



FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

ANÁLISIS DE LA ECONOMÍA DIGITAL DE HOLANDA

Autor: Gonzalo Ybarra Laucirica

Clave: 201905854

Tutor: Juan Felipe Jung Lusiardo

MADRID | Abril, 2024

Resumen

Los avances tecnológicos y la digitalización se presentan como una palanca clave para impulsar el desarrollo económico, social y sostenible de cualquier economía. El impacto de estas nuevas tecnologías es muy variado y extenso, por lo que en este trabajo exploraré las diferentes dimensiones que están siendo afectadas por la presente revolución tecnológica (Industria 4.0) en Holanda. A pesar de que voy a explorar diferentes dimensiones del impacto tecnológico (principales tecnologías, desarrollo sostenible y social, etc.), los objetivos principales de este trabajo son claros; demostrar que, efectivamente, existe una relación estadísticamente relevante entre la digitalización y desarrollo económico, detectar áreas de mejora del país mencionado y proponer políticas que fomenten el desarrollo digital de cara al futuro.

Palabras Clave: Digitalización, Holanda, Economía, TIC, Impacto Económico, Impacto Sostenible y Social, PIB, Políticas para la Digitalización.

Abstract

Technological advances and digitalization are presented as key lever to boost the economic, social, and sustainable development of any economy. The impact of these new technologies is very extensive, so in this study, I will explore the different dimensions that are being affected by the current technological revolution (Industry 4.0) in the Netherlands. Although I will explore various dimensions of the technological impact (main technologies, sustainable and social development, etc.), the main objectives of this study are clear: to demonstrate that there is indeed a statistically significant relationship between digitalization and economic development, to identify areas of improvement in the mentioned country, and to propose policies that encourage the digital development for the future.

Key Words: Digitalization, Netherlands, Economy, ICT, Economic Impact, Social and Sustainable Impact, GDP, Digitalization Policies.

Contenidos

BLOQUE 1: INTRODUCCIÓN	4
Motivo del estudio y contenidos	4
Digitalización	4
¿Por qué Holanda?	5
BLOQUE 2: REVISIÓN DE LITERATURA	8
Principales tecnologías	8
Desarrollo Económico, Sostenible y Social	19
Estudios anteriores	29
Planteamiento de hipótesis	31
BLOQUE 3: ANÁLISIS DE ESTADÍSTICOS	32
Análisis de estadísticas de telecomunicaciones.....	33
Análisis de plataformas digitales.....	40
Uso de tecnologías en la población	46
Uso de Tecnologías de la Información y Comunicación en la empresa	51
Conclusión.....	53
BLOQUE 4: DIGITALIZACIÓN E IMPACTO ECONÓMICO	54
Análisis de resultados:.....	58
Conclusión.....	61
BLOQUE 5: RECOMENDACIONES DE POLÍTICAS	61
Penetración de Tecnologías emergentes	62
Desarrollo sostenible y social.....	63
Gobierno digital	64
Resiliencia Digital.....	65
Tendencias futuras.....	65
BLOQUE 6: CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	66
BLOQUE 7: BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS	71

BLOQUE 1: INTRODUCCIÓN

Motivo del estudio y contenidos

Estamos entrando en una nueva era digital en la que las tecnologías están revolucionando todo. Esta revolución, a la que algunos se refieren como la cuarta revolución industrial (Industria 4.0), no solo tiene un impacto en las empresas e industrias, sino que también nos involucra a todos como sociedad. Por eso mismo es de esperar que esta revolución sea de gran importancia a nivel económico.

Este trabajo está centrado en el análisis de la economía digital de Holanda por su gran relevancia e importante desarrollo en los últimos años. El análisis se dividirá en dos partes principales; El análisis del estado actual de la economía digital (en comparación a un benchmark relevante), que se centrará en el análisis de estadísticos relevantes en el contexto de este estudio. Esta parte será particularmente útil para identificar las fortalezas y debilidades de Holanda, lo que posteriormente será de gran utilidad para el planteamiento de posibles políticas que fomenten el desarrollo digital. La segunda parte del análisis consistirá en tratar de demostrar la relación entre el desarrollo tecnológico y digitalización del país con su PIB. Para este análisis estudiaré si existe algún tipo de correlación entre variables socioeconómicas y variables digitales y llevaré a cabo una regresión con el objetivo de demostrar si existe una relación estadísticamente relevante entre el desarrollo tecnológico y PIB del país.

Finalmente presentaré las conclusiones del trabajo, así como las posibles medidas que se podrían tomar para continuar con el gran desarrollo digital de este país. En esta parte final también expondré las limitaciones del trabajo y posibles áreas de estudio para un futuro.

Digitalización

El concepto de Digitalización no es algo que tenga fácil definición debido a todos los aspectos que involucra. Este concepto hace referencia al proceso de integración y utilización de tecnologías digitales para transformar y optimizar actividades, operaciones y comunicaciones en diversos sectores de la sociedad y la economía (Consejo Económico y Social, 2017), por lo que podríamos decir que este es el proceso mediante el cual los agentes económicos de una economía adoptan y/o desarrollan tecnologías para adaptarse al entorno. Por tanto, podemos afirmar que, como argumenta

Muñoz (2017) en su artículo sobre la digitalización y la economía global: “La digitalización no solo está ligada a la tecnología si no a la inversión en talento y a un cambio cultural empresarial y social de gran entidad”.

Con esta definición lo que busco es que quede clara la naturaleza multifacética de la digitalización. Esta revolución afecta de manera transversal a empresas e industrias, según estudios realizados por la consultora Accenture, el crecimiento económico impulsado por las nuevas tecnologías rondaría los 1.36 billones de dólares en las top 10 economías del mundo para la década de 2020 (Torres, 2016), al gobierno, “e-democracy” que permite que procesos democráticos tradicionales migren a un entorno digital (voto online por ejemplo) (Okhrimenko et al., 2019) y a las personas que componen la propia sociedad, ya que las nuevas tecnologías han revolucionado la manera en la que los seres humanos interactúan, se entretienen, trabajan, etc.

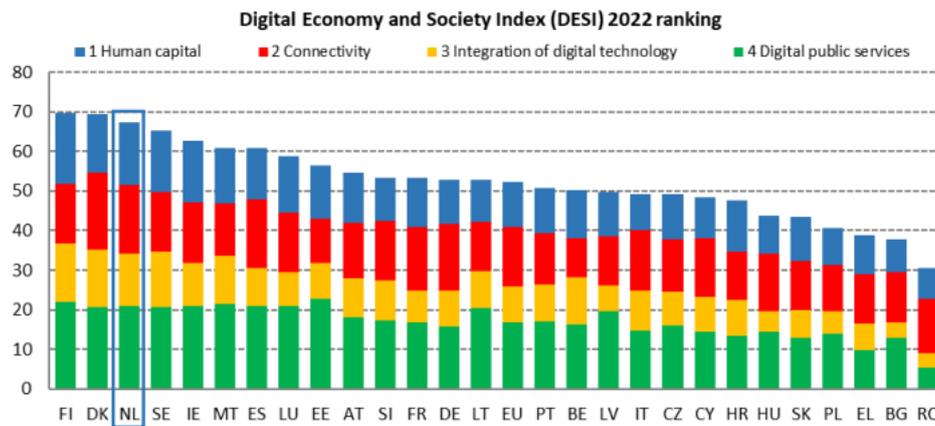
Es por estos motivos que la economía digital es un muy interesante campo de estudio. Asimismo, esto explica el gran impacto que la digitalización ha tenido, y sigue teniendo, en las economías de países de todo el mundo y explica por qué los gobiernos están interesados en potenciar este proceso.

¿Por qué Holanda?

Hay varios motivos por los que he escogido Holanda como país de análisis para este trabajo. La primera es por formar parte de la Unión Europea, lo que permite entender las principales tendencias y rutas de desarrollo digital de la misma. Por otro lado, este país es uno de los líderes en esta área dentro de la Unión Europea, además de tener de las mejores perspectivas de desarrollo para los próximos años. Esto me permitirá llevar a cabo un estudio más interesante y detallado de la economía digital del país.

Lo mencionado anteriormente está probado por diferentes estudios, según el informe de Digital Economy and Society Index (DESI) de 2022 (reporte llevado a cabo por la Unión Europea desde 2014, que tiene como objetivo hacer un ranking de los países miembros en función de su nivel de digitalización) este país se encuentra en el top tres de la Unión Europea en cuanto a economía digital se refiere.

Figura 1. Digital Economy and Society Index (DESI) 2022 ranking:



	Netherlands		EU
	rank	score	score
DESI 2022	3	67.4	52.3

Fuente: Comisión Europea. (2022). Digital Economy and Society Index.

Como podemos ver en el primer gráfico la puntuación obtenida por Holanda (según los criterios de la UE) es superior a la media de la UE en general. En segundo lugar, podemos ver de manera más detallada este ranking. En tercera posición encontramos a Holanda, únicamente por debajo de Finlandia y Dinamarca. Este ranking fue definido según 4 criterios diferentes: Capital Humano, Conectividad, Integración de tecnologías digitales y Servicios públicos digitales. Para cada una de estas categorías los resultados obtenidos por Holanda fueron los siguientes (datos extraídos del informe DESI):

Capital Humano

Este criterio se basa en el porcentaje de fuerza de trabajo que está especializada en campos relaciones con las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC).

Figura 2. Posición Capital Humano:

1 Human capital	Netherlands		EU
	rank	score	score
DESI 2022	2	63.1	45.7

Fuente: Comisión Europea. (2022). Digital Economy and Society Index.

En este caso vemos que Holanda está de nuevo por encima de la media de la UE, además, según el DESI, Holanda se encuentra en el top 2 en esta categoría en relación con el resto de los integrantes de la UE.

Conectividad

Este criterio hace referencia a la cobertura a nivel infraestructura del país (i.e. redes de telecomunicaciones electrónicas)

Figura 3. Posición Conectividad:

2 Connectivity	Netherlands		EU
	rank	score	score
DESI 2022	2	70.1	59.9

Fuente: Comisión Europea. (2022). Digital Economy and Society Index.

En esta categoría de nuevo Holanda está por encima de la media UE situándose en segunda posición en cuanto a conectividad se refiere. Se estima que el 91% del terreno neerlandés cuenta con cobertura de “Very High Capacity Networks” (VHCN).

Integración de tecnologías digitales

Este criterio, como su nombre bien indica, hace referencia a la integración de nuevas tecnologías en las empresas (i.e. Big Data, Redes Sociales, Inteligencia Artificial, etc.)

Figura 4. Posición Integración de Tecnologías Digitales:

3 Integration of digital technology	Netherlands		EU
	rank	score	score
DESI 2022	4	52.1	36.1

Fuente: Comisión Europea. (2022). Digital Economy and Society Index.

En este caso de nueva la puntuación media de Holanda es Superior a la media de la UE. Se estima que 3 de cada 4 PYMES neerlandesas han adoptado al menos un nivel básico de estas tecnologías.

Servicios públicos digitales

Este criterio hace referencia a la integración de tecnologías en el ámbito público (i.e. Datos Públicos, Páginas web gubernamentales, posibilidad de llevar a cabo trámites administrativos online, etc.)

Figura 5. Posición Servicios Públicos Digitales:

4 Digital public services ⁵	Netherlands		EU
	rank	score	score
DESI 2022	4	84.2	67.3

Fuente: Comisión Europea. (2022). *Digital Economy and Society Index*.

En este caso de nuevo Holanda obtiene una muy buena puntuación en comparación al resto de integrantes de la UE, destaca principalmente por el porcentaje de usuarios “e-government”, que son aquellas personas que hacen uso de dispositivos electrónicos para llevar a cabo trámites relacionados con organismos públicos.

Con estos datos se puede comprobar lo que venía comentando anteriormente. Holanda es un país líder en el área de economía digital, pero aún tiene margen mejora lo que permite que este análisis sea más interesante.

