



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
ICADE

La Cadena de Suministro de Semiconductores: Desafíos Geopolíticos e Implicaciones
Estratégicas en una Economía Globalizada

Autor: Jaime de Miguel Báez
Director: M.^a Teresa Corzo Santamaría

MADRID | junio 2025

Índice

1. Introducción	4
1.1 Importancia de los semiconductores en la economía global	4
1.2 Objetivos	6
1.3 Metodología	6
2. La industria de los semiconductores	8
2.1 ¿Qué son los semiconductores?	8
2.2 La industria global de semiconductores	10
3. La cadena de suministro de los semiconductores	11
3.1 Principales regiones productoras y su especialización	12
3.2 Etapas del proceso de producción	16
4. Geopolítica y semiconductores	19
4.1 Estados Unidos: Del dominio tecnológico a la dependencia manufacturera	19
4.2 China: Autosuficiencia Tecnológica y Lucha por la Independencia	23
4.3 La Unión Europea: Entre la Autonomía y la Cooperación	25
4.4 Taiwán: El epicentro de la disputa tecnológica global	28
5. Impacto de la geopolítica actual en la cadena de suministro global & implicaciones económicas globales	29
6. Análisis empírico del impacto del CHIPS Act sobre el valor bursátil de empresas clave 32	
6.1 Justificación metodológica: Event Study	32
6.2 Visión general del mercado	35
6.3 Caso NVIDIA: impacto indirecto con efecto positivo	36
6.4 Caso Intel: beneficiario directo con resultado negativo	39
6.5 Comparación estratégica: narrativa vs política	42
7. Conclusión final	43
8. Bibliografía	47

Resumen

Este trabajo analiza la industria global de los semiconductores desde una perspectiva estratégica y geopolítica, destacando su papel como infraestructura crítica en la economía digital contemporánea. A partir de un enfoque multidisciplinar, se examinan las dinámicas de la cadena de suministro global, la concentración geográfica de su producción y las implicaciones económicas de las tensiones entre potencias como Estados Unidos, China y la Unión Europea. El estudio también incorpora un análisis empírico del impacto del CHIPS Act en el valor bursátil de empresas clave como Intel y NVIDIA, aplicando la metodología de Event Study. Se concluye que, en un entorno de creciente rivalidad tecnológica, la resiliencia de la cadena de suministro de semiconductores es esencial para la estabilidad económica y la seguridad internacional, siendo necesario un equilibrio entre autosuficiencia tecnológica, sostenibilidad y cooperación internacional.

Abstract

This thesis analyzes the global semiconductor industry from a strategic and geopolitical perspective, highlighting its role as a critical infrastructure in today's digital economy. Through a multidisciplinary approach, it examines the dynamics of the global supply chain, the geographic concentration of production, and the economic implications of tensions among powers such as the United States, China, and the European Union. The study also includes an empirical analysis of the CHIPS Act's impact on the stock valuation of key companies like Intel and NVIDIA, using the Event Study methodology. The findings suggest that, amid growing technological rivalry, semiconductor supply chain resilience is crucial for global economic stability and security, requiring a balance between technological self-sufficiency, sustainability, and international cooperation.

Palabras clave: semiconductores, cadena de suministro, geopolítica, CHIPS Act, soberanía tecnológica, event Study.

1. Introducción

1.1 Importancia de los semiconductores en la economía global

En las últimas décadas, la industria de los semiconductores ha experimentado un crecimiento exponencial, convirtiéndose en un pilar esencial para la transformación digital y el desarrollo económico a nivel global. Estos dispositivos electrónicos, fundamentales para la fabricación de circuitos integrados, han permitido avances tecnológicos disruptivos en múltiples sectores, desde las telecomunicaciones y la inteligencia artificial hasta la automoción y la automatización industrial (McKinsey & Company, 2021). La evolución de esta industria ha sido impulsada por la creciente demanda de mayor capacidad de procesamiento, eficiencia energética y miniaturización de los componentes, lo que ha llevado a una intensa competencia entre empresas y países por el liderazgo en este campo (Boston Consulting Group [BCG] & Semiconductor Industry Association [SIA], 2021).

El impacto de los semiconductores en la economía global es incuestionable. Su fabricación y desarrollo han permitido la consolidación de la Industria 4.0, facilitando la interconectividad de dispositivos mediante tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) y la computación en la nube. Según McKinsey & Company (2021), el avance en el diseño y producción de semiconductores será un factor clave en la evolución de estos sectores, contribuyendo directamente al crecimiento de la economía digital y al desarrollo de infraestructuras tecnológicas avanzadas. Adicionalmente, BCG y SIA (2021) estiman que, por cada dólar generado en la industria de los semiconductores, se crean entre dos y tres dólares adicionales en sectores dependientes, lo que resalta su papel como motor de crecimiento en la economía global.

Más allá de su impacto en la transformación digital, los semiconductores han adquirido un papel estratégico dentro de la geopolítica internacional. La creciente rivalidad entre potencias como Estados Unidos y China ha llevado a la implementación de políticas orientadas a garantizar la seguridad en el suministro de estos componentes esenciales. En respuesta a la dependencia de la producción asiática, países como Estados Unidos y miembros de la Unión Europea han desarrollado iniciativas como el CHIPS Act y el European Chips Act, que buscan fomentar la autosuficiencia tecnológica y reducir la vulnerabilidad ante crisis de suministro (Casa Blanca, 2022; Comisión Europea, 2023). Estas medidas han evidenciado la importancia de los semiconductores no solo como una

industria clave para la innovación, sino también como un recurso estratégico para la estabilidad económica y la seguridad nacional (Center for Strategic and International Studies [CSIS], 2023).

No obstante, el desarrollo y la producción de semiconductores no están exentos de desafíos. Uno de los problemas más críticos que enfrenta esta industria es la concentración geográfica de su producción, lo que ha generado vulnerabilidades en la cadena de suministro global. Regiones como Taiwán y Corea del Sur dominan la fabricación de chips avanzados, con Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC) y Samsung liderando el mercado. De hecho, se estima que aproximadamente el 92 % de la capacidad mundial de producción de chips por debajo de los 10 nm se encuentra en Taiwán, mientras que Corea del Sur concentra el 8 % restante. Esta concentración casi total en solo dos países implica un alto riesgo para la cadena de suministro global, ya que cualquier interrupción geopolítica o climática podría provocar un impacto a escala mundial (Varas et al., 2021). Esta concentración ha llevado a una fuerte dependencia de estas regiones, lo que quedó en evidencia durante la crisis de escasez de semiconductores de 2021, cuando múltiples industrias, especialmente la automotriz, sufrieron pérdidas millonarias debido a la falta de acceso a chips esenciales (Stewart, Hamling, Bucaille, & Crossan, 2022).

Otro aspecto relevante en el desarrollo de esta industria es su impacto ambiental. La fabricación de semiconductores es altamente intensiva en el consumo de agua y energía, lo que genera preocupaciones sobre su sostenibilidad a largo plazo. Se estima que una fábrica avanzada de semiconductores puede consumir hasta 10 millones de litros de agua al día, especialmente en regiones donde el acceso a este recurso es limitado (James, 2024). Frente a estos desafíos, las principales empresas del sector han comenzado a adoptar estrategias de producción más sostenibles, buscando reducir su huella ecológica mediante la optimización de procesos y el uso de energías renovables (Gartner, 2023).

En definitiva, la industria de los semiconductores es uno de los pilares fundamentales de la economía global, desempeñando un papel crucial en la innovación tecnológica, la competitividad industrial y la geopolítica internacional. Sin embargo, su desarrollo enfrenta retos significativos, desde la vulnerabilidad de su cadena de suministro hasta la necesidad de implementar modelos de producción más sostenibles. La creciente demanda de estos componentes, sumada a la competencia entre potencias tecnológicas, hace

evidente la importancia de abordar estos desafíos para garantizar la estabilidad y el crecimiento de esta industria en el futuro.

1.2 Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es analizar el impacto de las dinámicas geopolíticas en la cadena de suministro global de semiconductores, centrándose en cómo las tensiones comerciales, las políticas de autosuficiencia tecnológica y las restricciones a la exportación están reconfigurando la producción y distribución de estos componentes esenciales.

Para ello, se estudiarán las estrategias implementadas por Estados Unidos, China y la Unión Europea, como el CHIPS Act y el European Chips Act, evaluando su efectividad para reducir la dependencia de la producción asiática. También se examinarán los riesgos asociados a la concentración de la fabricación en Taiwán y Corea del Sur, considerando posibles interrupciones en el suministro debido a crisis políticas o conflictos internacionales.

Asimismo, se analizarán las implicaciones económicas de esta reconfiguración, con especial énfasis en sectores estratégicos como la automoción, las telecomunicaciones y la inteligencia artificial. Finalmente, se explorarán medidas para fortalecer la resiliencia de la cadena de suministro, incluyendo la diversificación geográfica de la producción y la cooperación internacional.

1.3 Metodología

La metodología adoptada para este estudio se basa en un análisis cualitativo orientado a investigar las implicaciones del panorama geopolítico actual en la cadena de suministro global de semiconductores. El objetivo es examinar cómo las tensiones internacionales, las estrategias de autosuficiencia tecnológica y las restricciones comerciales afectan la producción y distribución de estos componentes esenciales, así como identificar las oportunidades y desafíos que estos cambios generan en la economía global.

Para llevar a cabo este análisis, se emplea una amplia variedad de fuentes, incluyendo artículos académicos, informes de consultoras especializadas, publicaciones de organismos internacionales y documentos oficiales de políticas públicas. La recopilación

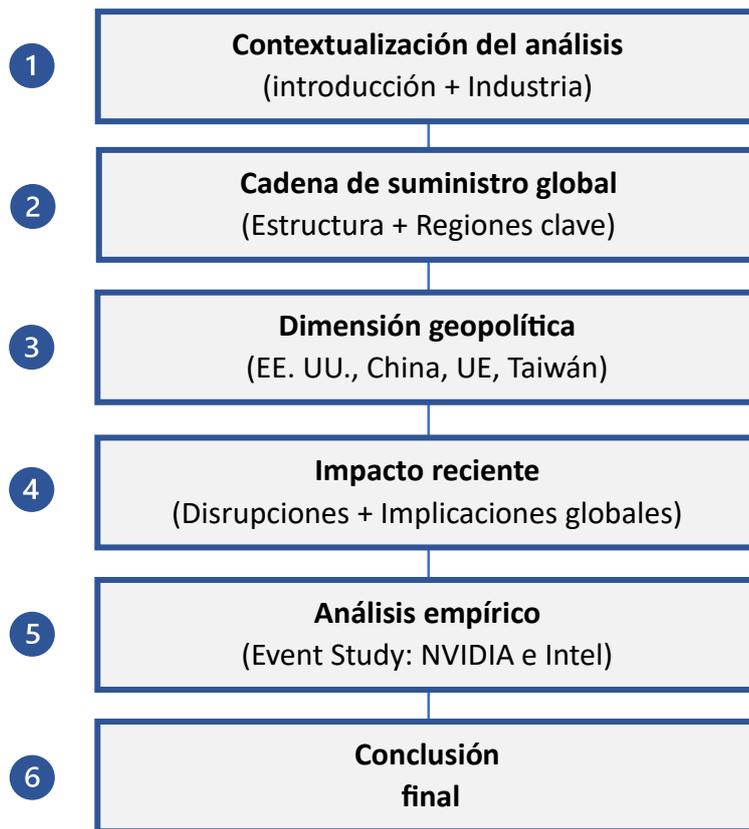
de información se enfoca en estudios recientes que permiten comprender las tendencias actuales y futuras del sector, asegurando una visión fundamentada y actualizada de la evolución de la industria de los semiconductores.

Asimismo, la investigación se estructura en torno a un análisis de casos específicos, centrándose en el impacto de iniciativas como el CHIPS Act en Estados Unidos, el European Chips Act en la Unión Europea y el rol dominante de las economías asiáticas, especialmente Taiwán y Corea del Sur, en la fabricación de semiconductores avanzados. También se abordan estudios sobre las disrupciones en la cadena de suministro y sus repercusiones en sectores estratégicos como la automoción, las telecomunicaciones y la inteligencia artificial.

Este enfoque permite comprender de manera integral los factores que transforman la industria de los semiconductores, proporcionando una base sólida para el desarrollo de conclusiones fundamentadas y recomendaciones estratégicas que contribuyen a la resiliencia del sector frente a la incertidumbre geopolítica.

Complementariamente, el estudio incorpora un análisis empírico basado en la metodología econométrica *event study*, con el objetivo de medir el impacto en los mercados financieros ante anuncios relevantes vinculados a políticas públicas y disrupciones geopolíticas que afectan al sector.

A continuación, se presenta un flujograma que resume las principales fases del trabajo y su secuencia lógica de desarrollo.



2. La industria de los semiconductores

2.1 ¿Qué son los semiconductores?

Según el historiador económico Chris Miller (2022), “No se puede entender el mundo moderno sin poner a los chips en el centro de la historia”, lo que enfatiza la relevancia de los semiconductores como el pilar tecnológico sobre el que se sustenta la economía digital y la industria moderna.

En la actualidad, estos materiales son esenciales para el funcionamiento de una amplia gama de dispositivos electrónicos, desde teléfonos móviles hasta infraestructuras críticas de telecomunicaciones y sistemas avanzados de inteligencia artificial. Su desarrollo y producción no solo han transformado la manera en que las sociedades interactúan con la tecnología, sino que también han generado una competencia geopolítica intensa por el control de su cadena de suministro.

Los semiconductores se caracterizan por su capacidad para actuar como conductores o aislantes dependiendo de condiciones específicas, lo que permite su manipulación para controlar el flujo de corriente eléctrica en dispositivos electrónicos (Yu & Cardona, 2010).

Esta propiedad los hace fundamentales en la fabricación de circuitos integrados (chips), que agrupan miles de millones de transistores en un área de pocos milímetros cuadrados y constituyen la base de procesadores, memorias y otros componentes esenciales en sistemas digitales (Grundmann, 2006). El material más utilizado en la industria de semiconductores es el silicio, debido a su abundancia, estabilidad química y facilidad de fabricación a gran escala (Singh, 2000). No obstante, materiales alternativos como el arseniuro de galio (GaAs) y el nitruro de galio (GaN) han ganado relevancia en aplicaciones especializadas, como la tecnología 5G y los dispositivos de alta potencia (Kitai, 2023).

El crecimiento exponencial de la industria ha sido impulsado por el avance de tecnologías disruptivas como el Internet de las Cosas (IoT), la computación en la nube y la automatización industrial, que han incrementado significativamente la demanda de semiconductores (BCG & SIA, 2021). Estos dispositivos son la base de una infraestructura tecnológica en constante evolución, permitiendo la ejecución de operaciones lógicas y el almacenamiento de información en sectores estratégicos como la automoción, la inteligencia artificial y las telecomunicaciones (McKinsey & Company, 2021).

La clasificación del mercado de semiconductores se estructura en tres grandes categorías según su función y aplicación:

1. Semiconductores lógicos: Representan el 42% del mercado y comprenden microprocesadores, unidades de procesamiento gráfico (GPUs), procesadores de inteligencia artificial y circuitos programables (FPGAs). Son el núcleo de dispositivos como computadoras, servidores, teléfonos móviles y supercomputadoras, permitiendo la ejecución de operaciones complejas mediante códigos binarios (McKinsey & Company, 2021).
2. Semiconductores de memoria: Constituyen el 26% del mercado y se utilizan para el almacenamiento de datos en dispositivos electrónicos. Entre ellos, la memoria DRAM es fundamental para computadoras y servidores, mientras que la memoria NAND se emplea en unidades de almacenamiento de estado sólido (SSD) y dispositivos móviles. La creciente demanda de procesamiento en tiempo real ha impulsado el uso de estas tecnologías en aplicaciones como los sistemas

avanzados de asistencia al conductor (ADAS) en la industria automotriz (Capgemini Research Institute, 2025).

