



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERIA

ANÁLISIS DE LOS CICLOS DE PATENTAMIENTO EN COMPARACIÓN CON LOS CICLOS ECONÓMICOS PARA INDUSTRIAS BASADAS EN COMMODITIES

MAURICIO ANDRÉS CHIONG CASTILLO

Actividad de Graduación para optar al grado de
MAGISTER EN INNOVACIÓN

Profesor Supervisor:
JULIO PERTUZÉ (PHD)

Santiago de Chile, (Octubre, 2019)

© 2019, Mauricio Andrés Chiong Castillo



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERIA
Departamento de Ingeniería Industrial y Sistemas

ANÁLISIS DE LOS CICLOS DE PATENTAMIENTO EN COMPARACIÓN CON LOS CICLOS ECONÓMICOS PARA INDUSTRIAS BASADAS EN COMMODITIES

MAURICIO ANDRÉS CHIONG CASTILLO

Proyecto presentado a la Comisión integrada por los profesores:

JULIO PERTUZÉ

FRANCISCO PIZARRO

TOMÁS REYES

ROCÍO ORTIZ

Para completar las exigencias del grado de
Magister en Innovación

Santiago de Chile, (Octubre, 2019)

DEDICATORIA

A mi familia y seres queridos que me alentaron en este camino.

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia agradezco a mi madre por enseñarme el valor del esfuerzo y de la perseverancia para lograr tus metas, sin su ejemplo, no sería lo que soy hoy en día. Agradezco a mis profesores, que me enseñaron que la ingeniería es más que cálculos y fórmulas, y que lo más importante es aprender para aplicarlo en la resolución de problemas que entreguen valor a la sociedad, y no para dejarlo guardado en un cajón. Les agradezco también a todos los docentes y administrativos de la Universidad que me apoyaron siempre como un alumno “especial”, que emprendía mientras estudiaba, con compromisos y viajes, que no me permitieron ser el alumno “ideal”. Agradezco especialmente a Ricardo Vilches, coordinador docente de Ingeniería, quien me llamó desinteresadamente a finales de 2016 para proponerme que terminara los estudios de Ingeniería que había abandonado debido a mis emprendimientos. Su propuesta, de realizar un magister para convalidar los cursos de reposición y hacer una tesis conjunta, me dieron una luz para cerrar este ciclo. Sin su llamado, no hubiera conseguido hacerlo. Agradezco también a mi profesor guía Julio Pertuzé quien me soportó en todo el proceso, mis amigos, seres queridos, y familia. Sin su apoyo esto hubiera sido imposible.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS	V
LISTA DE ILUSTRACIONES	VIII
LISTA DE TABLAS.....	X
LISTA DE ECUACIONES	XI
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
ABREVIACIONES	XIV
1. CAPÍTULO PRIMERO: INTRODUCCIÓN	1
1.1. INTRODUCCIÓN GENERAL	1
1.2. REVISIÓN DE ESTUDIOS PREVIOS REFERENTES A LOS CICLOS DE INNOVACIÓN DENTRO DE EMPRESAS EN RELACIÓN A LOS CICLOS ECONÓMICOS	3
1.2.1. Análisis “Schumpeteriano” referente a los ciclos económicos en relación a la innovación	3
1.2.2. Revisión de otros estudios respecto del comportamiento de la innovación en distintas fases de los ciclos económicos.....	8
1.2.3. Argumentos sobre la prociclicalidad y contraciclicalidad de la innovación respecto a los ciclos económicos. Otros autores	8
1.2.4. Metodologías para de medir la innovación empresarial según diversos autores .	11
1.2.5. Desfases o <i>Lags</i> entre la inversión en <i>R&D</i> y la obtención de resultados tangibles como patentes y/o comercialización nuevos productos.....	13
1.2.6. Discusión.....	14
1.3. HIPÓTESIS DE TRABAJO	17
1.4. OBJETIVOS	18
1.4.1. Objetivo general.....	18
1.4.2. Objetivos específicos	18
2. CAPÍTULO SEGUNDO: SOBRE LAS BASES DE DATOS DE PATENTES DE INVENCION INTERNACIONAL.....	20
2.1. INVESTIGACIONES PREVIAS PARA JUSTIFICAR LA UTILIZACIÓN DE LAS PATENTES DE INVENCION PRESENTADAS, COMO MEDIDA DE INNOVACIÓN EN LAS EMPRESAS.....	20
2.2. INTRODUCCIÓN A LAS BASES DE DATOS DE PATENTES.....	23
2.3. CLASIFICACIÓN DE PATENTES	23
2.3.1. NACE.....	23
2.3.2. IPC	24
2.4. METODOLOGÍA DE TRABAJO	25
2.4.1. Segmentación de las patentes en la base de datos mediante el uso de NACE1 y los códigos IPC.....	25

2.4.2.	Obtención del conteo de patentes registradas bajo los códigos definidos previamente como commodities.....	27
2.5.	RESULTADOS PRELIMINARES	28
2.6.	ALCANCES Y LIMITACIONES DEL SISTEMA UTILIZADO	30
3.	CAPÍTULO TERCERO: SOBRE LAS SERIES DE TIEMPO Y EL ANÁLISIS DE LA CORRELACIÓN ENTRE DOS SERIES	32
3.1.	SISTEMAS DE ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO	32
3.1.1.	Introducción al SSA	32
3.1.2.	Descripción del método	34
3.1.3.	Primera fase: Descomposición.....	34
3.1.3.1.	Primer paso: Incrustación.....	34
3.1.3.2.	Segundo paso: Descomposición en valores singulares.....	35
3.1.4.	Segunda fase: Fase de reconstrucción.....	36
3.1.4.1.	Primer paso: Agrupamiento	36
3.1.4.2.	Segundo paso: Promedio por diagonales	37
3.1.5.		38
3.1.6.	Obtención de las componentes principales	38
3.1.7.	Eliminación del ruido.....	39
3.2.	Discusión y elección del sistema SSA, una comparativa con el método utilizado por otros autores	40
3.3.	Análisis de la correlación entre dos series	43
4.	CAPÍTULO CUARTO: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA BASE DE DATOS EPO-PATSTAT CON EL MÉTODO SSA	45
4.1.	ANÁLISIS DE LAS CURVAS REPRESENTATIVAS DEL CICLO DE PATENTAMIENTO EN INDUSTRIAS COMMODITIES CON EL SISTEMA SSA.....	45
4.1.1.	Normalización de las series de datos o curvas.....	45
4.1.2.	Aplicación del método SSA a la base de datos de patentes.....	48
4.1.3.	Obtención de la serie representativa del ciclo de patentamiento en industrias commodities	53
4.2.	ANÁLISIS DE LA BASE DE DATOS REPRESENTATIVA DEL CICLO ECONÓMICO CON EL SISTEMA SSA.....	54
4.2.1.	Elección de la base de datos representativa del ciclo económico mundial.....	54
4.2.2.	Obtención del ciclo sin tendencia ni ruido.....	56
4.3.	ANÁLISIS DE LA CORRELACIÓN.....	57
4.3.1.	Análisis de la correlación para distintos <i>lag</i> utilizando el método de correlación cruzada	57
4.4.	RESULTADOS	58
4.4.1.	Resultados obtenidos	58
4.4.1.	Análisis de la significancia en la correlación lineal para <i>lag</i> -1.....	60
4.4.1.	Análisis de la correlación entre los ciclos económicos y las patentes agregadas sin segmentación de industrias	61
4.4.2.	Interpretación de los resultados.....	63
4.4.3.	Similitudes y diferencias entre las teorías actuales predominantes y los resultados esperados	63
5.	CONCLUSIONES	67
5.1.	SUMARIO	67
5.2.	CONCLUSIONES	67
5.3.	TRABAJO FUTURO	68

BIBLIOGRAFÍA	70
Libros.....	70
Artículos y revistas	70
Páginas web	71
ANEXO A: Base de datos de patentes	73
ANEXO B: Diagrama UML Base de datos PATSTAT.....	74
ANEXO C: Consulta SQL utilizada para extraer la BD de patstat	75
ANEXO D: Tabla filtrada de concordancia entre códigos NACE 1 commodities y códigos IPC para las patentes de la BD PATSTAT.....	76
ANEXO E: Tabla filtrada revisada de concordancia entre códigos NACE 1 commodities y códigos IPC para las patentes de la BD PATSTAT	81
ANEXO F: Código en R para procesamiento de datos utilizados a lo largo de este estudio	84
ANEXO G: Base de datos de producto interno bruto mundial (GDP) deflactado por inflación	93
ANEXO H: Series originales versus normalizadas	94
ANEXO I: Gráfico de correlación cruzada entre la serie representativa de patentamiento commodities y el GDP mundial deflactado.....	97
ANEXO J: Gráficos y tablas respecto al análisis de ciclos económicos en comparación con patentes agregadas sin segmentación por industria.....	98
ANEXO K: Base de datos de patentes Código NACE 1 número 23 en comparación con el total.....	100
ANEXO L: Series normalizadas versus normalizadas sin tendencia ni ruido	102
ANEXO M: Descomposición gráfica de las series según sus valores singulares	106
ANEXO N: Descomposición numérica de las series según sus valores singulares ..	110

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Diagramas de Venn representando la relación entre R&D, patentes y nuevos productos en dos industrias hipotéticas, o dos compañías promedio dentro de una industria (A y B) con diferentes grados de superposición.	22
Ilustración 2: Conteo de Patentes desde BD PATSTAT según códigos elegidos	29
Ilustración 3: Conteo de Patentes desde BD PATSTAT según códigos elegidos, excluyendo código NACE 1 número 23	30
Ilustración 4: Cantidad de patentes <i>NACE</i> 1 número 23 por año. Serie normalizada	46
Ilustración 5: Cantidad de patentes NACE 1 catalogados como <i>commodities</i> , por año. Series normalizadas	47
Ilustración 6: Descomposición de la serie NACE 1: 23 en sus valores singulares	48
Ilustración 7: Comparación entre las series normalizada, normalizada sin tendencia y normalizada sin tendencia ni ruido para NACE:23	52
Ilustración 8: Comparación entre las series normalizada, normalizada sin tendencia y normalizada sin tendencia ni ruido para todas las series <i>commodities</i>	52
Ilustración 9: Serie representativa de las series <i>commodities</i> normalizadas	53
Ilustración 10: Curva de patentamiento y la curva del <i>GDP</i> mundial deflactado	56
Ilustración 11: Análisis de regresión entre la serie representativa de patentes <i>commodities</i> y la serie del ciclo económico.....	61
Ilustración 12: Análisis de regresión entre curva agregada de patentes y <i>GDP</i> mundial deflactado.....	62
Ilustración 13: Diagrama UML Base de datos PATSTAT.....	74
Ilustración 14: Comparación entre la serie Original y Normalizada para NACE: 15	94
Ilustración 15: Comparación entre la serie Original y Normalizada para NACE: 16	94
Ilustración 16: Comparación entre la serie Original y Normalizada para NACE: 20	95
Ilustración 17: Comparación entre la serie Original y Normalizada para NACE: 21	95
Ilustración 18: Comparación entre la serie Original y Normalizada para NACE: 23	95
Ilustración 19: Comparación entre la serie Original y Normalizada para NACE: 26	96
Ilustración 20: Comparación entre la serie Original y Normalizada para NACE: 27	96
Ilustración 21: Correlación cruzada entre la Serie representativa de patentamiento de <i>commodities</i> y el <i>GDP</i> deflactado, con lags entre -13 y 13 años.....	97
Ilustración 22: Serie promedio de patentes agregadas versus <i>GDP</i> deflactado.....	98
Ilustración 23: Correlación cruzada entre la serie promedio de patentes agregadas y el <i>GDP</i> deflactado, con lags entre -13 y 13 años.....	98
Ilustración 24: Comparación entre las series normalizada, normalizada sin tendencia y normalizada sin tendencia ni ruido para NACE:15	102
Ilustración 25: Comparación entre las series normalizada, normalizada sin tendencia y normalizada sin tendencia ni ruido para NACE:16	102
Ilustración 26: Comparación entre las series normalizada, normalizada sin tendencia y normalizada sin tendencia ni ruido para NACE:20	103
Ilustración 27: Comparación entre las series normalizada, normalizada sin tendencia y normalizada sin tendencia ni ruido para NACE:21	103
Ilustración 28: Comparación entre las series normalizada, normalizada sin tendencia y normalizada sin tendencia ni ruido para NACE:23	104

Ilustración 29: Comparación entre las series normalizada, normalizada sin tendencia y normalizada sin tendencia ni ruido para NACE:26	104
Ilustración 30: Comparación entre las series normalizada, normalizada sin tendencia y normalizada sin tendencia ni ruido para NACE:27	105
Ilustración 31: Descomposición de la serie NACE1: 15 en sus valores singulares	106
Ilustración 32: Descomposición de la serie NACE1: 16 en sus valores singulares	106
Ilustración 33: Descomposición de la serie NACE1: 20 en sus valores singulares	107
Ilustración 34: Descomposición de la serie NACE1: 21 en sus valores singulares	107
Ilustración 35: Descomposición de la serie NACE1: 23 en sus valores singulares	108
Ilustración 36: Descomposición de la serie NACE1: 26 en sus valores singulares	108
Ilustración 37: Descomposición de la serie NACE1: 27 en sus valores singulares	109

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Resumen de las posturas de diversos autores acerca de las causas y efectos de los ciclos económicos y la innovación	15
Tabla 2: Resumen de las posturas de diversos autores acerca de la ciclicalidad de la relación entre los ciclos económicos y la innovación.....	17
Tabla 3: Resumen tabla códigos NACE 1 utilizados en el estudio	26
Tabla 4: Resumen tabla códigos IPC utilizados en el estudio.....	26
Tabla 5: Base de datos de cantidad de patentes presentadas anualmente según su clasificación NACE1	29
Tabla 6: Componentes según su nivel de explicación de variabilidad	33
Tabla 7: Porcentaje que explica cada una de las componentes sobre el total de variabilidad	49
Tabla 8: Descomposición de las series en sus componentes	51
Tabla 9: Tabla de correlaciones cruzadas con lags entre -13 y 13 años	59
Tabla 10: Base de datos de cantidad de patentes presentadas anualmente según su clasificación NACE1	73
Tabla 11: Tabla de concordancia entre códigos NACE 1 y códigos IPC para las patentes de la base de datos PATSTAT.....	80
Tabla 12: Tabla de concordancia revisada entre códigos NACE 1 y códigos IPC para las patentes de la base de datos PATSTAT.....	83
Tabla 13: Producto interno bruto mundial (GDP) deflactado por inflación.....	93
Tabla 14: Tabla de correlaciones cruzadas con lags entre -13 y 13 años	99
Tabla 15: BD de patentes código NACE 1 número 23 en comparación con el total	101
Tabla 16: Porcentaje que explica cada una de las componentes sobre el total de variabilidad	110

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1: Matriz de trayectoria.....	35
Ecuación 2: Valores singulares de la sobre la Matriz.....	35
Ecuación 3: Descomposición en valores singulares	36
Ecuación 4: Matriz de trayectoria reconstruida.....	37
Ecuación 5: Función para promediar las anti-diagonales de la matriz de trayectoria reconstruida	37
Ecuación 6: i-ésima componente principal.....	38
Ecuación 7: Variabilidad de la i-ésima componente	39
Ecuación 8: Variabilidad de las primeras J componentes	39
Ecuación 9: Descomposición en valores singulares	40
Ecuación 10: Hipótesis nula de Pearson's product moment.....	60
Ecuación 11: Distribución de la correlación muestral.....	60

RESUMEN

Trabajos recientes han revivido la hipótesis *Schumpeteriana* acerca de la relación entre innovación y crecimiento económico. Mientras la literatura más antigua ha mostrado que las recesiones facilitan la innovación, en tanto liberan recursos con un costo de oportunidad menor; estudios más recientes han argumentado que la correlación es, por el contrario, procíclica. A pesar de tener una visión común donde existe una clara correlación, los estudios previos argumentan con bases sólidas, tanto a favor o en contra de un comportamiento procíclico. Este estudio argumenta que el crecimiento económico está positivamente correlacionado con la actividad de *R&D* en industrias basadas en commodities, medida como la cantidad de patentes de invención registradas, y la correlación ha mostrado ser procíclica con un *lag*. Esto significa que el crecimiento económico y la innovación son procíclicos con un efecto retardado.

ABSTRACT

Recent work has revived the Schumpeterian hypothesis about the relationship between innovation and growth. While older literature has shown recessions lead to innovation because in recessions the opportunity cost is lower, more recent studies has argued the correlation is, conversely, procyclical. Despite having a common vision where the correlation clearly exists, the previous studies argue, either in favor, or against the procyclical behavior, both with solid supports. This study argues that Economic Growth is positively correlated to the R&D activity in commodity's-based industries, measured as an outcome of patents issued, and the correlation showed to be procyclical with a lag. This means the economic growth and the innovation are procyclical with a delayed effect.

ABREVIACIONES

BD: Base de datos.

CORFO: Corporación de Fomento a la producción de Chile.

EPO: European Patent Office.

GDP: Gross Domestic Product

INAPI: Instituto nacional de propiedad intelectual (Chile)

INPADOC: International Patent Documentation.

IPC: International Patent Clasification.

ISA: International Searching Authorities.

JPO: Japan Patent Office

NACE: Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne.

NBER: National Bureau of Economic Research.

NSF: National Science Foundation.

OMPI: Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (*WIPO* en Inglés)

PATSTAT: Worldwide Patent Statistical Database.

PCT: Patent Cooperation Treaty.

PCT: Patent Cooperation Treaty.

PIB: Producto Interno Bruto

R&D: Research and development.

SQL: Structured Query Language

SSA: Singular Spectrum Analysis.

USO: US Patent Office

USP: US Foreign Priority Patents

USPTO: United States Patent and Trademark Office.

WIPO: World Intellectual Property Organization.

1. CAPÍTULO PRIMERO: INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN GENERAL

Esta memoria busca analizar la relación existente entre los ciclos económicos mundiales, medidos como *GDP*¹ mundial constante², y la innovación generada en las empresas provenientes de industrias *commodities*³, medida como el conteo de patentes de invención⁴ presentadas a nivel mundial, bajo la categorización⁵ de *commodities*. Este tema tiene especial importancia para una posible aplicación en las políticas públicas de fomento a la innovación, sobre todo, en países en vía de desarrollo, como Chile, y que además, tienen economías basadas en recursos naturales, y donde la innovación tecnológica al interior de

¹Se define GDP (en español PIB) como: “El valor total de los bienes y servicios producidos por un país en un año”. [Cambridge Dictionary. (2019). GDP. 19 de julio de 2019, de Cambridge University Press Sitio web: <https://dictionary.cambridge.org/es/diccionario/ingles/gdp>]. Más aún, autores como Mankiw (2012) definen el GDP como: “[...] *Al juzgar si a la economía le está yendo bien o mal, es natural considerar el ingreso total que todos en la economía están ganando. Esa es la tarea del producto interno bruto. El PIB mide dos cosas a la vez: el ingreso total de todos en la economía y el gasto total en la producción de bienes y servicios de la economía. PIB Puede realizar el truco de medir tanto el ingreso total como el gasto total. Porque estas dos cosas son realmente las mismas. Para una economía en su conjunto, los ingresos deben ser igual al gasto.*” [Mankiw, G. (2012). *Measuring a Nation's Income*. En *Principles of Economy* 6th Edition(492). Mason: South-Western, Cengage Learning.]

²Más adelante se comentará sobre la distinción y la justificación acerca de la utilización del GDP constante, en comparación del GDP nominal.

³Se entiende *commodities* como bienes con bajo valor de diferenciación, tales como minerales (oro, cobre, estaño), productos derivados de la agricultura, entre otros. [Mankiw, G. (2012). *Measuring the Cost of living*. En *Principles of Economy* 6th Edition(537-540). Mason: South-Western, Cengage Learning.]

⁴“[...] *Por patente se entiende el derecho exclusivo que concede el Estado para la protección de una invención. La patente da a su titular el derecho exclusivo a impedir que terceras personas exploten comercialmente la invención protegida durante un período limitado de tiempo, a cambio de revelar la invención al público. Por consiguiente, el propietario de la patente (su titular) puede impedir que otros fabriquen, utilicen, ofrezcan a la venta, vendan o importen la invención patentada sin permiso, y pueden demandar a quien explote la invención patentada sin su permiso [...] durante un plazo limitado, que suele ser de 20 años.*” [INAPI. (N/A). ¿Qué son las patentes?. 10 de julio de 2019, de Instituto Nacional de Propiedad Industrial Sitio web: <https://www.inapi.cl/portal/institucional/600/w3-article-744.html>]

⁵ En capítulos posteriores, se explicará la metodología específica para dicha categorización.

las empresas puede cumplir un rol fundamental para potenciar el desarrollo económico de largo plazo del país.

Adicionalmente, durante este trabajo, se discutirá acerca de los efectos, que la literatura existente indica, que la inyección de capitales en *R&D* tiene dentro de las empresas, tanto en los tiempos que demora en actuar, como en el efecto en obtener resultados de innovación tangibles como patentes de invención presentadas (*issued* ⁶), patentes de invención otorgadas (*granted*), o lanzamiento de nuevos productos.

Asimismo, la discusión posterior a este trabajo, se puede centrar en entender cómo ciertos incentivos a la innovación por parte de un ente gubernamental, como CORFO⁷ en el caso de Chile, tienen un efecto real en la generación de innovación medible en las empresas, y cuál sería el tiempo que demoraría en notarse el efecto en la economía posterior a la inyección de recursos.

⁶ Se realizará una distinción importante en capítulos posteriores, entre la utilización de patentes presentadas (*issued*), y la utilización de patentes otorgadas (*granted*); como proxy o medida de la innovación empresarial. Esta distinción es importante tenerla presente, toda vez que, al analizar bases de datos de registros de patentes, éstas se pueden catalogar entre solicitudes de patentes de invención presentadas, o solicitudes de patentes de invención presentadas que además han sido otorgadas. De esa manera, la diferencia no es sólo semántica, y obedece al proceso propio de patentamiento donde las segundas, son un subconjunto de las primeras.

⁷ “(CORFO) es la agencia del Gobierno de Chile, dependiente del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo a cargo de apoyar el emprendimiento, la innovación y la competitividad en el país junto con fortalecer el capital humano y las capacidades tecnológicas. Teniendo como principal objetivo, el de promover una sociedad de más y mejores oportunidades para todos (as) y contribuir al desarrollo económico del país.” [<https://www.corfo.cl/sites/cpp/sobrecorfo>]

1.2. REVISIÓN DE ESTUDIOS PREVIOS REFERENTES A LOS CICLOS DE INNOVACIÓN DENTRO DE EMPRESAS EN RELACIÓN A LOS CICLOS ECONÓMICOS

1.2.1. Análisis “Schumpeteriano”⁸ referente a los ciclos económicos en relación a la innovación

La discusión sobre la relación entre los ciclos económicos y la innovación no es nueva. La búsqueda por establecer una relación entre innovación y crecimiento económico comenzó a principios del siglo XX con el economista Joseph Alois Schumpeter, nacido en el imperio Austro-Húngaro en 1883, quien posteriormente desarrolló su carrera en Austria y Estados Unidos, siendo profesor de la Universidad de Harvard. Uno de sus principales aportes en la teoría económica fue identificar que en el desarrollo capitalista, había un comportamiento cíclico irregular. A principios del siglo XX Schumpeter (1911) plasma su teoría del *Unternehmergeist*⁹ (espíritu emprendedor), planteando que:

“Los emprendedores “crean innovaciones técnicas y financieras en un medio competitivo en el que deben asumir continuos riesgos y recibir beneficios que no siempre se mantienen en el tiempo. Todos estos elementos intervienen en el crecimiento económico irregular”. Schumpeter (1911)

Así, según la visión *Schumpeteriana*, término acuñado en variados estudios como referencia a la postura del economista Austro-Americano, las innovaciones venían en

⁸ En la literatura respecto al tema tratado en este estudio, se encuentra ampliamente utilizado el término *Schumpeterian*, para referirse al punto de vista del economista Joseph Alois Schumpeter, frente a diversas teorías de los ciclos económicos, en especial, y en este contexto, este trabajo se referirá en adelante utilizando los términos Schumpeteriano o Schumpeteriana para referirse a la teoría de que la innovación y los ciclos económicos se correlacionan de manera contracíclica. Se asume que el lector, interpretará de manera correcta que esta simplificación, es sólo de carácter semántico, y no significa una trivialización de las teorías del autor en cuestión.

⁹ Schumpeter, J. (1911). *The Theory of Economic Development*. Cambridge: Harvard University Press.

“bandadas”, con lo que él llamaba un “ventarrón de destrucción creativa” (Schumpeter, 1911).

Para entender correctamente la visión del autor, debe observarse que, en obras posteriores¹⁰, éste analiza cómo la innovación afecta a los ciclos económicos haciendo una distinción en dos esferas distintas.

En Primer lugar, Schumpeter (1939): define los ciclos económicos separándolos en tres tipos, que tienen diferencias en cuanto a su duración y características: ciclos de *Kondratieffs*, ciclos de *Juglar* y ciclos de *Kitchin*¹¹.

El esquema de los tres ciclos fue una elección para explicar el modelo en el contexto de su obra, no establece una periodicidad exacta, y debe entenderse que se ha utilizado de manera conveniente para mostrar ciclos de largo, mediano y corto plazo:

(1) Los ciclos de *Kondratieffs* son los más largos, en promedio de 60 años, se producen debido a innovaciones que transforman los fundamentos del sistema económico, y se componen de una fase “ascendente”, o periodo de disrupción creativa y una “descendente”, o dominio de la tendencia al equilibrio. Ejemplos de estas ondas son la revolución industrial, que se data entre 1780 y 1842, la era del acero entre 1842 y 1897, y la época de la electricidad, la química y los motores entre 1898 y el momento de la publicación de su obra,

(2) Los ciclos de *Juglar*, se caracterizan por tener una duración entre 9 y 10 años, tienen una “gran crisis”, y están asociadas con procesos innovadores en la industria y el comercio,

¹⁰ Schumpeter, J. (1939). *Business Cycles: A theoretical, historical, and statistical analysis of the capitalist process*, New York: McGraw-Hill Book Company.

¹¹ Schumpeter, J. (1939). *Ibíd*, 169-171.

(3) Los ciclos de *Kitchin* duran en promedio 40 meses, y si bien, el autor indica que no hay evidencia histórica tan fuerte como para demostrar su existencia, se toma la decisión de incorporarlos en su análisis para explicar el comportamiento cíclico con un número definido de clases de ciclos.

Según explica,

“Por las razones dadas para esperar la presencia simultánea de ciclos de diferente orden, se sigue que para nosotros el problema que aparece tan pronto reconocemos la presencia de más de un movimiento cíclico, es un problema sólo de interferencia y no un problema de causa diferente. Todos serán explicados en términos del proceso de evolución económica tal como es descrito en nuestro modelo. Innovaciones, sus inmediatos y ulteriores efectos y la respuesta hacia ellos por el sistema, son la “causa” común de todos ellos, pese a que diferentes tipos de innovación o diferentes tipos de efectos pueden jugar diferentes roles en cada uno de ellos¹²”. (Schumpeter, 1939)

La segunda esfera que analiza, hace referencia a las distintas fases que hay dentro de un ciclo económico. El autor, define y explica cuáles son aquellas cuatro fases: recesión, depresión¹³, revitalización y prosperidad; y cómo la innovación actúa como una fuerza resitutiva del equilibrio que impulsa la economía desde la fase de recesión hacia la revitalización¹⁴.

“Cada fase es un fenómeno compuesto distinto, no solo distinguible por un conjunto específico de características, sino también explicable en términos de las diferentes ‘fuerzas’ que lo dominan y producen esas características. Como nosotros sabemos, estas ‘fuerzas’ consisten en fenómenos concretamente observables como innovación [...] La segunda y cuarta fases, recesión y revitalización, difieren en la naturaleza de las desviaciones que liquidan o

¹² Schumpeter, J. (1939), Op. cit, 171-172.

¹³ El autor indica, que si bien la depresión es una consecuencia natural de la recesión. El espiral negativo que lleva desde la una a la otra, no siempre, necesariamente actúa, en tanto que pueden existir variables extrínsecas, que limitan o anulan su efecto. Es decir, puede existir recesión, sin depresión, lo que continuaría luego con la revitalización. [Schumpeter, J. (1939), Op. cit, 130-192]

¹⁴ Schumpeter, J. (1939), Op. cit, 130-192.

absorben y en los signos del último. Son similares en la naturaleza del mecanismo en el trabajo que en ambos casos consiste en relaciones de equilibrio entre los elementos del sistema económico que se hace valer. Las primeras y terceras fases, la prosperidad y la depresión, difieren en la naturaleza del impulso que promueve. El sistema y de las desviaciones que se desarrollan. Son iguales en eso en cada caso, el sistema se aleja del equilibrio y se convierte en desequilibrio¹⁵". (Schumpeter, 1939)

Schumpeter (1939) predice que en momentos de recesión, las empresas concentrarán las inversiones en innovación:

"Sería obvio que tiempos de innovación (en naciones socialistas) son tiempos de sacrificio, de trabajo para el futuro, mientras la cosecha viene después. Esto también es cierto en sociedades capitalistas; y que la cosecha es compartida bajo síntomas recesivos y con mayor ansiedad que júbilo es fácilmente contabilizado y no altera el principio. Podríamos notar nuevamente, que la recesión, además de ser un tiempo de cosecha de los resultados de innovaciones precedentes, es también un tiempo de cosecha sus efectos indirectos. Los nuevos métodos están siendo copiados y mejorados; adaptación a ellos o al impacto de los nuevos commodities¹⁶ consiste en parte en "inventos inducidos"; algunas industrias se expanden dentro de nuevas oportunidades de inversión creadas por los logros de los emprendedores; otros responden por racionalización de sus procesos tecnológicos y comerciales bajo presión; mucha madera muerta desaparece¹⁷". (Schumpeter, 1939)

"La demanda por equipamiento que es inducida por la actividad emprendedora no solo no cesa, sino que en realidad se concentra en las fases de recesión y revitalización¹⁸". (Schumpeter, 1939)

¹⁵ Schumpeter, J. (1939). Op. cit, 156.

¹⁶ El autor se refiere a *commodities*, como aquellos bienes que se producen en industrias manufactureras: no utiliza el término de la misma manera, y con la misma significancia, que se hace en el resto de este estudio, donde se tratan como materias primas.

¹⁷ Schumpeter, J. (1939), Op. cit, 143.

¹⁸ Schumpeter, J. (1939), Op. cit, 501.

También debido a que los recursos necesarios para generar la innovación, tienen un costo menor cuando la demanda es baja:

“Se ha sostenido frecuentemente que es la baratura resultante del costo de los factores, mano de obra, dinero, maneria prima, quienes eventualmente quiebran el espiral¹⁹ (recesivo)”. (Schumpeter, 1939)

Desde el punto de vista de la teoría económica neoclásica, cuando una economía está en situación de competencia perfecta, un emprendedor sólo podría llegar a tomar ventajas temporales sobre un nuevo producto que ha desarrollado y lanzado al mercado. Debido a la rápida entrada de nuevos competidores al mercado, los precios deberían tender disminuir hasta llegar al costo marginal.

Según Schumpeter (1966), la concepción económica neoclásica es incorrecta, puesto que, en el capitalismo real, la competencia perfecta no es posible. Schumpeter fundamenta esta afirmación en las siguientes razones:

- (1) No hay completa transparencia en el sistema.
- (2) No hay información gratuita e inmediata.
- (3) No existe un libre ingreso a todas las esferas productivas. De hecho, por el contrario, estas imperfecciones del sistema económico son el motor mismo que impulsa el progreso tecnológico-productivo del sistema capitalista.

“La introducción de nuevos métodos de producción y de nuevas mercancías difícilmente podría concebirse en una situación de competencia perfecta —y perfectamente inmediata— desde el comienzo. Y esto quiere decir que la mayor parte de lo que llamamos progreso económico es incompatible con ella [...]. A este respecto, la competencia perfecta no solo es imposible sino inferior y no tiene

¹⁹ Schumpeter, J. (1939), Op. cit, 154.

*ningún derecho de ser puesta como un modelo de eficiencia ideal*²⁰”. (Schumpeter, 1966)

Existe entonces, una correlación entre los esfuerzos de los emprendedores y el desarrollo económico que es resultado de su actividad, donde el emprendedor gracias a ciertas actividades desestabilizadoras llamadas innovación, es capaz de generar posiciones temporales de monopolio y recibir lo que él llama “cuasi rentas monopolísticas”²¹. (Schumpeter, 1966).