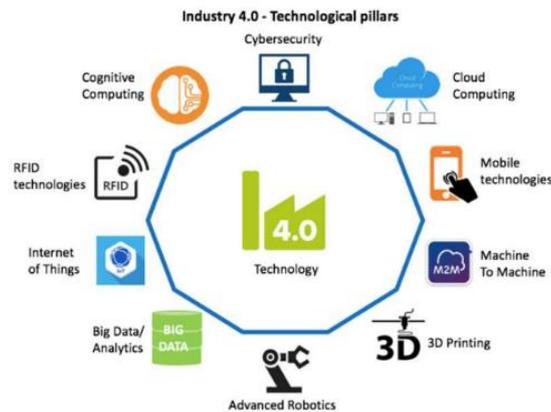
BLOQUE 2: REVISIÓN DE LITERATURA

Principales tecnologías

Como ya he mencionado anteriormente en este trabajo, nos encontramos en medio de la que se conoce como la cuarta revolución industrial. Y es que todas las revoluciones industriales que han ocurrido a lo largo de nuestra historia han estado marcadas por la aparición de nuevas tecnologías innovadoras que han revolucionado las formas de producir, operar e incluso de vivir (Rozo-García, 2020).

Son muchas las tecnologías que caracterizan a la industria 4.0 por lo que analizar todas y cada una de ellas sería casi imposible. Por esto mismo me centraré en las que considero más relevantes e interesantes según el contexto de este estudio.

Figura 6. Pilares tecnológicos Industria 4.0:



Fuente: Saturno et al (2017). *Proposal for new automation architecture solutions for industry 4.0.*

En esta imagen propuesta por Saturno et al. (2017), en su estudio “Proposal for new automation architecture solutions for industry 4.0” se ven las tecnologías que podrían considerarse los pilares de la industria 4.0. Como he mencionado anteriormente para este estudio me centraré en unas pocas que serán las siguientes: Banda ancha, Inteligencia Artificial, Internet of Things (IoT), Big Data, Blockchain y Cloud Computing.

Banda ancha

La banda ancha también conocida como acceso a internet de alta velocidad, permite a los usuarios tener una conexión a internet de mejor calidad y velocidad que los servicios más tradicionales. Estas velocidades dependen de la tecnología empleada y del nivel de velocidad contratado por el usuario y por norma general (para los clientes residenciales) tienen mayores capacidades de descarga de datos de internet que de subida de estos a internet, es decir, como clientes residenciales descargaremos datos más rápido de lo que los publicaremos, aunque también hay planes simétricos que ofrecen velocidades iguales para ambas tareas (Comisión Federal de Comunicaciones (FCC), 2016).

Existen diversas tecnologías que nos permiten ofrecer servicios de banda ancha. Según un informe publicado por la FCC (2016), las principales plataformas para ofrecer estos servicios son las siguientes:

- **Línea general de suscriptor (DSL):** Esta es una tecnología capaz de transmitir a una mayor velocidad aprovechando las instalaciones tradicionales de líneas telefónicas de cobre, que por norma general ya están instaladas en muchas oficinas y residencias.
- **Módem por cable:** Esta tecnología permite hacer uso de las instalaciones de televisión por cable de los usuarios para proporcionar servicios de banda ancha.
- **Fibra óptica:** Esta es una de las tecnologías más usadas en la actualidad en cuanto a banda ancha se refiere. Esto se debe gracias a que esta tecnología permite velocidades muy superiores a las dos anteriores. Esta tecnología permite transformar en luz las señales eléctricas que portan la información lo que posibilita un incremento enorme de la velocidad de transmisión.
- **Inalámbrica:** La conexión inalámbrica, más comúnmente conocida como Wi-Fi, es una tecnología que permite al usuario conectarse a una red local de sin hacer uso de ningún cable.
- **Satélite:** Esta podría considerarse otra forma de conexión inalámbrica. Es particularmente útil para ofrecer conexión en lugares remotos donde la densidad de población es baja, y por tanto no se poseen las infraestructuras de telecomunicaciones necesarias para ofrecer otro tipo de conexiones.
- **Redes móviles ultrarrápidas (redes 5G):** Esta nueva generación de redes móviles, mejora de notoriamente las prestaciones de acceso a internet de las anteriores generaciones. Además, esta es una tecnología con un gran potencial de desarrollo, convirtiéndola en un elemento clave en la transformación digital de cualquier país (Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, s.f.). Esta nueva tecnología se caracteriza principalmente por ofrecer unas velocidades muy superiores a las anteriores generaciones, reduce la latencia (que, explicado de manera simple, consiste en los tiempos de espera que se experimentan cuando la información viaje de un lado a otro) y además tiene grandes capacidades de conectividad, es decir, puede conectar de forma masiva diferentes dispositivos, lo que permite potenciar otras tecnologías como el IoT o el Big Data.

Inteligencia Artificial (IA)

La IA es una tecnología que se ha popularizado enormemente desde la reciente aparición de cientos de inteligencias artificiales que hacen todo tipo de tareas para nosotros, desde asistentes personales como ChatGPT, que nos da la oportunidad de obtener respuestas rápidas para una amplia gama de preguntas, o Copilot, que ayuda a programadores a generar código de manera más eficiente y rápida o incluso herramientas como Vidext que nos ayuda en los procesos creativos ayudando a editores a generar videos o imágenes. Como ilustran estos ejemplos, las inteligencias artificiales se han convertido en una herramienta básica y fundamental con el potencial de impulsar nuestro bien estar, productividad, capacidad de innovación, etc. (OCDE, 2023)

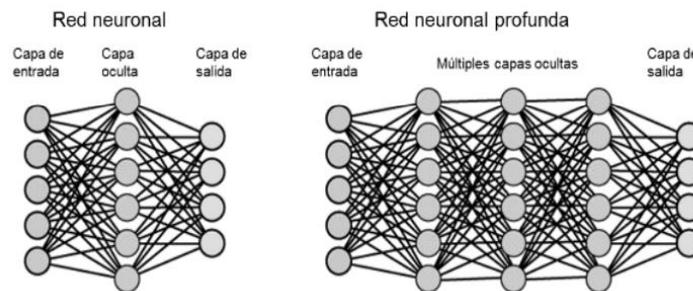
Por lo que la inteligencia artificial, en sinergia con otras tecnologías, tiene como objetivo que dispositivos informáticos lleven a cabo tareas que normalmente requerirían la inteligencia humana, como por ejemplo las capacidades de aprender, razonar, resolver problemas o traducción inmediata. Es decir, la inteligencia artificial tiene como principal objetivo emular la inteligencia humana para poder así encargarse de tareas que, por norma general, siempre han sido realizadas por humanos (Rozo-García, 2020).

Dentro de las tecnologías que hacen las IA posibles existen varios subcampos. Entre estos subcampos encontramos el Machine Learning o Aprendizaje Automático, Deep Learning o Aprendizaje profundo, el campo de la robótica y en el campo del procesamiento del lenguaje natural (NPL).

- **Machine Learning:** El Machine Learning es una técnica asociada a la detección automática de patrones dentro de un conjunto de datos, por esto mismo estas técnicas son de gran utilidad cuando se trata con grandes conjuntos de datos. En nuestro día a día podemos encontrar cientos de ejemplos de tecnologías que hacen uso de estas técnicas como el reconocimiento facial de nuestros smartphones, la probabilidad de que llueva o cuanto atasco hay en determinada carretera. Lo que hace especial a estas técnicas es que el ser humano no tiene que programar todas las especificaciones para llevar a cabo estas tareas (de hecho, esto sería en muchos casos imposible), si no que el propio algoritmo posee la capacidad de aprender y establecer relaciones por sí mismo. De esta característica reciben estas técnicas su nombre (Maisueche, 2019).

- **Deep Learning:** El Deep Learning puede considerarse una rama del Machine Learning. Estas técnicas de aprendizaje profundo han Ganado gran popularidad en los últimos años y tienen como objetivo la búsqueda de relaciones más complejas en los datos. Esta técnica se basa, principalmente, en el uso de redes neuronales. Estas redes neuronales son modelos matemáticos y computacionales que “imitan” neuronas y funcionan por capas. Cada capa producirá el input que recibirá la próxima capa. Debemos entender que hablamos de Deep Learning cuando tenemos una red neuronal de tres o más capas (Maisueche, 2019).

Figura 7. Red neuronal y Red neuronal profunda, diferencias:



Fuente: A Waldrop, M. Mitchell (2019). *News Feature: What are the limits of deep learning?*

En esta ilustración se puede ver de manera clara la distribución de las redes neuronales y la diferencia entre una red neuronal y una red neuronal profunda.

- **Robótica:** El mundo de la robótica se ha visto influenciado por las IA, dando a los robots unas capacidades muy superiores. La robótica puede ser definida como la ciencia encargada del diseño y construcción de máquinas que pueden realizar tareas antes desempeñadas por el ser humano gracias a procesos mecanizados y preprogramados (Porcelli, 2021).

Como menciona Porcelli (2021), en su estudio “La inteligencia artificial y la robótica: sus dilemas sociales, éticos y jurídicos” los robots actuales se basan, principalmente, en tres categorías:

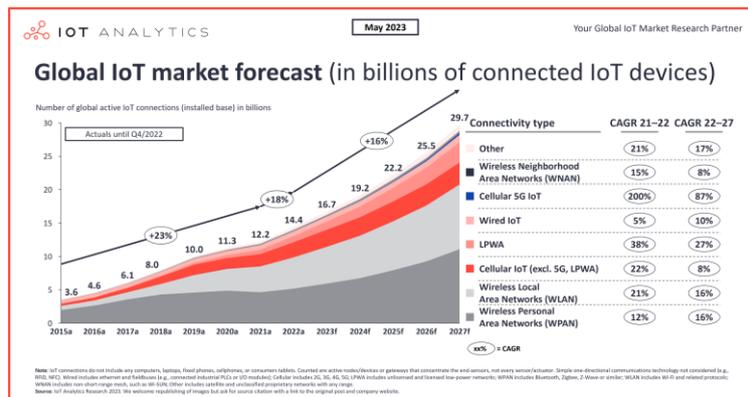
- o Manipuladores o brazos robóticos: Estos son los de uso más extenso sobre todo para aplicaciones industriales. Consisten en robots anclados a un lugar que se encargan de tareas repetitivas o que requieren mucha precisión.

- Robots móviles: Estos son aquellos que se mueven por un entorno específico. Estos son capaces de entender el entorno y manejarse por el mismo. En algunos casos (como los drones de espionaje, por ejemplo), estos robots son capaces de recopilar e interpretar una gran cantidad de datos.
 - Híbrido: Este tercer tipo es un híbrido entre los dos anteriores. Los más representativos de esta categoría son los robots humanoides que, en algunos casos, son capaces imitar algunas emociones humanas.
- **Procesamiento del lenguaje natural (NPL):** Según el artículo, “¿Qué es el procesamiento del lenguaje natural (NPL)?”, publicado por IBM (s.f.), el procesamiento del lenguaje natural es la rama de la informática, y más específicamente de la IA, que se encarga de dar a los ordenadores las herramientas necesarias para que puedan “entender” el lenguaje humano. Esta tecnología combina técnicas de lenguaje computacional, con machine learning y Deep learning. Esto permite a las máquinas no solo “entender” el lenguaje, sino que también posibilita hacer un análisis del sentimiento o intención de la persona que ha producido el texto.

Internet of things (IoT)

El término IoT (Internet de las Cosas) se puede definir como la interconexión de una amplia gama de dispositivos, y la capacidad de los mismos de conectarse a la nube (Deloitte, 2023). Esta amplia gama de dispositivos hace referencia a todo tipo de objetos, desde neveras o aspiradoras hasta automóviles y edificios. Esto hace posibles proyectos tan ambiciosos como el desarrollo de ciudades inteligentes, capaces de detectar problemas en infraestructuras, niveles de contaminación, etc.

Figura 8. Proyecciones del Mercado Global de IoT:



Fuente: IoT Analytics Research (2023). Global IoT market forecast

En el anterior gráfico se ve de manera clara el crecimiento del número de dispositivos IoT en el mundo. Observamos que el crecimiento de desde 2015 hasta 2021 fue del 23%, y aunque se ha observado que el ritmo de crecimiento ha decrecido al 18% de 2021 a 2023, y se espera que decrezca un poco más hasta el 16% en los próximos años, es innegable que la popularidad de estos dispositivos es cada vez mayor.