3. Semiconductores discretos, analógicos y otros (DAO): Representan el 32% del mercado y abarcan una variedad de dispositivos electrónicos, desde transistores individuales hasta circuitos analógicos para regulación de voltaje y conversión de señales. También incluyen sensores ópticos y de radiofrecuencia (RF), esenciales en redes 5G, cámaras de teléfonos inteligentes y sistemas de energía eficientes (Eurasia Group, 2020).

2.2 La industria global de semiconductores

La industria global de semiconductores es una de las más estratégicas y dinámicas de la economía mundial, con un impacto transversal en sectores como la electrónica de consumo, las telecomunicaciones, la automoción y la inteligencia artificial. En las últimas décadas, el crecimiento del mercado de semiconductores ha sido exponencial, impulsado por la digitalización y la creciente demanda de dispositivos inteligentes. En 2022, el valor del mercado de semiconductores alcanzó aproximadamente 573.440 millones de dólares, y las proyecciones indican que superará 1,38 billones de dólares para 2029, con una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 12,2%, reflejando su papel como motor de la transformación tecnológica global (Franklin Templeton, 2024).

El ecosistema de semiconductores está compuesto por distintos actores que desempeñan funciones específicas dentro de la cadena de valor. La estructura de la industria se caracteriza por una segmentación clara entre las empresas que diseñan los chips, las que los fabrican y las que proveen los equipos y materiales necesarios para su producción. En términos geográficos, la manufactura de semiconductores está altamente concentrada en Asia, con Taiwán y Corea del Sur liderando en fabricación avanzada, mientras que Estados Unidos y Europa continúan dominando el desarrollo de propiedad intelectual y la producción de equipos especializados (UN ESCAP, 2023).

Por otra parte, la concentración geográfica de la industria ha generado una fuerte interdependencia entre países y empresas, con Asia liderando la fabricación y Estados Unidos y Europa dominando en investigación y desarrollo.

El crecimiento de la industria de semiconductores ha estado acompañado de una competencia constante por la miniaturización y la eficiencia energética de los chips. TSMC, Intel y Samsung han avanzado significativamente en el desarrollo de tecnologías de 3 nanómetros y menores, lo que permite fabricar chips más rápidos y con menor consumo energético. La demanda de estos semiconductores de alto rendimiento se ha visto impulsada por el auge de la inteligencia artificial, la computación cuántica y las telecomunicaciones de próxima generación (Gartner, 2023).

A pesar del crecimiento acelerado, la industria de los semiconductores enfrenta importantes desafíos. La alta concentración de producción en unas pocas regiones genera vulnerabilidades en la cadena de suministro, como se evidenció durante la crisis de escasez de semiconductores en 2021. Esta crisis fue provocada por una combinación de disrupciones logísticas, aumento de la demanda y parálisis temporal de fábricas durante la pandemia, afectando a múltiples sectores y retrasando la producción global de dispositivos electrónicos y automóviles (AGS Devices, 2025; Rabobank, 2023). Además, la creciente demanda de chips para sectores estratégicos ha generado un aumento en la inversión en infraestructura de fabricación y en investigación y desarrollo. En este sentido, las empresas del sector destinan hasta un 20% de sus ingresos a innovación en materiales y procesos de fabricación, con el objetivo de mejorar la eficiencia y reducir los costes de producción (KPMG, 2025).

El futuro de la industria de semiconductores estará determinado por la capacidad de las empresas para adaptarse a un entorno altamente competitivo y en constante evolución tecnológica. La inversión en nuevas infraestructuras de fabricación, la innovación en diseño de chips y la optimización de la cadena de suministro serán factores clave en la evolución de este sector crítico para la economía global.

3. La cadena de suministro de los semiconductores

La cadena de suministro de semiconductores constituye una de las infraestructuras más complejas, interdependientes y críticas dentro de la economía global. Su estructura segmentada y altamente especializada permite la producción de dispositivos esenciales para una amplia gama de sectores, desde la informática y las telecomunicaciones hasta la automoción y la defensa (Feng et al., 2024). No obstante, su concentración geográfica en unas pocas regiones y la presencia de cuellos de botella en ciertos segmentos de la

producción la hacen altamente vulnerable a interrupciones geopolíticas, crisis comerciales y escasez de materias primas (Gallagher, 2024).

El impacto de los semiconductores en la economía global ha llevado a diversos gobiernos y empresas a replantear sus estrategias de producción y suministro. La creciente demanda de chips avanzados ha generado una ola de políticas industriales enfocadas en el reshoring, el fortalecimiento de capacidades nacionales de manufactura y la diversificación de proveedores para minimizar la dependencia de Asia (Milken Institute, 2023; Reshoring Initiative, 2024).

3.1 Principales regiones productoras y su especialización

En la industria de semiconductores, cada región desempeña un papel fundamental en la cadena de suministro. Taiwán, Estados Unidos, Corea del Sur, Japón, la Unión Europea y China son las principales economías involucradas, con especializaciones diferenciadas en diseño, manufactura, ensamblaje y distribución. Estas regiones no solo representan la base del crecimiento tecnológico mundial, sino que también se han convertido en focos de tensión geopolítica y disputas estratégicas en torno al control de esta industria crítica (McKinsey, 2021).

Taiwán: Centro Global de Manufactura de Chips Avanzados

Taiwán domina la fabricación de semiconductores avanzados y alberga a TSMC, la principal fundición a nivel mundial. Empresas como Apple, NVIDIA, AMD y Qualcomm dependen de TSMC para la producción de sus chips de alto rendimiento, lo que refuerza el papel estratégico de Taiwán en la cadena global de suministro de semiconductores.

Sin embargo, esta alta concentración de capacidad manufacturera representa un riesgo geopolítico significativo. Cualquier crisis en la región, sea por un conflicto entre China y EE.UU., un desastre natural o interrupciones logísticas, podría generar grandes impactos en la cadena de suministro global, afectando industrias clave como la automoción, la inteligencia artificial y la computación de alto rendimiento (Chris Miller, 2022).

Para reducir esta vulnerabilidad, EE. UU. ha promovido la relocalización de capacidad de producción de semiconductores mediante incentivos públicos, lo que ha motivado a

empresas como TSMC a invertir en nuevas fábricas en Arizona (TSMC, 2025). Por otro lado, Europa busca atraer capacidades de manufactura avanzada dentro del bloque.

Estados Unidos: Innovación en Diseño y Estrategias de Reindustrialización

Estados Unidos mantiene su liderazgo en el diseño de semiconductores, dominando el sector fabless con compañías como NVIDIA, AMD, Qualcomm, Broadcom e Intel. Sin embargo, la manufactura de chips en EE.UU. ha caído del 37% en 1990 a solo el 12% en 2022, lo que ha motivado la implementación del CHIPS and Science Act, un programa de inversión gubernamental de 52.000 millones de dólares que busca fomentar la producción nacional y reducir la dependencia de Asia (PwC, 2024).

Las empresas estadounidenses también juegan un papel clave en el sector de equipos para la fabricación de chips, con Applied Materials, Lam Research y KLA liderando el desarrollo de herramientas esenciales para la producción de semiconductores avanzados.

Corea del Sur: Potencia en Memoria y Foundries Avanzadas

Corea del Sur es el líder mundial en memorias DRAM y NAND Flash, con Samsung y SK Hynix controlando más del 70% del mercado global. Además, Samsung compite con TSMC en la producción de chips, lo que refuerza su presencia en el sector de foundries avanzadas (McKinsey, 2021).

El gobierno surcoreano ha anunciado inversiones de 450.000 millones de dólares para expandir su industria de semiconductores en los próximos años, con el objetivo de consolidarse como un actor clave en la fabricación de chips lógicos y de memoria (Moore, 2021).

Japón: Dominio en Materiales y Equipamiento Especializado

Japón es un líder clave en la producción de insumos críticos para la fabricación de semiconductores. Empresas como Shin-Etsu Chemical y SUMCO dominan el mercado de obleas de silicio ultrapuro, mientras que Tokyo Electron y Nikon son actores fundamentales en la producción de equipos de litografía. Japón también es uno de los

principales proveedores de químicos avanzados utilizados en la fabricación de chips (Semiconductor Industry Association [SIA], 2021).

Para fortalecer su industria, el gobierno japonés ha incentivado la creación de Rapidus, un consorcio nacional respaldado por empresas como Sony, Toyota y SoftBank, que busca desarrollar capacidades en chips de 2 nm para competir con TSMC y Samsung (Boyd, 2025).

Unión Europea: Equipos de Fabricación y Semiconductores de Potencia

Europa tiene un papel clave en la industria de semiconductores a través de ASML, la única empresa en el mundo que fabrica máquinas de litografía EUV (Extreme Ultraviolet Lithography), esenciales para la producción de chips avanzados. Esta tecnología permite la fabricación de transistores de escala nanométrica, lo que la convierte en un recurso estratégico global.

Además, Alemania es líder en semiconductores de potencia, esenciales para la electromovilidad y la transición energética, con empresas como Infineon, STMicroelectronics y NXP encabezando este segmento (PwC, 2024).

La UE ha lanzado el European Chips Act, con una inversión de 43.000 millones de euros, para reforzar su industria y reducir su dependencia de Asia y EE. UU (European Commission, 2023).

China: Expansión y Autosuficiencia Tecnológica

China ha identificado la autosuficiencia en semiconductores como una prioridad estratégica, invirtiendo más de 200.000 millones de dólares en el desarrollo de su industria a través del Fondo Nacional de Circuitos Integrados. Su principal fabricante, SMIC (Semiconductor Manufacturing International Corporation), ha logrado avances significativos, produciendo chips de 7 nm sin acceso a tecnología EUV (Eurasia Group, 2020).

Sin embargo, las sanciones de EE.UU. han limitado su acceso a tecnologías clave, lo que dificulta su capacidad para desarrollar chips avanzados. A pesar de estos desafíos, China sigue expandiendo su capacidad de fabricación en nodos maduros (28 nm y superiores),

con una fuerte inversión en la industria automotriz y electrónica de consumo (Bureau of Industry and Security, 2022).

India: Potencial tecnológico y apuesta estratégica

India ha consolidado una posición relevante en el diseño de semiconductores, albergando centros de I+D de empresas como AMD, Intel y Qualcomm en ciudades como Bangalore, Hyderabad y Noida (India Semiconductor Mission, 2024). Sin embargo, su papel en la fabricación ha sido históricamente limitado. En los últimos años, el gobierno ha lanzado la India Semiconductor Mission, con incentivos de más de 10.000 millones de dólares para atraer fábricas (fabs) y plantas de ensamblaje (Reuters, 2021).

Proyectos destacados incluyen la futura planta de Micron Technology en Gujarat, con una inversión total de 2.750 millones de dólares, de los cuales 825 millones provienen de Micron (Reuters, 2023). Además, Foxconn y HCL han anunciado una nueva planta de ensamblaje de chips en Noida (Business Standard, 2024).

India cuenta con ventajas como un capital humano técnico amplio y un mercado interno creciente, aunque enfrenta desafíos estructurales como el acceso a agua y energía, y retrasos regulatorios (India Briefing, 2023).

Latinoamérica: Participación creciente en diseño y backend

América Latina tiene una presencia creciente, aunque aún limitada, en la cadena de suministro de semiconductores. México alberga centros de diseño de Intel en Guadalajara (Intel México, 2024), mientras que Costa Rica destaca por su planta de ensamblaje y prueba de Intel en San Antonio de Belén (Intel Costa Rica, 2024).

A través de la Western Hemisphere Semiconductor Initiative, EE. UU. ha promovido la integración regional mediante asistencia técnica y financiamiento en países como México, Costa Rica y Panamá (U.S. Embassy Panama, 2024). Sin embargo, la falta de fábricas de obleas y políticas industriales a largo plazo siguen siendo retos.

A medio plazo, el *nearshoring* y la reconfiguración geopolítica podrían abrir oportunidades relevantes para América Latina si logra consolidar un ecosistema técnico e institucional robusto.

África: Proveedor de minerales y potencial en ensamblaje

África juega un rol esencial como proveedor de minerales críticos como el coltán y el cobalto, fundamentales en la producción de semiconductores. Su integración industrial, sin embargo, ha sido limitada. Una excepción es Marruecos, donde STMicroelectronics opera una planta de ensamblaje y prueba en Bouskoura con más de 3.000 empleados (Artelia Group, 2022).

Kenia, por su parte, ha firmado un acuerdo con EE. UU. para evaluar la instalación de su primera planta de semiconductores tipo legacy, con apoyo de la Agencia de Comercio y Desarrollo de EE. UU. (USTDA, 2024). A pesar de las limitaciones en infraestructura y gobernanza, África podría avanzar en etapas de menor capital intensivo como el backend y el refinado.

3.2 Etapas del proceso de producción

La fabricación de semiconductores es uno de los procesos más sofisticados y exigentes en la industria moderna. La creación de un solo chip puede involucrar más de 1.500 pasos individuales, con una precisión que se mide en nanómetros, es decir, una mil millonésima parte de un metro (Boston Consulting Group & Semiconductor Industry Association, 2021). Dado que los chips son la base de casi toda la tecnología digital moderna, su producción no solo requiere infraestructura avanzada, sino también conocimientos especializados en física, química, materiales y manufactura de precisión.

Para facilitar la comprensión de este proceso, podemos dividirlo en cuatro grandes etapas: diseño, fabricación y litografía, ensamblaje y empaquetado, y pruebas de calidad y validación. A continuación, se detallan estas fases, explicando tanto su importancia como las principales empresas involucradas en cada una de ellas.

Diseño y Arquitectura del Chip

Dado que un solo chip puede contener miles de millones de transistores, su diseño requiere herramientas avanzadas de Automatización del Diseño Electrónico (EDA, por sus siglas en inglés), desarrolladas por empresas como Synopsys, Cadence y Siemens

EDA. Estas herramientas permiten simular, optimizar y validar el diseño antes de su producción física (Synopsys, n.d.; Siemens EDA, n.d.).

Las empresas que dominan este segmento del mercado son las denominadas fables, que se encargan exclusivamente del diseño de semiconductores sin poseer instalaciones de manufactura propias. Entre las más destacadas se encuentran NVIDIA, AMD, Qualcomm y Broadcom, cuyos diseños son ampliamente utilizados en sectores como la inteligencia artificial, los dispositivos móviles y las redes 5G (Blackridge Research, 2025; PatentPC, 2025). Además, compañías como ARM proporcionan arquitecturas predefinidas que son licenciadas por otros fabricantes, permitiendo un desarrollo más eficiente de procesadores para diferentes aplicaciones (Arm, 2025).

Una vez finalizado el diseño, el modelo digital del chip es enviado a las fábricas especializadas para su producción. En esta transición, los planos se convierten en instrucciones precisas que serán ejecutadas mediante procesos de litografía avanzados.

Fabricación y Litografía

La producción física de los chips comienza con la fabricación de obleas de silicio ultrapuro, el material base sobre el cual se construirán los circuitos. Este silicio debe alcanzar un nivel de pureza del 99.9999999% (9N), ya que cualquier impureza podría comprometer el rendimiento del semiconductor. Empresas como Shin-Etsu Chemical (Japón) y SUMCO (Japón) dominan la producción de estas obleas, que posteriormente son enviadas a las instalaciones de manufactura (Savills Research, 2023).