1.2.2. Revisión de otros estudios respecto del comportamiento de la innovación en distintas fases de los ciclos económicos

Luego de realizar una búsqueda de estudios referentes al comportamiento de los ciclos de innovación en relación con ciclos económicos, se han encontrado variados autores que intentan abordar la problemática desde distintas ópticas. Estas visiones, no son necesariamente contradictorias, pero deben ser analizadas en primera instancia de manera individual, para luego integrarlas y establecer un punto de partida claro para el estudio a realizar en este trabajo. Dentro de las consideraciones debe incluirse las metodologías para medir la innovación empresarial, y para medir los ciclos económicos; y los posibles *lags* que existen entre la inyección de recursos en *R&D* y los resultados obtenidos por las empresas.

1.2.3. Argumentos sobre la prociclicidad y contraciclicidad de la innovación respecto a los ciclos económicos. Otros autores

²⁰ Schumpeter, J. (1966). *Capitalism, Socialism and Democracy*. London: Unwin University Books, 105-106.

²¹ Schumpeter, J. (1939). *Business Cycles: A theoretical, historical, and statistical analysis of the capitalist process*, New York: McGraw-Hill Book Company.

Autores como François & Lloyd-Ellis (2003), apoyan la contraciclicidad descrita por Schumpeter (1939), entre los ciclos económicos y la innovación²² con explicaciones tal como la asignación *ex profeso* de recursos hacia la explotación en momentos de *boom* económico, dado el alto precio de los recursos, que no permitirían ser asignados a actividades no rentables en el presente como la búsqueda de nuevas ideas y generación de innovación.

“Después de un boom, el costo de los salarios es tan alto que inicialmente no es rentable comenzar nuevas actividades emprendedoras. Cuando el próximo boom se aproxima, sin embargo, el valor presente de las nuevas innovaciones crece hasta cierto punto que se vuelve rentable asignar esfuerzo emprendedor hacia la innovación. Mientras la mano de obra es retirada desde producción, la productividad percapita decae gradualmente. Eventualmente se vuelve rentable implementar el inventario de innovaciones que se han acumulado durante la recesión, y el ciclo comienza nuevamente”. François & Lloyd-Ellis (2003)

Sin embargo, otros autores como Kira & Ulya (2014), presentan sus estudios argumentando en contra de la postura Schumpeteriana, indicando que las empresas cambian su comportamiento para aumentar los gastos en *R&D* y la generación de innovación, en momentos de *boom*²⁴ económico para maximizar los retornos al capturar períodos de alta demanda antes de que sus competidores tomen participaciones de aquellas rentas. Argumenta además, sobre la distinta sensibilidad del patentamiento frente a cambios en la demanda (ciclos económicos) para diferentes industrias, segmentando por protección intelectual débil o fuerte, y por obsolescencia de productos, encontrando que la actividad innovativa es procíclica²⁵.

²² El autor, en este caso plantea la innovación como creación de invenciones y no como lanzamiento de nuevos productos, ya que hace una clara distinción en los tiempos en que se genera la una y la otra, y las razones existentes para aquel desfase.

²³ François, P. & Lloyd-Ellis, H. (2003). Animal spirits through creative destruction. *The American Economic Review*, 93, 532.

²⁴ En adelante, se utilizará indistintamente los términos *boom*, auge o prosperidad, para referirse a la fase alta del ciclo económico.

²⁵ Kira, F. & Ulya, T. (2014). Op. cit, 662.

A su vez, otros autores, como Barlevy (2004), argumentan detalladamente acerca de la prociclicidad²⁶ en la relación entre *R&D* y los ciclos económicos, defendiendo de manera teórica y matemática sus aseveraciones.

*“En los últimos años, los economistas han argumentado que las recesiones animan a los agentes a buscar más usos productivos de los recursos, y que los ciclos pueden incluso mejorar el bienestar. Sin embargo, uno de las principales formas en que los agentes llegan a usos más productivos de los recursos, esfuerzos de *R&D*, parecen ser procíclica (Contrario al punto de vista Schumpeteriano) [...] Este trabajo se centra en la *R&D* en lugar de la reasignación de trabajo, pero también sostiene que las recesiones conducen, más bien, a una actividad de *R&D* más baja que a una más alta, y que esta disminución en el *R&D* es costosa. Mientras que la teoría schumpeteriana predice correctamente que las recesiones deberían actuar como incubadoras para el crecimiento de la productividad, fricciones, tales como los efectos secundarios dinámicos descritos en este paper [...] excluyen que las recesiones jueguen este papel en la práctica²⁷”. (Barlevy, 2004)*

En trabajos siguientes, Barlevy (2007) concluye que debido a externalidades dinámicas, hay una tendencia a generar *R&D* en los *boom* económicos. Cuantitativamente, este sesgo podría generar un equilibrio procíclico del *R&D* en un entorno donde el camino óptimo es procíclico. Esto implica que para la sociedad sería mejor reasignar parte de su *R&D* hacia las recesiones, precisamente porque permite a la economía crecer a un menor costo de recursos. Sin embargo, esta conclusión no implica necesariamente que la *R&D* sea contracíclica. El sólo hecho de que la *R&D* sea procíclica, por lo tanto, no significa que sea *prima facie*²⁸, evidencia de ineficiencia, aunque el sesgo descrito en este estudio sugiere que, en la práctica, es muy poco probable que haya sustitución inter-temporal de *R&D* a lo largo del ciclo²⁹.

²⁶ Barlevy, G. (2004). Op. cit, 1-50.

²⁷ Barlevy, G. (2004). Op. cit, 28.

²⁸ De latín, a primera vista.

²⁹ Barlevy, G. (2007). On the Cyclicity of Research and Development. THE AMERICAN ECONOMIC REVIEW, 97 (4), 1131-1164.

“En el incentivo para que un innovador acometa el R&D tiene entonces, un fuerte peso en los beneficios a corto plazo de la innovación que le corresponde principalmente a ella. Mientras que un planificador benevolente tomaría en cuenta que la investigación realizada en una recesión cede beneficios cuando las condiciones económicas mejoran, los agentes privados descuentan estos beneficios de largo aliento, y no explotar plenamente los descensos donde llevarían a cabo la innovación a un menor costo. Cuanto más procíclicas son las ganancias, más fuerte es esta distorsión. Si los beneficios son suficientemente procíclicos, la innovación puede caer lo suficiente en las recesiones para convertir el R&D en procíclico sólo debido a esta distorsión. [...] La nueva visión aquí es mostrar que, debido a las externalidades dinámicas, los empresarios tienden a perseguir los beneficios a corto plazo a costa de una sustitución intertemporal, comprometiéndose muy poco R&D durante las recesiones.”³⁰ (Barlevy, 2007)

1.2.4. Metodologías para de medir la innovación empresarial según diversos autores

Durante la revisión bibliográfica se encontró que una de las principales diferencias al abordar la problemática planteada en este estudio, es que se debe definir en primera instancia y de manera clara, cómo se va a medir la innovación al interior de las empresas que forman parte de la muestra a analizar. Esta es una pregunta que en principio parece trivial.

No obstante, al sumergirse en la búsqueda del estado del arte de la materia, se puede apreciar que diversos autores tienen diferentes opiniones respecto a la utilización de diversas variables como *proxy*³¹ que mida la innovación, argumentando a favor de su método, y entregando contras de las otras alternativas.

³⁰ Barlevy, G. (2007). *Ibíd*, 1132.

³¹ La palabra *proxy* en inglés significa representante, indicador o delegado. Es ampliamente usado en la literatura para referirse a variable a analizar que será portadora de la representación de conceptos difíciles de medir por sí mismos. Así, en este caso en específico, un *innovation proxy* es utilizado para indicar que cierta variable a medir representa fielmente la capacidad innovativa dentro de la empresa.

De esa manera, no existe un consenso claro de qué metodología es la más correcta para utilizar. Por ese motivo, primero se presenta en breve las metodologías encontradas:

- (1) Barlevy (2004) utiliza como *proxy* de innovación los gastos en *R&D* financiados y gastados por la industria privada³² reportados por la *NSF*.
- (2) Paunov (2012) miden la variación en la actividad innovadora dentro de las empresas en épocas de crisis, contabilizando la cantidad de proyectos que continúan en ejecución, se pausan o se cancelan, en momentos de crisis económica³³.
- (3) Kira & Ulya (2014) utilizan simultáneamente dos formas de medir la innovación, como conteo de patentes presentadas (*issued*) y gastos en *R&D* para generar un data set nuevo³⁴, obteniendo la información de fuentes como la encuesta de *Carnegie Mellon* y contrastándola con información obtenida de Compustat³⁵ y *NBER*³⁶.

³² Barlevy, G. (2004). On the Timing of Innovation in Stochastic Schumpeterian Growth Models. NBER WORKING PAPER SERIES, 10741, 1-50.

³³ Paunov, C. (2012). The global crisis and firms' investments in innovation. *Research Policy*, 41, 24-35.

³⁴ Kira, F. & Ulya, T. (2014). An empirical examination of the procyclicality of r&d investment and innovation. *The Review of Economics and Statistics*, 96(4), 662–675.

³⁵ Compustat es una base de datos de información financiera, estadística y de mercado sobre compañías globales activas e inactivas en todo el mundo. El servicio comenzó en 1962. [Tuxflux. (2019). Compustat. 15 de Julio de 2019, de Wikipedia Sitio web: <https://en.wikipedia.org/wiki/Compustat>]

³⁶ “Fundada en 1920, el NBER es una organización privada, sin fines de lucro [...] dedicada a realizar investigaciones económicas y divulgar los resultados de investigaciones entre académicos, responsables de políticas públicas y profesionales de negocios. Los investigadores afiliados a NBER estudian una amplia gama de temas y emplean muchos métodos diferentes en su trabajo. Las áreas de enfoque clave incluyen el desarrollo de nuevas mediciones estadísticas, la estimación de modelos cuantitativos de comportamiento económico y el análisis de los efectos de las políticas públicas.” [NBER. (N/A). About the NBER. 15 de Julio de 2019, de NBER Sitio web: <https://www.nber.org/info.html>]

Más adelante en este estudio, se ahondará en los argumentos esgrimidos para validar el uso en este estudio, de las patentes presentadas como un *proxy* adecuado de innovación empresarial.

1.2.5. Desfases o *Lags* entre la inversión en *R&D* y la obtención de resultados tangibles como patentes y/o comercialización nuevos productos

Respecto a los desfases temporales que podría haber entre la inversión en *R&D* y la obtención de nuevas innovaciones, en trabajos posteriores de Barlevy (2007), el autor asume que el *R&D* y la innovación son contemporáneos, porque las empresas son impacientes e introducen sus invenciones inmediatamente³⁷.

François & Lloyd-Ellis (2003), en tanto, asumen que los tiempos para generar *R&D* y lanzar las innovaciones al mercado, tienen un tiempo definido estratégicamente que satisface fines comerciales:

“La destrucción creativa (Schumpeter, 1911)³⁸ implica que la diseminación de conocimiento causada por la implementación eventualmente llevan a mejoras que limitan el tiempo de incumbencia del emprendedor. Anticipando esto, los entrantes determinarán un tiempo de implementación óptimo para asegurar que sus ganancias llegan en un momento de una actividad agregada “no recesiva” y que ellos maximizan el tiempo de su incumbencia. Es este efecto el que lleva al agrupamiento (clustering) en la implementación emprendedora, y, por lo tanto, a un nivel agregado de boom. Si un emprendedor implementa antes del boom, él revela la información subyacente a su mejora productiva a potenciales rivales quienes pueden usar esta información para diseñar sus propias mejoras productivas. Retrasando la implementación hasta el boom el emprendedor retrasa la cosecha de las recompensas, pero maximiza su reinado de incumbencia esperado. Durante el retraso, los emprendedores confían en mantener el secreto

³⁷ Barlevy, G. (2007). Op. cit, 1132.

³⁸ Schumpeter, J. (1911). The Theory of Economic Development. Cambridge: Harvard University Press.

*respecto a la naturaleza de la innovación que ellos poseen*³⁹”. (François & Lloyd-Ellis (2003)

Otros estudios realizados en Estados Unidos con información sobre patentes en los años 70 (Scherer, 1984), muestran que existe un *lag* de 28 meses desde la concepción de la idea hasta la presentación de la patente en la Oficina de Patentes de Estados Unidos⁴⁰. Por otro lado, un caso de estudio japonés (Watanabe, C., Tsuji, Y., Griffy-Brown, C., 2001) encontró *lags* de 1 año entre la concepción de la idea y la aplicación a una patente en la Japan Patent Office (JPA)⁴¹, 5 años en que esta aplicación sea registrada (JPR), 2 años en que sea registrada en Estados Unidos (USR), y sin *lag* adicional si es que es registrada en una oficina internacional extranjera no de US respecto a registrar en US (USP)⁴².

1.2.6. Discusión

Las posturas respecto a la prociclicidad de la innovación respecto a los ciclos económicos, no tienen una respuesta trivial. En la explicación de esta problemática por los autores citados, existen tres aristas que son resueltas, y que debemos separar para entender bien los resultados que en capítulos posteriores se encontrarán:

- (1) Primero, debe entenderse si existe una correlación entre ambas variables analizadas. Podría darse el caso, en que no existiese correlación, y que ambas se comportaran de manera independiente. No obstante, pese a las diferencias

³⁹ François, P. & Lloyd-Ellis, H. (2003). Op. cit, 93, 531.

⁴⁰ Scherer, F. (1984). Using Linked Patent and R&D Data to Measure Interindustry Technology Flows. National Bureau of Economic Research, 0-226-30884-7, 417-464.

⁴¹ Patente aplicada en la Japan Patent Office (JPA). Patente registrada en la Japan Patent Office (JPR). Patente registrada en la US Patent Office (USR). US Foreign Priority Patents (USP) que son aplicaciones que no son registradas directamente en las oficinas de Estados Unidos, ya sea por motivos de mercado, estratégicos o de coste.

⁴² Watanabe, C., Tsuji, Y., Griffy-Brown, C. (2001). Patent statistics: deciphering a ‘real’ versus a ‘pseudo’ proxy of innovation. Technovation, 21, 783–790.

metodológicas y teóricas de los autores, se estaría en presencia de un acuerdo tácito que da cuenta de la existencia de esta correlación,

- (2) En segundo lugar, debe entenderse si existe una causalidad, entendida como que la innovación causa el efecto (positivo o negativo) en el crecimiento económico; o bien, un los movimientos de la economía generan un efecto (positivo o negativo) en la innovación empresarial. En resumen, cuál es la causa y cuál es el efecto. Para entender mejor las visiones de los autores principales citados en este estudio, se hace un resumen de sus teorías en la siguiente tabla:

	Causa	
	<i>Boom económico</i>	<i>Recesión económica</i>
Efecto	<i>Aumento de la actividad innovadora empresarial</i> Barlevy (2004): <i>Boom</i> económico causa aumento del gasto en <i>R&D</i>.⁴³ Kira et al. (2014): Las firmas aumentan el gasto en <i>R&D</i> y la generación de innovación en momentos de boom para maximizar los retornos⁴⁴.	Schumpeter (1939): Recesión económica conduce a un aumento en la actividad innovadora debido a la reasignación de recursos⁴⁵. Fraçois & Lloyd-Ellis (2003): debido a la reasignación de recursos desde la producción hacia el <i>R&D</i> durante un momento de recesión, las empresas generan innovación⁴⁶. Paunov (2012): Una de cada cuatro empresas detienen sus proyectos de innovación en momentos de crisis⁴⁷.

Tabla 1: Resumen de las posturas de diversos autores acerca de las causas y efectos de los ciclos económicos y la innovación

⁴³ Barlevy, G. (2004). On the Timing of Innovation in Stochastic Schumpeterian Growth Models. NBER WORKING PAPER SERIES, 10741, 1-50.

⁴⁴ Kira, F. & Ulya, T. (2014). Op. cit, 662–675.

⁴⁵ Schumpeter, J. (1939). Business Cycles: A theoretical, historical, and statistical analysis of the capitalist process, New York: McGraw-Hill Book Company.

⁴⁶ François, P. & Lloyd-Ellis, H. (2003). Op. cit, 530-550.

⁴⁷ Paunov, C. (2012). Op. cit, 24-35.

- (3) Debe entenderse si es que la correlación es positiva (procíclica) o es negativa (contracíclica). Es decir, se deben contestar preguntas como, ¿en un momento de auge de una de las variables, la otra variable también sube?, ¿en un momento de auge de una variable, la otra baja?.

Para entender mejor las visiones de los autores principales citados en este estudio, se hace un resumen de sus teorías en la siguiente tabla:

<i>Autores</i>	Tipos de ciclos
<i>Schumpeter (1939)</i>	Contracíclico ⁴⁸
<i>Fraçois & Lloyd-Ellis (2003)</i>	Contracíclico ⁴⁹
<i>Barlevy (2004)</i>	Procíclico ⁵⁰
<i>Paunov (2012)</i>	Procíclico ⁵¹
<i>Kira et al. (2014)</i>	Procíclico ⁵²

Tabla 2: Resumen de las posturas de diversos autores acerca de la ciclicidad de la relación entre los ciclos económicos y la innovación

1.3. HIPÓTESIS DE TRABAJO

La hipótesis de trabajo en este estudio es que existe una correlación estadística entre los ciclos económicos, medidos como GDP constante mundial⁵³, y los ciclos de innovación en empresas de industrias commodities, medidos como el recuento de solicitudes de patentes presentadas en el mundo. Adicionalmente, se tiene la hipótesis de que el patentamiento en empresas de estas industrias responde de manera procíclica frente a cambios de tendencia del ciclo económico, y que el primero es una consecuencia del segundo con un eventual retardo.

⁴⁸ Schumpeter, J. (1939), Op. cit.

⁴⁹ Como se revisó anteriormente, la generación de innovaciones es contracíclica debido a la reasignación de recursos desde la producción hacia el R&D; pero el lanzamiento de nuevos productos al mercado, está a la espera del boom económico para maximizar la utilidad generada.

⁵⁰ Barlevy, G. (2004). Op. cit, 1-50.

⁵¹ Paunov, C. (2012). Op. cit, 24-35.

⁵² Kira, F. & Ulya, T. (2014). Op. cit, 662–675.

⁵³ Se utilizará el GDP mundial deflactado, que puede encontrarse en la literatura con los nombres de GDP real, o GDP constante. Indistintamente será nombrado como GDP entendiendo que se han definido previamente sus características. [The World Bank Group. (N/A). What is the difference between current and constant data?. 15 de Julio de 2019, de World Bank Sitio web: <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/114942-what-is-the-difference-between-current-and-constan>]

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

El objetivo principal de este trabajo es analizar si existe una correlación estadística entre el comportamiento cíclico de la cantidad de patentes registradas en el mundo anualmente en industrias *commodities* y el crecimiento económico medido mundial medido como *GDP* deflactado.

1.4.2. Objetivos específicos

Dentro de los objetivos específicos, se encuentran:

- (1) Analizar la correlación estadística entre los ciclos estudiados.
- (2) Analizar si, en caso que se halle una correlación relevante, si ésta es contracíclica o procíclica.
- (3) Obtener una mirada global y agregada acerca del comportamiento de la innovación en empresas de industrias basadas en *commodities*.
- (4) Entender los puntos de vista de los autores que han abordado esta problemática, sus diferencias y similitudes, respectos a la correlación entre innovación y ciclos económicos, y en cuanto a prociclicidad o contraciclicidad
- (5) Ratificar o refutar las teorías de dichos autores, o crear una nueva teoría propia gracias a los resultados obtenidos en este trabajo, y por último

(6) Aplicar herramientas computacionales, matemáticas y estadísticas aprendidas en la carrera de Ingeniería, para ser aplicadas en una problemática de innovación empresarial.

2. CAPÍTULO SEGUNDO: SOBRE LAS BASES DE DATOS DE PATENTES DE INVENCIÓN INTERNACIONAL

2.1. INVESTIGACIONES PREVIAS PARA JUSTIFICAR LA UTILIZACIÓN DE LAS PATENTES DE INVENCIÓN PRESENTADAS, COMO MEDIDA DE INNOVACIÓN EN LAS EMPRESAS

Como se revisó en el capítulo anterior, otros autores de estudios en este tema, han utilizado diferentes agentes para medir la actividad innovadora en las empresas. Estos agentes o *proxys* como son referidos en la literatura, pueden ser *inputs* del proceso innovativo, como el gasto que realiza la empresa en *R&D*⁵⁴ (Barlevy, 2004); u *outputs* del proceso innovativo, tales como la cantidad de patentes presentadas por las empresas. Si bien, las medidas de gastos en *R&D* tienen el problema que sólo hacen alusión a los recursos presupuestados en la búsqueda de generar actividad innovativa, pero no la cantidad resultante de innovaciones; el uso de las patentes como *proxy* de la innovación dentro de las empresas, también ha sido cuestionado en estudios anteriores, en cuanto que, no todas las patentes de invención han probado ser innovaciones, y que también hay muchas innovaciones que no han sido patentadas.

De acuerdo a Scherer (1983) hay ventajas y desventajas, “por un lado, su cobertura temporal y tecnológica es casi completa, a diferencia de los casos de estudio y los recuentos de “grandes innovaciones”, e implican algún estándar de novedad técnica, a diferencia de gastos en investigación y desarrollo o empleo. Por otro lado, la cantidad y calidad del patentamiento industrial pueden depender de la casualidad, la facilidad con que una tecnología se presta para la protección de patentes y las percepciones variables de quienes toman las decisiones de negocios sobre cuánta ventaja obtendrán de los derechos de patente⁵⁵”.

⁵⁴ Barlevy, G. (2004). Op. cit, 1-50.

⁵⁵ Scherer F.M. (1983), *The propensity to Patent*, North-Holland: International Journal of Industrial Organization, Vol 1, pp. 107-108

Trabajos posteriores de Acs & Audretsch (1989) llegan a la conclusión de que hay suficiente evidencia empírica para afirmar que el patentamiento puede ser considerado una medida de la innovación empresarial suficientemente confiable⁵⁶. Y se ha reafirmado en estudios posteriores que el uso de la cantidad de patentes generadas es un *proxy* adecuado para medir la actividad innovativa. Según Acs, Anselin y Varga (2002), “la medida de patentes de invención provee una suficientemente buena, pero no perfecta, representación de la actividad innovativa. Esto soporta el uso del conteo de patentes en estudios que buscan examinar el cambio tecnológico⁵⁷”.

En otras obras como la de Hagedoorn & Cloudt (2003), se realiza una investigación donde se analizan distintos indicadores como los gastos en *R&D*, conteo de patentes, citas de patentes y lanzamientos de nuevos productos, en búsqueda de establecer qué constructo captura mejor la variable latente del desempeño innovador de las empresas. Así, sus estudios se han basado en esos cuatro indicadores para generar una visión amplia de su distinta aplicación. Sin embargo, los hallazgos sugieren que existe una superposición estadística (ver Ilustración 1) entre ellos que es tan fuerte, que cualquier estudio futuro podría considerar utilizar de manera indistinta cualquiera de esos indicadores, en industrias *high-tech*, como medida de la innovación al interior de las empresas⁵⁸.

“Nuestra investigación sugiere que no hay mayor disparidad sistemática entre insumos de R&D, recuentos de patentes, citaciones de patentes y anuncios de nuevos productos [...] No se encontró una disparidad sistemática, ni para la muestra en su conjunto, ni para sectores individuales, o al tomar en cuenta la distribución internacional⁵⁹.” (Hagedoorn & Cloudt, 2003)

⁵⁶ Acs Z., Audretsch D. (1989), *Patents as a Measure of Innovation*, Kyklos: Vol. 42, Fasc 2, pp. 171-180.

⁵⁷ Acs Z., Anselin L. y Varga A. (2002), *Patents and innovation counts as measures of regional production of new knowledge*, Amsterdam: Elsevier Science, Research Policy 31, p. 1080.

⁵⁸ Hagedoorn, J. & Cloudt, M. (2003). Measuring innovative performance: is there an advantage in using multiple indicators?. Research Policy, 32, 1365–1379.

⁵⁹ Hagedoorn, J. & Cloudt, M. (2003). *Ibíd*, 1375.

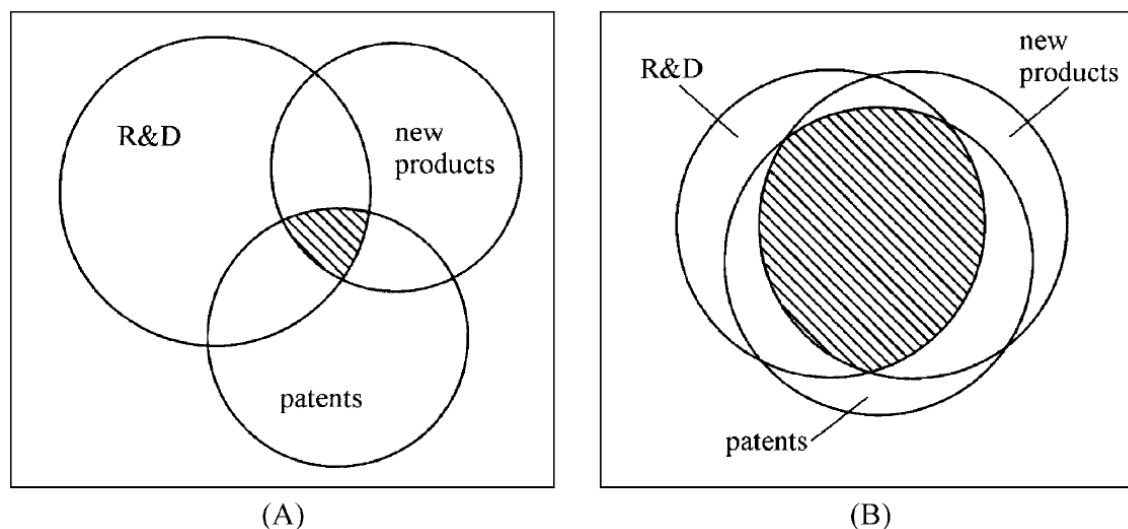


Ilustración 1: Diagramas de Venn representando la relación entre R&D, patentes y nuevos productos en dos industrias hipotéticas, o dos compañías promedio dentro de una industria (A y B) con diferentes grados de superposición.⁶⁰

Para este estudio, la decisión de utilizar una base de datos de patentes mundial como medida de la innovación en las empresas, tiene también un carácter de conveniencia. Dado que uno de los objetivos planteados por este estudio es obtener una mirada global acerca del comportamiento en industrias commodities, obtener información acerca de *proxys* como el gasto en *R&D* o realizar encuestas para saber la cantidad de proyectos en ejecución dentro de los portafolios de innovación, antes y después de las crisis económicas, hubiera significado un esfuerzo inviable.

Asimismo, la base de datos con la que se trabajará durante este informe es la versión online de PATSTAT⁶¹, es una base de datos global de patentes administrada por la EPO⁶², con

⁶⁰ Hagedoorn, J. & Cloudt, M. (2003). *Ibíd*, 1367.

⁶¹ El PATSTAT de la EPO se ha convertido en un punto de referencia en el campo de la inteligencia de patentes y las estadísticas. Ayuda a realizar análisis estadísticos sofisticados de datos bibliográficos y legales de patentes. PATSTAT contiene datos bibliográficos y legales de patentes de los principales países industrializados y en desarrollo. Esto se extrae de las bases de datos de la OEP y se proporciona en forma masiva o se puede consultar en línea. [PATSTAT. (N/A). PATSTAT. 23 de mayo de 2019, de European Patent Office Sitio web: <https://www.epo.org/searching-for-patents/business/patstat.html#tab-1>]

⁶² La Organización Europea de Patentes es una organización intergubernamental que se creó el 7 de octubre de 1977 sobre la base del Convenio Europeo de Patentes (EPC) firmado en Munich en

información de 90 autoridades de patentamiento del mundo, entre ellas la USPTO, que contiene más de 100 millones de registros de patentes de todas las industrias. Esta base de datos cuenta con un buen nivel de granularidad que permite su exploración y filtrado exhaustivo, obteniendo un número alto de casos para obtener resultados estadísticamente significativos.

2.2. INTRODUCCIÓN A LAS BASES DE DATOS DE PATENTES

Para este estudio, se tomó la decisión de utilizar la base de datos EPO – PATSTAT Global 2018 Autumn, con el objetivo de obtener la cantidad de patentes presentadas por año en los últimos 30 años. Así, luego de filtrar adecuadamente los datos obtenidos según las industrias de interés, se podría realizar el análisis pertinente.

2.3. CLASIFICACIÓN DE PATENTES

2.3.1. NACE

Al momento de presentar una solicitud de patente de invención, éstas son categorizadas según protocolos internacionales, tales como los códigos IPC⁶³, y la clasificación estadística de actividades económicas NACE1⁶⁴ y NACE2. Esta categorización será de

1973. [EPO. (N/A). Legal foundations. 23 de Mayo de 2019, de European Patent Office Sitio web: <https://www.epo.org/about-us/foundation.html>]

⁶³ La Clasificación Internacional de Patentes (CIP), establecida por el Arreglo de Estrasburgo de 1971, constituye un sistema jerárquico de símbolos que no dependen de idioma alguno para la clasificación de las patentes y los modelos de utilidad con arreglo a los distintos sectores de la tecnología a los que pertenecen. [N/A. (N/A). Clasificación Internacional de Patentes. 23 de Mayo de 2019, de Organización mundial de la propiedad intelectual Sitio web: <https://www.wipo.int/classifications/ipc/es/>]

⁶⁴ La clasificación estadística de las actividades económicas en la Comunidad Europea, abreviada como NACE, es la clasificación de las actividades económicas en la Unión Europea (UE); el término NACE se deriva de la Nomenclatura estadística francesa de actividades *économiques dans la Communauté européenne*. Se han desarrollado varias versiones de NACE desde 1970. NACE es una clasificación de cuatro dígitos que proporciona el marco para recopilar y presentar una gran

utilidad más adelante cuando se desee definir a qué industria pertenece cada patente presentada.

2.3.2. IPC

A diferencia de la clasificación NACE1 y NACE2, la International Patent Classification (IPC), es más específica respecto a las propiedades de una patente. Esta clasificación consiste en un sistema jerárquico de símbolos independientes del idioma para clasificar las patentes y los modelos de utilidad con arreglo a los distintos sectores de la tecnología a los que pertenecen.

La categorización IPC divide la tecnología en ocho secciones, con unas 70.000 subdivisiones, cada una de las cuales cuenta con un símbolo que consiste en números arábigos y letras del alfabeto latino. Los símbolos correspondientes de la IPC se indican en los documentos de patente (solicitudes y patentes conferidas publicadas), de los que en los últimos 10 años se emitió más de 1.000.000 por año. Las oficinas nacionales o regionales de propiedad industrial que publican el documento de patente se encargan de asignar los símbolos de la IPC. Para los documentos PCT⁶⁵, los símbolos de la IPC son asignados por la Administración encargada de la Búsqueda Internacional (ISA)⁶⁶.

variedad de datos estadísticos según la actividad económica en los campos de las estadísticas económicas (por ejemplo, producción, empleo y cuentas nacionales) y en Otros dominios estadísticos desarrollados dentro del sistema estadístico europeo (ESS). [Eurostat. (2016). Glossary: Statistical classification of economic activities in the European Community (NACE). 23 de Mayo de 2019, de Eurostat Sitio web: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Statistical_classification_of_economic_activities_in_the_European_Community_\(NACE\)](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Statistical_classification_of_economic_activities_in_the_European_Community_(NACE))]

⁶⁵ “El PCT es un tratado internacional administrado por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), que se celebró en una conferencia diplomática desarrollada en Washington, en Junio de 1970, entró en vigor el 24 de Enero de 1978 y comenzó a aplicarse el 01 de Junio de ese mismo año, con un primer grupo de 18 Estados contratantes, como un mecanismo alternativo al sistema tradicional de patentes.” [INAPI. (N/A). ¿Qué es PCT?. 19 de julio de 2019, de Instituto Nacional de Propiedad Intelectual de Chile Sitio web: <https://www.inapi.cl/portal/institucional/600/w3-article-1108.html>]

⁶⁶ WIPO. (2019). ISA and IPEA Agreements. 25 de Mayo de 2019, de World Intellectual Property Organization Sitio web: https://www.wipo.int/pct/en/access/isa_ipea_agreements.html

El Arreglo de Estrasburgo establece la IPC que divide la tecnología en ocho secciones que con aproximadamente 70.000 subdivisiones. La Clasificación es indispensable para recuperar los documentos de patente durante la búsqueda en el "estado de la técnica". Dicha búsqueda es necesaria para las administraciones encargadas de la concesión de patentes, los eventuales inventores, los servicios de investigación y desarrollo y las demás partes que se ocupan de la aplicación o el desarrollo de la tecnología⁶⁷.