Según Amazon Web Services (AWS) (2023) en su artículo “¿Qué es IoT?”, este auge de las tecnologías IoT ha sido posible gracias a la llegada de chips de bajo coste y los grandes avances en tecnologías de banda ancha que han sido mencionados previamente en este análisis.

Big Data

La aparición e implementación de todas las tecnologías discutidas (y muchas otras) traen consigo la aparición de cientos de millones de datos que se generan de manera constante. Los datos, por sí mismos, carecen de cualquier tipo de utilidad sin algún tipo de procesamiento o análisis. Las técnicas de Big Data nacieron con el objetivo de hacer posible este análisis y procesamiento masivo de todos estos datos para poder de esta manera establecer relaciones y generar ideas o conclusiones de los datos generados.

Figura 9. Proceso de los Datos:



Fuente: de la Puente (2013). Cuántos más datos más conocimiento. ¿O no?

En esta imagen se ve de manera clara el “recorrido” de los datos hasta que se convierten en sabiduría o conocimiento. Con esta imagen lo que pretendo mostrar la importancia de las técnicas de Big Data. Sin procesamiento o análisis los datos no son más que elementos que reflejan un hecho.

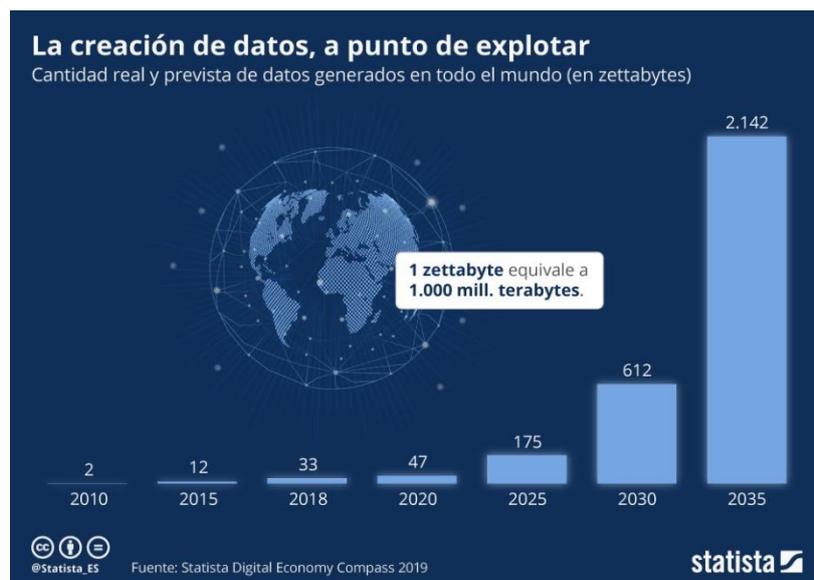
Generalmente el Big Data se define haciendo uso de diferentes dimensiones, conocidas como las “V” del Big Data. Estas dimensiones varían en número según quien las defina. En algunos casos se usan tres, en otros cinco y en algunos casos hasta 17 como las propuestas por Arockia et al. (2017) en su artículo “The 17 V’s of Big Data”. En este caso yo utilizaré las 5 dimensiones que, generalmente, más se repiten como las principales.

- **Volumen:** Para poder hablar de Big Data necesitamos una cantidad masiva de datos.
- **Velocidad:** Los datos deben ser generados de manera instantánea y constante, es decir, esta dimensión hace referencia a la velocidad con la que los datos deben ser generados y procesados.
- **Variiedad:** Los datos deben ser variados, es decir, deben ser de diferentes tipos (estructurados, no estructurados...) y deben de provenir de diferentes fuentes.
- **Variabilidad:** Esta dimensión hace referencia a la volatilidad de los datos generados. Las empresas deben desarrollar algoritmos capaces de adaptarse a esta volatilidad para poder generar ideas o conclusiones coherentes (Rozo-García, 2020).

- **Veracidad:** Los datos generados deben ser coherentes y debemos poder confiar en ellos. En resumidas cuentas, los datos generados y almacenados no pueden ser incorrectos.

Finalmente, y antes de proceder con la última tecnología que será analizada en este estudio, quería compartir el siguiente gráfico:

Figura 10. Crecimiento del Número de Datos Generados a Nivel Global:



Fuente: Statista (2019). *Digital Economy Compass*.

Este gráfico muestra una proyección hasta 2035 de la cantidad de datos que generaremos a nivel global. Podemos ver un claro crecimiento exponencial, siendo la cantidad prevista de datos generados en 2035 alrededor de un 4500% mayor a la de 2020. Este increíble crecimiento en la cantidad de datos que generaremos no hace más que demostrar de nuevo la gran importancia de las técnicas de Big Data para la gestión, el tratamiento y el análisis de toda esta valiosísima información.

Blockchain

La tecnología Blockchain nos permite crear un registro completamente público e inmodificable (a no ser que se cuente con los permisos pertinentes, aunque incluso de esta manera es casi imposible por el diseño de la tecnología) de activos y transacciones. Aunque esta tecnología se ha popularizado a través del mundo de las criptomonedas, las redes Blockchain pueden usarse para registrar todo tipo de activos. Desde activos

tangibles como casas, automóviles o propiedades hasta activos intangibles como patentes, derechos de autor o criptomonedas (IBM, 2023). Esencialmente Blockchain es una base de datos compuesta de registros digitales en la que toda la información está codificada mediante procesos de criptografía, lo que hace que esta tecnología sea tan segura (Rozo-García, 2020).

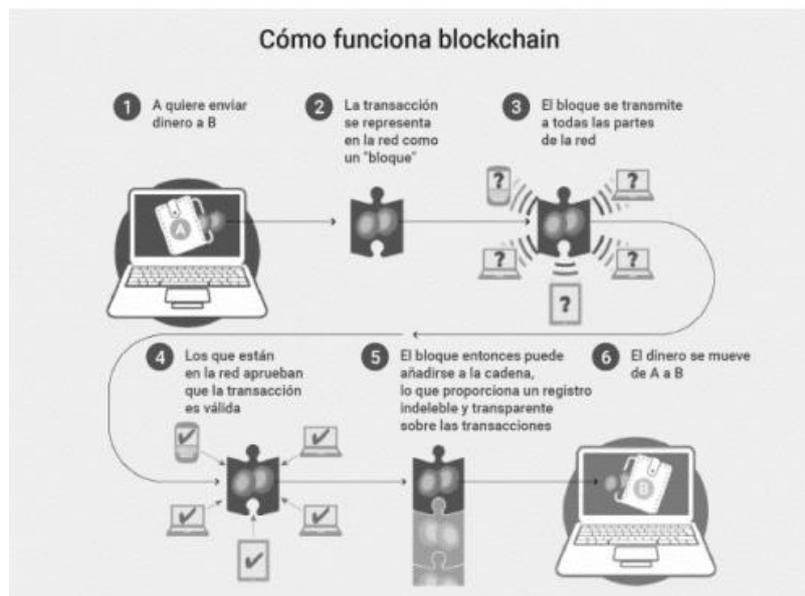
La tecnología Blockchain recibe este nombre porque esencialmente es, como su nombre bien indica, una cadena de bloques de información. Cada vez que se lleva a cabo una transacción se registra dentro de un bloque que ha sido generado por un ordenador que ha resuelto un problema criptográfico de gran complejidad que trae consigo muchas iteraciones de prueba y error (este método para generar bloques, llamado Proof Of Work, no es el único existente pero sí el más utilizado). De aquí nacen los conocidos mineros, que son personas que hacen uso de ordenadores con gran capacidad de cómputo para resolver estos problemas. Cada vez que hacen esto generan un nuevo bloque por el que son recompensados (Zozaya et al., 2017) (i.e. en el sistema Bitcoin se les recompensa con un porcentaje de la moneda).

Para poder estudiar algo más en profundidad esta tecnología me centraré en la descripción de sus características más relevantes, definidas por Rozo-García (2020):

- **Tecnología distribuida:** Esta es una cadena de bloques que se duplica completamente en todos los ordenadores de la red. Esto lo que implica es que ninguna persona o institución tiene el control de la información que albergan estos bloques. La modificación de cualquiera de los mismos solo podría darse en el caso en el que todos los agentes de la red estén de acuerdo.
- **La criptografía:** Toda la información contenida en los bloques esta codificada, en ese caso para poder registrar nueva información es necesario poseer las claves privadas correspondientes a dicho bloque, si no será imposible registrar o editar nada.
- **Claves:** Todos los bloques contienen su información correspondiente y dos claves llamadas códigos o apuntadores hash. Una de las claves relaciona el bloque en el que nos encontramos con el anterior y la otra lo relaciona con el siguiente formando de esta manera la cadena de bloques de la que hablaba anteriormente.

- **Transparencia:** Como he mencionado anteriormente los registros que se llevan a cabo en Blockchain son completamente públicos, es decir, cualquier persona que quiera monitorear una red Blockchain podrá hacerlo (aunque no tenga permiso para editar o acceder a ningún bloque).
- **Cronología:** Todo registro posee una marca temporal que determina el momento de almacenamiento o edición de la información contenidas en el bloque.

Figura 11. Ejemplo del Funcionamiento de Blockchain (Bitcoin):



Fuente: M. Crosby et al (2016). *BlockChain Technology: Beyond Bitcoin*

En la anterior imagen, se puede ver de forma clara el funcionamiento de una red Blockchain (en este caso una enfocada en Bitcoin y el método de registro de transacciones). Podemos ver como en primer lugar la información se almacena en un bloque (previamente generado por algún minero). A continuación, el bloque se transmitirá a toda la red y todos los agentes de la red validarán la operación (este es uno de los motivos por los que Blockchain es tan seguro, se podría decir que siempre hay ojos viendo todo lo que ocurre). Finalmente, una vez el bloque ha sido validado por la red pasará a formar parte de la cadena de Blockchain y la transacción se llevará a cabo.

Como se puede apreciar este es un proceso largo y complejo que requiere de un gran poder computacional para poder repetirse una y otra vez. Esta complejidad trae consigo un consumo energético (de los potentes ordenadores necesarios para crear bloques) bastante elevado, hasta el punto de que el consumo necesario para mantener una gran

red de Blockchain, como la de Bitcoin, por ejemplo, requeriría un consumo energético comparable al de países enteros (Vries, 2019).

Conclusión

A través de estas definiciones, podemos profundizar un poco en nuestra comprensión sobre algunas de las tecnologías fundamentales que están marcando la actual revolución industrial, comúnmente conocida como Industria 4.0. Es especialmente importante no solo apreciar la importancia de cada una de estas tecnologías a nivel individual, sino que también debemos reconocer las sinergias existentes entre ellas. En otras palabras, estas tecnologías operan de manera conjunta para impulsar el desarrollo a nivel tecnológico. La inteligencia artificial, por ejemplo, no alcanzaría su máximo potencial sin el apoyo de las técnicas de Big Data, al igual que las tecnologías de IoT las cuales se benefician enormemente de los desarrollos en las tecnologías de banda ancha. Con estos ejemplos pretendo ilustrar como estas tecnologías colaboran de manera interdependiente. Es imperativo entender que no deben ser percibidas como herramientas aisladas con funciones específicas, sino más bien como elementos interconectados que, cuando se utilizan de manera integral, garantizan un desarrollo tecnológico completo a gran escala y en todos los niveles.

Desarrollo Económico, Sostenible y Social

A continuación, pasaré a hacer un análisis de la relación existente entre el desarrollo económico, sostenible y social y los avances tecnológicos de esta nueva revolución industrial. Para ello me basaré en diferentes estudios y artículos relacionados con estos temas, comenzando por la dimensión económica y siguiendo con la sostenible y social que estará centrada en como la tecnología puede ayudarnos a alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible planteados en 2015.