En la siguiente fase, se utiliza la litografía ultravioleta extrema (EUV) para imprimir los circuitos sobre la superficie de la oblea de silicio. La litografía permite grabar patrones microscópicos que definen la estructura de los transistores, alcanzando actualmente nodos de 3 nm y en desarrollo de 2 nm (TrendForce, 2025).

Una vez completada la litografía, se llevan a cabo procesos adicionales como el dopado, que introduce elementos químicos en el silicio para mejorar su conductividad, y la metalización, que agrega capas de cobre u otros metales para conectar los transistores dentro del chip. Finalmente, la oblea es sometida a tratamientos térmicos y procesos químicos que estabilizan su estructura antes de pasar a la siguiente fase de ensamblaje.

Ensamblaje y Empaque

Después de la fabricación, los chips individuales deben ser separados de la oblea y encapsulados en carcasas protectoras para garantizar su integridad estructural y funcionalidad. Este proceso, conocido como Back-End Manufacturing, es realizado principalmente por empresas especializadas en OSAT (Outsourced Semiconductor Assembly and Test), como ASE Technology (Taiwán), Amkor (EE.UU.) y Powertech Technology (Taiwán) (Semiconductor Industry Association, 2016).

El primer paso es el corte de la oblea, donde los chips son separados utilizando tecnología láser de alta precisión, lo que permite una separación sin dañar el sustrato (Wevolver, s.f.). Posteriormente, cada chip es encapsulado en materiales plásticos o cerámicos que lo protegen de daños mecánicos y de interferencias electromagnéticas (Alter Technology, s.f.; Beads Zirconia, 2023). Dependiendo del tipo de aplicación, algunos chips pueden requerir encapsulados avanzados que mejoren su disipación térmica, especialmente en dispositivos de alto rendimiento como servidores y tarjetas gráficas.

El proceso concluye con la montura del chip en placas de circuito impreso (PCB), donde se realizan conexiones eléctricas mediante microhilos de oro o cobre. Esto permite que los chips puedan integrarse en dispositivos electrónicos finales, como computadoras, teléfonos inteligentes y automóviles (Tauro Technologies, s.f.).

Pruebas de Calidad y Validación

Antes de ser distribuidos al mercado, los chips deben someterse a una serie de pruebas rigurosas que garantizan su funcionamiento correcto y su resistencia a diferentes condiciones de operación. Empresas como Advantest (Japón) y Teradyne (EE.UU.) lideran esta fase, desarrollando sistemas de prueba automatizados que verifican la calidad de cada lote de producción (Xiong et al., 2024).

Las pruebas se dividen en tres categorías principales. En primer lugar, se realizan pruebas de funcionalidad, donde se verifica que cada chip cumpla con su propósito sin errores (South Electronic PCB, 2025). Luego, se llevan a cabo pruebas térmicas y de estrés, en las que los chips son expuestos a altas temperaturas, voltajes extremos y condiciones de carga máxima para evaluar su resistencia a largo plazo (Accel RF, 2025). Finalmente, la

fase de validación final implica una inspección visual y electrónica para descartar defectos físicos o estructurales antes de su comercialización (PinJet Precision, 2025).

Este control de calidad es crucial, especialmente en aplicaciones críticas como la automoción, la medicina y la defensa, donde un fallo en un semiconductor podría generar consecuencias significativas.

4. Geopolítica y semiconductores

La industria de los semiconductores ha evolucionado desde una base tecnológica esencial para la computación hasta convertirse en un activo geoestratégico de primer orden. A lo largo de las últimas décadas, el dominio de esta industria ha sido un factor clave en la transformación del poder global, moldeando la competitividad económica, la innovación tecnológica y la seguridad nacional de las principales potencias.

Desde la Segunda Guerra Mundial, Estados Unidos ha sido el líder en la innovación y desarrollo de semiconductores, con la creación del transistor en los laboratorios Bell en 1947. En los años 70 y 80, EE.UU. consolidó su dominio con la aparición de empresas como Intel, Texas Instruments y AMD. Sin embargo, con la globalización y la búsqueda de eficiencia en costes, gran parte de la manufactura se trasladó a Asia, consolidando el papel de Japón, Corea del Sur y Taiwán en la producción de chips avanzados (Malkin & He, 2024).

Con la creciente rivalidad tecnológica y geopolítica, los semiconductores han pasado de ser una cuestión de mercado a un eje central en la estrategia de seguridad nacional de las principales potencias. A medida que la competencia entre EE.UU. y China se intensifica, la interdependencia de la cadena de suministro ha demostrado ser un arma de doble filo, generando un escenario de conflictos y sanciones que impactan la economía global.

4.1 Estados Unidos: Del dominio tecnológico a la dependencia manufacturera

Durante gran parte del siglo XX, Estados Unidos fue la cuna de la innovación en la industria de los semiconductores. Empresas como Intel, Texas Instruments y Fairchild Semiconductor lideraron la revolución de los chips, consolidando un dominio tecnológico sin precedentes (Computer History Museum, 2014; Wired, 2011). Sin embargo, a partir de la década de 1980, en un contexto de globalización y búsqueda de eficiencia en costes,

gran parte de la manufactura de semiconductores comenzó a trasladarse a Asia, impulsada por la competencia japonesa y por estrategias orientadas a la reducción de costes de producción (CSIS, 2022; Haramboure et al., 2023).

El auge de modelos fables, en los que las empresas se especializan en diseño y delegan la producción a terceros, aceleró esta tendencia. Mientras que compañías estadounidenses como NVIDIA, Qualcomm y Broadcom continuaron innovando en el diseño de chips, la manufactura avanzada quedó en manos de fundiciones asiáticas, principalmente TSMC en Taiwán y Samsung en Corea del Sur. Como resultado, la cuota de EE.UU. en la producción de semiconductores cayó del 37% en 1990 al 12% en 2022 (BCG & SIA, 2021).

La creciente dependencia de Asia ha sido vista como un riesgo estratégico, especialmente en un contexto de tensiones geopolíticas con China. Ante esta realidad, Washington ha implementado una estrategia de reindustrialización tecnológica y contención de China, basada en tres pilares fundamentales: restricciones tecnológicas, inversiones en manufactura local y alianzas estratégicas con sus aliados (Council on Foreign Relations, 2023; U.S. Congress, 2022; East Asia Forum, 2024).

1. Restricciones tecnológicas

Desde 2018, el gobierno de EE. UU. ha impuesto sanciones comerciales con el objetivo de impedir que China desarrolle capacidades avanzadas en semiconductores. Estas restricciones han sido diseñadas para frenar el acceso de Beijing a chips avanzados, herramientas de diseño y equipamiento de fabricación (Bureau of Industry and Security, 2023; CSIS, 2023).

Uno de los hitos clave en esta estrategia fue la inclusión de Huawei en la Lista de Entidades en 2019, lo que prohibió a la empresa china adquirir chips producidos con tecnología estadounidense. Esto afectó seriamente su división de telecomunicaciones, impidiendo el acceso a procesadores avanzados para sus dispositivos móviles y redes 5G (Luo & Van Assche, 2023).

Las restricciones se intensificaron en 2022, cuando Washington prohibió la exportación de semiconductores de alto rendimiento a China, lo que afectó a empresas como NVIDIA y AMD. Esta medida limitó la capacidad de Beijing para desarrollar inteligencia artificial,

supercomputación y aplicaciones militares avanzadas (Departamento de Comercio de los Estados Unidos, 2022).

En 2023, el Departamento de Comercio de EE.UU. endureció aún más las sanciones, restringiendo el acceso de YMTC y SMIC a equipos de litografía avanzada, una tecnología fundamental para la fabricación de chips de última generación. Estas restricciones han obligado a China a buscar alternativas tecnológicas y a depender de chips de nodos más antiguos (Donnelly, 2023).

Estas políticas han tenido efectos significativos en la industria global, fragmentando el mercado y obligando a China a acelerar su estrategia de autosuficiencia tecnológica.

2. Inversiones en manufactura local

Para reducir su dependencia de Asia y recuperar su capacidad de manufactura, en 2022 EE.UU. aprobó la *CHIPS and Science Act*, una de las iniciativas industriales más ambiciosas de las últimas décadas. Esta legislación destina 52.000 millones de dólares a fortalecer la producción nacional de semiconductores y fomentar la investigación en nuevas tecnologías (Congreso de los Estados Unidos, 2022).

El plan busca que EE.UU. recupere al menos el 20% de la capacidad de producción global para finales de la década, mediante una combinación de incentivos fiscales, subsidios a fabricantes y fondos para la capacitación de talento especializado.

Como resultado de esta política, gigantes de la industria han anunciado inversiones multimillonarias en EE.UU.:

- Intel ha comprometido más de 40.000 millones de dólares para construir nuevas fábricas en Ohio y Arizona (Intel, 2024a; Intel, 2024b).
- TSMC ha iniciado la construcción de dos plantas en Phoenix, Arizona, con una inversión total de 65.000 millones de dólares, su mayor apuesta fuera de Taiwán (TSMC, 2025).
- Samsung ha anunciado la creación de un nuevo megacomplejo de semiconductores en Texas, con una inversión de 17.000 millones de dólares (Samsung Electronics, 2021).

A pesar de estas inversiones, la relocalización de la manufactura enfrenta desafíos significativos. La industria de semiconductores requiere una infraestructura altamente especializada y una fuerza laboral altamente calificada. A diferencia de Taiwán y Corea del Sur, donde el ecosistema tecnológico está consolidado, EE.UU. aún carece de una cadena de suministro completa, lo que podría limitar la eficacia de estas medidas en el corto plazo.

3. Alianzas estratégicas:

Más allá de las restricciones y las inversiones internas, EE.UU. ha adoptado una estrategia de colaboración con aliados clave para consolidar un bloque tecnológico que limite el avance de China.

Uno de los acuerdos más importantes ha sido la prohibición de exportación de maquinaria de litografía ultravioleta extrema (EUV) a China, acordada con Japón y los Países Bajos en 2023. Esta restricción ha impedido que China acceda a la tecnología más avanzada de fabricación de chips, ralentizando sus avances en el sector.

Además, EE.UU. ha reforzado su cooperación con Taiwán y Corea del Sur, actores clave en la manufactura global de chips. A través del llamado "Chip 4 Alliance", Washington busca coordinar esfuerzos con estos países para garantizar la estabilidad del suministro y evitar que China acceda a tecnologías estratégicas (Reuters, 2023).

En este contexto, se han intensificado los acuerdos con Japón para la producción de materiales esenciales, como silicio ultrapuro y productos químicos avanzados (Le Grand Continent, 2023), y con Corea del Sur para fortalecer la producción de memorias NAND y DRAM (El Economista, 2024).

Sin embargo, la creación de un bloque tecnológico occidental ha generado presión sobre aliados como Corea del Sur y Alemania, que dependen en gran medida del mercado chino para la exportación de sus semiconductores y equipos de fabricación. Esto ha generado tensiones diplomáticas dentro del propio bloque, ya que algunos países buscan equilibrar sus relaciones económicas con China mientras cumplen con las exigencias de EE.UU. (Zhang, 2025; The Diplomat, 2024; Global Taiwan Institute, 2023).

4.2 China: Autosuficiencia Tecnológica y Lucha por la Independencia

La industria de semiconductores es uno de los sectores más estratégicos para China, dado su papel central en el desarrollo de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, la computación en la nube y las telecomunicaciones 5G. Sin embargo, a pesar de sus avances en el sector tecnológico, China sigue dependiendo en gran medida de EE.UU. y sus aliados para la obtención de chips avanzados y maquinaria de fabricación de semiconductores. Esta vulnerabilidad se ha convertido en un punto crítico en el conflicto comercial entre Washington y Pekín, donde las sanciones impuestas por EE.UU. han limitado el acceso de China a equipos de litografía de última generación y semiconductores de alto rendimiento (Bu, 2024).

Para contrarrestar esta dependencia y reducir su vulnerabilidad, China ha adoptado una estrategia agresiva de autosuficiencia tecnológica, con el objetivo de desarrollar su propia industria de semiconductores y disminuir su dependencia de Occidente. Esta estrategia se basa en tres pilares fundamentales: la expansión de la manufactura nacional, el desarrollo de la industria doméstica de semiconductores y una serie de respuestas comerciales y contraataques estratégicos.

1. Expansión de la Manufactura Nacional

El primer eje de la estrategia de China ha sido fortalecer la capacidad manufacturera de semiconductores dentro del país. La empresa Semiconductor Manufacturing International Corporation (SMIC) ha sido el principal actor en este proceso. En 2023, SMIC logró fabricar chips de 7 nm sin acceso a tecnología de litografía ultravioleta extrema (EUV), un avance considerable que refleja los esfuerzos del gobierno chino por desarrollar nodos avanzados sin depender de los proveedores occidentales (Zhang, 2025). Sin embargo, a pesar de este logro, China aún enfrenta dificultades para cerrar la brecha con líderes del sector como TSMC y Samsung.

Ante estas limitaciones, Pekín ha priorizado la producción de chips de nodos más antiguos, específicamente de 28 nm y 14 nm, los cuales, si bien no son los más avanzados, siguen siendo esenciales para sectores como la automoción, la electrónica de consumo y las redes de telecomunicaciones. Este enfoque permite a China fortalecer su base manufacturera y garantizar el suministro para industrias estratégicas mientras avanza en su capacidad de producir semiconductores de última generación (Hah, 2024).

A nivel de infraestructura, el gobierno chino ha destinado más de 150.000 millones de dólares en incentivos para la construcción de nuevas fábricas de semiconductores y la capacitación de talento en el sector. Estas inversiones han permitido que el país aumente su capacidad productiva en más del 40% en los últimos cinco años, consolidando a China como el segundo mayor productor de semiconductores a nivel global, solo por detrás de Taiwán (Krivic & Defraigne, 2024).

2. Desarrollo de la Industria de Semiconductores China

El segundo pilar de la estrategia de China se centra en el desarrollo de una industria doméstica fuerte y autosuficiente en semiconductores. Para ello, el gobierno ha canalizado inversiones masivas a través del Fondo Nacional de Circuitos Integrados, con una dotación de más de 200.000 millones de dólares destinados al fortalecimiento del sector (Zhang, 2025; Reuters, 2023).

Como parte de este esfuerzo, empresas chinas como Huawei, SMIC y Yangtze Memory Technologies Co. (YMTC) han intensificado sus esfuerzos para desarrollar semiconductores sin depender de tecnología extranjera. Un caso emblemático ha sido el de Huawei, que en 2023 sorprendió al mercado con el lanzamiento del Mate 60 Pro, equipado con el chip Kirin 9000S, fabricado por SMIC mediante tecnología de 7 nm, lo que demostró que el país está avanzando en su capacidad de producción a pesar de las sanciones estadounidenses (Zhang, 2025; Light Reading, 2025).

Además, China ha invertido en el desarrollo de nuevos materiales y procesos de fabricación alternativos, explorando tecnologías que puedan reducir su dependencia de proveedores extranjeros. En este sentido, investigadores chinos han trabajado en la optimización de técnicas de litografía por inmersión y en el uso de materiales alternativos como el arseniuro de galio (GaAs) y el nitruro de galio (GaN), que pueden ofrecer ventajas en aplicaciones específicas como la energía y las telecomunicaciones (Bu, 2024).

A nivel de investigación y desarrollo, China ha incrementado su inversión en educación y formación de talento especializado, con el objetivo de cerrar la brecha en capital humano con Estados Unidos y Corea del Sur. Universidades y centros de investigación han recibido fondos del gobierno para formar ingenieros y científicos en disciplinas clave para la industria de semiconductores (Emerald Insight, 2023).

