia energética). En cambio el resto de los países de América Latina (que se modernizaron más tardíamente), tienen niveles de intensidad energética más bajas que el grupo de países señalados, pero muestran una relación positiva con el PIB per cápita.

La evidencia recopilada, procesada y analizada en esta investigación no permite rechazar la hipótesis que señala que *hay indicios de que los países cuyo consumo energético creció más rápidamente desde finales del siglo XIX tienen un nivel de renta per cápita mayor actualmente.*

Se debe agregar que el éxito relativo de países como Argentina, Chile, México y Uruguay, se debe a que a finales del siglo XIX tenían un mayor grado de modernidad que el resto de los países de la región, cuyo origen está en su especialización productiva, la concentración de sus exportaciones y de sus socios comerciales, pero esto no es lo único, ya que hay una matriz institucional y políticas económicas tomadas para adaptarse a las condiciones nacionales e internacionales a lo largo de 123 años que van condicionando los resultados económicos observados actualmente. Se debe precisar que el consumo aparente de energías modernas es un insumo que se requiere para hacer funcionar las máquinas y los equipos que permiten lograr la producción y el crecimiento económico.

Cuando se analiza la asociación entre el consumo de energías modernas con la etapa de crecimiento económico en que se encuentra el país se tiene:

1. El período más extenso, dentro de los 123 años de la historia energética, con altas tasas de crecimiento del consumo aparente de energías modernas, tanto a nivel total como per cápita, corresponde al de industrialización dirigida por el Estado.
2. El sub período que muestra las tasas más altas de crecimiento de la historia económica energética latinoamericana es la etapa clásica (II) de la industrialización dirigida por el Estado (1951-1957) con tasas de 7,7% para el total y 4,8% anual en términos per cápita. En el período anterior 1941-1950 (primera etapa de la industrialización dirigida por el Estado) las tasas de crecimiento son de 7,1% para el consumo total de energías modernas y de 4,4% anual para el consumo per cápita. En la etapa madura del proceso de industrialización inducida por el Estado (1958-1979), las tasas de crecimiento son: 6,0% para el consumo total y 3,3% en términos per cápita.
3. La brecha en los consumos per cápita de energías modernas de los medianos consumidores respecto a los grandes consumidores, se reduce sistemáticamente desde el período 1913-1930, pero la reducción es más marcada en el período 1958-1979. En el caso de los pequeños consumidores de energía, el período 1931-1940 marca la fuerte reducción de la brecha con los grandes consumidores de energía
4. El grupo de medianos consumidores de energía tiene las tasas de crecimiento más altas del consumo aparente de energías modernas per cápita en el período de industrialización dirigida por el Estado: 5,6% en el período 1941-1950, 4,7% en el período 1951-1957 y 4,5% en el período 1958-1979. En este grupo es claro el impacto de la política económica en el consumo aparente de energías modernas per cápita.

En el grupo de los pequeños consumidores de energías, en el período analizado, las tasas de crecimiento del consumo aparente de energías modernas per cápita son elevadas, pero son particularmente elevadas desde 1913 y hasta el año 1957. En este grupo el período de entre guerras pre y post Gran Depresión (1913-1930, 1931-1940) es en el que el consumo aparente de energías modernas per cápita crece con más fuerza, 9,1% y 8,6% respectivamente.

5. La evolución del consumo aparente de energías modernas per cápita y el PIB per cápita del grupo de los grandes consumidores de energía definen una curva en forma de "S" que permite ir aumentando los niveles de PIB per cápita con aumentos del consumo aparente de energías modernas per cápita a tasas diferentes, algo similar se observa en el grupo de grandes consumidores y productores de petróleo, pero la curva en este caso está más alejada del eje vertical que indica una mayor ineficiencia energética. En el grupo de medianos consumidores de energías se define una relación entre energía y PIB lineal con pendiente positiva, y en el caso de los

pequeños consumidores de energía, la relación es de crecimiento exponencial.

6. Desde la perspectiva de la intensidad energética, para los grandes consumidores y productores de petróleo, medianos consumidores de energía y los pequeños consumidores de energía, se observa que ésta es creciente en todo el período analizado, esto significa que a pesar de disponer de tecnologías que pueden ser más modernas, los aumentos de producción conllevan un aumento de los niveles de consumo. En cambio en el grupo de los grandes consumidores de energía la tendencia de la intensidad energética es a la reducción, es decir, los aumentos en la producción se logran con unos niveles de energía menores.
7. La evidencia agregada de la correlación entre la intensidad energética y el PIB per cápita es positiva, lo que significa que los países de América Latina, en promedio, están en la fase de crecimiento vinculada fuertemente a un proceso de industrialización.

Las más altas correlaciones, a excepción de Argentina y Haití, las tienen los pequeños consumidores de energía. En general, los países que se industrializaron más tempranamente, muestran una correlación positiva entre la intensidad energética y el PIB per cápita, pero más baja que el resto de los grupos de consumidores.

La evidencia reportada en los puntos anteriores no permite rechazar la hipótesis específica de esta investigación que indica que *en las etapas intermedias de crecimiento económico el consumo de energía per cápita tiende a aumentar con mayor fuerza.*

La muestra de 20 países de América Latina que cubre desde finales del siglo XIX y hasta comienzos del siglo XXI y la muestra ampliada de 78 países que cubre desde mediados del siglo XX y hasta comienzos del siglo XXI, están formadas por países que no disponen de combustibles fósiles en sus territorios, otros que tienen combustibles fósiles en sus territorios, pero dados sus consumos internos requieren comprar una parte de ellos en el mercado internacional y finalmente, países que explotan y exportan combustibles fósiles. Esta gama de tipos de países tienen un conjunto de características que los hace similares o dispares, a saber:

1. En el grupo de países con combustibles fósiles en sus territorios podemos distinguir aquellos casos excepcionales como Venezuela (en América Latina), los Emiratos Árabes Unidos o Qatar que poseen abundantes reservas de combustibles fósiles que permiten su explotación y exportación. Estos países muestran niveles de consumo de energías modernas que sólo se explican por la “lotería de los recursos” y tienen por lo tanto, comportamientos excepcionales que no se repiten en el resto de la muestra de países.
2. Los países con combustibles fósiles en sus territorios, tanto en el contexto de la muestra de países de América Latina como en el total de la muestra,

para el período 1950-2003 tienen niveles de consumo mayores que el grupo de países importadores netos de combustibles fósiles.

En el caso de los países de América Latina la diferencia en el nivel de consumo per cápita es de 2,4 veces y para la muestra ampliada (excluyendo América Latina) es de 1,6 veces. Cuando se analiza las tasas de crecimiento del período, los importadores netos de combustibles fósiles de América Latina muestran un crecimiento de mayor que los países que poseen estas energías en sus territorios (2,8% anual versus 2,4%), en cambio en la muestra total ocurre lo contrario (los importadores netos de combustibles fósiles tienen una tasa de crecimiento de 1,1% anual y los países con estos combustibles tienen una tasa de crecimiento de 1,4% anual).

3. El consumo aparente de energías modernas per cápita y sus tasas de crecimiento son diferentes dependiendo de si el país posee o no recursos fósiles en sus territorios. Al comparar este comportamiento con el resto de la muestra, también los comportamientos son distintos, así por ejemplo el período 1973-1978 para los países no latinoamericanos es de unas tasas de crecimiento mucho más bajas que en el período previo (países con y sin combustibles fósiles en sus territorios), pero en el caso de los países de América Latina, las tasas no caen tanto.
4. La evidencia de las tasas de crecimiento de los diferentes países productores y exportadores de petróleo es dispar a lo largo de los diferentes períodos historiográficos, ya que el primer y segundo shock en el precio del petróleo les permitió aprovechar las oportunidades que brindaban los precios internacionales más altos. Por el contrario, para los países que son importadores netos de energías fósiles les obligó a pagar una factura más elevada, pero no hay evidencia de que sus patrones de consumo de hayan modificado fuertemente, en especial en el caso de los países de América Latina.
5. Tanto para países con y sin combustibles fósiles en sus territorios, no se presenta la convergencia en los niveles de consumo, pero el coeficiente de variación comienza a decrecer a partir de la década de los años 1980's en todos los casos, salvo para los países de América Latina que poseen combustibles fósiles en sus territorios. Este resultado muestra cómo estos países comenzaron a aprovechar las oportunidades que se generaron con los precios internacionales del petróleo más elevados.
6. Con independencia de la existencia o no de combustibles fósiles en sus territorios y el nivel de PIB per cápita, la correlación entre el consumo aparente de energías modernas y el PIB es alta y positiva, tanto en el caso de los países de América Latina como en el resto de la muestra de países.

Por lo tanto, hay evidencia para rechazar la hipótesis específica que señala que *los países productores y exportadores de energías tienen un comportamiento similar al resto de los países de la muestra.*

A nivel general, la evidencia previa ha mostrado las cualidades que tiene la serie del consumo aparente de energías modernas, para el período 1880-2003, para comprender la historia económica de América Latina a través de las energías modernas.

Finalmente, esta investigación ha permitido obtener múltiples lecciones sobre la realidad de los países de América Latina con lo que se han cumplido con todos los objetivos planteados.

Queda como gran lección, tener la claridad suficiente de que cuando se analiza América Latina no se debe generalizar, porque esta región no es una identidad única, sino que son múltiples las realidades existentes, pero sus comportamientos en términos del consumo aparente de energías modernas, son similares a los de otros países en otros continentes, con similares niveles de PIB per cápita.

Bibliografía

- Abdel-Khalek, Gouda (1988). "Income and price elasticities of energy consumption in Egypt. A time-series analysis", *Energy Economics*, January, pp. 47-57.
- Abosedra S. y H. Baghestani (1991). "New evidence on the causal relationship between United States energy consumption and Gross National Product", *The Journal of Energy and Development*, 14(2), pp. 285-292.
- Agnolucci, Paolo; Terry Barker y Paul Ekins (2004). "Hysteresis and energy demand: the Announcement Effects and the effects of the UK Climate Change Levy", *Tyndall Centre for Climate Change Research*, Working Paper 51, June.
- Akaike, H. (1969). "Statistical predictor identification", *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, 21, pp. 203-217.
- Akarca, Ali T. y Thomas Veach Long (1980). "On the relationship between energy and PNB: a reexamination", *Journal of Energy and Development* 5, pp. 326-331.
- Aldunate, Felipe y Jaime Casassus (2010). "Consumption and hedging in oil importing developing countries", *Documento de Trabajo N° 376*, Instituto de Economía de la Pontificia Universidad Católica de Chile, mayo.
- Allen, Robert (2011). "Technology and the Great Divergence", *Discussion Paper Series N° 548*, Department of Economics, University of Oxford, April.
- Allen, Robert; Tommy E. Murphy y Eric B. Schneider (2011). "The Colonial Origins of the Divergence in the Americas: A Labour Market Approach", *Discussion Paper Series N° 559*, Department of Economics, University of Oxford, July.
- Altinay, Galip y Erdal Karagol (2004). "Structural break, unit root, and the causality between energy consumption and PIB in Turkey", *Energy Economics* 26, pp. 985-994.
- Ambapour, Samuel y Christophe Massamba (2005). "Croissance économique et consommation d'énergie au Congo: une analyse en termes de causalité", *Document de Travail DT 12/2005*, Bureau d'Application des Methodes Statistiques et Informatiques, Brazzaville.
- Apergis, Nicholas y James E. Payne (2009). "Energy consumption and economic growth in Central America: evidence from panel cointegration and error correction model. *Energy Economics* 31, pp. 211-216.
- Apergis, Nicholas y James E. Payne (2010). "Energy consumption and growth in South America: Evidence from a panel error correction model". *Energy Economics* 32, pp. 1421-1426. Doi: 10.1016/j.eneco.2010.04.006.
- Apergis, Nicholas y James E. Payne (2012). "Renewable and non-renewable energy consumption-growth nexus: Evidence from a panel error correction model", *Energy Economics*, Volume 34, Issue 3, pp. 733-738.
- Aqeel, Anjum y Mohammad Sabihuddin Butt (2001). "The relationship between energy consumption and economic growth in Pakistan", *Asia-Pacific Development Journal* vol. 8, N° 2, December, pp. 101-109.
- Arellano, Manuel (2003). *Panel Data Econometrics*, Advanced Texts in Econometrics Oxford University Press.

- Asafu-Adjaye, John (2000). "The relationship between energy consumption, energy prices and economic growth: time series evidence from Asian developing countries", *Energy Economics* 22, pp. 615-625.
- Attiga, Ali (1980). "Impacto de la transición a fuentes energéticas no petroleras en los países árabes", *Programa de Energéticos de el Colegio de México 1980-1988 Cuaderno N° 8*. Ensayo presentado en la Onceava Conferencia Energética Mundial, Munich, septiembre.
- Bai, Jushan (1999). "Likelihood ratio tests for multiple structural changes", *Journal of Economics* 91, pp. 299-323.
- Bai, Jushan y Pierre Perron (1998). "Estimating and testing linear models with multiple structural changes", *Econometrica*, vol. 66, N° 1, January, pp. 47-78.
- Bai, Jushan y Pierre Perron (2003a). "Computation and analysis of multiple structural change models", *Journal of Applied Econometrics*, 18, pp. 1-22.
- Bai, Jushan y Pierre Perron (2003b). "Critical values for multiple structural change tests", *Econometrics Journal*, vol. 6, pp. 72-78.
- Banerjee, Anindya; Robin, Lumsdaine y James Stock (1990). "Recursive and sequential tests of the unit root and trend break hypothesis: theory and international evidence", *NBER Working Papers Series N° 3510*.
- Barnes, Douglas y Michael A. Toman (2006). "Energy, equity and economic development" capítulo 8, en *Economic Development and Environmental Sustainability*, López, Ramón y Michael A. Toman eds., Oxford University Press.
- Beenstock, M. y P. Willcocks (1981). "Energy Consumption and Economic Activity in Industrialized Countries. The Dynamic Aggregate Time Series Relationship", *Energy Economics*, October, pp. 225-232.
- Belke, A., Christian Dreger and Frauke de Haan (2011). "Energy Consumption and Economic Growth: New Insights into the Cointegration Relationship", *Energy Economics* 33, pp. 782-789. Doi:10.1016/j.eneco.2011.02.005.
- Ben-David, Dan y David H. Papell (2000). "Some evidence on the continuity of the growth process among the G7 countries", *Economic Inquiry*, vol. 38, N° 2, pp. 320-330.
- Bentham, Arthur van y Mattia Romani (2009). "Fuelling Growth: What Drives Energy Demand in Developing Countries?", *The Energy Journal*, 30, 3, pp. 91-114.
- Bernstein, M.A. y J. Griffin (2006). "Regional Differences in the Price-Elasticity of Demand for Energy", National Renewable Energy Laboratory Subcontract Report, NREL/SR-620-39512, February.
- Bértola, L.; Calicchio, L; Camou, M; y Rivero, L. (1998). *El PBI uruguayo 1870-1936 y otras estimaciones*. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de la Republica.
- Bértola, Luis y Jeffrey Williamson (2006). "Globalization in Latin America before 1940" capítulo 1 en *The Cambridge Economic History of Latin America*, volume II: The Long Twentieth Century, editado por Bulmer-Thomas, Víctor, John H. Coatsworth y Roberto Cortés Conde, Cambridge University Press.
- Bertoni, Reto (2010). *Energía y desarrollo: la restricción energética en Uruguay como problema (1882-2000)*, Tesis doctoral, inédita, Universidad de la República, Facultad de Ciencias Sociales, Unidad Multidisciplinaria Programa de Historia Económica y Social.

- Bertoni, Reto (2011). “El modelo energético de la ‘Suiza de América’ como problema. Aporte de un análisis sectorial del consumo en Uruguay”, *Revista Uruguaya de Historia Económica*, año 1, número 1, noviembre.
- Bertoni, Reto y Carolina Román (2006). “Estimación y análisis de la EKC para Uruguay en el siglo XX”, paper presentado en *XIV International Economic History Congress*, sesión 99. Helsinki, Finlandia, 21-25 agosto 2006.
- Bertoni, Reto y Carolina Román (2007). “Energía y Desarrollo: Auge y ocaso del carbón mineral en Uruguay (1880-2006)”, Programa de Historia Económica y Social, Seminario de Investigación 26.09.2007, mimeo, Universidad de la República, Uruguay.
- Bhatia, Ramesh (2000). “Energy Demand Analysis in Developing: A Review” cap. 9 en Paul Stevens *The Economics of Energy*, The International Library of Critical Writings in Economics 119, An Elgar Reference Collection, pp. 273-305.
- Bouda Etemad y Jean Luciani (1991), *World Energy Production 1800-1995*, Genève, Librairie Droz.
- Braun, Juan, Matías Braun, Ignacio Briones, José Díaz, Rolf Lüders y Gert Wagner (2000), “Economía Chilena 1810-1995. Estadísticas Históricas.”, *Documento de Trabajo N° 187*, Instituto de Economía de la Pontificia Universidad Católica de Chile, enero. Disponible en: http://www.economia.puc.cl/docs/dt_187.pdf.
- Brown. Stephen y Mine K. Yücel (2002). “Energy prices and aggregate economic activity: an interpretative survey”, *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 42, pp. 193-208.
- Bucheli, Marcelo (2010). “Major trends in the historiography of the Latin American oil industry”, *Business History Review* 84 (Summer), pp. 339-362.
- Buenstorf, Guido (2004). *The Economics of Energy and the Production Process. An Evolutionary Approach*, New horizons in institutional and evolutionary economics, Edward Elgar Publishing Limited.
- Bulmer-Thomas, Víctor (1994). *La historia económica de América Latina desde la independencia*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Campo, Jacobo y Viviana Sarmiento (2011). “Relación Consumo de Energía y PIB: Evidencia desde un Panel Cointegrado de 10 países de América Latina entre 1971-2007”, *MPRA Paper No. 31772*, posted 22. June 2011. Disponible en: <http://mpa.ub.uni-muenchen.de/31772/>.
- Cárdenas, Enrique, José Antonio Ocampo y Rosemary Thorp, compiladores (2003). *Industrialización y Estado en la América Latina. La leyenda negra de la posguerra*, Lecturas 94, El Trimestre Económico, Fondo de Cultura Económica, México.
- Cárdenas, Enrique; José Antonio Ocampo y Rosemary Thorp, compiladores (2003). *La Era de las exportaciones latinoamericanas. De fines del siglo XIX a principios del XX*, Lecturas 93, El Trimestre Económico, Fondo de Cultura Económica, México.
- Carreras Marín, Anna y Marc Badia-Miró (2006). “Trading with Latin America and the Caribbean: an economic geography of coal (1890-1930)”, paper presentado en *XIV International Economic History Congress*, sesión 99. Helsinki, Finlandia, 21-25 agosto 2006.
- Carreras, Albert (2012). “Expectations, Institutions and Economic Performance: Latin American and the Western European Periphery During the

- Twentieth Century”, pp. 19-40 en Yáñez, César y Albert Carreras (2012), editors, *The Economies of Latin America: New Cliometric Data*, Pickering & Chatto, London Number 17.
- Carreras, Albert, Mauricio Folchi, André Hofman, Mar Rubio, Xavier Tafunell y César Yáñez (2006) “Importaciones y modernización económica en América Latina durante la primera mitad del siglo XX. Las claves de un programa de investigación”, *Serie Estudios Estadísticos y Prospectivos N° 44*, División de Estadística y Proyecciones Económicas, CEPAL, Santiago de Chile, septiembre.
- Carrion-i-Silvestre, J.L., T. del Barrio-Castro y Enrique López-Bazo (2005). “Breaking the panels: an application to GDP per capita”, *Econometrics Journal* 8, pp. 159-175.
- CEPAL (1956). *La Energía en América Latina*. Secretaría de la Comisión Económica para América Latina, Instituto de Desarrollo Económico del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, Washington DC.
- Cerda, Hernán (2012). *Inversión pública, infraestructuras y crecimiento económico chileno, 1853-2010*. Tesis doctoral en proceso, Doctorado en Historia Económica, Universidad Autónoma de Barcelona, Facultad de Economía y Empresa, Departamento de Economía e Historia Económica.
- Chambers, Dustin y Jang-Ting Guo (2009). “Natural Resources and Economic Growth: Some Theory and Evidence”, *Annals of Economics and Finance*, 10-2, pp. 367-389.
- Cheng, Benjamin S. (1996). “An investigation of cointegration and causality between energy consumption and economic growth”, *The Journal of Energy and Development*, 21(1), pp. 73-84.
- Cheng, Benjamin S. (1997). “Energy consumption and economic growth in Brazil, Mexico and Venezuela: a time series analysis”, *Applied Economics Letters* 4, pp. 671-674.
- Cheng, Benjamin S. (1998). “Energy consumption, employment and causality in Japan: a multivariate approach”, *Indian Economic Review*, 33(1), pp. 19-29.
- Cheng, Benjamin S. (1999). “Causality between energy consumption and economic growth in India: An application of cointegration and error-correction modeling”, *Indian Economic Review*, 34(1), pp. 39-49.
- Cheng, Benjamin S. y Tin Wei Lai (1997). “An investigation of co-integration and causality between energy consumption and economic activity in Taiwan”, *Energy Economics* 19, pp. 435-444.
- Chertow, Marian (2001). “The IPAT Equation and its variants”, *Journal of Industrial Ecology*, vol. 4, number 4, pp. 13-29.
- Choi, I. (2001). “Unit roots tests for panel data”, *Journal of International Money and Finance* 20, pp. 249-272.
- Chontanawat, Jaruwan (2008). “Modelling Causality between Electricity Consumption and Economic Growth in Asian Developing Countries”, Second International Association for Energy Economics (IAEE) Asian Conference: Energy Security and Economic Development under Environmental Constraints in the Asian-Pacific Region.
- Chontanawat, Jaruwan, Hunt, Lester C. y Richard Pierse (2004). “Does energy consumption cause economic growth?: Evidence from a systematic study of over 100 countries” 1st Annual CZAEE International Conference 2004”, *Critical Infrastructure in the Energy Sector: Vulnerabilities and*

- Protection*, 21-22 November 2004, Prague, Czech Republic. Existe versión de septiembre de 2005.
- Chontanawat, Jaruwat, Hunt, Lester C. y Richard Pierse (2007). "Causality between energy consumption and economic growth in OECD and non-OECD countries: a panel cointegration approach", processing paper at the 27th. USAEE/IAEE, Houston, Texas, 16-19 February.
- Christensen, Mark N. (1983). "Esquemas de transición: uso y suministro de energía" capítulo 7, Lewis Perelman, August Giebelhaus y Michael Yokell *Transiciones de las Fuentes de Energía. Perspectivas a largo plazo*. Ediciones Aragón.
- Cleveland, Cutler, Robert Kaufmann y David Stern (2000). "Aggregation and the role of energy in the economy", *Ecological Economics* 32, pp. 301-317.
- Coatsworth, John (2007). "Ciclos de globalización, crecimiento económico y bienestar humano en América Latina", *Fractal*, Revista Trimestral.
- Coers, R.J. y M. Sanders (2012). "The Energy-GDP nexus; addressing an old question with new methods", *Discussion Paper Series* N° 12-01 Utrecht University, Utrecht School of Economics, Tjalling C. Koopmans Research Institute, January.
- Coondoo, Dipankor y Soumyananda Dinda (2002). "Causality between income and emission: a country group-specific econometric analysis", *Ecological Economics* 40, pp. 351-367.
- Costantini Valeria y Chiara Martini, (2010). "The causality between energy consumption and economic growth: a multi-sectorial analysis using non-stationary cointegrated panel data". *Energy Economics* 32, pp. 591-603.
- Dalgaard, C. y H. Strulik (2007). Rediscovering the Solow Model: An Energy Network Approach. First draft, en Discussion Papers Department of Economics University of Copenhagen No. 07-09, abril. Dinamarca, ISSN: 1601-2461 (online). Disponible en: <http://www.econ.ku.dk/Research/Publications/pink/2007/0709.pdf>.
- Darmstadter, Joel, Perry D. Teitelbaum y Jaroslav G. Polach (1971). *Energy in the world economy: a statistical review of trends in output, trade, and consumption since 1925*. Baltimore, Resources for the Future, the Johns Hopkins Press.
- De Paiva Abreu, Marcelo (2006). "The External Context" capítulo 3 en *The Cambridge Economic History of Latin America*, volume II: The Long Twentieth Century, editado por Bulmer-Thomas, Víctor, John H. Coatsworth y Roberto Cortés Conde, Cambridge University Press.
- Desai, Ashok (1978). "Development and Energy Consumption", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, vol. 40, N° 3, august, pp. 263-272.
- Desai, Dinesh (1986). "Energy-PIB relationship and capital intensity in LDCs", *Energy Economics*, April, pp. 113-117.
- Dincer, Ibrahim (1997). "Energy and PIB analysis of OECD countries", *Energy Convers. Mgmt*, vol. 38, N° 7, pp. 685-696.
- Diprenda, Sinha (2009). "The energy consumption-GDP nexus: Panel data evidence from 88 countries", *MPRA Paper* N° 18446, posted 07, November.
- Dobnik, Frauke (2011). "Energy Consumption and Economic Growth Revisited: structural Breaks and Cross-section Dependence", *Ruhr Economic Papers* N° 303, Ruhr-Universität Bochum (RUB), Department of Economics, December.

- Donghi, T. Halperín, W. Glade, R. Thorp, A. Bauer, M. Moreno Friginals, C.M. Lewis, V. Bulmer-Thomas, R. Ffrench-Davis, O. Muñoz y J.G. Palma (1997). *Historia Económica de América Latina*, Editorial Crítica.
- Ducan, R. y R. Fuentes (2005). “Convergencia regional en Chile: Nuevos tests, viejos resultados”. *Documento de Trabajo N° 313*, Banco Central de Chile, abril.
- Ebohon, Obas John (1996). “Energy, economic growth and causality in developing countries. A case study of Tanzania and Nigeria”, *Energy Policy* vol. 24, N° 5, pp. 447-453.
- Edwards, Sebastián (2007). “Crises and Growth: A Latin American perspective”, *Revista de Historia Económica*, año XXV, primavera, N° 1, 19-52, España.
- Elias, Rebecca y David G. Victor (2005) “Energy Transitions in Developing Countries: A Reviews of Concepts and Literature”, June, *Working Paper* N° 40, Program on Energy and Sustainable Development, Stanford University.
- Engle, R.F. y C.W.J. Granger (1987). “Cointegration and error correction: representation, estimation and testing”, *Econometrica* 55: pp. 251-276.
- Engsted, Tom y Jan Bentsen (1993) “Expectations, adjustment costs, and energy demand”, *Resource and Energy Economics* 15, pp. 371-385.
- Erol, U. y E.S.H. Yu (1987). “Time series analysis of the causal relationships between U.S. Energy and employment”, *Resources and Energy*, 9, pp. 75-89.
- Erol, U. y E.S.H. Yu (1988). “On the causal relationship between energy and income for industrialized countries”, *The Journal of Energy and Development*, 13(1), pp. 113-122.
- Etemad, Bouda y Jean Luciani (1991), under the direction of Paul Bairoch & Jean-Claude Toutain. *World Energy Production 1800-1985*, Centre National de la Recherche Scientifique (Paris), Genève, Librairie Droz, 11, Rue Massot.
- Falconí, Fander (2002). “La desmaterialización de la economía”, *Ecuador Debate* N° 55, abril. Disponible en: <http://www.dlh.lahora.com.ec/paginas/debate/paginas/debates391.htm>.
- Farhani, Sahbi y Jaleddine Ben Rejeb (2012). “Link between Economic Growth and Energy Consumption in over 90 Countries”, *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, vol. 3, N° 11, Institute of Interdisciplinary Business Research, march.
- Fatai, K.; Oxley, Les y F.G. Scrimgeour (2004). “Modelling the causal relationship between energy consumption and PIB in New Zealand, Australia, India, Indonesia, The Philippines and Thailand”, *Mathematics and Computers in Simulation* 64, pp. 431-445.
- Ferreres, Orlando, director (2005). *Dos siglos de economía argentina (1810-2004)*. *Historia argentina en cifras*. Fundación Norte y Sur, Editorial El Ateneo.
- Folchi, Mauricio y María del Mar Rubio (2006). “El consumo de energía fósil y la especificidad de la transición energética en América Latina, 1900-1930”, paper presentado en *XIV International Economic History Congress*, sesión 99. Helsinki, Finlandia, 21-25 agosto 2006.
- Foreign Commerce Yearbook Estados Unidos años 1933, 1935 y 1937*

- Fouquet, Roger (2010). "The Slow Search for Solutions: Lessons from Historical Energy Transitions by Sector and Service", *Working Paper Series 2010-05*, Basque Centre for Climate Change, match.
- Gales, Ben, Astrid Kander, Paolo Malanima y Mar Rubio (2007). "North versus South: Energy transition and energy intensity in Europe over 200 years", *European Review of Economic History*, 11, pp. 219-253. doi:10.1017/S1361491607001967.
- Gales, Ben; Kander, Astrid, Malanima, Paolo y Mar Rubio (2006). *Energy transition and energy intensity in Europe over 200 years*, Paper for session 49, Helsinki.
- García Alonso, José María y Juan Ivanzo Martín (1987). "Energía y economía" capítulo 2 en *La energía en la economía mundial y en España*, España AC Madrid.
- García, Carlos; Patricio Jaramillo y Jorge Selaive (2006). "Regularidades empíricas del entorno internacional de la economía chilena", *Working Papers N° 392*, Banco Central de Chile, diciembre.
- García, Rene y Pierre Perron (1996). "An analysis of the real interest rate under regime shifts", *The Review of Economics and Statistics*, vol. 78, N° 1, pp. 111-125.
- Gately, Dermot y Hillard G. Huntington (2001). "The Asymmetric Effects of Changes in Price and Income on Energy and Oil Demand", *Economic Research Reports N° 2001-01*, January. C.V. Starr Center for Applied Economics, Department of Economics, Faculty of Arts and Science, New York University.
- Gengenbach, Christian, Franz C. Palm y Jean-Pierre Urbain (2008). "Panel Unit Root Tests in the Presence of Cross-Sectorial Dependence", *mimeo*, Department of Quantitative Economics, University Maastricht, The Netherlands, version march 12.
- Ghali, Khalifa H. y M.I.T. El-Sakka (2004). "Energy use and output growth in Canada: a multivariate cointegration analysis", *Energy Economics* 26, pp. 225-238.
- Glasure, Yong U. (2002). "Energy and national income in Korea: further evidence on the role of omitted variables", *Energy Economics* 24, pp. 355-365.
- Glasure, Yong U. y Aie-Rie Lee (1997). "Cointegration, error-correction, and the relationship between PIB and energy: The case of South Korea and Singapore", *Resource and Energy Economics* 20, pp. 17-25.
- Goldemberg, José (1996). *Energy, Environment & Development*, Earthscan Publications Limited.
- Gómez-López, Claudia (2011). "Crecimiento Económico, consumo de energía y emisiones contaminantes en la economía mexicana", *Revista Fuente Año 3 No. 9* octubre- diciembre 2011, pp. 67-80.
- Gómez-López, Claudia y Luis A. Puch (2008). "Uso de energías en economías exportadoras de petróleo". *Colección de Estudios Económicos 24-08*, Programa de Investigación Energía y Cambio Climático Fedea – Focus Abengoa.
- Granger, C.W. (1969). "Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods", *Econometrica* 37, pp. 424-38.
- Granger, C.W. (2004). "Análisis de series temporales, cointegración y aplicaciones", *Revista Asturiana de Economía*, RAE N° 30, pp. 197-206.

- Guttormsen, Atle G. (2004). "Causality between energy consumption and economic growth", *Discussion Paper #D-24/2004*, Department of Economics and Resource Management, Agricultural University of Norway.
- Haber, Stephen (2006). "The Political Economy of Industrialization" capítulo 13 en *The Cambridge Economic History of Latin America*, volume II: The Long Twentieth Century, editado por Bulmer-Thomas, Víctor, John H. Coatsworth y Roberto Cortés Conde, Cambridge University Press.
- Hadri, K. (2000). "Testing for stationary in heterogeneous panel data", *Econometric Journal* 3, pp. 148-161.
- Hamilton, James D. (2003). "What is an oil shock?" *Journal of Econometrics* 113, pp. 363-398.
- Hannesson, Rögnvaldur (2002). "Energy use and PIB growth, 1950-1997", *Organization of the Petroleum Exporting Countries*, September, pp. 215-233.
- Hemmati, Abdolnaser (2006). "A Change in Energy Intensity: Test of Relationship between Energy Intensity and Income in Iran", *Iranian Economic Review*, vol. 11, N° 15, winter, 123-130.
- Herranz-Loncán, Alfonso (2009). "The Contribution of Railways to Economic Growth in Latin America before 1914: the cases of Mexico, Brazil and Argentina", *AEHE Documentos de Trabajo N° 0903*.
- Herranz-Loncán, Alfonso (2011a). "The Contribution of Railways to Economic Growth in Latin America before 1914: A Growth Accounting Approach", *MPRA Paper No. 33578*, September.
- Herranz-Loncán, Alfonso (2011b). "El impacto directo del ferrocarril sobre el crecimiento económico argentino durante la primera globalización", *Documento de Trabajo 2*, (inédito) Universidad de Barcelona.
- Herranz-Loncán, Alfonso (2011c). "The Role of Railways in Export-Led Growth: The Case of Uruguay, 1870-1913", *Documento de Trabajo 3*, (inédito) Universidad de Barcelona.
- Hertwich, Edgar G. (2005). "Consumption and the rebound effect. An industrial ecology perspective", *Journal of Industrial Ecology* vol. 9, N° 1-2, pp. 85-98.
- Hodrick, R.J. y E.C. Prescott (1980). "Postwar U.S. Business Cycles: an empirical investigation", *Discussion Paper N° 45*, Carnegie Mellon University.
- Holdren (2000) "Environmental degradation: population, affluence, technology, and sociopolitical factors", *Environment* 42(6), pp. 4-5.
- Hondroyannis, George; Lolos, Sarantis y Evangelia Papapetrou (2002) "Energy consumption and economic growth: assessing the evidence from Greece", *Energy Economics* 24, pp. 319-336.
- Hossain, Sharif (2011). "Panel estimation for emissions, energy consumption, economic growth, trade openness and urbanization of newly industrialized countries", *Energy Policy* 39(1), pp. 6991-6999.
- Hossain, Sharif (2012). "Multivariate Granger Causality between Economic Growth, Electricity Consumption, Exports and Remittance for the Panel of Three SAARC Countries", *Global Journal of Management and Business Research* Volume 12 Issue 4 Version 1.0 March 2012.
- Hsiao, C. (1981). "Autoregressive modelling and money-income causality detection", *Journal of Monetary Economics* 7, pp. 85-106.