Desarrollo económico:

Es indiscutible que la tecnología ha emergido como un gran catalizador para la economía en su conjunto. Jugando un papel fundamental en los ecosistemas empresariales y las dinámicas económicas de todo el mundo. A lo largo de las últimas décadas, las innovaciones tecnológicas han transformado radicalmente la manera en la que producimos, consumimos, trabajamos o nos relacionamos (cosa que hemos podido

empezar a entender con el repaso de las nuevas tecnologías de la Industria 4.0). Esta transformación ha sido un potente motor para el desarrollo económico, lo que ha sido objeto de estudio para numerosos investigadores en los últimos años. Estos estudios, en su conjunto, establecen un claro efecto positivo de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) en el desempeño económico. Es más, se evidencia que el desempeño económico global en las últimas dos décadas (1997-2017), marcadas por la rápida propagación de la revolución de las TIC en naciones y empresas, experimentó un notable aumento en comparación con el período de dos décadas previas (1977-1997) (Vu et al., 2020).

Como es de esperar, el impacto de estas tecnologías no se ha visto reducido a sectores específicos, sino que se ha visto reflejado en todos, o casi todos, los aspectos de la actividad económica, desde la producción a la gestión y distribución de bienes y servicios. Debido a la amplitud de este impacto me centraré en el que considero uno de los aspectos clave de la influencia tecnológica; la productividad.

El aumento de la productividad proviene de una gran variedad de factores, pero el principal radica en el uso de más y mejores herramientas por parte de los productores, es decir, el uso de maquinaria, equipos y software más avanzados y eficientes. En la economía actual, las herramientas más eficientes y efectivas para aumentar la productividad son aquellas basadas en las TIC. Estas herramientas digitales van más allá de simplemente Internet, aunque este último impulsa el crecimiento. Incluyen hardware, aplicaciones de software y redes de telecomunicaciones, aunque están ganando mucha popularidad aquellas herramientas que combinan estos tres componentes, como puede ser el ejemplo de la fabricación asistida por computadora (CAM) (Miller et al., 2014). Las TIC también desempeñan un papel fundamental en la productividad ya que se consideran tecnologías de uso general (General Purpose Technologies, GPT). Estas tecnologías (GPT) se caracterizan por su aplicabilidad a una amplia gama de usos, por su gran margen para mejorar, experimentar y elaborar reduciendo el coste percibido por las empresas productoras y usuarias y, finalmente, por facilitar la invención y producción de nuevos procesos o productos dentro de las empresas productoras o usuarias de estas tecnologías (Cardona et al., 2013). Esta característica de las TIC enlaza muy bien con lo comentado anteriormente de las herramientas. Su amplia aplicabilidad, y la reducción de sus costes de uso y producción y su capacidad para potenciar la innovación, hace que las TIC sean una increíble forma para seguir desarrollando

herramientas que permitan incrementar aún más la productividad y eficiencia de cualquier economía.

Esta relación entre la productividad y las tecnologías no siempre ha sido tan clara. De hecho, en la década de los 70-80 se definió la conocida Paradoja de la productividad. Como dijo el nobel de economía Robert Solow en 1987: “la era de la informática puede verse reflejada en todas partes, menos en las estadísticas de productividad” (New York Review of Books, 1987). Esta paradoja, explicada en términos simples, es un fenómeno observado en el cual la introducción e inversión en nuevas TIC, no desembocan en un aumento de la productividad (Barros, 2023). Existen diferentes estudios que buscan explicar este fenómeno, pero varios de ellos, como la revisión de literatura realizada por Cardona et al. (2013), o el estudio publicado por Brynjolfsson et al. (2018), apuntan a que para que la tecnología tenga un impacto significativo en la productividad es necesaria la inversión en recursos complementarios como la formación del capital humano, nuevas estructuras organizacionales, nuevos modelos de negocio, etc. Es más, en otra revisión crítica de literatura que abarca más de 50 estudios del impacto de las tecnologías en la productividad se concluye que la paradoja de la productividad, tal y como fue planteada inicialmente ha sido refutada. Tanto a nivel de empresa como a nivel de nacional, una mayor inversión en TIC está asociada a un aumento de la productividad (Dedrick et al., 2003). Casi todos los estudios académicos publicados desde 1990 hasta 2014 han encontrado una relación positiva de los efectos de las TIC en la productividad. Estos efectos positivos han sido encontrados en estudios de diferentes sectores de la economía, desde el nivel de empresa, industria e incluso economías enteras (incluyendo industrias productoras de bienes como industrias de servicio) (Miller et al., 2014).

Por todo esto es de esperar que la inversión en capital TIC tiene un impacto mayor en la productividad que la inversión en capital no relacionado con las TIC, hasta el punto que, estudios realizados a principios de los 2000 demuestran que la inversión en capital TIC incrementa la productividad de tres a ocho veces más que la inversión en capital no relacionado con las TIC (Miller et al., 2014). Esto puede darse por 3 posibles motivos, el primero de ellos es que en economías en las que las innovaciones de capital TIC son algo relativamente nuevo, es fácil aprovecharse de las mismas para incrementar la eficiencia (introducir ordenadores en una supuesta economía menos desarrollada sería muy fácil hoy en día gracias a los avances tecnológicos y la reducción de costes). En

segundo lugar, el capital TIC no es simplemente útil para automatizar procesos, este tiene una amplia gama de usos que permiten a las organizaciones rediseñar por completo todos sus procesos. Y, en tercer lugar, la tecnología tiene lo que en economía se conoce como externalidades de red, lo que quiere decir que cuantos más usuarios tenga una tecnología más eficaz será la misma y más aumentará la productividad (Miller et al., 2014).

Como conclusión creo que es razonable afirmar que los avances tecnológicos juegan un importante papel en el aumento de la productividad de cualquier economía. Esta afirmación queda respaldada por la gran variedad de artículos publicados en los últimos años que establecen una relación positiva entre ambas variables (algunos de los cuales han sido utilizados en este apartado). Finalmente, quiero comentar algo que ha captado mi atención y que puede ser interesante de aquí en adelante. Considero que la Paradoja de la Productividad (que dicta que mayores niveles de inversión no tienen relación con el aumento de la productividad) puede estar muy presente en el panorama actual, caracterizado por tecnologías emergentes con gran potencial pero que a su vez cuentan con un grado de complejidad muy elevado. Considero que sin una correcta formación del capital humano y una preparación de las estructuras organizacionales podemos estar de nuevo ante una desaceleración de la productividad. Este hecho está siendo estudiado en artículos como “Artificial Intelligence and the Modern Productivity Paradox” de Brynjolfsson et al. (2019) o “Beyond the modern productivity paradox: The effect of robotics technology on firm-level total factor productivity in China” de Zhang et al. (2024). Esto será particularmente interesante más adelante en este trabajo a la hora de plantear posibles políticas de digitalización.

Desarrollo sostenible y social:

Con lo visto hasta el momento podemos entender que la tecnología está avanzando a pasos agigantados. Pero a su vez existen un gran número de desafíos a nivel global que están cobrando gran importancia, como son los desafíos ambientales y sociales. En este contexto, el desarrollo tecnológico y sostenible se ha convertido en un tema clave a nivel global ya que en esta nueva revolución industrial (y las tecnologías que esta trae consigo) han transformado la forma en la que potenciamos este desarrollo sostenible.

Para hacer un análisis de como la tecnología puede potenciar el desarrollo sostenible me apoyaré en el impulso que dan estas herramientas para la obtención de algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Pero antes de pasar con ese análisis, ¿Qué son los Objetivos de Desarrollo Sostenible?

Los Objetivos de desarrollo Sostenible, más comúnmente llamados ODS, son 17 metas establecidas en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Estos representan un compromiso global adoptado por líderes mundiales de diferentes países en septiembre de 2015 durante una histórica cumbre de las Naciones Unidas. Los 17 objetivos entraron en vigor al comienzo de 2016 y estos marcan una evolución importante desde los Objetivos de Desarrollo del Milenio (conocidos como ODM) ya que no solo abordan la erradicación de la pobreza, sino que también la desigualdad, el cambio climático y otros desafíos relacionados. El objetivo principal de los ODS es que, en los próximos 15 años, los países que forman parte del tratado intensifiquen sus medidas de manera colaborativa para poner fin a la pobreza en todas sus manifestaciones, al tiempo que se promueven la prosperidad y sostenibilidad medioambiental sin dejar atrás a nadie en el proceso. (Naciones Unidas, 2023)

Figura 12. Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible:



Fuente: Naciones Unidas (2024).

En la imagen anterior se pueden ver de manera detallada cuales son los 17 objetivos planteados. Como podemos ver son muy variados, ya que como explicaba

anteriormente, estos fueron diseñados para abordar una amplia gama de desafíos que enfrenta la humanidad.

Ahora, centrándonos en el contexto de este trabajo, se podría argumentar que la tecnología ayuda a impulsar todos y cada uno de los objetivos. Pero en este caso me centraré en los que yo creo que el impacto de la tecnología es mayor y permite una potenciación clara del objetivo (Toda la información y datos relacionados con los ODS que se presentan a continuación han sido obtenidos de la propia página de la ONU).

ODS Número 2, Hambre Cero: Este objetivo surge como respuesta a la alarmante tendencia al alza en el hambre mundial, que desde 2015 ha visto aumentar el número de afectados en 60 millones, alcanzando a 690 millones de personas o aproximadamente el 9% de la población global. La situación se agrava por los conflictos geopolíticos, inestabilidad económica, cambio climático y la pandemia de COVID-19, que podrían duplicar los casos de hambre severa. La Agenda 2030 de la ONU busca enfrentar estos retos con metas como duplicar la productividad agrícola para mejorar la producción de alimentos y los ingresos de los productores, en un esfuerzo por combatir el hambre de manera efectiva y sostenible hacia 2030.

Aquí es donde la tecnología desempeña un papel fundamental. Según un informe publicado por el Banco Mundial, la adopción de tecnologías y prácticas innovadoras es el principal factor para impulsar la productividad agrícola y potenciar los ingresos de los productores (Indira Chand, 2019). La automatización de procesos, mediante el uso de maquinaria avanzada y sistemas autónomos, ejemplifica cómo la tecnología puede optimizar las tareas, potenciando así la eficiencia. Además, los avances en la conectividad global, gracias a internet y las tecnologías de banda ancha, brindan a quienes se dedican al sector agrícola acceso a información sobre técnicas de producción más avanzadas y eficientes. Como mencionó el expresidente de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), José Graziano da Silva, "Las tecnologías de la información y comunicación tienen un enorme potencial para respaldar el desarrollo rural, aumentar la resiliencia de las familias rurales, mejorar el acceso de los agricultores a los mercados y otros servicios, y empoderar a mujeres y jóvenes. Las TIC contribuirán a garantizar que la población rural no quede rezagada" (ITU, 2017).

ODS Número 3, Salud y Bienestar: La promoción de una vida saludable y el bienestar a todas las edades son fundamentales para el desarrollo sostenible. La pandemia de COVID-19, que causó extenso sufrimiento y desestabilización económica global, ha resaltado aún más la importancia de estos objetivos. Aunque se lograron avances significativos en salud antes de la pandemia, como la reducción de la mortalidad infantil y el tratamiento del VIH, la crisis sanitaria reveló la necesidad crítica de estar preparados para emergencias de salud. La tecnología juega un papel crucial en este contexto, facilitando la respuesta a amenazas globales y problemas específicos de salud.

Algunos ejemplos de cómo la tecnología podría potenciar la obtención de este ODS, serían los servicios de telemedicina que permitirían una conexión inmediata entre paciente y profesional, lo cual ha sido potenciado enormemente gracias a los avances en las tecnologías de banda ancha (ITU, 2021). Por otro lado, los avances en las tecnologías de IA pueden ayudar enormemente a reducir el error humano y mejorar el diagnóstico basado en imágenes (gracias también a los avances en las técnicas de Big Data). Esto queda demostrado gracias a la versión más avanzada de OpenAI (GPT-4), la cual fue capaz de pasar el examen para la obtención de licencia médica de los Estados Unidos un 90% de las veces. Además, este fue capaz de diagnosticar una enfermedad entre 100.000, cosa que solo profesionales en el sector con años de experiencia serían capaces de hacer, añade el doctor y especialista en computación Isaac Kohane (Brueck, 2023). Por otro lado, según un artículo publicado por La Razón, la IA tiene la capacidad de reducir los gastos del desarrollo de nuevos fármacos y acelerar el proceso (Alcalde, 2023). Este aspecto resulta especialmente beneficioso para extender la cobertura de medicamentos en regiones donde el acceso a los mismos es limitado.