2.4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

2.4.1. Segmentación de las patentes en la base de datos mediante el uso de NACE1 y los códigos IPC

Dado que la clasificación IPC tiene más de 70.000 subdivisiones, y que, además, están más relacionados con una separación según criterios más tecnológicos que comerciales, se hace inviable establecer el set de códigos IPC que corresponden a industrias commodities, y que, por tanto, son de interés para utilizarse en este estudio. Afortunadamente, en la base de datos EPO – PATSTAT, se dispone de una tabla de concordancia que permite hacer un mapeo entre NACE 2 e IPC⁶⁸. Por otro lado, la categorización NACE1 es la que más calza con el objetivo de esta investigación, ya que tiene un foco más en la industria a la que pertenece la patente, y no a la tecnología propiamente tal. De esta forma se escogieron los códigos relacionados con industrias commodities de la lista de NACE1, que son mencionados en la tabla a continuación⁶⁹:

⁶⁷ WIPO. (2019). Arreglo de Estrasburgo relativo a la Clasificación Internacional de Patentes. 25 de Mayo de 2019, de World Intellectual Property Organization Sitio web: <https://www.wipo.int/treaties/es/classification/strasbourg/>

⁶⁸ Van Looy, B., Vereyen, C., & Schmoch, U. (2014, October). Patent statistics: Concordance IPC V8 – NACE REV.2, Eurostat, European Commission. Para revisar con mas detalle la tabla de concordancia entre códigos NACE 1 e IPC, revisar https://circabc.europa.eu/sd/a/d1475596-1568-408a-9191-426629047e31/2014-10-16-Final%20IPC_NACE2_2014.pdf

⁶⁹ Para revisar la tabla completa, consultar Anexo D.

<i>CÓDIGOS NACE I</i>	DESCRIPCIÓN
15	Food, beverages
16	Tobacco products
20	Wood products
21	Paper
23	Petroleum products, nuclear fuel
26	Non-metallic mineral products
27	Basic metals

Tabla 3: Resumen tabla códigos NACE 1 utilizados en el estudio

No obstante, la clasificación utilizada, debido a limitaciones en la BD PATSTAT, sólo es posible hacer consultas filtrando mediante el código IPC. De esta manera, una vez habiendo seleccionado este set de códigos NACE 1, y habiendo acotado la búsqueda de códigos IPC desde decenas de miles a unos cientos, se realizó una segunda revisión exhaustiva dentro de la tabla de concordancia obtenida⁷⁰, uno a uno, para revisar que la descripción de cada código NACE 1, tuviera una especificación que se reflejara fielmente a una industria *commodity*. De esta forma se obtuvo una tabla filtrada revisada con los códigos IPC que se utilizarán para obtener el conteo de las patentes presentadas.

<i>CÓDIGOS NACE I</i>	DETALLE	IPC
15	Food, beverages	A01H, A23C, A23D, A23F, A23G, A23J, A23K, A23L, A23L, A23L, A23L, C12C, C12G, C12J, C13F, C13J, C13K
16	Tobacco products	A24B
20	Wood products	B27D, B27M
21	Paper	D21C, D21H, D21J
23	Petroleum products, nuclear fuel	C10G, C10L
26	Non-metallic mineral products	C04B
27	Basic metals	C21B, C21C, C22B, C22C, C25C, C25F

Tabla 4: Resumen tabla códigos IPC utilizados en el estudio

⁷⁰ Para revisar la tabla completa, consultar Anexo E.

2.4.2. Obtención del conteo de patentes registradas bajo los códigos definidos previamente como commodities

Una vez teniendo los códigos IPC que se utilizarán para el estudio, se procedió a extraer la información desde la base de datos de EPO-PATSTAT, disponible desde una plataforma online, que debía consultarse utilizando el lenguaje de consultas de base de datos SQL⁷¹. Para ello, se realizó una revisión de la estructura de la base de datos, de manera que se pudiera realizar una consulta que entregara la información que se necesitaba⁷². Así, se obtuvo el conteo de solicitudes de patentes presentadas, por año, desde 1977 hasta 2017, que hayan sido ingresadas bajo los códigos IPC correspondientes⁷³.

⁷¹ SQL o lenguaje de consulta estructurada es la interfaz principal utilizada para comunicarse con bases de datos relacionales. SQL se convirtió en un estándar del American National Standards Institute (ANSI) en 1986. Todos los motores de bases de datos relacionales populares soportan SQL de ANSI estándar. Algunos de estos motores también tienen extensión al SQL de ANSI para soportar funcionalidades específicas de ese motor. SQL se utiliza para agregar, actualizar o eliminar filas de datos, recuperar subconjuntos de datos para aplicaciones de análisis y procesamiento de transacciones y para administrar todos los aspectos de la base de datos. [AWS. (2019). SQL. 19 de julio de 2019, de Amazon Web Services Sitio web: <https://aws.amazon.com/es/relational-database/>]

⁷² Para revisar con mayor detalle, consultar Anexo B y C

⁷³ Para revisar con mayor detalle, consultar Anexo A

2.5. RESULTADOS PRELIMINARES

Como resultado de la consulta, se obtuvo los datos para consolidar la información en una tabla cuyas filas indican los códigos NACE 1 a los que corresponden los datos obtenidos.

<i>Year</i>	TOTAL	15	16	20	21	23	26	27
1967	2352	148	4	10	27	2072	34	57
1968	2495	175	2	17	47	2163	27	64
1969	2900	150	5	11	29	2580	36	89
1970	3648	209	6	17	78	3168	48	122
1971	3646	298	6	20	40	2982	86	214
1972	4691	322	16	24	76	3879	123	251
1973	4678	264	15	20	132	3823	120	304
1974	4562	235	4	24	99	3820	89	291
1975	4678	225	8	34	126	3931	132	222
1976	4634	301	19	22	130	3793	141	228
1977	5201	284	22	36	115	4216	210	318
1978	5335	288	18	38	121	4291	292	287
1979	5322	258	5	27	81	4465	248	238
1980	5659	254	16	21	98	4731	226	313
1981	6091	272	8	31	114	5091	262	313
1982	5892	296	4	33	118	4962	172	307
1983	5772	335	7	20	85	4647	291	387
1984	5672	316	11	23	88	4686	227	321
1985	5827	313	21	27	106	4935	195	230
1986	5441	337	21	31	119	4529	195	209
1987	5849	353	5	33	153	4733	269	303
1988	5332	394	18	38	112	4309	232	229
1989	4817	328	29	31	80	4052	141	156
1990	5611	464	21	36	222	4473	199	196
1991	5050	436	18	20	139	4142	161	134
1992	5109	279	17	28	181	4360	99	145
1993	5369	291	9	23	150	4655	118	123
1994	5170	260	6	24	109	4621	74	76
1995	5113	303	5	29	133	4445	76	122
1996	5647	294	8	37	125	4900	138	145
1997	6290	296	13	38	115	5536	134	158
1998	6763	435	36	14	173	5775	128	202
1999	6870	298	8	37	108	6052	158	209
2000	7488	365	3	17	115	6659	135	194
2001	7888	251	7	23	75	7197	143	192
2002	7798	282	41	17	77	7140	92	149
2003	8320	378	39	18	115	7362	119	289
2004	8893	661	36	15	220	7288	221	452
2005	8549	549	42	27	370	6878	145	538
2006	8726	540	13	29	260	7481	157	246
2007	8601	435	17	15	118	7699	109	208
2008	9118	423	15	11	107	8325	80	157
2009	9413	366	5	6	88	8751	61	136
2010	9705	317	5	6	93	9110	50	124
2011	10906	389	14	7	81	10191	73	151
2012	11594	436	12	6	63	10866	50	161
2013	11871	450	12	2	61	11140	66	140
2014	11541	266	13	1	29	11124	29	79
2015	11105	386	18	6	20	10553	57	65
2016	11002	337	20	7	18	10536	59	25
2017	6716	78	5	0	7	6594	22	10

Tabla 5: Base de datos de cantidad de patentes presentadas anualmente según su clasificación NACE1

Como se puede apreciar tanto en la tabla anterior como en la ilustración que viene a continuación, la cantidad de patentes registradas por año sufren ciertas fluctuaciones, al tiempo que presentan una tendencia central.

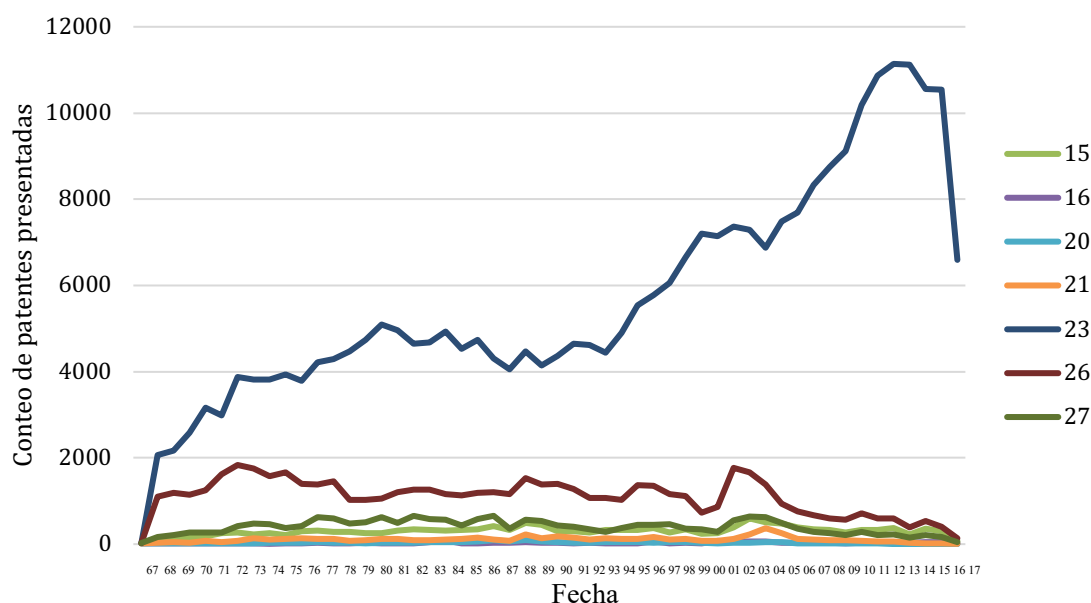


Ilustración 2: Conteo de Patentes desde BD PATSTAT según códigos elegidos

Sin embargo, se puede notar también de manera muy patente en la ilustración anterior, que existe una serie de datos que tiene un gran peso dentro del total de patentes, y que se lleva todo el protagonismo. Esa serie corresponde al código NACE1 número 23, cuya descripción corresponde a *Petroleum products, nuclear fuel*, y en específico a los códigos IPC C10G, C10L.

Sólo a modo de ilustrar de mejor manera los ciclos presentes en los datos, se procede a eliminar dicha serie del gráfico. Esto no quiere decir que estos valores serán eliminados del set de datos a analizar en los próximos capítulos. Debe considerarse solamente como un ejercicio visual para que el lector pueda apreciar de mejor manera los resultados obtenidos

hasta el momento, teniendo en cuenta, que pronto se abordará este problema desde el punto de vista matemático, para hacer que todas estas curvas⁷⁴ sean comparables y así obtener una curva representativa de las industrias commodities.

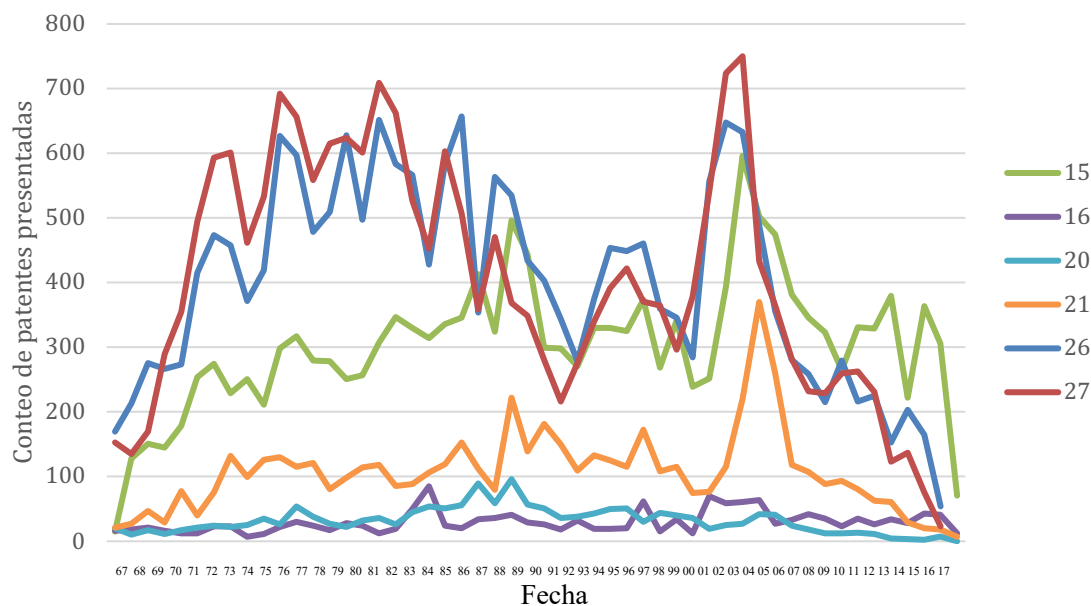


Ilustración 3: Conteo de Patentes desde BD PATSTAT según códigos elegidos, excluyendo código NACE 1 número 23

2.6. ALCANCES Y LIMITACIONES DEL SISTEMA UTILIZADO

La metodología correcta para ser utilizada en un estudio que tome las patentes como *proxy* de la actividad innovativa, sigue siendo un tema en discusión, y este tema no es resuelto en este estudio. En estudios posteriores, se debería contrastar la utilización como variable dependiente de la cantidad de patentes presentadas (*issued*), con la cantidad de patentes otorgadas (*granted*), para definir si es que existe un comportamiento diferente dados los

⁷⁴ Se hablará durante este trabajo de curvas o series de datos de manera indistinta, entendiendo que el primero, corresponde a un nombre que se refiere a una característica visual de los datos a analizar. Si bien, tiene una connotación más informal, es interesante recalcar que precisamente es la naturaleza cíclica de los datos, lo que es bajo análisis.

filtros naturales que existen durante el proceso de patentamiento, ya que no todas las patentes presentadas llegan a ser otorgadas.

Estudios más recientes, como el de (Muqbil, B., Anil, S., Jain, S., 2017) sugieren que, para organizaciones de investigación financiadas con fondos públicos, habría una diferencia significativa entre analizar las patentes otorgadas en comparación con las solicitudes de patentes ingresadas.⁷⁵ Esto podría extrapolarse a situaciones donde el gobierno incentiva el *R&D* mediante instrumentos de financiamiento o co-financiamiento con fondos públicos en empresas privadas o *start ups*. Lamentablemente, debido a limitaciones prácticas de este estudio, no fue posible realizar ese análisis.

⁷⁵ Muqbil, B., Anil, S., Jain, S. (2017). Patents as proxy for measuring innovations: A case of changing patent filing behavior in Indian public funded research organizations. *Technological Forecasting & Social Change*, 123, 181-190.

3. CAPÍTULO TERCERO: SOBRE LAS SERIES DE TIEMPO Y EL ANÁLISIS DE LA CORRELACIÓN ENTRE DOS SERIES

3.1. SISTEMAS DE ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO

3.1.1. Introducción al SSA

Los métodos *SSA*⁷⁶ ocupan espacio en la literatura desde hace bastante tiempo, y han sido utilizados recientemente en distintos contextos y ramas de la ciencia como climatología, economía, finanzas, predicción, etc. Sólo por nombrar algunas recientes aplicaciones se puede encontrar predicción de inflación⁷⁷ o modelamiento de ciclos económicos⁷⁸. Dentro de su uso, destaca su aplicación a la modelación flexible de series de tiempo. Así, el método *SSA* permite modelar series de tiempo que no cumplen con los estándares supuestos para modelos más convencionales como *ARMA* o *ARIMA*⁷⁹, entre ellos, y uno de los más importante la estacionalidad⁸⁰ de la serie.

⁷⁶ “La teoría de la descomposición singular matricial en análisis estadístico puede ahora celebrar su centésimo aniversario. De hecho, en 1901, el primer trabajo en el tema por Karl Pearson, apareció en ‘Philosophical Magazine’. Pearson estaba interesado en ajustar líneas o planos a una nube de puntos en un espacio multidimensional, y así, su matriz era la matriz de covarianza muestral para dichos puntos. [...] (El Singular Spectrum Analysis) puede ser considerado una extensión del Pearson’s problem, a la situación en la cual los puntos en el espacio corresponden a realizaciones de una serie de tiempo, (donde) una descomposición de estas series en componentes más sencillas: tendencia, o parte oscilatoria; es deseada.” [Rukhin, A. (2002). Analysis Time Series Structure SSA and Related Techniques. Technometrics, 44(3), 290.]

⁷⁷ Hassani, H., Soofi, A. & Zhigljavsky, A.. (2013). Predicting inflation dynamics with singular spectrum analysis. Journal of the Royal Statistical Society. Series A (Statistics in Society), 176 Nro. 3, 743-760.

⁷⁸ De Carvalho, M. & Rua, A. (2017). Real-Time Nowcasting the US Output Gap: Singular Spectrum Analysis at Work. Real-time nowcasting the US output gap: Singular spectrum analysis at work, 33, 185-198.

⁷⁹ *ARMA* o *ARIMA* son modelos estadísticos paramétricos para modelar series de tiempo, los cuales pueden ser entendidos como extensiones del modelo de regresión lineal cuando las covariables utilizadas son la historia de la observación misma.

⁸⁰ Estacionaridad (no confundir con estacionalidad) se refiere a ciertas propiedades de la serie de tiempo. Estas son: Media invariante (constante en cada y_t) y auto-correlación (correlación entre dos elementos de la misma serie) dependiente únicamente del lag (de cuán separadas están las observaciones).

Además, SSA es un modelo sumamente aplicable al momento de descomponer la serie en componentes de tendencia, estacionalidad y ruido. Dada su construcción, que utiliza técnicas de álgebra lineal como la descomposición en valores singulares, este método permite dividir la serie en distintas componentes, que de acuerdo con la cantidad de variabilidad del proceso que explica, estarían asociadas a tendencia, estacionalidad (ciclo) o ruido, según los distintos grados en que se explica la variabilidad de la serie según cada una de aquellas componentes.

<i>Componentes</i>	Explicación de Variabilidad
<i>Tendencia</i>	Alta
<i>Estacionariedad (ciclo)</i>	Media
<i>Ruido</i>	Baja

Tabla 6: Componentes según su nivel de explicación de variabilidad

Las componentes vienen dadas por la división en subespacios vectoriales ortogonales entre sí obtenidos por la descomposición espectral de matrices simétricas. Se encuentran estos subespacios tratando de minimizar la cercanía de los “puntos” al subespacio, lo que se traduce en explicar la mayor cantidad de variabilidad posible.

Otra de las características importantes de mencionar es que este método no posee supuestos de modelos probabilísticos en su construcción, lo que es importante para su adaptación y utilización en diferentes contextos. En lo que sigue, se mostrarán detalles técnicos del modelo que son conceptos básicos de álgebra lineal.

3.1.2. Descripción del método

El contexto para el método consiste en considerar una serie de tiempo equi-espaciada⁸¹ $y_1, \dots, y_T$.

En primer lugar, es importante recalcar que el método se compone de dos fases:

- (1) Descomposición: La primera fase tiene dos pasos, primero el de incrustación y segundo, descomposición en valores singulares.
- (2) Reconstrucción: También tiene dos pasos: Agrupamiento y promedio de diagonales. Así, la fase de reconstrucción consiste en la reestructuración de la matriz promediando sólo los valores singulares que se quiera recomponer. En este caso, se aplicará el método sólo reconstruyendo con los valores que explican la estacionalidad (ciclo).

3.1.3. Primera fase: Descomposición

3.1.3.1. Primer paso: Incrustación

Este es un paso preliminar para construir la matriz en donde se realizará la descomposición en valores singulares, el cual consiste en organizar la serie de tiempo en una matriz denominada matriz de trayectoria, que se construye de la siguiente forma:

⁸¹ Una serie de tiempo equi-espaciada refiere a que las observaciones que componen la serie de tiempo ordenadas de acuerdo a ocurrencia, tienen una diferencia temporal (entre dos observaciones continuas) constante.

$$Y = \begin{bmatrix} y_1 & y_2 & \cdots & y_K \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_L & y_{L+1} & \cdots & y_T \end{bmatrix}$$

Ecuación 1: Matriz de trayectoria

donde L se denomina parámetro de ventana y $K = T - L + 1$. Es importante notar que Y tiene anti-diagonales constantes, lo cual permite reconstruir la serie y generar una estimación.

3.1.3.2. Segundo paso: Descomposición en valores singulares

El paso siguiente es ejecutar una descomposición en valores singulares sobre la matriz de trayectorias (Ecuación 1). Para ello se define la matriz $Z = YY^t$. Es directo notar que ésta es una matriz simétrica y cuadrada.

Sean entonces $\lambda_1, \dots, \lambda_L$ los valores propios de Z presentados en orden decreciente, y $U_1, \dots, U_L$ los correspondientes vectores propios asociados. Utilizando los elementos antes descritos, Se puede construir los vectores $V_1, \dots, V_d$ de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$V_i = \lambda_i^{-1/2} Y^t U_i$$

Ecuación 2: Valores singulares de la sobre la Matriz

donde,

$$d = \max\{i \in \{1, \dots, L\} : \lambda_i > 0\}.$$

La ecuación 2 es parte de la construcción estándar del método de descomposición en valores singulares⁸².

Uniando todo lo anterior $(\lambda_1, \dots, \lambda_L, U_1, \dots, U_L \text{ y } V_1, \dots, V_d)$ se obtiene la descomposición en valores singulares de la siguiente forma:

$$Y = \sum_{i=1}^d \sqrt{\lambda_i} U_i V_i^t$$

Ecuación 3: Descomposición en valores singulares

3.1.4. Segunda fase: Fase de reconstrucción

La segunda fase del método, la fase de reconstrucción contempla a su vez dos sub-pasos, primero el paso de agrupamiento y luego el promedio por diagonales.

3.1.4.1. Primer paso: Agrupamiento

En la fase de agrupamiento, no es necesario que todos los sumandos en la ecuación anterior sean considerados. Más aun, se puede hacer una elección arbitraria de acuerdo con las componentes que sean más relevantes según su aplicación en cada caso y simplemente descartar las demás.

⁸² Lay, D.. (2012). LINEAR ALGEBRA AND ITS APPLICATIONS 4th Edition. Maryland: Pearson Education, 418

Así, se obtiene la matriz Y_S definida formalmente como:

Sea $S \subseteq \{1, \dots, d\}$ y la matriz Y_S por:

$$Y_S = \sum_{i \in S} \sqrt{\lambda_i} U_i V_i^t = (y_{i,j}^S)_{i,j}^{L,K}$$

Ecuación 4: Matriz de trayectoria reconstruida

3.1.4.2. Segundo paso: Promedio por diagonales

En este segundo paso de la segunda fase, se realizan promedios sobre todas las anti-diagonales de la matriz de trayectoria Y_S , lo que formalmente consiste en aplicar la siguiente función:

$$Y_S \mapsto D(Y_S) = \left(\frac{1}{|A_1|} \sum_{(p,q) \in A_1} y_{p,q}^S, \dots, \frac{1}{|A_T|} \sum_{(p,q) \in A_T} y_{p,q}^S \right)$$

Ecuación 5: Función para promediar las anti-diagonales de la matriz de trayectoria reconstruida

donde,

$$A_t = \{(p, q) : p + q = t + 1, p \in \{1, \dots, L\}, q \in \{1, \dots, K\}\}, \quad t = 1, \dots, T.$$

3.1.5.

3.1.6. Obtención de las componentes principales

Finalmente, podemos definir la i -ésima componente principal por:

$$PC_i = D(U_i V_i^t \sqrt{\lambda_i}),$$

Ecuación 6: i -ésima
componente principal

para $i = 1, \dots, d$.

3.1.7. Eliminación del ruido

Las componentes principales que se obtienen mediante este método separan a la serie original en varias partes las que pueden corresponder a tendencia, estacionalidad (ciclo) o ruido, como fue mencionado anteriormente. Las componentes de tendencia son las más sencillas de identificar porque generalmente son aquellas que explican la mayor parte de la variabilidad del proceso y además son visualmente fáciles de notar. En cambio, no siempre es tan simple discriminar entre componentes de estacionalidad (ciclo) y ruido.

Por ello, uno de los métodos utilizados en la literatura para apartar ruido es considerar las componentes que más explican variabilidad del proceso y seleccionar tantas como variabilidad se quieran explicar⁸³. Para conseguir el objetivo antes descrito, se tiene las siguientes fórmulas:

$$\frac{\lambda_i}{\sum_{i=1}^L \lambda_i},$$

Ecuación 7: Variabilidad de la i-ésima componente

y,

$$\frac{\sum_{i=1}^J \lambda_i}{\sum_{i=1}^L \lambda_i},$$

Ecuación 8: Variabilidad de las primeras J componentes

las cuales muestran la variabilidad explicada por la i-ésima y las primeras J-componentes, respectivamente.

⁸³ De Carvalho, M. & Rua, A. (2016), Op. Cit, 9.

En particular, para eliminar el ruido, se podría seleccionar un subconjunto de las primeras J-componentes de modo que:

$$\frac{\sum_{i=1}^J \lambda_i}{\sum_{i=1}^L \lambda_i} \approx 0.98$$

**Ecuación 9: Descomposición
en valores singulares**

Es decir, que dichas componentes estén explicando al menos el 98% de la variabilidad del proceso lo cual es un valor razonable en términos de variabilidad, para explicar la tendencia y la estacionalidad (ciclo) dentro de la serie⁸⁴.

La regla anterior es una idea general de bondad de ajuste en estadística, pero existen otros procesos de selección de componentes de acuerdo con las necesidades de cada problema. En particular, De Carvalho & Rua (2016) estudian un método distinto al tradicional en un problema específico.

3.2. DISCUSIÓN Y ELECCIÓN DEL SISTEMA SSA, UNA COMPARATIVA CON EL MÉTODO UTILIZADO POR OTROS AUTORES

Como se mencionó en capítulos anteriores, en el trabajo de Barlevy (2004), el autor busca determinar la prociclicidad de la relación entre los ciclos económicos y la innovación, contradiciendo de esa manera, la teoría Schumpeteriana.

Para llegar a sus conclusiones, se utiliza un método económico de optimización matemática tipo *Social Planner*⁸⁵, donde su función a maximizar es una función de utilidad de un

⁸⁴ Rice, J. (1995). Mathematical Statistics and Data Analysis 3th Edition. University of California, Berkeley: Duxbury Press, 547.

⁸⁵ El problema microeconómico de la optimalidad de Pareto, donde se busca determinar cuál es la mejor asignación de recursos en la sociedad que maximice la utilidad, bajo ciertas restricciones, es frecuentemente llamado también *Social Planner Problem*. [Mark, D. (2016). Intermediate

agente representativo de la economía, siendo el trabajo y capital convertido en bienes de consumos no almacenables. Se utiliza cadenas de Markov⁸⁶ en primera instancia, para modelar el consumo de los bienes de consumo, incorporando luego restricciones como la tasa de descuento, costos fijos, volatilidad, entre otros⁸⁷.

“[...] El principal tradeoff que enfrenta la economía es la decisión de utilizar recursos de mano de obra para producir output o para promover crecimiento⁸⁸: crecimiento más rápido requiere un nivel un nivel más alto de R_t (Recursos de mano de obra y capital en el tiempo), pero esto deja menores recursos para consumo actual⁸⁹”. Barlevy (2004)

Barlevy (2004) resuelve el problema de encontrar el equilibrio óptimo para la utilización de recursos, encontrando que existe un sesgo procíclico: Habrá mucha más actividad en

Microeconomics W3211. Lecture 8: Equilibrium and Efficiency 1 . 31 de marzo de 2019, de Columbia University Sitio web: http://www.columbia.edu/~md3405/IM_ME_2_16.pdf

⁸⁶ “Una cadena de Markov es una serie de eventos, en la cual la probabilidad de que ocurra un evento depende del evento inmediato anterior. En efecto, las cadenas de este tipo tienen memoria, “Recuerdan” el último evento y esto condiciona las posibilidades de los eventos futuros. Esta dependencia del evento anterior distingue a las cadenas de Markov de las series de eventos independientes, como tirar una moneda al aire o un dado. En los negocios, las cadenas de Markov se han utilizado para analizar los patrones de compra, los deudores morosos, para planear las necesidades de personal y para analizar el reemplazo de equipo. El análisis de Markov, llamado así en honor de un matemático ruso que desarrollo el método en 1907, permite encontrar la probabilidad de que un sistema se encuentre en un estado en particular en un momento dado. Algo más importante aún, es que permite encontrar el promedio a la larga o las probabilidades de estado estable para cada estado. Con esta información se puede predecir el comportamiento del sistema a través del tiempo. La tarea más difícil es reconocer cuándo puede aplicarse. La característica más importante que hay que buscar en la memoria de un evento a otro.” [Juan Antonio del Valle F.. (N/A). Introducción a las Cadenas o Procesos de Markov. 31 de marzo de 2019, de UNAM Sitio web: http://www.ingenieria.unam.mx/javical/ingsistemas2/Simulacion/Cadenas_de_Markov.htm]

⁸⁷ Barlevy, G. (2004). Op. cit, 1-50.

⁸⁸ Barlevy (2004) se refiere a *output*, como la capacidad de la empresa de generar bienes o servicios con tecnologías y procesos ya existentes. Sería un equivalente a explotación. Por otro lado, se entiende que la forma de promover el crecimiento, es a través de la creación de nuevas y mejoradas formas de producción, o nuevos servicios, lo que se entiende como innovación.

⁸⁹ Barlevy, G. (2004). Ibíd, 6.

R&D en booms, que en el óptimo social⁹⁰. A su vez Paunov (2012), utiliza un método distinto para llegar a la misma conclusión de prociclicidad, en tanto, que utiliza una encuesta que mide si las empresas pausan o cancelan proyectos de innovación durante las crisis económicas⁹¹.

Otros autores como François & Lloyd-Ellis (2003), abordan el problema, como un problema de cálculo de derivadas parciales, de acuerdo a una función de producción de Cobb-Douglas⁹², en el cual la función de producción se modela de acuerdo a las preferencias de utilización de los activos como *inputs* del modelo productivo, siendo el costo de mano de obra, una de los principales actores del modelo⁹³.

“[...] El emprendedor dominante se hace cargo de toda la producción, y gana los beneficios monopólicos mediante la limitación del precio hasta ser desplazado por un rival productivo más alto. Asumimos que los intermediarios son completamente usados en la producción, pero pueden ser producidos y almacenados para su uso en una fecha posterior. Los intermediarios productores incumbentes deberán, en consecuencia, decidir si vender ahora, o almacenar y vender luego. Los emprendedores en cada sector intentan encontrar mejoras marginales en productividad desviando mano de obra, sacándolo de producción y moviéndolo hacia actividades de innovación. [...] (decidiendo) en qué momento, y cuánto. [...] Los emprendedores con innovaciones deben escoger si implementar, o no, sus innovaciones inmediatamente, o retardar su implementación hasta una fecha posterior. Una vez han implementado, el conocimiento asociado con la innovación se vuelve públicamente disponible y se puede construir sobre él, por emprendedores rivales. No obstante, previo a la implementación, el conocimiento es retenido por el emprendedor [...] quien dilata la

⁹⁰ El óptimo social, según explica el autor (Barlevy, 2004) se da en los comportamientos contracíclicos, entendiendo que bajo este comportamiento la economía estaría utilizando recursos de mano de obra y capital, que están siendo subutilizados en épocas de recesión, para generar innovación; y una vez que la economía entra en el *boom* económico, aquellos recursos serían re-asignados hacia la producción. Lo que es un óptimo social. [Barlevy, G. (2004). *Ibíd*, 1-50.]

⁹¹ Paunov, C. (2012). The global crisis and firms' investments in innovation. *Research Policy*, 41, 24-35.

⁹² El trabajo de Cobb & Douglas modela la producción total en un sistema económico como la cantidad de mano de obra, y el capital invertido. Se utilizan derivadas parciales para mostrar cómo el ratio de cambio de producción cambia respecto al trabajo (productividad marginal del trabajo) y respecto al capital (productividad marginal del capital). [James Stewart. (2008). *Calculus: Early Transcendentals*, Sixth Edition. Belmont: Thomson Brooks/Cole, p.193.]

⁹³ François, P. & Lloyd-Ellis, H. (2003). *Op. cit.*, 533.