- Huang, Bwo-Nung, M. Hwang y C. Yang. (2008). "Causal relationship between energy consumption and GDP growth revisited: A dynamic panel data approach", *Ecological Economics* 67(1), pp. 41-54.
- Huang, Yongfu (2011). "The Drivers of Rising Global Energy Demand: New Evidence", *Discussion Paper Series* N° 52.2011, Environmental Economy and Policy Research, University of Cambridge, Department of Land Economy.
- Hurlin, C. (2004) "A note on causality tests in panel data models with random coefficients, mimeo, University Orleans.
- Hurlin, C. (2005) "Un test simple de l'hypothèse de non-causalité dans un modèle de panel hétérogène", *Revue Economique* 56(3), pp. 799-809.
- Hurlin, C. (2008) "Testing granger causality in heterogeneous panel data models with fixed coefficients", *Working paper* halshs-00224434_v1, HAL.
- Hurlin, C. y B. Venet (2008) "Financial development and growth: A re-examination using a panel granger causality test", *Working paper* halshs-00319995_v1, H.
- Hwang, D.B.K. y B. Gum (1992). "The causal relationship between energy and GNP: the case of Taiwan", *The Journal of Energy and Development*, 16(2), pp. 219-226.
- Im, Pesaran y Shin (2003) "Testing for unit roots in heterogeneous panels", *Journal of Econometrics* 115: pp. 53-74.
- Instituto de Estadísticas y Geografía, INEGI (2010), *Estadísticas Históricas Económicas de México 2009*, Colección Memoria, disponible en: http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/historicas10/EHM2009.pdf
- International Energy Agency (2005). *Energy Statistics Manual*.
- Jofré, José (2006a). *Patrones de consumo aparente de energías modernas en América Latina, 1890 – 2003* trabajo de investigación presentado en el Programa de Doctorado en Historia e Instituciones Económicas y dirigido por César Yáñez, Universidad de Barcelona – Universidad Autónoma de Barcelona, mimeo, Barcelona, septiembre 21. Disponible en: <http://www.econ.upf.edu/econhist/LAweb/Tesis%20JJofre.pdf>
- Jofré, José (2006b). *Patrones de consumo aparente de energías modernas y actividad económica en América Latina durante el siglo XX*. Ponencia presentada en el XIV International Economic History Congress, Sesión 99: "Foreign Trade and Economic Growth in Latin America and the Caribbean until the mid-twentieth Century: Towards a System of National Accounts". Helsinki, Finland, 21 al 25 de Agosto de 2006.
- Jofré, José (2006c). *La industria azucarera, el bosque y la transición energética cubana (desde el siglo XVIII y hasta mediados del siglo XX)*. Ponencia presentada en el XIV International Economic History Congress, Sesión 99: "Foreign Trade and Economic Growth in Latin America and the Caribbean until the mid-twentieth Century: Towards a System of National Accounts". Helsinki, Finland, 21 al 25 de Agosto de 2006.
- Jofré, José (2006d). *Relación de causalidad entre el Consumo de Energías Modernas y el PIB. Evidencia Latinoamericana con datos de panel*. Ponencia presentada en el 52º Congreso Internacional de Americanistas, 17 al 21 de julio de 2006, Sevilla.
- Jofré, José (2008a). Capítulo 4: "Regularidades empíricas entre el consumo de energía y el producto en América Latina durante el siglo XX", en María

- del Mar Rubio y Reto Bertoni (compiladores), *Energía y Desarrollo en el largo siglo XX. Uruguay en el marco Latinoamericano*, Universidad Pompeu Fabra – Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.
- Jofré, José (2008b). “La intensidad energética de un grupo de países latinoamericanos durante la segunda mitad del siglo XX”, ponencia presentada en el *XV International Economic History Congress*, Sesión E5: “Latin American economic backwardness revisited. New empirical contributions”. Utrecht, The Netherlands, 3 al 5 agosto 2009.
- Jofré, José (2011a). “¿Convergencia o divergencia en los patrones de consumo aparente de energías modernas en los países latinoamericanos?”, ponencia presentada en las *5tas. Jornadas de Historia Económica de la Asociación Uruguaya*. Simposio 13: “Modelos energéticos en perspectiva histórica comparada. El origen, el uso y los significados de la energía”, Montevideo, Uruguay 23 al 25 de noviembre de 2011.
- Jofré, José (2011b). “Consumo aparente de energías modernas y niveles de actividad económica. Un ejercicio empírico para una muestra de países latinoamericanos”, ponencia presentada en el *I Congreso Chileno de Historia Económica*. Viña del Mar, Chile, 29 y 30 de septiembre de 2011.
- Jofré, José (2012). Capítulo 9 “The Sugar Industry, the Forests and the Cuban Energy Transition, from the Eighteenth Century to the Mid-Twentieth Century” en César Yáñez y Albert Carreras editors, *The Economies of Latin America: New Cliometric Data*, publicado por Pickering & Chatto, London.
- Johansen, Søren (1991). “Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models,” *Econometrica*, Vol. 59, No. 6, pp. 1551–1580.
- Jorgenson, Dale (1984). “The Role of Energy in Productivity Growth”, *The American Economic Review*, Vol. 74, N° 2, pp. 26-30.
- Joyeux, Roselyne y Ronald D. Ripple (2010). “Energy consumption and real income: A panel cointegration multi-country study”, mimeo School of Commerce, university of South Australia, mayo 13.
- Judson, Ruth A.; Richard Schmalensee y Thomas M. Stoker (1991). “Economic Development and the Structure of the Demand for Commercial Energy”, *Energy Journal* 20(2), pp. 29-57.
- Jumbe, Charles B.L. (2004). “Cointegration and causality between electricity consumption and PIB: empirical evidence from Malawi”, *Energy Economics* 26, pp. 61-68.
- Kander, Astrid (2002). *Economic growth, energy consumption and CO₂ emissions in Sweden 1800-2000*, Lund Studies in Economic History 19, Almqvist Wiksell International.
- Kilian, Lutz (2008). “The Economic Effects of Energy Price Shocks”, *Journal of Economic Literature*, 46(4), pp. 871–909.
- Kraft, John y Arthur Kraft (1978). “On the relationship between energy and PNB”, *Journal of Energy and Development* 3, pp. 401-403.
- Kuntz Ficker, Sandra (2006). “Imports and economic modernization in Mexico, 1870-1929”, paper presentado en *XIV International Economic History Congress*, sesión 99. Helsinki, Finlandia, 21-25 agosto 2006.
- Le Pen, Yannick y Benot Sévi (2008). “On the non-convergence of energy intensities: evidence from a pair-wise econometric approach”, *Document de Travail du GRANEM N° 2008-08-008*, Université de Nantes, décembre.

- Lee, Chien-Chiang (2005). "Energy consumption and GDP in developing countries: A cointegration panel analysis", *Energy Economics* 27, pp. 415-427.
- Lee, Chien-Chiang y Chun-Ping Chang (2005). "Structural breaks, energy consumption, and economic growth revisited: Evidence from Taiwan", *Energy Economics* 27, pp. 857-872.
- Lee, Chien-Chiang y Chun-Ping Chang (2007). "Energy consumption and GDP revisited: A panel analysis of development and developing countries", *Energy Economics* 29 (6), pp. 1206-1223.
- Lee, Chien-Chiang, Chun-Ping Chang y P. Chen (2008). "Energy-income causality in OECD countries revisited: The key role of capital stock", *Energy Economics* 30(5), pp. 2359-2373.
- Levine, Lin y Chu (2002). "Unit roots tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties", *Journal of Econometrics* 108, pp. 1-24.
- Lewis, Colin (2002). "La industria en América Latina antes de 1930" capítulo 6 en *Historia Económica de América Latina. Desde la Independencia a nuestros días*. Tulio Halperín Donghi, William Glade, Rosemary Thorp, Arnold Bauer, Manuel Moreno Fraginals, Colin M. Lewis, Víctor Bulmer-Thomas, Ricardo French-Davis, Óscar Muñoz y José Gabriel Palma, Editorial Crítica, pp. 193-242.
- Liddle, Brantley (2004). "How tied are energy and PIB? Revisiting energy-PIB cointegration and causality for disaggregated OECD country data", mimeo. Disponible en: <http://eare2004.bkae.hu/download/paper/liddlepaper.doc>.
- Linares, Pedro y Xavier Labandeira (2010). "Energy efficiency: Economics and Policy", *WP 05/2010 Economics for Energy*, Vigo.
- Linn, Joshua (2006) "Energy Prices and the Adoption of Energy-Saving Technology", *Working Paper* 06-012, April, Center for Energy and Environmental Policy Research.
- Lise, Weitze y Kees Van Montfort (2005). "Energy consumption and PIB in Turkey: is there a cointegration relationship?", paper presented at EcoMod2005 International Conference on Policy Modeling, June 29 – July 2, 2005, Istanbul, Turkey.
- Lorde, Troy y Kester Guy (2009). "Energy consumption and economic growth in Latin America and the Caribbean: A panel cointegration approach", Presented at the *Annual Review Seminar*, Research Department, Central Bank of Barbados, July 27-30.
- Lumsdaine, Robin y David Papell (1997). "Multiple trend breaks and the unit-root hypothesis", *The Review of Economics and Statistics*, vol. LXXIX, N° 2, may, pp. 212-218.
- Maddala, G.S. y S. Wu (1999). "A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 61, pp. 631-652.
- Maddison, A. (2001). *Base de datos: Statistics on World Population, GDP and Per Capita GDP, 1-2008 AD*, disponible en: <http://www.ggdc.net/MADDISON/oriindex.htm>
- Maddison, Angus (1991). *Historia del desarrollo capitalista. Sus fuerzas dinámicas. Una visión comparada a largo plazo*, Barcelona, Ariel.
- Maddison, Angus (1995). *Monitoring of World Economy, 1820-1992*. Published by the OECD Development Centre, Paris.

- Maddison, Angus (2005a). *Evidence submitted to the Select Committee on Economic Affairs, House of lord, London, for the inquiry into Aspects of the Economics of Climate Change*, 20 February.
- Maddison, Angus (2005b). *Growth and Interaction in the World Economy. The Roots of Modernity*, The AEI Press, publisher for the American Enterprise Institute, Washington D.C.
- Malanima, Paolo (2002). "Energy Systems in Agrarian Societies: the European Deviation", *Consiglio Nazionale della Ricerche, Istituto di Studi sulle Società del Mediterraneo (CNR-ISSM)*, Napoli.
- Mankiw, N. Gregory, David Romer y David N. Weil (1992). "A Contribution to the Empirics of Economic Growth". *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 107, No. 2. (May), pp. 407-437.
- Marcet, Albert y Morten Ravn (2003). "The HP-Filter in cross-country comparisons", mimeo, CREI, December 17.
- Marchetti, C. y N. Nakicenovic (1979). "The dynamics of energy systems and the logistic substitution model", *International Institute for Applied Systems Analysis*, Luxemburg, Austria.
- Marcotullio, Peter y Niels B. Schulz (2007). "Comparison of Energy Transitions in the United States and Developing and Industrializing Economies", *World Development*, doi:10.1016/j.worlddev.2006.11.006.
- Masih, Abul M.M. y Rumi Masih (1996). "Energy consumption, real income and temporal causality: results from a multi-country study based on cointegration and error-correction modelling techniques", *Energy Economics* 18, pp. 165-183.
- Masih, Abul M.M. y Rumi Masih (1997). "On the temporal causal relationship between energy consumption, real income, and prices: some new evidence from Asian-Energy dependent NICs based on a multivariate cointegration/vector error-correction approach", *Journal of Policy Modelling*, 19(4), pp. 417-440.
- Masih, Abul M.M. y Rumi Masih (1998). "A multivariate cointegration modelling approach in testing temporal causality between energy consumption, real income and prices with an application to two Asian LDCs", *Applied Economics* 30, pp. 1287-1298.
- Mason, E.S. *et al.* (1954). *Necesidades de energía y desarrollo económico*, P/802, pp. 51-74.
- Mehra, Yash P. y Jon D. Petersen (2005). "Oil prices and Consumer Spending" *Economic Quartely* volume 91/3 summer, pp. 53-72.
- Mehrara, Mohsen (2007). "Energy consumption and economic growth: The case of oil exporting countries", *Energy Policy* 35, pp. 2939-2945.
- Mehrara, Yash P. y Jon D. Petersen (2005). "Oil prices and Consumer Spending" *Economic Quarterly* volume 91/3 summer, pp. 53-72.
- Mendiluce, María y Pedro Linares (2010). *Análisis de la evolución de la intensidad energética en España*. Informe de Economics for Energy, Vigo, disponible en: <http://www.eforenergy.org/publicaciones.php>.
- Mitchell, B.R. (1998). *International Historical Statistics. The Americas 1750-1993*, Fourth edition, Macmillan Reference Ltd.
- Morimoto, Risako y Chris Hope (2001). "The impact of electricity supply on economic growth in Sri Lanka", *Research Papers in Management Studies* WP24/2001, University of Cambridge, Judge Institute of Management.

- Mozumber, Pallab y Achla Marathe (2004?). "Causality relationship between energy consumption and PIB in Bangladesh", mimeo.
- Murry, D.A. y G.D. Nan (1992). "The energy consumption and employment relationship: A clarification", *The Journal of Energy and Development*, 16(1), pp. 121-131.
- Nachane, Dilip; Nadkarni, Ramesh M y Ajit V. Karnik (1988). "Co-integration and causality testing of the energy-PIB relationship: a cross-country study", *Applied Economics* 20, pp. 1511-1531.
- Naciones Unidas (1952). *World Energy Supplies in Selected Years, 1929-1950*, Series J N° 1, New York, September. Disponible en: http://unstats.un.org/unsd/energy/yearbook/Series_J_No_1.World_Energy_Supplies-1929-1950.pdf
- Naciones Unidas (1976). *World Energy Supplies 1950 – 1974*, New York, Statistical Papers Series J N° 19.
- Naciones Unidas (1979-1982). *Yearbook of World Energy Statistics*, Department of International Economic and Social Affairs, Statistical Office.
- Naciones Unidas (1985-2006). *Energy Statistics Yearbook*, Department of International Economic and Social Affairs, Statistical Office.
- Nguyen, The-Hiep (1984). "On Energy Coefficients and Ratios" *Energy Economics*, April, pp. 102-109.
- Notten, Frank (2006). "La transición energética en Costa Rica y sus consecuencias, 1911-1929", paper presentado en *XIV International Economic History Congress*, sesión 99. Helsinki, Finlandia, 21-25 agosto 2006.
- Notten, Frank (2012). Capítulo 6 "The influence of the First World War on the economies of Central America, 1900-1929: An analysis from a foreign trade perspective" en César Yáñez y Albert Carreras editors, *The Economies of Latin America: New Cliometric Data*, publicado por Pickering & Chatto, London.
- Ocampo, José Antonio (2004). "América Latina y la economía mundial en el siglo XX largo", paper presentado en la conferencia especial en la celebración conmemorativa del 70 aniversario de *El Trimestre Económico*, efectuada en la Unidad de Seminarios de la Sede del Fondo de Cultura Económica el 24 de agosto, México.
- Oficina Central de Estadísticas (varios números), *Anuario Estadístico de la República de Chile*.
- Oficina Central de Estadísticas (varios números), *Estadísticas de Comercio Exterior de la República de Chile*.
- Oh, Wankeun y Kihoon Lee (2004a). "Causal relationship between energy consumption and PIB revisited: the case of Korea 1970-1999", *Energy Economics* 26, pp. 51-59.
- Oh, Wankeun y Kihoon Lee (2004b). "Energy consumption and economic growth in Korea: testing the causality relation", *Journal of Policy Modeling* 26, pp. 973-981.
- Ortega, L. (2005). *Chile en ruta al capitalismo. Cambio, euforia y depresión 1850-1880*, Dibam-Lom, Santiago de Chile.
- Ozturk, I., A. Aslan y H. Kalyoncu (2010). "Energy consumption and economic growth relationship: Evidence from panel data for low and middle income countries", *Energy Policy* 38(8), pp. 4422-4428.

- Pagá, Enrique y Nadir Gürer (2000). "Reassessing energy intensities: a quest for new realism" capítulo 7 pp. 165-204 en Paul Stevens *The Economics of Energy*, The International Library of Critical Writings in Economics 119, An Elgar Reference Collection.
- Papell, David y Ruxandra Prodan (2005). "Additional evidence of long run purchasing power parity with restricted structural change", may, mimeo.
- Park, Se-Hark y Walter C. Labys (1994). "Divergences in Manufacturing Energy Consumption Between the North and the South", *Energy Policy* 22(6), pp. 455-469.
- Paul, Shyamal y Rabindra N. Bhattacharya (2004). "Causality between energy consumption and economic growth in India: a note on conflicting results", *Economics* 26, pp. 977-983.
- Pedroni, P. (1999). "Critical Values for Cointegration Tests in Heterogeneous Panel with Multiple Regressors", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* vol. 61, pp. 653-670.
- Pedroni, P. (2000). "Fully Modified OLS for Heterogeneous Cointegrated Panels", *Advances in Econometrics* 15, pp. 93-130.
- Perron, Pierre (1989). "The Great Crash, the oil price shock, and the unit root hypothesis", *Econometrica*, 57, pp. 1361-1401.
- Perron, Pierre (1997). "Further evidence on breaking trend functions in macroeconomic variables", *Journal of Econometrics*, vol. 80, pp. 355-385.
- Philip, George (1989). *Petróleo y política en América Latina. Movimientos nacionalistas y compañías estatales*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Pons, Jordi y Daniel Tirado (2004). "Discontinuidades en el crecimiento económico en el período 1870-1994: España en perspectiva comparada", *Revista de Economía Aplicada* N° 40, vol. XIV, pp. 137-156.
- Pons, Jordi y Daniel Tirado (2006). "Discontinuidades en el crecimiento económico en el período 1870-1994: España en perspectiva comparada", *Documento de Trabajo 2002/04*, Institut d' Economia de Barcelona, Centre de Recerca en Federalismo fiscal i economia regional, Universidad de Barcelona.
- Portocarrero S., Felipe, Beltrán B., Arlette y Romero P., María Elena (1992). *Compendio Estadístico del Perú: 1900 – 1990*, Centro de Investigaciones (CIUP) de la Universidad del Pacífico – Consorcio de Investigación Económica, Perú.
- Prodan, Ruxandra (2003). "Potential pitfalls in determining multiple structural change with and application to purchasing power parity", November, mimeo University of Houston.
- Proops, John L.R. (1984). "Modelling the Energy-Output Ratio", *Energy Economics*, January, pp. 47-51.
- Ramain, Patrice (1986). "The Energy Demand Elasticity in Relation to Gross Domestic Product. A Relevant Indicator?", *Energy Economics*, January, pp. 29-38.
- Ramos-Martín, Jesús (2003). "Intensidad energética de la economía española: Una perspectiva integrada", *Economía Industrial* N° 351, pp. 59-72
- Ravn, Morten y Harald Uhlig (2001). "On adjusting the HP-filter for the frequency of observations", *CESifo Working Paper N° 479*, May, Munich, Germany.

- Restrepo, Jorge Enrique y Claudio Soto (2006). "Regularidades empíricas de la economía chilena: 1986-2005", *Economía Chilena*, volumen 9, N° 2, pp. 15-40 agosto, Banco Central de Chile.
- Reynolds, Douglas (1996). "Energy grades and economic growth", *The Journal of Energy and Development*, vol. 19, N° 2, pp. 245-264.
- Rosenberg, Nathan (2000). "Historical relations between energy and growth" capítulo 5 pp. 135-150 en Paul Stevens *The Economics of Energy*, The International Library of Critical Writings in Economics 119, An Elgar Reference Collection.
- Rubio, Mar y Mauricio Folchi (2005). "Energy as an Indicador of Modernisation in Latin America by 1925", Universidad Pompeu Fabra, *Economics & Business Papers* N° 868.
- Rubio, Mar y Mauricio Folchi (2012). Capítulo 2 "On the Accuracy of Latin American Trade Statistics: A Non-Parametric Test for 1925" en César Yáñez y Albert Carreras editors, *The Economies of Latin America: New Cliometric Data*, publicado por Pickering & Chatto, London.
- Rubio, Mar y Reto Bertoni (2008), compiladores, *Energía y Desarrollo en el largo siglo XX. Uruguay en el marco latinoamericano*. Universidad de la República (Uruguay) y Universidad Pompeu Fabra (Barcelona).
- Rubio, Mar; César Yáñez, Mauricio Folchi y Albert Carreras (2010) "Energy as an indicator of modernization in Latin America, 1890-1925", *Economic History Review*, vol. 63, issue 3, pp. 769-804.
- Rubio, María del Mar (2005). "Energía, Economía y CO2: España 1850-2000", *Cuadernos Económicos de ICE* No.70, Vol.2, pp.51-75.
- Rubio, María del Mar (2006). "Protectionist but globalized? Latin America custom duties and trade during the pre-1914 belle époque", paper presentado en *XIV International Economic History Congress*, sesión 99. Helsinki, Finlandia, 21-25 agosto 2006.
- Rubio, María del Mar y César Yáñez (2009) *Notas para construcción series de producción hidroeléctrica latinoamericana, 1890-2002*, inédito.
- RWE Aktiengesellschaft (2005). *World Energy Report 2005. Determinants of Energy Prices*, Deutschland Land der Ideen.
- Saif Ghouri, Salman (2006). "Correlation between energy usage and the rate of economic development" *Organization of the Petroleum Exporting Countries*, march, pp. 41-54.
- Salvucci, Richard (2006). "Export-led Industrialization" capítulo 7 en *The Cambridge Economic History of Latin America*, volume II: The Long Twentieth Century, editado por Bulmer-Thomas, Víctor, John H. Coatsworth y Roberto Cortés Conde, Cambridge University Press.
- Samouilidis, J.E. y C.S. Mitropoulos (1984). "Energy and economic growth in industrializing countries. The case of Greece", *Energy Economics*, July, pp. 191-201.
- Santamaría, Antonio (2005). *Las cuentas nacionales de Cuba, 1690-2005*, Series presentadas en el Congreso Internacional "Análisis de series temporales de largo plazo y los problemas del desarrollo latinoamericano", Organizado por César Yáñez en Barcelona, Univeritat Pompeu Fabra, CAOAL, CIDOB y Universitat de Barcelona (1-2 de julio).
- Sari, Ramazan y Ugur Soytas (2004). "Disaggregate energy consumption, employment and income in Turkey", *Energy Economics* 26, pp. 335-344.

- Sari, Ramazan; Soytaş, Ugur y Ozlem Ozdemir (2003). "Energy consumption and PIB relation in Turkey: a cointegration and vector error correction analysis", mimeo.
- Shrestha, Ram M. (2000). "Estimation of international output-energy relation: effects of alternative output measures", *Energy Economics* 22, pp. 297-308.
- Sims, Christopher A. (1972). "Money, Income, and Causality", *The American Economic Review*, Vol. 62, No. 4. (Sep., 1972), pp. 540-552.
- Sinha, Dipendra (2009). "The energy consumption-GDP nexus: Panel data evidence from 88 countries", *MIPRA Paper N° 18446*, November.
- Skidmore, Thomas y Meter H. Smith (2005). *Modern Latin America*, sexta edición, Oxford University Press.
- Smil, Vaclav (1994). *Energy in World History*, Westview Press, inc. a member of the Perseus Books Group.
- Smil, Vaclav (2000). "Energy in the Twentieth Century: Resources, Conversions, Costs, Uses, and Consequences", *Annual Reviews Energy Environmental* N° 25, pp. 21-51
- Société des Nations (1931, 1935, 1939 y 1945). *Annuaire Statistique de la Société des Nations*. Genève.
- Solera R., Álvaro (2003). "El Filtro de Kalman", *Documento de Trabajo DIE-02-2003-NT*, Banco Central de Costa Rica, División Económica, Departamento de Investigaciones Económicas, julio.
- Solimano, Andrés y Raimundo Soto (2005). "Economic growth in Latin America in the late 20th century: evidence and interpretation", *Serie Macroeconomía del Desarrollo N° 33*, CEPAL, Economic Development Division, Santiago, Chile, February.
- Sorrell, Steven (2007). *The Rebound Effect: an assessment of the evidence for economy-wide energy saving from improved energy efficiency*. A report produced by the Sussex Energy Group for the Technology and Policy Assessment function of the UK Energy Research Centre, October.
- Sorrell, Steven (2010). "Energy, Economic Growth and Environmental Sustainability: Five Propositions", *Sustainability*, 2, pp. 1784-1809; doi: 10.3390/su2061784. Disponible en: www.mdpi.com/journal/sustainability.
- Soytaş, Ugur y Ramazan Sari (2003) "Energy consumption and PIB: causality relationship in G-7 countries and emerging", *Energy Economics* 25, pp. 33-37.
- Spangar P., William (1986). "Energy and Economic Growth" capítulo 4 en *Economics of the Energy Industries*, Wadsworth Publishing Company, Belmont, California.
- Stern, David I. (1993). "Energy and economic growth in the USA. A multivariate approach", *Energy Economics*, April, pp. 137-150.
- Stern, David I. (2000). "A multivariate cointegration analysis of the role of energy in the US macroeconomy", *Energy Economics* 22, pp. 267-283.
- Stern, David y Astrid Kander (2011). "The role of energy in the industrial revolution and modern economic growth", *CAMA Working Paper Series 1/2011*, January, Centre for Applied Macroeconomic Analysis, The Australian National University.
- Stern, David y Cutler Cleveland (2004). "Energy and Economic Growth". *Rensselaer Working Papers in Economics* N° 0410, March. Rensselaer

- Polytechnic Institute, disponible en <http://www.rpi.edu/dept/economics/www/workingpapers/>.
- Sudrià, Carles (1995). "Energy as a limiting factor to growth" capítulo 12 en *The Economic Development of Spain since 1870*, Martín-Aceña, Pablo y James Simpson, An Elgar Reference Collection, vol. N° 6.
- Summerhill, William (2006). "The Development of Infrastructure" capítulo 8 en *The Cambridge Economic History of Latin America*, volume II: The Long Twentieth Century, editado por Bulmer-Thomas, Víctor, John H. Coatsworth y Roberto Cortés Conde, Cambridge University Press.
- Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (2007). *Boletín de Estadísticas Eléctricas 2007*, El Salvador. Disponible en: <http://www.siget.gob.sv/index.php/temas/tema-n/documentos/estadisticas>.
- Tafunell, Xavier (2006). "En los orígenes de la ISI: la industria del cemento en Latinoamérica, 1900-1930", paper presentado en *XIV International Economic History Congress*, sesión 99. Helsinki, Finlandia, 21-25 agosto 2006.
- Tafunell, Xavier (2008) "La producción hidroeléctrica en América Latina, 1907-1930: Un aporte para su cuantificación", en Rubio, M. y R. Bertoni (compiladores), *Energía y Desarrollo en el largo siglo XX. Uruguay en el marco latinoamericano*, publicación Universitat Pompeu Fabra (España) y Universidad de la República (Uruguay), pp. 73-90.
- Tafunell, Xavier (2012). Capítulo 4 "The structure of latin American investment in equipment goods during the mature period of the first globalization" en César Yáñez y Albert Carreras editors, *The Economies of Latin America: New Cliometric Data*, publicado por Pickering & Chatto, London.
- The Allen Consulting Group (2004). *The Energy Efficiency Gap*, Report to the Business Council for Sustainable Energy, the Australasian Energy Performance Contracting Association and the Insulation Council of Australia and New Zealand, November.
- Thorp, Rosemary (1998). *Progreso, Pobreza y Exclusión. Una historia económica de América Latina en el siglo XX*, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington D.C.
- Thorp, Rosemary y Geoffrey Bertram (1978). *Peru 1890-1977, Growth & policy in an open economy*, in Great Britain published by The Macmillan Press Ltd and in the United States of America by Columbia University Press.
- Toman, Michael y Bárbara Jemelkova (2002). "Energy and Economic Development: An Assessment of the State of Knowledge", *Working Paper* N° 9, Program on Energy and Sustainable Development, Stanford University.
- Toman, Michael y Bárbara Jemelkova (2003). "Energy and Economic Development: An Assessment of the State of Knowledge", *The Energy Journal*, Vol. 24, N° 4, 93-112.
- UCLA (1978, 2004). *Statistical Abstract Latin America (SALA)*.
- Unger, Richard (2006). "Changing Energy Regimes and Early Modern Economic Growth", paper presentado en *XIV International Economic History Congress*, sesión 49. Helsinki, Finlandia, 21-25 agosto 2006.
- UNIDO (2005). "Capability building for catching up. Historical, empirical and policy dimensions". *Industrial Development Report 2005*, United Nations Industrial Development Organization, Vienna.

- United Nations (1987). “Estadísticas de energía: Definiciones, unidades de medida y factores de conversión”, *Estudios de Métodos, Series F N° 44*.
- Van Zon, Adriaan y I. Hakan Yetkiner (2003). “An endogenous growth model with embodied energy-saving technical change”, *Resource and Energy Economics* 25, pp. 81-103.
- Villanova, Annibal, y Wilson Suzigan (1971), *Politica do governo e crescimento da economia brasileira, 1889-1945*, Río de Janeiro, INPES.
- Vogelsang, Timothy y Pierre Perron (1998). “Additional tests for a unit root allowing for a break in the trend function at an unknown time”, *International Economic Review*, vol. 39, N° 4, November, pp. 1073-1100.
- Warde, Paul (2011) “Energy and natural resource dependence in Europe, 1500-1900”, en: *History, Historians and Development Policy. A Necessary Dialogue*. Manchester University Press, Manchester.
- Warde, Paul y Astrid Kander (2011). “Energy availability from livestock and agricultural productivity in Europe c.1815-1913: a new comparison”. *The Economic History Review*, pp. 1-29.
- Webb, Michael (2006). “Analysis for Oil Consumption with Dynamic Panel Data Models”, from a thesis supervised by Dr Chirok Han and Professor Viv Hall, mimeo, August.
- Westerlund, J. (2006). “Testing for Panel Cointegration with Multiple Structural Breaks”, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* vol. 68, pp. 101-132.
- Westoby, Richard y David Pearce (1984). “Energy Consumption in Eastern Europe. A Cross-sectional Analysis”, *Energy Economics*, January, pp. 2-4.
- Wolde-Rufael, Yemane (2004). “Disaggregated industrial energy consumption and PIB: the case of Shanghai, 1952-1999”, *Energy Economics* 26, pp. 69-75.
- World Energy Council, WEC (2003). *Drives of the Energy Scene*. A report of the World Energy Council, December.
- Wrigley, E.A. (1993). “Reflections on the history of energy supply, living standards, and economic growth”. *Australian Economic History Review*, XXXIII (1), pp. 3-21.
- Wrigley, E.A. (2010). *Energy and the English Industrial Revolution*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Yáñez, César y Albert Carreras (2012). *The Economies of Latin America: New Cliometric Data*, Pickering & Chatto, London Number 17.
- Yáñez, César y José Jofré (2008). *Chile durante la primera globalización. Modernización económica y consumo energético*, ponencia presentada en la Sesión B: El crecimiento económico en América Latina desde la independencia, del IX Congreso Internacional de la Asociación Española de Historia Económica, Murcia, España, 9 al 12 de septiembre de 2008.
- Yáñez, César y José Jofré (2011). “Modernización económica y consumo energético en Chile, 1844-1930”, *Historia 396*, Revista del Instituto de Historia de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, volumen 1/Número 1/agosto 2011, pp. 127-166.
- Yáñez, César, Mar Rubio y Albert Carreras (2008). “Modernización económica en América Latina y el Caribe entre 1890 y 1925: Una mirada desde el consumo de energía”, en María del Mar Rubio y Reto Bertoni (Comps.), *Energía y desarrollo en el siglo XX. Uruguay en el marco*

- latinoamericano*, Universitat Pompeu Fabra y Universidad de la República, Montevideo, pp. 91-119.
- Yáñez, César, María del Mar Rubio y Albert Carreras (2006). "Economic modernisation in Latin America and the Caribbean between 1890 and 1925: A view from the energy consumption", paper presentado en *XIV International Economic History Congress*, sesión 99. Helsinki, Finlandia, 21-25 agosto 2006. Antes fue presentado en *44th Cliometric Conference*, 2-4 junio 2006, Binghamton, New York.
- Yáñez, César, Rodrigo Rivero, Marc Badia-Miró y Anna Carreras-Marín (2012), "La población de los países latinoamericanos desde el siglo XIX hasta el 2008. Ensayo de historia cuantitativa", *Documento de Trabajo AEHE* N°1202, marzo.
- Yang, Hao-Yen (2000). "A note on the causal relationship between energy and PIB in Taiwan", *Energy Economics* 22, pp. 309-317.
- Young-Seok Moom y Yang-Hoon Sonn (1996). "Productive energy consumption and economic growth: An endogenous growth model and its empirical application". *Resource and Energy Economics* (18), pp. 189-200.
- Yu, E.S.H. y J.C. Jin (1992) "Cointegration tests of energy consumption, income, and employment", *Resources and Energy*, 14, pp. 259-266.
- Yu, Eden S.H. y Been-Kwei Hwang (1984). "The relationship between energy and PNB. Further results", *Energy Economics*, July, pp. 186-190.
- Yu, Eden S.H. y J.Y. Choi (1984). "The relationship between energy and GNP: Further results", *Energy Economics* 6, pp. 186-190.
- Yu, Eden S.H. y J.Y. Choi (1985). "The causal relationship between Energy and GNP: An international comparison", *Journal of Energy and Development* 10(2), pp. 249-272.
- Zilberfarb, Ben-Zion y F. Gerard Adams (1981). "The Energy-GDP Relationship in Developing Countries. Empirical Evidence and Stability Tests", *Energy Economics*, October, pp. 244-248.
- Zivot, Eric y Donald W.K. Andrews (1992). "Further evidence on the great crash, the oil-price shock, and the unit-root hypothesis", *Journal of Business and Economic Statistics*, July, vol. 10, N° 3, pp. 251-270.