3. Respuestas Comerciales y Contraataques Estratégicos

China no solo ha respondido con inversiones en su industria local, sino que también ha llevado a cabo medidas comerciales y diplomáticas para contrarrestar el impacto de las sanciones de EE.UU. Uno de los movimientos más relevantes ha sido la restricción en la exportación de materiales clave para la fabricación de semiconductores, como el galio y el germanio. En 2023, el gobierno chino anunció límites a la exportación de estos elementos esenciales, utilizados en la producción de semiconductores de potencia y en la industria de telecomunicaciones. Esta decisión fue interpretada como una respuesta directa a las restricciones tecnológicas impuestas por Washington y como una advertencia sobre el poder que tiene China en la cadena de suministro global de tierras raras (Hosokawa, 2024; Reuters, 2023).

Asimismo, China ha fortalecido sus relaciones comerciales con Rusia, Irán y otros países emergentes para diversificar su acceso a recursos clave y reducir su dependencia de Occidente (Campanella, 2023). En particular, ha aumentado la cooperación con Rusia en la producción y suministro de materiales esenciales para la fabricación de chips, lo que le permite sortear parcialmente las restricciones impuestas por EE.UU. (Carnegie Endowment, 2024; NATO Association of Canada, 2024).

Otra medida clave ha sido el desarrollo de alianzas con empresas tecnológicas de otros países. A pesar de las restricciones, compañías chinas han encontrado formas de seguir accediendo a tecnología extranjera a través de joint ventures con socios en el Sudeste Asiático y Medio Oriente. Estas alianzas permiten a China adquirir tecnologías clave de manera indirecta y continuar su progreso en la industria de los semiconductores (Zhang, 2025).

4.3 La Unión Europea: Entre la Autonomía y la Cooperación

Históricamente, la Unión Europea (UE) ha dependido de Estados Unidos y Asia para el suministro de semiconductores, lo que ha generado importantes vulnerabilidades estratégicas. A pesar de contar con un ecosistema tecnológico robusto y empresas clave en la cadena de valor, Europa ha perdido protagonismo en la producción de chips avanzados en las últimas décadas. Actualmente, la UE representa solo el 10% de la

producción mundial de semiconductores, una cifra significativamente inferior a la de líderes globales como Taiwán, Corea del Sur y EE.UU. (Tripl et al., 2024).

Esta dependencia ha sido puesta en evidencia en diversas crisis recientes, como la escasez de semiconductores que afectó la industria automotriz europea en 2021, cuando fabricantes como Volkswagen, Renault y Stellantis tuvieron que reducir su producción debido a la falta de chips provenientes de Asia (European Commission, 2022; Bulfone et al., 2024).

Para abordar estos desafíos, la UE ha lanzado una serie de iniciativas industriales con el objetivo de reducir su dependencia externa y posicionarse como un actor relevante en la fabricación de chips avanzados. La más importante de estas iniciativas es el European Chips Act, aprobado en 2023, que busca incrementar la participación de la UE en la producción global de semiconductores al 20% para 2030. Este plan cuenta con una inversión inicial de 43.000 millones de euros destinados a impulsar la investigación, el desarrollo y la fabricación de semiconductores en territorio europeo (Bulfone et al., 2024).

1. Aumentar la Capacidad de Producción Local

Uno de los principales objetivos del European Chips Act es fortalecer la capacidad de manufactura dentro de Europa, atrayendo inversiones y facilitando la construcción de fábricas de semiconductores. Países como Alemania, Francia e Italia han tomado la delantera en esta estrategia, promoviendo incentivos fiscales y subsidios para atraer a los principales fabricantes globales.

- Alemania ha asegurado inversiones de Intel, que planea construir un megacomplejo de semiconductores en Magdeburgo, con una inversión de más de 30.000 millones de euros. Esta instalación será clave para la fabricación de chips avanzados dentro del bloque europeo (Reuters, 2023).
- Francia ha firmado acuerdos con TSMC y STMicroelectronics para la construcción de nuevas fábricas en Grenoble, con el objetivo de fortalecer su capacidad en la producción de chips de potencia y nodos avanzados (Farrand, 2025; EE Times Europe, 2023).

- Italia y los Países Bajos han impulsado inversiones en fabricación y pruebas de semiconductores, consolidando su papel en la cadena de suministro global (EE Times Europe, 2024; Computer Weekly, 2024)

Si bien estas iniciativas son ambiciosas, la UE aún enfrenta desafíos significativos en su intento por recuperar competitividad en la producción de semiconductores. La construcción de fábricas avanzadas requiere años de desarrollo y miles de millones en inversión, y Europa sigue dependiendo de proveedores externos para maquinaria y materiales críticos.

2. Liderazgo en Equipamiento Tecnológico

A pesar de su limitada capacidad de manufactura, la UE cuenta con una posición de liderazgo en tecnologías esenciales para la producción de semiconductores. La empresa neerlandesa ASML, es el único proveedor mundial de máquinas de litografía ultravioleta extrema (EUV), un equipo fundamental para la fabricación de chips de última generación. Sin esta tecnología, ninguna fundición de semiconductores puede fabricar nodos avanzados por debajo de los 7 nm, lo que otorga a la UE un papel crucial en la industria global (Bardt et al., 2022).

Además, empresas europeas como Infineon Technologies (Alemania) y STMicroelectronics (Francia-Italia) lideran la producción de semiconductores de potencia, esenciales para vehículos eléctricos, energías renovables y aplicaciones industriales. Este segmento es clave para la transición energética y la movilidad sostenible en Europa, lo que refuerza la importancia estratégica del continente en la industria global (Infineon Technologies, 2025; Mordor Intelligence, 2025).

Sin embargo, a pesar de su liderazgo en estos segmentos, la UE sigue dependiendo de EE.UU. y Asia para el diseño y fabricación de semiconductores avanzados, lo que la coloca en una posición de vulnerabilidad en medio de la fragmentación de la cadena de suministro global.

3. Diversificación de la Cadena de Suministro y Alianzas Estratégicas

Consciente de que la autosuficiencia total en semiconductores es inviable, la UE ha optado por una estrategia de equilibrio entre autonomía y cooperación, fortaleciendo alianzas con socios clave para asegurar el acceso a tecnología avanzada y reducir su dependencia de Asia.

Uno de los acuerdos más relevantes ha sido el fortalecimiento de la relación con EE.UU. y Japón, a través de iniciativas como la Trade and Technology Council (TTC), que busca coordinar políticas industriales y garantizar el suministro de chips críticos para ambos bloques. En este contexto, Europa ha apoyado las restricciones de EE.UU. a China, limitando la exportación de tecnología de litografía avanzada a fabricantes chinos como SMIC y YMTC (Krivic & Defraigne, 2024).

Al mismo tiempo, la UE ha buscado diversificar sus proveedores de materias primas y materiales críticos. China sigue siendo el mayor productor de tierras raras y metales estratégicos, por lo que Bruselas ha intensificado acuerdos con Australia, Canadá y América Latina para reducir su dependencia del gigante asiático en la obtención de estos insumos esenciales para la fabricación de semiconductores (Bulfone et al., 2024).

A pesar de estos esfuerzos, la UE enfrenta una presión significativa debido a su fuerte dependencia del mercado chino. Empresas europeas como Bosch, Infineon y STMicroelectronics generan una parte importante de sus ingresos en China, lo que dificulta un desacoplamiento total del país asiático. Este dilema ha generado divisiones dentro del bloque, con algunos países como Alemania y Francia promoviendo una postura más pragmática, mientras que otros, como Lituania y Polonia, abogan por un endurecimiento de las relaciones con China en el sector tecnológico (Reuters, 2024; China Briefing, 2024).

4.4 Taiwán: El epicentro de la disputa tecnológica global

Taiwán ha emergido como el epicentro de la competencia geopolítica y tecnológica entre Estados Unidos y China, debido a su rol central en la producción de semiconductores avanzados.

Esta posición ha convertido a Taiwán en un recurso estratégico indispensable para la economía global, pero también en un punto de fricción entre Washington y Pekín.

Mientras China considera a Taiwán parte de su territorio y busca recuperar su control, EE.UU. ha reforzado su compromiso con la seguridad de la isla, reconociendo su importancia en la estabilidad de la cadena de suministro de semiconductores (Reuters, 2022).

La creciente militarización del Estrecho de Taiwán, el bloqueo de acceso a tecnología avanzada por parte de EE.UU. a China y la presión diplomática china han convertido a los semiconductores en una herramienta de poder geopolítico. En este contexto, el papel de Taiwán en la rivalidad tecnológica global puede analizarse en tres dimensiones clave: la estrategia de China, la respuesta de EE.UU. y las implicaciones en la industria global (Reuters, 2022).

5. Impacto de la geopolítica actual en la cadena de suministro global & implicaciones económicas globales

La cadena de suministro de semiconductores, considerada una de las más complejas, está atravesando un momento de inflexión. Durante años, la eficiencia productiva global ha sido priorizada sobre la resiliencia, consolidando un sistema interdependiente en el que cada etapa, desde el diseño hasta el ensamblaje, estaba geográficamente dispersa. Sin embargo, el contexto geopolítico actual, marcado por la rivalidad entre Estados Unidos y China, conflictos como la guerra en Ucrania y el creciente proteccionismo, ha sacudido los pilares de este modelo.

Todo hace pensar que nos encontramos ante un escenario donde los semiconductores ya no son solo bienes de alta tecnología, sino también instrumentos de poder económico y político. La presión por garantizar el control sobre estos componentes ha transformado la industria en un campo de batalla de la hegemonía tecnológica.

Efectos Directos de las Tensiones Geopolíticas

a. Fragmentación de la Cadena de Suministro

El proceso de decoupling liderado por Washington ha generado una fragmentación acelerada de la cadena de suministro. La imposición de restricciones a la exportación de tecnología avanzada, como las impuestas a empresas chinas para acceder a GPUs de alto rendimiento y equipos de litografía EUV, no solo busca proteger ventajas estratégicas, sino también frenar el ascenso

tecnológico de China (Pantheon Insights, 2023; CSIS, 2023). Esto ha obligado a gigantes tecnológicos como Nvidia a rediseñar productos para poder operar en mercados como el chino, limitando su margen de maniobra global (Reuters, 2024).

b. Vulnerabilidad por la Concentración Geográfica

El 90 % de los chips más avanzados se fabrican en Taiwán, que se encuentra el centro de la tensión entre EE.UU. y China (Boston Consulting Group & Semiconductor Industry Association, 2021) Esta situación representa un riesgo sistémico. Un conflicto militar en el estrecho de Taiwán, por improbable que parezca, tendría consecuencias económicas catastróficas a escala global.

c. Escasez de Insumos Estratégicos

La dependencia de materiales clave como el neón, gran parte del cual era producido en Ucrania, o el galio y germanio, cuya exportación ha sido restringida por China en 2023 como represalia geopolítica. La dependencia de materiales clave como el neón, gran parte del cual era producido en Ucrania, o el galio y germanio, cuya exportación ha sido restringida por China en 2023 como represalia geopolítica (Reuters, 2022; CSIS, 2023), demuestra que la cadena no solo es vulnerable por su concentración geográfica, sino también por sus cuellos de botella invisibles.

d. Políticas de Autosuficiencia Tecnológica

La inversión en soberanía tecnológica por parte de potencias como Estados Unidos y la Unión Europea representa una respuesta ambiciosa y coherente ante los riesgos actuales de concentración geográfica y tensiones geopolíticas. El CHIPS Act (52.700 millones de dólares) y el European Chips Act (43.000 millones de euros) buscan reforzar la resiliencia y autonomía estratégica en el sector de los semiconductores (European Commission, 2023). No obstante, esta estrategia también implica costes potenciales, como la pérdida de eficiencia, la duplicación de capacidades y el encarecimiento de la producción (International Monetary Fund, 2024).

Implicaciones Económicas Globales

a. Aumento de Costes de Producción

Las plantas de producción de chips avanzados requieren inversiones de entre 10.000 y 20.000 millones de dólares. Producir chips en EE. UU. cuesta entre un 30 % y un 50 % más que hacerlo en Asia (Boston Consulting Group & Semiconductor Industry Association, 2021). Este encarecimiento, si bien asumible en el corto plazo como un “precio de la resiliencia”, puede afectar la competitividad de muchas industrias que dependen de chips baratos y disponibles.

b. Golpe a Sectores Estratégicos

La escasez de semiconductores en 2021 provocó pérdidas estimadas en 210.000 millones de dólares para la industria automotriz y la interrupción de la producción de aproximadamente 7,7 millones de vehículos (AlixPartners, 2021). En el ámbito de la inteligencia artificial, las restricciones de exportación impuestas por EE. UU. sobre aceleradores como las GPUs H100 han limitado el acceso en países como China, ralentizando el desarrollo de IA y ampliando las brechas tecnológicas globales (South China Morning Post, 2024).

c. Desigualdad Regional

El desplazamiento de inversiones hacia Estados Unidos y Europa podría afectar negativamente a economías emergentes como Malasia, Vietnam o Filipinas, que históricamente han participado en fases intensivas en mano de obra como el ensamblaje y testeado de chips. Si estas economías no se integran en las nuevas cadenas diversificadas, corren el riesgo de quedar marginadas del crecimiento tecnológico (ASEAN Briefing, 2023).

d. Escalada Geopolítica

En el contexto actual, los semiconductores se han convertido en un instrumento central de rivalidad geopolítica. En respuesta a las restricciones occidentales, China impuso en 2023 controles a la exportación de galio y germanio, dos minerales críticos para la fabricación de chips (The Guardian, 2023). Asimismo, vetó el uso de chips de la empresa estadounidense Micron en

infraestructuras clave, en una dinámica de represalias que revela un posible escenario de guerra fría tecnológica (Center for Strategic and International Studies [CSIS], 2023).

Reflexión Crítica

Desde mi perspectiva, la resiliencia de la cadena de suministro de semiconductores representa una necesidad estratégica cada vez más evidente dada su importancia para sectores clave. Sin embargo, si la búsqueda de soberanía tecnológica degenera en un proteccionismo desenfrenado, el coste económico puede superar los beneficios. El multilateralismo, aunque hoy debilitado, sigue siendo la mejor herramienta para asegurar un acceso justo y sostenible a los chips que impulsan el mundo digital.

Desde mi punto de vista, el futuro de esta industria, y de la economía mundial, dependerá de si las grandes potencias son capaces de cooperar, al menos en estándares comunes y acuerdos mínimos de exportación. La cadena de semiconductores, como la electricidad en el siglo XX o el petróleo en la posguerra, se ha convertido en infraestructura crítica del siglo XXI. Gestionarla bien será una cuestión de paz y prosperidad global.

6. Análisis empírico del impacto del CHIPS Act sobre el valor bursátil de empresas clave

6.1 Justificación metodológica: Event Study

Con el fin de evaluar el impacto del CHIPS and Science Act en la valoración bursátil de empresas estratégicas del sector tecnológico, se ha recurrido a la metodología del *Event Study*. Esta técnica estadística permite identificar y cuantificar los efectos anormales que genera un evento exógeno sobre el precio de mercado de un activo financiero, corrigiendo por la dinámica habitual de dicho activo.

El Event Study ha sido ampliamente utilizado en la literatura económica y financiera (MacKinlay, 1997) para estudiar la eficiencia de los mercados ante la aparición de nueva información. En este trabajo, su aplicación responde al objetivo de determinar si una política pública de carácter industrial, como lo es el CHIPS Act, produce reacciones

sistemáticas y significativas en los mercados financieros, en función del perfil y posicionamiento estratégico de las empresas afectadas.