*implementación hasta el momento en que es más rentable en un tiempo futuro.*⁹⁴”
François & Lloyd-Ellis (2003)

3.3. ANÁLISIS DE LA CORRELACIÓN ENTRE DOS SERIES

Para comparar la relación entre los comportamientos de ambas series, utilizaremos la correlación cruzada. Esto es, dadas las series $y_1, \dots, y_n$ y $x_1, \dots, x_m$ se define la correlación cruzada mediante

$$R(y_l, x_k) = \text{cor}(y_l, x_k),$$

donde $h = k - l$ se denomina *lag* o *ventana*. Lo anterior es un concepto que se utiliza para determinar el grado de dependencia o similitud entre dos series de tiempo. Si bien la correlación antes descrita no puede ser calculada de manera directa, si puede ser estimada mediante métodos numéricos al igual que el largo máximo del lag que se utilizará, el cual se calcula mediante la expresión:

$$10 \log_{10} \left(\frac{N}{2} \right),$$

Donde N es el $\min\{n, m\}$ ⁹⁵.

En este caso de estudio, el coeficiente de correlación cruzada permite determinar con cuanto tiempo de desfase, una de las series tiene un impacto significativo en la otra. El

⁹⁴ François, P. & Lloyd-Ellis, H. (2003). *Ibíd*, 533-534.

⁹⁵ Venables, W. N. and Ripley, B. D.. (2002). *Modern Applied Statistics with S*. New York, USA: Springer-Verlag.

valor de *lag* que genere el mayor valor absoluto de correlación es el que indica cuan desfasadas deben estar las series para que el impacto de una sobre la otra sea lo más significativa posible.

La correlación, en general, representa el grado de dependencia lineal existente entre dos variables o vectores aleatorios. En el caso del análisis de dos series de tiempo, la correlación cruzada permitirá determinar el valor de desfase o *lag* entre las series de tiempo que maximiza dicha dependencia, que puede ser positiva (comportamiento procíclico) o negativa (comportamiento contracíclico)⁹⁶.

⁹⁶ Brockwell, P. & Davis, R. . (2002). Introduction to Time Series and Forecasting 2nd Edition. New York: Springer Texts in Statistics, Springer. 223-257.

4. CAPÍTULO CUARTO: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA BASE DE DATOS EPO-PATSTAT CON EL MÉTODO SSA

4.1. ANÁLISIS DE LAS CURVAS REPRESENTATIVAS DEL CICLO DE PATENTAMIENTO EN INDUSTRIAS COMMODITIES CON EL SISTEMA SSA

4.1.1. Normalización de las series de datos o curvas

Un paso previo a la utilización del método *SSA*, es hacer que las series de datos estén en escalas comparables. Para ello, es necesario normalizar los datos de cada una de las series de patentes obtenidas con los códigos *NACE1* utilizados, mediante un procedimiento que mantenga su integridad. Como se pudo apreciar anteriormente, hay algunas series que tienen gran preponderancia dentro del total de patentes⁹⁷, y, por tanto, si se busca generar una curva representativa de todos los commodities en cuestión, siendo esta la suma, o promedio de los datos, estos valores tendrían un peso relativo tan alto que la serie obtenida no contendría información precisa. Cada una de las series de *commodities* escogidas, debería tener la misma participación o peso relativo, independiente de la cantidad de patentes que se registren por año.

En la Tabla 5 se puede apreciar que la serie de datos correspondiente al código *NACE1* número 23 tiene gran influencia respecto al total de patentes presentadas durante todo el horizonte de tiempo considerado de la base de datos obtenida. Año a año, sólo las patentes de este código representan entre el 79% y el 98% de las patentes presentadas en la muestra elegida, y en promedio, representa más del 87% de la muestra total⁹⁸. Esto se da porque la cantidad de solicitudes de patentes presentadas bajo esos códigos⁹⁹ es muy superior al resto de categorías. El motivo de este comportamiento, está lejos del foco de análisis de este

⁹⁷ Sección 2.5. Para mayor detalle, revisar Anexo A.

⁹⁸ Para mayor detalle, revisar Anexo K.

⁹⁹ NACE 1 número 23: Petroleum products, nuclear fuel; IPC: C10G, C10L. Para mayor detalle, revisar Tabla 2.

estudio, toda vez que la desagregación propuesta, llega hasta la granularidad de industrias *commodities* como un conjunto, y no toma la data separada específicamente por industria. Estudios posteriores a este trabajo podrían hacerse cargo de analizar industria por industria, si existe un comportamiento equivalente.

Así, para obtener una serie representativa de las patentes generadas en industrias *commodities* de manera agregada, que en lo sucesivo se podrá llamar indistintamente como serie de patentes o curva de innovación; se realizará el promedio simple de los datos de las series habiendo normalizado en un paso anterior los datos, para hacerlos comparables. El ajuste matemático a las series no debe cambiar su naturaleza cíclica ni afectar tampoco las tendencias y comportamiento intrínseco. Este ajuste se realizará dividiendo los valores de la serie por su desviación estándar¹⁰⁰, obteniendo series en una escala comparable. Luego de eso, se podrá obtener la curva agregada que mejor representa el movimiento en conjunto, donde cada representante tiene el mismo peso sobre el total. La ilustración siguiente muestra la serie normalizada correspondiente al código NACE 1 número 23.

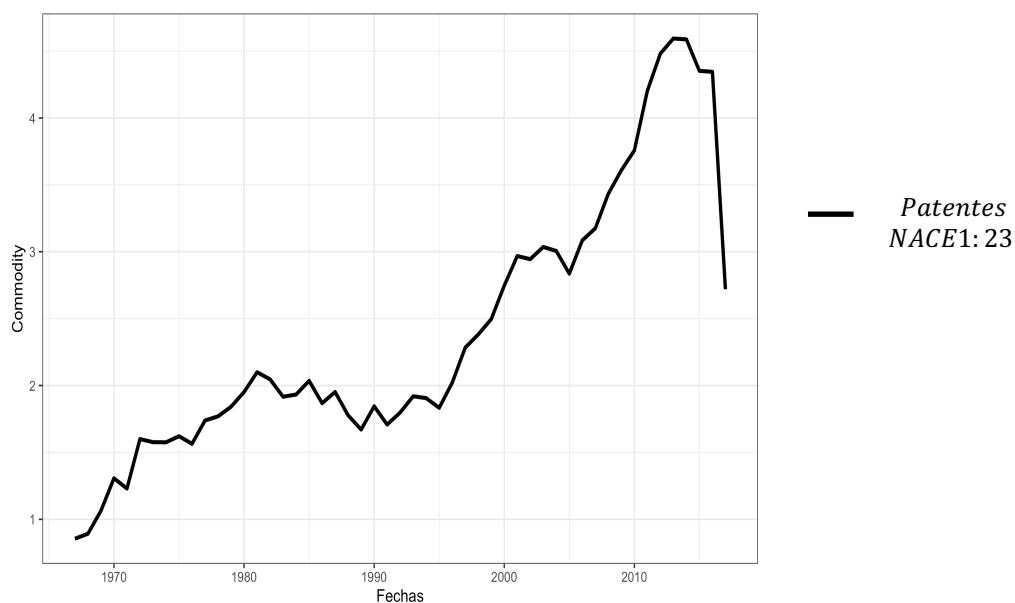


Ilustración 4: Cantidad de patentes *NACE1* número 23 por año. Serie normalizada

¹⁰⁰ Para revisar en detalle el código utilizado para el procesamiento de los datos, consultar Anexo F. En específico, respecto a la normalización, se puede observar el proceso de división de los datos por su desviación estándar, bajo el comentario: #Normalización

Es posible adelantar un gráfico que se obtendrá como resultados posteriores, para poder ilustrar de mejor manera la importancia del procedimiento recién descrito, en cuanto que, ahora, los rangos de las series se encuentran en valores “razonables”, y por tanto, pueden ser “comparables”.

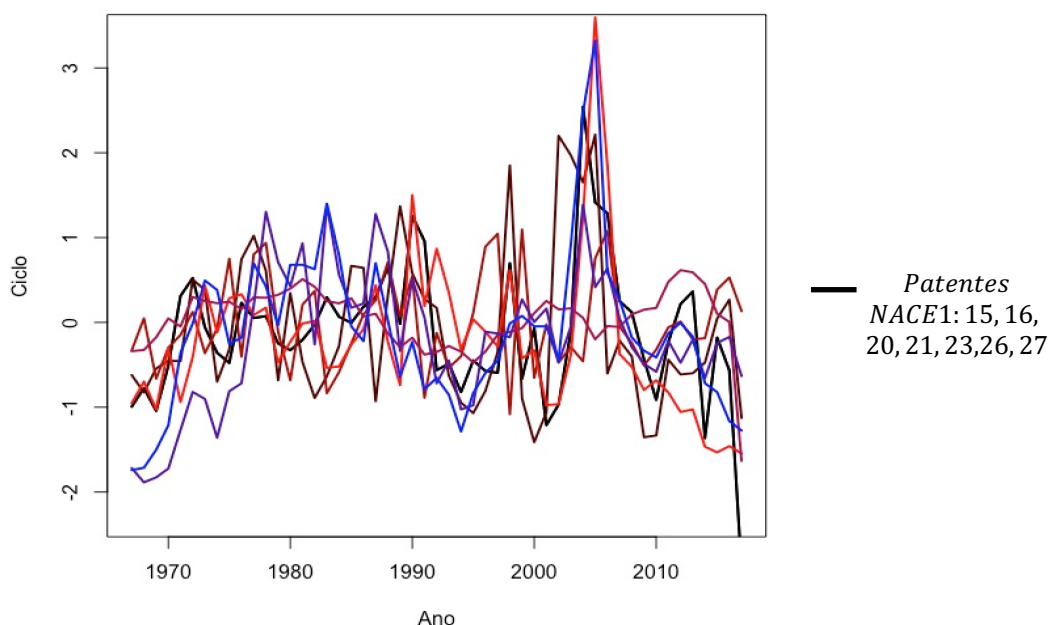


Ilustración 5: Cantidad de patentes NACE 1 catalogados como *commodities*, por año. Series normalizadas

Volviendo a la ilustración 4, se puede apreciar a simple vista, que esta serie de datos correspondiente al código *NACE1* número 23, tiene una tendencia claramente alcista, que no debería tener ninguna influencia con los ciclos de patentamiento, y que podría ensuciar en análisis estadístico que se realizará más adelante. Por este motivo, se debe realizar un procedimiento (método *SSA*) para separar la serie en tres componentes: Tendencia, ciclo y ruido. Posteriormente, se reconstituirá la serie sólo tomando las componentes que explican el ciclo, descartando así la tendencia y ruido.

4.1.2. Aplicación del método SSA a la base de datos de patentes

Luego de realizar la normalización para cada una de las curvas de los siete códigos *NACEI* elegidos, se aplicará el método *SSA* para obtener los valores singulares de cada una de las series. Para ello, el primer paso es separar los componentes de tendencia, ciclo y ruido. En la ilustración siguiente se puede apreciar la separación de componentes de la serie de tiempo correspondiente al código *NACEI* número 23 obteniendo gráficas como las que se muestran a continuación:

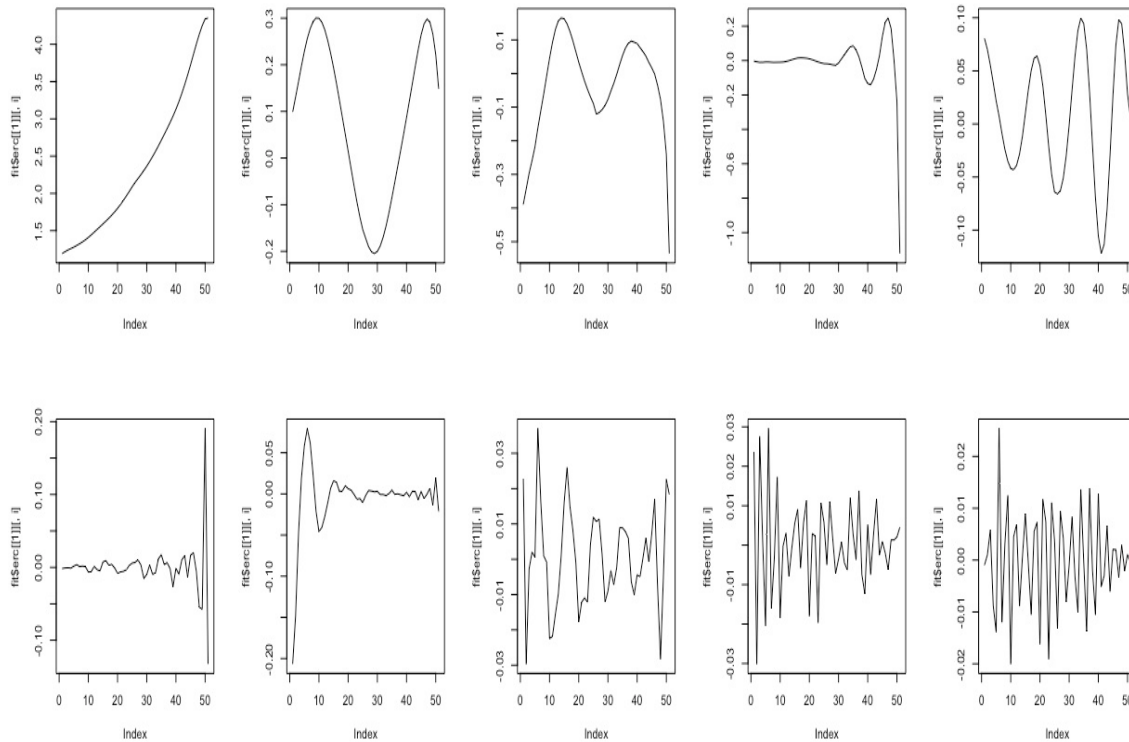


Ilustración 6: Descomposición de la serie NACE 1: 23 en sus valores singulares

Si bien gráficamente se puede hacer una distinción visual de cuales componentes son tendencia, ciclo y ruido, viendo la forma y el rango de valores en que se mueve la curva en el eje Y, se procederá a definir un criterio para la separación. Véase primero la tabla de valores que cada una de las componentes explica sobre el total de la variabilidad:

NACE1		15	16	20	21	23	26	27
<i>Componentes</i>	1	0,9517	0,7026	0,9138	0,8511	0,9847	0,8926	0,8514
	2	0,0101	0,0545	0,0275	0,0396	0,0076	0,0458	0,0517
	3	0,0081	0,0490	0,0090	0,0225	0,0033	0,0143	0,0342
	4	0,0079	0,0324	0,0081	0,0222	0,0018	0,0075	0,0138
	5	0,0054	0,0324	0,0064	0,0176	0,0012	0,0041	0,0124
	6	0,0025	0,0218	0,0057	0,0083	0,0002	0,0036	0,0059
	7	0,0019	0,0215	0,0038	0,0058	0,0001	0,0035	0,0051
	8	0,0017	0,0161	0,0038	0,0056	0,0001	0,0034	0,0042
	9	0,0015	0,0137	0,0030	0,0052	0,0001	0,0027	0,0042
	10	0,0015	0,0116	0,0029	0,0033	0,0001	0,0027	0,0034
	Total	0,9924	0,9556	0,9840	0,9812	0,9994	0,9803	0,9864
	Resto de componentes ¹⁰¹	0,0076	0,0444	0,0160	0,0188	0,0006	0,0197	0,0136

Tabla 7: Porcentaje que explica cada una de las componentes sobre el total de variabilidad

Para discernir qué componentes corresponden a la tendencia, se decidió¹⁰² utilizar los siguientes criterios:

- (1) Solo serán consideradas en primera instancia las componentes¹⁰³ que logren explicar un 98% de la variabilidad del proceso. El 2% restante, será considerado ruido.

¹⁰¹ Notar que, al efectuar este procedimiento en R, las series se descomponen en 50 valores singulares, y en este estudio, se ha considerado por simplicidad, sólo 10. Las restantes 40 componentes no alcanzan a explicar sumadas, ni siquiera un 5% sobre el total, por lo tanto, se considera un valor bajo que se explica por ruido.

¹⁰² Si bien la decisión es arbitraria, está basada en la forma en que otros autores utilizan el método SSA, como se ha mencionado anteriormente.

¹⁰³ En orden según valores singulares.

- (2) Luego, para separar la tendencia del ciclo, serán eliminadas las componentes que corresponden a tendencia. Dentro de las seleccionadas, son aquellas que pueden ser identificadas por una alta variabilidad explicada, en este caso, sobre el 70%.

Cabe decir, que dentro de las series estudiadas existen dos casos que no se adaptan completamente bien al criterio anterior que son:

- (1) *NACEI*: 23: El cual no se adapta debido a que más del 98,5% de su variabilidad queda explicada por la tendencia, por lo cual mediante una exploración visual de sus componentes se decide escoger las primeras 4 para luego eliminar la primera que corresponde a la tendencia¹⁰⁴.
- (2) *NACEI*: 20: Se adapta al criterio anterior, pero en términos de tendencia la segunda componente si bien, no explica tanta variabilidad del proceso si corresponde a una componente de tendencia debido a que explica la tendencia de los años mas recientes¹⁰⁵, y, por lo tanto, no fue considerada como componente de ciclo del proceso.

Bajo estos criterios, se reconstruye la serie considerando componentes de Tendencia, Ciclo y Ruido según se aprecia en la siguiente tabla:

¹⁰⁴ Si se utilizara el mismo criterio que en las demás, quedaría una componente como tendencia, y las nueve restantes como ruido. Dado que para este estudio, se necesita obtener los ciclos, se utilizó como tendencia el primer valor, los tres siguientes como ciclo, y los últimos seis como ruido, al igual que para el *NACEI*.

¹⁰⁵ Para mayor detalle, ver Anexo M. Ilustración 20.

<i>NACEI/Componente</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15	Tendencia	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ruido	Ruido	Ruido	Ruido	Ruido	Ruido
16	Tendencia	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo
20	Tendencia	Tendencia	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ruido	Ruido
21	Tendencia	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ruido
23	Tendencia	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ruido	Ruido	Ruido	Ruido	Ruido	Ruido
26	Tendencia	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ruido
27	Tendencia	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ruido	Ruido

Tabla 8: Descomposición de las series en sus componentes

Una vez realizado este procedimiento, se reconstituye cada una de las series, una a una, como la suma de sus componentes clasificadas como ciclo¹⁰⁶. Es importante recordar que no se suma ni tendencia, ni ruido. Así, por ejemplo, para el código *NACEI*: 23, luego de realizar el procedimiento descrito se obtienen gráficas, donde se puede apreciar que existe una diferencia clara en las series, pero se mantiene el ciclo de las curvas, y a la vez que son “comparables” al estar en un rango similar.

El proceso anterior permite transformar las mediciones en series donde sólo están presentes las componentes cíclicas, las que pueden ser utilizadas para contrastar ambos las patentes y *GDP* de la forma que se planteó anteriormente en este estudio.

Como se puede apreciar en la ilustración siguiente, la curva azul contiene la misma información que la línea negra, habiendo descontado la tendencia. Visualmente se ve más plana y en torno al eje X, puesto que la eliminación de tendencia puede interpretarse de manera sencilla, como un cambio de eje. Luego, la línea roja punteada contiene sólo las componentes cíclicas, y como se aprecia, es más suave, ya que los quiebres fueron eliminados, al considerarse ruido.

¹⁰⁶ Para más detalles, revisar Anexo F. #Separación de componentes y reconstitución

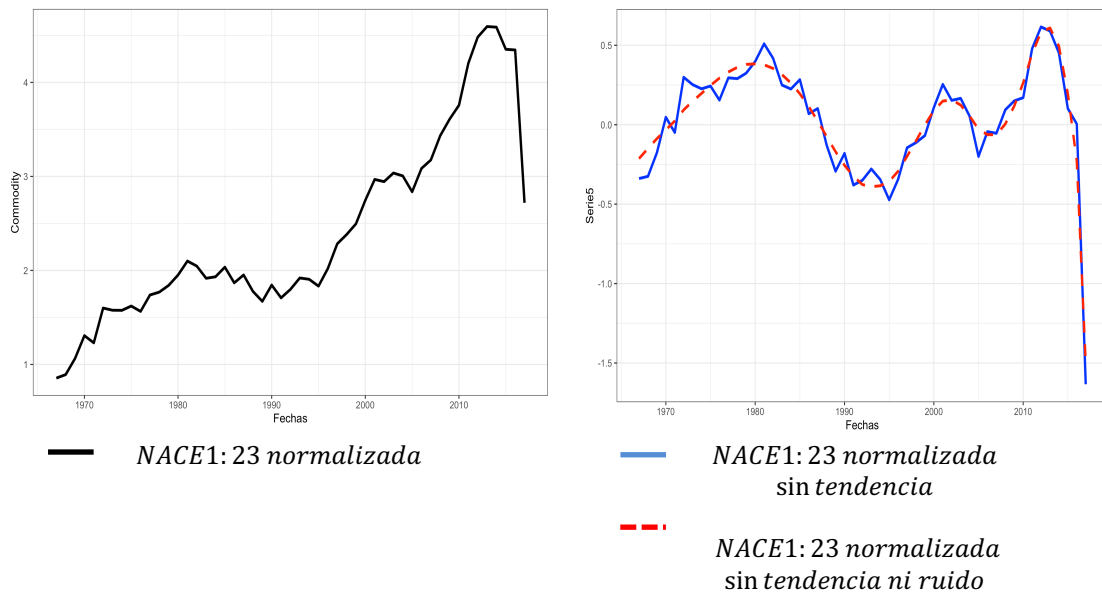


Ilustración 7: Comparación entre las series normalizada, normalizada sin tendencia y normalizada sin tendencia ni ruido para NACE:23

A continuación, se debe efectuar el mismo procedimiento realizado para esta serie, pero ahora para cada una de las series de patentes escogidas, y de esa manera, se estaría en condiciones de obtener la serie representativa de patentamiento en industrias *commodities*.

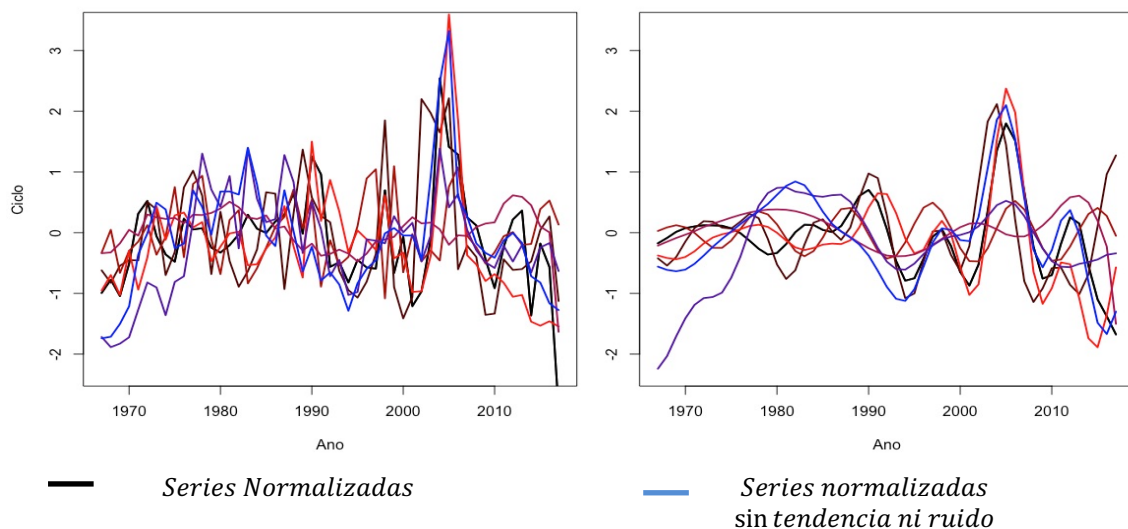


Ilustración 8: Comparación entre las series normalizada, normalizada sin tendencia y normalizada sin tendencia ni ruido para todas las series *commodities*

4.1.3. Obtención de la serie representativa del ciclo de patentamiento en industrias commodities

Una vez obtenidos las siete series de tiempo libres de tendencia y de ruido, que anteriormente han sido normalizadas¹⁰⁷, se procede a obtener la curva representativa del ciclo de patentamiento, como un promedio simple¹⁰⁸ de las siete curvas obtenidas con anterioridad.

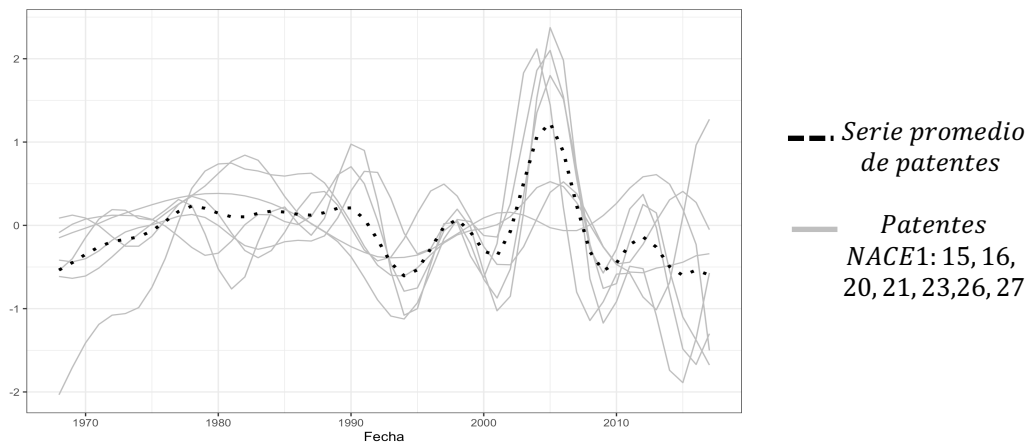


Ilustración 9: Serie representativa de las series *commodities* normalizadas

¹⁰⁷ Para más detalles, revisar Anexo G.

¹⁰⁸ Para más detalles, revisar Anexo F.

4.2. ANÁLISIS DE LA BASE DE DATOS REPRESENTATIVA DEL CICLO ECONÓMICO CON EL SISTEMA SSA

4.2.1. Elección de la base de datos representativa del ciclo económico mundial

La serie de datos representativa del ciclo económico, que en adelante podrá llamarse curva o serie del ciclo económico, debe seleccionarse con cuidado para que tenga la mayor coherencia posible, con la problemática que este estudio busca analizar. Además, debe haber coherencia con los datos utilizados para la medición de la innovación, en tanto que estos corresponden a datos mundiales, en un horizonte de tiempo determinado entre 1967 y 2017.

En relación a lo anterior, la curva del ciclo económico debe cumplir una serie de consideraciones para que ésta represente fielmente la información que se quiere comparar, a saber:

- (1) Información económica mundial agregada: La información proveniente de la base de datos de patentes *PATSTAT* contiene las patentes registradas en todo el mundo, por lo que es estrictamente necesario utilizar información económica mundial y no local¹⁰⁹.
- (2) Utilización de *GDP*: Uno de los objetivos de este estudio es entregar una herramienta de análisis sencillo y basado en datos confiables y disponibles, para poder apoyar la toma de decisiones en políticas públicas para incentivar la innovación, en países con economías basadas en commodities. En ese sentido, la simplicidad, accesibilidad y confiabilidad que un indicador macroeconómico

¹⁰⁹ Es claro que la utilización de la base de datos agregada tanto de patentes como del *GDP* puede ser inexacta, toda vez que no considera los pesos relativos de cada país en la generación de patentes. Por ejemplo, un país podría tener un alto *GDP*, pero no haber contribuido en la misma proporción a la generación de patentes. No obstante lo anterior, se ha considerado que utilizar esta información agregada es suficientemente bueno, como para un estudio inicial, que podría profundizarse en trabajos posteriores, si es que se desea analizar cohortes específicos de *GDP* por país versus generación de patentes.

estándar como el *GDP* proveen al lector de este estudio, un marco de trabajo de sencilla interpretación e información necesaria y suficiente para la toma de decisiones.

- (3) Utilización de *GDP* Real¹¹⁰: Si bien, la posibilidad de que la inflación pudiera afectar la generación de innovación, no es un tema que se abordará en este estudio, el autor decidió de todas formas eliminar la posibilidad de que la variabilidad de los datos producto de este factor pudiera incidir en el análisis. En consecuencia, se decidió utilizar el *GDP* mundial deflactado.
- (4) Utilización de *GDP* y no crecimiento del *GDP*: Dado que la base de datos de patentes se aplicará con un conteo directo sin calcular la variación porcentual año a año, se debe utilizar una medida del *GDP* equivalente y no el crecimiento anual del *GDP*.

Dada las razones esgrimidas anteriormente, se decidió utilizar la base de datos del Banco Mundial¹¹¹ para obtener la base de datos del *GDP* agregado mundial con valores constantes al 2010 en dólares americanos¹¹². Esta base de datos responde perfectamente, a los

¹¹⁰ “Como hemos visto, el *GDP* mide el gasto total en bienes y servicios en todos los mercados en la economía. Si el gasto total aumenta de un año a otro, al menos una de las dos cosas debe ser cierta: (1) la economía está produciendo una mayor producción de bienes y servicios, o (2) los bienes y servicios se venden a precios más altos. Al estudiar los cambios en la economía a lo largo del tiempo, los economistas quieren separar estos dos efectos. En particular, quieren una medida de la cantidad total de bienes y servicios que está produciendo la economía que no se ve afectada por cambios en los precios de esos bienes y servicios. Para hacer esto, los economistas usan una medida llamada *GDP* real. El *GDP* real responde a la pregunta hipotética: ¿Cuál sería el valor de los bienes y servicios producidos este año si valoramos estos bienes y servicios a los precios que prevalecieron en algún año específico en el pasado? Evaluando la producción actual utilizando precios fijados en niveles anteriores, el *GDP* real muestra cómo la producción general de la economía de bienes y servicios cambia con el tiempo.” [Mankiw, G. (2012). *Measuring a Nation's Income*. En *Principles of Economy* 6th Edition(499-500). Mason: South-Western, Cengage Learning.]

¹¹¹ World Bank. (2019). *GDP (Constant 2010 US\$)*. 10 de Mayo de 2019, de The world bank Group
Sitio web: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD>. Documento:
API_NY.GDP.MKTP.KD_DS2_en_excel_v2_41841.xls

¹¹² *GDP* a precios del comprador es la suma de del valor bruto añadido por todos los productores residentes en la economía, más cualquier impuesto y menos cualquier subsidio no incluido en el valor de los productos. Es calculado sin hacer ninguna deducción por depreciación [...] Los datos

requisitos anteriormente planteados, en tanto que es una base de datos confiable, segura y de fácil acceso e interpretación, y presenta absoluta coherencia con el formato que se tiene en las series de patentes.

4.2.2. Obtención del ciclo sin tendencia ni ruido

Luego de obtener los datos desde el sitio del Banco Mundial, se realiza el mismo procedimiento matemático sobre la serie del ciclo económico, que el que ha sido realizado en las series de patentes. De esa manera se procesa la serie para obtener el ciclo sin tendencia ni ruido. En la figura siguiente, se puede apreciar la comparación gráfica entre la curva de patentamiento y la curva del *GDP* mundial deflactado.

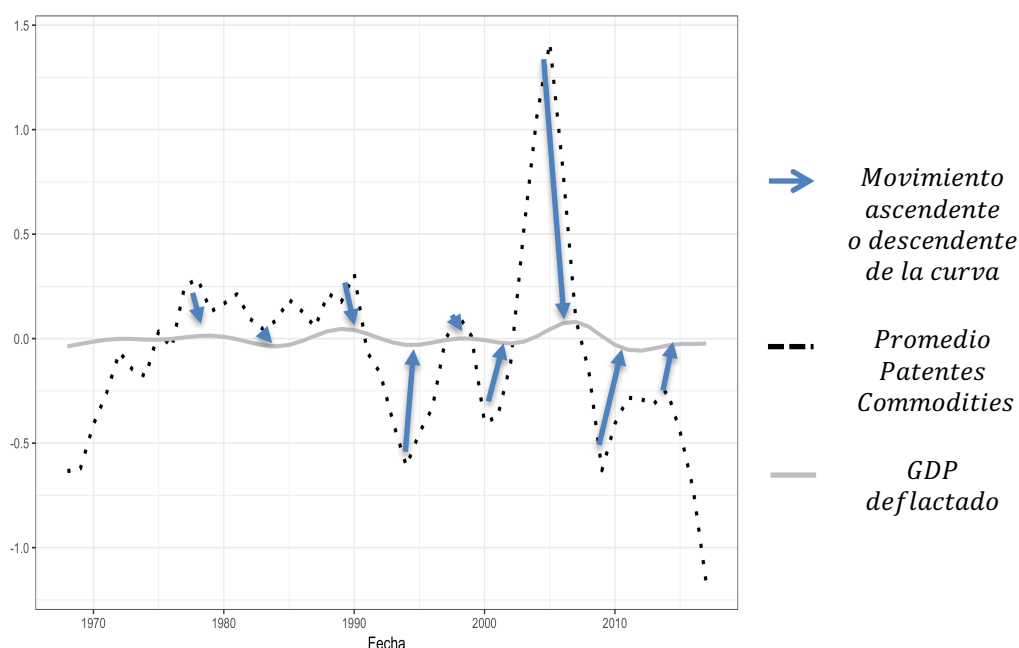


Ilustración 10: Curva de patentamiento y la curva del *GDP* mundial deflactado

están en dólares americanos constantes al año 2010. Para los valores de monedas extranjeras se utilizó la conversión oficial de paridades del año 2010. [...] Método de agregación: Gap-filled total. [...] Periodicidad: anual. Conceptos estadísticos y metodológicos: Producto interno bruto (PIB en inglés Gross domestic product GDP) representa la suma del valor agregado por todos los todos sus productores menos el valor de bienes y servicios utilizados en la producción. [...] [World Bank. (2019). *Ibíd.*]

Luego sólo de una inspección visual, parece encontrarse que la serie de patentes presenta un comportamiento procíclico en comparación con la serie del ciclo económico. Este resultado es completamente preliminar, y si bien, debe validarse o contradecirse por un análisis matemático-estadístico más profundo¹¹³, pareciera que el ciclo económico responde positivamente frente a un aumento en el patentamiento, con un desfase de algunos años. Así, un *boom* en el patentamiento, antecedería a un *boom* económico.