Anexos

Anexo N° 2.1: Serie alternativa para Panamá

En la construcción, para el período 1904-1930, se toma el 2% de cada consumo aparente de energías modernas y en el caso del carbón mineral y coque se interpola para el período 1931-1940 con este nuevo nivel. Este ajuste se hace para descontar del consumo de energías modernas los consumos de la Zona del Canal, ya que las fuentes originales no diferencian entre la Zona del Canal y Panamá.

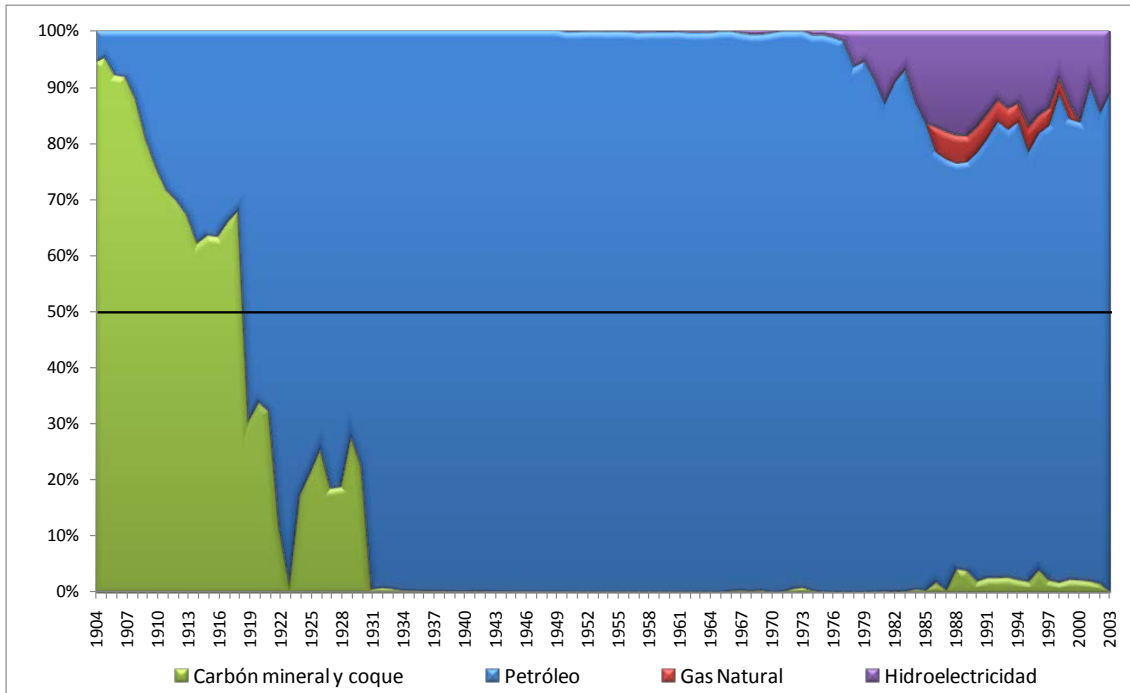
La serie construida y su composición se presenta en el cuadro y gráfico siguientes.

Cuadro N° A.2.1
Panamá: Promedios décadas energías modernas, 1904 - 2003
(miles de toneladas de petróleo equivalentes)

	Petróleo	Gas Natural	Carbón mineral y coque	Hidroelectricidad	Consumo Total Bruto
1904 - 1909	0,01		0,04		0,03
1910 - 1919	0,03		0,07		0,10
1920 - 1929	0,20		0,05		0,25
1930 - 1939	22		0,08		22
1940 - 1949	117		0,12		117
1950 - 1959	233		0,01	1	234
1960 - 1969	459		0,75	3	463
1970 - 1979	888		2,00	18	908
1980 - 1989	864	49	12,60	144	1.041
1990 - 1999	1.293	56	39,80	216	1.604
2000 - 2003	1.740	0	29,50	258	2.027

Fuente: Elaboración propia.

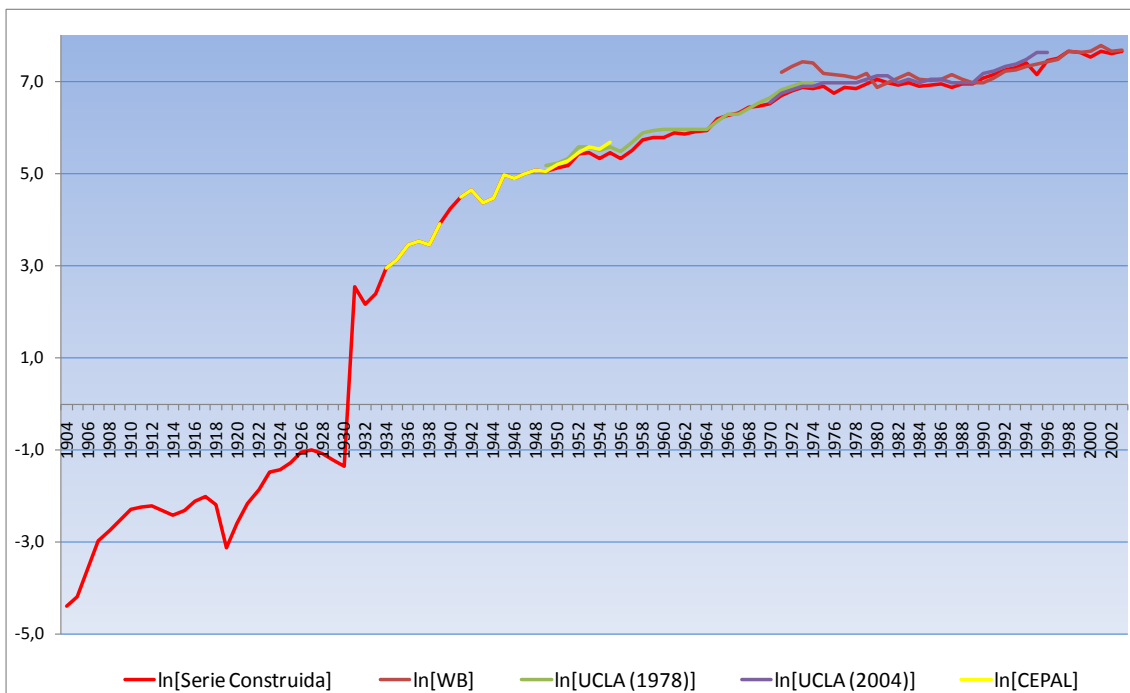
Gráfico N° A.2.1
Participación Energías Modernas: Panamá, 1904 - 2003
(en porcentaje)



Fuente: Elaboración propia.

La comparación de la serie construida con otras fuentes se presenta en el gráfico y cuadro siguientes.

Gráfico N° A.2.2
Comparación series consumo de energías modernas: Panamá, 1904 - 2003
(en logaritmo natural)



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° A.2.2

Panamá: Comparación series publicadas con la serie construida
(promedio de la razón períodos comunes y la desviación en paréntesis cuadrado)

Período común	WB/Serie alternativa	UCLA (1978)/Serie alternativa	UCLA (2004)/Serie alternativa	CEPAL (1956)/Serie alternativa
1971 - 2003	1,1749 [0,2510]			
1949 - 1975		1,1052 [0,0698]		
1950, 1960, 1970 - 1996			1,1152 [0,1161]	
1934 - 1939, 1941 - 1955				1,0371 [0,0777]

La serie alternativa, en promedio y para los períodos comunes, se aproxima más a la serie de CEPAL (1956), a la de la UCLA (1978), UCLA (2004) y World Bank, orden de importancia descendente, lo que es coincidente con la desviación reportada para cada período y fuente.

Anexo N° 2.2: Serie alternativa para Uruguay

Para el período 1856 – 1924 se utiliza Base de Datos del Proyecto de Investigación *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960*. Desde 1925 en adelante se utilizan las fuentes señaladas en el cuerpo del documento.

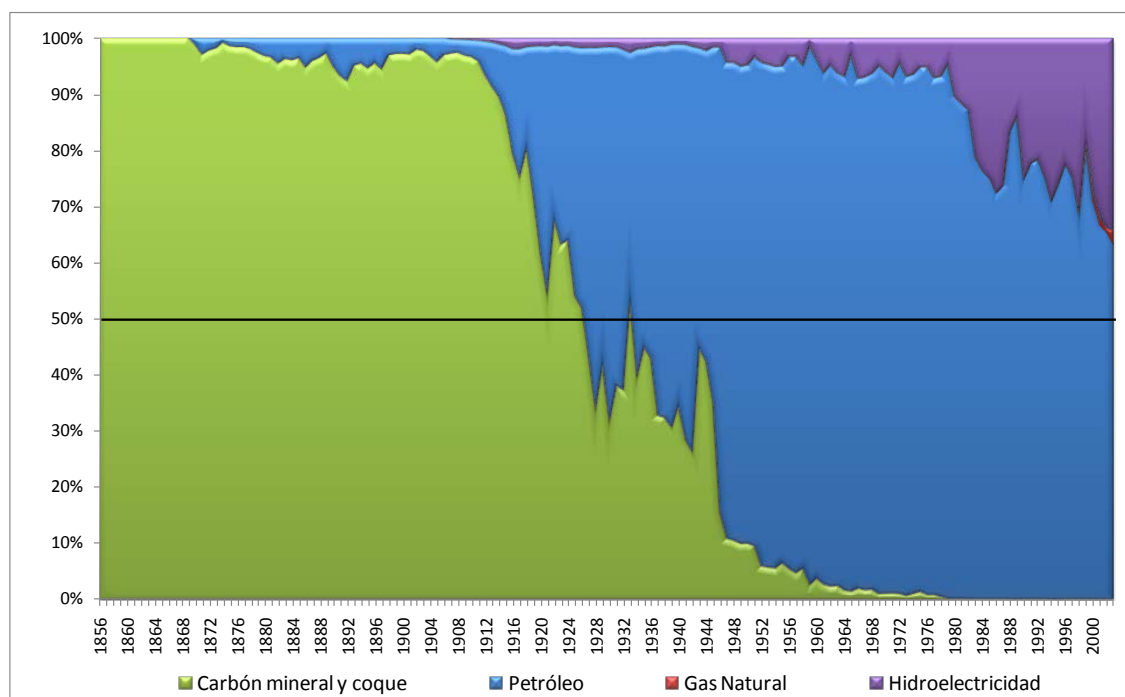
La serie construida y su composición se presentan en el cuadro y gráfico siguientes.

Cuadro N° A.2.3
Uruguay: Promedios décadas energías modernas, 1856 - 2003
(miles de toneladas de petróleo equivalentes)

	Petróleo	Gas Natural	Carbón mineral y coque	Hidroelectricidad	Consumo Total Bruto
1850 - 1859			16		16
1860 - 1869			57		57
1870 - 1879	2		85		86
1880 - 1889	6		153		159
1890 - 1899	10		188		198
1900 - 1909	12		432	2	445
1910 - 1919	50		422	5	477
1920 - 1929	208		248	7	463
1930 - 1939	314		193	9	516
1940 - 1949	444		141	17	602
1950 - 1959	1.045		69	46	1.160
1960 - 1969	1.418		32	87	1.538
1970 - 1979	1.766		17	114	1.898
1980 - 1989	1.272		1	282	1.555
1990 - 1999	1.503	12	1	489	1.995
2000 - 2003	1.411	33	1	667	2.112

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° A.2.3
Participación Energías Modernas: Uruguay, 1856 - 2003
(en porcentaje)

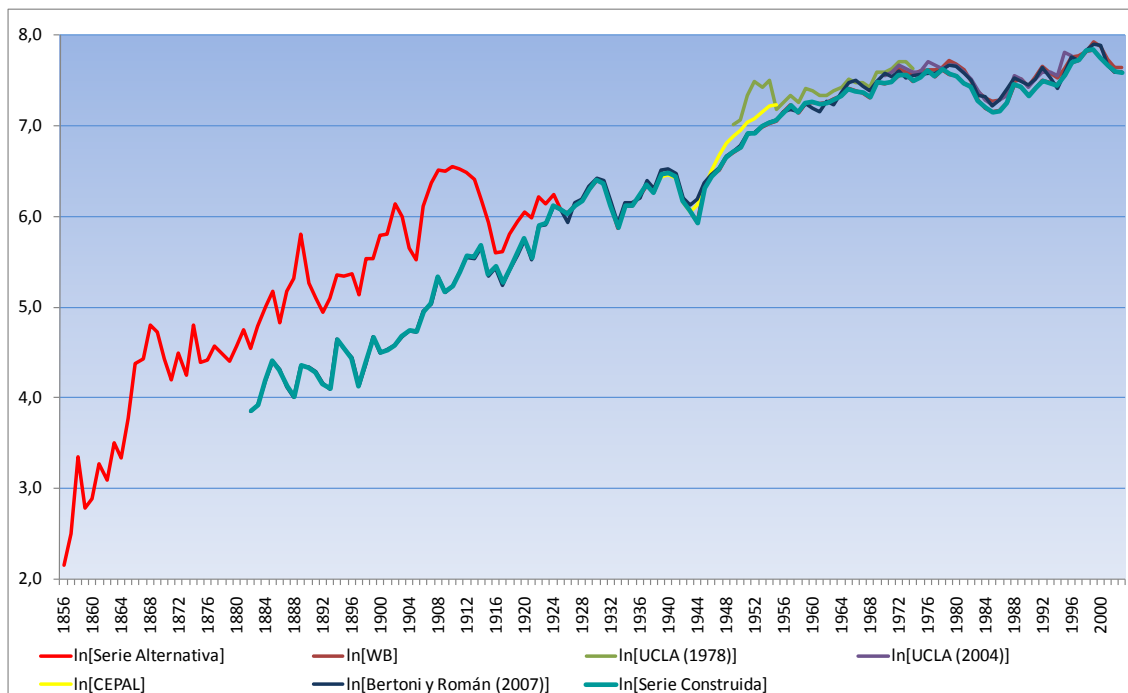


Fuente: Elaboración propia.

La comparación entre la serie construida y otras fuentes se presenta en el gráfico y cuadro siguientes.

Gráfico N° A.2.4

Comparación series consumo de energías modernas: Uruguay, 1856 - 2003
(en logaritmo natural)



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° A.2.4

Uruguay: Comparación series publicadas con la serie construida
(promedio de la razón períodos comunes y la desviación en paréntesis cuadrado)

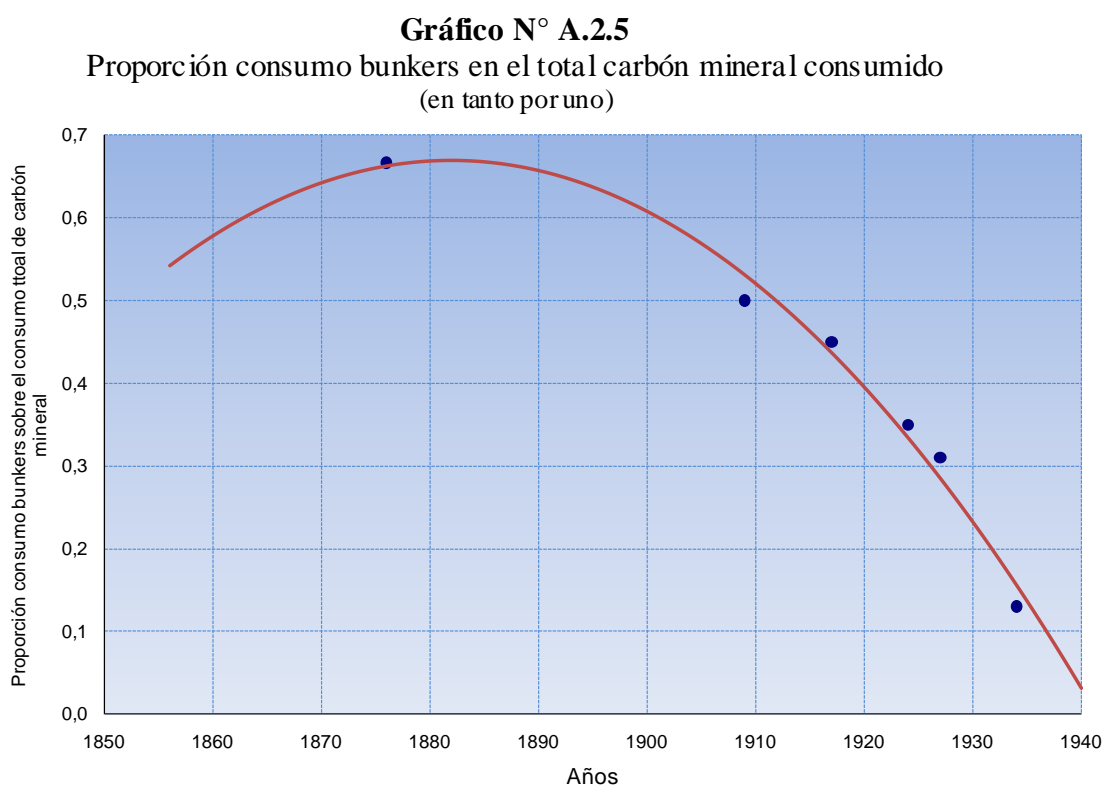
Período común	WB/Serie alternativa	UCLA (1978)/Serie alternativa	UCLA (2004)/Serie alternativa	CEPAL (1956)/Serie alternativa	Bertoni y Román (2007)/Serie alternativa	Serie construida/Serie alternativa
1971 - 2003	1,0886 [0,0448]					
1929, 1937, 1949 - 1975		1,2124 [0,1786]				
1929, 1937, 1950, 1960, 1970 - 1996			1,1046 [0,0567]			
1937, 1951 - 1952, 1954				1,0979 [0,0991]		
1882 - 2003					0,8647 [0,2903]	0,8378 [0,2669]

La serie alternativa sigue un comportamiento promedio similar al de la serie del World Bank y la CEPAL y en menor medida con la de la UCLA (1978, 2004), en cambio con la serie de Bertoni, R. y C. Román (2007) y la serie construida su comportamiento difiere porque la serie alternativa no excluye el consumo aparente de los bunkers.

Anexo N° 2.3: Segunda serie alternativa para Uruguay

Para el período 1856 – 1924 se utiliza Base de Datos del Proyecto de Investigación *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960*, pero entre 1856 y 1878 la serie del consumo aparente de carbón mineral se ajusta suponiendo que el consumo de los bunkers se comporta como una “U” invertida.

Para la estimación econométrica se toma como referencia las proporciones que señalan Bertoni, R. y C. Román (2007) y la ecuación resultante permite obtener la siguiente curva:



Fuente: Elaboración propia.

Desde 1925 en adelante se utilizan las fuentes señaladas en el cuerpo del documento.

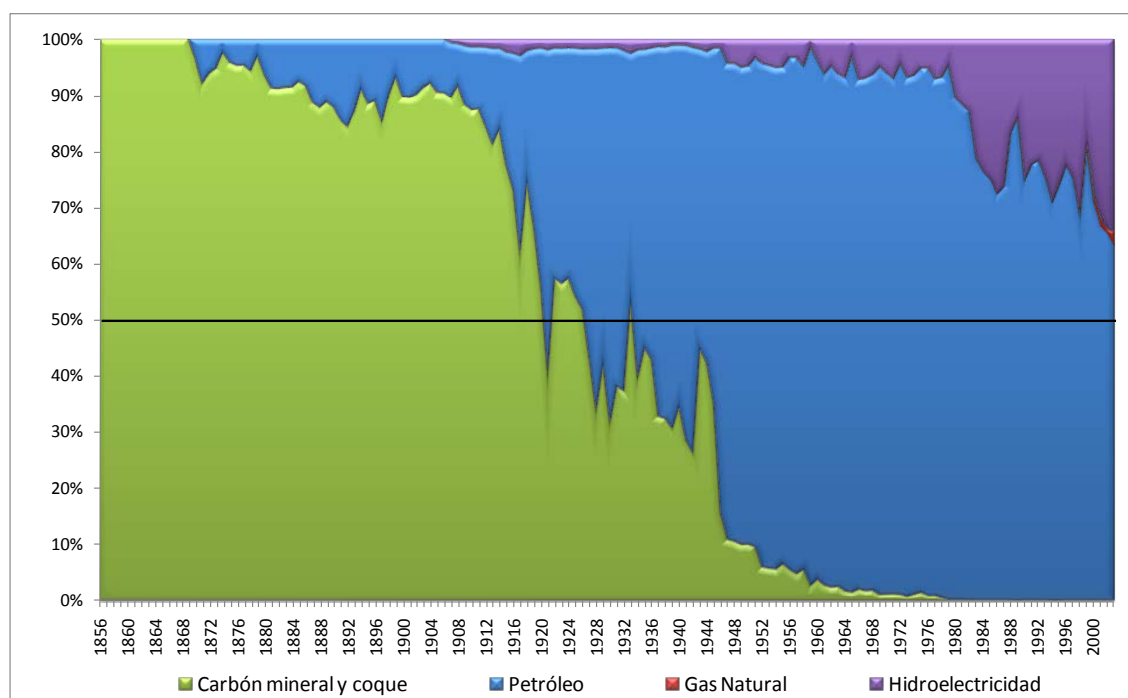
La serie construida y su composición se presentan en el cuadro y gráfico siguientes.

Cuadro N° A.2.5
Uruguay: Promedios décadas energías modernas, 1856 - 2003
(miles de toneladas de petróleo equivalentes)

	Petróleo	Gas Natural	Carbón mineral y coque	Hidroelectricidad	Consumo Total Bruto
1856 - 1859			7		7
1860 - 1869			21		21
1870 - 1879	2		33		35
1880 - 1889	6		57		63
1890 - 1899	10		74		84
1900 - 1909	12		119	2	132
1910 - 1919	50		194	5	249
1920 - 1929	208		206	7	421
1930 - 1939	314		193	9	516
1940 - 1949	444		141	17	602
1950 - 1959	1.045		69	46	1.160
1960 - 1969	1.418		32	87	1.538
1970 - 1979	1.766		17	114	1.898
1980 - 1989	1.272		1	282	1.555
1990 - 1999	1.503	12	1	489	1.995
2000 - 2003	1.411	33	1	667	2.112

Fuente: Elaboración propia.

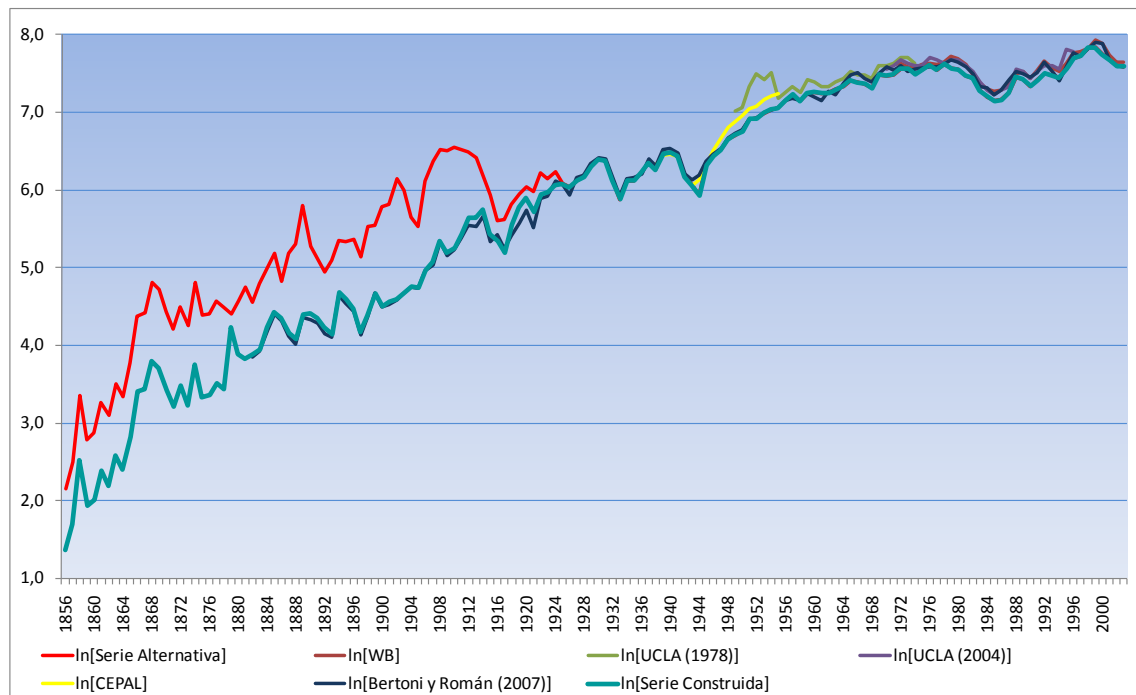
Gráfico N° A.2.6
Participación Energías Modernas: Uruguay, 1856 - 2003
(en porcentaje)



Fuente: Elaboración propia.

La comparación entre la serie construida y otras fuentes se presenta en el gráfico y Cuadro siguientes.

Gráfico N° A.2.7
 Comparación series consumo de energías modernas: Uruguay, 1856 - 2003
 (en logaritmo natural)



Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 3.1: Análisis de quiebres en las series

El trabajo de Perron, P. (1989) es pionero en los estudios de los quiebres en las series macroeconómicas y sus consecuencias en los test de raíz unitaria.¹⁴⁰ Cuando no se tiene en cuenta la existencia de quiebres estructurales se tiende a no rechazar la hipótesis nula de existencia de raíz unitaria cuando las series son estacionarias.

Los trabajos iniciales sobre quiebres estructurales en las series, consideraban sólo la existencia de uno de ellos, en cambio los trabajos posteriores han desarrollado metodologías y test que permiten testear la existencia de más cambios estructurales, para ello se estima una ecuación del siguiente tipo:¹⁴¹

$$y_t = \mu + \sum_{i=1}^m \theta_i DU_{it} + \beta t + \sum_{i=1}^m \gamma_i DT_{it} + \sum_{j=1}^k c_j y_{t-j} + \varepsilon_t$$

donde:

m = número de quiebres de la serie en el período T_{Bi}

DU = captura los quiebres en el nivel, $DU_{it} = 1$ si $t > T_{Bi}$ y 0 para el resto de los casos

DT = captura los quiebres en la tendencia, $DT_{it} = t - T_{Bi}$ si $t > T_{Bi}$ y 0 para el resto de los casos

k = desfase temporal que parte con un máximo¹⁴² de 8.

La hipótesis nula que se prueba es la existencia de ℓ versus $(\ell + 1)$ quiebres, donde estos quiebres no son conocidos. Una vez que el quiebre es encontrado, éste se endogeniza, el $(\ell + 1)$ -ésimo punto de quiebre es estimado para el siguiente tramo de la muestra y así se sigue secuencialmente las estimaciones hasta encontrar el último quiebre.

La existencia de los quiebres se determina estadísticamente por medio de un test $Sup F_t$ (o $Sup Wald$) que maximiza el valor del estadístico F obtenido cuando se contrasta la hipótesis nula, por ejemplo en el caso de un quiebre, $H_0 : \theta_1 = \gamma_1 = 0$ y la hipótesis alternativa es la de la existencia de un cambio estructural, es decir $Sup F_T(\ell + 1 | \ell)$.

Cuando se contrasta la existencia de dos quiebres ($m = 2$), $DU_{2t} = 1$ si $t > T_{B2}$ y cero para el resto de los casos y $DT_{2t} = t - T_{B2}$ si $t > T_{B2}$ (cero para el resto de los casos) y T_{B1} es el quiebre obtenido al estimar el modelo con un quiebre estructural. El test se construye para el caso del quiebre en el período T_{B2} y el

¹⁴⁰ El test de Raíz Unitaria busca verificar el orden de integración de una variable. La hipótesis nula es de que la variable que se está analizando no es estacionaria.

¹⁴¹ Esta explicación se apoya en Pons, J. y D. Tirado (2006).

¹⁴² Se utiliza el criterio de Campbell y Perron (1991) donde k se fija en un valor máximo (en general 8) y si este desfase es significativo se fija en ese nivel. Cuando el último desfase no es significativo se reduce el valor de k en una unidad hasta que el último desfase seleccionado sea significativo, en el extremo cuando el último desfase es significativo, $k = 0$. En este análisis habitualmente el nivel de significancia se fija en 10%.

estadístico $Sup F_t$ es máximo cuando, $H_0: \theta_2 = \gamma_2 = 0$. El procedimiento secuencial continúa hasta llegar al último quiebre estructural teniendo en cuenta los quiebres previos.

Finalmente, una vez que se determina la existencia de los cambios simultáneos en el nivel y la tendencia de la serie, se debe contrastar que el coeficiente θ_i en el caso del nivel y γ_i para la tendencia sea significativamente diferente de cero. Cuando no se puede rechazar la hipótesis nula con un nivel de significancia del 5% utilizando un test t-Student, se elimina el coeficiente. El proceso se repite para el penúltimo punto de quiebre y sucesivamente hasta llegar al primero.