Metodología

El enfoque parte de la hipótesis de eficiencia semi-fuerte del mercado, según la cual los precios de los activos incorporan toda la información pública disponible (Fama, 1970). En consecuencia, si un evento aporta información económicamente relevante (como un cambio legislativo), se espera observar una variación en el precio del activo en los días inmediatamente posteriores al evento, ajustando por el comportamiento histórico del mismo.

El procedimiento seguido consta de las siguientes etapas:

1. **Identificación del evento:** se toma como fecha central el 9 de agosto de 2022, día en que se aprobó formalmente el CHIPS and Science Act en Estados Unidos.
2. **Definición de ventanas de análisis:**
 - a. *Ventana de estimación* (160 días hábiles previos, excluyendo los 20 inmediatamente anteriores): utilizada para calcular el retorno esperado de la acción.
 - b. *Ventanas de evento* (± 10 , ± 30 y ± 60 días): intervalos en los que se observa el comportamiento anómalo del precio.
3. **Cálculo de retornos:**
 - a. Se calcula el retorno real diario de cada acción mediante logaritmos de precios ajustados.
 - b. Se estima el retorno esperado como la media de los retornos diarios en la ventana de estimación.
 - c. La diferencia entre ambos constituye el retorno anormal diario (*Cumulative Abnormal Return*).
4. **Acumulación del impacto:** mediante la suma de los retornos anormales sobre las distintas ventanas, se obtiene el Retorno Anormal Acumulado (CAR), que permite valorar el efecto total del evento.

Justificación del modelo utilizado

El análisis se ha realizado utilizando un modelo de retorno constante, prescindiendo del ajuste por mercado (modelo de mercado). Esta decisión se fundamenta en dos razones. En primer lugar, la simplicidad interpretativa del modelo permite mostrar con claridad el impacto del evento sobre cada acción, sin introducir ruido derivado de otros factores bursátiles o macroeconómicos; y en segundo lugar, este modelo permite una comparación directa entre distintas empresas sin depender de su sensibilidad al mercado general, lo cual resulta especialmente útil cuando se analizan compañías con perfiles sectoriales y niveles de volatilidad diferentes, como Intel y NVIDIA (MacKinlay, 1997; Binder, 1998).

Por otro lado, conviene señalar desde el inicio las principales limitaciones del método. El *Event Study* parte de la premisa de que el anuncio analizado es la causa predominante de las variaciones en el precio de la acción; sin embargo, otras noticias relevantes, como, por ejemplo, resultados corporativos, cambios macroeconómicos o tensiones geopolíticas, pueden coincidir en la misma ventana temporal y sesgar los resultados (Kothari & Warner, 2007).

Además, el modelo asume que la media y la varianza de los retornos se mantienen estables en la etapa de estimación, algo que no siempre ocurre en empresas tecnológicas con elevada volatilidad (MacKinlay, 1997). Por último, se presupone que el mercado incorpora la nueva información de forma casi inmediata; si el ajuste es más lento, parte del efecto podría desplazarse fuera de las ventanas analizadas (Binder, 1998). Estas limitaciones no invalidan el ejercicio, pero aconsejan interpretar los resultados como una aproximación y no como una medida exhaustiva del impacto del *CHIPS and Science Act*.

Aplicación al objeto de estudio

La metodología se aplica a dos casos contrastados: Intel y NVIDIA, empresas estadounidenses del sector tecnológico con diferente grado de exposición al CHIPS Act. Intel representa un fabricante tradicional de semiconductores y principal destinatario de los subsidios previstos por la ley. NVIDIA, por el contrario, es una firma *fabless* especializada en diseño de chips, cuya dependencia de fundiciones extranjeras la sitúa en una posición más indirecta respecto al evento.

La comparación de ambas empresas permite observar si el mercado premia el posicionamiento estratégico en la cadena de valor o la exposición directa a los incentivos industriales, proporcionando así un análisis empírico valioso para el estudio de la interacción entre geopolítica, política económica y valor empresarial.

6.2 Visión general del mercado

La Tabla 1 presenta las estadísticas básicas de rendimiento y volatilidad de NVIDIA, Intel y del índice S&P 500 durante la ventana de ± 100 días hábiles centrada en la aprobación del *CHIPS and Science Act* (9-ago-2022).

Tabla 1: Estadísticas descriptivas de rentabilidad, volatilidad y beta de NVIDIA, Intel y el S&P 500 en la ventana de ± 100 días alrededor del *CHIPS Act*

Activo	Rent. media diaria (%)	Desv. típica diaria (%)	Volatilidad anualizada (%)	Beta vs.S&P 500
NVIDIA	-0,33	3,96	62,89	2,12
Intel	-0,31	2,48	39,36	1,25
S&P 500	-0,08	1,57	24,89	1,00

Elaboración propia

Los tres activos muestran rentabilidades medias negativas, reflejando el tono bajista predominante en el periodo. Sin embargo, difieren claramente en sus perfiles de riesgo:

- Volatilidad. NVIDIA presenta la mayor dispersión (≈ 63 % anualizada), Intel un nivel intermedio (≈ 39 %) y el S&P 500 la menor (≈ 25 %).
- Sensibilidad al mercado. La beta de NVIDIA (2,12) indica que su precio amplifica más del doble las fluctuaciones del índice; Intel (1,25) mantiene una respuesta direccional similar, aunque de menor magnitud.

En líneas generales, NVIDIA parte de un escenario de riesgo elevado y alta sensibilidad al mercado, mientras que Intel muestra un comportamiento menos volátil y el S&P 500 actúa como referencia estabilizadora. Este contexto cuantitativo es importante para

interpretar, en las secciones siguientes, los retornos anormales acumulados (CAR) obtenidos mediante el estudio Event Study.

6.3 Caso NVIDIA: impacto indirecto con efecto positivo

NVIDIA Corporation es una de las empresas más representativas del ecosistema tecnológico estadounidense, especializada en el diseño de unidades de procesamiento gráfico (GPUs), especialmente relevantes en sectores como la inteligencia artificial, los videojuegos y los centros de datos.

Esta estructura de cadena de valor hace que NVIDIA se encuentre fuertemente expuesta a riesgos geopolíticos, en particular por la tensión existente entre Estados Unidos y China en torno a Taiwán. En ese contexto, el CHIPS and Science Act, si bien no se dirige directamente a empresas fabless, introduce incentivos a la producción nacional de semiconductores y promueve la relocalización de parte del ecosistema productivo en suelo estadounidense. Esto tiene implicaciones estratégicas indirectas para NVIDIA, al reducir su dependencia de Asia oriental a medio plazo.

Análisis empírico

Siguiendo el procedimiento descrito en el apartado 8.1, la Figura 1 muestra la evolución del Retorno Anormal Acumulado (CAR) de NVIDIA en comparación con el S&P 500.

Figura 1: Evolución del Retorno Anormal Acumulado (CAR) de NVIDIA y del S&P 500 en torno al CHIPS and Science

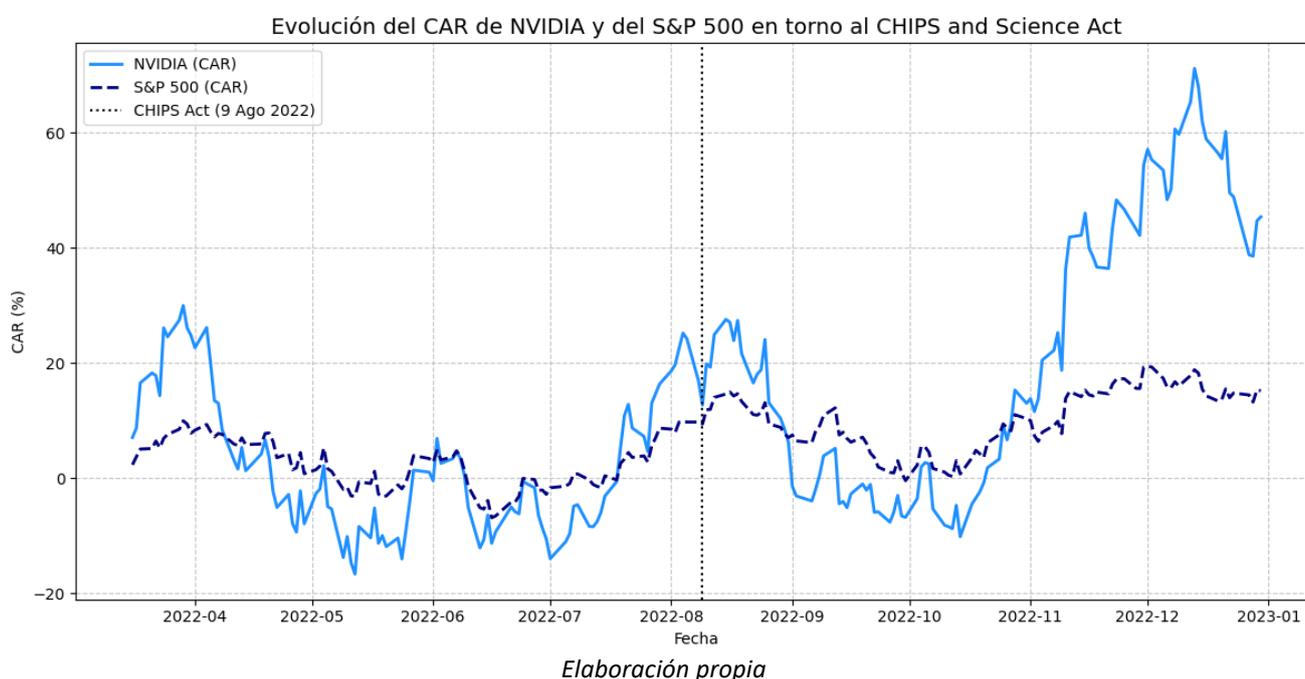


Tabla 2: CAR (%) y significación estadística de NVIDIA en diferentes ventanas temporales alrededor del evento

Ventana	CAR NVIDIA (%)	CAR S&P500 (%)	t-stat NVIDIA
-10 días	8.91	5.65	4.471
+10 días	1.04	1.08	0.944
-30 días	17.49	9.8	20.802
+30 días	-15.33	-4.92	-24.485
-60 días	36.92	13.23	55.817
+60 días	-4.49	-2.14	-9.879

Elaboración propia

Como se recoge en la Tabla 2, los resultados muestran una tendencia positiva antes de la firma del CHIPS Act, lo que sugiere que el mercado anticipaba impactos favorables para NVIDIA, a pesar de que no era un receptor directo de subsidios. En los 60 días previos al evento, el CAR acumulado fue de +36,92 %, con subidas significativas también en las ventanas de 30 días (+17,49 %) y 10 días (+8,91 %), lo que refleja un sentimiento alcista y optimismo generalizado hacia su posicionamiento estratégico.

La reacción inmediata tras el evento fue ligeramente positiva, con un CAR de +1.04 % en los 10 días posteriores, en línea con el comportamiento del S&P 500 en ese mismo periodo. Sin embargo, este impulso fue efímero. A los 30 días, NVIDIA acumuló una caída del -15.33 %, que se moderó ligeramente hasta -4.49 % a los 60 días. Este comportamiento sugiere que, si bien el mercado valoró inicialmente su rol dentro de la cadena global de semiconductores, factores externos o correcciones bursátiles influyeron negativamente en el corto plazo.

En cualquier caso, al comparar con el S&P 500, que registró retornos más bajos (o incluso negativos) en casi todas las ventanas posteriores, se observa que NVIDIA mostró mayor sensibilidad tanto al alza como a la baja, probablemente debido a su perfil tecnológico más volátil y dependiente de expectativas futuras.

Además, los valores del estadístico t muestran que la mayoría de los resultados obtenidos no solo fueron económicamente relevantes, sino también estadísticamente significativos. Esto refuerza la idea de que los movimientos observados en la cotización de NVIDIA no fueron fruto del azar o de la volatilidad general del mercado, sino que reflejan una respuesta concreta del mercado ante el entorno regulatorio y geopolítico vinculado al CHIPS Act.

Conclusiones

El caso de NVIDIA ilustra cómo una empresa puede verse beneficiada indirectamente por una política industrial, incluso sin ser receptora directa de ayudas públicas. Su sólida revalorización previa al evento sugiere que los inversores anticipaban efectos positivos derivados del fortalecimiento de la industria nacional de semiconductores en EE.UU., lo que podría reducir riesgos en la cadena de suministro para firmas fabless como NVIDIA.

A diferencia de Intel, NVIDIA consiguió generar confianza en el mercado gracias a su posicionamiento estratégico, liderazgo en innovación y perspectivas de crecimiento, lo que demuestra que la reacción bursátil no depende únicamente de los flujos financieros directos, sino de la credibilidad del modelo de negocio y la percepción del futuro competitivo.

En conjunto, el análisis de ambos casos evidencia que las políticas industriales como el CHIPS Act no garantizan revalorizaciones automáticas, y que los inversores priorizan el potencial real de ejecución y liderazgo por encima de la asignación de fondos. Para tener

éxito, estas políticas deben acompañarse de una narrativa estratégica empresarial sólida, capaz de transmitir confianza al mercado.

6.4 Caso Intel: beneficiario directo con resultado negativo

Intel Corporation es uno de los mayores fabricantes de semiconductores del mundo y representa el modelo de Integrated Device Manufacturer (IDM), en el que la empresa diseña, fabrica y comercializa sus propios chips. Esta estructura contrasta con el modelo fabless de empresas como NVIDIA, que dependen de fundiciones externas. Dado su papel como referente industrial y tecnológico en Estados Unidos, Intel fue ampliamente considerado uno de los principales beneficiarios del CHIPS and Science Act, aprobado en 2022, cuya finalidad era estimular la producción doméstica de semiconductores avanzados.

En marzo de 2024, el Departamento de Comercio de EE. UU. anunció que Intel recibiría hasta 7.865 millones de dólares en subvenciones directas y 11.000 millones de dólares en préstamos como parte del programa de incentivos del CHIPS Act, destinados a proyectos en Arizona, Ohio, Nuevo México y Oregón (U.S. Department of Commerce, 2024). Desde un punto de vista teórico, esta situación debería haber generado una revalorización bursátil como respuesta a una mejora esperada de ingresos, capacidades de producción y apoyo gubernamental.

Análisis empírico

Siguiendo el procedimiento descrito en el apartado 8.1, la Figura 2 presenta la evolución del Retorno Anormal Acumulado (CAR) de NVIDIA en comparación con el S&P 500.