ODS Número 7, Energía Asequible y no Contaminante: El progreso hacia la obtención de este ODS muestra signos alentadores de que la energía se está volviendo más sostenible y accesible en todo el mundo. Se observa un claro impulso en el acceso a electricidad en países menos desarrollados, mejoras en la eficiencia energética y un rendimiento notable de las fuentes de energía renovables.

A pesar de estos avances, con la tasa de crecimiento actual, alrededor de 660 millones de personas permanecerán sin acceso a electricidad y alrededor de 2000 millones seguirán dependiendo de combustibles y tecnologías contaminantes para cocinar en 2030. Estos datos no hacen más que resaltar la importancia de intensificar los esfuerzos

y adoptar nuevos métodos innovadores para alcanzar los objetivos de energía sostenible de manera más rápida y eficiente.

Según el Foro Económico Mundial (2019), Las tecnologías emergentes, así como el compromiso de grandes corporaciones, ofrecen un gran potencial para impulsar la electrificación, especialmente en regiones que poseen un acceso limitado a redes eléctricas centralizadas como es el caso de muchos lugares en África. Un ejemplo destacado es el trabajo realizado por PowerGen, que ha implementado proyectos de electrificación en África basados en proporcionar energía limpia, de confianza y asequible.

En un contexto más amplio, las tecnologías de IA e IoT tienen el potencial de incrementar la eficiencia en el uso de electricidad. A través de esta combinación sería posible llevar a cabo un monitoreo inteligente del uso de la electricidad que permitiese optimizar el abastecimiento eléctrico en diferentes zonas, lo que potenciaría el uso responsable de esta energía, permitiendo al mismo tiempo abastecer zonas donde sea necesaria más electricidad (Herweijer, 2019). Además, estos avances tecnológicos también permitirían el desarrollo de ciudades inteligentes que siguiesen la misma idea, optimización del abastecimiento eléctrico para evitar derroches o electrificar el transporte lo que permitiría el desarrollo de economías y sociedades sostenibles (ITU, 2021).

ODS Número 12, Producción y Consumo Responsable: El desarrollo y correcto funcionamiento de la economía global está intrínsecamente ligado al consumo y la producción. Como es de esperar, esta conexión ha generado grandes impactos ambientales. A lo largo del último siglo, el avance económico ha venido acompañado de una importante degradación ambiental que amenaza nuestro futuro. Según la ONU, con el ritmo de producción y consumo actual y en el caso de que la población alcance los 9600 millones de personas para 2050, se necesitarían alrededor de 3 planetas para abastecer a todo el mundo algo que es realmente preocupante.

Este ODS tiene como objetivo una transformación del paradigma actual e impulsar prácticas de consumo y producción más sostenibles, como se menciona en la propia página de la ONU: “hacer más con menos”. Esta iniciativa busca precisamente desvincular el desarrollo económico de la degradación medioambiental.

En este contexto la forma en la que la tecnología puede ayudarnos para la consecución de este objetivo puede ser algo menos aparente que en los casos anteriores. En este caso, la forma en la que la tecnología puede ayudar es a través de su capacidad de facilitar o impulsar la economía circular. Pero ¿Qué es la economía circular? Según un artículo publicado por el Parlamento Europeo (2023), la economía circular es un modelo de producción y consumo que promueve la maximización del valor que pueden aportar los materiales y productos a lo largo de su ciclo de vida, mediante el uso de prácticas como alquilar, compartir, reutilizar, reciclar, reparar e incluso renovar. Esencialmente, es un modelo que busca extender la vida útil de los productos reduciendo de esta manera los residuos generados.

La potenciación de la economía circular presenta claros y grandes beneficios. De nuevo, según el Parlamento Europeo (2023), estos se dividen en: la protección del medioambiente, la reducción de la dependencia de materias primas y la creación de empleo y ahorro.

En el contexto actual, caracterizado por una preocupación creciente por el medioambiente y gran volatilidad de los precios (dados los diferentes conflictos geopolíticos), la potenciación de la economía circular parece presentar una gran oportunidad. Aquí es donde la tecnología y la digitalización pueden jugar un importante papel. En sistemas de economía circular con ciclos interrelacionados (productos, materiales y recursos que son reutilizados) y donde se generan grandes cantidades de datos, las nuevas tecnologías proporcionan nuevas herramientas para acceder a este tipo de información. La digitalización facilita la toma de decisiones en todas las fases del ciclo de vida de los productos, desde la producción hasta la gestión de materiales de desecho y la logística. La coordinación de estos flujos de información y materiales son esenciales para que la economía circular funcione, y la digitalización facilita la recogida y retención de información sobre la cantidad y/o calidad de los productos, así como sus contenidos en materias primas (gracias a tecnologías como el IoT o la tecnología RFID) (Antikainen et al., 2018).

En conclusión, estas son algunas de las que considero principales formas en las que la tecnología y la digitalización pueden ayudarnos a potenciar la consecución de los ODS. Como mencionaba al principio, se puede argumentar que la tecnología ayuda a potenciar todos y cada uno de ellos, sin ir más lejos, podemos decir que la capacidad de

la tecnología para impulsar la economía circular nos ayudaría a potenciar el ODS número 13 (acción por el clima) o el 15 incluso (vida de ecosistemas terrestres) o que las nuevas tecnologías de IoT e inteligencia artificial promueven el desarrollo de ciudades inteligentes que potencian el ODS número 11 (ciudades y comunidades sostenibles). Con estos ejemplos, pretendo demostrar que el impacto de la tecnología en el desarrollo sostenible y social trasciende a lo expuesto hasta ahora. Por lo tanto, podemos afirmar que esta posee un gran potencial para contribuir significativamente al desarrollo social y sostenible. Pero esto no quiere decir que existan una serie de retos que debemos enfrentar. En un artículo publicado por la ONU (2023) se definen algunos de los retos que presenta la tecnología en este contexto:

1. El futuro del trabajo: Si bien es cierto que la adopción de nuevas tecnologías puede generar una gran cantidad de puestos de trabajo, al mismo tiempo, existen preocupaciones sobre el impacto negativo en el empleo existente. Informes de grupos como McKinsey señalan que hasta 800 millones de personas podrían perder sus empleos debido a la automatización para el año 2030. Estas cifras generan gran inquietud entre los empleados, ya que las encuestas revelan que la mayoría teme no contar con la formación o las habilidades necesarias para acceder a trabajos bien remunerados en un mercado laboral cada vez más digitalizado. Así, la dualidad de la tecnología como creadora y destructora de empleo plantea desafíos significativos para la fuerza laboral global, destacando la urgencia de abordar la brecha de habilidades y garantizar una transición justa hacia la era digital.
2. El futuro de los datos: La enorme cantidad de datos que se generan diariamente tienen el potencial de ser empleados para grandes propósitos, como el diagnóstico de problemas de salud o medioambiente, la gestión agrícola, etc. Además, estos datos pueden ser utilizados para la defensa y ejercicio de los derechos humanos. No obstante, existe de nuevo una dualidad en el uso de estos datos, ya que también pueden ser empleados para infringir dichos derechos, a través del control de movimientos, compras, conversaciones y comportamientos. Gobiernos y empresas cuentan con herramientas cada vez más sofisticadas para extraer y explotar datos con todo tipo de objetivos. La tecnología basada en datos tiene el potencial de empoderar a los individuos, mejorar el bienestar

humano y respaldar los derechos universales, siempre y cuando se establezcan medidas adecuadas de protección y regulación.

3. El futuro de los medios sociales: Casi la mitad de la población mundial se encuentra conectada a través de las redes sociales, una herramienta que brinda a las personas la capacidad de expresar sus opiniones y comunicarse instantáneamente con individuos alrededor de todo el mundo. Aunque esta conexión global es de gran valor, también existe el riesgo de que refuerce prejuicios y siembre discordia al dar una plataforma que pueda ser utilizada para la incitación al odio y la difusión de desinformación, amplificando así las cámaras de eco (en este contexto las cámaras de eco o resonancia se conocen como la tendencia de los individuos a reafirmar o confirmar sus ideales según información vista en redes (Fide, 2019)).

Por estos motivos es imperativa una correcta gestión de estas plataformas para fomentar su uso constructivo y mitigar los riesgos asociados a la polarización y desinformación.

Estos ejemplos resaltan algunos de los desafíos cruciales que debemos abordar en el actual panorama. En mi opinión, encapsulan de manera efectiva la dualidad que presentan la tecnología y la digitalización. Ilustran cómo los avances tecnológicos tienen el potencial para crear y destruir. Generan nuevos empleos mientras simultáneamente eliminan roles laborales existentes. También evidencian cómo las nuevas tecnologías pueden ser aprovechadas para difundir odio y desinformación. En resumen, la tecnología y la digitalización poseen el poder de impulsar avances no solo desde una perspectiva económica, sino también desde un punto de vista social y sostenible. No obstante, es imperativo tener presente estos desafíos para garantizar que el progreso tecnológico sea equitativo y no contribuya a la desigualdad y la injusticia.

Estudios anteriores

Antes de formular las hipótesis, me gustaría revisar brevemente dos estudios relevantes sobre la economía digital en la Unión Europea. En el primero de ellos, un estudio de Milošević et al. (2018), se evalúa el desarrollo digital de los países de la UE en función de diversas variables. Este estudio encontró que las variables no comerciales, como el acceso a internet y las tecnologías digitales, tienen un impacto más significativo en el

desarrollo digital de un país cualquiera (dentro de los países analizados de la UE) que las variables orientadas a la digitalización del flujo financiero.

Tabla 13. Variables y Pesos:

VarID	Variable	CIDI weight
E5	Computer Internet Connections used by the Employees in Enterprises	9.32%
P4	Use of Cloud Services by Individuals	8.84%
E6	Mobile Internet Connections used by the Employees in Enterprises	8.64%
P1	Level of Internet Access in Households	8.43%
P3	Mobile Internet Access by Individuals	8.16%
P2	Internet Use by Individuals	8.08%
P5	Internet Purchases by Individuals	8.06%
F1	E-commerce Purchases of Enterprises	7.82%
E7	Enterprises that have a Website	7.79%
E3	Internet Advertising of Enterprises	7.38%
E2	E-commerce Sales of Enterprises	6.98%
E8	Enterprises that Employ ICT Specialists	5.50%
E4	Value of E-Commerce Sales of Enterprises	4.99%

Fuente: Milošević et al. (2018). *Digital economy in Europe: Evaluation of countries' performances*

En esta tabla podemos ver de forma clara las variables analizadas en este estudio. En la columna de la derecha podemos observar el peso de dichas variables. Este peso hace referencia a la relevancia de dicha variable en la economía digital de los países europeos estudiados. Como podemos observar, variables como las conexiones por computadora a internet de empleados y organizaciones (9,32%) o el nivel de acceso a internet por household (8,43%) tienen un mayor impacto en el desarrollo de la economía digital que variables como el valor de las ventas E-commerce de las organizaciones (4,99%). Cabe destacar que los resultados obtenidos en este estudio son consistentes con aquellos mostrados en el informe DESI, con algunas mínimas diferencias (siendo Holanda el tercer país del ranking de economía digital y Dinamarca el primero).

En segundo lugar, quería destacar las conclusiones obtenidas en otro estudio centrado en el análisis del DESI. En este estudio, realizado por Stavytskyy et al. (2019) se plantean 3 hipótesis diferentes y los resultados obtenidos son los siguientes:

1. Primera hipótesis: Un nivel mayor de desarrollo económico traerá consigo un aumento mayor de la digitalización del país (el concepto de digitalización se define dentro del propio artículo no solo como una revolución de cómo nos relacionamos, sino que esta se presenta como una revolución generalizada que también revoluciona el paradigma empresarial). Esta primera hipótesis es confirmada por 4 de 5 modelos usados en este estudio. Por lo que podemos

asumir que sociedades más prósperas consiguen unos servicios digitales más avanzados.