Anexo N° 3.2: Precio de las energías: 1861 – 2003 (en dólares corrientes y constantes)

	Precio gas natural/a (dólares por 1.000 pies cúbicos)	Precio gas natural (dólares 2009 por 1.000 pies cúbicos)	Precio del carbón/a (dólares por toneladas cortas)	Precio del carbón (dólares 2009 por toneladas cortas)	Precio petróleo crudo/b (dólares por barril)	Precio petróleo crudo (dólares 2009 por barril)
1861					0,49	11,65
1862					1,05	22,47
1863					3,15	54,66
1864					8,06	110,11
1865					6,59	91,99
1866					3,74	54,58
1867					2,41	36,84
1868					3,63	58,27
1869					3,64	58,43
1870					3,86	65,22
1871					4,34	77,41
1872					3,64	64,92
1873					1,83	32,64
1874					1,17	22,10
1875					1,35	26,27
1876					2,56	51,37
1877					2,42	48,56
1878					1,19	26,35
1879					0,86	19,72
1880					0,95	21,03
1881					0,86	19,04
1882					0,78	17,27
1883					1,00	22,93
1884					0,84	19,98
1885					0,88	20,93
1886					0,71	16,88
1887					0,67	15,93
1888					0,88	20,93
1889					0,94	22,35
1890					0,87	20,69
1891					0,67	15,93
1892					0,56	13,32
1893					0,64	15,22
1894					0,84	20,74
1895					1,36	34,93
1896					1,18	30,31
1897					0,79	20,29
1898					0,91	23,37
1899					1,29	33,13
1900					1,19	30,56
1901					0,96	24,66
1902					0,80	20,55
1903					0,94	23,21
1904					0,86	20,45
1905					0,62	14,74
1906					0,73	17,36

Patrones de consumo aparente de energías modernas en América Latina, 1890 - 2003

	Precio gas natural/a (dólares por 1.000 pies cúbicos)	Precio gas natural (dólares 2009 por 1.000 pies cúbicos)	Precio del carbón/a (dólares por toneladas cortas)	Precio del carbón (dólares 2009 por toneladas cortas)	Precio petróleo crudo/b (dólares por barril)	Precio petróleo crudo (dólares 2009 por barril)
1907					0,72	17,12
1908					0,72	16,51
1909					0,70	16,65
1910					0,61	13,99
1911					0,61	13,99
1912					0,74	16,38
1913					0,95	20,54
1914					0,81	17,28
1915					0,64	13,51
1916					1,10	21,60
1917					1,56	26,08
1918					1,98	28,18
1919					2,01	24,92
1920					3,07	32,86
1921					1,73	20,73
1922	0,11	1,41			1,61	20,59
1923	0,10	1,26			1,34	16,84
1924	0,09	1,13			1,43	17,93
1925	0,09	1,10			1,68	20,55
1926	0,10	1,21			1,88	22,78
1927	0,09	1,11			1,30	16,05
1928	0,09	1,13			1,17	14,64
1929	0,08	1,00			1,27	15,89
1930	0,08	1,03			1,19	15,28
1931	0,07	0,99			0,65	9,15
1932	0,06	0,94			0,87	13,66
1933	0,06	0,99			0,67	11,09
1934	0,06	0,96			1,00	16,01
1935	0,06	0,94			0,97	15,15
1936	0,06	0,93			1,09	16,87
1937	0,05	0,75			1,18	17,62
1938	0,05	0,76			1,13	17,20
1939	0,05	0,77			1,02	15,74
1940	0,05	0,76			1,02	15,59
1941	0,05	0,73			1,14	16,60
1942	0,05	0,66			1,19	15,65
1943	0,05	0,62			1,20	14,88
1944	0,05	0,61			1,21	14,74
1945	0,05	0,60			1,05	12,51
1946	0,05	0,55			1,12	12,29
1947	0,06	0,58			1,90	18,24
1948	0,07	0,62			1,99	17,72
1949	0,06	0,54	5,24	47,14	1,78	16,01
1950	0,07	0,62	5,19	46,22	1,71	15,23
1951	0,07	0,58	5,29	43,65	1,71	14,11
1952	0,08	0,65	5,27	42,57	1,71	13,81
1953	0,09	0,72	5,23	41,91	1,93	15,47
1954	0,10	0,80	4,81	38,36	1,93	15,39
1955	0,10	0,80	4,69	37,55	1,93	15,45
1956	0,11	0,87	5,01	39,53	1,93	15,23

	Precio gas natural/a (dólares por 1.000 pies cúbicos)	Precio gas natural (dólares 2009 por 1.000 pies cúbicos)	Precio del carbón/a (dólares por toneladas cortas)	Precio del carbón (dólares 2009 por toneladas cortas)	Precio petróleo crudo/b (dólares por barril)	Precio petróleo crudo (dólares 2009 por barril)
1957	0,11	0,84	5,28	40,20	1,90	14,47
1958	0,12	0,89	5,07	37,60	2,08	15,43
1959	0,13	0,96	4,95	36,39	2,08	15,29
1960	0,14	1,01	4,83	34,95	1,90	13,75
1961	0,15	1,07	4,73	33,89	1,80	12,90
1962	0,16	1,13	4,62	32,75	1,80	12,76
1963	0,16	1,12	4,55	31,87	1,80	12,61
1964	0,15	1,04	4,60	31,78	1,80	12,43
1965	0,16	1,09	4,55	30,90	1,80	12,23
1966	0,16	1,06	4,62	30,53	1,80	11,89
1967	0,16	1,03	4,69	30,11	1,80	11,56
1968	0,16	0,99	4,75	29,28	1,80	11,09
1969	0,17	0,99	5,08	29,71	1,80	10,53
1970	0,17	0,94	6,34	35,01	1,80	9,94
1971	0,18	0,95	7,15	37,83	2,24	11,85
1972	0,19	0,97	7,72	39,60	2,48	12,72
1973	0,22	1,06	8,59	41,48	3,29	15,89
1974	0,30	1,31	15,82	68,86	11,58	50,41
1975	0,44	1,75	19,35	77,17	11,53	45,98
1976	0,58	2,19	19,56	73,73	12,80	48,25
1977	0,79	2,79	19,95	70,58	13,92	49,24
1978	0,91	2,99	21,86	71,93	14,02	46,13
1979	1,18	3,49	23,75	70,18	31,61	93,41
1980	1,59	4,14	24,65	64,18	36,83	95,89
1981	1,98	4,67	26,40	62,31	35,93	84,80
1982	2,46	5,47	27,25	60,58	32,97	73,30
1983	2,59	5,58	25,98	55,96	29,55	63,65
1984	2,66	5,49	25,61	52,88	28,78	59,43
1985	2,51	5,00	25,20	50,24	27,56	54,95
1986	1,94	3,80	23,79	46,57	14,43	28,25
1987	1,67	3,15	23,07	43,57	18,44	34,82
1988	1,69	3,06	22,07	40,02	14,92	27,06
1989	1,69	2,92	21,82	37,75	18,23	31,54
1990	1,71	2,81	21,76	35,72	23,73	38,95
1991	1,64	2,58	21,49	33,85	20,00	31,50
1992	1,74	2,66	21,03	32,16	19,32	29,54
1993	2,04	3,03	19,85	29,47	16,97	25,20
1994	1,85	2,68	19,41	28,10	15,82	22,90
1995	1,55	2,18	18,83	26,51	17,02	23,96
1996	2,17	2,97	18,50	25,30	20,67	28,26
1997	2,32	3,10	18,14	24,25	19,09	25,52
1998	1,96	2,58	17,67	23,26	12,72	16,74
1999	2,19	2,82	16,63	21,42	17,97	23,14
2000	3,68	4,58	16,78	20,91	28,50	35,51
2001	4,00	4,85	17,38	21,05	24,44	29,61
2002	2,95	3,52	17,98	21,44	25,02	29,84
2003	4,88	5,69	17,85	20,81	28,83	33,61

Fuente: Tomado de Energy Information Administration US (precio del gas y el carbón) y BP Statistical Review of World Energy 2010 (precio del petróleo).

Notas: /a: Precio del gas y el carbón corresponden a Estados Unidos.

/b: Precio del petróleo: 1861-1944: promedio en Estados Unidos, 1945 - 1983: Arabian Light posted at Ras Tanura, 1984 - 2003: Brent.

Anexo N° 3.3: Composición canasta energías modernas (en porcentaje)

	1880/1912				1913/1930				1931/1940				1941/1950				1951/1957			
	Carbón mineral y coque	Petróleo	Gas Natural	Hidro-electricidad	Carbón mineral y coque	Petróleo	Gas Natural	Hidro-electricidad	Carbón mineral y coque	Petróleo	Gas Natural	Hidro-electricidad	Carbón mineral y coque	Petróleo	Gas Natural	Hidro-electricidad	Carbón mineral y coque	Petróleo	Gas Natural	Hidro-electricidad
Grandes consumidores y productores de petróleo	78,35	21,58	0,00	0,08	18,69	80,69	0,00	0,63	1,87	49,33	48,42	0,37	0,69	70,28	28,53	0,50	0,33	63,69	35,76	0,22
República Bolivariana de Venezuela	78,35	21,58	0,00	0,08	18,69	80,69	0,00	0,63	1,87	49,33	48,42	0,37	0,69	70,28	28,53	0,50	0,33	63,69	35,76	0,22
Grandes consumidores	91,89	7,94	0,00	0,17	47,20	50,48	1,38	0,93	31,92	61,42	4,96	1,71	16,96	75,49	5,82	1,73	11,53	79,84	6,90	1,73
Argentina	95,50	4,48	0,00	0,03	54,02	43,45	2,35	0,19	31,32	62,90	5,65	0,13	13,29	80,41	6,09	0,21	9,44	85,11	5,21	0,25
Cuba	93,24	6,75	0,00	0,01	44,57	55,37	0,00	0,05	26,32	73,50	0,00	0,17	6,84	93,05	0,00	0,11	2,19	97,77	0,00	0,05
Chile	95,58	4,23	0,00	0,19	60,38	38,06	0,00	1,56	64,82	31,81	0,00	3,37	53,67	42,35	0,00	3,98	42,37	49,25	2,87	5,51
México	84,59	15,09	0,00	0,32	30,40	65,64	2,23	1,74	16,81	70,90	8,32	3,97	8,26	79,56	9,59	2,59	7,54	78,80	11,45	2,20
Uruguay	89,08	10,47	0,00	0,46	54,28	43,88	0,00	1,85	37,70	60,64	0,00	1,66	20,44	76,35	0,00	3,20	6,16	89,66	0,00	4,18
Medianos consumidores	89,08	10,04	0,00	0,88	63,72	29,01	2,66	4,61	42,24	40,66	10,81	6,29	25,40	59,32	6,89	8,39	11,82	76,85	3,41	7,92
Brasil	91,41	7,60	0,00	0,99	71,81	22,55	0,00	5,64	54,99	37,49	0,00	7,52	33,32	56,33	0,00	10,34	14,55	76,40	0,08	8,97
Costa Rica	95,18	4,32	0,00	0,50	28,90	66,53	0,00	4,57	2,61	85,71	0,00	11,68	0,57	85,29	0,00	14,14	0,02	87,74	0,00	12,24
Ecuador	65,89	34,05	0,00	0,05	23,01	73,87	0,00	3,12	0,40	77,77	18,84	2,99	0,07	82,36	14,76	2,81	0,02	84,71	12,74	2,53
Peru	74,96	24,77	0,00	0,27	42,11	44,43	11,90	1,56	8,56	42,99	45,74	2,71	8,11	61,26	27,18	3,45	4,22	75,11	16,54	4,13
República Dominicana	74,67	25,33	0,00	0,00	34,21	65,79	0,00	0,00	5,41	94,59	0,00	0,00	2,16	97,84	0,00	0,00	0,28	92,23	0,00	7,50
Pequeños consumidores	79,92	19,95	0,00	0,13	21,21	72,06	5,22	1,51	25,35	62,50	9,94	2,20	24,78	63,07	9,31	2,84	22,30	69,63	4,56	3,51
Bolivia	96,05	4,84	0,00	1,14	51,66	45,89	0,00	2,45	15,49	78,17	0,00	6,34	10,80	81,20	0,00	8,00	2,06	87,84	1,01	9,10
Colombia	90,05	9,93	0,00	0,02	25,11	61,89	11,10	1,91	37,85	44,35	15,61	2,18	35,65	47,67	13,81	2,87	31,76	58,17	6,44	3,63
El Salvador	29,30	70,67	0,00	0,03	6,49	90,32	0,00	3,19	2,29	91,27	0,00	6,44	0,23	94,32	0,00	5,45	0,07	94,60	0,00	5,33
Guatemala	57,32	42,44	0,00	0,24	6,31	92,60	0,00	1,09	0,42	97,04	0,00	2,53	0,18	98,03	0,00	1,79	0,02	97,99	0,00	1,99
Haiti	53,48	46,52	0,00	0,00	8,78	90,16	1,05	0,00	0,26	99,74	0,00	0,00	0,11	99,89	0,00	0,00	0,01	99,99	0,00	0,00
Honduras	63,61	36,34	0,00	0,05	10,44	88,89	0,00	0,66	0,00	99,26	0,00	0,74	0,18	99,05	0,00	0,77	0,06	99,53	0,00	0,41
Nicaragua	58,10	41,90	0,00	0,00	10,01	89,99	0,00	0,00	0,29	98,97	0,00	0,74	0,14	97,95	0,00	1,91	0,05	97,48	0,00	2,47
Paraguay (serie desde 1900)	4,97	95,03	0,00	0,00	14,34	85,66	0,00	0,00	21,28	78,72	0,00	0,00	1,35	98,65	0,00	0,00	0,06	99,94	0,00	0,00
Panamá (serie desde 1904)	78,88	21,12	0,00	0,00	28,89	71,11	0,00	0,00	4,77	95,23	0,00	0,00	0,09	99,85	0,00	0,05	0,00	99,65	0,00	0,35
América Latina	91,07	8,60	0,00	0,33	49,42	47,18	1,73	1,67	32,28	56,62	8,49	2,61	18,18	70,67	8,02	3,11	11,18	76,48	9,16	3,18

Anexo N° 3.3 (continuación): Composición canasta energías modernas (en porcentaje)

	1958/1979				1980/2003				1880				2003			
	Carbon mineral y coque	Petróleo	Gas Natural	Hidro-electricidad	Carbon mineral y coque	Petróleo	Gas Natural	Hidro-electricidad	Carbon mineral y coque	Petróleo	Gas Natural	Hidro-electricidad	Carbon mineral y coque	Petróleo	Gas Natural	Hidro-electricidad
Grandes consumidores y productores de petróleo	0,95	48,84	47,94	2,27	0,45	42,31	49,62	7,61	38,23	61,77	0,00	0,00	0,02	34,70	56,09	9,19
República Bolivariana de Venezuela	0,95	48,84	47,94	2,27	0,45	42,31	49,62	7,61	38,23	61,77	0,00	0,00	0,02	34,70	56,09	9,19
Grandes consumidores	6,08	71,93	19,55	2,44	4,44	61,26	29,89	4,40	97,27	2,73	0,00	0,00	4,13	49,82	40,64	5,42
Argentina	3,61	75,17	20,06	1,17	1,59	42,04	49,01	7,36	92,80	7,20	0,00	0,00	0,95	27,25	62,18	9,62
Cuba	1,26	98,54	0,10	0,09	0,84	97,65	1,43	0,08	95,31	4,69	0,00	0,00	0,12	92,49	7,29	0,10
Chile	17,64	60,23	16,14	5,99	18,48	55,50	16,93	9,10	99,48	0,52	0,00	0,00	12,85	46,28	32,13	8,74
México	6,73	66,34	24,01	2,91	4,28	66,82	26,29	2,61	87,14	12,86	0,00	0,00	4,30	57,08	35,65	2,97
Uruguay	1,64	92,69	0,00	5,68	0,06	75,97	0,36	23,61	93,51	6,49	0,00	0,00	0,05	63,21	2,73	34,01
Medianos consumidores	7,40	79,66	1,99	10,94	9,62	64,11	4,94	21,33	94,64	5,36	0,00	0,00	9,43	56,45	9,95	24,17
Brasil	8,81	78,13	0,95	12,12	11,29	59,93	5,32	23,46	94,29	5,71	0,00	0,00	10,37	52,17	11,26	26,20
Costa Rica	0,00	84,22	0,00	15,78	0,16	65,89	0,00	33,95	77,68	22,32	0,00	0,00	1,54	57,00	0,00	41,46
Ecuador	0,04	95,69	1,63	2,63	0,00	90,56	1,14	8,31	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	87,18	2,40	10,42
Perú	2,57	81,83	9,02	6,58	3,21	77,66	6,40	12,73	98,80	1,20	0,00	0,00	4,98	71,32	7,64	16,06
República Dominicana	0,07	95,88	0,00	4,05	2,03	96,19	0,00	1,77	60,65	39,35	0,00	0,00	12,63	85,56	0,07	1,74
Pequeños consumidores	19,03	63,92	11,71	5,34	11,29	58,47	18,37	11,87	91,18	8,82	0,00	0,00	8,29	59,58	19,53	12,60
Bolivia	0,09	82,50	10,81	6,60	0,01	59,15	35,49	5,36	99,93	0,07	0,00	0,00	0,00	57,63	36,46	5,92
Colombia	28,45	49,47	16,42	5,67	17,01	46,99	23,87	12,13	93,36	6,64	0,00	0,00	13,10	43,71	29,39	13,79
El Salvador	0,00	90,70	0,00	9,30	0,01	87,64	0,00	12,35	1,84	98,16	0,00	0,00	0,05	90,85	0,00	9,10
Guatemala	0,00	97,42	0,00	2,58	1,78	90,81	0,20	7,21	7,15	92,85	0,00	0,00	7,67	87,00	0,00	5,32
Haití	0,00	95,89	0,00	4,11	0,64	92,76	0,00	6,60	16,12	83,88	0,00	0,00	0,00	96,02	0,00	3,98
Honduras	0,00	94,94	0,00	5,06	1,51	85,28	0,00	13,21	22,73	77,27	0,00	0,00	5,61	84,18	0,00	10,21
Nicaragua	0,00	95,91	0,00	4,09	0,00	87,42	0,00	12,58	43,45	56,55	0,00	0,00	0,00	81,15	0,00	18,85
Paraguay (serie desde 1900)	0,00	94,10	0,00	5,90	0,00	74,18	0,00	25,82	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	69,12	0,00	30,88
Panamá (serie desde 1904)	0,19	98,35	0,00	1,45	1,86	82,56	2,19	13,39	94,08	5,92	0,00	0,00	0,00	89,17	0,00	10,83
América Latina	6,88	70,75	17,34	5,04	6,05	59,49	23,93	10,52	96,27	3,73	0,00	0,00	5,70	50,93	30,77	12,60

Anexo N° 4.1: Correlación entre el PIB y el Consumo Aparente de Energías Modernas, 1950 – 2003

	Correlación	Probabilidad	PIB per cápita (US\$ 1990)	CAE per cápita (en TEP)
España	0,9983	0,0000	8.773	1,620
Turquía	0,9982	0,0000	4.481	0,617
Túnez	0,9969	0,0000	2.932	0,408
Malaysia	0,9965	0,0000	4.885	1,144
Paquistán	0,9962	0,0000	1.329	0,172
Israel	0,9958	0,0000	11.289	2,189
Corea del Sur	0,9955	0,0000	6.370	1,677
Egipto	0,9953	0,0000	2.052	0,417
India	0,9948	0,0000	1.188	0,180
Marruecos (1958-2003)	0,9945	0,0000	2.177	0,227
Grecia	0,9933	0,0000	7.640	1,334
Francia	0,9931	0,0000	13.906	3,025
Chile	0,9918	0,0000	6.424	0,853
Jordania	0,9910	0,0000	3.788	0,794
Portugal	0,9910	0,0000	7.479	0,950
Brasil	0,9909	0,0000	4.324	0,478
Perú	0,9900	0,0000	3.626	0,384
Bélgica	0,9891	0,0000	12.941	4,082
Indonesia	0,9885	0,0000	2.112	0,246
México	0,9884	0,0000	5.499	1,012
Hong Kong	0,9879	0,0000	12.857	1,194
Suiza	0,9863	0,0000	17.506	2,551
Australia	0,9862	0,0000	14.858	4,196
República Árabe Siria	0,9860	0,0000	5.867	0,727
Japón	0,9854	0,0000	12.607	2,571
Bahréin	0,9843	0,0000	4.284	7,131
Kenia	0,9840	0,0000	980	0,109
Tailandia	0,9832	0,0000	3.564	0,415
Bulgaria	0,9828	0,0000	4.724	2,286
Nueva Zelanda	0,9800	0,0000	12.739	2,962
Camerún	0,9794	0,0000	1.087	0,071
Filipinas	0,9791	0,0000	2.066	0,257
Senegal	0,9782	0,0000	1.434	0,100
Argentina	0,9782	0,0000	7.187	1,175
Sudáfrica	0,9774	0,0000	3.817	2,041
Colombia	0,9764	0,0000	4.123	0,472
Ecuador	0,9762	0,0000	3.480	0,393
Canadá	0,9750	0,0000	15.542	6,397
Yemen	0,9745	0,0000	2.001	0,160
Nepal	0,9743	0,0000	758	0,018
Italia	0,9737	0,0000	11.789	1,914
Singapur	0,9736	0,0000	12.247	3,065
Argelia	0,9730	0,0000	2.626	0,623
Ghana	0,9729	0,0000	1.207	0,096
Rumania	0,9719	0,0000	3.042	1,877
Costa Rica	0,9714	0,0000	4.575	0,441
Finlandia	0,9689	0,0000	11.909	3,382

	Correlación	Probabilidad	PIB per cápita (US\$ 1990)	CAE per cápita (en TEP)
Panamá	0,9687	0,0000	4.474	0,507
Noruega	0,9686	0,0000	14.506	3,708
Corea del Norte	0,9679	0,0000	1.992	1,146
Omán	0,9665	0,0000	6.072	2,107
Bolivia	0,9653	0,0000	2.260	0,265
Austria	0,9635	0,0000	12.386	2,391
Guatemala	0,9633	0,0000	3.510	0,191
República Dominicana	0,9619	0,0000	2.360	0,382
Sri Lanka	0,9613	0,0000	2.179	0,110
Irlanda	0,9562	0,0000	9.669	2,307
El Salvador	0,9557	0,0000	2.279	0,186
Jamaica	0,9555	0,0000	3.274	0,841
China	0,9553	0,0000	1.669	0,463
Vietnam	0,9551	0,0000	1.153	0,117
Venezuela	0,9534	0,0000	9.164	2,030
Hungría	0,9496	0,0000	5.360	2,109
Honduras	0,9487	0,0000	1.793	0,187
Cuba	0,9461	0,0000	2.377	0,750
Mongolia	0,9456	0,0000	991	0,960
Tanzania	0,9454	0,0000	540	0,034
Paraguay	0,9404	0,0000	2.692	0,185
Estados Unidos	0,9397	0,0000	19.008	7,642
Suecia	0,9373	0,0000	14.103	3,959
Nigeria	0,9371	0,0000	1.173	0,115
Holanda	0,9217	0,0000	14.108	3,652
Emiratos Árabes Unidos	0,9211	0,0000	17.106	10,693
Arabia Saudita	0,9175	0,0000	8.286	3,342
Sudán	0,9136	0,0000	906	0,065
Irán	0,9126	0,0000	3.952	1,062
Trinidad y Tobago (1958-2003)	0,9004	0,0000	9.394	3,950
Alemania	0,8968	0,0000	12.559	3,707
Reino Unido	0,8674	0,0000	13.010	3,561
Togo	0,8607	0,0000	803	0,052
Líbano	0,8599	0,0000	3.005	0,772
Zimbabue	0,8471	0,0000	1.234	0,446
Benín	0,8445	0,0000	1.150	0,044
Nicaragua	0,8316	0,0000	1.948	0,220
Dinamarca	0,7994	0,0000	14.803	3,024
Zaire	0,7931	0,0000	511	0,040
Albania	0,7842	0,0000	2.131	0,482
Congo	0,7842	0,0000	2.235	0,125
Polonia	0,7714	0,0000	5.029	2,510
Uruguay	0,7591	0,0000	6.300	0,612
Gabón	0,7474	0,0000	5.807	0,649
Mozambique (1959-2003)	0,6996	0,0000	1.290	0,053
Haití	0,6736	0,0000	974	0,039
Kuwait	0,6552	0,0000	13.642	8,219
Qatar	0,5722	0,0000	13.149	14,404
Libia (1955-2003)	0,3582	0,0078	3.817	2,135
Angola	0,3288	0,0152	1.021	0,132
Iraq	0,1468	0,2895	2.683	0,859

Fuente: Elaboración propia con información de fuentes indicadas en este documento.

Anexo N° 4.2: Coeficiente de correlación entre la intensidad energética y la actividad económica

	PIB			PIB per cápita		
	Correlación de Pearson IE - PIB	Sig. (bilateral)	N	Correlación de Pearson IE - PIB pc	Sig. (bilateral)	N
Panamá	0,155	0,240	59	0,142	0,283	59
Chile	0,259	0,001	160	0,423	0,000	160
Haití	0,620	0,000	59	-0,581	0,000	59
Perú	0,626	0,000	108	0,784	0,000	108
Uruguay	0,632	0,000	134	0,593	0,000	134
Honduras	0,651	0,000	84	0,424	0,000	84
Colombia	0,669	0,000	104	0,794	0,000	104
Trinidad y Tobago	0,752	0,000	54	0,700	0,000	54
Cuba	0,802	0,000	75	0,659	0,000	75
México	0,809	0,000	107	0,880	0,000	107
Brasil	0,825	0,000	134	0,867	0,000	134
República Dominicana	0,825	0,000	54	0,826	0,000	54
Guatemala	0,833	0,000	84	0,754	0,000	84
Nicaragua	0,851	0,000	84	0,117	0,291	84
Jamaica	0,889	0,000	54	0,835	0,000	54
Argentina	0,892	0,000	106	0,890	0,000	106
Paraguay	0,911	0,000	65	0,759	0,000	65
Costa Rica	0,913	0,000	84	0,888	0,000	84
Bolivia	0,936	0,000	59	0,733	0,000	59
Ecuador	0,959	0,000	65	0,867	0,000	65
R. B. Venezuela	0,959	0,000	105	0,805	0,000	105
El Salvador	0,964	0,000	84	0,904	0,000	84

Anexo N° 4.3: Coeficiente de correlación entre la intensidad energética y la participación del petróleo en la canasta de energías modernas

	Correlación de Pearson		Sig. (bilateral)	N
Uruguay	0,849	**	0,000	134
Brasil	0,782	**	0,000	134
Perú	0,774	**	0,000	108
Cuba	0,626	**	0,000	75
México	0,589	**	0,000	107
Chile	0,518	**	0,000	160
Ecuador	0,399	**	0,001	65
Colombia	0,395	**	0,000	104
República Dominicana	0,362	**	0,007	54
Argentina	0,339	**	0,000	106
Panamá	0,166		0,209	59
Latinoamérica	0,080	**	0,001	1814
R.B. Venezuela	0,015		0,879	105
El Salvador	-0,261	*	0,017	84
Honduras	-0,261	*	0,016	84
Haití	-0,311	*	0,016	59
Guatemala	-0,417	**	0,000	84
Nicaragua	-0,609	**	0,000	84
Costa Rica	-0,666	**	0,000	84
Paraguay	-0,822	**	0,000	65
Bolivia	-0,905	**	0,000	59

Notas:

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Anexo N° 4.4: Coeficiente de correlación entre la intensidad energética y la participación de la industria manufacturera y minería en el PIB, promedio décadas: 1950-2003

País	Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)
Ecuador	0,81	0,05
Chile	0,72	0,11
Cuba	0,64	0,25
Costa Rica	0,64	0,17
Honduras	0,58	0,22
El Salvador	0,53	0,28
Colombia	0,52	0,29
Perú	0,45	0,37
Uruguay	0,33	0,52
Nicaragua	0,28	0,59
Panamá	0,23	0,66
República Dominicana	0,16	0,79
R.B. Venezuela	0,15	0,78
Brasil	-0,07	0,90
Guatemala	-0,21	0,70
Bolivia	-0,45	0,37
Haití	-0,67	0,15
Argentina	-0,76	0,08
México	-0,80	0,05
Paraguay	-0,81	0,05

Anexo N° 4.5: Tasas de crecimiento y contribución en la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas

a) Tasas de crecimiento y contribución en la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas: 1880 – 1912

	Tasas de crecimiento (%)					Contribución (%)			
	CAE	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo
Grandes consumidores									
Chile	4,85	1,38	1,57	1,82	0,08	28,5	32,4	37,6	1,6
Uruguay	5,64	3,32	1,19	1,05	0,09	58,8	21,1	18,5	1,5
Medianos consumidores									
Brasil	5,95	2,08	0,28	3,51	0,09	35,0	4,7	58,9	1,5

b) Tasas de crecimiento y contribución en la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas: 1913 - 1930

	Tasas de crecimiento (%)					Contribución (%)			
	CAE	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo
Grandes consumidores y productores de petróleo									
R.B. Venezuela	16,35	0,82	6,92	7,94	0,68	5,0	42,3	48,5	4,1
Grandes consumidores									
Argentina	3,95	2,63	0,42	0,86	0,04	66,5	10,7	21,8	0,9
Chile	-0,90	1,29	-0,26	-1,91	-0,02	-142,8	28,8	211,4	2,5
México	3,29	0,81	-0,40	2,86	0,01	24,7	-12,1	87,2	0,3
Uruguay	4,53	2,25	1,53	0,68	0,06	49,7	33,9	15,1	1,3
Medianos consumidores									
Brasil	1,46	2,08	1,52	-2,10	-0,04	142,7	104,4	-144,0	-3,1
Perú	3,62	1,44	2,84	-0,68	0,01	39,8	78,5	-18,7	0,3
Pequeños consumidores									
Colombia	18,36	2,51	1,04	14,27	0,54	13,7	5,7	77,7	2,9
Latinoamérica	2,58	1,78	1,46	-0,67	0,00	69,0	56,7	-25,9	0,2

c) Tasas de crecimiento y contribución en la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas: 1931 - 1940

	Tasas de crecimiento (%)					Contribución (%)			
	CAE	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo
Grandes consumidores y productores de petróleo									
R.B. Venezuela	17,06	1,41	4,36	10,60	0,68	8,3	25,6	62,2	4,0
Grandes consumidores									
Argentina	2,33	1,71	1,28	-0,66	0,00	73,3	54,9	-28,3	0,1
Cuba	1,95	1,74	-0,30	0,51	0,00	89,3	-15,4	26,0	0,1
Chile	6,00	1,73	4,29	-0,09	0,07	28,9	71,4	-1,5	1,1
México	9,91	1,73	1,34	6,62	0,23	17,4	13,5	66,8	2,3
Uruguay	1,18	1,97	-0,11	-0,66	-0,01	166,6	-9,5	-56,0	-1,2
Medianos consumidores									
Brasil	4,13	2,05	2,46	-0,41	0,03	49,6	59,5	-9,8	0,8
Costa Rica	1,81	2,19	1,26	-1,62	-0,03	121,2	69,8	-89,4	-1,6

	Tasas de crecimiento (%)					Contribución (%)			
	CAE	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo
Perú	4,29	1,63	2,69	-0,07	0,04	37,9	62,8	-1,7	0,9
Pequeños consumidores									
Colombia	12,45	1,52	3,04	7,50	0,39	12,2	24,4	60,3	3,1
El Salvador	2,82	1,23	2,07	-0,49	0,01	43,6	73,3	-17,2	0,3
Guatemala	11,27	2,19	6,02	2,70	0,36	19,4	53,4	24,0	3,2
Honduras	2,02	1,91	-3,27	3,48	-0,11	94,7	-162,0	172,8	-5,5
Nicaragua	1,17	2,07	0,57	-1,45	-0,03	177,8	48,5	-124,0	-2,3
Latinoamérica	5,26	1,83	2,29	1,05	0,09	34,8	43,6	20,0	1,6

d) Tasas de crecimiento y contribución en la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas: 1941 - 1950

	Tasas de crecimiento (%)					Contribución (%)			
	CAE	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo
Grandes consumidores y productores de petróleo									
R.B. Venezuela	15,79	2,94	7,47	4,67	0,72	18,6	47,3	29,6	4,5
Grandes consumidores									
Argentina	5,38	1,96	1,65	1,68	0,09	36,4	30,6	31,2	1,7
Cuba	6,31	2,49	2,78	0,92	0,12	39,5	44,1	14,6	1,9
Chile	1,99	1,88	1,74	-1,61	-0,03	94,4	87,6	-80,7	-1,3
México	8,19	3,47	2,17	2,34	0,21	42,4	26,5	28,6	2,6
Uruguay	3,66	1,12	2,64	-0,13	0,02	30,6	72,2	-3,5	0,7
Medianos consumidores									
Brasil	8,86	2,69	2,77	3,14	0,25	30,4	31,3	35,5	2,8
Costa Rica	4,89	3,61	0,12	1,12	0,05	73,8	2,4	22,9	0,9
Ecuador	12,05	3,19	3,88	4,54	0,45	26,4	32,2	37,7	3,7
Perú	6,62	1,71	2,30	2,47	0,14	25,9	34,7	37,3	2,1
Pequeños consumidores									
Colombia	6,77	2,33	1,53	2,76	0,14	34,5	22,7	40,8	2,1
El Salvador	11,44	1,81	3,70	5,56	0,38	15,9	32,3	48,6	3,3
Guatemala	6,40	3,13	-3,32	6,72	-0,12	48,9	-51,8	104,9	-1,9
Honduras	4,53	2,27	1,61	0,60	0,06	50,0	35,5	13,2	1,3
Nicaragua	5,67	3,02	0,95	1,61	0,09	53,2	16,8	28,3	1,6
Paraguay	0,62	2,94	-1,04	-1,23	-0,05	474,6	-167,8	-198,1	-8,6
Latinoamérica	7,11	2,56	2,75	1,65	0,16	36,0	38,7	23,1	2,2

e) Tasas de crecimiento y contribución en la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas: 1951 - 1957

	Tasas de crecimiento (%)					Contribución (%)			
	CAE	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo
Grandes consumidores y productores de petróleo									
R.B. Venezuela	8,86	4,26	4,64	-0,22	0,18	48,1	52,3	-2,5	2,0
Grandes consumidores									
Argentina	6,72	1,90	1,23	3,45	0,13	28,3	18,4	51,4	2,0
Cuba	9,69	2,01	1,69	5,73	0,25	20,8	17,5	59,2	2,6
Chile	3,71	2,02	2,25	-0,58	0,02	54,4	60,7	-15,6	0,6
México	7,46	3,02	3,04	1,24	0,17	40,4	40,7	16,6	2,2
Uruguay	5,38	1,11	1,59	2,60	0,09	20,6	29,5	48,3	1,6
Medianos consumidores									

	Tasas de crecimiento (%)					Contribución (%)			
	CAE	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo
Brasil	8,89	2,97	2,67	3,00	0,25	33,4	30,1	33,7	2,8
Costa Rica	7,05	3,68	3,55	-0,30	0,11	52,3	50,4	-4,2	1,5
Ecuador	5,98	2,70	2,72	0,45	0,10	45,2	45,6	7,5	1,6
Perú	2,91	2,63	2,48	-2,15	-0,05	90,3	85,0	-73,8	-1,6
República Dominicana	20,30	3,20	2,51	13,71	0,87	15,8	12,4	67,5	4,3
Pequeños consumidores									
Bolivia	14,17	2,17	-3,61	15,94	-0,32	15,3	-25,5	112,5	-2,3
Colombia	13,36	3,24	1,85	7,81	0,46	24,2	13,8	58,5	3,5
El Salvador	10,48	2,85	2,73	4,56	0,34	27,2	26,0	43,5	3,2
Guatemala	5,03	2,96	1,12	0,89	0,07	58,8	22,2	17,6	1,4
Haití	13,50	1,82	-0,42	11,94	0,16	13,5	-3,1	88,5	1,2
Honduras	4,68	3,10	0,34	1,19	0,05	66,2	7,2	25,5	1,1
Nicaragua	12,32	3,10	3,94	4,82	0,47	25,2	31,9	39,1	3,8
Panamá	5,60	2,53	3,46	-0,45	0,06	45,2	61,7	-8,0	1,1
Paraguay	29,56	2,63	0,06	26,17	0,71	8,9	0,2	88,5	2,4
Latinoamérica	7,71	2,78	2,37	2,37	0,19	36,1	30,7	30,7	2,5

f) Tasas de crecimiento y contribución en la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas: 1958 - 1979