Figura 2: Evolución del Retorno Anormal Acumulado (CAR) de Intel y del S&P 500 en torno al CHIPS and Science

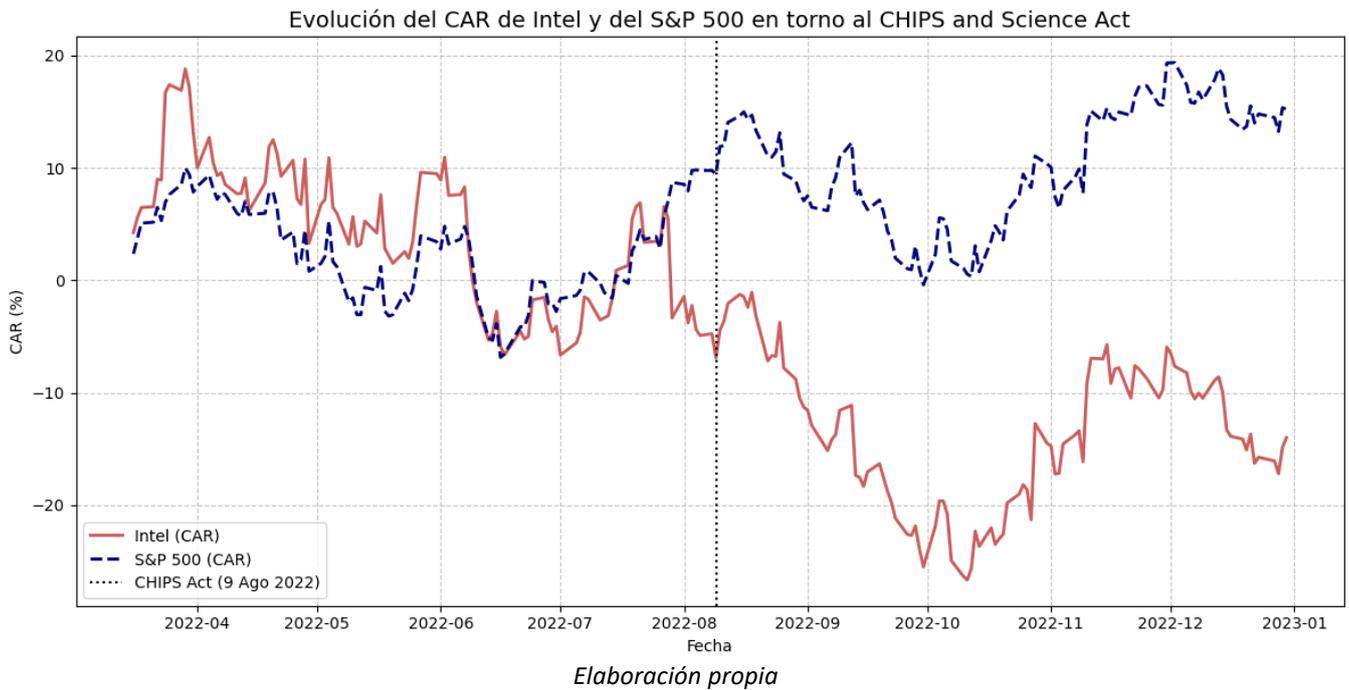


Tabla 3: CAR (%) y significación estadística de NVIDIA en diferentes ventanas temporales alrededor del evento

Ventana	CAR Intel (%)	CAR S&P500 (%)	t-stat Intel
-10 días	-7.94	5.65	-11.005
+10 días	-2.04	1.08	-3.364
-30 días	-3.06	9.8	-12.311
+30 días	-14.71	-4.92	-40.104
-60 días	-7.55	13.23	-33.641
+60 días	-13.1	-2.14	-41.661

Elaboración propia

Como se aprecia en la Tabla 3, los resultados muestran una tendencia negativa sostenida en la cotización de Intel tanto antes como después de la aprobación del CHIPS Act, lo que sugiere una reacción adversa del mercado, en contraste con lo observado en el caso de NVIDIA.

Durante los 60 días previos al evento, Intel acumuló un CAR negativo de -7.55% , acompañado de retrocesos también en las ventanas de 30 días (-3.06%) y 10 días (-7.94%). Estos datos reflejan un claro escepticismo por parte del mercado hacia la compañía, incluso antes de que se oficializara el paquete legislativo.

En los días posteriores al evento, la reacción fue ligeramente negativa a corto plazo (-2.04% en 10 días), y mucho más severa a medida que avanzaban las semanas: el CAR cae hasta -14.71% a los 30 días y -13.10% a los 60 días, lo que indica que el mercado no percibió mejoras estructurales en la posición competitiva de Intel pese a los fondos asignados.

En cambio, el S&P 500 mostró un comportamiento distinto: experimentó ganancias en la mayoría de las ventanas previas al evento ($+13.23\%$ en los 60 días previos), lo que confirma que la evolución negativa de Intel no responde a una tendencia general del mercado, sino a factores específicos de la empresa. Aunque el índice cayó ligeramente tras el evento (-2.14% a 60 días), su desempeño fue claramente más sólido en comparación con Intel.

Además, como en el caso de NVIDIA, los valores del estadístico t en la Tabla 3 permiten validar la significación estadística de los resultados obtenidos. En el caso de Intel, todos los CAR negativos son acompañados por t-values altos en valor absoluto, lo que indica que las caídas observadas en las distintas ventanas no son atribuibles al azar. Por el contrario, reflejan un rechazo del mercado hacia la empresa, incluso a pesar de haber sido uno de los principales beneficiarios del CHIPS Act. Esta evidencia estadística refuerza la conclusión de que el mercado penalizó a Intel no por el entorno general, sino por percepciones negativas en torno a su capacidad de ejecución y liderazgo competitivo.

Conclusiones

El caso de Intel demuestra que el respaldo público, por sí solo, no garantiza una reacción positiva del mercado. Aunque fue uno de los principales destinatarios del CHIPS Act, la falta de confianza en su ejecución y capacidad de reposicionamiento impidió una mejora bursátil sostenida.

En comparación con el comportamiento del S&P 500, Intel fue penalizada de forma diferenciada, lo que refuerza la idea de que los inversores perciben debilidades internas en su estrategia y liderazgo.

Este resultado contrasta claramente con el de NVIDIA, que logró una revalorización notable sin recibir subsidios directos, gracias a su perfil innovador y su posicionamiento estratégico en el ecosistema de chips.

En definitiva, estos casos confirman que los mercados valoran más la credibilidad y la ejecución empresarial que la mera asignación de ayudas públicas. Para que una política industrial tenga impacto real en la valoración de mercado, debe estar acompañada de visión, liderazgo competitivo y capacidad operativa sólida por parte de las empresas involucradas.

6.5 Comparación estratégica: narrativa vs política

La comparativa entre NVIDIA e Intel muestra que los inversores valoran de forma distinta los efectos de una medida de política industrial según la posición estratégica y la narrativa corporativa de cada empresa. Desde una perspectiva racional, cabría esperar que Intel, como receptora directa de subsidios federales, experimentara una revalorización superior. No obstante, los datos empíricos muestran lo contrario. NVIDIA acumuló un CAR de +36,92 % en los sesenta días previos a la aprobación del *CHIPS Act*, mientras que Intel presentó variaciones negativas antes y después del acontecimiento.

Esta diferencia, se explica por tres factores interrelacionados. En primer lugar, la anticipación del mercado jugó un papel muy relevante. La participación de Intel en el programa de incentivos estaba ampliamente descontada, por lo que la confirmación oficial no introdujo una sorpresa informativa que alterara las expectativas. Por el contrario, el mercado interpretó que NVIDIA, aun sin recibir ayudas directas, se beneficiaría estructuralmente de una cadena de suministro más resiliente en territorio estadounidense. En segundo lugar, la credibilidad y la capacidad de ejecución resultaron determinantes. Mientras NVIDIA mantiene un historial sostenido de innovación y liderazgo, Intel arrastra retrasos tecnológicos y pérdida de cuota de mercado, lo que limita la confianza de los inversores en que la financiación pública se traduzca en mejoras competitivas tangibles. En tercer lugar, la narrativa estratégica asociada al *CHIPS Act* reconfigura las expectativas geopolíticas. Una empresa fabless como NVIDIA es percibida como beneficiaria de un ecosistema productivo más robusto, mientras que Intel debe demostrar que puede ejecutar con éxito la relocalización de su capacidad manufacturera.

En definitiva y como mencionado anteriormente, el estudio refleja que los mercados financieros tienden a otorgar un mayor peso a la credibilidad, el liderazgo y la calidad de la ejecución empresarial que a la mera asignación de recursos públicos. Por tanto, para que una política industrial se refleje en la valoración de las compañías, debe ir acompañada de una estrategia corporativa sólida que generen confianza entre los inversores.

Por último, como se indicó al inicio del estudio, conviene recordar que la metodología utilizada asume que el evento analizado es la principal fuente de los retornos anormales. Otros elementos como resultados empresariales, cambios macroeconómicos o tensiones geopolíticas podrían haber influido en la evolución de las cotizaciones. Los resultados, por tanto, deben interpretarse como una aproximación útil, pero no completa, al impacto del *CHIPS and Science Act*.

7. Conclusión final

Queda evidenciado que la industria de los semiconductores se ha convertido en un activo crítico para la economía y la política internacional. La capacidad avanzada para fabricar estos dispositivos se concentra casi por completo en Asia oriental y esa dependencia expone a toda la cadena de valor a riesgos derivados de tensiones geopolíticas, disrupciones logísticas y fenómenos climáticos extremos. Para reducir esa vulnerabilidad, Estados Unidos y la Unión Europea han aprobado programas de reindustrialización, el *CHIPS and Science Act* en el caso estadounidense y el *European Chips Act* en el europeo, cuyo fin es aumentar la producción local, reforzar la seguridad nacional y aliviar los cuellos de botella estratégicos. Estas iniciativas, sin embargo, implican costes relevantes como la duplicación de capacidades productivas, aumento de los costes de fabricación y un posible incremento del proteccionismo que puede reducir la eficiencia global del sector.

Por otra parte, la fabricación de semiconductores sigue siendo muy intensiva en recursos hídricos y energéticos; cualquier expansión de capacidad deberá, por tanto, ir acompañada de mejoras claras en sostenibilidad para evitar que la búsqueda de resiliencia genere nuevas dependencias medioambientales.

El análisis empírico aporta una evidencia adicional de la importancia de la narrativa estratégica. NVIDIA registró un retorno anormal acumulado claramente positivo antes

del anuncio del CHIPS Act, lo que refleja la confianza de los inversores en su liderazgo tecnológico y en su capacidad para beneficiarse, aunque sea de manera indirecta, de un ecosistema nacional más robusto. Intel, en cambio, pese a ser la principal beneficiaria de las ayudas públicas, mostró retornos anormales negativos tanto antes como después de la aprobación de la ley; lo que sugiere que el mercado duda de su capacidad de ejecución y de su competitividad futura. Este contraste demuestra que los inversores otorgan más peso a la credibilidad y al historial de innovación que al simple hecho de recibir fondos públicos.

En síntesis, la resiliencia de la cadena de semiconductores exige combinar soberanía industrial y cooperación internacional; las políticas públicas sólo impulsan valor de mercado cuando las empresas disponen de estrategias creíbles capaces de traducir los incentivos en ventajas tecnológicas; y la ampliación de la capacidad productiva debe incorporar objetivos firmes de sostenibilidad. La política fija el marco de actuación, pero el mercado sigue premiando a quienes demuestran liderazgo, ejecución y visión a largo plazo.

Declaración de Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial Generativa en Trabajos Fin de Grado

ADVERTENCIA: Desde la Universidad consideramos que ChatGPT u otras herramientas similares son herramientas muy útiles en la vida académica, aunque su uso queda siempre bajo la responsabilidad del alumno, puesto que las respuestas que proporciona pueden no ser veraces. En este sentido, NO está permitido su uso en la elaboración del Trabajo fin de Grado para generar código porque estas herramientas no son fiables en esa tarea. Aunque el código funcione, no hay garantías de que metodológicamente sea correcto, y es altamente probable que no lo sea.

Por la presente, yo, Jaime de Miguel Baez, estudiante de ADE & Business Analytics de la Universidad Pontificia Comillas al presentar mi Trabajo Fin de Grado titulado "La Cadena de Suministro de Semiconductores: Desafíos Geopolíticos e Implicaciones Estratégicas en una Economía Globalizada", declaro que he utilizado la herramienta de Inteligencia Artificial Generativa ChatGPT u otras similares de IAG de código sólo en el contexto de las actividades descritas a continuación [el alumno debe mantener solo aquellas en las que se ha usado ChatGPT o similares y borrar el resto. Si no se ha usado ninguna, borrar todas y escribir "no he usado ninguna"]:

1. **Brainstorming de ideas de investigación:** Utilizado para idear y esbozar posibles áreas de investigación.
2. **Crítico:** Para encontrar contra-argumentos a una tesis específica que pretendo defender.
3. **Referencias:** Usado conjuntamente con otras herramientas, como Science, para identificar referencias preliminares que luego he contrastado y validado.
4. **Metodólogo:** Para descubrir métodos aplicables a problemas específicos de investigación.
5. **Interpretador de código:** Para realizar análisis de datos preliminares.
6. **Estudios multidisciplinares:** Para comprender perspectivas de otras comunidades sobre temas de naturaleza multidisciplinar.
7. **Constructor de plantillas:** Para diseñar formatos específicos para secciones del trabajo.
8. **Corrector de estilo literario y de lenguaje:** Para mejorar la calidad lingüística y estilística del texto.

9. **Generador previo de diagramas de flujo y contenido:** Para esbozar diagramas iniciales.
10. **Sintetizador y divulgador de libros complicados:** Para resumir y comprender literatura compleja.
11. **Generador de datos sintéticos de prueba:** Para la creación de conjuntos de datos ficticios.
12. **Generador de problemas de ejemplo:** Para ilustrar conceptos y técnicas.
13. **Revisor:** Para recibir sugerencias sobre cómo mejorar y perfeccionar el trabajo con diferentes niveles de exigencia.
14. **Generador de encuestas:** Para diseñar cuestionarios preliminares.
15. **Traductor:** Para traducir textos de un lenguaje a otro.

Afirmo que toda la información y contenido presentados en este trabajo son producto de mi investigación y esfuerzo individual, excepto donde se ha indicado lo contrario y se han dado los créditos correspondientes (he incluido las referencias adecuadas en el TFG y he explicitado para que se ha usado ChatGPT u otras herramientas similares). Soy consciente de las implicaciones académicas y éticas de presentar un trabajo no original y acepto las consecuencias de cualquier violación a esta declaración.