2. Segunda hipótesis: Mayores niveles de desempleo incentivan la digitalización. Esta hipótesis también queda probada por 4 de los 5 modelos utilizados en el estudio. Esto quiere decir que los países europeos con mayores tasas de desempleo tienen mayor potencial de crecimiento en ranking DESI. Quiero profundizar un poco más en esta hipótesis ya que considero que puede ser un poco menos aparente. Lo que este estudio demostró es que la lucha contra el desempleo (dando trabajo al capital humano desempleado en el sector digital) ayuda al desarrollo digital (mejorando el posicionamiento del país en el DESI) a la par que disminuye la tasa de desempleo.
3. Tercera hipótesis: El nivel de desarrollo digital de un país queda determinado principalmente por su desarrollo pasado, por lo que es imposible obtener un nivel de desarrollo digital de forma rápida. De nuevo el estudio confirma esta tercera hipótesis. De hecho, se afirma en el mismo que un 97.7% de los valores actuales que presentan los países en el DESI se ven explicados por su valor previo.

Con estos dos estudios podemos entender ciertas características clave de la economía digital de los países europeos, lo que es de gran relevancia en el contexto de este trabajo. Además, podremos sacar algunos de los resultados de estos estudios para plantear las hipótesis que luego comenzaremos a intentar demostrar.

Planteamiento de hipótesis

Con todo lo que con lo visto hasta el momento creo que podemos entender la relevancia que ha adquirido la tecnología para las economías de todo el mundo. De ahora en adelante me centraré en el análisis más específico de la economía digital de Holanda para ver que podemos ver reflejado de todo lo comentado hasta el momento.

Como primera y principal hipótesis de este estudio pretendo estudiar si existe una relación positiva y estadísticamente relevante entre la digitalización de Holanda y su crecimiento económico. Los estudios analizados hasta el momento parecen apuntar a la veracidad de esta hipótesis, pero hasta que no la probemos empíricamente realmente no

se puede afirmar nada. Para probar o desmentir esta afirmación llevaré a cabo una regresión enlazando estas dos variables.

A la par que intento probar o desmentir la primera hipótesis (que es, obviamente, la más interesante de este análisis) buscaré probar otra serie de hipótesis más “simples” pero también muy interesantes. Para ello me apoyaré en el análisis descriptivo que realizaré en el próximo apartado de este estudio. Entre estas hipótesis encontramos:

En primer lugar, creo que es de esperar que encontremos que las variables que miden el acceso de la población a internet y herramientas digitales hayan aumentado a lo largo de los años y que, en este caso, al tratarse de uno de los países del mundo con mejor economía digital encontremos unos niveles altos de estas variables. Aquí incluimos variables como la penetración de la banda ancha, la evolución de los precios de esta misma, etc.

En segundo lugar, creo que es de esperar que un país como Holanda haya sido capaz de proporcionar conexión a internet y/o herramientas digitales a un porcentaje muy elevado de la población, independientemente de si se trata de población rural o urbana. Además, considero que encontraremos que apenas existen diferencias por factores como el género en el acceso a estas herramientas. Lo que es un factor clave para el correcto desarrollo social y equitativo de país.

Como tercer lugar, creo que es de esperar que la capacidad de adopción de nuevas tecnologías por parte de las empresas holandesas sea rápida.

BLOQUE 3: ANÁLISIS DE ESTADÍSTICOS

Análisis descriptivo de Holanda

De ahora en adelante comenzaré con el análisis descriptivo de Holanda. Recordemos que en este apartado buscaremos no solo hacer un análisis del estado actual de la economía digital en Holanda, sino que a su vez intentaremos detectar cuales son las fortalezas y posibles debilidades de este país. Esto será de gran utilidad para plantear posibles políticas que el país neerlandés puede seguir de cara al futuro.

Con el objetivo de identificar las fortalezas y debilidades, y considerando que Holanda destaca como uno de los líderes en cuanto a economía digital se refiere, es esencial elegir un país como punto de referencia para realizar comparaciones significativas cuando sea necesario y posible. Dado que la diferencia en el desarrollo digital entre Holanda y los principales países de la Unión Europea es relativamente baja (como podemos ver en el ranking DESI expuesto al comienzo del trabajo), he decidido descartar la comparación con países como Dinamarca, Finlandia o Suecia. Por ello y para llevar a cabo análisis efectivos y relevantes, he optado por seleccionar Corea del Sur como país de referencia. Varios estudios y clasificaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones sitúan a Corea del Sur en las primeras posiciones, en términos de economía digital a nivel mundial. Esta elección permitirá realizar un análisis más preciso de las posibles áreas de mejora y fortalezas en Holanda.

Finalmente quiero mencionar que este bloque estará dividido en 4 áreas de análisis diferentes. En primer lugar, hare un análisis de estadísticas relacionados con las telecomunicaciones. En segundo lugar, haré un análisis de las plataformas digitales. En tercer lugar, haré un análisis del uso de tecnologías en la población neerlandesa. En cuarto y último lugar, haré un análisis del uso de las tecnologías TIC en las empresas.

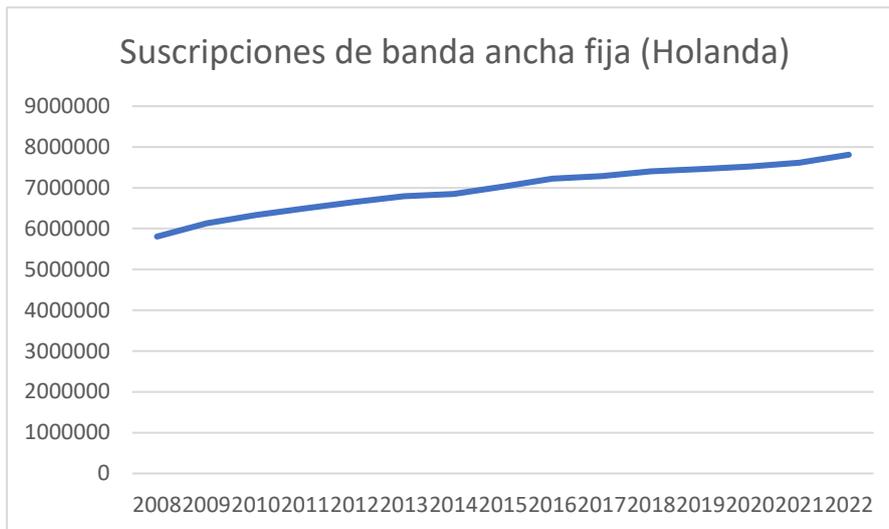
Análisis de estadísticas de telecomunicaciones

En esta sección me centrare en el análisis de estadísticas de telecomunicaciones relevantes. Como la penetración de redes de banda ancha, precios de la misma velocidad e incluso las compañías relevantes en sector.

Suscripciones de banda ancha fija

Esta variable hace referencia a las suscripciones fijas de acceso de alta velocidad a Internet público (una conexión TCP/IP), con velocidades de transmisión descendente iguales o superiores a 256 kbit/s. Esta cifra se mide independientemente del método de pago y excluye las suscripciones que acceden a comunicaciones de datos (incluido Internet) a través de redes móviles celulares. Comprende tanto suscripciones residenciales como suscripciones para organizaciones (The World Bank, 2023).

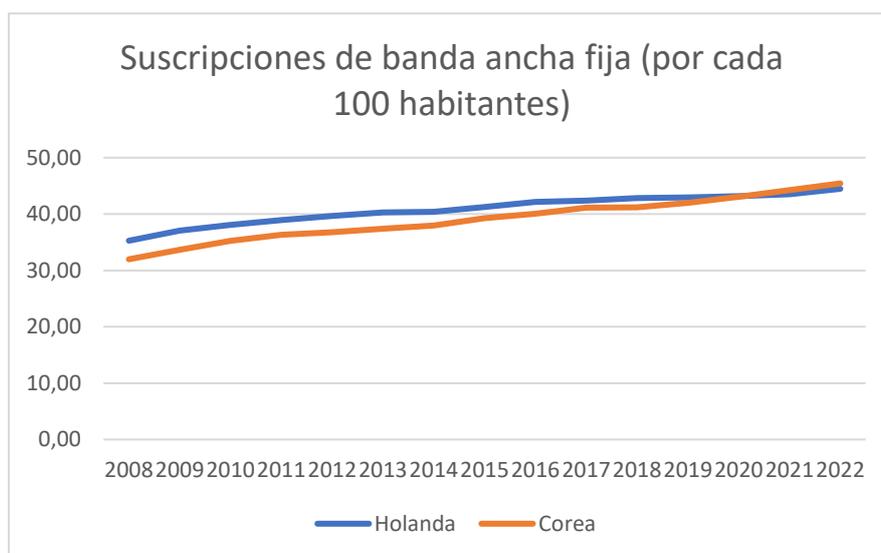
Figura 14. Suscripciones de Banda Ancha Fija:



Fuente: *Elaboración propia a través de datos de The World Bank y la Unión Internacional de Telecomunicaciones*

Este gráfico representa la evolución anual del número total de suscripciones de banda ancha en Holanda en los últimos 15 años (2008-2022). Se aprecia claramente una tendencia al alza, lo cual es consistente con la creciente importancia de la penetración de banda ancha (para asegurar la conexión a internet) en el impulso de la economía digital. Como podemos observar, el crecimiento es bastante gradual y no se ven picos significativos en ningún momento. Esto cuadra con una de las hipótesis planteadas y confirmadas en el estudio realizado por Stavytsky et al. en 2019. Recordemos que la tercera hipótesis mencionaba que, al depender el desarrollo de la economía digital de un país de su desarrollo pasado, es muy complicado crecer de forma rápida.

Figura 15. Suscripciones de Banda Ancha Fija (por cada 100 habitantes):



Fuente: Elaboración propia a través de datos de The World Bank y la Unión Internacional de Telecomunicaciones

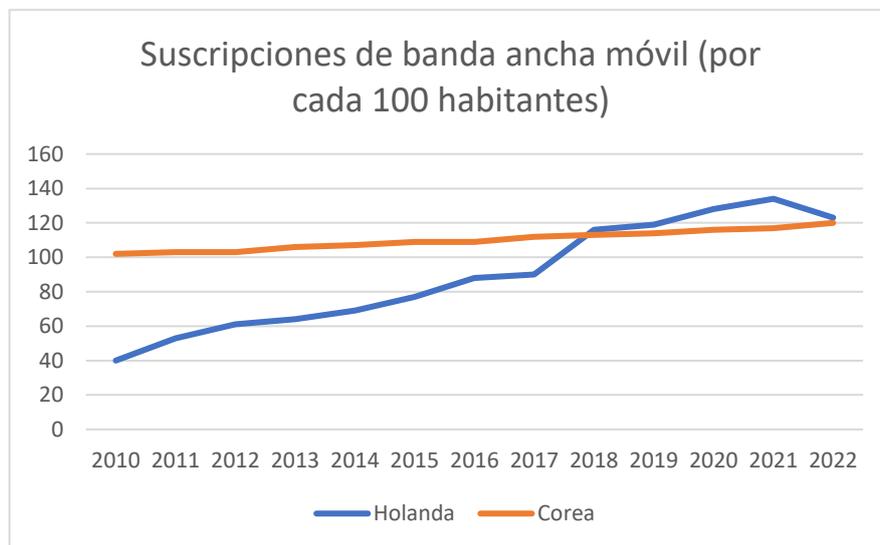
Por otra parte, este gráfico representa la comparativa entre Holanda y Corea del Sur para los mismos años. Este gráfico está representado con la misma variable, pero expresada a razón de cada 100 habitantes para que la comparación entre ambos países tenga sentido. Como podemos observar, Holanda partía de un nivel superior en 2008, con 35,27 habitantes con suscripción a banda ancha fija por cada 100, mientras que Corea, en el mismo punto, contaba con 31,97 habitantes por cada 100. Sin embargo, observamos que el crecimiento del país asiático es más acentuado que el crecimiento de Holanda. Esta diferencia de crecimientos desemboca en Corea superando a Holanda en 2021 con un total de 44,27 habitantes por 100 frente a los 43,51 por cada 100 que presentaba Holanda en la misma Fecha. Si hacemos el cálculo observamos que el crecimiento anual medio holandés (durante este periodo de 15 años) es de 1,68% mientras que el coreano es de 2,55%. A priori esta diferencia parece no ser muy significativa, pero si hacemos otro calculo, observamos que el crecimiento de Holanda de 2008 a 2022 es del 26,09% (pasando de 35,27 en 2008 a 44,47 en 2022) mientras que el crecimiento de Corea entre estos dos años es del 42,07% (pasando de 31,97 en 2008 a 45,43 en 2022). Esto no quiere decir que Holanda no haya hecho un buen trabajo en cuanto a penetración de banda ancha fija se refiere (de hecho estamos hablando de niveles muy elevados que cubren casi toda la población, ya que en cada hogar vive, de media, más de una persona), simplemente nos quiere decir que aún hay margen de

mejora y que este crecimiento es posible dado que ambos países partían de puntos similares.