	Tasas de crecimiento (%)					Contribución (%)			
	CAE	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo
Grandes consumidores y productores de petróleo									
R.B. Venezuela	6,44	3,49	0,51	2,33	0,11	54,2	7,9	36,2	1,7
Grandes consumidores									
Argentina	3,93	1,61	1,76	0,51	0,05	41,0	44,9	12,9	1,2
Cuba	3,17	1,74	0,63	0,77	0,03	54,8	19,8	24,4	0,9
Chile	3,07	1,99	0,94	0,11	0,02	64,9	30,6	3,7	0,7
México	7,12	2,97	3,29	0,72	0,14	41,7	46,2	10,1	2,0
Uruguay	2,05	1,10	0,38	0,56	0,01	53,6	18,6	27,1	0,6
Medianos consumidores									
Brasil	7,69	2,78	4,08	0,67	0,16	36,1	53,1	8,7	2,1
Costa Rica	7,93	3,25	3,11	1,38	0,19	41,0	39,2	17,4	2,4
Ecuador	9,55	2,96	3,05	3,25	0,29	31,0	32,0	34,0	3,0
Perú	4,97	2,82	2,03	0,06	0,06	56,8	40,8	1,2	1,2
República Dominicana	7,34	2,95	2,66	1,57	0,17	40,1	36,2	21,4	2,3
Pequeños consumidores									
Bolivia	7,62	2,33	2,39	2,72	0,19	30,6	31,3	35,7	2,4
Colombia	5,40	2,67	2,72	-0,06	0,07	49,5	50,3	-1,1	1,3
El Salvador	6,59	2,99	1,98	1,48	0,13	45,4	30,1	22,5	2,0
Guatemala	6,50	2,22	3,20	0,96	0,12	34,1	49,2	14,8	1,9
Haití	4,57	1,60	0,60	2,31	0,06	35,1	13,1	50,5	1,3
Honduras	5,09	2,82	2,12	0,09	0,06	55,4	41,6	1,7	1,3
Nicaragua	4,76	3,15	0,22	1,33	0,05	66,2	4,7	28,0	1,1
Panamá	5,98	2,74	3,40	-0,24	0,08	45,8	56,8	-3,9	1,3
Paraguay	8,30	2,61	2,89	2,59	0,22	31,4	34,8	31,2	2,6
Latinoamérica	6,03	2,63	2,62	0,67	0,10	43,6	43,5	11,1	1,7

g) Tasas de crecimiento y contribución en la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas: 1980 - 2003

	Tasas de crecimiento (%)					Contribución (%)			
	CAE	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo
Grandes consumidores y productores de petróleo									
R.B. Venezuela	2,29	2,25	-1,61	1,67	-0,03	98,4	-70,2	73,0	-1,1
Grandes consumidores									
Argentina	2,15	1,36	-0,30	1,08	0,01	63,4	-13,8	50,1	0,3
Cuba	-0,56	0,68	-0,09	-1,14	-0,01	-121,0	16,2	203,5	1,3
Chile	4,65	1,51	2,89	0,20	0,05	32,5	62,2	4,2	1,1
México	2,08	1,83	0,54	-0,29	0,00	87,9	26,1	-14,2	0,1
Uruguay	0,17	0,61	0,18	-0,61	0,00	347,5	104,6	-350,0	-2,1
Medianos consumidores									
Brasil	3,01	1,72	0,32	0,95	0,02	57,1	10,6	31,4	0,8
Costa Rica	5,87	2,32	1,23	2,21	0,11	39,5	21,0	37,6	1,8
Ecuador	2,50	2,20	-0,88	1,18	0,00	88,0	-35,0	47,2	-0,2
Perú	1,28	1,98	-0,27	-0,42	-0,01	155,1	-20,9	-33,2	-1,0
República Dominicana	4,98	1,90	2,02	0,98	0,08	38,2	40,6	19,7	1,6
Pequeños consumidores									
Bolivia	3,56	2,00	0,07	1,45	0,03	56,3	2,0	40,8	0,9
Colombia	1,08	1,97	0,91	-1,77	-0,03	182,6	84,1	-163,7	-3,1
El Salvador	5,16	1,53	0,65	2,90	0,07	29,6	12,6	56,3	1,4
Guatemala	4,10	2,80	-0,32	1,59	0,03	68,3	-7,9	38,8	0,7
Haití	4,01	1,91	-2,46	4,63	-0,07	47,6	-61,3	115,5	-1,9
Honduras	5,44	3,09	-0,24	2,53	0,06	56,7	-4,3	46,5	1,2
Nicaragua	3,44	2,77	-1,51	2,20	-0,02	80,4	-44,0	64,0	-0,4
Panamá	2,70	1,93	0,54	0,21	0,02	71,6	19,9	7,9	0,6
Paraguay	5,75	2,81	-0,49	3,36	0,06	48,9	-8,5	58,5	1,1
Latinoamérica	2,41	1,81	0,24	0,34	0,01	75,2	10,1	14,2	0,5

h) Tasas de crecimiento y contribución en la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas: 1880 - 2003

	Tasas de crecimiento (%)					Contribución (%)			
	CAE	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo
Grandes consumidores									
Chile	3,21	1,61	1,48	0,09	0,03	50,3	46,1	2,8	0,8
Uruguay	3,06	1,82	0,78	0,44	0,03	59,4	25,4	14,3	0,8
Medianos consumidores									
Brasil	5,17	2,24	1,66	1,19	0,08	43,3	32,1	23,0	1,6

i) Tasas de crecimiento y contribución en la tasa de crecimiento del consumo aparente de energías modernas: 1951 - 2003

	Tasas de crecimiento (%)					Contribución (%)			
	CAE	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo
Grandes consumidores y productores de petróleo									
R.B. Venezuela	4,91	3,03	-0,18	2,01	0,05	61,7	-3,6	40,9	1,1
Grandes consumidores									

	Tasas de crecimiento (%)					Contribución (%)			
	CAE	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo
Argentina	3,33	1,54	0,80	0,96	0,03	46,2	23,9	28,9	1,0
Cuba	2,68	1,25	0,34	1,07	0,02	46,8	12,5	39,9	0,8
Chile	4,01	1,78	2,09	0,09	0,04	44,5	52,2	2,3	1,0
México	4,99	2,46	2,06	0,40	0,07	49,3	41,3	8,0	1,4
Uruguay	1,31	0,87	0,55	-0,12	0,00	66,4	42,4	-9,0	0,2
Medianos consumidores									
Brasil	5,60	2,33	2,31	0,86	0,09	41,6	41,3	15,4	1,7
Costa Rica	6,60	2,87	2,34	1,25	0,13	43,5	35,5	19,0	2,0
Ecuador	5,99	2,59	1,18	2,11	0,11	43,2	19,6	35,3	1,8
Perú	3,11	2,42	0,97	-0,29	0,01	77,8	31,2	-9,4	0,4
República Dominicana	8,00	2,51	2,36	2,92	0,20	31,4	29,5	36,5	2,5
Pequeños consumidores									
Bolivia	5,85	2,16	0,50	3,09	0,09	36,9	8,6	52,9	1,6
Colombia	4,66	2,43	1,73	0,44	0,06	52,1	37,2	9,4	1,3
El Salvador	5,78	2,29	1,19	2,19	0,10	39,7	20,5	38,0	1,8
Guatemala	5,16	2,57	1,33	1,18	0,08	49,8	25,7	22,9	1,6
Haití	5,21	1,75	-0,67	4,09	0,03	33,7	-12,9	78,6	0,6
Honduras	5,23	3,00	0,72	1,43	0,08	57,3	13,8	27,4	1,4
Nicaragua	5,90	3,00	-0,19	3,01	0,08	50,8	-3,2	51,1	1,3
Panamá	4,85	2,33	2,21	0,24	0,06	48,2	45,5	5,1	1,3
Paraguay	9,67	2,69	1,22	5,51	0,25	27,9	12,6	57,0	2,6
Latinoamérica	4,63	2,28	1,54	0,75	0,06	49,2	33,3	16,1	1,4

Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos de esta investigación.

Anexo N° 4.6: Principal contribución en la explicación de la tasa de crecimiento del consumo de energías modernas, períodos historiográficos

a) Período 1951 – 1957

Grupo	País	Tasas de crecimiento (%)					Contribución (%)			
		CAE	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo
1	Estados Unidos	2,42	1,76	1,28	-0,63	0,00	72,88	53,06	-26,08	0,13
	Canadá	3,07	2,90	2,24	-2,03	-0,04	94,41	73,13	-66,21	-1,33
2	Emiratos Árabes Unidos									
3	Australia	3,85	2,23	1,25	0,33	0,04	57,86	32,60	8,51	1,02
	Dinamarca	3,47	0,70	2,33	0,40	0,03	20,23	67,27	11,67	0,83
	Holanda	3,03	1,20	3,96	-2,07	-0,06	39,66	130,71	-68,39	-1,99
	Suecia	4,20	0,67	2,09	1,39	0,05	16,05	49,71	32,99	1,25
	Francia	3,66	0,83	3,66	-0,83	-0,01	22,79	100,02	-22,63	-0,19
	Alemania	5,30	0,51	7,50	-2,55	-0,17	9,67	141,71	-48,22	-3,16
	Austria	4,93	0,07	6,31	-1,37	-0,08	1,48	128,07	-27,86	-1,69
	Finlandia	8,43	1,11	3,10	4,01	0,20	13,15	36,79	47,63	2,43
4	Qatar	2,28	6,17	0,54	-4,17	-0,25	269,95	23,49	-182,59	-10,85
5	Suiza	6,43	1,28	3,21	1,82	0,12	19,93	49,92	28,24	1,92
	Japón	7,33	1,21	6,70	-0,61	0,03	16,56	91,29	-8,30	0,45
6	Reino Unido	0,71	0,37	1,99	-1,62	-0,03	52,66	279,88	-228,18	-4,36
	Nueva Zelanda	4,57	2,28	2,82	-0,57	0,04	49,88	61,78	-12,42	0,77
	Italia	10,10	0,61	5,38	3,85	0,26	6,04	53,20	38,14	2,62
	Israel	9,16	4,54	3,98	0,43	0,22	49,50	43,39	4,72	2,38
	Trinidad y Tobago	4,02	2,78	5,42	-4,00	-0,18	69,19	134,66	-99,30	-4,55
7	Kuwait	20,84	5,75	0,91	13,24	0,94	27,59	4,38	63,51	4,52
	Bahréin	5,35	2,79	3,42	-0,89	0,04	52,05	63,94	-16,71	0,73
8	Noruega	4,42	0,97	2,85	0,55	0,05	21,91	64,51	12,48	1,10
	Bélgica	1,55	0,59	2,06	-1,08	-0,02	37,95	132,93	-69,81	-1,07
	Singapur									
	Irlanda	-1,84	-0,46	1,67	-3,00	-0,04	25,14	-90,84	163,32	2,38
	Venezuela	8,86	4,26	4,64	-0,22	0,18	48,13	52,32	-2,46	2,01
	España	7,45	0,89	4,15	2,26	0,15	11,93	55,69	30,34	2,04
	Arabia Saudita	9,64	1,97	4,66	2,74	0,28	20,43	48,31	28,40	2,86
	Grecia	5,29	0,96	5,60	-1,24	-0,03	18,09	105,83	-23,39	-0,53
	Portugal	6,44	0,63	3,46	2,23	0,11	9,82	53,77	34,64	1,77
	Argentina	6,72	1,90	1,23	3,45	0,13	28,27	18,38	51,38	1,97
	Omán									
Hungría	9,02	0,72	2,74	5,35	0,21	8,01	30,37	59,34	2,29	
9	Hong Kong	7,07	5,23	3,52	-1,71	0,03	73,99	49,77	-24,20	0,44
	Chile	3,71	2,02	2,25	-0,58	0,02	54,39	60,65	-15,59	0,55
	Uruguay	5,38	1,11	1,59	2,60	0,09	20,57	29,48	48,31	1,64
	República Árabe Siria	14,10	2,51	8,17	2,90	0,52	17,80	57,95	20,57	3,69
	Gabón									
	México	7,46	3,02	3,04	1,24	0,17	40,42	40,71	16,62	2,25
	Polonia	6,58	1,87	2,80	1,78	0,14	28,43	42,50	27,00	2,07
	Bulgaria	10,04	0,88	2,68	6,23	0,25	8,79	26,68	62,07	2,46
	Costa Rica	7,05	3,68	3,55	-0,30	0,11	52,27	50,42	-4,24	1,54
	Turquía	7,40	2,86	3,50	0,88	0,16	38,69	47,31	11,88	2,12
	Panamá	5,60	2,53	3,46	-0,45	0,06	45,18	61,75	-8,00	1,08
	Brasil	8,89	2,97	2,67	3,00	0,25	33,40	30,08	33,70	2,82
	Colombia	13,36	3,24	1,85	7,81	0,46	24,23	13,84	58,47	3,46
	Irán	13,86	2,76	0,90	9,82	0,39	19,91	6,46	70,85	2,79
Libia	9,90	3,29	6,18	0,21	0,22	33,21	62,41	2,12	2,26	

Grupo	País	Tasas de crecimiento (%)					Contribución (%)			
		CAE	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo
10	Sudáfrica	5,49	2,50	2,19	0,71	0,09	45,53	39,90	12,96	1,61
	Jordania	17,58	4,17	3,67	8,88	0,86	23,73	20,86	50,51	4,91
	Perú	2,91	2,63	2,48	-2,15	-0,05	90,30	85,04	-73,77	-1,58
	Guatemala	5,03	2,96	1,12	0,89	0,07	58,84	22,18	17,60	1,38
	Ecuador	5,98	2,70	2,72	0,45	0,10	45,25	45,59	7,51	1,65
	Jamaica	21,67	1,48	9,75	9,25	1,20	6,83	45,00	42,66	5,52
	Rumania	11,61	1,34	4,88	5,01	0,38	11,51	42,06	43,15	3,27
	Líbano	10,64	2,73	4,21	3,34	0,35	25,70	39,62	31,37	3,30
	Corea de l Sur	42,80	1,34	7,37	31,25	2,85	3,13	17,21	73,00	6,66
	Malaysia									
	Tailandia	19,05	3,26	1,17	13,96	0,66	17,13	6,13	73,26	3,48
	Túnez	2,24	1,64	0,78	-0,19	0,01	73,36	34,84	-8,56	0,36
	Paraguay	29,56	2,63	0,06	26,17	0,71	8,90	0,20	88,51	2,39
	Iraq	12,79	2,78	8,05	1,57	0,40	21,75	62,91	12,24	3,10
	Argelia	7,95	2,09	3,89	1,79	0,19	26,26	48,90	22,46	2,38
	Cuba	9,69	2,01	1,69	5,73	0,25	20,79	17,49	59,16	2,57
	República Dominicana	20,30	3,20	2,51	13,71	0,87	15,79	12,36	67,54	4,31
	El Salvador	10,48	2,85	2,73	4,56	0,34	27,24	26,04	43,52	3,21
	Bolivia	14,17	2,17	-3,61	15,94	-0,32	15,31	-25,50	112,46	-2,27
	Congo									
	Sri Lanka	9,49	2,76	0,09	6,46	0,19	29,08	0,96	68,00	1,97
	Marruecos	1,04	2,86	-0,44	-1,33	-0,04	274,30	-42,41	-127,61	-4,28
	Albania	21,38	2,76	3,30	14,35	0,97	12,90	15,44	67,11	4,55
	Indonesia	13,82	1,89	2,52	8,97	0,45	13,71	18,20	64,86	3,24
	Filipinas	11,34	3,05	3,84	4,05	0,40	26,88	33,83	35,76	3,53
	Egipto	3,07	2,39	0,38	0,29	0,02	77,80	12,35	9,29	0,55
	Yemen	10,49	2,05	0,60	7,63	0,21	19,50	5,69	72,76	2,05
	Corea de l Norte	21,59	0,45	7,38	12,73	1,03	2,07	34,19	58,95	4,79
	Nicaragua	12,32	3,10	3,94	4,82	0,47	25,17	31,95	39,10	3,79
	Honduras	4,68	3,10	0,34	1,19	0,05	66,18	7,23	25,49	1,10
	China	16,84	2,26	4,41	9,44	0,74	13,41	26,16	56,05	4,38
	Senegal									
	Paquistán	6,82	2,44	1,13	3,10	0,14	35,86	16,58	45,51	2,05
Mozambique	11,08	1,74	1,27	7,81	0,26	15,71	11,44	70,51	2,34	
Zimbabue	10,15	3,59	4,20	2,05	0,31	35,37	41,34	20,21	3,09	
Ghana	7,56	2,73	1,52	3,13	0,18	36,14	20,17	41,36	2,33	
India	5,29	1,92	1,46	1,83	0,09	36,18	27,59	34,52	1,70	
Nigeria	12,00	2,29	1,18	8,22	0,31	19,10	9,80	68,48	2,62	
Vietnam										
Benín										
Camerún	11,60	1,34	2,30	7,64	0,31	11,59	19,85	65,86	2,69	
Angola	15,17	1,49	1,79	11,47	0,41	9,85	11,82	75,65	2,68	
Mongolia	21,24	1,88	3,06	15,47	0,83	8,84	14,42	72,83	3,91	
Kenia	8,05	2,87	-0,73	5,80	0,10	35,69	-9,01	72,05	1,27	
Haití	13,50	1,82	-0,42	11,94	0,16	13,48	-3,12	88,48	1,17	
Sudán	9,19	2,78	1,89	4,27	0,25	30,23	20,55	46,45	2,76	
Togo	11,51	2,15	1,51	7,54	0,31	18,65	13,13	65,52	2,70	
Nepal	11,61	1,07	1,92	8,36	0,27	9,18	16,54	71,95	2,34	
Tanzania	11,00	2,56	-0,49	8,76	0,17	23,24	-4,45	79,70	1,52	
Zaire	12,09	2,00	3,68	5,99	0,42	16,55	30,47	49,51	3,46	

Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos de esta investigación.

b) Período 1958 – 1979

Grupo	País	Tasas de crecimiento (%)					Contribución (%)			
		CAE	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo
1	Estados Unidos	3,04	1,21	2,75	-0,91	-0,00	39,72	90,37	-29,98	-0,10
	Canadá	5,09	1,58	3,09	0,36	0,07	31,05	60,67	6,99	1,29
2	Emiratos Árabes Unidos	40,31	11,63	0,73	24,77	3,17	28,86	1,82	61,46	7,86
3	Australia	4,66	1,80	2,63	0,18	0,06	38,64	56,41	3,77	1,18
	Dinamarca	4,38	0,60	3,08	0,66	0,04	13,63	70,32	15,07	0,98
	Holanda	6,52	1,08	3,25	2,06	0,13	16,62	49,82	31,64	1,92
	Suecia	4,45	0,54	2,99	0,88	0,05	12,10	67,12	19,73	1,06
	Francia	4,22	0,86	3,69	-0,35	0,02	20,39	87,66	-8,41	0,37
	Alemania	3,30	0,42	3,54	-0,66	-0,01	12,77	107,44	-19,87	-0,34
	Austria	4,20	0,37	4,00	-0,17	0,01	8,78	95,03	-3,98	0,18
Finlandia	8,57	0,42	3,94	4,01	0,19	4,95	46,03	46,78	2,25	
4	Qatar	20,73	8,29	-0,33	11,86	0,91	39,98	-1,60	57,22	4,40
5	Suiza	5,47	0,96	2,26	2,17	0,09	17,49	41,23	39,60	1,68
	Japón	9,11	1,09	6,83	1,04	0,16	11,91	74,95	11,41	1,72
6	Reino Unido	1,13	0,41	2,42	-1,66	-0,04	35,86	214,42	-146,97	-3,30
	Nueva Zelanda	4,30	1,57	1,39	1,27	0,06	36,53	32,43	29,64	1,39
	Italia	7,25	0,62	4,20	2,28	0,14	8,60	57,98	31,53	1,89
	Israel	7,50	2,85	4,58	-0,05	0,13	38,00	61,00	-0,69	1,69
	Trinidad y Tobago	6,91	1,48	3,54	1,75	0,14	21,37	51,24	25,34	2,04
7	Kuwait	13,15	8,46	-2,47	6,97	0,19	64,31	-18,81	53,03	1,47
	Bahréin	21,69	4,13	2,08	14,49	1,00	19,02	9,59	66,79	4,60
8	Noruega	5,38	0,69	3,75	0,88	0,07	12,87	69,66	16,27	1,21
	Bélgica	2,81	0,40	3,72	-1,26	-0,04	14,09	132,06	-44,83	-1,33
	Singapur	9,30	2,17	6,35	0,59	0,19	23,33	68,32	6,32	2,03
	Irlanda	5,17	0,80	3,74	0,58	0,06	15,40	72,35	11,17	1,09
	Venezuela	6,44	3,49	0,51	2,33	0,11	54,21	7,89	36,17	1,73
	España	6,43	1,01	5,16	0,19	0,06	15,74	80,27	3,00	1,00
	Arabia Saudita	13,52	3,53	6,83	2,64	0,52	26,08	50,55	19,52	3,85
	Grecia	9,41	0,74	5,38	3,06	0,23	7,90	57,14	32,54	2,43
	Portugal	7,00	0,43	5,19	1,29	0,10	6,12	74,10	18,42	1,36
	Argentina	3,93	1,61	1,76	0,51	0,05	41,01	44,91	12,91	1,16
	Omán									
Hungría	3,78	0,38	2,99	0,39	0,02	10,01	79,03	10,32	0,65	
9	Hong Kong	9,16	2,64	5,93	0,41	0,19	28,78	64,68	4,44	2,09
	Chile	3,07	1,99	0,94	0,11	0,02	64,93	30,65	3,70	0,72
	Uruguay	2,05	1,10	0,38	0,56	0,01	53,65	18,59	27,15	0,61
	República Árabe Siria	10,89	3,33	3,30	3,89	0,37	30,53	30,29	35,76	3,42
	Gabón	15,65	2,49	2,52	10,07	0,57	15,90	16,08	64,36	3,66
	México	7,12	2,97	3,29	0,72	0,14	41,70	46,17	10,11	2,01
	Polonia	4,70	0,99	3,22	0,45	0,05	20,96	68,36	9,60	1,08
	Bulgaria	8,52	0,63	4,44	3,26	0,19	7,36	52,11	38,25	2,28
	Costa Rica	7,93	3,25	3,11	1,38	0,19	40,96	39,25	17,39	2,40
	Turquía	7,99	2,47	2,99	2,33	0,20	30,86	37,44	29,16	2,54
	Panamá	5,98	2,74	3,40	-0,24	0,08	45,84	56,78	-3,93	1,31
	Brasil	7,69	2,78	4,08	0,67	0,16	36,13	53,12	8,67	2,08
	Colombia	5,40	2,67	2,72	-0,06	0,07	49,52	50,33	-1,13	1,28
	Irán	12,40	3,01	4,47	4,44	0,47	24,31	36,03	35,84	3,82
	Libia	19,73	4,16	8,33	6,11	1,13	21,08	42,22	30,97	5,73
	Sudáfrica	3,20	2,62	1,75	-1,17	-0,01	81,90	54,72	-36,45	-0,18
	Jordania	10,02	4,78	2,74	2,20	0,30	47,72	27,37	21,92	2,99
	Perú	4,97	2,82	2,03	0,06	0,06	56,77	40,82	1,20	1,21
	Guatemala	6,50	2,22	3,20	0,96	0,12	34,11	49,17	14,81	1,90
	Ecuador	9,55	2,96	3,05	3,25	0,29	31,01	31,96	34,01	3,02
Jamaica	8,20	1,65	1,46	4,91	0,18	20,11	17,86	59,85	2,17	
Rumania	7,25	0,95	4,27	1,90	0,14	13,04	58,88	26,15	1,93	

Grupo	País	Tasas de crecimiento (%)					Contribución (%)			
		CAE	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo
	Líbano	8,26	2,92	2,10	3,03	0,22	35,38	25,38	36,64	2,60
	Corea de l Sur	10,33	2,31	6,12	1,62	0,28	22,33	59,25	15,70	2,71
	Malaysia	8,54	2,52	4,35	1,46	0,21	29,53	50,93	17,06	2,48
	Tailandia	12,29	2,78	4,90	4,15	0,46	22,64	39,87	33,73	3,75
	Túnez	8,87	2,16	3,77	2,69	0,24	24,38	42,55	30,33	2,75
	Paraguay	8,30	2,61	2,89	2,59	0,22	31,43	34,76	31,17	2,64
	Iraq	9,32	3,32	4,86	0,90	0,24	35,61	52,17	9,68	2,54
	Argelia	9,58	2,67	2,99	3,63	0,29	27,86	31,22	37,91	3,01
	Cuba	3,17	1,74	0,63	0,77	0,03	54,83	19,81	24,43	0,92
	República Dominicana	7,34	2,95	2,66	1,57	0,17	40,14	36,20	21,37	2,28
	El Salvador	6,59	2,99	1,98	1,48	0,13	45,37	30,10	22,50	2,03
	Bolivia	7,62	2,33	2,39	2,72	0,19	30,59	31,32	35,66	2,43
	Congo	7,12	2,56	1,91	2,48	0,16	36,00	26,84	34,90	2,27
	Sri Lanka	3,77	2,15	1,50	0,08	0,04	57,14	39,77	2,16	0,94
	Marruecos	7,09	2,35	2,04	2,54	0,16	33,18	28,74	35,82	2,27
	Albania	10,37	2,62	2,72	4,70	0,33	25,25	26,24	45,37	3,14
	Indonesia	5,47	2,15	2,89	0,35	0,08	39,28	52,89	6,37	1,46
	Filipinas	7,62	2,96	2,28	2,20	0,18	38,81	29,90	28,88	2,41
	Egipto	5,60	2,30	3,45	-0,22	0,07	41,04	61,62	-3,85	1,19
	Yemen	7,09	2,20	4,36	0,40	0,12	31,11	61,58	5,58	1,73
	Corea de l Norte	11,28	2,65	4,57	3,67	0,39	23,47	40,50	32,57	3,46
10	Nicaragua	4,76	3,15	0,22	1,33	0,05	66,23	4,72	27,96	1,09
	Honduras	5,09	2,82	2,12	0,09	0,06	55,41	41,62	1,71	1,26
	China	3,77	1,90	1,97	-0,13	0,03	50,29	52,20	-3,35	0,86
	Senegal	9,10	2,82	-0,25	6,37	0,16	30,98	-2,75	70,06	1,72
	Paquistán	5,89	2,62	2,54	0,64	0,10	44,46	43,07	10,78	1,69
	Mozambique	1,26	2,41	-0,25	-0,88	-0,02	191,62	-19,93	-69,72	-1,98
	Zimbabue	-0,41	2,92	1,39	-4,56	-0,16	-717,67	-341,21	1120,15	38,73
	Ghana	4,40	2,43	0,09	1,84	0,05	55,15	2,07	41,69	1,10
	India	5,01	2,23	1,07	1,63	0,08	44,44	21,39	32,61	1,56
	Nigeria	10,27	2,68	2,73	4,54	0,32	26,08	26,56	44,23	3,14
	Vietnam	3,21	2,75	0,06	0,39	0,01	85,73	1,89	11,99	0,39
	Benín	5,39	2,58	0,51	2,22	0,08	47,79	9,41	41,28	1,52
	Camerún	6,69	2,13	1,58	2,85	0,14	31,77	23,62	42,52	2,09
	Angola	7,98	1,59	-1,22	7,61	0,01	19,88	-15,30	95,33	0,09
	Mongolia	8,72	2,81	3,00	2,67	0,24	32,19	34,43	30,61	2,77
	Kenia	4,89	3,46	1,72	-0,33	0,04	70,75	35,09	-6,70	0,86
	Haití	4,57	1,60	0,60	2,31	0,06	35,07	13,11	50,50	1,33
	Sudán	4,60	2,93	0,04	1,58	0,05	63,71	0,84	34,40	1,05
	Togo	10,95	2,68	2,89	5,01	0,36	24,49	26,44	45,77	3,30
	Nepal	9,75	1,94	0,58	7,04	0,19	19,86	5,99	72,21	1,94
	Tanzania	4,89	3,03	1,54	0,26	0,06	62,00	31,45	5,35	1,20
	Zaire	1,61	2,76	-0,96	-0,17	-0,03	171,67	-59,43	-10,41	-1,83

Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos de esta investigación.

c) Período 1980 – 2003

Grupo	País	Tasas de crecimiento (%)					Contribución (%)			
		CAE	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo
1	Estados Unidos	1,24	1,06	1,97	-1,75	-0,03	85,49	159,14	-141,99	-2,64
	Canadá	1,31	1,14	1,62	-1,42	-0,02	86,47	123,32	-108,19	-1,60
2	Emiratos Árabes Unidos	7,78	4,04	-1,50	5,18	0,07	51,88	-19,33	66,58	0,87
3	Australia	2,10	1,32	2,12	-1,32	-0,02	62,87	100,73	-62,76	-0,84
	Dinamarca	-0,17	0,22	1,83	-2,18	-0,04	-129,01	1049,65	1255,22	23,44
	Holanda	0,75	0,60	1,81	-1,63	-0,03	79,59	241,45	-217,22	-3,82

Grupo	País	Tasas de crecimiento (%)					Contribución (%)			
		CAE	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo
	Suecia	0,68	0,33	1,62	-1,25	-0,02	48,92	238,24	-184,34	-2,82
	Francia	1,44	0,48	1,56	-0,60	-0,00	33,51	108,50	-41,68	-0,33
	Alemania	-0,28	0,22	1,32	-1,80	-0,02	-79,87	-474,95	645,90	8,93
	Austria	1,18	0,34	1,89	-1,03	-0,02	28,78	159,94	-87,32	-1,41
	Finlandia	1,45	0,37	2,09	-1,00	-0,02	25,58	144,23	-68,65	-1,16
4	Qatar	6,32	5,65	-5,13	6,07	-0,28	89,44	-81,11	96,03	-4,36
5	Suiza	0,90	0,65	0,76	-0,50	-0,00	71,93	84,12	-55,80	-0,24
	Japón	1,62	0,37	1,99	-0,73	-0,01	22,94	122,64	-44,97	-0,61
6	Reino Unido	0,45	0,28	2,23	-2,01	-0,04	62,57	492,48	-445,24	-9,81
	Nueva Zelanda	2,67	0,96	1,53	0,15	0,02	36,04	57,46	5,80	0,70
	Italia	1,31	0,12	1,63	-0,43	-0,01	8,95	124,38	-32,90	-0,43
	Israel	4,17	2,16	1,75	0,21	0,05	51,92	42,00	4,97	1,11
	Trinidad y Tobago	4,77	0,01	1,45	3,26	0,05	0,22	30,33	68,45	1,00
7	Kuwait	1,76	2,05	-0,83	0,55	-0,01	116,28	-47,07	31,38	-0,59
	Bahréin	3,89	2,88	1,12	-0,14	0,03	74,00	28,88	-3,57	0,69
8	Noruega	1,61	0,47	2,38	-1,22	-0,02	29,46	147,65	-75,65	-1,47
	Bélgica	0,93	0,21	1,68	-0,94	-0,01	22,39	179,74	-100,60	-1,52
	Singapur	6,05	2,52	3,93	-0,46	0,07	41,60	64,84	-7,58	1,14
	Irlanda	2,34	0,62	4,71	-2,87	-0,12	26,69	201,40	-122,76	-5,32
	Venezuela	2,29	2,25	-1,61	1,67	-0,03	98,36	-70,25	73,02	-1,14
	España	2,84	0,31	2,72	-0,19	0,00	10,76	95,67	-6,52	0,09
	Arabia Saudita	6,02	4,09	-2,36	4,32	-0,03	67,99	-39,25	71,69	-0,44
	Grecia	2,92	0,42	1,87	0,61	0,02	14,50	63,91	20,84	0,75
	Portugal	3,89	0,30	2,41	1,14	0,04	7,77	61,86	29,39	0,98
	Argentina	2,15	1,36	-0,30	1,08	0,01	63,38	-13,80	50,07	0,34
	Omán	11,84	3,86	2,52	5,03	0,42	32,60	21,32	42,51	3,58
	Hungría	-0,41	-0,27	1,11	-1,24	-0,01	66,27	-270,12	300,60	3,26
9	Hong Kong	4,73	1,30	3,68	-0,27	0,03	27,39	77,66	-5,77	0,72
	Chile	4,65	1,51	2,89	0,20	0,05	32,46	62,18	4,23	1,13
	Uruguay	0,17	0,61	0,18	-0,61	-0,00	347,47	104,64	-349,97	-2,14
	República Árabe Siria	5,56	3,07	0,67	1,73	0,09	55,23	12,03	31,21	1,54
	Gabón	-1,07	2,75	-2,56	-1,19	-0,07	-256,32	238,46	111,17	6,69
	México	2,08	1,83	0,54	-0,29	0,00	87,93	26,10	-14,17	0,14
	Polonia	-1,60	0,36	1,34	-3,25	-0,05	-22,27	-84,26	203,36	3,17
	Bulgaria	-1,75	-0,66	0,17	-1,25	0,01	37,99	-9,48	71,79	-0,30
	Costa Rica	5,87	2,32	1,23	2,21	0,11	39,54	21,00	37,62	1,83
	Turquía	4,94	1,81	2,27	0,79	0,07	36,56	45,99	15,97	1,49
	Panamá	2,70	1,93	0,54	0,21	0,02	71,63	19,86	7,94	0,58
	Brasil	3,01	1,72	0,32	0,95	0,02	57,10	10,63	31,44	0,83
	Colombia	1,08	1,97	0,91	-1,77	-0,03	182,65	84,13	-163,69	-3,09
	Irán	5,78	2,32	-0,17	3,55	0,07	40,21	-2,92	61,45	1,25
	Libia	4,13	2,57	-4,63	6,44	-0,26	62,28	-111,94	155,92	-6,27
	Sudáfrica	2,51	1,84	-0,07	0,72	0,01	73,39	-2,66	28,81	0,46
	Jordania	5,51	4,11	-0,13	1,48	0,05	74,58	-2,41	26,87	0,97
	Perú	1,28	1,98	-0,27	-0,42	-0,01	155,12	-20,90	-33,24	-0,98
	Guatemala	4,10	2,80	-0,32	1,59	0,03	68,33	-7,90	38,83	0,74
	Ecuador	2,50	2,20	-0,88	1,18	-0,00	87,96	-35,05	47,24	-0,16
Jamaica	2,18	0,82	0,77	0,58	0,02	37,58	35,31	26,40	0,71	
Rumania	-2,49	0,05	-0,71	-1,84	0,01	-1,97	28,54	73,90	-0,47	
Líbano	4,18	0,82	0,18	3,14	0,03	19,73	4,27	75,21	0,79	
10	Corea del Sur	7,32	1,03	6,08	0,14	0,07	14,01	83,13	1,87	0,99
	Malaysia	7,47	2,28	3,74	1,29	0,16	30,44	50,10	17,27	2,19
	Tailandia	8,39	1,30	4,61	2,29	0,20	15,48	54,92	27,26	2,34
	Túnez	4,11	1,87	2,30	-0,10	0,04	45,53	55,94	-2,41	0,95
	Paraguay	5,75	2,81	-0,49	3,36	0,06	48,87	-8,47	58,48	1,11
	Iraq	4,92	2,75	-7,65	10,58	-0,75	55,79	-155,29	214,74	-15,24
	Argelia	4,48	2,30	-0,03	2,16	0,05	51,35	-0,66	48,23	1,08
	Cuba	-0,56	0,68	-0,09	-1,14	-0,01	-121,01	16,23	203,48	1,30