Fecha: 22/05/2025

Firma: *Jaime de Miguel Baez*

8. Bibliografia

Accel RF. (2025). *The Guide to Semiconductor Reliability Testing*. <https://info.accelrf.com/semiconductor-reliability-testing-guide>

AGS Devices. (2025). *Semiconductor Shortage: Causes & Key Supply Chain Risks*. <https://www.agsdevices.com/semiconductor-shortage/>

AlixPartners. (2021, September 23). *Shortages related to semiconductors to cost the auto industry \$210 billion in revenues this year, says new AlixPartners forecast*. <https://www.alixpartners.com/newsroom/press-release-shortages-related-to-semiconductors-to-cost-the-auto-industry-210-billion-in-revenues-this-year-says-new-alixpartners-forecast/>

Alter Technology. (s.f.). *Plastic encapsulation*. <https://packaging.altertechnology.com/assembly-processes/plastic-encapsulation/>

Arm. (2025). *Licensing Arm technology and subscriptions*. <https://www.arm.com/products/licensing>

Artelia Group. (2022). *STMicroelectronics – Bouskoura*. <https://www.arteliagroup.com/project/stmicroelectronics-bouskoura/>

ASEAN Briefing. (2023, July 17). *How U.S. Tariff Exemptions on Electronics Could Reshape Southeast Asia's Manufacturing Landscape*. <https://www.aseanbriefing.com/news/how-u-s-tariff-exemptions-on-electronics-could-reshape-southeast-asias-manufacturing-landscape/>

Bardt, H., Röhl, K. H., & Rusche, C. (2022). Subsidizing semiconductor production for a strategically autonomous European Union? *The Economists' Voice*, 19(1), 37–58. <https://doi.org/10.1515/ev-2022-0007>

Beads Zirconia. (2023). *Unlocking Excellence: A Comprehensive Guide to Electronic Encapsulation Ceramics*. <https://www.beadszirconia.com/unlocking-excellence-a-comprehensive-guide-to-electronic-encapsulation-ceramics.html>

Benson, E. (2023). *Updated October 7 Semiconductor Export Controls*. Center for Strategic and International Studies (CSIS). <https://www.csis.org/analysis/updated-october-7-semiconductor-export-controls>

Benson, E., Quitzon, J., & Reinsch, W. A. (2023). *Mapping the Indo-Pacific semiconductor supply chain*. Center for Strategic and International Studies (CSIS). <https://www.csis.org/analysis/mapping-semiconductor-supply-chain-critical-role-indo-pacific-region>

Benson, E., Quitzon, J., & Reinsch, W. A. (2023). *Securing semiconductor supply chains in the Indo-Pacific economic framework for prosperity*. Center for Strategic and International Studies (CSIS). <https://www.csis.org/analysis/securing-semiconductor-supply-chains-indo-pacific-economic-framework-prosperity>

Benson, E., Quitzon, J., & Reinsch, W. A. (2023). *Strengthening the global semiconductor supply chain in an uncertain era*. Semiconductor Industry Association (SIA). <https://www.semiconductors.org/strengthening-the-global-semiconductor-supply-chain-in-an-uncertain-era/>

Binder, J. J. (1998). The event study methodology since 1969. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 11(2), 111–137. <https://doi.org/10.1023/A:1008295500105>

Blackridge Research. (2025). *Top 10 global fabless semiconductor companies*. <https://www.blackridgeresearch.com/blog/list-of-top-global-fabless-semiconductor-companies/>

Boyd, J. (2025, mayo 10). *Japan Bets on Rapidus for Chip Independence*. IEEE Spectrum. <https://spectrum.ieee.org/rapidus-japan-semiconductor>

Boston Consulting Group (BCG) & Semiconductor Industry Association (SIA). (2021). *Strengthening the global semiconductor value chain* [PDF]. <https://web-assets.bcg.com/9d/64/367c63094411b6e9e1407bec0dcc/bcgxsia-strengthening-the-global-semiconductor-value-chain-april-2021.pdf>

Bu, Q. (2024). Can de-risking avert supply chain precarity in the face of China–U.S. geopolitical tensions? From sanctions to semiconductor resilience and national security. *International Cybersecurity Law Review*, 5(3), 413–442. <https://link.springer.com/article/10.1365/s43439-024-00125-1>

Bulfone, F., Di Carlo, D., Bontadini, F., & Meliciani, V. (2024). *Adjusting to new geopolitical realities: Semiconductors industrial policy in the US and EU*. Istituto Affari Internazionali (IAI). <https://www.iai.it/en/pubblicazioni/adjusting-new-geopolitical-realities-semiconductors-industrial-policy-us-and-eu>

Bureau of Industry and Security. (2022, 7 de octubre). *Commerce Implements New Export Controls on Advanced Computing and Semiconductor Manufacturing Items to the People's Republic of China (PRC)*. <https://www.bis.doc.gov/index.php/documents/about-bis/newsroom/press-releases/3158-2022-10-07-bis-press-release-advanced-computing-and-semiconductor-manufacturing-controls-final/file>

Bureau of Industry and Security. (2023). *Commerce Strengthens Export Controls to Restrict China's Capability to Produce Advanced Semiconductors for Military Applications*. U.S. Department of Commerce. <https://www.bis.gov/press-release/commerce-strengthens-export-controls-restrict-chinas-capability-produce-advanced-semiconductors-military>

Capgemini Research Institute. (2025). *The semiconductor industry in the AI era: Innovating for tomorrow's demands* [PDF]. <https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2025/01/Semiconductors-report.pdf>

Campanella, E. (2023). Economic self-reliance in a leaderless world. *The Washington Quarterly*, 46(2), 55–70. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0163660X.2023.2259256?scroll=top&neededAccess=true>

Casa Blanca. (2022, 9 de agosto). *CHIPS and Science Act will lower costs, create jobs, strengthen supply chains, and counter China* [Hoja informativa]. La Casa Blanca. <https://bidenwhitehouse.archives.gov/briefing-room/statements-releases/2022/08/09/fact-sheet-chips-and-science-act-will-lower-costs-create-jobs-strengthen-supply-chains-and-counter-china/>

Center for Strategic and International Studies (CSIS). (2023). *Balancing the Ledger: Export Controls on U.S. Chip Technology to China*. <https://www.csis.org/analysis/balancing-ledger-export-controls-us-chip-technology-china>

Carnegie Endowment for International Peace. (2024, julio). *China and Russia: Metal partners in a new industrial alliance*. <https://carnegieendowment.org/russia-eurasia/politika/2024/07/china-russia-metal-partners>

Center for Strategic and International Studies (CSIS). (2023). *China imposes its most stringent critical minerals export restrictions yet amidst geopolitical tensions*.

<https://www.csis.org/analysis/china-imposes-its-most-stringent-critical-minerals-export-restrictions-yet-amidst>

Center for Strategic and International Studies. (2023, June 20). *Collateral damage? The domestic impact of U.S. semiconductor export controls*. <https://www.csis.org/analysis/collateral-damage-domestic-impact-us-semiconductor-export-controls>

Center for Strategic and International Studies (CSIS). (2022). *Japan's Semiconductor Industrial Policy from the 1970s to Today*. <https://www.csis.org/blogs/perspectives-innovation/japans-semiconductor-industrial-policy-1970s-today>

Center for Strategic and International Studies. (2023, 30 de mayo). *Mapping the semiconductor supply chain: The critical role of the Indo-Pacific region*. CSIS. <https://www.csis.org/analysis/mapping-semiconductor-supply-chain-critical-role-indo-pacific-region>

Center for Strategic and International Studies (CSIS). (2023). *Understanding the Biden Administration's Updated Export Controls*. <https://www.csis.org/analysis/understanding-biden-administrations-updated-export-controls>

China Briefing. (2024, junio 20). *EU-China Relations After the 2024 European Elections: A Timeline*. <https://www.china-briefing.com/news/eu-china-relations-after-the-2024-european-elections-a-timeline/>

Choi, S. (2024). *Supply chain risks in EU–South Korea relations: Semiconductor industries*. Istituto Affari Internazionali (IAI). <https://www.iai.it/sites/default/files/iaip2422.pdf>

Computer History Museum. (2014). *Fairchild Semiconductor: The 60th Anniversary of a Silicon Valley Legend*. <https://computerhistory.org/blog/fairchild-semiconductor-the-60th-anniversary-of-a-silicon-valley-legend/>

Congreso de los Estados Unidos. (2022). *CHIPS and Science Act of 2022*. <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/4346>

Council on Foreign Relations. (2023, 18 de octubre). *Silicon Showdown: How U.S. Policy Redrew the Global Semiconductor Map*. <https://www.cfr.org/blog/silicon-showdown-how-us-policy-redrew-global-semiconductor-map>

Corrado, J. (2022). America needs an Asian chip alliance, not decoupling. *The National Interest*. <https://nationalinterest.org/blog/techland/america-needs-asian-chip-alliance-not/>

Corrado, J. (2022). Clash or consensus? The future of the Indo-Pacific semiconductor supply chain. *Journal of Indo-Pacific Affairs*, 5(4), 76–90. <https://media.defense.gov/2022/Nov/08/2003110685/-1/-1/1/JIPA%20-%20CORRADO%2022.PDF>

Corrado, J. (2023). Strengthening the Indo-Pacific chip supply chain: Opportunities and obstacles for a tech alliance. En H. J. Rim & J. E. Platte (Eds.), *Indo-Pacific strategies and foreign policy challenges: The US-China strategic competition* (pp. 108–126). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003377061-8>

Corrado, J. (2023). The US–China strategic competition and emerging technologies in the Indo-Pacific region: Strategies for building, dominating, and managing networks. En H. J. Rim & J. E. Platte (Eds.), *Indo-Pacific strategies and foreign policy challenges: The US-China strategic competition* (pp. 60–78). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003377061-5>

Deloitte. (2024). *2024 global semiconductor industry outlook*. Deloitte Insights. <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/technology-media-and-telecommunications/articles/semiconductor-industry-outlook.html>

Departamento de Comercio de los Estados Unidos. (2022, 7 de octubre). *Commerce Implements New Export Controls on Advanced Computing and Semiconductor Manufacturing Items to the People's Republic of China (PRC)*. Oficina de Industria y Seguridad. <https://www.bis.doc.gov/index.php/documents/about-bis/newsroom/press-releases/3158-2022-10-07-bis-press-release-advanced-computing-and-semiconductor-manufacturing-controls-final/file>

Donnelly, S. (2023). Clocks, caps, compartments, and carve-outs: Creating federal fiscal capacity despite strong veto powers. *Politics and Governance*, 11(4), 92–101. <https://doi.org/10.17645/pag.v11i4.7250>

Donnelly, S. (2023). Political party competition and varieties of US economic nationalism: Trade wars, industrial policy and EU-US relations. *Journal of European Public Policy*, 31(1), 79–103. <https://doi.org/10.1080/13501763.2023.2171090>

Donnelly, S. (2023). Semiconductor and ICT industrial policy in the US and EU: Geopolitical threat responses. *Politics and Governance*, 11(4), 129–139. <https://doi.org/10.17645/pag.v11i4.7031>

East Asia Forum. (2024, 21 de agosto). *Securing the US semiconductor sector*. <https://eastasiaforum.org/2024/08/21/securing-the-us-semiconductor-sector/>

EE Times Europe. (2023, June 5). *France to provide 2.9 billion euros in aid for new STMicro/GlobalFoundries factory*. <https://www.eetimes.eu/france-to-provide-2-9-billion-euros-in-aid-for-new-stmicro-globalfoundries-factory/>

El Economista (2024). *EE.UU. se topa con el reino de Samsung y SK sobre los chips: Corea del Sur exige más "zanahorias" para sancionar a China*. Recuperado de: <https://www.eleconomista.es/tecnologia/noticias/12969744/09/24/eeuu-se-topa-con-el-reino-de-samsung-y-sk-sobre-los-chips-corea-del-sur-exige-mas-zanahorias-para-sancionar-a-china.html>

Emerald Insight. (2023). *China will direct more funds to semiconductor training*. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/oxan-es262885/full/html>

Eurasia Group. (2020). *The geopolitics of semiconductors* [PDF]. <https://www.eurasiagroup.net/files/upload/Geopolitics-Semiconductors.pdf>

European Commission. (2023). *European Chips Act*. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-chips-act_en

European Commission. (2022). *Resilience and dependence: The semiconductor crisis and the future of EU industry*. Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs. https://ec.europa.eu/info/publications/semiconductor-crisis-and-eu-industry_en

Fama, E. F. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *The Journal of Finance*, 25(2), 383–417. <https://doi.org/10.2307/2325486>

Farrand, B. (2025). The economy–security nexus: Risk, strategic autonomy and the regulation of the semiconductor supply chain. *European Journal of Risk Regulation*, 16(2), 279–293. <https://doi.org/10.1017/err.2024.63>

Feng, J., Cai, M., Dai, F., Bu, T., Zhang, X., Zheng, H., & Lu, X. (2024). *Modeling supply chain interaction and disruption: Insights from real-world data and complex adaptive system*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2405.10818>

Franklin Templeton. (2024). *Asia's surge: The semiconductor ecosystem of tomorrow*. <https://www.franklintempleton.com/articles/blogs/asian-tigers-south-korea-and-taiwan>

Franklin Templeton. (2024). *Asia's surge: The semiconductor ecosystem of tomorrow*. https://reportify-1252068037.cos.ap-beijing.myqcloud.com/media/production/s_38bda155_a4827c7828cd35ddaaa0c214997ef278.pdf

Gallagher, A. J. (2024). *Four key threats to semiconductor supply chains*. Gallagher. <https://www.ajg.com/no/-/media/files/gallagher/global/insights/four-key-threats-to-semiconductor-supply-chains.pdf>

Gartner. (2023). *Global semiconductor industry forecast: 2023–2030*. Gartner Research. <https://www.gartner.com/en/documents/5555795>

Global Taiwan Institute. (2023, septiembre). *The Chip 4 Alliance and Taiwan–South Korea Relations*. Recuperado de <https://globaltaiwan.org/2023/09/the-chip-4-alliance-and-taiwansouth-korea-relations>

González, L. (2022). AMIA estima que la industria automotriz mundial perdió 210,000 millones de dólares en 2021. *El Economista*. <https://www.economista.com.mx/empresas/AMIA-estima-que-la-industria-automotriz-mundial-perdio-210000-millones-de-dolares-en-2021-20220526-0060.html>

Grossman, A. B., Blevins, E. G., & Sutter, K. M. (2023). *Semiconductors and the semiconductor industry (CRS Report No. R47508)*. Congressional Research Service. <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R47508>

Grundmann, M. (2006). *The physics of semiconductors*. Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/3-540-34661-9>

Hah, X. B. K. (2024). Security and supremacy: An examination of the US-China technological rivalry in the semiconductor industry. *Malaysian Journal of International Relations*, 12(1), 45–62. <https://juku.um.edu.my/index.php/mjir/article/view/53346/17659>

Haramboure, A., Lalanne, G., Schweltnus, C., & Palazzi, P. (2023). *Vulnerabilities in the semiconductor supply chain*. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2023/12. https://www.oecd.org/en/publications/vulnerabilities-in-the-semiconductor-supply-chain_6bed616f-en.html

Hosokawa, M. (2024). International order on economic security. *Japan Spotlight*, 256 (Julio/Agosto), 32–34. https://www.jef.or.jp/journal/pdf/256th_Cover_Story_04.pdf

India Briefing. (2023, May 25). *Setting up a semiconductor fabrication plant in India: What foreign investors should know*. <https://www.india-briefing.com/news/setting-up-a-semiconductor-fabrication-plant-in-india-what-foreign-investors-should-know-22009.html>

Infineon Technologies. (2025). *Infineon bolsters global lead in automotive semiconductors with acquisition*. Recuperado de <https://www.infineon.com/cms/en/about-infineon/press/press-releases/2025/INFATV202504-085.html>

Intel Corporation. (2024a). *Updates: Intel's 10 Largest Construction Projects*. <https://newsroom.intel.com/intel-foundry/updates-intel-10-largest-construction-projects>

Intel Corporation. (2024b). *Intel Arizona: The Silicon Desert* [PDF]. <https://download.intel.com/newsroom/2024/corporate/Intel-Arizona-The-Silicon-desert.pdf>

Intel Corporation. (2024). *Intel's global community presence*. <https://www.intel.com/content/www/us/en/corporate-responsibility/community-global-sites.html>

Intel Corporation. (2024). *Intel in Costa Rica*. <https://www.intel.com/content/www/us/en/corporate-responsibility/intel-in-costa-rica.html>

International Monetary Fund. (2024). *Industrial Policy is Back But the Bar to Get it Right Is High*. <https://www.imf.org/en/Blogs/Articles/2024/04/12/industrial-policy-is-back-but-the-bar-to-get-it-right-is-high>

James, K. (2024). Fabricación de semiconductores y el desafío del consumo de agua para las grandes empresas tecnológicas. *Foro Económico Mundial*.