Suscripciones a banda ancha móvil

La banda ancha móvil es una infraestructura clave que no solo posibilita la conectividad, sino también los dispositivos conectados. Para este análisis usaremos un indicador que mide la adopción de la tecnología de banda ancha móvil por parte de la población, expresada como el número de suscripciones por cada 100 habitantes a servicios de redes móviles que ofrecen velocidades de 256 Kbps o más (OCDE & ITU, 2022).

Figura 16. Suscripciones de Banda Ancha Móvil (por cada 100 habitantes):



Fuente: *Elaboración propia a través de datos de la OCDE y la Unión Internacional de Telecomunicaciones*

Gracias a este gráfico podemos ver una clara fortaleza del país holandés. Debido a la disponibilidad de los datos, en este caso estamos comparando un total de 12 años (2010-2022). Como podemos ver a lo largo de los años el país neerlandés presenta un crecimiento mucho más acentuado que el país asiático a pesar de empezar muy por debajo del mismo en 2010, cuando Corea presentaba un total de 102 suscripciones por cada 100 habitantes mientras que Holanda presentaba 40 suscripciones por cada 100 (Recordar que el hecho de que el número de suscripciones sea mayor de 100 nos quiere decir que existen un mayor número de dispositivos conectados a las redes de banda ancha móvil que habitantes). Si realizamos los mismos cálculos que anteriormente,

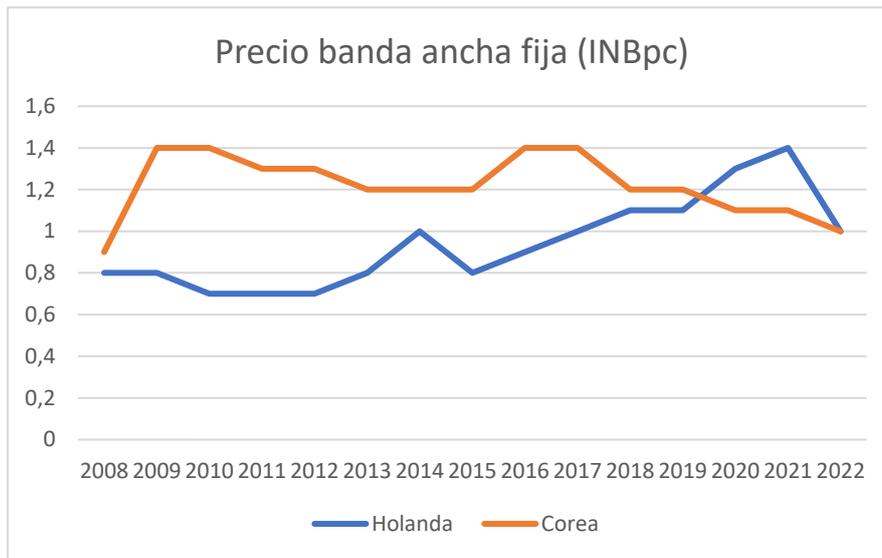
observamos que el crecimiento anual medio de Holanda es del 10,33% mientras que el de Corea es de 1,37% lo cual representa una diferencia enorme (esto realmente no quiere decir que el desarrollo de Corea haya sido malo, quiere decir que este país partía de un mercado con un nivel de madurez mayor. La fortaleza que muestra Holanda es su gran capacidad de crecimiento, hasta el punto de superar a un país ya establecido en este sector). Por esto mismo podemos determinar esta área como una gran fortaleza del país neerlandés y más si tenemos en cuenta la aparición de las redes móviles ultrarrápidas 5G. Como he comentado antes en este trabajo esta es una tecnología que ofrece unas velocidades muy altas con unos tiempos de latencia muy bajos. Además, según el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital de España (s.f.) esta es una tecnología que ofrece un potencial enorme convirtiéndola en un elemento clave para la transformación digital de cualquier país.

Si Holanda aprovecha su estrategia de despliegue de tecnologías de banda ancha móvil (que por lo que acabamos de ver parece ser muy efectiva) para potenciar la instalación y uso del 5G pueden lograr un gran impulso en cuanto su economía digital se refiere.

Precio de la cesta Banda ancha fija

La cesta de banda ancha fija se refiere al plan más barato que ofrece al menos 5GB de datos de alta velocidad mensuales ($\geq 256\text{Kbit/s}$) del operador con la mayor cuota de mercado en la economía analizada (ITU, 2022).

Figura 17. Precio de Banda Ancha Fija:



Fuente: *Elaboración propia a través de datos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (Figura 4)*

Este gráfico representa la evolución de los precios de la banda ancha fija (con las características descritas anteriormente) a lo largo de 15 años (2008-2022). Esta variable está expresada a razón del Ingreso Nacional Bruto per capita (INBpc) para que la comparación entre los precios de ambos países sea más precisa. Como podemos observar, aunque Holanda ha sido capaz de mantener precios más bajos durante un mayor periodo de tiempo (de 2008 hasta 2019), el país tiene una tendencia al alza mayor que la de Corea, con una tasa de crecimiento anual media del 2,69% frente al 1,83% del país coreano. Este crecimiento es particularmente notorio a partir de 2019 cuando Holanda supera a Corea en los precios de su banda ancha fija. Esto puede estar explicado por diferentes motivos, pero el que considero más probable es que el impacto de la pandemia provocada por el Covid-19 haya sido más pesado en Holanda (es bien sabido que la reacción del país coreano fue de las más rápidas y efectivas a nivel global). Como es bien sabido, durante la pandemia y debido a las restricciones de movilidad el uso de las herramientas digitales creció considerablemente por lo que la demanda de banda ancha creció también considerablemente, lo que podría explicar este aumento en los precios. A pesar de tener este crecimiento superior al de Corea, entre 2021 y 2022 vemos que los precios en el país neerlandés decrecieron en un 28,57% (pasando de 1.4 a 1), esto puede ser un indicador de una tendencia a la bajada, pero aún es pronto para asumir nada. Este podría ser un buen momento para adoptar políticas con

el objetivo de disminuir precios o mantenerlos estables al nivel de 2022 para hacer de esta tecnología algo más accesible para todo el público.

Velocidad de la banda ancha

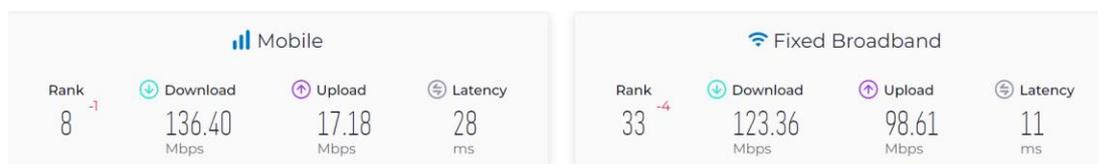
Para analizar esta variable me apoyaré en un ranking desarrollado por una página web llamada Ookla Speedtest que permite ver la velocidad de banda ancha fija y móvil que ofrece cada país. Para desarrollar este ranking la página se apoya en la velocidad de subida y descarga de datos (medidas en megabits por segundo) y los tiempos de latencia (que son los tiempos de espera).

Figura 18. Velocidad Banda Ancha Móvil y Fija (Holanda):



Fuente: Ookla Speedtest Global Index (November 2023)

Figura 19. Velocidad Banda Ancha Móvil y Fija (Corea):



Fuente: Ookla Speedtest Global Index (November 2023)

Gracias a estos datos podemos observar que en relación con las velocidades de banda ancha móvil no existe gran diferencia entre ambos países (obteniendo ambos un ranking muy similar). Por otra parte, observamos que, en relación a las velocidades de banda ancha fija, Holanda ocupa un mejor puesto en el ranking con una velocidad de descarga muy superior a la coreana (57,94 mbps mayor) aunque cuenta con una velocidad de subida algo menor (31,45 mbps menor). Con estos datos podemos inferir que la población del país neerlandés cuenta, en general, con unas velocidades superiores a las de Corea. Más allá de la comparación con este benchmark (Corea), Holanda ocupa posiciones muy elevadas en ambos rankings (el ranking de velocidad de banda ancha móvil cuenta con 145 países mientras que el de velocidad de banda ancha fija cuenta

con 181), por esto mismo creo que se puede afirmar que la velocidad de banda ancha, tanto fija como móvil, es otra de las fortalezas del país europeo.

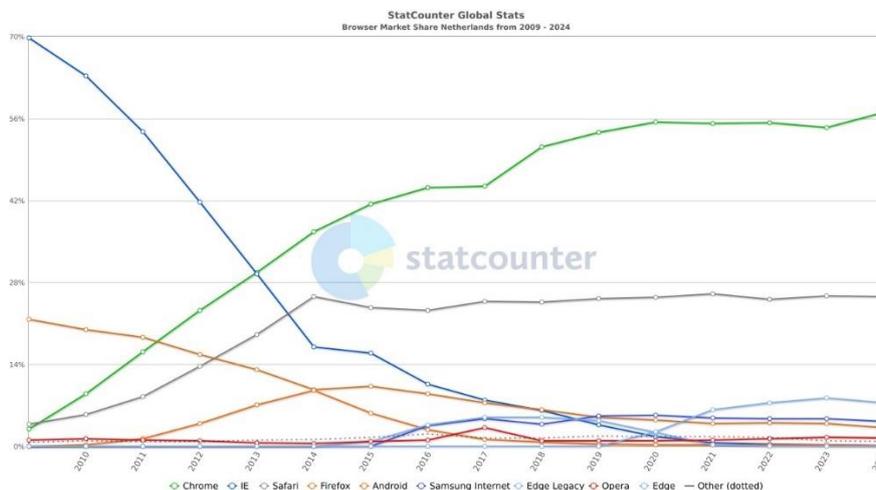
Análisis de plataformas digitales

De ahora en adelante realizaré un análisis de diferentes variables relacionadas con plataformas y dispositivos digitales. Con este análisis intentaré identificar posibles diferencias significativas entre ambos países. Algunas de las variables a analizar serán el mercado de los buscadores de internet, las estadísticas de las redes sociales el mercado de proveedores de dispositivos o el mercado de los sistemas operativos.

Mercado de buscadores

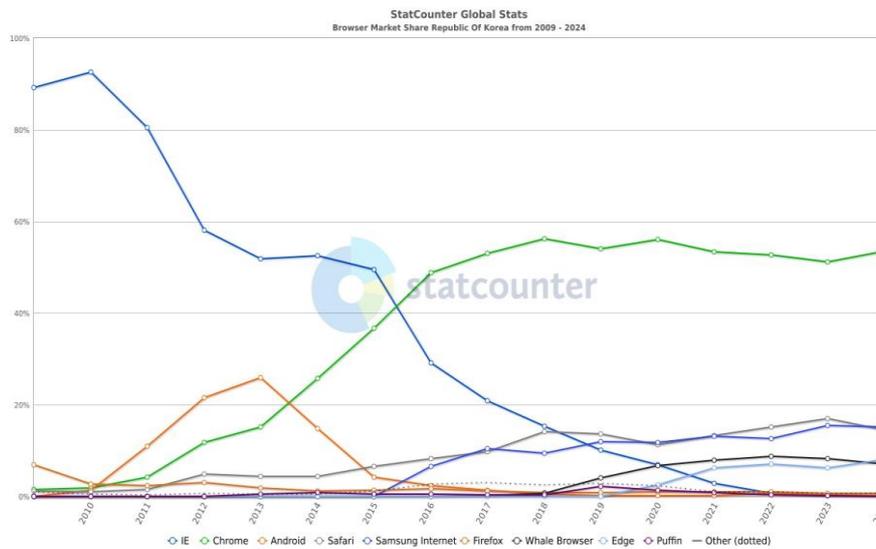
En esta primera sección haré un análisis de la evolución del mercado de los buscadores para tratar de identificar alguna diferencia significativa. Además, echaremos un vistazo a las cuotas de mercado con actualización en diciembre de 2023 para ver de manera más detalla cual es la situación actual.