Grupo	País	Tasas de crecimiento (%)					Contribución (%)			
		CAE	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo
	República Dominicana	4,98	1,90	2,02	0,98	0,08	38,16	40,63	19,66	1,55
	El Salvador	5,16	1,53	0,65	2,90	0,07	29,61	12,64	56,32	1,43
	Bolivia	3,56	2,00	0,07	1,45	0,03	56,31	2,02	40,78	0,89
	Congo	1,57	3,15	-0,64	-0,90	-0,04	200,64	-40,67	-57,26	-2,70
	Sri Lanka	4,84	1,23	3,23	0,33	0,05	25,42	66,65	6,80	1,13
	Marruecos	3,67	2,14	1,13	0,37	0,04	58,20	30,70	10,10	0,99
	Albania	-1,52	1,21	1,32	-3,97	-0,09	-79,67	-86,51	260,58	5,59
	Indonesia	6,58	1,66	2,83	1,96	0,14	25,17	42,92	29,85	2,06
	Filipinas	3,90	2,23	0,29	1,34	0,04	57,14	7,51	34,31	1,04
	Egipto	5,87	2,47	1,70	1,58	0,11	42,13	29,05	26,97	1,86
	Yemen	6,86	3,32	0,63	2,78	0,13	48,36	9,18	40,55	1,91
	Corea del Norte	-2,17	1,19	-3,94	0,65	-0,06	-54,83	181,59	-29,75	2,99
	Nicaragua	3,44	2,77	-1,51	2,20	-0,02	80,41	-44,00	64,04	-0,44
	Honduras	5,44	3,09	-0,24	2,53	0,06	56,68	-4,32	46,46	1,19
	China	4,46	1,19	6,79	-3,33	-0,19	26,72	152,18	-74,69	-4,21
	Senegal	3,14	2,90	0,48	-0,25	0,01	92,30	15,38	-7,86	0,18
	Paquistán	6,11	2,67	2,10	1,23	0,12	43,63	34,38	20,10	1,89
	Mozambique	2,21	1,93	1,42	-1,13	-0,01	87,43	64,34	-51,28	-0,49
	Zimbabue	1,14	2,27	-0,85	-0,25	-0,02	198,44	-74,19	-22,26	-1,99
	Ghana	3,67	2,85	0,71	0,09	0,02	77,56	19,22	2,58	0,64
	India	5,82	1,91	3,67	0,16	0,08	32,85	63,06	2,72	1,36
	Nigeria	3,22	2,57	-0,24	0,88	0,01	79,66	-7,31	27,21	0,45
	Vietnam	7,11	1,84	4,63	0,51	0,12	25,94	65,16	7,23	1,68
	Benín	7,96	3,30	0,78	3,70	0,18	41,46	9,78	46,53	2,23
	Camerún	3,26	2,79	-0,09	0,56	0,01	85,46	-2,87	17,03	0,38
	Angola	4,48	2,17	-0,38	2,64	0,04	48,53	-8,43	59,02	0,87
	Mongolia	0,85	2,15	-0,07	-1,21	-0,03	254,12	-8,54	-142,44	-3,14
	Kenia	2,39	2,99	-0,17	-0,41	-0,02	125,18	-7,28	-17,20	-0,70
	Haití	4,01	1,91	-2,46	4,63	-0,07	47,65	-61,32	115,53	-1,86
	Sudán	4,41	3,06	0,72	0,59	0,04	69,28	16,34	13,37	1,01
	Togo	4,81	3,19	-2,41	4,07	-0,05	66,48	-50,12	84,65	-1,00
	Nepal	8,33	2,50	2,02	3,60	0,21	29,95	24,27	43,20	2,58
	Tanzania	2,29	2,80	0,02	-0,52	-0,01	122,20	0,93	-22,52	-0,61
	Zaire	-0,50	2,99	-4,41	1,07	-0,15	-596,97	881,38	-214,09	29,68

Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos de esta investigación.

d) Período 1951 – 2003

Grupo	País	Tasas de crecimiento (%)					Contribución (%)			
		CAE	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo
1	Estados Unidos	1,94	1,21	2,05	-1,31	-0,02	62,68	105,94	-67,68	-0,94
	Canadá	2,98	1,55	2,20	-0,78	0,00	51,97	73,91	-26,04	0,16
2	Emiratos Árabes Unidos	22,02	7,63	-0,21	13,61	0,99	34,63	-0,94	61,80	4,50
	Australia	3,36	1,63	2,20	-0,50	0,02	48,65	65,64	-14,79	0,50
	Dinamarca	2,13	0,44	2,34	-0,64	-0,01	20,45	109,90	-30,00	-0,36
	Holanda	3,21	0,88	2,54	-0,23	0,01	27,51	79,04	-7,01	0,46
	Suecia	2,52	0,46	2,21	-0,16	0,01	18,21	87,82	-6,26	0,23
3	Francia	2,70	0,69	2,65	-0,63	-0,00	25,42	97,89	-23,21	-0,11
	Alemania	1,70	0,35	2,95	-1,55	-0,04	20,30	173,55	-91,43	-2,42
	Austria	2,70	0,31	3,28	-0,87	-0,02	11,63	121,41	-32,26	-0,78
	Finlandia	4,77	0,48	2,96	1,27	0,06	10,15	62,02	26,60	1,22
4	Qatar	11,78	6,77	-2,36	7,23	0,15	57,48	-20,06	61,33	1,25
5	Suiza	3,36	0,86	1,62	0,85	0,04	25,54	48,20	25,22	1,04
	Japón	5,08	0,77	4,51	-0,23	0,02	15,26	88,92	-4,63	0,44
6	Reino Unido	0,53	0,34	2,14	-1,91	-0,04	64,18	400,97	-357,61	-7,54
	Nueva Zelanda	3,48	1,37	1,61	0,47	0,04	39,40	46,19	13,38	1,03

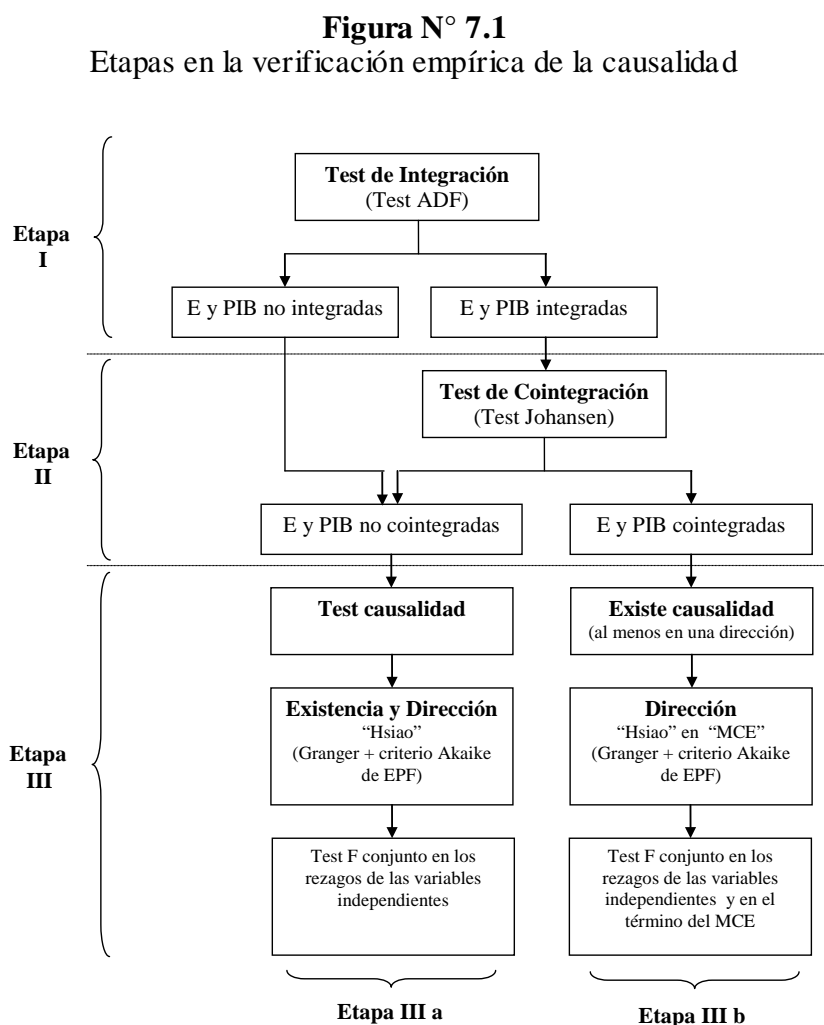
Grupo	País	Tasas de crecimiento (%)					Contribución (%)			
		CAE	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo
	Italia	4,65	0,39	3,19	1,03	0,05	8,34	68,43	22,17	1,06
	Israel	6,14	2,75	3,21	0,08	0,09	44,84	52,37	1,27	1,52
	Trinidad y Tobago	5,62	1,01	2,90	1,62	0,09	17,93	51,58	28,83	1,66
7	Kuwait	10,03	5,26	-1,90	6,56	0,11	52,41	-18,99	65,45	1,13
	Bahréin	10,69	3,39	1,85	5,11	0,33	31,75	17,32	47,81	3,13
8	Noruega	3,45	0,62	2,96	-0,15	0,01	18,08	85,79	-4,25	0,38
	Bélgica	1,72	0,34	2,54	-1,13	-0,02	19,50	147,68	-65,77	-1,40
	Singapur	7,95	2,39	5,01	0,40	0,15	30,02	63,04	5,06	1,88
	Irlanda	2,58	0,54	3,80	-1,70	-0,05	21,07	147,02	-66,01	-2,08
	Venezuela	4,91	3,03	-0,18	2,01	0,05	61,72	-3,64	40,87	1,05
	España	4,92	0,68	3,85	0,35	0,04	13,78	78,31	7,06	0,85
	Arabia Saudita	9,98	3,63	2,27	3,77	0,31	36,40	22,74	37,77	3,09
	Grecia	5,91	0,63	3,71	1,48	0,09	10,74	62,80	24,97	1,49
	Portugal	5,40	0,41	3,64	1,29	0,07	7,51	67,32	23,93	1,24
	Argentina	3,33	1,54	0,80	0,96	0,03	46,18	23,91	28,86	1,05
	Omán	23,04	3,77	5,01	12,91	1,35	16,38	21,73	56,04	5,85
Hungría	2,39	0,13	2,15	0,11	0,01	5,25	89,87	4,66	0,22	
9	Hong Kong	6,37	2,37	4,63	-0,69	0,06	37,21	72,65	-10,81	0,95
	Chile	4,01	1,78	2,09	0,09	0,04	44,48	52,22	2,28	1,02
	Uruguay	1,31	0,87	0,55	-0,12	0,00	66,37	42,38	-8,99	0,24
	República Árabe Siria	8,24	3,11	2,35	2,56	0,21	37,75	28,55	31,09	2,61
	Gabón	6,23	2,54	-0,18	3,80	0,08	40,71	-2,96	60,90	1,35
	México	4,99	2,46	2,06	0,40	0,07	49,30	41,30	8,01	1,38
	Polonia	1,89	0,82	2,21	-1,12	-0,02	43,40	116,91	-59,46	-0,85
	Bulgaria	3,88	0,09	2,24	1,52	0,04	2,21	57,67	39,17	0,96
	Costa Rica	6,60	2,87	2,34	1,25	0,13	43,48	35,52	18,98	2,02
	Turquía	6,35	2,23	2,59	1,41	0,13	35,05	40,71	22,25	1,99
	Panamá	4,85	2,33	2,21	0,24	0,06	48,15	45,50	5,05	1,29
	Brasil	5,60	2,33	2,31	0,86	0,09	41,58	41,34	15,39	1,69
	Colombia	4,66	2,43	1,73	0,44	0,06	52,11	37,17	9,42	1,30
	Irán	9,32	2,70	1,59	4,78	0,25	28,96	17,09	51,27	2,68
	Libia	11,53	3,35	1,89	5,92	0,38	29,07	16,38	51,28	3,27
	Sudáfrica	3,27	2,26	0,99	0,00	0,02	69,05	30,25	0,02	0,68
	Jordania	8,99	4,39	1,83	2,53	0,24	48,88	20,32	28,14	2,66
	Perú	3,11	2,42	0,97	-0,29	0,01	77,82	31,19	-9,44	0,43
	Guatemala	5,16	2,57	1,33	1,18	0,08	49,84	25,70	22,90	1,56
	Ecuador	5,99	2,59	1,18	2,11	0,11	43,24	19,64	35,28	1,85
Jamaica	5,97	1,26	1,88	2,73	0,11	21,01	31,50	45,65	1,84	
Rumania	3,23	0,59	2,00	0,62	0,03	18,31	61,75	19,08	0,86	
Líbano	6,36	1,90	1,06	3,29	0,12	29,84	16,68	51,62	1,86	
10	Corea del Sur	12,55	1,62	5,96	4,52	0,44	12,93	47,52	36,01	3,54
	Malaysia	7,79	2,39	4,07	1,15	0,17	30,72	52,26	14,80	2,22
	Tailandia	10,93	2,18	4,20	4,19	0,36	19,92	38,40	38,36	3,32
	Túnez	5,74	1,97	2,93	0,74	0,09	34,31	51,09	12,95	1,65
	Paraguay	9,67	2,69	1,22	5,51	0,25	27,85	12,61	56,95	2,59
	Iraq	7,55	3,00	-0,66	5,11	0,10	39,76	-8,77	67,70	1,31
	Argelia	6,61	2,44	1,64	2,40	0,14	36,86	24,73	36,31	2,10
	Cuba	2,68	1,25	0,34	1,07	0,02	46,82	12,53	39,86	0,79
	República Dominicana	8,00	2,51	2,36	2,92	0,20	31,40	29,54	36,52	2,54
	El Salvador	5,78	2,29	1,19	2,19	0,10	39,70	20,54	37,96	1,80
	Bolivia	5,85	2,16	0,50	3,09	0,09	36,93	8,62	52,85	1,60
	Congo	4,16	2,87	0,82	0,42	0,04	69,16	19,79	10,11	0,94
	Sri Lanka	4,50	1,81	2,11	0,51	0,06	40,33	47,01	11,36	1,30
	Marruecos	4,79	2,32	1,36	1,04	0,07	48,38	28,36	21,79	1,46
	Albania	6,73	2,01	2,16	2,41	0,14	29,86	32,11	35,88	2,16
	Indonesia	6,88	1,90	2,71	2,11	0,15	27,66	39,45	30,71	2,18
	Filipinas	6,38	2,64	1,54	2,07	0,13	41,44	24,05	32,50	2,01

Grupo	País	Tasas de crecimiento (%)					Contribución (%)			
		CAE	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo	Población	PIBpc	CAE/PIB	Residuo
	Egipto	5,39	2,41	2,37	0,54	0,08	44,63	43,88	9,95	1,54
	Yemen	6,64	2,69	2,06	1,75	0,14	40,52	31,01	26,37	2,10
	Corea del Norte	6,06	1,74	0,89	3,33	0,10	28,69	14,75	54,85	1,71
	Nicaragua	5,90	3,00	-0,19	3,01	0,08	50,79	-3,21	51,09	1,34
	Honduras	5,23	3,00	0,72	1,43	0,08	57,33	13,79	27,44	1,44
	China	6,80	1,62	4,48	0,59	0,11	23,87	65,90	8,63	1,60
	Senegal	5,91	2,87	-0,01	2,98	0,08	48,49	-0,25	50,33	1,43
	Paquistán	6,28	2,63	2,19	1,34	0,12	41,93	34,83	21,29	1,96
	Mozambique	3,19	2,11	0,73	0,32	0,02	66,12	22,96	10,15	0,77
	Zimbabue	1,45	2,74	0,75	-1,98	-0,05	188,18	51,68	-136,49	-3,37
	Ghana	4,44	2,63	0,35	1,40	0,05	59,34	7,92	31,59	1,15
	India	5,37	2,05	2,41	0,82	0,09	38,19	44,87	15,33	1,61
	Nigeria	7,43	2,59	1,03	3,65	0,16	34,90	13,84	49,11	2,15
	Vietnam	5,70	2,28	2,21	1,11	0,10	39,97	38,85	19,41	1,77
	Benín	6,64	2,96	0,77	2,79	0,13	44,53	11,57	41,99	1,91
	Camerún	6,24	2,34	1,02	2,76	0,12	37,53	16,37	44,22	1,88
	Angola	6,96	1,89	-0,38	5,37	0,07	27,19	-5,51	77,26	1,06
	Mongolia	7,17	2,40	1,64	2,97	0,16	33,53	22,82	41,42	2,24
	Kenia	3,85	3,19	0,52	0,12	0,02	82,88	13,49	3,08	0,54
	Haití	5,21	1,75	-0,67	4,09	0,03	33,66	-12,87	78,59	0,62
	Sudán	5,53	2,98	0,52	1,94	0,08	53,89	9,49	35,10	1,52
	Togo	7,62	2,84	0,13	4,52	0,14	37,20	1,76	59,23	1,81
	Nepal	9,39	2,08	1,34	5,74	0,23	22,13	14,27	61,19	2,40
	Tanzania	4,40	2,87	0,49	0,99	0,05	65,25	11,25	22,41	1,08
	Zaire	1,37	2,76	-2,06	0,72	-0,05	201,75	-150,12	52,18	-3,81

Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos de esta investigación.

Anexo N° 4.7: Metodología para estimar la causalidad según Chontanawat, J. et al. (2004)

La metodología general empleada es la de Chontanawat, J. *et al.* (2004) consiste en tres etapas sucesivas de pruebas estadísticas, siguiendo el esquema de la Figura N° 7.1.



Fuente: Figura tomada y modificada de Chontanawat, J., *et al.* (2004: p.30).
Notas: "MCE" = Modelo de Corrección de Errores, "EPF" = Error de Predicción Final.

Las etapas son:

Etapa I: Aplicación de test para verificar el orden de integración de las variables.

Etapa II: Aplicación de los test de cointegración para verificar la existencia de una relación de equilibrio de largo plazo entre las variables.

Etapa III: Dependiendo de los resultados de las pruebas de las etapas anteriores se utilizan las ecuaciones 1 y 2 cuando no hay cointegración entre las series y las ecuaciones 3 y 4 cuando las series están cointegradas.

$$(1) \quad d(\ln PIB)_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i d(\ln PIB)_{t-i} + \sum_{j=1}^n \lambda_j d(\ln E)_{t-j} + v_t$$

$$(2) \quad d(\ln E)_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^m \beta_i d(\ln E)_{t-i} + \sum_{j=1}^n \delta_j d(\ln PIB)_{t-j} + \varepsilon_t$$

$$3) \quad d(\ln PIB)_t = \alpha_0 + \theta_1 CE_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i d(\ln PIB)_{t-i} + \sum_{j=1}^n \lambda_j d(\ln E)_{t-j} + v_t$$

$$(4) \quad d(\ln E)_t = \beta_0 + \theta_2 CE_{t-1} + \sum_{i=1}^m \beta_i d(\ln E)_{t-i} + \sum_{j=1}^n \delta_j d(\ln PIB)_{t-j} + \varepsilon_t$$

donde:

$\ln PIB_t$ = logaritmo natural del PIB en términos reales en el período “t”

$\ln E_t$ = logaritmo natural del Consumo de Energías en toneladas de petróleo equivalente en el período “t”

d = operador de primeras diferencias

v_t = residuo de la ecuación (1)

ε_t = residuo de la ecuación (2)

CE_{t-1} = término de corrección del error. En la ecuación (3) este término

se construye como: $CE_t = \ln PIB_t - \hat{\alpha}_0 - \hat{\lambda}_1 \ln E_t$. En el caso de la ecuación (4) la variable se construye como:

$$CE_t = \ln E_t - \hat{\beta}_0 - \hat{\delta}_1 \ln PIB_t.$$

Los trabajos empíricos sobre la causalidad entre la energía y el PIB han demostrado ser sensibles a la elección de la estructura de desfases¹⁴³ de las variables explicativas, por ello los últimos trabajos publicados han comenzado a utilizar sistemáticamente el criterio de Hsiao (1981) para determinar el número de desfases óptimos cuando se emplea el test de causalidad, para ello se apoya en el criterio del Error de Predicción Final (EPF) de Akaike (1969).

Antes de utilizar cualquiera de las ecuaciones (1 a 4) en la etapa III se debe encontrar el número de desfases que minimiza el error de predicción final. Para ellos se utiliza el procedimiento de Hsiao que se implementa en dos pasos:

(i) Para testear la causalidad de energía a PIB, se estima primero la siguiente ecuación:

$$(5) \quad d(\ln PIB)_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i d(\ln PIB)_{t-i} + v_t$$

$$\text{y se calcula: } EPF(m) = \frac{T+m+1}{T+m-1} \frac{SRC}{T}$$

para todas las ecuaciones con un desfase de 1 a m, de tal forma que el mínimo EPF(m) define el número óptimo de desfases m*.

¹⁴³ Son los períodos anteriores al actual, por ejemplo si la variable temporal es X_t su primer desfase es X_{t-1} y así hacia el pasado.

(ii) El segundo paso consiste en estimar la siguiente ecuación:

$$(6) \quad d(\ln PIB)_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{m^*} \alpha_i d(\ln PIB)_{t-i} + \sum_{j=1}^n \lambda_j d(\ln E)_{t-j} + v_t$$

$$\text{y se calcula: } EPF(m^*, n) = \frac{T + m^* + n + 1}{T + m^* - n - 1} \frac{SRC(m^*, n)}{T}$$

para las ecuaciones entre 1 y n. El desfase óptimo se determina cuando se minimiza el EPF(m*, n).

Una vez determinado los desfases óptimos se debe comparar el EPF(m*) con EPF(m*, n*) y de esta forma se determina la causalidad entre energía y PIB. Los resultados posibles son:

Si, $EPF(m^*, n^*) < EPF(m^*)$ entonces la energía causa, en el sentido Granger, al PIB. Cuando, $EPF(m^*, n^*) > EPF(m^*)$ entonces la energía no causa, en el sentido Granger, al PIB. Este procedimiento es pertinente cuando no hay cointegración entre las variables y se utilizan las ecuaciones (1) y (2).

Cuando las series están cointegradas, se toma por ejemplo la ecuación (4) y se busca el valor m* tal como se explicó en los párrafos previos.

Estos autores organizan el trabajo empírico para determinar la causalidad entre el consumo de energía y el PIB en tres etapas. Las etapas a seguir son:

Etapa I

La primera etapa del análisis parte con la verificación del orden de integración de las variables. Dependiendo del resultado de esta prueba estadística se define la forma en que se realizará el test de causalidad (Etapa IIIa o IIIb).

En esta investigación se utiliza el test Aumentado de Dickey Fuller (ADF). La ecuación que se estima para realizar el test es:

$$\Delta Y_t = \phi_0 + \sum_{i=1}^p \phi_i \Delta Y_{t-i} + \tau Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

La hipótesis nula (H₀) es: $H_0 : \tau = 1$, si no se rechaza la hipótesis la variable Y_t es integrada de orden 1. Es decir, la variable por ejemplo muestra una tendencia creciente a lo largo del tiempo o fluctuar alrededor de su media, ambos casos reflejan la no estacionariedad de la serie analizada.

Cuando se rechaza la hipótesis nula, se dice que la variable es estacionaria o integrada de orden 0, I(0). Una variable cuando es estacionaria su comportamiento es aleatorio y no hay un comportamiento de tendencia creciente en el tiempo.

Si se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria, se pasa a la **Etapa III a**. Si no se rechaza la hipótesis nula se pasa la **Etapa II** para verificar la existencia de cointegración entre las variables.

Etapa II

Cuando dos series están integradas al calcular la diferencia entre ellas, el resultado (residuo) será una serie estacionaria. Esta propiedad se conoce como “cointegración”, de ello se sigue que las variables tienen otras propiedades útiles e interesantes desde la perspectiva econométrica. Así por ejemplo cuando dos series están cointegradas se verifica que existe una relación de equilibrio de largo plazo entre las variables, con lo que aunque el comportamiento de las series no sea idéntico, la distancia entre ellas en el tiempo se mantiene constante.

La cointegración entre un grupo de variables nos asegura que la relación que se estima no es espuria,¹⁴⁴ es decir, que existe una relación estable de equilibrio entre las variables y al menos una relación de causalidad entre ellas. La no cointegración implica que no existe una relación de equilibrio estable en el largo plazo entre las variables.

Para testear la cointegración se emplea el test de traza de Johansen. El test se construye en dos pasos: (i) el primero consiste en estimar un modelo de vector autorregresivo (VAR) no restringido y con ello se determina el número de rezagos a emplear, (ii) el contraste de cointegración se realiza suponiendo que existe una tendencia determinística de las variables en el VAR.

El test contrasta las siguientes hipótesis. En el primer paso la hipótesis nula es de no cointegración y la hipótesis alternativa es de que al menos existe una relación de cointegración. En el segundo paso la hipótesis nula es de la existencia de una relación de cointegración y la hipótesis alternativa de que existen dos relaciones de cointegración. Al igual que en cualquier prueba de hipótesis se rechaza la hipótesis nula cuando el valor del estadístico¹⁴⁵ de prueba es mayor al valor crítico.¹⁴⁶

Cuando se determina la existencia de una relación de causalidad se pasa a la Etapa III b. La no existencia de cointegración nos lleva a utilizar el procedimiento de la Etapa III a.

Esta etapa es importante en la metodología, ya que como señalan Ghali, K. y M.I.T. El-Sakka (2004: p. 226) numerosos trabajos empíricos en el pasado han tenido problemas con la relación empírica entre el producto y la energía por errores en las propiedades de las series temporales y se enfrentan a resultados

¹⁴⁴ Una relación es espuria cuando erróneamente, porque las series no están cointegradas, se supone que existe una relación de equilibrio entre un par o conjunto de variables cuando en realidad no existe.

¹⁴⁵ Valor que se construye siguiendo la estructura de un test “t” tradicional.

¹⁴⁶ Valor que se obtiene de la tabla de distribución estadística que depende de los grados de libertad y el nivel de significación utilizado en la investigación y que delimita la zona de rechazo y no rechazo de la hipótesis nula.

espurios, como por ejemplo los trabajos de: Akarca, A. y T. Veach (1980) y Kraft, J. y A. Kraft (1978).

Etapa III

En esta etapa lo importante es la determinación del número de rezagos óptimos de las variables, ya que su inadecuada selección lleva a resultados equivocados en la relación de causalidad.

Para determinar el número de desfases óptimos se emplea el Error de Predicción Final por lo que se construye:

$$EPF(m,n) = \frac{T + m + n + 1}{T - m - n - 1} \frac{SRC(m,n)}{T}$$

donde:

SRC = suma de residuos al cuadrado

T = tamaño de la muestra

El número óptimo de rezagos se encuentra cuando se minimiza el EPF lo que es aproximadamente equivalente a un test F de significancia conjunta.

Etapa III a: Series no cointegradas

El procedimiento de Hsiao para determinar los desfases óptimos se implementa en dos pasos:

- (i) Para testear la causalidad de energía a PIB, se estima primero la siguiente ecuación:

$$(5) \quad d(\ln PIB)_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i d(\ln PIB)_{t-i} + v_t$$

$$\text{y se calcula: } EPF(m) = \frac{T + m + 1}{T + m - 1} \frac{SRC}{T}$$

para todas las ecuaciones con un desfase de 1 a m, de tal forma que el mínimo EPF(m) define el número óptimo de desfases m*.

- (ii) El segundo paso consiste en estimar la siguiente ecuación:

$$(6) \quad d(\ln PIB)_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{m^*} \alpha_i d(\ln PIB)_{t-i} + \sum_{j=1}^n \lambda_j d(\ln E)_{t-j} + v_t$$

$$\text{y se calcula: } EPF(m^*, n) = \frac{T + m^* + n + 1}{T + m^* - n - 1} \frac{SRC(m^*, n)}{T}$$

para las ecuaciones entre 1 y n. El desfase óptimo se determina cuando se minimiza el EPF(m*, n).

Una vez determinado los desfases óptimos se debe comparar el $EPF(m^*)$ con $EPF(m^*, n^*)$ y de esta forma se determina la causalidad entre energía y PIB. Los resultados posibles son:

Si, $EPF(m^*, n^*) < EPF(m^*)$ entonces la energía causa, en el sentido Granger, al PIB. Cuando, $EPF(m^*, n^*) > EPF(m^*)$ entonces la energía no causa, en el sentido Granger, al PIB. Este procedimiento es pertinente cuando no hay cointegración entre las variables y se utilizan las ecuaciones (1) y (2).

Para analizar la causalidad entre el PIB y el consumo de energía, se estima la ecuación:

$$(5') \quad d(\ln E)_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i d(\ln E)_{t-i} + v_t$$

luego, se sigue la misma rutina explicada para el caso del PIB.

Etapa III b: Series cointegradas

Si el consumo de energía y el PIB están cointegradas, las ecuaciones pertinentes para verificar la causalidad son (3) y (4) que utiliza un modelo de corrección de errores. Así si se busca determinar la causalidad entre la energía y el PIB, se estima primero la ecuación (5).

Una vez que se determina el número de rezagos óptimos de m , se debe estimar la siguiente ecuación:

$$(6') \quad d(\ln PIB)_t = \alpha_0 + \theta_1 CE_{t-1} + \sum_{i=1}^{m^*} \alpha_i d(\ln PIB)_{t-i} + \sum_{j=1}^n \lambda_j d(\ln E)_{t-j} + v_t$$

Una vez determinado el número de desfases óptimos de n con el criterio de Hsiao, se aplica una test de significancia conjunta de $\sum_{j=1}^{n^*} \lambda_j$. La energía causa en el corto

plazo al PIB cuando $\sum_{j=1}^{n^*} \lambda_j \neq 0$, y la energía no causa al PIB cuando $\sum_{j=1}^{n^*} \lambda_j = 0$.

En el largo plazo la energía causa al PIB cuando θ_1 es significativo, negativo y menor a uno, ya que este coeficiente captura la velocidad a la que se vuelve al equilibrio en el largo plazo cuando la economía se aleja de él.

Esta forma de estimación en la que en la ecuación aparece un término de ajuste de largo plazo (θ_1), recibe el nombre de Modelo de Corrección de Errores.

La causalidad entre PIB y energía se verifica cuando se aplica la metodología para el caso de la energía.

Para autores como Masih, A.M.M. y R. Masih (1996) el modelo de corrección de errores permite capturar de mejor forma las relaciones de causalidad ya que, se considera el comportamiento de largo plazo de las relaciones entre las variables,

sin embargo, el modelo sólo se aplica cuando existe la cointegración entre las variables.

Si se utilizara el modelo de corrección de errores en series no cointegradas, θ_i resultará no significativo y con signo positivo y en algunos casos mayor a la unidad.

Anexo N° 4.8: Pruebas estadísticas para probar la causalidad con paneles de datos

8.1 Prueba de dependencia cruzada¹⁴⁷

La prueba de dependencia cruzada (CD) fue propuesta por Pesaran (2004). Esta prueba:

- Es aplicable a una variedad de modelos de datos de panel: estacionarios y raíz unitaria en paneles dinámicos heterogéneos con quiebre estructural.
- Se basa en el promedio de todos los pares de correlaciones de los residuos de mínimos cuadrados de las regresiones individuales el modelo de panel.

El modelo que se estima es:

$$(1) y_{it} = \alpha_i + \beta_i x_{it} + u_{it}$$

Donde:

$i = 1, \dots, N$ = Miembros de la sección cruzada

$t = 1, \dots, T$ = Período de tiempo

x_{it} = Vector de regresores observados

La hipótesis nula es de independencia entre los miembros de panel.

$$\text{La prueba estadística es: } CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \right) \rightarrow N(0,1)$$

Donde:

$$\hat{\rho}_{ij} = \hat{\rho}_{ji} = \frac{\sum_{t=1}^T \hat{u}_{it} \hat{u}_{jt}}{\left(\sum_{t=1}^T \hat{u}_{it}^2 \right)^{1/2} \left(\sum_{t=1}^T \hat{u}_{jt}^2 \right)^{1/2}} \text{ que se obtiene de la ecuación (1).}$$

8.2 Pruebas de raíz unitaria para paneles

El conjunto de pruebas que se utilizan son: Levin, Lin y Chu (LLC, 2002); Im, Pesaran y Shin (IPS, 2003); Hadri (2000); Maddala y Wu (MW, 1999) y Choi (2006). En las siguientes secciones se explica las metodologías de cada una de ellas.¹⁴⁸

¹⁴⁷ Esta sección se apoya en Dobnik, F. (2011).