4.3. ANÁLISIS DE LA CORRELACIÓN

4.3.1. Análisis de la correlación para distintos *lag* utilizando el método de correlación cruzada

En esta sección, se procederá a realizar un procedimiento que busca comparar los ciclos de los registros de patentes versus los ciclos económicos mundiales, para comprender cómo se relacionan sus comportamientos. Como se ha mencionado anteriormente, lo que se busca es entender si en un momento de *boom* económico, existe un *boom* en patentamiento, o viceversa; o, por el contrario, si en un momento de recesión económica el patentamiento decae.

Dado que, según la literatura, es posible que existan *lags* entre los ciclos de patentamiento y los ciclos del *GDP* estudiados se utilizará un método de correlación cruzada, que permite comparar series de tiempo variando de manera automática el lag existente entre las series. Este procedimiento, presenta cierta novedad respecto al método empleado por Barlevy (2004), ya que como se ha mencionado, el autor considera que la prociclicidad se da manera síncrona. Habiendo tenido un resultado que visualmente indicaría la existencia de un *lag*, pero no se sabe exactamente cuál es dicho desfase, se revisará la correlación cruzada para *lags* entre -13 y 13 años de diferencia¹¹⁴.

¹¹³ Se llevará a cabo un an en la sección siguiente

¹¹⁴ A saber, $lag = 0$ correspondería a comparar año a año las series de tiempo, por ejemplo, el año 1967 de patentes con el año 1967 de GDP. $Lag = 1$, significa que las patentes de 1967 tienen una

4.4. RESULTADOS

4.4.1. Resultados obtenidos

Los valores obtenidos mediante el método de correlación cruzada dan cuenta del nivel de correlación existente para cada uno de los *lags* estudiados, siendo el nivel más alto en valor absoluto, el que predomina. Una correlación positiva indicará que los movimientos de las series son procíclicos, mientras que una correlación negativa indicará lo contrario. Es importante destacar, que esta información es concluyente por sí misma. Aún así, por rigurosidad estadística se debe realizar un análisis de regresión tomando los valores con el *lag* que obtuvo la mayor correlación, y verificar que existe una correlación lineal. Se pueden apreciar en la siguiente tabla, que resume y grafica los valores obtenidos¹¹⁵, que la mayor correlación se da con *lag* -1 con un valor de 68,2%¹¹⁶.

correlación con el GDP de 1968. *Lag* = -2, significa que el GDP de 1969 está correlacionado con las patentes de 1967.

¹¹⁵ Para más detalles, revisar Anexo I

¹¹⁶ Es importante recalcar que un *lag* negativo significa que el *boom* económico antecede a la innovación.

<i>Lag</i>	Correlación	Valor absoluto Correlación
-13	-0,161	0,161
-12	-0,194	0,194
-11	-0,173	0,173
-10	-0,146	0,146
-9	-0,173	0,173
-8	-0,243	0,243
-7	-0,306	0,306
-6	-0,276	0,276
-5	-0,098	0,098
-4	0,192	0,192
-3	0,489	0,489
-2	0,673	0,673
-1	0,682	0,682
0	0,542	0,542
1	0,258	0,258
2	0,001	0,001
3	-0,136	0,136
4	-0,145	0,145
5	-0,089	0,089
6	-0,055	0,055
7	-0,090	0,090
8	-0,180	0,180
9	-0,293	0,293
10	-0,332	0,332
11	-0,275	0,275
12	-0,140	0,140
13	0,041	0,041

Tabla 9: Tabla de correlaciones cruzadas con lags entre -13 y 13 años

4.4.1. Análisis de la significancia en la correlación lineal para *lag* -1

Los resultados obtenidos en la sección anterior indican que la mayor correlación se da con un *lag* -1, con una correlación alta. Se ha optado en consecuencia, por aplicar una prueba de significancia para buscar la corroboración de la validez de este valor. La prueba que se aplicará es el de *Pearson's product moment*¹¹⁷ el cual comienza con el planteamiento de la siguiente hipótesis nula:

$$H_0 : \rho = 0 \text{ vs } H_a : \rho \neq 0$$

Ecuación 10: Hipótesis nula de Pearson's product moment

Donde ρ representa la verdadera correlación¹¹⁸.

Sea $cor(x, y)$ la correlación muestral, la cual posee una distribución t según se indica en la siguiente ecuación:

$$cor(x, y) \sim t(l - 2),$$

Ecuación 11: Distribución de la correlación muestral

donde l es el largo de x .

Aplicando esta prueba descrito, se obtiene un $p - value$ de $7,1 \times 10^{-10}$. Valor mucho menor a 0,05, lo que indica que la hipótesis nula (H_0) se rechaza y por tanto se corrobora la dependencia línea significativa entre estas variables con desfase de -1 años. Además, se ajustó una regresión lineal para tener una segunda prueba de dicha correlación, obteniendo

¹¹⁷ Hollander, M. & Wolfe, D. (1973). Nonparametric Statistical Methods 2nd Edition . New York: John Wiley & Sons.

¹¹⁸ La hipótesis nula es que no hay correlación ($\rho = 0$). Si es que ρ toma cualquier valor distinto de cero, entonces se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que existe una correlación.

en ambos casos que el ajuste es significativo tanto como modelo como entre las variables como se puede apreciar en la ilustración siguiente:

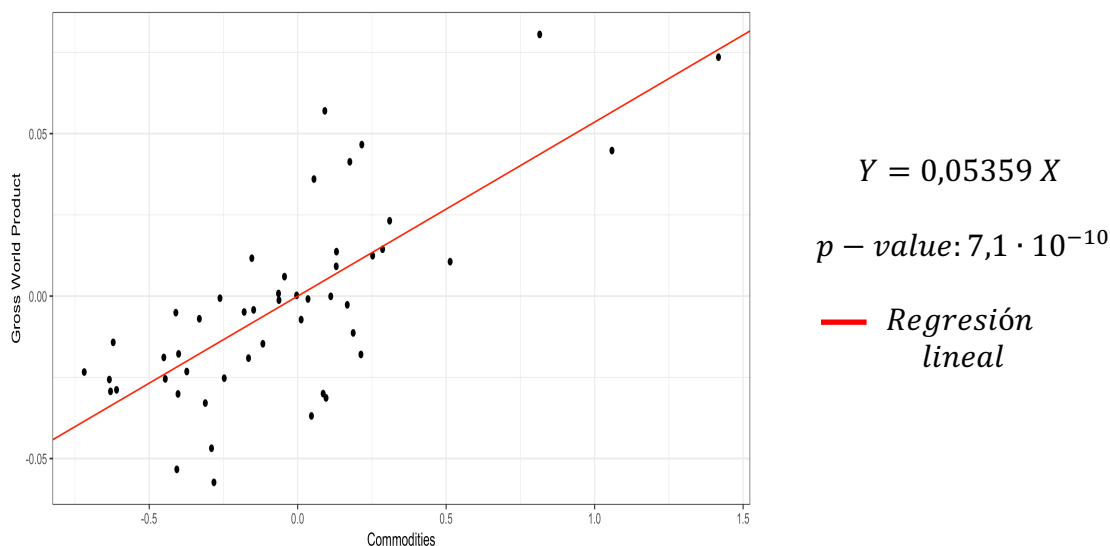


Ilustración 11: Análisis de regresión entre la serie representativa de patentes commodities y la serie del ciclo económico

4.4.1. Análisis de la correlación entre los ciclos económicos y las patentes agregadas sin segmentación de industrias

En paralelo a lo descrito anteriormente, existe una diferencia respecto al trabajo de Barlevy (2004) que no debe desconocerse: El autor utilizó en sus estudios una los gastos en *R&D* sin desagregar por industria¹¹⁹. Así, sería más que válido preguntarse, si existiría alguna diferencia en los resultados obtenidos en este estudio, si es que en vez de segmentar las patentes por los códigos *NACEI* correspondientes a industrias commodities, como se realizó en los capítulos anteriores; simplemente se utilizaran todos los datos de patentamiento indistintamente de la industria de la cual provienen.

¹¹⁹ Barlevy, G. (2004). Op. cit, 1-50.

Al realizar este análisis, se obtienen resultados que son concluyentes¹²⁰: Con $p\text{-value} \ll 0,05$ se ratifica estadísticamente que la serie de patentes no segmentada tiene un comportamiento procíclico respecto a los ciclos económicos y con lag , al igual que en las industrias commodities; pero con la diferencia que el lag es de 3 años entre el *boom* de patentamiento y el ciclo económico, en vez de 1.

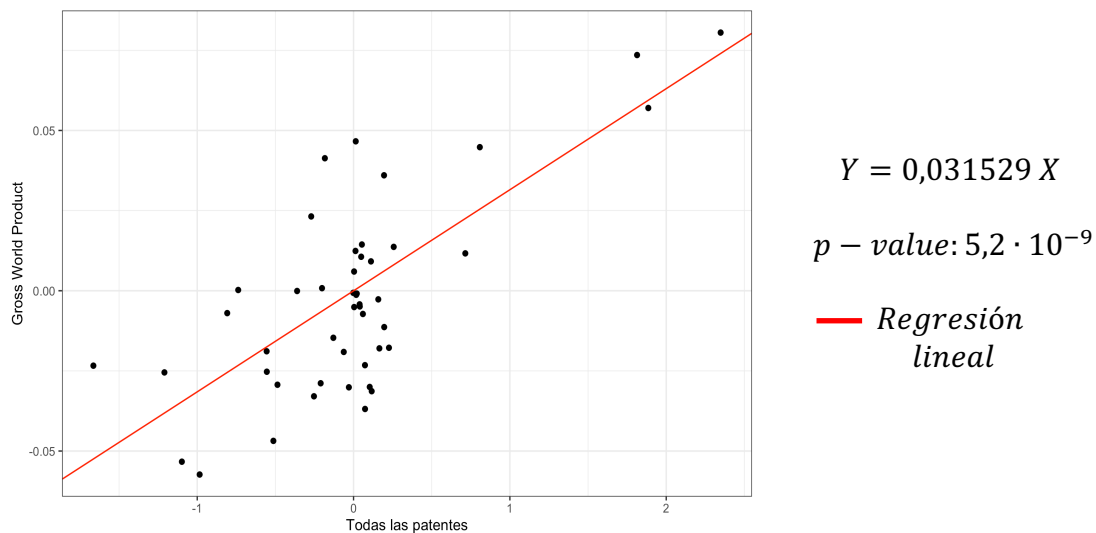


Ilustración 12: Análisis de regresión entre curva agregada de patentes y GDP mundial deflactado

Este resultado podría interpretarse como que la economía responde dos años más rápido frente a los *boom* de innovación en industrias *commodities*, en comparación con los *boom* de innovación de todas las industrias agregadas, aunque, no existe suficiente evidencia empírica para respaldar dicha afirmación.

¹²⁰ Con el fin de no distraer al lector de los resultados principales de este estudio, no se ahondará mayormente en el procedimiento estadístico, dado que el ejercicio es similar al realizado para la serie de patentes clasificadas como commodities. Para mayor revisión, consultar Anexo J, donde se encuentran tablas y gráficos que respaldan los resultados descritos.

4.4.2. Interpretación de los resultados

Los resultados descritos en las secciones anteriores, indican que existe una correlación fuerte entre las series representativas de patentes y la serie del *GDP* mundial deflactado, con un *lag* -1 y -3, respectivamente. Tanto en el análisis de correlación cruzada, donde se obtuvo un valor de correlación mayor al 68% y 67%; como en el análisis de regresión lineal, donde se obtuvo un *p-value* $\ll 0,05$, son coincidentes en dar cuenta de que existe un comportamiento procíclico entre la innovación y los ciclos económicos, con un desfase de dos a tres años.

4.4.3. Similitudes y diferencias entre las teorías actuales predominantes y los resultados esperados

El resultado de este análisis debe interpretarse correctamente para no caer en el principio de parsimonia. El primer resultado es categórico: Existe una correlación entre la innovación y los ciclos económicos, lo que coincide con todos los autores citados. En segundo lugar, el resultado central, es que se llega a la conclusión de que existe un efecto positivo de la actividad innovadora en los ciclos económicos, o sea, la relación es procíclica.

Los resultados coinciden con lo hallado por Barlevy¹²¹ (2004), Kira & Ulya.¹²² (2012) y Paunov¹²³ (2012), en cuanto a la prociclicidad de la innovación en relación a los ciclos económicos. No obstante, se encuentran sutilezas importantes tanto en el fondo como en la forma que deben ser aclaradas:

- (1) En primer lugar, como se revisó en capítulos anteriores, Barlevy (2004) realiza un análisis matemático que mediante un método de optimización definido como *Social Planner*, llega a la misma conclusión que este estudio, es decir, existe una

¹²¹ Barlevy, G. (2004). Op. cit, 1-50.

¹²² Kira, F. & Ulya, T. (2014). Op. cit, 662–675.

¹²³ Paunov, C. (2012). Op. cit, 24-35.

prociclicidad¹²⁴. La diferencia en el método utilizado es importante, y no deja de sorprender que se haya llegado al mismo resultado con un método algebraico-estadístico de mucho menor sofisticación que el de aquel autor.

(2) En segundo lugar, los resultados de Barlevy indicarían que esta prociclicidad se da de manera síncrona, y por tanto no habría un *lag* presente entre los gastos en *R&D* y los resultados en el ciclo económico. Esta diferencia se asentúa, toda vez que autores como Scherer (1984) y Watanabe et al. (2001), hablan de *lags* de entre 1 año¹²⁵ y 28 meses¹²⁶ entre la concepción de la idea y la presentación de la patente, y por tanto, parece razonable hablar de un *lag* mayor a dos años entre la concepción de la idea y su resultado en el *boom* económico y aún mayor si es que se considerara el desfase entre la inversión en *R&D* y el inicio del patentamiento de las ideas generadas producto de esta inversión.

(3) Por último, Kira et al. (2014), si bien afirma una prociclicidad, plantea que el motivo por el cual las firmas reasignan los gastos en *R&D* e innovación es para aprovechar los ciclos económicos, lo que indicaría que el gasto en *R&D* es un efecto del *boom* económico, lo cual se contradice con los resultados encontrados en este estudio, toda vez que la relación causa efecto es contraria¹²⁷.

Respecto al trabajo de Paunov (2012), los resultados de este estudio no ratifican ni contradicen sus hallazgos, en tanto que, no hay evidencia suficiente para afirmar o contradecir que en momentos de crisis económica, los proyectos de innovación decaen¹²⁸. El lector no debe confundirse con el hecho de que los resultados del trabajo de este autor indican prociclicidad. Hay una diferencia sutil, pero crucial, al comprender que existe

¹²⁴ Barlevy, G. (2004). Op. cit, 1-50.

¹²⁵ Scherer, F. (1984). Using Linked Patent and R&D Data to Measure Interindustry Technology Flows. National Bureau of Economic Research, 0-226-30884-7, 417-464.

¹²⁶ Watanabe, C., Tsuji, Y., Griffy-Brown, C. (2001). Op. cit, 783–790.

¹²⁷ Kira, F. & Ulya, T. (2014). Op. cit, 662–675.

¹²⁸ Paunov, C. (2012). Op. cit, 24-35.

una relación de causa efecto: Variaciones en la actividad innovadora llevan a variaciones (en el mismo sentido) de los ciclos económicos, y no necesariamente viceversa.

Las conclusiones aquí descritas, generan, en todos los casos, una discusión respecto a la visión Schumpeteriana que debe abordarse de la manera más neutral y completa posible. Es importante decir, que los resultados reafirman por un lado la visión Schumpeteriana:

“[...] La mayor parte de las fortunas privadas es, en la sociedad capitalista, directa o indirectamente el resultado del proceso en el cual la innovación es la ‘fuerza motriz’¹²⁹”. (Schumpeter, 1939)

No obstante este efecto positivo implica prociclicidad en la correlación, lo que debería contradecir la visión de Schumpeter, se debe hacer una distinción no menor, siendo quizás una piedra angular para entender las diferencias en visión de los diversos autores que han trabajado este tema: Como se revisó en capítulos anteriores, Schumpeter (1939) indica que la innovación es contracíclica porque es óptimo asignar los recursos en momentos de recesión, pero es la actividad innovadora, la “fuerza motriz” que hace que la economía vuelva al equilibrio, haciéndola entrar en la fase de revitalización¹³⁰. De nuevo, si se comparan *per se* los resultados: La teoría Schumpeteriana es contracíclica; el resultado de este estudio es procíclico. Se contradicen. Mas, a pesar de ello, su teoría parece converger con los resultados de este trabajo, en tanto, éstos indican que un *boom* en la actividad innovadora, medida como presentación de patentes, predeciría en promedio, en uno a tres años, a un *boom* en la actividad económica.

Decir entonces lo contrario, que los uno a tres años de desfase implican que la correlación es contracíclica sería un error. Dada la naturaleza aleatoria de los ciclos económicos, no es posible afirmar de ninguna manera, que uno a tres años antes de un *boom*, la economía está en recesión. No obstante lo anterior, sí podría llegar decirse que existe una prociclicidad

¹²⁹ Schumpeter, J. (1939), Op. cit, 106.

¹³⁰ Schumpeter, J. (1939), Op. cit, 130-132.

de la innovación respecto a la fase en que la economía se encuentra uno a tres años antes al *boom*. Y sí podría decirse con mayor certeza, que uno a tres años antes del *boom*, la economía debería encontrarse precisamente, en la fase revitalización, toda vez que calzaría, al menos de forma accidental y por promedio simple, con la duración teórica de cada uno de las cuatro fases insertas en un ciclo de *Juglar*¹³¹, lo que parece terminar de consolidar una teoría incipientemente conciliadora, que el autor tiene la osadía de presentar: La innovación es procíclica respecto a la fase de revitalización.

¹³¹ Schumpeter, J. (1939). Op. cit, 169-171

5. CONCLUSIONES

5.1. SUMARIO

Luego de revisar detenidamente la visión de diversos economistas acerca de la problemática de la ciclicalidad de la innovación en relación a los ciclos económicos, este estudio puede dar cuenta de manera bastante completa, acerca de las distintas posturas y visiones que predominan en la literatura, y, pese a que pareciera no existir un consenso pleno de las características de los movimientos, las explicaciones subyacentes a éstos parecieran coincidir bastante más que lo que difieren, dando algunas luces acerca de la concordancia entre los razonamientos de estos autores y los resultados de este estudio.

La literatura no hace una especial distinción, ni por cohortes, ni por interpretación de sus resultados, acerca del comportamiento teórico que las industrias commodities deberían presentar en relación, o a diferencia, de otro tipo de industrias. No pareciera haberle preocupado a los autores previos la posible diferencia en el comportamiento específico, ya sea porque pensaron que no había, o porque no la observaron en sus estudios.

5.2. CONCLUSIONES

Las conclusiones de este estudio no está exenta de sorpresas. En primer lugar, lo que en algún momento se planteó como un estudio que ratificaría la posición antagonista de uno de los dos autores precededores en cuestión: Schumpeter y Barlevy, terminó siendo más bien un estudio con resultado conciliador. Ninguno tendría razón, ni estaría equivocado del todo. La conclusión final parece entregar una teoría unificada incipiente, que recoge componentes descritas en ambos trabajos previos, y que ayudaría de manera directa a la toma de decisiones en políticas públicas pro innovación. En segundo lugar, no hay evidencia suficiente, más allá de los hallazgos respecto a la diferencia en los *lags*, para indicar que existiese diferencias en el comportamiento de las industrias commodities, en comparación con todas las industrias en general.

No obstante lo anterior, se puede indicar, que la principal conclusión de este estudio, es que la evidencia indica que la relación entre la innovación y los ciclos económicos es procíclica. Así, la inversión en la creación de conocimiento aplicado conducente a innovación (*R&D*) al interior de las empresas, podría predecir la generación de un aumento en el *GDP* uno a tres años posterior a la implementación de los incentivos. Este resultado es positivo, toda vez que ratifica que existe una correlación entre ambos ciclos, que medir la innovación como recuento de patentes es válido, y que la innovación es causa del crecimiento económico posterior.

5.3. TRABAJO FUTURO

Si bien, esta memoria ha cumplido a cabalidad con el alcance y la profundidad propuestas por el programa académico, no se puede decir que es un trabajo completo. Al contrario. La revisión realizada del estado del arte sobre esta materia, ha mostrado que tanto los métodos, los resultados, y las interpretaciones subyacentes a los resultados obtenidos, difieren en forma y en fondo, entregando una gran variedad de visiones tan amplia, que no permite una visualización simple, a modo de herramienta de trabajo, para los tomadores de decisión de políticas públicas.

Una tarea fundamental a realizar en trabajos futuros, es la de terminar de cuajar la teoría incipientemente presentada al finalizar este trabajo, toda vez que representa una visión novedosa, conciliadora y congruente, con la mayoría, sino todos, los autores anteriores. En segundo lugar, sería interesante realizar el mismo estudio estadístico para diferentes cohortes, buscando entender por ejemplo, si existe diferencia estadísticamente relevante para el comportamiento en otro tipo de industrias, para patentes *granted* en vez de *issued*, para naciones desarrolladas en comparación con naciones en vías de desarrollo, e incluso, se podría llegar a hacer una diferenciación por países haciendo *clusters* por cultura innovadora, porcentaje del *GDP* invertido en *R&D*, y prácticamente cualquier diferenciación medible.

Por último, y entendiendo que esta memoria tiene un foco principal en la utilización de estos resultados para la aplicación en países con economías basadas en recursos naturales, como el caso de Chile, donde un gran porcentaje de su *GDP* es derivado de la industria del cobre, sería interesante realizar un estudio en economías más desarrolladas, pero cuyo crecimiento sigue estando indexado de alguna manera a una materia prima, como es el caso de Australia.

Se sugiere al lector, por cierto, considerar estas ideas y recomendaciones como beneficio de inventario, toda vez que la revisión de la dificultad, escalabilidad y aplicabilidad de estas propuestas está fuera del alcance de este estudio; pero ciertamente, este trabajo debe ser considerado como una base para estudios posteriores.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

- 1) Brockwell, P. & Davis, R. (2002). Introduction to Time Series and Forecasting 2nd Edition. New York: Springer Texts in Statistics, Springer.
- 2) Hollander, M. & Wolfe, D. (1973). Nonparametric Statistical Methods 2nd Edition. New York: John Wiley & Sons.
- 3) James Stewart. (2008). Calculus: Early Transcendentals, Sixth Edition. Belmont: Thomson Brooks/Cole.
- 4) Lay, D. (2012). LINEAR ALGEBRA AND ITS APPLICATIONS 4th Edition. Maryland: Pearson Education.
- 5) Mankiw, G. (2012). En Principles of Economy 6th Edition. Mason: South-Western, Cengage Learning.
- 6) Rice, J. (1995). Mathematical Statistics and Data Analysis 3th Edition. University of California, Berkeley: Duxbury Press.
- 7) Schumpeter, J. (1911). The Theory of Economic Development. Cambridge: Harvard University Press.
- 8) Schumpeter, J. (1939). Business Cycles: A theoretical, historical, and statistical analysis of the capitalist process, New York: McGraw-Hill Book Company.
- 9) Schumpeter, J. (1966). Capitalism, Socialism and Democracy. London: Unwin University Books.
- 10) Venables, W. N. and Ripley, B. D. (2002). Modern Applied Statistics with S. New York, USA: Springer-Verlag.

ARTÍCULOS Y REVISTAS

- 1) Barlevy, G. (2004). On the Timing of Innovation in Stochastic Schumpeterian Growth Models. NBER WORKING PAPER SERIES, 10741. 1-50.

- 2) Barlevy, G. (2007). On the Cyclicity of Research and Development. THE AMERICAN ECONOMIC REVIEW, 97 (4), 1131-1164.
- 3) De Carvalho, M. & Rua, A. (2017). Real-Time Nowcasting the US Output Gap: Singular Spectrum Analysis at Work. Real-time nowcasting the US output gap: Singular spectrum analysis at work, 33, 185-198.
- 4) François, P. & Lloyd-Ellis, H. (2003). Animal spirits through creative destruction. The American Economic Review, 93, 532.
- 5) Hassani, H., Soofi, A. & Zhigljavsky, A.. (2013). Predicting inflation dynamics with singular spectrum analysis. Journal of the Royal Statistical Society. Series A (Statistics in Society), 176 Nro. 3, 743-760.
- 6) Kira, F. & Ulya, T. (2014). An empirical examination of the procyclicality of r&d investment and innovation. The Review of Economics and Statistics, 96(4), 662–675.
- 7) Paunov, C. (2012). The global crisis and firms' investments in innovation. Research Policy, 41, 24-35.
- 8) Rukhin, A. (2002). Analysis Time Series Structure SSA and Related Techniques. Technometrics, 44(3), 290.
- 9) Scherer F.M. (1983), The propensity to Patent, North-Holland: International Journal of Industrial Organization, Vol 1, pp. 107-108
- 10) Scherer, F. (1984). Using Linked Patent and R&D Data to Measure Interindustry Technology Flows. National Bureau of Economic Research, 0-226-30884-7, 417-464.
- 11) Watanabe, C., Tsuji, Y., Griffy-Brown, C. (2001). Patent statistics: deciphering a 'real' versus a 'pseudo' proxy of innovation. Technovation, 21, 783–790.

PÁGINAS WEB

- 1) <http://www.columbia.edu> – Página web Universidad de Columbia.
- 2) <http://www.ingenieria.unam.mx> – Página web Universidad Autónoma de México.
- 3) <https://aws.amazon.com/es/relational-database/> - Página web de *Amazon Web Services*.

- 4) <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/114942-what-is-the-difference-between-current-and-constant> - Página web del Banco Mundial.
- 5) <https://dictionary.cambridge.org/es/diccionario/ingles/gdp> - Página web del diccionario de *Cambridge*.
- 6) <https://en.wikipedia.org/wiki/Compustat> - Página web de la enciclopedia en línea Wikipedia.
- 7) <https://www.corfo.cl/sites/cpp/sobrecorfo> - Página web de CORFO.
- 8) <https://www.inapi.cl/portal/institucional/600/w3-article-744.html> - Página web de INAPI.
- 9) <https://www.nber.org/info.html> - Página web del *NBER*

ANEXO A: BASE DE DATOS DE PATENTES

<i>Year</i>	TOTAL	15	16	20	21	23	26	27
1967	2352	148	4	10	27	2072	34	57
1968	2495	175	2	17	47	2163	27	64
1969	2900	150	5	11	29	2580	36	89
1970	3648	209	6	17	78	3168	48	122
1971	3646	298	6	20	40	2982	86	214
1972	4691	322	16	24	76	3879	123	251
1973	4678	264	15	20	132	3823	120	304
1974	4562	235	4	24	99	3820	89	291
1975	4678	225	8	34	126	3931	132	222
1976	4634	301	19	22	130	3793	141	228
1977	5201	284	22	36	115	4216	210	318
1978	5335	288	18	38	121	4291	292	287
1979	5322	258	5	27	81	4465	248	238
1980	5659	254	16	21	98	4731	226	313
1981	6091	272	8	31	114	5091	262	313
1982	5892	296	4	33	118	4962	172	307
1983	5772	335	7	20	85	4647	291	387
1984	5672	316	11	23	88	4686	227	321
1985	5827	313	21	27	106	4935	195	230
1986	5441	337	21	31	119	4529	195	209
1987	5849	353	5	33	153	4733	269	303
1988	5332	394	18	38	112	4309	232	229
1989	4817	328	29	31	80	4052	141	156
1990	5611	464	21	36	222	4473	199	196
1991	5050	436	18	20	139	4142	161	134
1992	5109	279	17	28	181	4360	99	145
1993	5369	291	9	23	150	4655	118	123
1994	5170	260	6	24	109	4621	74	76
1995	5113	303	5	29	133	4445	76	122
1996	5647	294	8	37	125	4900	138	145
1997	6290	296	13	38	115	5536	134	158
1998	6763	435	36	14	173	5775	128	202
1999	6870	298	8	37	108	6052	158	209
2000	7488	365	3	17	115	6659	135	194
2001	7888	251	7	23	75	7197	143	192
2002	7798	282	41	17	77	7140	92	149
2003	8320	378	39	18	115	7362	119	289
2004	8893	661	36	15	220	7288	221	452
2005	8549	549	42	27	370	6878	145	538
2006	8726	540	13	29	260	7481	157	246
2007	8601	435	17	15	118	7699	109	208
2008	9118	423	15	11	107	8325	80	157
2009	9413	366	5	6	88	8751	61	136
2010	9705	317	5	6	93	9110	50	124
2011	10906	389	14	7	81	10191	73	151
2012	11594	436	12	6	63	10866	50	161
2013	11871	450	12	2	61	11140	66	140
2014	11541	266	13	1	29	11124	29	79
2015	11105	386	18	6	20	10553	57	65
2016	11002	337	20	7	18	10536	59	25
2017	6716	78	5	0	7	6594	22	10
TOTAL	336720	16620	728	1087	5546	295711	6749	10279

Tabla 10: Base de datos de cantidad de patentes presentadas anualmente según su clasificación NACE1

ANEXO B: DIAGRAMA UML BASE DE DATOS PATSTAT

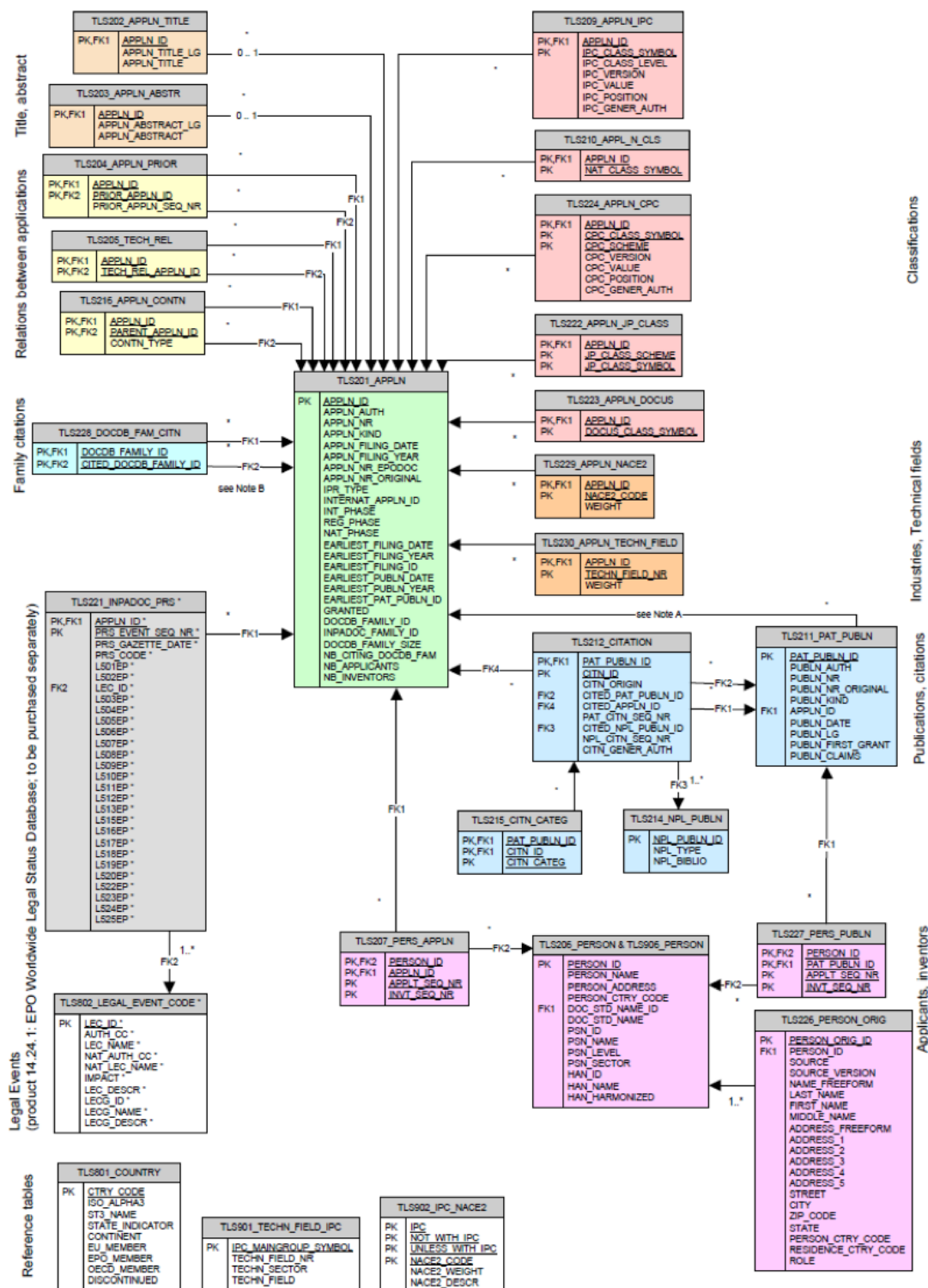


Ilustración 13: Diagrama UML Base de datos PATSTAT

ANEXO C: CONSULTA SQL UTILIZADA PARA EXTRAER LA BD DE PATSTAT

```
SELECT a.APPLN_FILING_DATE, COUNT(DISTINCT a.appln_id) AS NumberOfPatentApplications
FROM t1s201_appln a
JOIN t1s209_appln_ipc i ON a.appln_id = i.appln_id
WHERE (i.ipc_class_symbol LIKE 'C10G%' or i.ipc_class_symbol like 'C10L%' or i.ipc_class_symbol like 'G01V%') –
Cambiar IPC acá
AND a.APPLN_FILING_DATE BETWEEN '2000-02-15' AND '2000-12-31' – Definir rangos de fecha acá
GROUP BY a.APPLN_FILING_DATE
ORDER BY a.APPLN_FILING_DATE
```