<https://es.weforum.org/stories/2024/07/el-desafio-del-consumo-de-agua-en-la-fabricacion-de-semiconductores-que-se-debe-hacer/>

Jeong, H. (2024). Analyzing South Korea's semiconductor industry: Trade dynamics and global position. *KIEP Research Paper*.
https://www.kiep.go.kr/gallery.es?act=view&bid=0007&cg_code=&list_no=11219&mid=a20301000000

Kitai, A. (2023). *Fundamentals of semiconductor materials and devices*. Springer.
<https://www.wiley.com/en-us/Fundamentals+of+Semiconductor+Materials+and+Devices-p-9781119891406>

KPMG. (2025). *Global Semiconductor Industry Outlook 2025*. <https://kpmg.com/kpmg-us/content/dam/kpmg/pdf/2025/global-semiconductor-industry-outlook-2025.pdf>

Krivic, S., & Defraigne, J. C. (2024). *Semiconductor autonomy of the EU in the context of the China-Taiwan conflict*. UCLouvain.
https://www.researchgate.net/publication/376231020_Semiconductor_autonomy_of_the_EU_in_the_context_of_the_China-Taiwan_conflict

Lazard. (2024, agosto 20). *The geopolitics of supply chains*.
<https://www.lazard.com/media/d4dnwbvc/the-geopolitics-of-supply-chains.pdf>

Le Grand Continent (2023). *Japón y Estados Unidos firman un acuerdo sobre materiales críticos*. Recuperado de: <https://legrandcontinent.eu/es/2023/03/28/japon-y-estados-unidos-firman-un-acuerdo-sobre-materiales-criticos>

Light Reading. (2025, marzo 14). *Huawei might finally have a Chinese fix for high-end chips*. <https://www.lightreading.com/5g/huawei-might-finally-have-a-chinese-fix-for-high-end-chips>

MacKinlay, A. C. (1997). Event studies in economics and finance. *Journal of Economic Literature*, 35(1), 13–39. <https://www.jstor.org/stable/2729691>

Manufacturing Dive. (2024). *Taiwan earthquake's impact on chip industry likely to be "moderate"*. <https://www.manufacturingdive.com/news/taiwan-earthquake-chip-industry-impact/709387/>

Mann, M., & Putsche, V. (2022). *Semiconductor: Supply chain deep dive assessment*. U.S. Department of Energy, Office of Policy. <https://www.osti.gov/biblio/1871585>

McKinsey & Company. (2021). *McKinsey on semiconductors: Creating value, pursuing innovation, and optimizing operations* [PDF]. https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/industries/semiconductors/our%20insights/mckinsey%20on%20semiconductors%202024/mck_semiconductors_2024_webpdf.pdf

McKinsey & Company. (2021). *The semiconductor decade: A trillion-dollar industry*. <https://www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/the-semiconductor-decade-a-trillion-dollar-industry>

McKinsey & Company. (2023). *The power of digital: Quantifying semiconductor fab performance*. <https://www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/the-power-of-digital-quantifying-semiconductor-fab-performance>

Milken Institute. (2023). *El fortalecimiento de las cadenas de producción de semiconductores entre EUA y México: Oportunidades y retos en la agenda de nearshoring*. <https://milkeninstitute.org/content-hub/research-and-reports/reports/el-fortalecimiento-de-las-cadenas-de-produccion-de-semiconductores-entre-eua-y-mexico-opportunidades>

Miller, C. (2022). *Chip war: The fight for the world's most critical technology*. Scribner. https://www.simonandschuster.com/books/Chip-War/Chris-Miller/9781982172008?utm_source

Mordor Intelligence. (2025). *Análisis de participación y tamaño del mercado de semiconductores automotrices en Europa*. Recuperado de <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/europe-automotive-semiconductor-market/companies>

Moore, S. K. (2021, 26 de mayo). *South Korea's \$450-Billion Investment Latest in Chip Making Push*. IEEE Spectrum. <https://spectrum.ieee.org/south-koreas-450billion-investment-latest-in-chip-making-push>

Namdar, J., & Sáenz, M. J. (2024). *The potential role of the secondary market for semiconductor manufacturing equipment*. MIT Digital Supply Chain Transformation Lab. https://digitalsc.mit.edu/wp-content/uploads/2024/10/White-paper-Secondary-Market-for-Semiconductor-Manuf-_May8.pdf

NATO Association of Canada. (2024, marzo). *China's strategic complicity and the hidden engine behind Russia's war effort*. <https://natoassociation.ca/special-report-chinas-strategic-complicity-and-the-hidden-engine-behind-russias-war-effort>

OECD. (2021). *Interim Economic Outlook, September 2021*. <https://www.oecd.org/economic-outlook/september-2021/>

Pantheon Insights. (2023). *US-China AI Bifurcation: The New Tech Iron Curtain*. <https://pantheoninsights.substack.com/p/us-china-ai-bifurcation-the-new-tech>

PatentPC. (2025). *Fabless vs. Foundry: How chip manufacturing is evolving*. <https://patentpc.com/blog/fabless-vs-foundry-how-chip-manufacturing-is-evolving-industry-stats>

PinJet Precision. (2025). *What is the Final Test in Semiconductor Manufacturing*. <https://www.pin-jet.com/en/article/What-is-the-Final-Test-in-Semiconductor-Manufacturing.html>

Pinto, C. (2023). *Enhancing resilience in global value chains: A comprehensive analysis of reshoring and its implementation in the semiconductor industry* [Tesis de maestría, Università Ca' Foscari Venezia]. UNITesi. <https://unitesi.unive.it/retrieve/f7ccfc9e-479d-4964-b91b-575eb9b2cc18/866546-1268104.pdf>

Press Information Bureau, Government of India. (2022, January 19). *Cabinet approves comprehensive program for development of sustainable semiconductor and display ecosystem in the country*. <https://pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=1808676>

PwC. (2024). *State of the semiconductor industry: Trends and drivers shaping the semiconductor landscape*. <https://www.pwc.com/gx/en/industries/technology/state-of-the-semicon-industry.html>

Rabobank. (2023). *Mapping Global Supply Chains – The Case of Semiconductors*. <https://www.rabobank.com/knowledge/d011371771-mapping-global-supply-chains-the-case-of-semiconductors>

Ren, J., & Moktadir, M. A. (2024). Global semiconductor supply chain resilience challenges and mitigation strategies: A novel integrated decomposed fuzzy set Delphi, WINGS and QFD model. *International Journal of Production Economics*, 273, 109280. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2024.109280>

Reuters. (2023, septiembre 5). *Exclusive: China to launch \$40 billion state fund to boost chip industry*. <https://www.reuters.com/technology/china-launch-new-40-bln-state-fund-boost-chip-industry-sources-say-2023-09-05/>

Reuters. (2021, December 15). *India unveils \$10 bln plan to woo semiconductor, display makers*. <https://www.reuters.com/world/china/india-unveils-10-bln-plan-woo-semiconductor-display-makers-2021-12-15/>

Reuters. (2023, June 22). *Micron confirms \$825 million investment in India chip facility*. <https://www.reuters.com/technology/micron-confirms-up-825-mln-investment-india-chip-facility-2023-06-22/>

Reuters. (2023, August 1). *China gallium, germanium export curbs kick in; wait for permits starts*. <https://www.reuters.com/markets/commodities/chinas-controls-take-effect-wait-gallium-germanium-export-permits-begins-2023-08-01/>

Reuters. (2024, octubre 7). *EU backing for China EV tariffs shows Berlin's waning influence*. <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/eu-backing-china-ev-tariffs-shows-berlins-waning-influence-2024-10-07/>

Reuters. (2025, enero 14). *Estados Unidos frena la exportación de chips y tecnología de IA para afectar a China. La República*. <https://www.larepublica.co/globoeconomia/estados-unidos-frena-la-exportacion-de-chips-y-tecnologia-de-ia-para-afectar-a-china-4035541>

Reuters. (2024, May 9). *Nvidia modifies H20 chip for China to overcome US export controls, sources say*. <https://www.reuters.com/world/china/nvidia-modifies-h20-chip-china-overcome-us-export-controls-sources-say-2025-05-09/>

Reuters (2023). *Taiwan says 'Fab 4' chip group held first senior officials meeting*. Recuperado de: <https://www.reuters.com/technology/taiwan-says-fab-4-chip-group-held-first-senior-officials-meeting-2023-02-25>

Reuters. (2022, octubre 19). *Taiwan and U.S. tensions with China pose 'serious' challenges for chip industry, TSMC says*. <https://www.reuters.com/technology/taiwan-china-us-china-tensions-serious-challenge-chip-industry-tsmc-says-2022-10-19/>

Reuters. (2022, March 11). *Ukraine halts half of world's neon output for chips, clouding outlook*. <https://www.reuters.com/technology/exclusive-ukraine-halts-half-worlds-neon-output-chips-clouding-outlook-2022-03-11/>

Reshoring Initiative. (2024, julio 8). *Reshoring Initiative 2023 Annual Report*. <https://reshorennow.org/july-8-2024/>

Samsung Electronics. (2021, 23 de noviembre). *Samsung Electronics Announces New Advanced Semiconductor Fab Site in Taylor, Texas*. <https://news.samsung.com/global/samsung-electronics-announces-new-advanced-semiconductor-fab-site-in-taylor-texas>

Savills Research. (2023). *Semiconductors and the logistics sector: Building blocks of growth*. <https://pdf.euro.savills.co.uk/uk/commercial---other/semiconductors-and-the-logistics-sector---2023.pdf>

Semiconductor Industry Association. (2016). *Beyond Borders: The Global Semiconductor Value Chain*. <https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2018/06/SIA-Beyond-Borders-Report-FINAL-May-6-1.pdf>

Semiconductor Industry Association. (2021). *2021 State of the U.S. Semiconductor Industry*. <https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/09/2021-SIA-State-of-the-Industry-Report.pdf>

Semiconductor Industry Association & Boston Consulting Group. (2024). *Emerging Resilience in the Semiconductor Supply Chain*. <https://www.semiconductors.org/emerging-resilience-in-the-semiconductor-supply-chain/>

Shivakumar, S., et al. (2024). *Balancing the Ledger: Export Controls on U.S. Chip Technology to China*. CSIS Report. <https://www.csis.org/analysis/balancing-ledger-export-controls-us-chip-technology-china>

Siemens EDA. (n.d.). *EDA Software, Hardware & Tools | Siemens Software*. <https://eda.sw.siemens.com/en-US/>

Singh, J. (2000). *Semiconductor devices: Basic principles*. Wiley. <https://www.wiley.com/en-us/Semiconductor+Devices%3A+Basic+Principles-p-9780471362456>

South China Morning Post. (2024, January 22). *China's lack of advanced chips hinders broad adoption of AI models, Tencent executive says*. <https://www.scmp.com/tech/big-tech/article/3310656/chinas-lack-advanced-chips-hinders-broad-adoption-ai-models-tencent-executive>

South Electronic PCB. (2025). *¿Cuál es el método de prueba de IC?*. <https://southelectronicpcb.com/es/ic-test/>

Stewart, D., Hamling, D., Bucaille, A., & Crossan, G. (2022). *My kingdom for a chip: The semiconductor shortage extends into 2022*. Deloitte Insights. <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/technology/technology-media-and-telecom-predictions/2022/semiconductor-chip-shortage.html>

Synopsys. (n.d.). *What is Electronic Design Automation (EDA)? – How it Works*. <https://www.synopsys.com/glossary/what-is-electronic-design-automation.html>

Taipei Representative Office in Singapore. (2023, agosto). *Taiwan and the global semiconductor supply chain*. <https://www.roc-taiwan.org/uploads/sites/86/2023/08/20230824-TAIWAN-AND-THE-GLOBAL-SEMICONDUCTOR-SUPPLY-CHAIN.pdf>

Tauro Technologies. (s.f.). *Chip on Board and Wire Bonding Applications*. <https://taurotech.com/blog/wire-bonding-applications/>

Telefónica. (2022). *Crisis de los microchips: causas y proyección*. <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/noticias/crisis-de-los-microchips-causas-y-proyeccion/>

The Economist. (2023, marzo 6). *Taiwan's dominance of the chip industry makes it more important*. <https://www.economist.com/special-report/2023/03/06/taiwans-dominance-of-the-chip-industry-makes-it-more-important>

The Diplomat. (2024, junio). *The Other Half of Chip 4: Japan and South Korea's Different Paths to De-risking*. Recuperado de <https://thediplomat.com/2024/06/the-other-half-of-chip-4-japan-and-south-koreas-different-paths-to-de-risking>

The Guardian. (2023, December 4). *US-China chip war: Beijing imposes export bans on gallium and germanium*. <https://www.theguardian.com/world/2024/dec/04/us-china-microchips-export-bans-gallium-germanium>

TrendForce. (2023, noviembre 23). *EUV as a Strategic Asset in the Most Advanced Processes: Progress in Intel, TSMC, Samsung's Adoptions*. <https://www.trendforce.com/news/2023/11/23/news-euv-as-a-strategic-asset-in-the-most-advanced-processes-progress-in-inteltsmcsamsungs-adoptions/>

TrendForce. (2025, febrero 19). *The 2nm Foundry Battle: TSMC Leads, Can Samsung and Intel Catch Up?*. <https://www.trendforce.com/news/2025/02/19/news-the-2nm-foundry-battle-tsmc-leads-can-samsung-and-intel-catch-up/>

Trippl, M., Soete, L., Kivimaa, P., Schwaag Serger, S., Koundouri, P., & Pontikakis, D. (2024). *Addressing the regional dimension of open strategic autonomy and European green industrial policy: New perspectives and pathways for impact*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/141776>

TSMC. (2025, marzo 15). *TSMC announces expansion of U.S. operations with additional \$100 billion investment in Arizona*. <https://pr.tsmc.com/english/news/3210>

UN ESCAP. (2023). *Foreign direct investment trends and outlook in Asia and the Pacific 2023/2024*. <https://www.unescap.org/kp/2023/foreign-direct-investment-trends-and-outlook-asia-and-pacific-20232024>

U.S. Congress. (2022). *CHIPS and Science Act of 2022*. <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/4346/text>

U.S. Department of Commerce. (2024, noviembre 20). *Biden-Harris Administration Announces CHIPS Incentives Award with Intel to Advance U.S. Leading-Edge Chip Capacity and Create Tens of Thousands of Jobs*. <https://www.commerce.gov/news/press-releases/2024/11/biden-harris-administration-announces-chips-incentives-award-intel>

U.S. Department of State & Inter-American Development Bank. (2024). *Semiconductor initiative in the Western Hemisphere*. <https://pa.usembassy.gov/u-s-department-of-state-and-inter-american-development-bank-collaborate-on-semiconductor-initiative-in-the-western-hemisphere/>

U.S. Trade and Development Agency (USTDA). (2024, March 13). *USTDA partners with Kenya to boost semiconductor manufacturing*. <https://www.ustda.gov/ustda-partners-with-kenya-to-boost-semiconductor-manufacturing/>

Varas, A., Varadarajan, R., Palma, R., Goodrich, J., & Yinug, F. (2021). *Strengthening the global semiconductor supply chain in an uncertain era*. Boston Consulting Group & Semiconductor Industry Association. <https://www.bcg.com/publications/2021/strengthening-the-global-semiconductor-supply-chain>

Wevolver. (s.f.). *The Ultimate Guide to Wafer Dicing: Techniques, Challenges, and Innovations*. <https://www.wevolver.com/article/the-ultimate-guide-to-wafer-dicing-techniques-challenges-and-innovations>

Wired. (2011, September 12). *Sept. 12, 1958: Kilby Chips In, Integrates Circuit*. <https://www.wired.com/2011/09/0912kilby-demos-integrated-circuit>

Xiong, W., Wu, D. D., & Yeung, J. H. Y. (2024). Semiconductor supply chain resilience and disruption: Insights, mitigation, and future directions. *International Journal of Production Research*, 1–24. <https://doi.org/10.1080/00207543.2024.2387074>

Ye, J., El Desouky, A., & Elwany, A. (2024). On the applications of additive manufacturing in semiconductor manufacturing equipment. *Journal of Manufacturing Processes*, 124, 1065–1079. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2024.05.054>

Yu, P., & Cardona, M. (2010). *Fundamentals of semiconductors: Physics and materials properties* (4th ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-00710-1>

Zhang, M. Y. (2025). From dependence to decoupling: China's semiconductor self-sufficiency amid geopolitical pressures. En P. C. Y. Chow (Ed.), *Technology rivalry between the USA and China* (pp. 93–130). Palgrave Macmillan. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-76169-0_6