¹⁴⁸ Esta sección se apoya en Lee, Ch. (2005), Gengenbach, Chr. *et al.* (2008), Chontanawat, J. (2008), Joyeux, R. y R. Ripple (2010), Farhani, S. y J. Ben Rejeb (2012) y Hossain, Sh. (2012).

- a) **Levin, Lin y Chu (LLC, 2002)**. Esta prueba se basa en una prueba de Dickey-Fuller Aumentado (ADF). Esta prueba:
- Supone que la persistencia de parámetros son comunes entre las secciones cruzadas, tal que $\gamma_i = \gamma$ para todo i , pero este supuesto no es válido para todas las variables.
 - Impone homogeneidad en el coeficiente autorregresivo que indica la presencia o ausencia de una raíz unitaria, mientras el intercepto y la tendencia pueden variar entre las series individuales.

El modelo con efectos fijos de prueba es:

$$(2) \Delta y_{it} = \alpha_i + \gamma y_{it-1} + \sum_{j=1}^{p_i} \alpha_j \Delta y_{it-j} + \varepsilon_{it}$$

Donde:

y_{it} = Variable para un miembro del panel “ i ” en el período “ t ”. Con $i = 1, 2, \dots, N$ y $t = 1, 2, \dots, T$.

p_i = Número de rezagos en la regresión ADF.

ε_{it} = Error de la regresión que se supone una variable aleatoria independientemente y normalmente distribuida para todo “ i ” y “ t ” con media cero y varianza heterogénea finita.

La hipótesis nula es: $H_0: \gamma = 0$ (hay una raíz unitaria) y la alternativa (todos los miembros del panel son estacionarios y no hay una raíz unitaria) es: $H_1: \gamma < 0$.

El t-estadístico es: $t_\gamma = \frac{\hat{\gamma}}{s.e.(\hat{\gamma})}$, donde $s.e.$ es el error estándar de $\hat{\gamma}$.

- b) **Im, Pesaran y Shin (IPS, 2003)**. Prueba que se basa en un modelo de prueba Dickey-Fuller Aumentado (ADF), esta prueba:
- Introduce un panel heterogéneo.
 - Permite que γ_i varíe entre las secciones cruzadas.¹⁴⁹
 - Se basa en una aproximación de media de grupos.

El modelo con efectos fijos de prueba es:

$$(3) \Delta y_{it} = \alpha_i + \gamma_i y_{it-1} + \sum_{j=1}^{p_i} \alpha_j \Delta y_{it-j} + \varepsilon_{it}$$

La hipótesis nula es: $H_0: \gamma_i = 0$ (hay una raíz unitaria) y la alternativa (al menos un miembro del panel son estacionarios y no hay una raíz unitaria) es: $H_1: \gamma_i < 0$.

¹⁴⁹ Cuando el supuesto de independencia cruzada no es satisfecho, la prueba estadística tiende a rechazar la hipótesis nula, Hossain, Sh. (2012: p. 46).

El t-estadístico¹⁵⁰ es: $\bar{t} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\hat{\gamma}_i}{s.e.(\hat{\gamma}_i)}$. Como se supone independencia de las secciones cruzadas, esta prueba propone utilizar un \bar{t} estandarizado:

$$\bar{Z} = \frac{\sqrt{N} [\bar{t} - E(\bar{t})]}{\sqrt{Var(\bar{t})}}.$$

Los términos $E(\bar{t})$ y $Var(\bar{t})$ son la media y varianza de los τ estadísticos de Dickey-Fuller y son generados a través de simulaciones y tabulados en IPS (1997).

Im, Peasaran y Shin (2003) demuestran que su prueba de raíz unitaria tiene mejores propiedades con muestras finitas que la prueba LLC.

c) **Hadri (2000)**. Esta prueba:

- Se basa en el residuo de regresiones a través de mínimos cuadrados ordinarios individuales con constante o con constante y tendencia.
- La hipótesis nula es de un panel estacionario.

El modelo de prueba con constante y tendencia es:

$$(4) y_{it} = \alpha_i + \lambda_i t + \varepsilon_{it}.$$

La hipótesis nula es: $H_0 : \alpha_i = \lambda_i = 0$ (al menos un miembro del panel son estacionarios y no hay una raíz unitaria) y la hipótesis alternativa es: $H_1 : \alpha_i < 0$ y $\lambda_i < 0$.

El estadístico de prueba se construye como: $Z = \frac{\sqrt{N} [LM - \xi]}{C} \rightarrow N(0,1)$.

Donde:

$$LM = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{\frac{1}{T^2} \sum_{t=1}^T S_{it}^2}{\hat{\sigma}_\varepsilon^2} \right)$$

$$S_{it}^2 = \sum_{j=1}^t \hat{\varepsilon}_{ij}$$

$\hat{\sigma}_\varepsilon^2$ = Estimador consistente de Newey y West (1987) de la varianza de largo plazo del término de error.

Este autor propone dos casos:

- Si el modelo sólo incluye constante: $\xi = 1/6$ y $C = 1/45$.
- Si el modelo incluye constante y tendencia: $\xi = 1/15$ y $C = 11/6.300$.

¹⁵⁰ Es un promedio de los τ individuales de Dickey-Fuller.

d) **Maddala y Wu (MW, 1999)**. Esta prueba:

- Es una prueba tipo Fisher combinada con los valores p para pruebas de raíz unitaria individuales para cualquier sección cruzada “ i ”.
- No requiere que el panel esté balanceado.
- Es no paramétrica y tiene una distribución chi-cuadrado con $2N$ grados de libertad.
- Esta prueba tiene ventaja sobre el IPS (2003) porque no depende de los rezagos incluidos en la regresión ADF individual.
- La hipótesis nula es la misma que en IPS (2003).

El estadístico de prueba es: $P_{MW} = -2 \sum_{i=1}^N \ln(p_i) \rightarrow \chi_{2N}^2$, donde p_i es el valor p de la prueba de raíz unitaria de ADF para “ i ”.

e) **Choi (2006)**. Esta prueba:

- Permite paneles de sección cruzada correlacionados.
- Utiliza un modelo de componente de error de dos vías e impone la misma covarianza al error para las diferentes unidades de sección cruzada.
- Combina los valores de la prueba Dickey-Fuller con mínimos cuadrados generalizados para cualquier unidad individual después de eliminar los componentes de tendencia determinística y las correlaciones de secciones cruzadas.

El estadístico de prueba es: $Z = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{i=1}^N \Phi^{-1}(p_i) \sim N(0,1)$, donde Φ^{-1} es la inversa de la función de distribución acumulada de la normal estándar.

f) **Pesaran (2007)**.¹⁵¹ Este autor utiliza un modelo dinámico simple heterogéneo del tipo:

$$(5) \quad y_{it} = (1 - \delta_i) \mu_i + \delta_i y_{it-1} + u_{it} \quad \text{para } i = 1, \dots, N \quad t = 1, \dots, T$$

Con valores iniciales dados y_{i0} y una estructura de un factor para el término de perturbación:

$$(6) \quad u_{it} = \lambda_i f_t + e_{it}$$

Donde las perturbaciones no están correlacionadas serialmente los componentes idiosincráticos, e_{it} , se supone serán distribuidos independientemente entre i y t con media cero y varianza, σ_i^2 , finita.

¹⁵¹ Esta sección se toma de Gengenbach *et al.* (2008). Un análisis detallado de otras pruebas estadísticas para paneles con dependencia cruzada seccional se encuentra en Gengenbach *et al.* (2008).

El factor común, f_t , está serialmente no correlacionado con media cero y varianza constante, σ_f^2 , finita. Sin pérdida de generalidad, sea $\sigma_f^2 = 1$, e_{it} , λ_i y f_t mutuamente independientes para todo i y t .

Al unir (4) y (5), queda:

$$(7) \Delta y_{it} = \alpha_i - (1 - \delta_i) y_{it-1} + \lambda_i f_t + e_{it}$$

Donde:

$$\alpha_i = (1 - \delta_i) \mu_i$$

$$\Delta y_{it} = y_{it} - y_{it-1}$$

Bajo la hipótesis nula de raíz unitaria $H_0 : \delta_i = 1$ para todo i . La hipótesis alternativa de posible heterogeneidad, $H_1 : \delta_i < 1$ para $i = 1, \dots, N_1$, $\delta_i = 1$ para $i = N_{1+1}, \dots, N$. Pesaran (2007) supone que la fracción de procesos individuales, $\frac{N_1}{N}$, es estacionaria.

La prueba estadística se base en el t estadístico del coeficiente estimado, \hat{b}_i , por mínimos cuadrados ordinarios de la regresión Dickey-Fuller Aumentado seccionalmente cruzado (CADF).

$$(8) \Delta y_{it} = a_i + b_i y_{it-1} + c_i \bar{y}_{t-1} + d_i \Delta \bar{y}_t + \epsilon_{it}$$

Donde:

$$\bar{y}_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_{it}$$

$$\Delta \bar{y}_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta y_{it}$$

ϵ_{it} = Error de la regresión

\bar{y}_{t-1} y $\Delta \bar{y}_t$ = Proxies para el factor común no observable, f_t .

Esta prueba tiene una versión truncada para evitar la influencia de valores extremos cuando T es pequeño. La prueba truncada es una versión de la prueba IPS: $CIPS = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N CADF_i$.

8.3 Pruebas de cointegración para paneles

Las pruebas estándar de cointegración son las de Pedroni (1999), Kao (1999) y Westerlund y Edgerton (2008) metodologías que se presentan en las secciones siguientes.

a) **Pedroni (1999)** parte de una estimación del tipo:

$$(9) \quad y_{it} = \alpha_{it} + \delta_i t + \sum_{j=1}^m \beta_{ji} x_{jit} + \varepsilon_{it}$$

Esta prueba permite la heterogeneidad entre miembros individuales del panel, en ambos vectores de cointegración (largo plazo y en la dinámica de corto plazo), por lo tanto, no hay razón para creer que todos los parámetros son los mismos entre países.

La prueba para la hipótesis nula de no cointegración se basa en una prueba para el proceso del error: $\hat{\varepsilon}_{it} = \rho_i \hat{\varepsilon}_{it-1} + v_{it}$. Donde ρ_i es el término autorregresivo de los residuos estimados.

Pedroni (1999) propone siete estadísticos divididos en dos grupos: (i) cuatro estadísticos de panel (estadísticos basados en la *dimensión within*): estadístico ν de panel, estadístico ρ de panel, estadístico PP de panel y estadístico ADF de panel y (ii) tres estadísticos de grupos (estadísticos basados en la *dimensión between*): estadístico ρ de grupo, estadístico PP de grupo y estadístico ADF de grupo.

La hipótesis nula es: $H_0: \rho_i = 0, \forall i$ (no hay cointegración) y la hipótesis alternativa es: $H_1: \rho_i < 1, \forall i$.

Los estadísticos de prueba son:

Estadísticos basados en la *dimensión within*:

$$\text{Estadístico } \nu \text{ de panel: } Z_\nu = \left(\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{L}_{11i}^{-2} \hat{\varepsilon}_{it-1}^2 \right)^{-1}$$

Donde: $\hat{L}_{11i}^2 =$ Matriz estimada de covarianza de largo plazo para $\Delta \hat{\varepsilon}_{it}$.

$$\hat{L}_{11i}^{-2} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^K \hat{\eta}_{it}^2 + \frac{2}{T} \sum_{s=1}^K \left[1 - \frac{s}{K_i + 1} \right] \sum_{t=s+1}^T \hat{\eta}_{it} \hat{\eta}_{it-s}$$

$$\hat{\eta}_{it} = \Delta Y_{it} - \sum_{m=1}^M \hat{b}_{mi} \Delta X_{mit}$$

$$\text{Estadístico } \rho \text{ de panel: } Z_\rho = \left(\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{L}_{11i}^{-2} \hat{\varepsilon}_{it-1}^2 \right)^{-1} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{L}_{11i} \left(\hat{\varepsilon}_{it-1} \Delta \hat{\varepsilon}_{it} - \hat{\lambda}_i \right)$$

Donde:

$$\hat{\lambda}_i = \frac{1}{T} \sum_{s=1}^K \left[1 - \frac{s}{K_i + 1} \right] \sum_{t=s+1}^T \hat{v}_{it} \hat{v}_{it-s}$$

$$\hat{v}_{it} = \hat{\varepsilon}_{it} - \hat{\rho}_i \hat{\varepsilon}_{it-1}$$

Estadístico PP de panel:

$$Z_{PP} = \left(\tilde{\sigma}^2 \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{L}_{11i}^{-2} \hat{\varepsilon}_{it-1}^2 \right)^{-1/2} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{L}_{11i}^{-2} \left(\hat{\varepsilon}_{it-1} \Delta \hat{\varepsilon}_{it} - \hat{\lambda}_i \right)$$

Donde:

$$\tilde{\sigma}^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \hat{L}_{11i}^{-2} \hat{\sigma}_i^2$$

$$\hat{\sigma}_i^2 = \hat{S}_i^2 + 2\hat{\lambda}_i$$

$$\hat{S}_i^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \hat{v}_{it}^2.$$

$$\text{Estadístico ADF de panel: } Z_{ADF} = \left(\hat{S}^{*2} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{L}_{11i}^{-2} \hat{\varepsilon}_{it-1}^{*2} \right)^{-1/2} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{L}_{11i}^{-2} \hat{\varepsilon}_{it-1}^* \Delta \hat{\varepsilon}_{it}^*$$

Donde:

$$\hat{S}_i^{*2} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \hat{v}_{it}^{*2}$$

$$\hat{v}_{it}^{*2} = \hat{\varepsilon}_{it} - \hat{\rho}_i \hat{\varepsilon}_{it-1} - \sum_{k=1}^{K_i} \hat{\rho}_{ik} \Delta \hat{\varepsilon}_{it-k}$$

Estadísticos basados en la dimensión between:

$$\text{Estadístico } \rho \text{ de grupo: } \tilde{Z}_\rho = \sum_{i=1}^N \left(\sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_{it-1}^2 \right)^{-1} \sum_{t=1}^T \left(\hat{\varepsilon}_{it-1} \Delta \hat{\varepsilon}_{it} - \hat{\lambda}_i \right)$$

$$\text{Estadístico PP de grupo: } \tilde{Z}_{PP} = \sum_{i=1}^N \left(\hat{\sigma}^2 \sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_{it-1}^2 \right)^{-1/2} \sum_{t=1}^T \left(\hat{\varepsilon}_{it-1} \Delta \hat{\varepsilon}_{it} - \hat{\lambda}_i \right)$$

$$\text{Estadístico ADF de grupo: } \tilde{Z}_{ADF} = \sum_{i=1}^N \left(\sum_{t=1}^T \hat{S}_i^{-2} \hat{\varepsilon}_{it-1}^{*2} \right)^{-1/2} \sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_{it-1}^* \Delta \hat{\varepsilon}_{it}^*$$

Estos estadísticos tienen una distribución estándar asintótica basada en los movimientos independientes Brownianos cuando T y N tienden a infinito:

$$\frac{Z - \mu\sqrt{N}}{\sqrt{v}} \rightarrow N(0,1).$$

b) **Kao (1999)**, propone la siguiente ecuación:

$$(10) \quad y_{it} = \alpha_{it} + \sum_{i=1}^n \beta x_{it} + \varepsilon_{it}$$

Para la prueba de cointegración se estima la ecuación:

$$(11) \quad \hat{\varepsilon}_{it} = \rho \hat{\varepsilon}_{it-1} + \sum_{j=1}^p \varphi_j \Delta \hat{\varepsilon}_{it-j} + v_{itp}$$

La hipótesis nula (no cointegración) es: $H_0 : \rho = 1$ y la hipótesis alternativa es: $H_1 : \rho < 1$.

$$\text{El estadístico de prueba es: } ADF = \frac{t_{ADF} + \frac{\sqrt{6N}\hat{\sigma}_v}{2\hat{\sigma}_{0v}}}{\sqrt{\frac{\hat{\sigma}_{0v}^2}{2\hat{\sigma}_v^2} + \frac{3\hat{\sigma}_v^2}{10\hat{\sigma}_{0v}^2}}} \sim N(0,1).$$

Donde: t_{ADF} es el t estadístico de ρ de la ecuación (6).

- c) **Westerlund y Edgerton (2008)**.¹⁵² Estos autores desarrollan una prueba de cointegración para paneles con quiebres estructurales no conocidos, dependencia cruzada seccional, perturbaciones heteroscedásticas y correlacionadas serialmente y tendencias temporales específicas para unidades cruzadas específicas.

El modelo que utilizan estos autores es:

$$(12) \quad y_{it} = \alpha_i + \eta_i t + \delta_i D_{it} + \sum_{i=1}^N \beta_i x_{it} + \sum_{i=1}^N \gamma_i (D_{it} x_{it}) + z_{it}$$

$$(13) \quad x_{it} = x_{it-1} + w_{it} \quad \text{con } i = 1, \dots, N \text{ y } t = 1, \dots, T$$

Donde:

D_{it} = Dummy escalar para los quiebres, tal que $D_{it} = 1$ si $t > T_i$ y 0 en otros casos.

α_i y β_i = Intercepto y pendiente específico a la unidad cruzada antes del quiebre.

δ_i y γ_i = Intercepto y pendiente específico a la unidad cruzada después del quiebre.

w_{it} = Perturbación con media cero e independencia cruzada i .

z_{it} = Perturbación generada por un modelo que permite dependencia cruzada y factores comunes no observados:

$$(14) \quad z_{it} = \lambda_i' f_t + v_{it}$$

$$(15) \quad f_{jt} = \rho_j f_{jt-1} + u_{jt}$$

$$(16) \quad \phi_i(L) \Delta v_{it} = \phi_i v_{it-1} + e_{it}$$

Donde:

$$\phi_i(L) := 1 - \sum_{j=1}^{p_i} \phi_{ij} L^j = \text{Escalar polinomial en el operador de rezagos } L.$$

¹⁵² Esta sección se basa en Dobnik, F. (2011). En esta publicación se puede encontrar una buena explicación de estas pruebas.

f_t = Vector de dimensión r de factores comunes no observables
 f_{jt} con $j = 1, \dots, r$.

u_t = Término de error independiente de e_{it} y w_{it} , para todo i y t .

e_{it} con media cero e independencia cruzada de i y t .

Bajo el supuesto que $\rho_j < 1$ para todo j se asegura que f_t es estacionario con lo que el orden de integración del error de la regresión z_{it} depende sólo del grado de integración del término de perturbación idiosincrático v_{it} . Por lo tanto, la ecuación (11) estará cointegrada si $\phi_i < 0$ y será espúrea si $\phi_i = 0$.

La prueba para la hipótesis nula es que todas las N unidades de sección cruzada son espúreas ($H_0 : N_1 = 0$ con $N_0 := N - N_1$) y la hipótesis alternativa que las primeras unidades de sección cruzada N_1 están cointegradas mientras que las unidades $N_0 := N - N_1$ son espúreas ($H_1 : N_1 > 0$).

Los estadísticos de prueba para la hipótesis nula de no cointegración se construyen con Multiplicadores de Lagrange (LM):

$$(i) \quad \overline{LM}_\phi(N) := \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N LM_\phi(i)$$

Donde:

$$LM_\phi(i) := T \hat{\phi}_i \left(\frac{\hat{\omega}_i}{\hat{\sigma}_i} \right)$$

$\hat{\phi}_i$ = Estimador mínimo cuadrático de ϕ_i de la ecuación:

$$\Delta \hat{S}_{it} = \alpha + \phi_i \hat{S}_{it-1} + \sum_{j=1}^{p_i} \phi_{ij} \Delta \hat{S}_{it-j} + v_{it} \text{ con:}$$

$$\hat{S}_{it} := y_{it} - \hat{\alpha}_{it} - \hat{\eta}_i t - \hat{\delta}_i D_{it} - x_{it}' \hat{\beta}_i - (D_{it}' x_{it})' \hat{\gamma}_i - \hat{\lambda}_i' \hat{f}_t$$

$\hat{\sigma}_i$ = Error estándar estimado de la ecuación anterior

$\hat{\omega}_i^2$ = Varianza de largo plazo estimada de Δv_{it} basada en \hat{S}_{it} .

$$(ii) \quad \overline{LM}_\tau(N) := \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N LM_\tau(i)$$

$$\text{Donde: } LM_\tau(i) := \frac{\hat{\phi}_i}{s.e.(\hat{\phi}_i)}$$

Las versiones normalizadas de los estadísticos de prueba son:

$$Z_\phi(N) = \sqrt{N} \left(\overline{LM}_\phi(N) - E(B_\phi) \right)$$

$$Z_\tau(N) = \sqrt{N} \left(\overline{LM}_\tau(N) - E(B_\tau) \right)$$

Anexo N° 4.9: Pruebas estadísticas de raíz unitaria y cointegración, muestra completa de países latinoamericanos

Pruebas de raíz unitaria en niveles

Ln_CAEpc

Pool unit root test: Summary

Series: LN_CA EPC_ARG2, LN_CA EPC_BOL2, LN_CA EPC_BRA2,
LN_CA EPC_CHI2, LN_CA EPC_COL2, LN_CA EPC_CRI2,
LN_CA EPC_CUB2, LN_CA EPC_ECU2, LN_CA EPC_ESA2,
LN_CA EPC_GUA2, LN_CA EPC_HAI2, LN_CA EPC_HON2,
LN_CA EPC_MEX2, LN_CA EPC_NIC2, LN_CA EPC_PAN2,
LN_CA EPC_PAR2, LN_CA EPC_PER2, LN_CA EPC_RDO2,
LN_CA EPC_URU2, LN_CA EPC_VEN2

Date: 08/07/12 Time: 23:03

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

Automatic selection of maximum lags

Automatic lag length selection based on SIC: 0 to 3

New ey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	-2.40540	0.0081	20	1140
Breitung t-stat	3.91211	1.0000	20	1120
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-0.68179	0.2477	20	1140
ADF - Fisher Chi-square	58.0881	0.0321	20	1140
PP - Fisher Chi-square	62.6566	0.0125	20	1140

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Null Hypothesis: Stationarity

Series: LN_CA EPC_ARG2, LN_CA EPC_BOL2, LN_CA EPC_BRA2,
LN_CA EPC_CHI2, LN_CA EPC_COL2, LN_CA EPC_CRI2,
LN_CA EPC_CUB2, LN_CA EPC_ECU2, LN_CA EPC_ESA2,
LN_CA EPC_GUA2, LN_CA EPC_HAI2, LN_CA EPC_HON2,
LN_CA EPC_MEX2, LN_CA EPC_NIC2, LN_CA EPC_PAN2,
LN_CA EPC_PAR2, LN_CA EPC_PER2, LN_CA EPC_RDO2,
LN_CA EPC_URU2, LN_CA EPC_VEN2

Date: 08/07/12 Time: 23:15

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

New ey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Total (balanced) observations: 1140

Cross-sections included: 20

Method	Statistic	Prob.**
Hadri Z-stat	11.7944	0.0000
Heteroscedastic Consistent Z-stat	10.5550	0.0000

* Note: High autocorrelation leads to severe size distortion in Hadri test, leading to over-rejection of the null.

** Probabilities are computed assuming asymptotic normality

Intermediate results on LN_CA EPC_?

Series	LM	Variance		Bandwidth	Obs
		HAC			
LN_CA EPC_ARG2	0.2420	0.056370		5.0	57
LN_CA EPC_BOL2	0.1630	0.129769		5.0	57
LN_CA EPC_BRA2	0.2414	0.100254		5.0	57
LN_CA EPC_CHI2	0.1321	0.116689		5.0	57
LN_CA EPC_COL2	0.1682	0.141332		5.0	57
LN_CA EPC_CRI2	0.0707	0.088085		5.0	57
LN_CA EPC_CUB2	0.2356	0.291802		5.0	57
LN_CA EPC_ECU2	0.1618	0.171458		6.0	57
LN_CA EPC_ESA2	0.1408	0.121811		5.0	57
LN_CA EPC_GUA2	0.1170	0.040791		5.0	57
LN_CA EPC_HAI2	0.0620	0.202093		5.0	57
LN_CA EPC_HON2	0.0648	0.034074		5.0	57
LN_CA EPC_MEX2	0.1990	0.072079		5.0	57
LN_CA EPC_NIC2	0.2222	0.467351		6.0	57
LN_CA EPC_PAN2	0.1940	0.127185		5.0	57
LN_CA EPC_PAR2	0.1817	0.425551		5.0	57
LN_CA EPC_PER2	0.2152	0.154557		6.0	57
LN_CA EPC_RDO2	0.1232	0.157228		5.0	57
LN_CA EPC_URU2	0.1507	0.085818		5.0	57
LN_CA EPC_VEN2	0.2204	0.104024		5.0	57

Ln_PIBpc

Pool unit root test: Summary

Series: LN_PIBPC_ARG2, LN_PIBPC_BOL2, LN_PIBPC_BRA2,
LN_PIBPC_CHI2, LN_PIBPC_COL2, LN_PIBPC_CRI2,
LN_PIBPC_CUB2, LN_PIBPC_ECU2, LN_PIBPC_ESA2,
LN_PIBPC_GUA2, LN_PIBPC_HAI2, LN_PIBPC_HON2,
LN_PIBPC_MEX2, LN_PIBPC_NIC2, LN_PIBPC_PAN2,
LN_PIBPC_PAR2, LN_PIBPC_PER2, LN_PIBPC_RDO2,
LN_PIBPC_URU2, LN_PIBPC_VEN2

Date: 08/07/12 Time: 23:14

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

Automatic selection of maximum lags

Automatic lag length selection based on SIC: 0 to 3

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	0.49068	0.6882	20	1131
Breitung t-stat	1.75741	0.9606	20	1111
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	2.28474	0.9888	20	1131
ADF - Fisher Chi-square	23.5688	0.9820	20	1131
PP - Fisher Chi-square	18.4565	0.9986	20	1138

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Null Hypothesis: Stationarity

Series: LN_PIBPC_ARG2, LN_PIBPC_BOL2, LN_PIBPC_BRA2,
LN_PIBPC_CHI2, LN_PIBPC_COL2, LN_PIBPC_CRI2,
LN_PIBPC_CUB2, LN_PIBPC_ECU2, LN_PIBPC_ESA2,
LN_PIBPC_GUA2, LN_PIBPC_HAI2, LN_PIBPC_HON2,
LN_PIBPC_MEX2, LN_PIBPC_NIC2, LN_PIBPC_PAN2,
LN_PIBPC_PAR2, LN_PIBPC_PER2, LN_PIBPC_RDO2,
LN_PIBPC_URU2, LN_PIBPC_VEN2

Date: 08/07/12 Time: 23:14

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Total (balanced) observations: 1140

Cross-sections included: 20

Method	Statistic	Prob.**
Hadri Z-stat	12.5548	0.0000
Heteroscedastic Consistent Z-stat	10.9396	0.0000

* Note: High autocorrelation leads to severe size distortion in Hadri test, leading to over-rejection of the null.

** Probabilities are computed assuming asymptotic normality

Intermediate results on LN_PIBPC_?

Series	LM	Variance		Bandwidth	Obs
		HAC			
LN_PIBPC_ARG2	0.1679	0.045040		5.0	57
LN_PIBPC_BOL2	0.0909	0.054970		6.0	57
LN_PIBPC_BRA2	0.1936	0.084577		6.0	57
LN_PIBPC_CHI2	0.1706	0.087692		6.0	57
LN_PIBPC_COL2	0.1546	0.013429		5.0	57
LN_PIBPC_CRI2	0.1808	0.049734		6.0	57
LN_PIBPC_CUB2	0.1126	0.054637		5.0	57
LN_PIBPC_ECU2	0.2234	0.081174		5.0	57
LN_PIBPC_ESA2	0.1518	0.053939		6.0	57
LN_PIBPC_GUA2	0.1769	0.079386		6.0	57
LN_PIBPC_HAI2	0.1381	0.089616		6.0	57
LN_PIBPC_HON2	0.1646	0.021910		5.0	57
LN_PIBPC_MEX2	0.2102	0.053605		6.0	57
LN_PIBPC_NIC2	0.2130	0.378467		6.0	57
LN_PIBPC_PAN2	0.1948	0.082677		6.0	57
LN_PIBPC_PAR2	0.1353	0.069905		5.0	57
LN_PIBPC_PER2	0.2331	0.114737		5.0	57
LN_PIBPC_RDO2	0.0741	0.026648		5.0	57
LN_PIBPC_URU2	0.1588	0.029365		5.0	57
LN_PIBPC_VEN2	0.2325	0.050005		5.0	57

Pruebas de raíz unitaria en primeras diferencias

Ln_CA Epc

Pool unit root test: Summary

Series: LN_CA EPC_ARG2, LN_CA EPC_BOL2, LN_CA EPC_BRA2,
LN_CA EPC_CHI2, LN_CA EPC_COL2, LN_CA EPC_CRI2,
LN_CA EPC_CUB2, LN_CA EPC_ECU2, LN_CA EPC_ESA2,
LN_CA EPC_GUA2, LN_CA EPC_HAI2, LN_CA EPC_HON2,
LN_CA EPC_MEX2, LN_CA EPC_NIC2, LN_CA EPC_PAN2,
LN_CA EPC_PAR2, LN_CA EPC_PER2, LN_CA EPC_RDO2,
LN_CA EPC_URU2, LN_CA EPC_VEN2

Date: 08/07/12 Time: 23:16

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

Automatic selection of maximum lags

Automatic lag length selection based on SIC: 0 to 2

New ey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	-31.2139	0.0000	20	1139
Breitung t-stat	-12.4545	0.0000	20	1119
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-28.9011	0.0000	20	1139
ADF - Fisher Chi-square	584.502	0.0000	20	1139
PP - Fisher Chi-square	618.743	0.0000	20	1139

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Null Hypothesis: Stationarity

Series: LN_CA EPC_ARG2, LN_CA EPC_BOL2, LN_CA EPC_BRA2,
LN_CA EPC_CHI2, LN_CA EPC_COL2, LN_CA EPC_CRI2,
LN_CA EPC_CUB2, LN_CA EPC_ECU2, LN_CA EPC_ESA2,
LN_CA EPC_GUA2, LN_CA EPC_HAI2, LN_CA EPC_HON2,
LN_CA EPC_MEX2, LN_CA EPC_NIC2, LN_CA EPC_PAN2,
LN_CA EPC_PAR2, LN_CA EPC_PER2, LN_CA EPC_RDO2,
LN_CA EPC_URU2, LN_CA EPC_VEN2

Date: 08/07/12 Time: 23:15

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

New ey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Total (balanced) observations: 1140

Cross-sections included: 20

Method	Statistic	Prob.**
Hadri Z-stat	2.68790	0.0036
Heteroscedastic Consistent Z-stat	3.40271	0.0003

* Note: High autocorrelation leads to severe size distortion in Hadri test, leading to over-rejection of the null.

** Probabilities are computed assuming asymptotic normality

Intermediate results on D(LN_CA EPC_?)

Series	LM	Variance		Obs
		HAC	Bandwidth	
D(LN_CA EPC_ARG2)	0.1360	0.000877	16.0	57
D(LN_CA EPC_BOL2)	0.0458	0.008340	1.0	57
D(LN_CA EPC_BRA2)	0.0620	0.002006	1.0	57
D(LN_CA EPC_CHI2)	0.1049	0.004162	2.0	57
D(LN_CA EPC_COL2)	0.0524	0.005444	3.0	57
D(LN_CA EPC_CRI2)	0.1167	0.003386	16.0	57
D(LN_CA EPC_CUB2)	0.0484	0.006243	1.0	57
D(LN_CA EPC_ECU2)	0.1243	0.003586	3.0	57
D(LN_CA EPC_ESA2)	0.1542	0.007858	3.0	57
D(LN_CA EPC_GUA2)	0.0722	0.004699	4.0	57
D(LN_CA EPC_HAI2)	0.1104	0.015279	3.0	57
D(LN_CA EPC_HON2)	0.1093	0.005448	0.0	57
D(LN_CA EPC_MEX2)	0.1174	0.001551	4.0	57
D(LN_CA EPC_NIC2)	0.1249	0.004695	3.0	57
D(LN_CA EPC_PAN2)	0.0750	0.004624	10.0	57
D(LN_CA EPC_PAR2)	0.0531	0.021366	6.0	57
D(LN_CA EPC_PER2)	0.0821	0.002942	4.0	57
D(LN_CA EPC_RDO2)	0.1176	0.008077	14.0	57
D(LN_CA EPC_URU2)	0.1094	0.004704	3.0	57
D(LN_CA EPC_VEN2)	0.1530	0.004914	2.0	57

Ln_PIBpc

Pool unit root test: Summary

Series: LN_PIBPC_ARG2, LN_PIBPC_BOL2, LN_PIBPC_BRA2,
LN_PIBPC_CHI2, LN_PIBPC_COL2, LN_PIBPC_CRI2,
LN_PIBPC_CUB2, LN_PIBPC_ECU2, LN_PIBPC_ESA2,
LN_PIBPC_GUA2, LN_PIBPC_HAI2, LN_PIBPC_HON2,
LN_PIBPC_MEX2, LN_PIBPC_NIC2, LN_PIBPC_PAN2,
LN_PIBPC_PAR2, LN_PIBPC_PER2, LN_PIBPC_RDO2,
LN_PIBPC_URU2, LN_PIBPC_VEN2

Date: 08/07/12 Time: 23:16

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

Automatic selection of maximum lags

Automatic lag length selection based on SIC: 0 to 3

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	-21.6945	0.0000	20	1129
Breitung t-stat	-12.2325	0.0000	20	1109
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-20.9441	0.0000	20	1129
ADF - Fisher Chi-square	413.523	0.0000	20	1129
PP - Fisher Chi-square	481.170	0.0000	20	1135

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Null Hypothesis: Stationarity

Series: LN_PIBPC_ARG2, LN_PIBPC_BOL2, LN_PIBPC_BRA2,
 LN_PIBPC_CHI2, LN_PIBPC_COL2, LN_PIBPC_CRI2,
 LN_PIBPC_CUB2, LN_PIBPC_ECU2, LN_PIBPC_ESA2,
 LN_PIBPC_GUA2, LN_PIBPC_HAI2, LN_PIBPC_HON2,
 LN_PIBPC_MEX2, LN_PIBPC_NIC2, LN_PIBPC_PAN2,
 LN_PIBPC_PAR2, LN_PIBPC_PER2, LN_PIBPC_RDO2,
 LN_PIBPC_URU2, LN_PIBPC_VEN2

Date: 08/07/12 Time: 23:17

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Total number of observations: 1138

Cross-sections included: 20

Method	Statistic	Prob.**
Hadri Z-stat	3.05494	0.0011
Heteroscedastic Consistent Z-stat	2.92297	0.0017

* Note: High autocorrelation leads to severe size distortion in Hadri test, leading to over-rejection of the null.