ANEXO D: TABLA FILTRADA DE CONCORDANCIA ENTRE CÓDIGOS NACE 1 COMMODITIES Y CÓDIGOS IPC PARA LAS PATENTES DE LA BD PATSTAT

IPC	NACE1	DETALLE
A01H	15	Food, beverages NEW PLANTS OR PROCESSES FOR OBTAINING THEM; PLANT REPRODUCTION BY TISSUE CULTURE TECHNIQUES [5]
A21D	15	Food, beverages TREATMENT, e.g. PRESERVATION, OF FLOUR OR DOUGH, e.g. BY ADDITION OF MATERIALS; BAKING; BAKERY PRODUCTS; PRESERVATION THEREOF
A23B	15	Food, beverages PRESERVING, e.g. BY CANNING, MEAT, FISH, EGGS, FRUIT, VEGETABLES, EDIBLE SEEDS; CHEMICAL RIPENING OF FRUIT OR VEGETABLES; THE PRESERVED, RIPENED, OR CANNED PRODUCTS (preserving foodstuffs in general A23L 3/00; applying food preservatives in packages B65D)
A23C	15	Food, beverages DAIRY PRODUCTS, e.g. MILK, BUTTER, CHEESE; MILK OR CHEESE SUBSTITUTES; MAKING THEREOF (obtaining protein compositions for foodstuffs A23J 1/00; preparation of peptides, e.g. of proteins, in general C07K 1/00)
A23D	15	Food, beverages EDIBLE OILS OR FATS, e.g. MARGARINES, SHORTENINGS, COOKING OILS (animal feeding-stuffs A23K 1/00; foods or foodstuffs containing edible oils or fats A21D, A23C, A23G, A23L; obtaining, refining, preserving C11B, C11C; hydrogenation C11C 3/12)
A23F	15	Food, beverages COFFEE; TEA; THEIR SUBSTITUTES; MANUFACTURE, PREPARATION, OR INFUSION THEREOF (coffee or tea pots A47G 19/14; tea infusers A47G 19/16; apparatus for making beverages, e.g. coffee or tea, A47J 31/00; coffee mills A47J 42/00)
A23G	15	Food, beverages COCOA; CHOCOLATE; CONFECTIONERY; ICE-CREAM
A23J	15	Food, beverages PROTEIN COMPOSITIONS FOR FOODSTUFFS; WORKING-UP PROTEINS FOR FOODSTUFFS; PHOSPHATIDE COMPOSITIONS FOR FOODSTUFFS (fodder A23K; protein compositions or phosphatide compositions for pharmaceuticals A61K; phosphatides per se C07F 9/10; proteins per se C07K)
A23K	15	Food, beverages FODDER
A23L	15	Food, beverages FOODS, FOODSTUFFS, OR NON-ALCOHOLIC BEVERAGES, NOT COVERED BY SUBCLASSES A23B TO A23J; THEIR PREPARATION OR TREATMENT, e.g. COOKING, MODIFICATION OF NUTRITIVE QUALITIES, PHYSICAL TREATMENT (shaping or working, not fully covered by this subclass, A23P); PR
A23P	15	Food, beverages SHAPING OR WORKING OF FOODSTUFFS, NOT FULLY COVERED BY A SINGLE OTHER SUBCLASS (shaping substances in a plastic state in general B29C)
C12C	15	Food, beverages BREWING OF BEER (cleaning of raw materials A23N; pitching or depitching machines, cellar tools C12L; propagating yeasts C12N 1/14; non-beverage ethanolic fermentation C12P 7/06)
C12F	15	Food, beverages RECOVERY OF BY-PRODUCTS OF FERMENTED SOLUTIONS; DENATURING OF, OR DENATURED, ALCOHOL [6]
C12G	15	Food, beverages WINE; OTHER ALCOHOLIC BEVERAGES; PREPARATION THEREOF (beer C12C)
C12H	15	Food, beverages PASTEURISATION, STERILISATION, PRESERVATION, PURIFICATION, CLARIFICATION, AGEING OF ALCOHOLIC

			BEVERAGES OR REMOVAL OF ALCOHOL THEREFROM (deacidifying wine C12G 1/10; preventing winestone precipitation C12G 1/12; simulation ageing by flavouring C12G 3/06)
<i>C12J</i>	15	Food, beverages	VINEGAR; ITS PREPARATION
<i>Not existing</i>	15	Food, beverages	Not existing
<i>C13F</i>	15	Food, beverages	PREPARATION OR PROCESSING OF RAW SUGAR, SUGAR, OR SYRUP
<i>C13J</i>	15	Food, beverages	EXTRACTION OF SUGAR FROM MOLASSES
<i>C13K</i>	15	Food, beverages	GLUCOSE; INVERT SUGAR; LACTOSE; MALTOSE; SYNTHESIS OF SUGARS BY HYDROLYSIS OF DI- OR POLYSACCHARIDES (carbohydrate syrups in foods or foodstuffs A23L 1/09; chemical synthesis other than by hydrolysis of di- or polysaccharides C07H; fermentation or enzyme-
<i>A24B</i>	16	Tobacco products	MANUFACTURE OR PREPARATION OF TOBACCO FOR SMOKING OR CHEWING; TOBACCO; SNUFF
<i>A24D</i>	16	Tobacco products	CIGARS; CIGARETTES; TOBACCO SMOKE FILTERS; MOUTHPIECES FOR CIGARS OR CIGARETTES; MANUFACTURE OF TOBACCO SMOKE FILTERS OR MOUTHPIECES
<i>A24F</i>	16	Tobacco products	SMOKERS' REQUISITES; MATCH BOXES (lighters F23Q)
<i>B27D</i>	20	Wood products	WORKING VENEER OR PLYWOOD (applying liquids or other fluent materials to surfaces in general B05; grinding, sanding, or polishing of wood B24; applying adhesives or glue to surfaces of wood B27G 11/00; manufacture of veneer B27L 5/00)
<i>B27H</i>	20	Wood products	BENDING; COOPERAGE; WHEEL-MAKING
<i>B27M</i>	20	Wood products	WORKING OF WOOD NOT PROVIDED FOR IN SUBCLASSES B27B TO B27L; MANUFACTURE OF SPECIFIC WOODEN ARTICLES
<i>B27N</i>	20	Wood products	MANUFACTURE BY DRY PROCESSES OF ARTICLES, WITH OR WITHOUT ORGANIC BINDING AGENTS, MADE FROM PARTICLES OR FIBRES CONSISTING OF WOOD OR OTHER LIGNOCELLULOSIC OR LIKE ORGANIC MATERIAL (containing cementitious material B28B; shaping of substances in a plastic
<i>E04G</i>	20	Wood products	SCAFFOLDING; FORMS; SHUTTERING; BUILDING IMPLEMENTS OR OTHER BUILDING AIDS, OR THEIR USE; HANDLING BUILDING MATERIALS ON THE SITE; REPAIRING, BREAKING-UP OR OTHER WORK ON EXISTING BUILDINGS
<i>B41M</i>	21	Paper	PRINTING, DUPLICATING, MARKING, OR COPYING PROCESSES; COLOUR PRINTING (correction of typographical errors B41J; processes for applying transfer pictures or the like B44C 1/16; fluid media for correction of typographical errors by coating C09D 10/00; print
<i>B42D</i>	21	Paper	BOOKS; BOOK COVERS; LOOSE LEAVES; PRINTED MATTER OF SPECIAL FORMAT OR STYLE NOT OTHERWISE PROVIDED FOR; DEVICES FOR USE THEREWITH; MOVABLE-STRIP WRITING OR READING APPARATUS (book stands A47B; reading desks A47B 19/00; book rests A47B 23/00)
<i>B42F</i>	21	Paper	SHEETS TEMPORARILY ATTACHED TOGETHER; FILING APPLIANCES; FILE CARDS; INDEXING (reading desks A47B 19/00; book rests A47B 23/00)
<i>B44F</i>	21	Paper	SPECIAL DESIGNS OR PICTURES

<i>D21C</i>	21	Paper	PRODUCTION OF CELLULOSE BY REMOVING NON-CELLULOSE SUBSTANCES FROM CELLULOSE- CONTAINING MATERIALS; REGENERATION OF PULPING LIQUORS; APPARATUS THEREFOR
<i>D21H</i>	21	Paper	PULP COMPOSITIONS; PREPARATION THEREOF NOT COVERED BY SUBCLASSES D21C, D21D; IMPREGNATING OR COATING OF PAPER; TREATMENT OF FINISHED PAPER NOT COVERED BY CLASS B31 OR SUBCLASS D21G; PAPER NOT OTHERWISE PROVIDED FOR [5]
<i>D21J</i>	21	Paper	FIBREBOARD; MANUFACTURE OF ARTICLES FROM CELLULOSIC FIBROUS SUSPENSIONS OR FROM PAPIER-MÂCHÉ (manufacture of articles by dry processes B27N)
<i>C10G</i>	23	Petroleum products, nuclear fuel	CRACKING HYDROCARBON OILS; PRODUCTION OF LIQUID HYDROCARBON MIXTURES, e.g. BY DESTRUCTIVE HYDROGENATION, OLIGOMERISATION, POLYMERISATION (cracking to hydrogen or synthesis gas C01B; cracking or pyrolysis of hydrocarbon gases to individual hydrocarbons or
<i>C10L</i>	23	Petroleum products, nuclear fuel	FUELS NOT OTHERWISE PROVIDED FOR (fuels for generating pressure gas, e.g. for rockets, C06D 5/00; candles C11C; nuclear fuel G21C 3/00); NATURAL GAS; SYNTHETIC NATURAL GAS OBTAINED BY PROCESSES NOT COVERED BY SUBCLASSES C10G, C10K; LIQUEFIED PETROLEUM GAS
<i>G01V</i>	23	Petroleum products, nuclear fuel	GEOPHYSICS; GRAVITATIONAL MEASUREMENTS; DETECTING MASSES OR OBJECTS; TAGS (detecting or locating foreign bodies for diagnostic, surgical or person-identification purposes A61B; means for indicating the location of accidentally buried, e.g. snow-buried, pe
<i>B24D</i>	26	Non-metallic mineral products	TOOLS FOR GRINDING, BUFFING, OR SHARPENING (tools for grinding or polishing optical surfaces on lenses or surfaces of similar shape B24B 13/01; grinding heads B24B 41/00; manufacture of abrasive or friction articles or shaped materials containing macromol
<i>B28B</i>	26	Non-metallic mineral products	SHAPING CLAY OR OTHER CERAMIC COMPOSITIONS, SLAG OR MIXTURES CONTAINING CEMENTITIOUS MATERIAL, e.g. PLASTER (foundry moulding B22C; working stone or stone-like material B28D; shaping of substances in a plastic state, in general B29C; making layered produc
<i>B28C</i>	26	Non-metallic mineral products	PREPARING CLAY; PRODUCING MIXTURES CONTAINING CLAY OR CEMENTITIOUS MATERIAL, e.g. PLASTER (preparing material for foundry moulds B22C 5/00)
<i>B32B</i>	26	Non-metallic mineral products	LAYERED PRODUCTS, i.e. PRODUCTS BUILT-UP OF STRATA OF FLAT OR NON-FLAT, e.g. CELLULAR OR HONEYCOMB, FORM
<i>C03B</i>	26	Non-metallic mineral products	MANUFACTURE, SHAPING, OR SUPPLEMENTARY PROCESSES
<i>C03C</i>	26	Non-metallic mineral products	CHEMICAL COMPOSITION OF GLASSES, GLAZES, OR VITREOUS ENAMELS; SURFACE TREATMENT OF GLASS; SURFACE TREATMENT OF FIBRES OR FILAMENTS FROM GLASS, MINERALS OR SLAGS; JOINING GLASS TO GLASS OR OTHER MATERIALS
<i>C04B</i>	26	Non-metallic	LIME; MAGNESIA; SLAG; CEMENTS; COMPOSITIONS THEREOF, e.g. MORTARS, CONCRETE OR LIKE BUILDING MATERIALS;

		mineral products	ARTIFICIAL STONE; CERAMICS (devitrified glass-ceramics C03C 10/00); REFRACTORIES; TREATMENT OF NATURAL STONE [4]
<i>E04B</i>	26	Non-metallic mineral products	GENERAL BUILDING CONSTRUCTIONS; WALLS, e.g. PARTITIONS; ROOFS; FLOORS; CEILINGS; INSULATION OR OTHER PROTECTION OF BUILDINGS (border constructions of openings in walls, floors, or ceilings E06B 1/00)
<i>E04C</i>	26	Non-metallic mineral products	STRUCTURAL ELEMENTS; BUILDING MATERIALS (for bridges E01D; specially designed for insulation or other protection E04B; elements used as building aids E04G; for mining E21; for tunnels E21D; structural elements with broader range of application than for bu
<i>E04D</i>	26	Non-metallic mineral products	ROOF COVERINGS; SKY-LIGHTS; GUTTERS; ROOF-WORKING TOOLS (coverings of outer walls by plaster or other porous material E04F 13/00)
<i>E04F</i>	26	Non-metallic mineral products	FINISHING WORK ON BUILDINGS, e.g. STAIRS, FLOORS (windows, doors E06B)
<i>G21B</i>	26	Non-metallic mineral products	FUSION REACTORS (uncontrolled reactors G21J)
<i>B21C</i>	27	Basic metals	MANUFACTURE OF METAL SHEETS, WIRE, RODS, TUBES OR PROFILES, OTHERWISE THAN BY ROLLING; AUXILIARY OPERATIONS USED IN CONNECTION WITH METAL-WORKING WITHOUT ESSENTIALLY REMOVING MATERIAL
<i>B21G</i>	27	Basic metals	MAKING NEEDLES, PINS, OR NAILS
<i>B22D</i>	27	Basic metals	CASTING OF METALS; CASTING OF OTHER SUBSTANCES BY THE SAME PROCESSES OR DEVICES (shaping of plastics or substances in a plastic state B29C; metallurgical processing, selection of substances to be added to metal C21, C22)
<i>C21B</i>	27	Basic metals	MANUFACTURE OF IRON OR STEEL (preliminary treatment of ferrous ores or scrap C22B 1/00; electric heating H05B)
<i>C21C</i>	27	Basic metals	PROCESSING OF PIG-IRON, e.g. REFINING, MANUFACTURE OF WROUGHT-IRON OR STEEL (refining or remelting metals in general C22B 9/00); TREATMENT IN MOLTEN STATE OF FERROUS ALLOYS
<i>C21D</i>	27	Basic metals	MODIFYING THE PHYSICAL STRUCTURE OF FERROUS METALS; GENERAL DEVICES FOR HEAT TREATMENT OF FERROUS OR NON-FERROUS METALS OR ALLOYS; MAKING METAL MALLEABLE BY DECARBURISATION, TEMPERING, OR OTHER TREATMENTS (cementation by diffusion processes C23C; surface
<i>C22B</i>	27	Basic metals	PRODUCTION OR REFINING OF METALS (making metallic powder or suspensions thereof B22F 9/00; electrolytic C25); PRETREATMENT OF RAW MATERIALS
<i>C22C</i>	27	Basic metals	ALLOYS (flints C06C 15/00; treatment of alloys C21D, C22F)
<i>C22F</i>	27	Basic metals	CHANGING THE PHYSICAL STRUCTURE OF NON-FERROUS METALS OR NON-FERROUS ALLOYS (surface treatment of metallic material involving at least one process provided for in class C23 and at least one process covered by this subclass C23F 17/00)

<i>C25C</i>	27	Basic metals	PROCESSES FOR THE ELECTROLYTIC PRODUCTION, RECOVERY OR REFINING OF METALS; APPARATUS THEREFOR [2]
<i>C25F</i>	27	Basic metals	PROCESSES FOR THE ELECTROLYTIC REMOVAL OF MATERIALS FROM OBJECTS; APPARATUS THEREFOR [2]

Tabla 11: Tabla de concordancia entre códigos NACE 1 y códigos IPC para las patentes de la base de datos PATSTAT

ANEXO E: TABLA FILTRADA REVISADA DE CONCORDANCIA ENTRE CÓDIGOS NACE 1 COMMODITIES Y CÓDIGOS IPC PARA LAS PATENTES DE LA BD PATSTAT

<i>IPC</i>	<i>NACE1</i>	<i>DETALLE</i>
<i>A01H</i>	15	Food, beverages NEW PLANTS OR PROCESSES FOR OBTAINING THEM; PLANT REPRODUCTION BY TISSUE CULTURE TECHNIQUES [5]
<i>A23C</i>	15	Food, beverages DAIRY PRODUCTS, e.g. MILK, BUTTER, CHEESE; MILK OR CHEESE SUBSTITUTES; MAKING THEREOF (obtaining protein compositions for foodstuffs A23J 1/00; preparation of peptides, e.g. of proteins, in general C07K 1/00)
<i>A23D</i>	15	Food, beverages EDIBLE OILS OR FATS, e.g. MARGARINES, SHORTENINGS, COOKING OILS (animal feeding-stuffs A23K 1/00; foods or foodstuffs containing edible oils or fats A21D, A23C, A23G, A23L; obtaining, refining, preserving C11B, C11C; hydrogenation C11C 3/12)
<i>A23F</i>	15	Food, beverages COFFEE; TEA; THEIR SUBSTITUTES; MANUFACTURE, PREPARATION, OR INFUSION THEREOF (coffee or tea pots A47G 19/14; tea infusers A47G 19/16; apparatus for making beverages, e.g. coffee or tea, A47J 31/00; coffee mills A47J 42/00)
<i>A23G</i>	15	Food, beverages COCOA; CHOCOLATE; CONFECTIONERY; ICE-CREAM
<i>A23J</i>	15	Food, beverages PROTEIN COMPOSITIONS FOR FOODSTUFFS; WORKING-UP PROTEINS FOR FOODSTUFFS; PHOSPHATIDE COMPOSITIONS FOR FOODSTUFFS (fodder A23K; protein compositions or phosphatide compositions for pharmaceuticals A61K; phosphatides per se C07F 9/10; proteins per se C07K)
<i>A23K</i>	15	Food, beverages FODDER
<i>A23L</i>	15	Food, beverages FOODS, FOODSTUFFS, OR NON-ALCOHOLIC BEVERAGES, NOT COVERED BY SUBCLASSES A23B TO A23J; THEIR PREPARATION OR TREATMENT, e.g. COOKING, MODIFICATION OF NUTRITIVE QUALITIES, PHYSICAL TREATMENT (shaping or working, not fully covered by this subclass, A23P); PR
<i>A23L</i>	15	Food, beverages FOODS, FOODSTUFFS, OR NON-ALCOHOLIC BEVERAGES, NOT COVERED BY SUBCLASSES A23B TO A23J; THEIR PREPARATION OR TREATMENT, e.g. COOKING, MODIFICATION OF NUTRITIVE QUALITIES, PHYSICAL TREATMENT (shaping or working, not fully covered by this subclass, A23P); PR
<i>A23L</i>	15	Food, beverages FOODS, FOODSTUFFS, OR NON-ALCOHOLIC BEVERAGES, NOT COVERED BY SUBCLASSES A23B TO A23J; THEIR PREPARATION OR TREATMENT, e.g. COOKING, MODIFICATION OF NUTRITIVE QUALITIES, PHYSICAL TREATMENT (shaping or working, not fully covered by this subclass, A23P); PR
<i>C12C</i>	15	Food, beverages BREWING OF BEER (cleaning of raw materials A23N; pitching or depitching machines, cellar tools C12L; propagating yeasts C12N 1/14; non-beverage ethanolic fermentation C12P 7/06)
<i>C12G</i>	15	Food, beverages WINE; OTHER ALCOHOLIC BEVERAGES; PREPARATION THEREOF (beer C12C)
<i>C12J</i>	15	Food, beverages VINEGAR; ITS PREPARATION

<i>Not existing</i>	15	Food, beverages	Not existing
<i>C13F</i>	15	Food, beverages	PREPARATION OR PROCESSING OF RAW SUGAR, SUGAR, OR SYRUP
<i>C13J</i>	15	Food, beverages	EXTRACTION OF SUGAR FROM MOLASSES
<i>C13K</i>	15	Food, beverages	GLUCOSE; INVERT SUGAR; LACTOSE; MALTOSE; SYNTHESIS OF SUGARS BY HYDROLYSIS OF DI- OR POLYSACCHARIDES (carbohydrate syrups in foods or foodstuffs A23L 1/09; chemical synthesis other than by hydrolysis of di- or polysaccharides C07H; fermentation or enzyme-
<i>A24B</i>	16	Tobacco products	MANUFACTURE OR PREPARATION OF TOBACCO FOR SMOKING OR CHEWING; TOBACCO; SNUFF
<i>B27D</i>	20	Wood products	WORKING VENEER OR PLYWOOD (applying liquids or other fluent materials to surfaces in general B05; grinding, sanding, or polishing of wood B24; applying adhesives or glue to surfaces of wood B27G 11/00; manufacture of veneer B27L 5/00)
<i>B27M</i>	20	Wood products	WORKING OF WOOD NOT PROVIDED FOR IN SUBCLASSES B27B TO B27L; MANUFACTURE OF SPECIFIC WOODEN ARTICLES
<i>D21C</i>	21	Paper	PRODUCTION OF CELLULOSE BY REMOVING NON-CELLULOSE SUBSTANCES FROM CELLULOSE- CONTAINING MATERIALS; REGENERATION OF PULPING LIQUORS; APPARATUS THEREFOR
<i>D21H</i>	21	Paper	PULP COMPOSITIONS; PREPARATION THEREOF NOT COVERED BY SUBCLASSES D21C, D21D; IMPREGNATING OR COATING OF PAPER; TREATMENT OF FINISHED PAPER NOT COVERED BY CLASS B31 OR SUBCLASS D21G; PAPER NOT OTHERWISE PROVIDED FOR [5]
<i>D21J</i>	21	Paper	FIBREBOARD; MANUFACTURE OF ARTICLES FROM CELLULOSIC FIBROUS SUSPENSIONS OR FROM PAPIER-MÂCHÉ (manufacture of articles by dry processes B27N)
<i>C10G</i>	23	Petroleum products, nuclear fuel	CRACKING HYDROCARBON OILS; PRODUCTION OF LIQUID HYDROCARBON MIXTURES, e.g. BY DESTRUCTIVE HYDROGENATION, OLIGOMERISATION, POLYMERISATION (cracking to hydrogen or synthesis gas C01B; cracking or pyrolysis of hydrocarbon gases to individual hydrocarbons or
<i>C10L</i>	23	Petroleum products, nuclear fuel	FUELS NOT OTHERWISE PROVIDED FOR (fuels for generating pressure gas, e.g. for rockets, C06D 5/00; candles C11C; nuclear fuel G21C 3/00); NATURAL GAS; SYNTHETIC NATURAL GAS OBTAINED BY PROCESSES NOT COVERED BY SUBCLASSES C10G, C10K; LIQUEFIED PETROLEUM GAS
<i>C04B</i>	26	Non-metallic mineral products	LIME; MAGNESIA; SLAG; CEMENTS; COMPOSITIONS THEREOF, e.g. MORTARS, CONCRETE OR LIKE BUILDING MATERIALS; ARTIFICIAL STONE; CERAMICS (devitrified glass-ceramics C03C 10/00); REFRACTORIES; TREATMENT OF NATURAL STONE [4]
<i>C21B</i>	27	Basic metals	MANUFACTURE OF IRON OR STEEL (preliminary treatment of ferrous ores or scrap C22B 1/00; electric heating H05B)
<i>C21C</i>	27	Basic metals	PROCESSING OF PIG-IRON, e.g. REFINING, MANUFACTURE OF WROUGHT-IRON OR STEEL (refining or remelting metals in general C22B 9/00); TREATMENT IN MOLTEN STATE OF FERROUS ALLOYS
<i>C22B</i>	27	Basic metals	PRODUCTION OR REFINING OF METALS (making metallic powder or suspensions thereof B22F 9/00; electrolytic C25); PRETREATMENT OF RAW MATERIALS

<i>C22C</i>	27	Basic metals	ALLOYS (flints C06C 15/00; treatment of alloys C21D, C22F)
<i>C25C</i>	27	Basic metals	PROCESSES FOR THE ELECTROLYTIC PRODUCTION, RECOVERY OR REFINING OF METALS; APPARATUS THEREFOR [2]
<i>C25F</i>	27	Basic metals	PROCESSES FOR THE ELECTROLYTIC REMOVAL OF MATERIALS FROM OBJECTS; APPARATUS THEREFOR [2]

Tabla 12: Tabla de concordancia revisada entre códigos NACE 1 y códigos IPC para las patentes de la base de datos PATSTAT

ANEXO F: CÓDIGO EN R PARA PROCESAMIENTO DE DATOS UTILIZADOS A LO LARGO DE ESTE ESTUDIO

```
#Carga de Package necesarios
require(ASSA)
require(Rssa)
require(xts)
require(data.table)
require(dplyr)
require(sqldf)
require(ggplot2)

#Fijar el espacio de trabajo
setwd("~/Desktop/Mauro")

#Carga de datos
data <- fread("./Mauro_data.csv",sep=";",header = TRUE)
data_2 <- fread("./Mauro_data.csv",sep=";",header = TRUE)
data_3 <- fread("./Mauro_data_2.csv",sep=";",header = TRUE)
GWP <- fread("./GDP_C.csv",sep=";",header = TRUE)

#Limpieza de NA's
Year <- na.omit(data_2$Year)
suma <- na.omit(data_2$TOTAL) + data_3$`NO COM`
data_4 <- data.frame(Year = Year,
                    Total = suma)
data <- na.omit(data)
GWP <- na.omit(GWP)

colnames(GWP) <- c("Year","GWP")

#Modificaciones simples de datos (normalizacion)
sd_data <- apply(data[,3:10],2,sd)
data$`15` <- data$`15`/sd_data[1]
data$`16` <- data$`16`/sd_data[2]
data$`20` <- data$`20`/sd_data[3]
data$`21` <- data$`21`/sd_data[4]
data$`23` <- data$`23`/sd_data[5]
data$`25` <- data$`25`/sd_data[6]
data$`26` <- data$`26`/sd_data[7]
data$`27` <- data$`27`/sd_data[8]

GWP$GWP <- GWP$GWP/sd(GWP$GWP)

data_4$Total <- data_4$Total/sd(data_4$Total)

data <- data[,-8]

#Normalizacion de fechas patentes
Fechas <- paste0(data$Year,"-01-01")
Fechas <- as.Date(Fechas,format="%Y-%m-%d")
Core_data <- as.matrix(data[,3:9])

#Normalizacion de fechas GWP
FechasGWP <- paste0(GWP$Year,"-01-01")
FechasGWP <- as.Date(FechasGWP,format = "%Y-%m-%d")
Core_data_GWP <- as.matrix(GWP$GWP)

#Normalizacion de fechas total
FechasTOT <- paste0(data_4$Year,"-01-01")
FechasTOT <- as.Date(FechasTOT,format = "%Y-%m-%d")
Core_data_TOT <- as.matrix(data_4$Total)

### Variabilidad por componentes
var_componentes <- list()
```

```

var_componentes_acum <- list()
for(k in 1:7){
  ts_data <- mtsframe(Fechas,Core_data[,k])
  fit <- sst(ts_data,m=10)
  var <- c()
  var_acum <- c()
  for(t in 1:10){
    var[t] <- fit$Eigen.val[[1]][t]/sum(fit$Eigen.val[[1]])
    var_acum[t] <- sum(var[1:t])
  }
  var_componentes[[k]] <- var
  var_componentes_acum[[k]] <- var_acum
}

Var_Comp <- data.frame(`15` = var_componentes[[1]],
                      `16` = var_componentes[[2]],
                      `20` = var_componentes[[3]],
                      `21` = var_componentes[[4]],
                      `23` = var_componentes[[5]],
                      `26` = var_componentes[[6]],
                      `27` = var_componentes[[7]])

componentes <- c()
for(k in 1:7){
  componentes[k] <- sum(var_componentes_acum[[k]] < 0.98)
}
componentes[5] <- 4

#Indexación de componentes
Componentes_estacional <- list(D15 = c(2:componentes[1]),
                              D16 = c(2:componentes[2]),
                              D20 = c(3:componentes[3]),
                              D21 = c(2:componentes[4]),
                              D23 = c(2:componentes[5]),
                              D26 = c(2:componentes[6]),
                              D27 = c(2:componentes[7]))

Componentes_Tendencia <- list(D15 = c(1),
                              D16 = c(1),
                              D20 = c(1:2),
                              D21 = c(1),
                              D23 = c(1),
                              D26 = c(1),
                              D27 = c(1))

#Reconstruccion de series, normalizadas, sin tendencia ni ruido
Series_Reconstruidas <- list()

for(k in 1:7){
  ts_data <- mtsframe(Fechas,Core_data[,k])
  fit <- sst(ts_data,m=10)
  Series_Reconstruidas[[k]] <- apply(fit$Serc[[1]][,Componentes_estacional[[k]]],
                                    1,sum)
}

Serie_Original_sin_tendencia <- list()

for(k in 1:7){
  ts_data <- mtsframe(Fechas,Core_data[,k])
  fit <- sst(ts_data,m=10)
  if(k == 3){
    Serie_Original_sin_tendencia[[k]] <- Core_data[,k] -
      apply(fit$Serc[[1]][,1:2],1,sum)
  } else {
    Serie_Original_sin_tendencia[[k]] <- Core_data[,k] - fit$Serc[[1]][,1]
  }
}

aux_2 <- data.frame(Fecha = Fechas,