** Probabilities are computed assuming asymptotic normality

Intermediate results on D(LN_PIBPC_?)

Series	LM	Variance		Bandwidth	Obs
		HAC			
D(LN_PIBPC_ARG2)	0.0500	0.002610		1.0	57
D(LN_PIBPC_BOL2)	0.0730	0.002477		4.0	56
D(LN_PIBPC_BRA2)	0.0722	0.001762		3.0	57
D(LN_PIBPC_CHI2)	0.0916	0.002243		3.0	57
D(LN_PIBPC_COL2)	0.1261	0.000619		3.0	57
D(LN_PIBPC_CRI2)	0.0804	0.001494		6.0	57
D(LN_PIBPC_CUB2)	0.0581	0.003484		1.0	57
D(LN_PIBPC_ECU2)	0.0957	0.001691		2.0	57
D(LN_PIBPC_ESA2)	0.1166	0.001702		4.0	57
D(LN_PIBPC_GUA2)	0.0792	0.001791		5.0	57
D(LN_PIBPC_HAI2)	0.1164	0.001990		3.0	57
D(LN_PIBPC_HON2)	0.0703	0.001067		1.0	57
D(LN_PIBPC_MEX2)	0.0860	0.000805		3.0	57
D(LN_PIBPC_NIC2)	0.1216	0.004837		5.0	57
D(LN_PIBPC_PAN2)	0.1138	0.002163		3.0	56
D(LN_PIBPC_PAR2)	0.1805	0.003154		5.0	57
D(LN_PIBPC_PER2)	0.0780	0.003193		1.0	57
D(LN_PIBPC_RDO2)	0.0784	0.002463		2.0	57
D(LN_PIBPC_URU2)	0.1108	0.001806		0.0	57
D(LN_PIBPC_VEN2)	0.0810	0.002202		4.0	57

Pruebas de cointegración

Sample: 1947 2003

Included observations: 57

Cross-sections included: 20

Null Hypothesis: No cointegration

Trend assumption: Deterministic intercept and trend

Automatic lag length selection based on SIC with a max lag of 10

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Alternative hypothesis: common AR coeffs. (within-dimension)

			Weighted	
	<u>Statistic</u>	<u>Prob.</u>	<u>Statistic</u>	<u>Prob.</u>
Panel v-Statistic	3.420158	0.0003	2.670870	0.0038
Panel rho-Statistic	-1.707374	0.0439	-1.689048	0.0456
Panel PP-Statistic	-2.923348	0.0017	-3.102019	0.0010
Panel ADF-Statistic	-2.865432	0.0021	-3.257363	0.0006

Alternative hypothesis: individual AR coeffs. (between-dimension)

	<u>Statistic</u>	<u>Prob.</u>
Group rho-Statistic	-1.399197	0.0809
Group PP-Statistic	-3.305065	0.0005
Group ADF-Statistic	-3.419342	0.0003

Sample: 1947 2003

Included observations: 57

Cross-sections included: 20

Null Hypothesis: No cointegration

Trend assumption: No deterministic trend

Automatic lag length selection based on SIC with a max lag of 10

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Alternative hypothesis: common AR coeffs. (within-dimension)

			Weighted	
	<u>Statistic</u>	<u>Prob.</u>	<u>Statistic</u>	<u>Prob.</u>
Panel v-Statistic	-0.541747	0.7060	-0.005779	0.5023
Panel rho-Statistic	-0.760096	0.2236	-0.848266	0.1981
Panel PP-Statistic	-2.552833	0.0053	-2.207074	0.0137
Panel ADF-Statistic	-2.300614	0.0107	-2.079421	0.0188

Alternative hypothesis: individual AR coeffs. (between-dimension)

	<u>Statistic</u>	<u>Prob.</u>
Group rho-Statistic	-1.283148	0.0997
Group PP-Statistic	-2.760881	0.0029
Group ADF-Statistic	-2.692188	0.0035

Kao Residual Cointegration Test

Series: LN_CAEPCC_? LN_PIBPC_?

Date: 08/05/12 Time: 16:40

Sample: 1947 2003

Included observations: 57

Null Hypothesis: No cointegration

Trend assumption: No deterministic trend

Automatic lag length selection based on SIC with a max lag of 10

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

	t-Statistic	Prob.
ADF	-3.154795	0.0008
Residual variance	0.009010	
HAC variance	0.009591	

Anexo N° 4.10: Pruebas estadísticas de raíz unitaria y cointegración, panel grandes consumidores de energía

Pruebas de raíz unitaria en niveles

Ln_CAEpc

Pool unit root test: Summary

Series: LN_CA EPC_ARG2, LN_CA EPC_CHI2, LN_CA EPC_CUB2,
LN_CA EPC_MEX2, LN_CA EPC_URU2

Date: 08/07/12 Time: 23:18

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

Automatic selection of maximum lags

Automatic lag length selection based on SIC: 0

New ey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	0.60992	0.7290	5	285
Breitung t-stat	3.10068	0.9990	5	280
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	1.92255	0.9727	5	285
ADF - Fisher Chi-square	6.58537	0.7639	5	285
PP - Fisher Chi-square	6.75612	0.7483	5	285

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Null Hypothesis: Stationarity

Series: LN_CA EPC_ARG2, LN_CA EPC_CHI2, LN_CA EPC_CUB2,
LN_CA EPC_MEX2, LN_CA EPC_URU2

Date: 08/07/12 Time: 23:18

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

New ey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Total (balanced) observations: 285

Cross-sections included: 5

Method	Statistic	Prob.**
Hadri Z-stat	7.18001	0.0000
Heteroscedastic Consistent Z-stat	6.70041	0.0000

* Note: High autocorrelation leads to severe size distortion in Hadri test, leading to over-rejection of the null.

** Probabilities are computed assuming asymptotic normality

Intermediate results on LN_CA EPC_?

Series	LM	Variance HAC	Bandwidth	Obs
LN_CA EPC_ARG2	0.2420	0.056370	5.0	57
LN_CA EPC_CHI2	0.1321	0.116689	5.0	57
LN_CA EPC_CUB2	0.2356	0.291802	5.0	57
LN_CA EPC_MEX2	0.1990	0.072079	5.0	57
LN_CA EPC_URU2	0.1507	0.085818	5.0	57

Ln_PIBpc

Pool unit root test: Summary

Series: LN_PIBPC_ARG2, LN_PIBPC_CHI2, LN_PIBPC_CUB2,
LN_PIBPC_MEX2, LN_PIBPC_URU2

Date: 08/07/12 Time: 23:20

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

Automatic selection of maximum lags

Automatic lag length selection based on SIC: 0 to 1

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	1.09299	0.8628	5	285
Breitung t-stat	0.79383	0.7864	5	280
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	1.45377	0.9270	5	285
ADF - Fisher Chi-square	5.68417	0.8411	5	285
PP - Fisher Chi-square	3.10621	0.9788	5	285

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Null Hypothesis: Stationarity

Series: LN_PIBPC_ARG2, LN_PIBPC_CHI2, LN_PIBPC_CUB2,
LN_PIBPC_MEX2, LN_PIBPC_URU2

Date: 08/07/12 Time: 23:20

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Total (balanced) observations: 285

Cross-sections included: 5

Method	Statistic	Prob.**
Hadri Z-stat	5.26251	0.0000
Heteroscedastic Consistent Z-stat	5.20989	0.0000

* Note: High autocorrelation leads to severe size distortion in Hadri test, leading to over-rejection of the null.

** Probabilities are computed assuming asymptotic normality

Intermediate results on LN_PIBPC_?

Series	LM	Variance		Obs
		HAC	Bandwidth	
LN_PIBPC_ARG2	0.1679	0.045040	5.0	57
LN_PIBPC_CHI2	0.1706	0.087692	6.0	57
LN_PIBPC_CUB2	0.1126	0.054637	5.0	57
LN_PIBPC_MEX2	0.2102	0.053605	6.0	57
LN_PIBPC_URU2	0.1588	0.029365	5.0	57

Pruebas de raíz unitaria en primeras diferencias

Ln_CAEPc

Pool unit root test: Summary

Series: LN_CA EPC_ARG2, LN_CA EPC_CHI2, LN_CA EPC_CUB2,
LN_CA EPC_MEX2, LN_CA EPC_URU2

Date: 08/07/12 Time: 23:19

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

Automatic selection of maximum lags

Automatic lag length selection based on SIC: 0

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross- sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	-13.6699	0.0000	5	285
Breitung t-stat	-3.78664	0.0001	5	280
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-13.7515	0.0000	5	285
ADF - Fisher Chi-square	138.832	0.0000	5	285
PP - Fisher Chi-square	123.789	0.0000	5	285

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Null Hypothesis: Stationarity

Series: LN_CA EPC_ARG2, LN_CA EPC_CHI2, LN_CA EPC_CUB2,
LN_CA EPC_MEX2, LN_CA EPC_URU2

Date: 08/07/12 Time: 23:19

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Total (balanced) observations: 285

Cross-sections included: 5

Method	Statistic	Prob.**
Hadri Z-stat	1.17765	0.1195
Heteroscedastic Consistent Z-stat	1.95649	0.0252

* Note: High autocorrelation leads to severe size distortion in Hadri test, leading to over-rejection of the null.

** Probabilities are computed assuming asymptotic normality

Intermediate results on D(LN_CA EPC_?)

Series	LM	Variance		Bandwidth	Obs
		HAC			
D(LN_CA EPC_ARG2)	0.1360	0.000877		16.0	57
D(LN_CA EPC_CHI2)	0.1049	0.004162		2.0	57
D(LN_CA EPC_CUB2)	0.0484	0.006243		1.0	57
D(LN_CA EPC_MEX2)	0.1174	0.001551		4.0	57
D(LN_CA EPC_URU2)	0.1094	0.004704		3.0	57

Ln_PIBpc

Pool unit root test: Summary

Series: LN_PIBPC_ARG2, LN_PIBPC_CHI2, LN_PIBPC_CUB2,
LN_PIBPC_MEX2, LN_PIBPC_URU2

Date: 08/07/12 Time: 23:21

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

Automatic selection of maximum lags

Automatic lag length selection based on SIC: 0

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	-12.5946	0.0000	5	285
Breitung t-stat	-6.60218	0.0000	5	280
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-11.5621	0.0000	5	285
ADF - Fisher Chi-square	113.480	0.0000	5	285
PP - Fisher Chi-square	112.273	0.0000	5	285

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Null Hypothesis: Stationarity

Series: LN_PIBPC_ARG2, LN_PIBPC_CHI2, LN_PIBPC_CUB2,
LN_PIBPC_MEX2, LN_PIBPC_URU2

Date: 08/07/12 Time: 23:21

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Total (balanced) observations: 285

Cross-sections included: 5

Method	Statistic	Prob.**
Hadri Z-stat	0.37990	0.3520
Heteroscedastic Consistent Z-stat	0.67572	0.2496

* Note: High autocorrelation leads to severe size distortion in Hadri test, leading to over-rejection of the null.

** Probabilities are computed assuming asymptotic normality

Intermediate results on D(LN_PIBPC_?)

Series	LM	Variance		Obs
		HAC	Bandwidth	
D(LN_PIBPC_ARG2)	0.0500	0.002610	1.0	57
D(LN_PIBPC_CHI2)	0.0916	0.002243	3.0	57
D(LN_PIBPC_CUB2)	0.0581	0.003484	1.0	57
D(LN_PIBPC_MEX2)	0.0860	0.000805	3.0	57
D(LN_PIBPC_URU2)	0.1108	0.001806	0.0	57

Pruebas de cointegración

Sample: 1947 2003

Included observations: 57

Cross-sections included: 5

Null Hypothesis: No cointegration

Trend assumption: Deterministic intercept and trend

Automatic lag length selection based on SIC with a max lag of 10

New ey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Alternative hypothesis: common AR coefs. (within-dimension)

	<u>Statistic</u>	<u>Prob.</u>	Weighted <u>Statistic</u>	<u>Prob.</u>
Panel v-Statistic	-0.980124	0.8365	-0.499878	0.6914
Panel rho-Statistic	1.030855	0.8487	0.731506	0.7678
Panel PP-Statistic	0.364679	0.6423	0.071163	0.5284
Panel ADF-Statistic	0.213154	0.5844	-0.322002	0.3737

Alternative hypothesis: individual AR coefs. (between-dimension)

	<u>Statistic</u>	<u>Prob.</u>
Group rho-Statistic	1.265062	0.8971
Group PP-Statistic	0.412238	0.6599
Group ADF-Statistic	-0.118353	0.4529

Sample: 1947 2003

Included observations: 57

Null Hypothesis: No cointegration

Trend assumption: No deterministic trend

Automatic lag length selection based on SIC with a max lag of 10

New ey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

	<u>t-Statistic</u>	<u>Prob.</u>
ADF	-2.801136	0.0025
Residual variance	0.003351	
HAC variance	0.003394	

Anexo N° 4.11: Pruebas estadísticas de raíz unitaria y cointegración, panel medianos consumidores de energía

Pruebas de raíz unitaria en niveles

Ln_CAEPc

Pool unit root test: Summary

Series: LN_CA EPC_BRA2, LN_CA EPC_CRI2, LN_CA EPC_ECU2,
LN_CA EPC_PER2, LN_CA EPC_RDO2

Date: 08/07/12 Time: 23:23

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

Automatic selection of maximum lags

Automatic lag length selection based on SIC: 0

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	-0.94440	0.1725	5	285
Breitung t-stat	1.99955	0.9772	5	280
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	0.27618	0.6088	5	285
ADF - Fisher Chi-square	10.3956	0.4065	5	285
PP - Fisher Chi-square	10.2184	0.4215	5	285

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Null Hypothesis: Stationarity

Series: LN_CA EPC_BRA2, LN_CA EPC_CRI2, LN_CA EPC_ECU2,
LN_CA EPC_PER2, LN_CA EPC_RDO2

Date: 08/07/12 Time: 23:23

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Total (balanced) observations: 285

Cross-sections included: 5

Method	Statistic	Prob.**
Hadri Z-stat	5.26070	0.0000
Heteroscedastic Consistent Z-stat	5.12542	0.0000

* Note: High autocorrelation leads to severe size distortion in Hadri test, leading to over-rejection of the null.

** Probabilities are computed assuming asymptotic normality

Intermediate results on LN_CA EPC_?

Series	LM	Variance		Bandwidth	Obs
		HAC			
LN_CA EPC_BRA2	0.2414	0.100254		5.0	57
LN_CA EPC_CRI2	0.0707	0.088085		5.0	57
LN_CA EPC_ECU2	0.1618	0.171458		6.0	57
LN_CA EPC_PER2	0.2152	0.154557		6.0	57

LN_CAEPD_RDO2	0.1232	0.157228	5.0	57
---------------	--------	----------	-----	----

Ln_PIBpc

Pool unit root test: Summary

Series: LN_PIBPC_BRA2, LN_PIBPC_CRI2, LN_PIBPC_ECU2,
LN_PIBPC_PER2, LN_PIBPC_RDO2

Date: 08/07/12 Time: 23:24

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

Automatic selection of maximum lags

Automatic lag length selection based on SIC: 0 to 2

New ey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross- sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	0.42274	0.6638	5	285
Breitung t-stat	1.49561	0.9326	5	280
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	1.35031	0.9115	5	285
ADF - Fisher Chi-square	5.80747	0.8312	5	285
PP - Fisher Chi-square	6.28614	0.7907	5	285

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Null Hypothesis: Stationarity

Series: LN_PIBPC_BRA2, LN_PIBPC_CRI2, LN_PIBPC_ECU2,
LN_PIBPC_PER2, LN_PIBPC_RDO2

Date: 08/07/12 Time: 23:24

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

New ey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Total (balanced) observations: 285

Cross-sections included: 5

Method	Statistic	Prob.**
Hadri Z-stat	7.26325	0.0000
Heteroscedastic Consistent Z-stat	6.11965	0.0000

* Note: High autocorrelation leads to severe size distortion in Hadri test, leading to over-rejection of the null.

** Probabilities are computed assuming asymptotic normality

Intermediate results on LN_PIBPC_?

Series	LM	Variance HAC	Bandwidth	Obs
LN_PIBPC_BRA2	0.1936	0.084577	6.0	57
LN_PIBPC_CRI2	0.1808	0.049734	6.0	57
LN_PIBPC_ECU2	0.2234	0.081174	5.0	57
LN_PIBPC_PER2	0.2331	0.114737	5.0	57
LN_PIBPC_RDO2	0.0741	0.026648	5.0	57

Pruebas de raíz unitaria en primeras diferencias

Ln_CA Epc

Pool unit root test: Summary

Series: LN_CA EPC_BRA2, LN_CA EPC_CRI2, LN_CA EPC_ECU2,
LN_CA EPC_PER2, LN_CA EPC_RDO2

Date: 08/07/12 Time: 23:23

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

Automatic selection of maximum lags

Automatic lag length selection based on SIC: 0

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	-18.3314	0.0000	5	285
Breitung t-stat	-7.46352	0.0000	5	280
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-16.8152	0.0000	5	285
ADF - Fisher Chi-square	173.171	0.0000	5	285
PP - Fisher Chi-square	177.678	0.0000	5	285

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Null Hypothesis: Stationarity

Series: LN_CA EPC_BRA2, LN_CA EPC_CRI2, LN_CA EPC_ECU2,
LN_CA EPC_PER2, LN_CA EPC_RDO2

Date: 08/07/12 Time: 23:23

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Total (balanced) observations: 285

Cross-sections included: 5

Method	Statistic	Prob.**
Hadri Z-stat	2.20455	0.0137
Heteroscedastic Consistent Z-stat	1.81337	0.0349

* Note: High autocorrelation leads to severe size distortion in Hadri test, leading to over-rejection of the null.

** Probabilities are computed assuming asymptotic normality

Intermediate results on D(LN_CA EPC_?)

Series	LM	Variance HAC	Bandwidth	Obs
D(LN_CA EPC_BRA2)	0.0620	0.002006	1.0	57
D(LN_CA EPC_CRI2)	0.1167	0.003386	16.0	57
D(LN_CA EPC_ECU2)	0.1243	0.003586	3.0	57
D(LN_CA EPC_PER2)	0.0821	0.002942	4.0	57
D(LN_CA EPC_RDO2)	0.1176	0.008077	14.0	57

Ln_PIBpc

Pool unit root test: Summary

Series: LN_PIBPC_BRA2, LN_PIBPC_CRI2, LN_PIBPC_ECU2,
LN_PIBPC_PER2, LN_PIBPC_RDO2

Date: 08/07/12 Time: 23:25

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

Automatic selection of maximum lags

Automatic lag length selection based on SIC: 0 to 2

New ey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	-15.4985	0.0000	5	285
Breitung t-stat	-6.95787	0.0000	5	280
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-13.1257	0.0000	5	285
ADF - Fisher Chi-square	132.144	0.0000	5	285
PP - Fisher Chi-square	131.375	0.0000	5	285

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Null Hypothesis: Stationarity

Series: LN_PIBPC_BRA2, LN_PIBPC_CRI2, LN_PIBPC_ECU2,
LN_PIBPC_PER2, LN_PIBPC_RDO2

Date: 08/07/12 Time: 23:25

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

New ey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Total (balanced) observations: 285

Cross-sections included: 5

Method	Statistic	Prob.**
Hadri Z-stat	0.72793	0.2333
Heteroscedastic Consistent Z-stat	0.76264	0.2228

* Note: High autocorrelation leads to severe size distortion in Hadri test, leading to over-rejection of the null.

** Probabilities are computed assuming asymptotic normality

Intermediate results on D(LN_PIBPC_?)

Series	LM	Variance		Obs
		HAC	Bandwidth	
D(LN_PIBPC_BRA2)	0.0722	0.001762	3.0	57
D(LN_PIBPC_CRI2)	0.0804	0.001494	6.0	57
D(LN_PIBPC_ECU2)	0.0957	0.001691	2.0	57
D(LN_PIBPC_PER2)	0.0780	0.003193	1.0	57
D(LN_PIBPC_RDO2)	0.0784	0.002463	2.0	57

Pruebas de cointegración

Sample: 1947 2003

Included observations: 57

Cross-sections included: 5

Null Hypothesis: No cointegration

Trend assumption: Deterministic intercept and trend

Automatic lag length selection based on SIC with a max lag of 10

New ey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Alternative hypothesis: common AR coefs. (within-dimension)

	<u>Statistic</u>	<u>Prob.</u>	Weighted	
			<u>Statistic</u>	<u>Prob.</u>
Panel v-Statistic	2.180797	0.0146	2.572347	0.0051
Panel rho-Statistic	-3.004159	0.0013	-3.075513	0.0011
Panel PP-Statistic	-3.048075	0.0012	-3.422331	0.0003
Panel A DF-Statistic	-3.022521	0.0013	-3.404356	0.0003

Alternative hypothesis: individual AR coefs. (betw een-dimension)

	<u>Statistic</u>	<u>Prob.</u>
Group rho-Statistic	-2.455454	0.0070
Group PP-Statistic	-3.267988	0.0005
Group A DF-Statistic	-3.241228	0.0006

Sample: 1947 2003

Included observations: 57

Null Hypothesis: No cointegration

Trend assumption: No deterministic trend

Automatic lag length selection based on SIC with a max lag of 10

New ey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

	<u>t-Statistic</u>	<u>Prob.</u>
ADF	-1.711244	0.0435

Residual variance	0.009657
HAC variance	0.006786

Anexo N° 4.12: Pruebas estadísticas de raíz unitaria y cointegración, panel pequeños consumidores de energía

Pruebas de raíz unitaria en niveles

Ln_CAEPc

Pool unit root test: Summary

Series: LN_CA EPC_BOL2, LN_CA EPC_COL2, LN_CA EPC_ESA2,
LN_CA EPC_GUA2, LN_CA EPC_HAI2, LN_CA EPC_HON2,
LN_CA EPC_NIC2, LN_CA EPC_PAN2, LN_CA EPC_PAR2

Date: 08/07/12 Time: 23:26

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

Automatic selection of maximum lags

Automatic lag length selection based on SIC: 0 to 3

New ey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	-2.25402	0.0121	9	513
Breitung t-stat	1.53678	0.9378	9	504
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-1.67236	0.0472	9	513
ADF - Fisher Chi-square	29.8665	0.0388	9	513
PP - Fisher Chi-square	30.5243	0.0327	9	513

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Null Hypothesis: Stationarity

Series: LN_CA EPC_BOL2, LN_CA EPC_COL2, LN_CA EPC_ESA2,
LN_CA EPC_GUA2, LN_CA EPC_HAI2, LN_CA EPC_HON2,
LN_CA EPC_NIC2, LN_CA EPC_PAN2, LN_CA EPC_PAR2

Date: 08/07/12 Time: 23:26

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

New ey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Total (balanced) observations: 513

Cross-sections included: 9

Method	Statistic	Prob.**
Hadri Z-stat	7.42483	0.0000
Heteroscedastic Consistent Z-stat	5.69406	0.0000

* Note: High autocorrelation leads to severe size distortion in Hadri test, leading to over-rejection of the null.

** Probabilities are computed assuming asymptotic normality

Intermediate results on LN_CA EPC_?

Series	LM	Variance		Bandwidth	Obs
		HAC			
LN_CA EPC_BOL2	0.1630	0.129769		5.0	57
LN_CA EPC_COL2	0.1682	0.141332		5.0	57
LN_CA EPC_ESA2	0.1408	0.121811		5.0	57
LN_CA EPC_GUA2	0.1170	0.040791		5.0	57
LN_CA EPC_HAI2	0.0620	0.202093		5.0	57
LN_CA EPC_HON2	0.0648	0.034074		5.0	57
LN_CA EPC_NIC2	0.2222	0.467351		6.0	57
LN_CA EPC_PAN2	0.1940	0.127185		5.0	57
LN_CA EPC_PAR2	0.1817	0.425551		5.0	57

Ln_PIBpc

Pool unit root test: Summary

Series: LN_PIBPC_BOL2, LN_PIBPC_COL2, LN_PIBPC_ESA2,
LN_PIBPC_GUA2, LN_PIBPC_HAI2, LN_PIBPC_HON2,
LN_PIBPC_NIC2, LN_PIBPC_PAN2, LN_PIBPC_PAR2

Date: 08/07/12 Time: 23:27

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

Automatic selection of maximum lags

Automatic lag length selection based on SIC: 0 to 3

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	0.21849	0.5865	9	504
Breitung t-stat	0.65411	0.7435	9	495
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	1.69774	0.9552	9	504
ADF - Fisher Chi-square	7.80410	0.9814	9	504
PP - Fisher Chi-square	4.85636	0.9991	9	511

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Null Hypothesis: Stationarity

Series: LN_PIBPC_BOL2, LN_PIBPC_COL2, LN_PIBPC_ESA2,
LN_PIBPC_GUA2, LN_PIBPC_HAI2, LN_PIBPC_HON2,
LN_PIBPC_NIC2, LN_PIBPC_PAN2, LN_PIBPC_PAR2

Date: 08/07/12 Time: 23:28

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Total (balanced) observations: 513

Cross-sections included: 9

Method	Statistic	Prob.**
Hadri Z-stat	8.09256	0.0000
Heteroscedastic Consistent Z-stat	6.54037	0.0000

* Note: High autocorrelation leads to severe size distortion in Hadri test, leading to over-rejection of the null.

** Probabilities are computed assuming asymptotic normality

Intermediate results on LN_PIBPC_?

Series	LM	Variance		Bandwidth	Obs
		HAC			
LN_PIBPC_BOL2	0.0909	0.054970		6.0	57
LN_PIBPC_COL2	0.1546	0.013429		5.0	57
LN_PIBPC_ESA2	0.1518	0.053939		6.0	57
LN_PIBPC_GUA2	0.1769	0.079386		6.0	57
LN_PIBPC_HAI2	0.1381	0.089616		6.0	57
LN_PIBPC_HON2	0.1646	0.021910		5.0	57
LN_PIBPC_NIC2	0.2130	0.378467		6.0	57
LN_PIBPC_PAN2	0.1948	0.082677		6.0	57
LN_PIBPC_PAR2	0.1353	0.069905		5.0	57

Pruebas de raíz unitaria en primeras diferencias

Ln_CAEpc

Pool unit root test: Summary

Series: LN_CA EPC_BOL2, LN_CA EPC_COL2, LN_CA EPC_ESA2,
LN_CA EPC_GUA2, LN_CA EPC_HAI2, LN_CA EPC_HON2,
LN_CA EPC_NIC2, LN_CA EPC_PAN2, LN_CA EPC_PAR2

Date: 08/07/12 Time: 23:27

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

Automatic selection of maximum lags

Automatic lag length selection based on SIC: 0 to 2

New ey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	-19.7440	0.0000	9	512
Breitung t-stat	-10.8928	0.0000	9	503
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-17.7207	0.0000	9	512
ADF - Fisher Chi-square	236.585	0.0000	9	512
PP - Fisher Chi-square	281.448	0.0000	9	512

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Null Hypothesis: Stationarity

Series: LN_CA EPC_BOL2, LN_CA EPC_COL2, LN_CA EPC_ESA2,
LN_CA EPC_GUA2, LN_CA EPC_HAI2, LN_CA EPC_HON2,
LN_CA EPC_NIC2, LN_CA EPC_PAN2, LN_CA EPC_PAR2

Date: 08/07/12 Time: 23:27

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

New ey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Total (balanced) observations: 513

Cross-sections included: 9

Method	Statistic	Prob.**
Hadri Z-stat	1.27869	0.1005
Heteroscedastic Consistent Z-stat	1.57388	0.0578

* Note: High autocorrelation leads to severe size distortion in Hadri test, leading to over-rejection of the null.

** Probabilities are computed assuming asymptotic normality

Intermediate results on D(LN_CA EPC_?)

Series	LM	Variance		Bandwidth	Obs
		HAC			
D(LN_CA EPC_BOL2)	0.0458	0.008340		1.0	57
D(LN_CA EPC_COL2)	0.0524	0.005444		3.0	57
D(LN_CA EPC_ESA2)	0.1542	0.007858		3.0	57
D(LN_CA EPC_GUA2)	0.0722	0.004699		4.0	57
D(LN_CA EPC_HAI2)	0.1104	0.015279		3.0	57
D(LN_CA EPC_HON2)	0.1093	0.005448		0.0	57
D(LN_CA EPC_NIC2)	0.1249	0.004695		3.0	57
D(LN_CA EPC_PAN2)	0.0750	0.004624		10.0	57

D(LN_CA EPC_PA R2)	0.0531	0.021366	6.0	57
--------------------	--------	----------	-----	----

Ln_PIBpc

Pool unit root test: Summary

Series: LN_PIBPC_BOL2, LN_PIBPC_COL2, LN_PIBPC_ESA2,
LN_PIBPC_GUA2, LN_PIBPC_HA I2, LN_PIBPC_HON2,
LN_PIBPC_NIC2, LN_PIBPC_PAN2, LN_PIBPC_PA R2

Date: 08/07/12 Time: 23:28

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

Automatic selection of maximum lags

Automatic lag length selection based on SIC: 0 to 3

New ey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Method	Statistic	Prob.**	Cross- sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	-9.61131	0.0000	9	502
Breitung t-stat	-7.40000	0.0000	9	493
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-10.4657	0.0000	9	502
ADF - Fisher Chi-square	134.914	0.0000	9	502
PP - Fisher Chi-square	204.029	0.0000	9	508

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Null Hypothesis: Stationarity

Series: LN_PIBPC_BOL2, LN_PIBPC_COL2, LN_PIBPC_ESA2,
LN_PIBPC_GUA2, LN_PIBPC_HA I2, LN_PIBPC_HON2,
LN_PIBPC_NIC2, LN_PIBPC_PAN2, LN_PIBPC_PA R2

Date: 08/07/12 Time: 23:28

Sample: 1947 2003

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

New ey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Total number of observations: 511

Cross-sections included: 9

Method	Statistic	Prob.**
Hadri Z-stat	3.58857	0.0002
Heteroscedastic Consistent Z-stat	3.17096	0.0008

* Note: High autocorrelation leads to severe size distortion in Hadri test, leading to over-rejection of the null.

** Probabilities are computed assuming asymptotic normality

Intermediate results on D(LN_PIBPC_?)

Series	LM	Variance		Obs
		HAC	Bandwidth	
D(LN_PIBPC_BOL2)	0.0730	0.002477	4.0	56
D(LN_PIBPC_COL2)	0.1261	0.000619	3.0	57
D(LN_PIBPC_ESA2)	0.1166	0.001702	4.0	57
D(LN_PIBPC_GUA2)	0.0792	0.001791	5.0	57
D(LN_PIBPC_HA I2)	0.1164	0.001990	3.0	57
D(LN_PIBPC_HON2)	0.0703	0.001067	1.0	57

D(LN_PIBPC_NIC2)	0.1216	0.004837	5.0	57
D(LN_PIBPC_PAN2)	0.1138	0.002163	3.0	56
D(LN_PIBPC_PAR2)	0.1805	0.003154	5.0	57

Pruebas de cointegración

Sample: 1947 2003

Included observations: 57

Cross-sections included: 9

Null Hypothesis: No cointegration

Trend assumption: Deterministic intercept and trend

Automatic lag length selection based on SIC with a max lag of 10

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Alternative hypothesis: common AR coefs. (within-dimension)

	<u>Statistic</u>	<u>Prob.</u>	Weighted	<u>Statistic</u>	<u>Prob.</u>
Panel v-Statistic	2.971651	0.0015	2.944705	0.0016	
Panel rho-Statistic	-0.953788	0.1701	-1.449687	0.0736	
Panel PP-Statistic	-1.749967	0.0401	-2.276034	0.0114	
Panel ADF-Statistic	-1.666004	0.0479	-2.114840	0.0172	

Alternative hypothesis: individual AR coefs. (between-dimension)

	<u>Statistic</u>	<u>Prob.</u>
Group rho-Statistic	-0.949790	0.1711
Group PP-Statistic	-2.230095	0.0129
Group ADF-Statistic	-2.047759	0.0203

Sample: 1947 2003

Included observations: 57

Null Hypothesis: No cointegration

Trend assumption: No deterministic trend

Automatic lag length selection based on SIC with a max lag of 10

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

	<u>t-Statistic</u>	<u>Prob.</u>
ADF	-2.553578	0.0053

Residual variance	0.011999
HAC variance	0.014498