```

```

Serie1 = Serie_Original_sin_tendencia[[1]],
Serie2 = Serie_Original_sin_tendencia[[2]],
Serie3 = Serie_Original_sin_tendencia[[3]],
Serie4 = Serie_Original_sin_tendencia[[4]],
Serie5 = Serie_Original_sin_tendencia[[5]],
Serie6 = Serie_Original_sin_tendencia[[6]],
Serie7 = Serie_Original_sin_tendencia[[7]])

aux_3 <- data.frame(Fecha = Fechas,
  Recon1 = Series_Reconstruidas[[1]],
  Recon2 = Series_Reconstruidas[[2]],
  Recon3 = Series_Reconstruidas[[3]],
  Recon4 = Series_Reconstruidas[[4]],
  Recon5 = Series_Reconstruidas[[5]],
  Recon6 = Series_Reconstruidas[[6]],
  Recon7 = Series_Reconstruidas[[7]])

#Calculo de curva promedio
curva_promedio <- Series_Reconstruidas[[1]]
for(k in 2:7)
  curva_promedio <- curva_promedio + Series_Reconstruidas[[k]]

curva_promedio <- curva_promedio/7

#GWP analisis
GWP_ts <- mtsframe(FechasGWP,Core_data_GWP[,1])
fit <- sst(GWP_ts,m=10)
GWP$GWP_S <- apply(fit$serc[[1]][,2:5],1,sum)

#Total analisis
TOT_ts <- mtsframe(FechasTOT,Core_data_TOT[,1])
fit <- sst(TOT_ts,m=10)
data_4$SSATOT <- apply(fit$serc[[1]][,2:5],1,sum)

CCF1 <- ccf(curva_promedio[2:51],GWP$GWP_S,type="correlation")
CCF2 <- ccf(data_4$SSATOT[2:51],GWP$GWP_S,type="correlation")

### Calculo de correlaciones
curva.lag <- curva_promedio[2:50]
GWP.lag <- GWP$GWP_S[2:50]
cor(curva.lag,GWP.lag)
cor.test(curva.lag,GWP.lag, method = 'pearson')

total.lag <- data_4$SSATOT[2:48]
GWP.lag.2 <- GWP$GWP_S[4:50]
cor(total.lag,GWP.lag.2)
cor.test(total.lag,GWP.lag.2, method = 'pearson')

### Calculo de regresion lineal
fit <- lm(GWP.lag ~ 0 + curva.lag)
summary(fit)

fit.2 <- lm(GWP.lag.2 ~ 0 + total.lag)
summary(fit.2)

plot(curva.lag,GWP.lag,pch=16,xlab = 'Commodities',ylab="Gross World Product")
abline(a = 0, b = fit$coefficients[1],lwd=2,col='red', lty = 2)

Data_g <- data.frame(Average = curva.lag,
  GDP = GWP.lag)
Data_t <- data.frame(Total = total.lag,
  GDP = GWP.lag.2)

#### Graficos

###Grafico Regresión
p <- ggplot(data = Data_g, aes(x = Average, y = GDP)) +

```

```

geom_point() +
geom_abline(intercept = 0, slope = fit$coefficients[1], col = 'red') +
theme_bw() +
ylab('Gross World Product') +
xlab('Commodities')
print(p)
ggsave('./img/Regresion_promedio.png')
dev.off()

```

```

p <- ggplot(data = Data_t, aes(x = Total, y = GDP)) +
geom_point() +
geom_abline(intercept = 0, slope = fit.2$coefficients[1], col = 'red') +
theme_bw() +
ylab('Gross World Product') +
xlab('Commodities')
print(p)
ggsave('./img/Regresion_total.png')
dev.off()

```

Grafico NACE gris y promedio en puntos

```

aux_4 <- data.frame(Fecha = Fechas[2:51],
  Recon1 = Series_Reconstruidas[[1]][2:51],
  Recon2 = Series_Reconstruidas[[2]][2:51],
  Recon3 = Series_Reconstruidas[[3]][2:51],
  Recon4 = Series_Reconstruidas[[4]][2:51],
  Recon5 = Series_Reconstruidas[[5]][2:51],
  Recon6 = Series_Reconstruidas[[6]][2:51],
  Recon7 = Series_Reconstruidas[[7]][2:51],
  Average = curva_promedio[2:51],
  GDP = GWP$GWP_S,
  Total = data_4$SSATOT[2:51])

```

```

p <- ggplot(data = aux_4, aes(x = Fecha)) +
geom_line(aes(y = Recon1), col="gray") +
geom_line(aes(y = Recon2), col="gray") +
geom_line(aes(y = Recon3), col="gray") +
geom_line(aes(y = Recon4), col="gray") +
geom_line(aes(y = Recon5), col="gray") +
geom_line(aes(y = Recon6), col="gray") +
geom_line(aes(y = Recon7), col="gray") +
geom_line(aes(y = Average), col = 'black', size = 1.2,
  linetype = 'dotted') +
ylab("") +
theme_bw()
print(p)
ggsave('./img/All_NACE_plus_average.png')
dev.off()

```

Grafico GDO gris y promedio en puntos

```

p <- ggplot(data = aux_4, aes(x = Fecha)) +
geom_line(aes(y = Average), col = 'black', size = 1.2,
  linetype = 'dotted') +
geom_line(aes(y = GDP), col='gray', size = 1.2) +
ylab("") +
theme_bw()
print(p)
ggsave('./img/Average_vs_GDP.png')
dev.off()

```

Grafico GDP gris y Total en guiones

```

p <- ggplot(data = aux_4, aes(x = Fecha)) +
geom_line(aes(y = GDP), col = 'gray', size = 1.2) +
geom_line(aes(y = Total), linetype = 'dashed', size = 1.2) +
ylab("") +
theme_bw()
print(p)
ggsave('./img/Total_vs_GDP.png')

```

```

dev.off()

### Graficos CCF

CCF1 <- ccf(curva_promedio[2:51],GWP$GWP_S,type="correlation")
CCF2 <- ccf(data_4$SSATOT[2:51],GWP$GWP_S,type="correlation")

p <- autoplot(CCF1,main = " ") +
  theme_bw()
print(p)
ggsave('./img/CCF_average_GDP.png')
dev.off()

p <- autoplot(CCF2,main = " ") +
  theme_bw()
print(p)
ggsave('./img/CCF_Total_GDP.png')
dev.off()

### Graficos Series

aux_2 <- data.frame(Fecha = Fechas,
  Serie1 = Serie_Original_sin_tendencia[[1]],
  Serie2 = Serie_Original_sin_tendencia[[2]],
  Serie3 = Serie_Original_sin_tendencia[[3]],
  Serie4 = Serie_Original_sin_tendencia[[4]],
  Serie5 = Serie_Original_sin_tendencia[[5]],
  Serie6 = Serie_Original_sin_tendencia[[6]],
  Serie7 = Serie_Original_sin_tendencia[[7]],
  Recon1 = Series_Reconstruidas[[1]],
  Recon2 = Series_Reconstruidas[[2]],
  Recon3 = Series_Reconstruidas[[3]],
  Recon4 = Series_Reconstruidas[[4]],
  Recon5 = Series_Reconstruidas[[5]],
  Recon6 = Series_Reconstruidas[[6]],
  Recon7 = Series_Reconstruidas[[7]])

p <- ggplot(data = aux_2, aes(x = Fechas)) +
  geom_line(aes(y = Serie1),col = 'blue', size = 1.2) +
  geom_line(aes(y = Recon1), col='red', size = 1.2, linetype = 2) +
  theme_bw()
print(p)
ggsave('./img/Normalizada_vs_recon_1.png')
dev.off()

p <- ggplot(data = aux_2, aes(x = Fechas)) +
  geom_line(aes(y = Serie2),col = 'blue', size = 1.2) +
  geom_line(aes(y = Recon2), col='red', size = 1.2, linetype = 2) +
  theme_bw()
print(p)
ggsave('./img/Normalizada_vs_recon_2.png')
dev.off()

p <- ggplot(data = aux_2, aes(x = Fechas)) +
  geom_line(aes(y = Serie3),col = 'blue', size = 1.2) +
  geom_line(aes(y = Recon3), col='red', size = 1.2, linetype = 2) +
  theme_bw()
print(p)
ggsave('./img/Normalizada_vs_recon_3.png')
dev.off()

p <- ggplot(data = aux_2, aes(x = Fechas)) +
  geom_line(aes(y = Serie4),col = 'blue', size = 1.2) +
  geom_line(aes(y = Recon4), col='red', size = 1.2, linetype = 2) +
  theme_bw()
print(p)
ggsave('./img/Normalizada_vs_recon_4.png')
dev.off()

p <- ggplot(data = aux_2, aes(x = Fechas)) +

```

```

geom_line(aes(y = Serie5),col = 'blue', size = 1.2) +
geom_line(aes(y = Recon5), col='red', size = 1.2, linetype = 2) +
theme_bw()
print(p)
ggsave('./img/Normalizada_vs_recon_5.png')
dev.off()

p <- ggplot(data = aux_2, aes(x = Fechas)) +
  geom_line(aes(y = Serie6),col = 'blue', size = 1.2) +
  geom_line(aes(y = Recon6), col='red', size = 1.2, linetype = 2) +
  theme_bw()
print(p)
ggsave('./img/Normalizada_vs_recon_6.png')
dev.off()

p <- ggplot(data = aux_2, aes(x = Fechas)) +
  geom_line(aes(y = Serie7),col = 'blue', size = 1.2) +
  geom_line(aes(y = Recon7), col='red', size = 1.2, linetype = 2) +
  theme_bw()
print(p)
ggsave('./img/Normalizada_vs_recon_7.png')
dev.off()

###Grafico Series Normalizadas

aux <- data.frame(Fechas,Core_data)
colnames(aux) <- c('Fecha','C15','C16','C20','C21','C23','C26','C27')

p <- ggplot(data = aux, aes(x = Fechas)) +
  geom_line(aes(y = C15), size = 1.2) +
  theme_bw() +
  ylab('Commodity')
print(p)
ggsave('./img/Normalizada_1.png')
dev.off()

p <- ggplot(data = aux, aes(x = Fechas)) +
  geom_line(aes(y = C16), size = 1.2) +
  theme_bw() +
  ylab('Commodity')
print(p)
ggsave('./img/Normalizada_2.png')
dev.off()

p <- ggplot(data = aux, aes(x = Fechas)) +
  geom_line(aes(y = C20), size = 1.2) +
  theme_bw() +
  ylab('Commodity')
print(p)
ggsave('./img/Normalizada_3.png')
dev.off()

p <- ggplot(data = aux, aes(x = Fechas)) +
  geom_line(aes(y = C21), size = 1.2) +
  theme_bw() +
  ylab('Commodity')
print(p)
ggsave('./img/Normalizada_4.png')
dev.off()

p <- ggplot(data = aux, aes(x = Fechas)) +
  geom_line(aes(y = C23), size = 1.2) +
  theme_bw() +
  ylab('Commodity')
print(p)
ggsave('./img/Normalizada_5.png')
dev.off()

p <- ggplot(data = aux, aes(x = Fechas)) +

```

```

    geom_line(aes(y = C26), size = 1.2) +
    theme_bw() +
    ylab('Commodity')
print(p)
ggsave('./img/Normalizada_6.png')
dev.off()

p <- ggplot(data = aux, aes(x = Fechas)) +
  geom_line(aes(y = C27), size = 1.2) +
  theme_bw() +
  ylab('Commodity')
print(p)
ggsave('./img/Normalizada_7.png')
dev.off()

###Grafico Series Originales

data_original <- fread("./Mauro_data.csv",sep="," ,header = TRUE)
data_original <- na.omit(data_original)
data_original <- data_original %>%
  select(-TOTAL)
data_original <- data.frame(data_original[,-7])
data_original$Year = Fechas
colnames(data_original) <- c('Fecha','C15','C16','C20','C21','C23','C26','C27')

p <- ggplot(data = data_original, aes(x = Fechas)) +
  geom_line(aes(y = C15), size = 1.2) +
  theme_bw() +
  ylab('Commodity')
print(p)
ggsave('./img/Original_1.png')
dev.off()

p <- ggplot(data = data_original, aes(x = Fechas)) +
  geom_line(aes(y = C16), size = 1.2) +
  theme_bw() +
  ylab('Commodity')
print(p)
ggsave('./img/Original_2.png')
dev.off()

p <- ggplot(data = data_original, aes(x = Fechas)) +
  geom_line(aes(y = C20), size = 1.2) +
  theme_bw() +
  ylab('Commodity')
print(p)
ggsave('./img/Original_3.png')
dev.off()

p <- ggplot(data = data_original, aes(x = Fechas)) +
  geom_line(aes(y = C21), size = 1.2) +
  theme_bw() +
  ylab('Commodity')
print(p)
ggsave('./img/Original_4.png')
dev.off()

p <- ggplot(data = data_original, aes(x = Fechas)) +
  geom_line(aes(y = C23), size = 1.2) +
  theme_bw() +
  ylab('Commodity')
print(p)
ggsave('./img/Original_5.png')
dev.off()

p <- ggplot(data = data_original, aes(x = Fechas)) +
  geom_line(aes(y = C26), size = 1.2) +
  theme_bw() +
  ylab('Commodity')

```

```

print(p)
ggsave('./img/Original_6.png')
dev.off()

p <- ggplot(data = data_original, aes(x = Fechas)) +
  geom_line(aes(y = C27), size = 1.2) +
  theme_bw() +
  ylab('Commodity')
print(p)
ggsave('./img/Original_7.png')
dev.off()

### Grafico Series sin tendencia y normalizadas

p <- ggplot(data = aux_2, aes(x = Fechas)) +
  geom_line(aes(y = Serie1), col = 'black', size = 1.2) +
  theme_bw()
print(p)
ggsave('./img/Normalizada_sin_tendencia_1.png')
dev.off()

p <- ggplot(data = aux_2, aes(x = Fechas)) +
  geom_line(aes(y = Serie2), col = 'black', size = 1.2) +
  theme_bw()
print(p)
ggsave('./img/Normalizada_sin_tendencia_2.png')
dev.off()

p <- ggplot(data = aux_2, aes(x = Fechas)) +
  geom_line(aes(y = Serie3), col = 'black', size = 1.2) +
  theme_bw()
print(p)
ggsave('./img/Normalizada_sin_tendencia_3.png')
dev.off()

p <- ggplot(data = aux_2, aes(x = Fechas)) +
  geom_line(aes(y = Serie4), col = 'black', size = 1.2) +
  theme_bw()
print(p)
ggsave('./img/Normalizada_sin_tendencia_4.png')
dev.off()

p <- ggplot(data = aux_2, aes(x = Fechas)) +
  geom_line(aes(y = Serie5), col = 'black', size = 1.2) +
  theme_bw()
print(p)
ggsave('./img/Normalizada_sin_tendencia_5.png')
dev.off()

p <- ggplot(data = aux_2, aes(x = Fechas)) +
  geom_line(aes(y = Serie6), col = 'black', size = 1.2) +
  theme_bw()
print(p)
ggsave('./img/Normalizada_sin_tendencia_6.png')
dev.off()

p <- ggplot(data = aux_2, aes(x = Fechas)) +
  geom_line(aes(y = Serie7), col = 'black', size = 1.2) +
  theme_bw()
print(p)
ggsave('./img/Normalizada_sin_tendencia_7.png')
dev.off()

### Grafico de componentes

k=7
ts_data <- mtsframe(Fechas, Core_data[,k])
fit <- sst(ts_data, m=10)
par(mfrow = c(2,5))

```

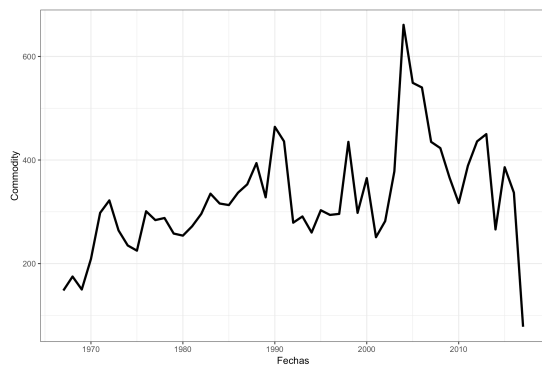
```
for(t in 1:10){  
  plot(Fechas,fit$Serc[[1]][,t],type="l",lwd=1.5,  
        xlab = "Fecha", ylab = " ")  
}
```

ANEXO G: BASE DE DATOS DE PRODUCTO INTERNO BRUTO MUNDIAL (GDP) DEFLACTADO POR INFLACIÓN

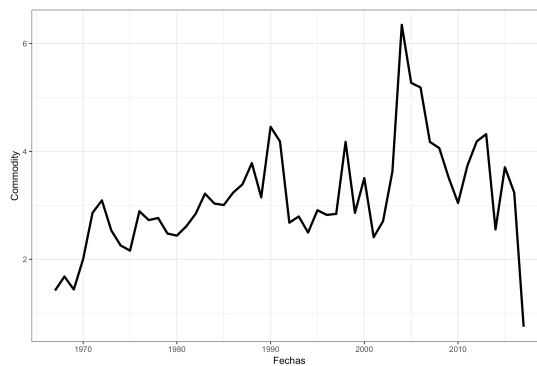
<i>Year</i>	World
1967	\$ 16.421.593.575.530
1968	\$ 17.437.921.118.338
1969	\$ 18.504.710.349.537
1970	\$ 19.191.754.995.907
1971	\$ 20.025.063.402.734
1972	\$ 21.171.619.915.190
1973	\$ 22.549.236.163.304
1974	\$ 22.999.815.176.366
1975	\$ 23.138.798.276.196
1976	\$ 24.359.046.058.099
1977	\$ 25.317.009.721.601
1978	\$ 26.301.669.369.288
1979	\$ 27.386.035.164.589
1980	\$ 27.907.493.159.394
1981	\$ 28.445.139.283.067
1982	\$ 28.565.588.996.658
1983	\$ 29.255.060.755.938
1984	\$ 30.574.152.048.606
1985	\$ 31.710.451.102.539
1986	\$ 32.786.657.119.473
1987	\$ 34.001.004.119.224
1988	\$ 35.570.841.010.028
1989	\$ 36.878.317.437.618
1990	\$ 37.952.345.258.555
1991	\$ 38.490.918.890.679
1992	\$ 39.171.116.855.466
1993	\$ 39.772.082.901.256
1994	\$ 40.969.517.920.094
1995	\$ 42.210.614.326.789
1996	\$ 43.638.265.675.925
1997	\$ 45.254.805.649.670
1998	\$ 46.411.399.944.618
1999	\$ 47.929.948.653.387
2000	\$ 50.036.361.141.742
2001	\$ 51.009.550.274.809
2002	\$ 52.127.765.360.546
2003	\$ 53.644.090.247.697
2004	\$ 55.995.239.099.026
2005	\$ 58.161.311.618.934
2006	\$ 60.681.422.072.545
2007	\$ 63.240.595.965.946
2008	\$ 64.413.060.738.140
2009	\$ 63.326.658.023.606
2010	\$ 66.036.918.504.602
2011	\$ 68.100.669.928.598
2012	\$ 69.811.348.331.640
2013	\$ 71.662.400.667.936
2014	\$ 73.698.404.958.519
2015	\$ 75.802.901.433.146
2016	\$ 77.752.106.717.302
2017	\$ 80.209.237.761.565

Tabla 13: Producto interno bruto mundial (GDP) deflactado por inflación

ANEXO H: SERIES ORIGINALES VERSUS NORMALIZADAS

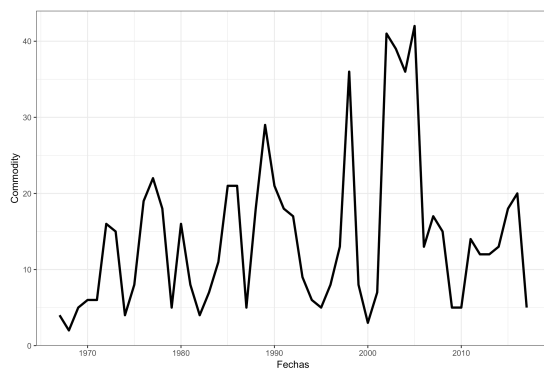


— *Serie Original, NACE1: 15*

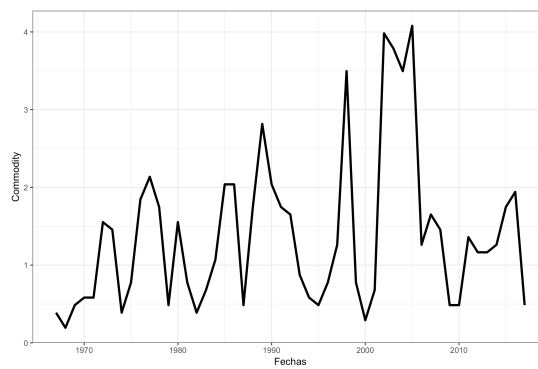


— *Serie Normalizada, NACE1: 15*

Ilustración 14: Comparación entre la serie Original y Normalizada para NACE: 15

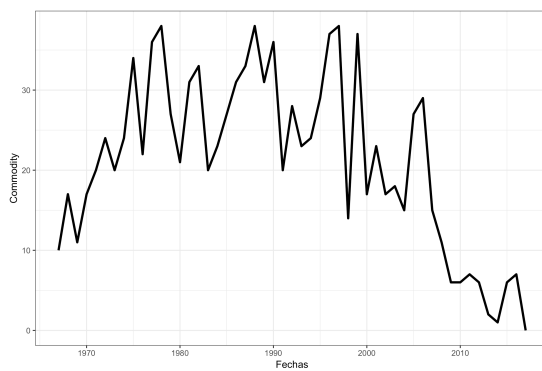


— *Serie Original, NACE1: 16*

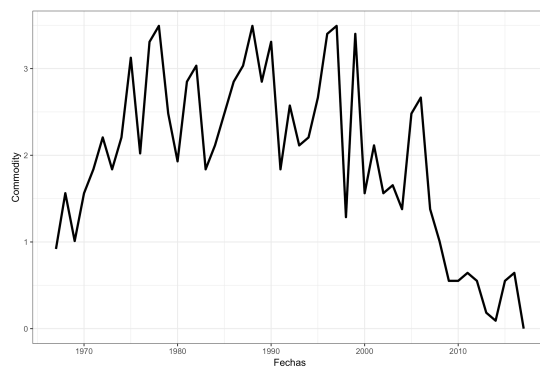


— *Serie Normalizada, NACE1: 16*

Ilustración 15: Comparación entre la serie Original y Normalizada para NACE: 16

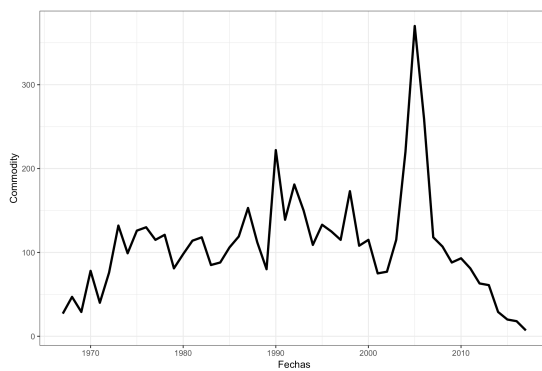


— *Serie Original, NACE1: 20*

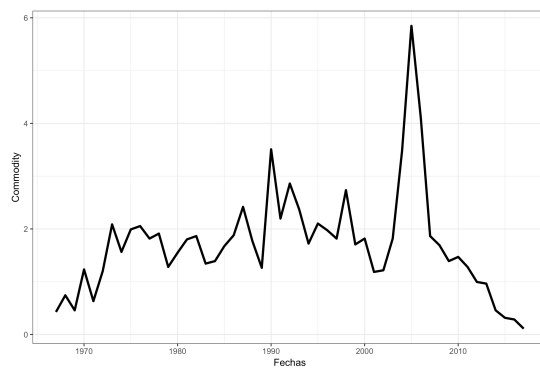


— *Serie Normalizada, NACE1: 20*

Ilustración 16: Comparación entre la serie Original y Normalizada para NACE: 20

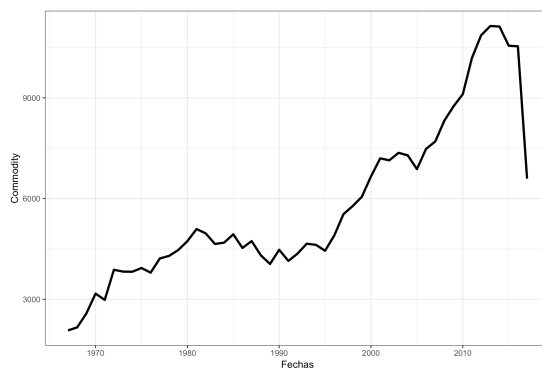


— *Serie Original, NACE1: 21*

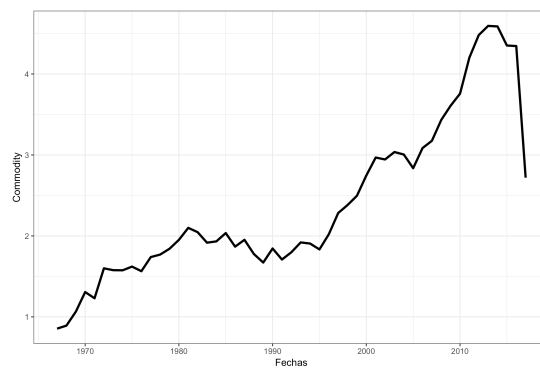


— *Serie Normalizada, NACE1: 21*

Ilustración 17: Comparación entre la serie Original y Normalizada para NACE: 21

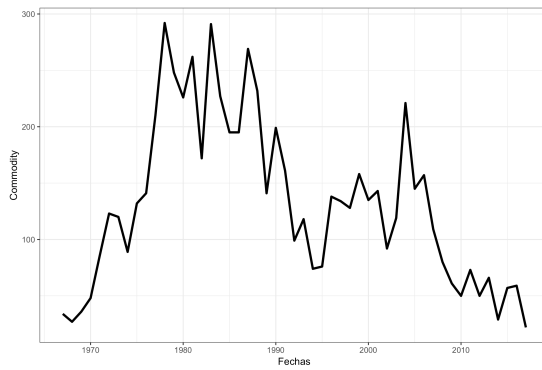


— *Serie Original, NACE1: 23*

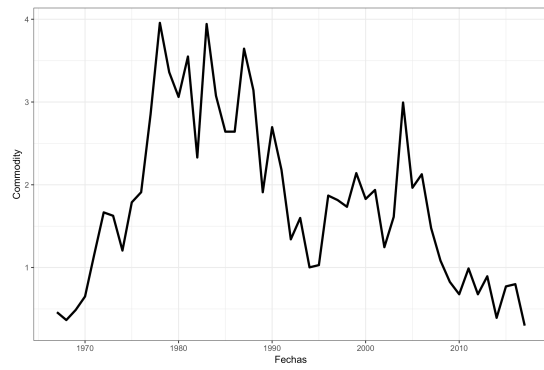


— *Serie Normalizada, NACE1: 23*

Ilustración 18: Comparación entre la serie Original y Normalizada para NACE: 23

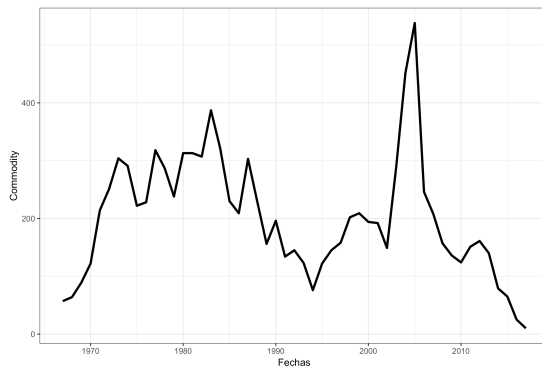


— *Serie Original, NACE1: 26*

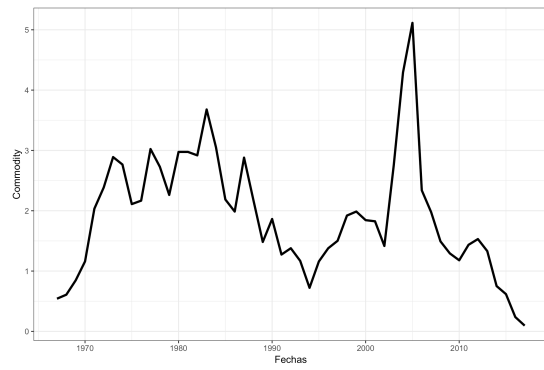


— *Serie Normalizada, NACE1: 26*

Ilustración 19: Comparación entre la serie Original y Normalizada para NACE: 26



— *Serie Original, NACE1: 27*



— *Serie Normalizada, NACE1: 27*

Ilustración 20: Comparación entre la serie Original y Normalizada para NACE: 27

ANEXO I: GRÁFICO DE CORRELACIÓN CRUZADA ENTRE LA SERIE REPRESENTATIVA DE PATENTAMIENTO COMMODITIES Y EL GDP MUNDIAL DEFLACTADO

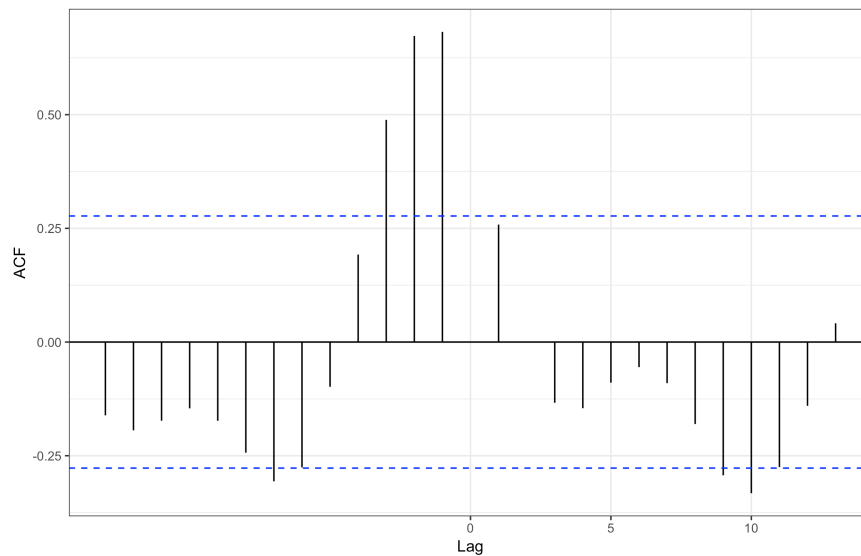


Ilustración 21: Correlación cruzada entre la Serie representativa de patentamiento de *commodities* y el GDP deflactado, con lags entre -13 y 13 años

ANEXO J: GRÁFICOS Y TABLAS RESPECTO AL ANÁLISIS DE CICLOS ECONÓMICOS EN COMPARACIÓN CON PATENTES AGREGADAS SIN SEGMENTACIÓN POR INDUSTRIA

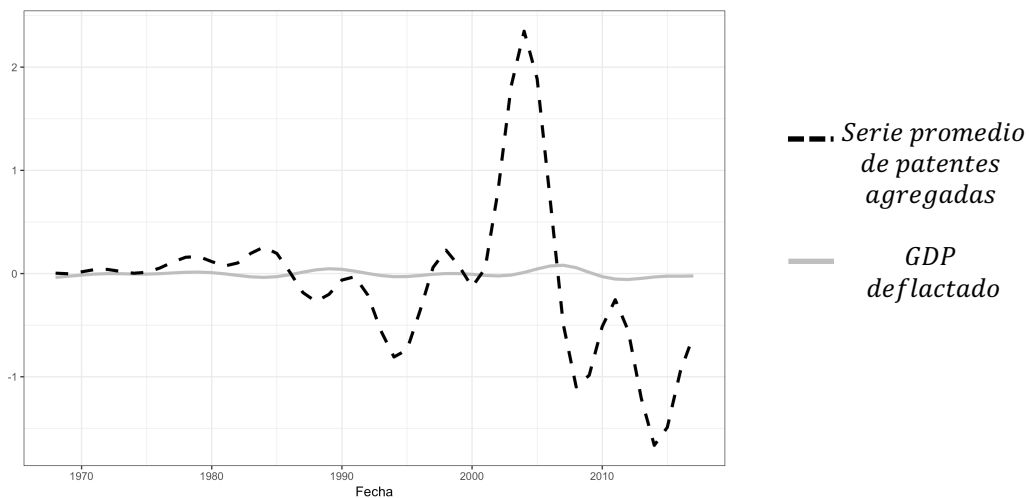


Ilustración 22: Serie promedio de patentes agregadas versus GDP deflactado

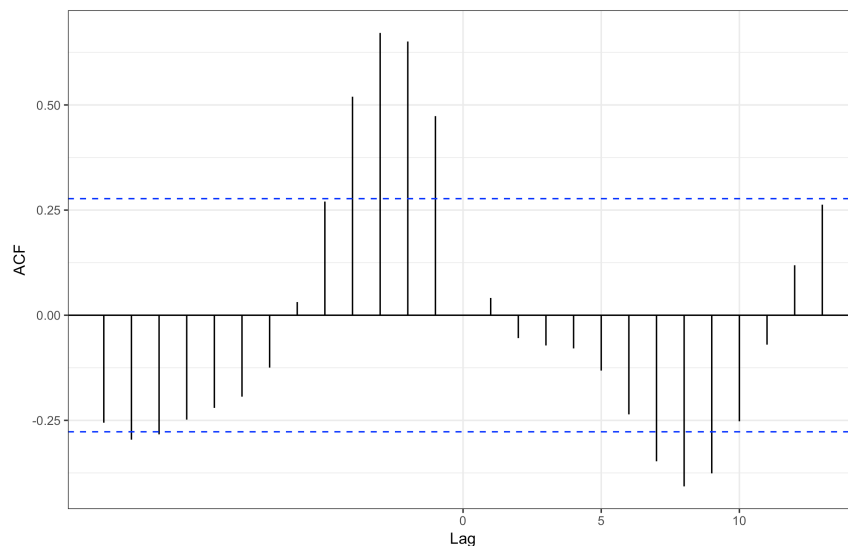


Ilustración 23: Correlación cruzada entre la serie promedio de patentes agregadas y el GDP deflactado, con lags entre -13 y 13 años

<i>Lag</i>	Correlación	Valor absoluto Correlación
-13	-0,256	0,256
-12	-0,296	0,296
-11	-0,283	0,283
-10	-0,248	0,248
-9	-0,220	0,220
-8	-0,194	0,194
-7	-0,125	0,125
-6	0,031	0,031
-5	0,270	0,270
-4	0,520	0,520
-3	0,671	0,671
-2	0,651	0,651
-1	0,473	0,473
0	0,236	0,236
1	0,041	0,041
2	-0,054	0,054
3	-0,072	0,072
4	-0,079	0,079
5	-0,132	0,132
6	-0,236	0,236
7	-0,347	0,347
8	-0,407	0,407
9	-0,376	0,376
10	-0,252	0,252
11	-0,070	0,070
12	0,119	0,119
13	0,263	0,263

Tabla 14: Tabla de correlaciones cruzadas con lags entre -13 y 13 años

ANEXO K: BASE DE DATOS DE PATENTES CÓDIGO NACE 1 NÚMERO 23 EN COMPARACIÓN CON EL TOTAL

<i>Year</i>	TOTAL	23	Porcentaje sobre el total
1967	2352	2072	88,1%
1968	2495	2163	86,7%
1969	2900	2580	89,0%
1970	3648	3168	86,8%
1971	3646	2982	81,8%
1972	4691	3879	82,7%
1973	4678	3823	81,7%
1974	4562	3820	83,7%
1975	4678	3931	84,0%
1976	4634	3793	81,9%
1977	5201	4216	81,1%
1978	5335	4291	80,4%
1979	5322	4465	83,9%
1980	5659	4731	83,6%
1981	6091	5091	83,6%
1982	5892	4962	84,2%
1983	5772	4647	80,5%
1984	5672	4686	82,6%
1985	5827	4935	84,7%
1986	5441	4529	83,2%
1987	5849	4733	80,9%
1988	5332	4309	80,8%
1989	4817	4052	84,1%
1990	5611	4473	79,7%
1991	5050	4142	82,0%
1992	5109	4360	85,3%
1993	5369	4655	86,7%
1994	5170	4621	89,4%
1995	5113	4445	86,9%
1996	5647	4900	86,8%
1997	6290	5536	88,0%
1998	6763	5775	85,4%
1999	6870	6052	88,1%
2000	7488	6659	88,9%
2001	7888	7197	91,2%
2002	7798	7140	91,6%
2003	8320	7362	88,5%
2004	8893	7288	82,0%
2005	8549	6878	80,5%
2006	8726	7481	85,7%
2007	8601	7699	89,5%
2008	9118	8325	91,3%
2009	9413	8751	93,0%
2010	9705	9110	93,9%

2011	10906	10191	93,4%
2012	11594	10866	93,7%
2013	11871	11140	93,8%
2014	11541	11124	96,4%
2015	11105	10553	95,0%
2016	11002	10536	95,8%
2017	6716	6594	98,2%
Total	336720	295711	87,8%

Tabla 15: BD de patentes código NACE 1 número 23 en comparación con el total

ANEXO L: SERIES NORMALIZADAS VERSUS NORMALIZADAS SIN TENDENCIA NI RUIDO

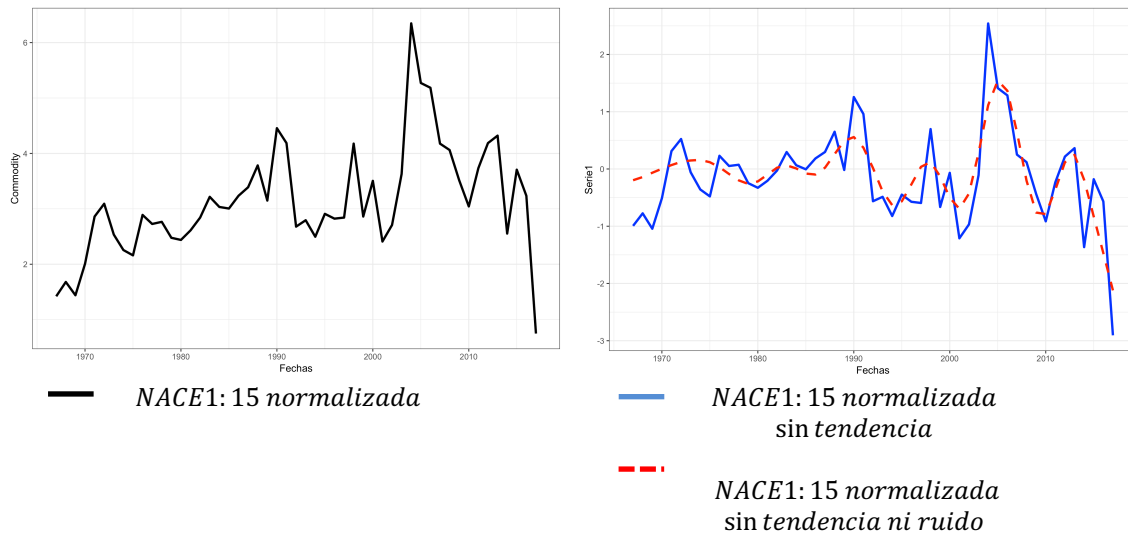


Ilustración 24: Comparación entre las series normalizada, normalizada sin tendencia y normalizada sin tendencia ni ruido para NACE:15

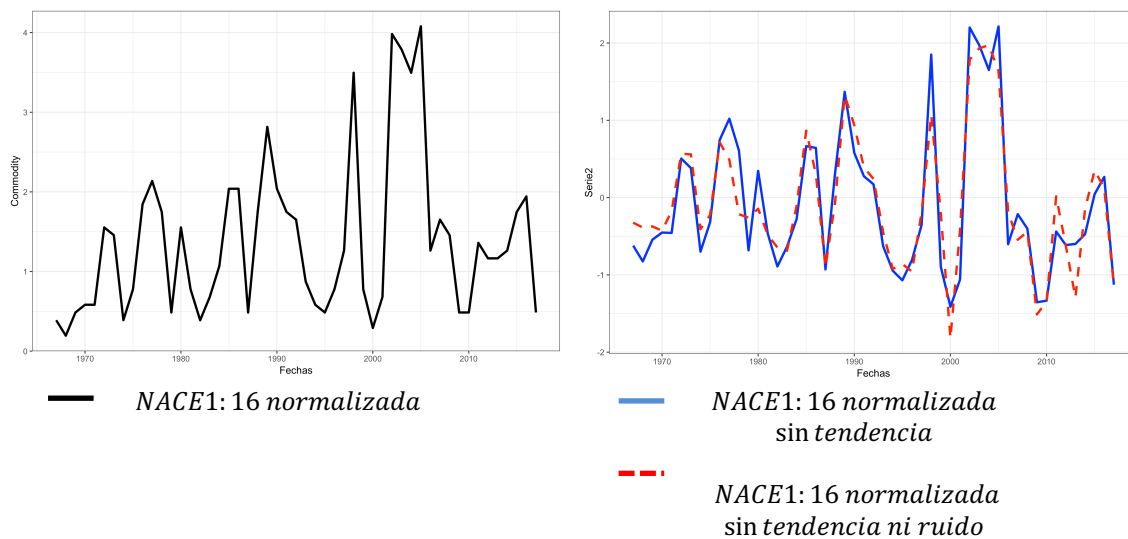
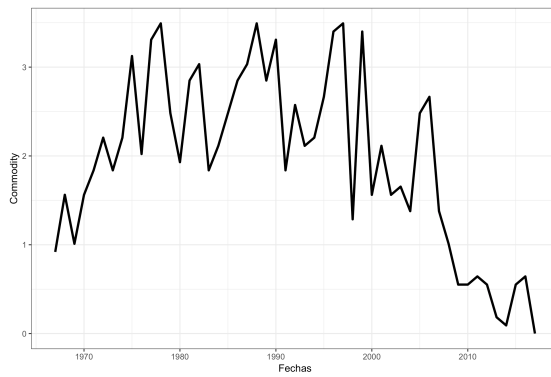
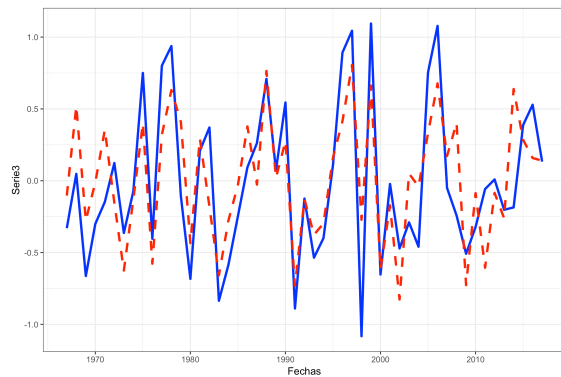


Ilustración 25: Comparación entre las series normalizada, normalizada sin tendencia y normalizada sin tendencia ni ruido para NACE:16



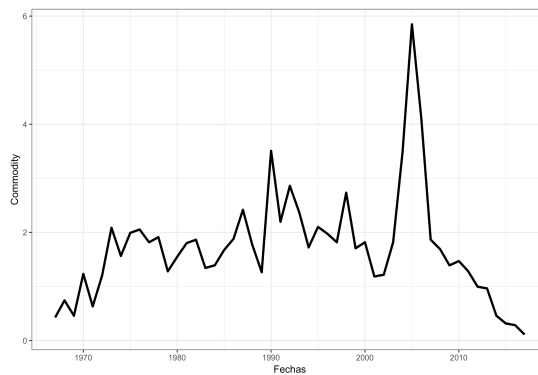
— NACE1: 20 normalizada



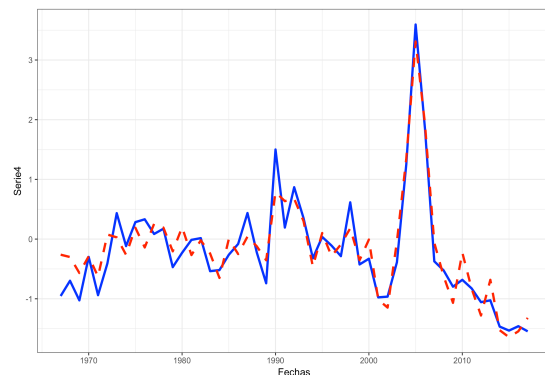
— NACE1: 20 normalizada
sin tendencia

- - - NACE1: 20 normalizada
sin tendencia ni ruido

Ilustración 26: Comparación entre las series normalizada, normalizada sin tendencia y normalizada sin tendencia ni ruido para NACE:20



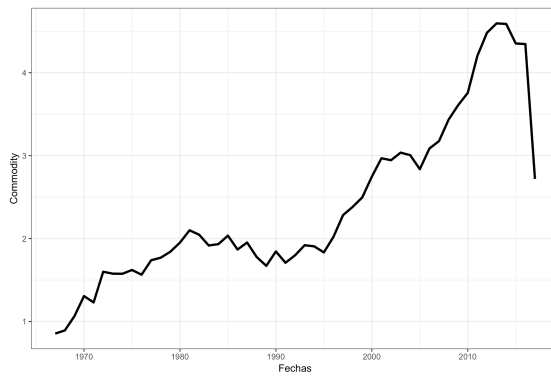
— NACE1: 21 normalizada



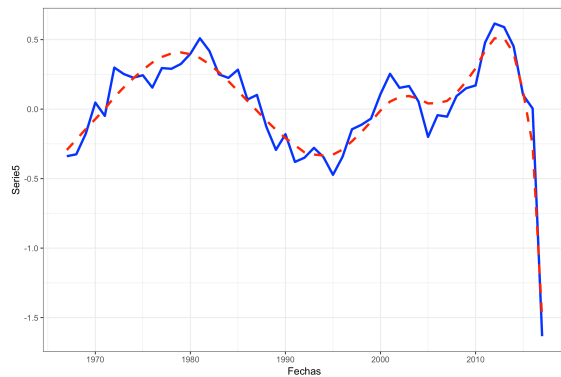
— NACE1: 21 normalizada
sin tendencia

- - - NACE1: 21 normalizada
sin tendencia ni ruido

Ilustración 27: Comparación entre las series normalizada, normalizada sin tendencia y normalizada sin tendencia ni ruido para NACE:21



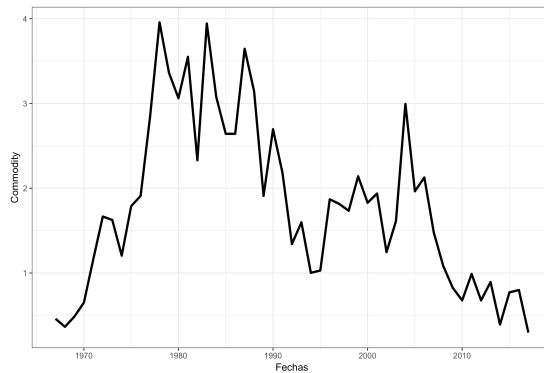
— NACE1: 23 normalizada



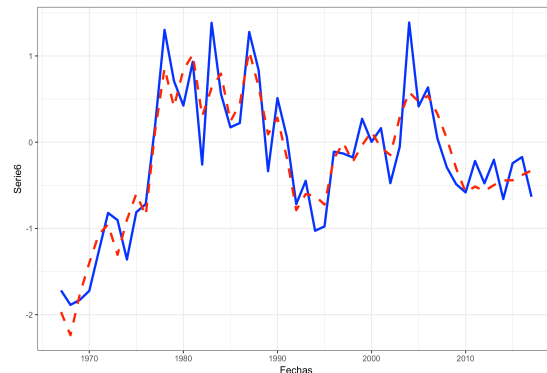
— NACE1: 23 normalizada
sin tendencia

- - - NACE1: 23 normalizada
sin tendencia ni ruido

Ilustración 28: Comparación entre las series normalizada, normalizada sin tendencia y normalizada sin tendencia ni ruido para NACE:23



— NACE1: 26 normalizada



— NACE1: 26 normalizada
sin tendencia

- - - NACE1: 26 normalizada
sin tendencia ni ruido

Ilustración 29: Comparación entre las series normalizada, normalizada sin tendencia y normalizada sin tendencia ni ruido para NACE:26

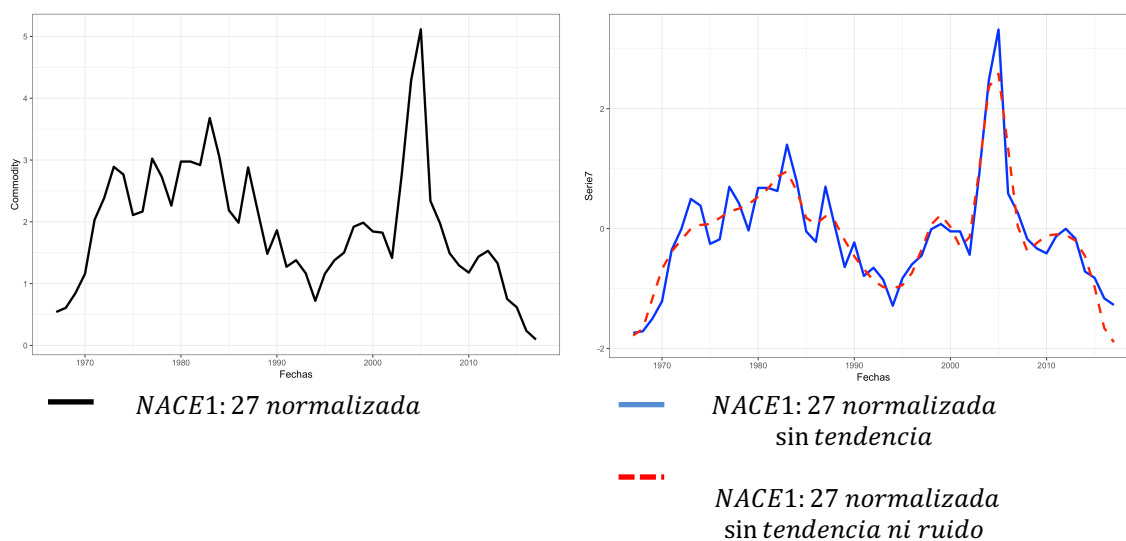


Ilustración 30: Comparación entre las series normalizada, normalizada sin tendencia y normalizada sin tendencia ni ruido para NACE:27

ANEXO M: DESCOMPOSICIÓN GRÁFICA DE LAS SERIES SEGÚN SUS VALORES SINGULARES

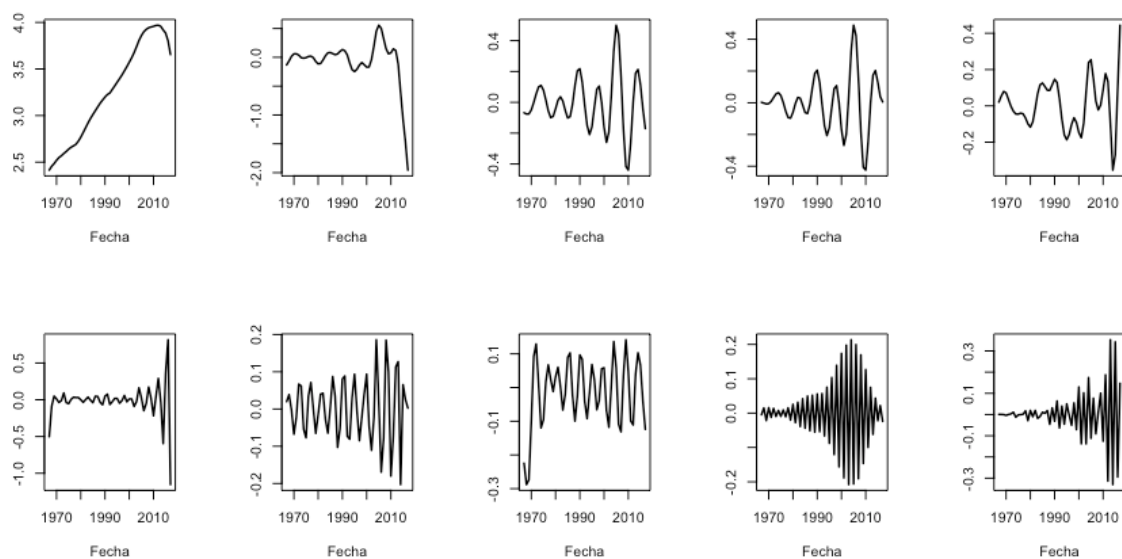


Ilustración 31: Descomposición de la serie NACE1: 15 en sus valores singulares

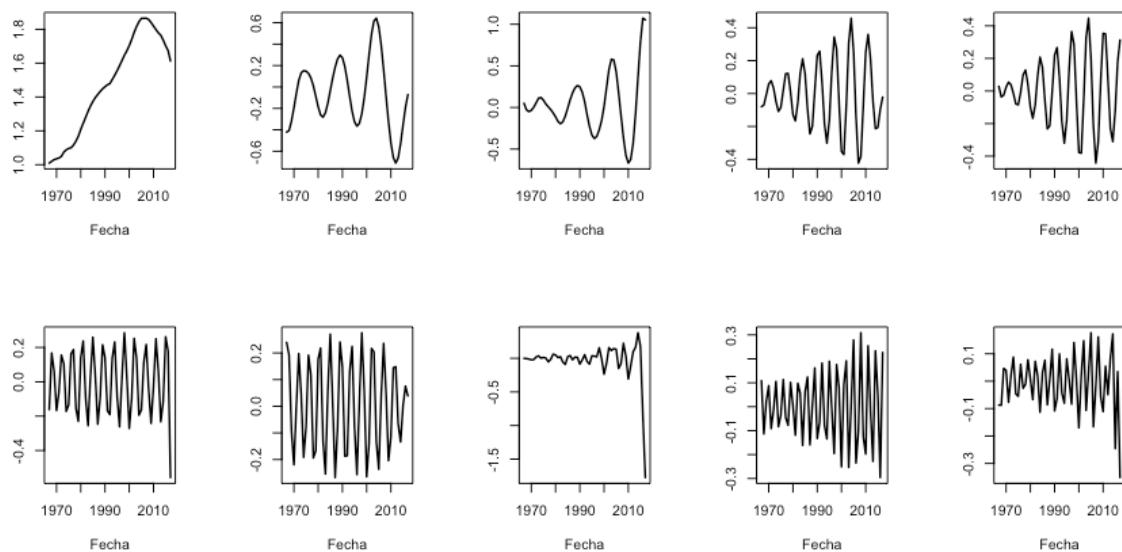


Ilustración 32: Descomposición de la serie NACE1: 16 en sus valores singulares

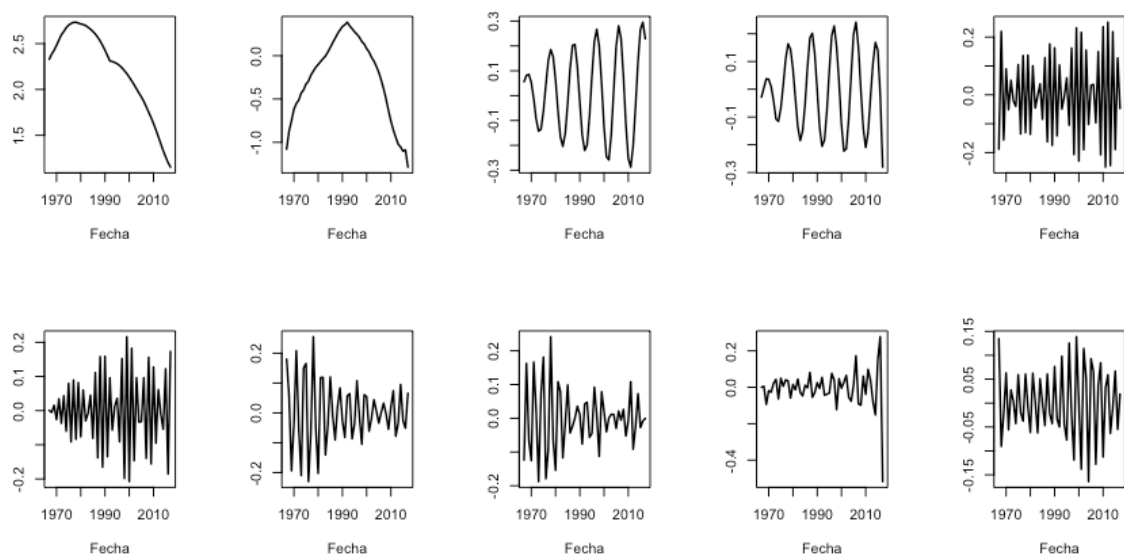


Ilustración 33: Descomposición de la serie NACE1: 20 en sus valores singulares

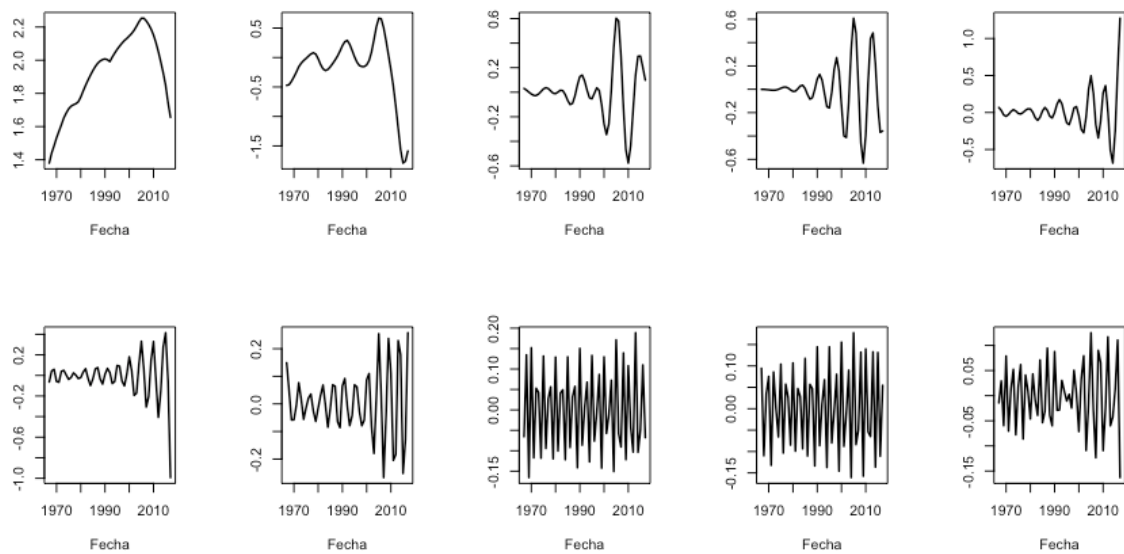


Ilustración 34: Descomposición de la serie NACE1: 21 en sus valores singulares

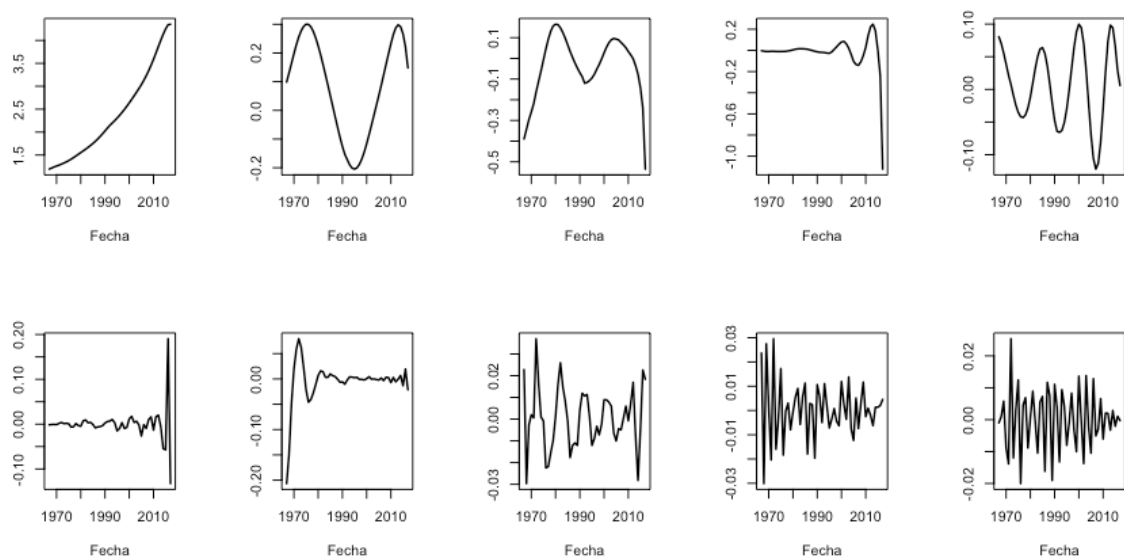


Ilustración 35: Descomposición de la serie NACE1: 23 en sus valores singulares

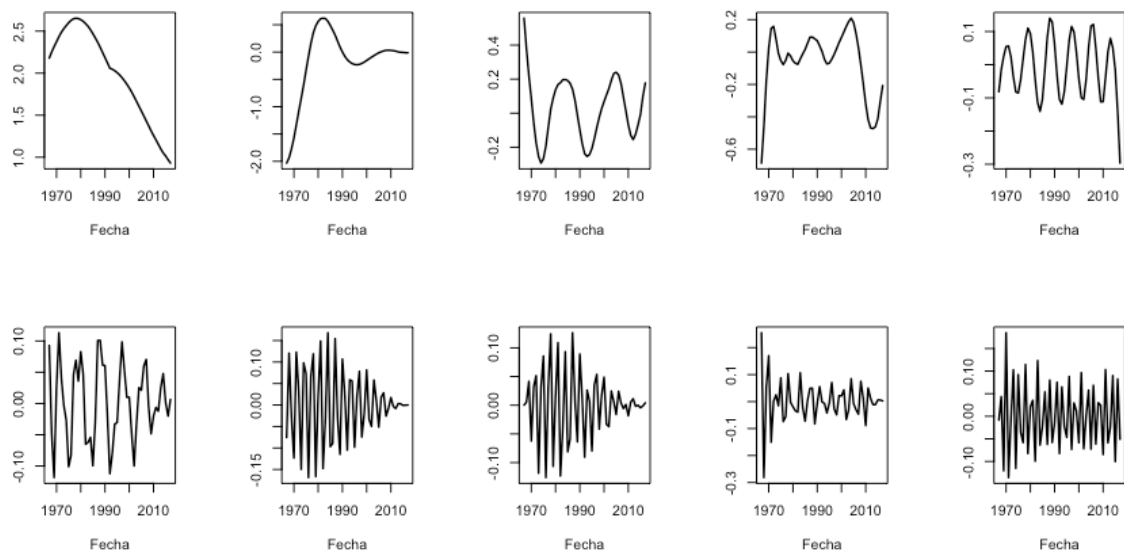


Ilustración 36: Descomposición de la serie NACE1: 26 en sus valores singulares

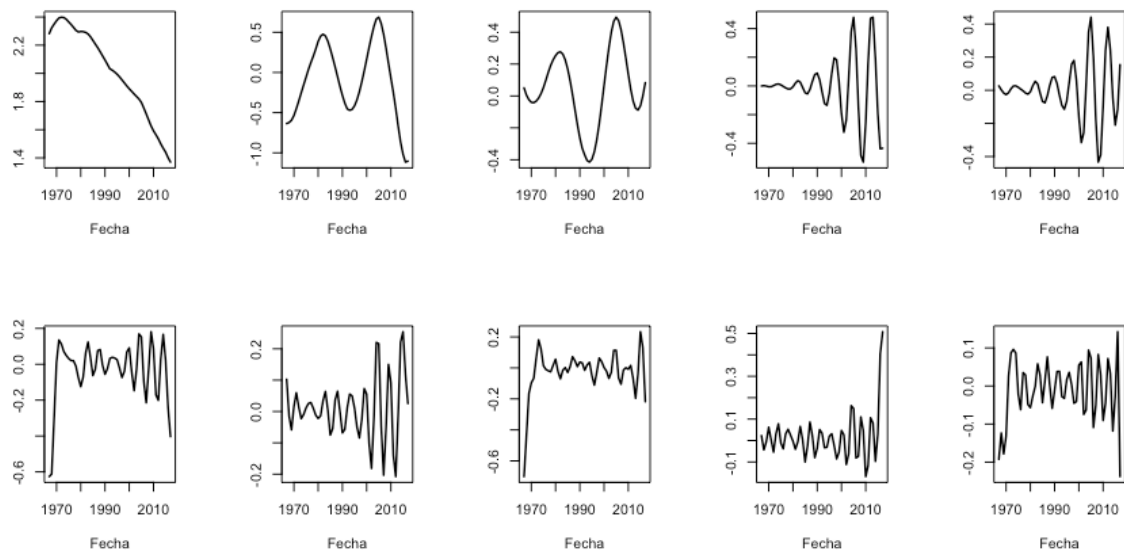


Ilustración 37: Descomposición de la serie NACE1: 27 en sus valores singulares

ANEXO N: DESCOMPOSICIÓN NUMÉRICA DE LAS SERIES SEGÚN SUS VALORES SINGULARES

NACE1		15	16	20	21	23	26	27
Componentes	1	0,9517	0,7026	0,9138	0,8511	0,9847	0,8926	0,8514
	2	0,0101	0,0545	0,0275	0,0396	0,0076	0,0458	0,0517
	3	0,0081	0,0490	0,0090	0,0225	0,0033	0,0143	0,0342
	4	0,0079	0,0324	0,0081	0,0222	0,0018	0,0075	0,0138
	5	0,0054	0,0324	0,0064	0,0176	0,0012	0,0041	0,0124
	6	0,0025	0,0218	0,0057	0,0083	0,0002	0,0036	0,0059
	7	0,0019	0,0215	0,0038	0,0058	0,0001	0,0035	0,0051
	8	0,0017	0,0161	0,0038	0,0056	0,0001	0,0034	0,0042
	9	0,0015	0,0137	0,0030	0,0052	0,0001	0,0027	0,0042
	10	0,0015	0,0116	0,0029	0,0033	0,0001	0,0027	0,0034
	Total	0,9924	0,9556	0,9840	0,9812	0,9994	0,9803	0,9864
	Resto de componentes ¹³²	0,0076	0,0444	0,0160	0,0188	0,0006	0,0197	0,0136

Tabla 16: Porcentaje que explica cada una de las componentes sobre el total de variabilidad

¹³² Notar que, al efectuar este procedimiento en R, las series se descomponen en 50 valores singulares, y en este estudio, se ha considerado por simplicidad, sólo 10. Las restantes 40 componentes no alcanzan a explicar sumadas, ni siquiera un 5% sobre el total, por lo tanto, se considera un valor bajo que se explica por ruido.