Figura 20. Mercado de Buscadores (Holanda):



Fuente: Statcounter GlobalStats (2023)

Figura 21. Mercado de Buscadores (Corea):



Fuente: Statcounter GlobalStats (2023)

Como podemos ver en estos gráficos la evolución de ambos países a lo largo de los 16 años analizados (2009-2024) es muy similar. En un comienzo, en ambos países, el navegador más utilizado era Internet Explorer (IE) con un 69,82% de cuota de mercado en Holanda y un 89,26% en Corea (Statcounter GlobalStats, 2023). En los dos casos este navegador sufrió un importante decrecimiento en su porcentaje de uso siendo superado en las dos ocasiones por Google Chrome (en Holanda este último superó a Internet Explorer en 2013 mientras que en Corea este lo superó a mediados de 2015). Una diferencia que podemos observar entre ambos países es el uso de Safari como motor de búsqueda (línea gris en primer gráfico). Como se puede observar el uso de este navegador es mucho más común en Holanda (manteniéndose en 2014 como segundo competidor en cuanto cuota de mercado se refiere) que en el país asiático. Por el contrario, en Corea, exceptuando a Google Chrome el mercado está algo más concentrado.

Figura 22. Mercado de Buscadores (Holanda):



Fuente: Statcounter GlobalStats (2023)

Figura 23. Mercado de Buscadores (Corea):



Fuente: Statcounter GlobalStats (2023)

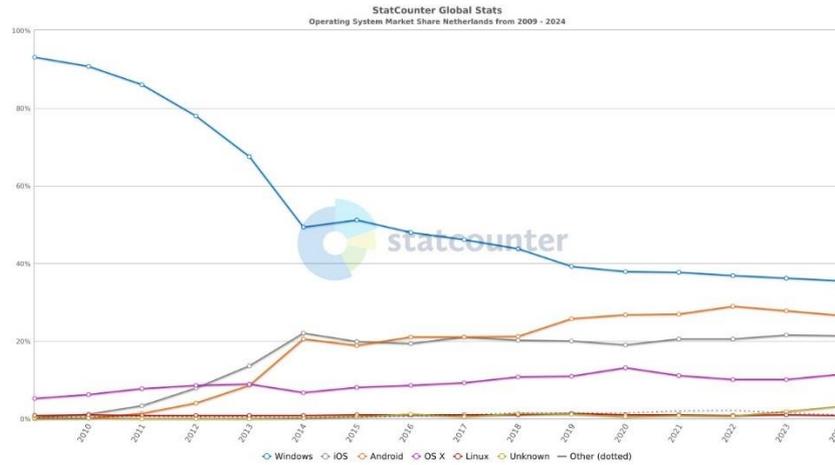
Con estas dos tablas podemos ver reflejado lo comentado anteriormente. En primer lugar, vemos como en ambos países, con gran diferencia, el navegador más utilizado es Google Chrome. En segundo lugar, observamos como en Holanda el segundo buscador más utilizado es Safari con una significativa diferencia con el tercero, Microsoft Edge. Por otro lado, en el país asiático hay una mayor concentración en los siguientes puestos, pero los resultados son muy similares. La diferencia entre los resultados es bastante obvia. En el país europeo el uso de los dispositivos de Apple (que son los que incorporan el navegador Safari) es mucho mayor, mientras que en sur Corea se utilizan los dispositivos Samsung en mayor medida (dado a que la empresa es originaria de este país). Además, ambas compañías son catalogadas como líderes en innovación en todo el mundo, según un ranking creado por BCG Apple ocupa el primer lugar mientras que Samsung ocupa el 7 (BCG, 2023).

Dicho esto, creo que el desarrollo de los mercados de ambos países es muy similar y que las diferencias no son tan grandes o relevantes como para haber tenido un impacto significativo en el desarrollo de la economía digital de ambos países.

Mercado de Sistemas operativos

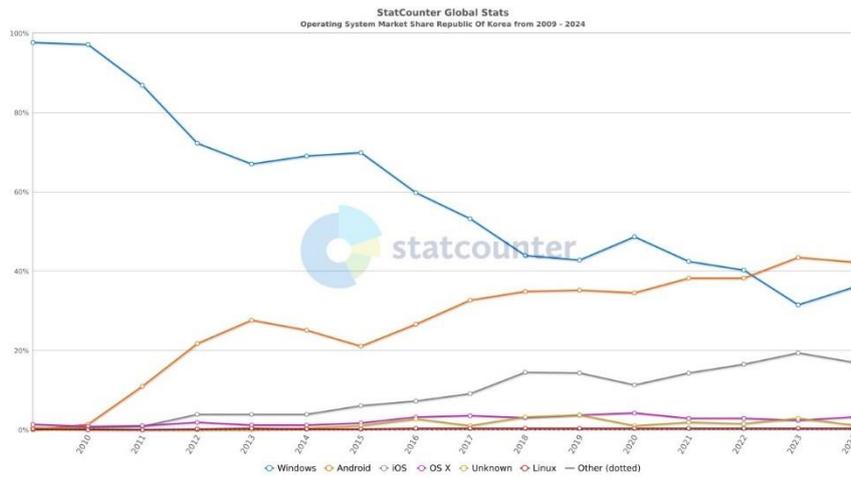
A continuación, realizaré un análisis similar al realizado en el primer lugar. En este caso me enfocaré en los sistemas operativos más utilizado a lo largo del tiempo y las cuotas de mercado actualmente.

Figura 24. Mercado de Sistemas Operativos (Holanda):



Fuente: Statcounter GlobalStats (2023)

Figura 25. Mercado de Sistemas Operativos (Corea):



Fuente: Statcounter GlobalStats (2023)

De nuevo, con estos dos gráficos podemos observar un desarrollo muy similar entre ambos países en los 16 años que dura el análisis. Como podemos ver, en ambos casos, partíamos de Windows como sistema operativo con cuota de mercado más grande, siendo un 93,18% en Holanda en 2009 y un 97,65% en Corea ese mismo año (Statcounter GlobalStats, 2023). Observamos además un decrecimiento continuado en el uso de este sistema operativo hasta el punto en el que en 2022 Android superó al mismo como sistema operativo con más cuota de mercado en Corea. A pesar de este decrecimiento, Windows se sigue manteniendo como uno de los principales sistemas operativos en ambos países, ocupando el primer y segundo puesto respectivamente.

Figura 26. Mercado de Sistemas Operativos (Holanda):



Fuente: Statcounter GlobalStats (2023)

Figura 27. Mercado de Sistemas Operativos (Corea):



Fuente: Statcounter GlobalStats (2023)

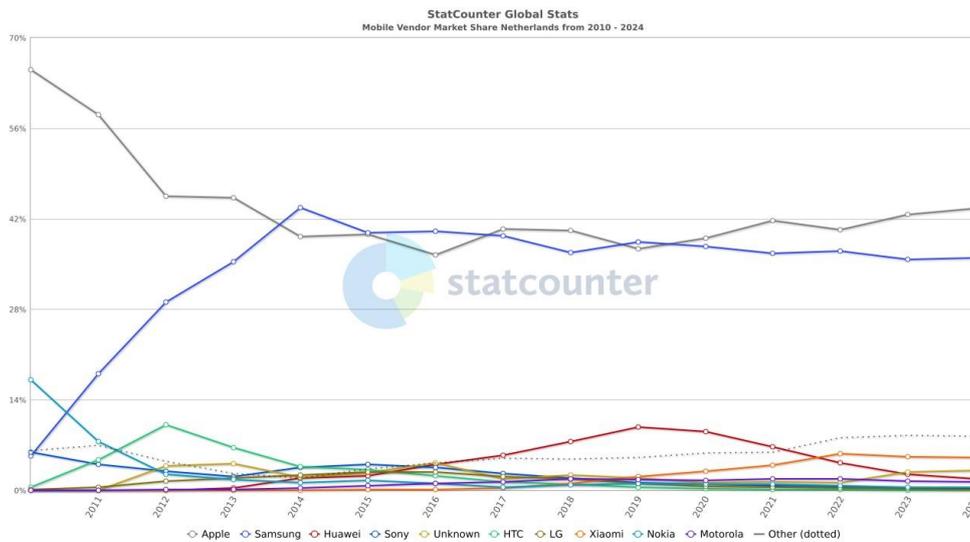
Estas dos tablas vemos la cuota de mercado actuales para los diferentes sistemas operativos. Podemos comprobar que estos resultados son consistentes con aquellos que he expuesto en el primer bloque, ya que en Holanda (sin tener en cuenta Windows), Apple se posiciona como segundo sistema operativo más utilizado (ya que tanto iOS como OS X pertenecen a esta empresa), lo que explica esa segunda posición de Safari como buscador más utilizado. Por otro lado, observamos que el sistema operativo Android tiene más popularidad en Corea (debido a que es el sistema operativo que se utiliza en Samsung) lo que también cuadra con los resultados obtenidos en el primer bloque donde Google Chrome y Samsung Internet ocupan el primer y segundo puesto como navegadores con más cuota de mercado (recordar que en dispositivos Android es muy común utilizar Google Chrome como buscador por defecto).

De nuevo considero que estas diferencias no son tan significativas como para tener un impacto relevante en el desarrollo de la economía digital de estos dos países.

Dispositivos móviles más utilizados

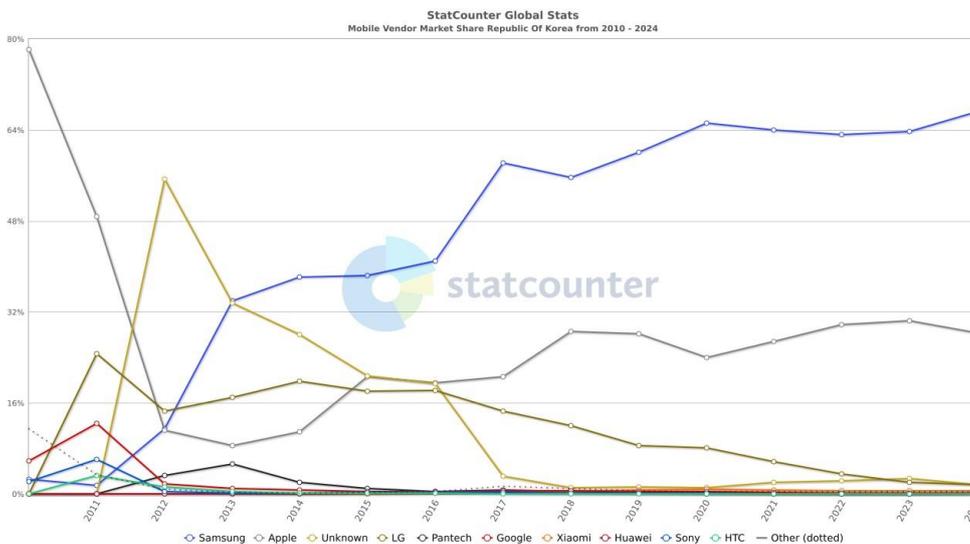
En este apartado llevaré a cabo un análisis de los dispositivos móviles más utilizados. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos hasta el momento, creo que es de esperar encontrarnos que en Holanda el uso de los dispositivos Apple sea mayor mientras que en Corea destaque el uso de los dispositivos Samsung.

Figura 28. Mercado de Dispositivos Móviles (Holanda):



Fuente: Statcounter GlobalStats (2023)

Figura 29. Mercado de Dispositivos Móviles (Corea):



Fuente: Statcounter GlobalStats (2023)

Con estos dos gráficos podemos ver cuál ha sido la evolución de los dispositivos más utilizados en ambos países desde 2010 hasta 2024. Como podemos observar en Holanda los dispositivos Samsung han ganado una gran popularidad en los últimos años, superando a Apple como dispositivo más popular en algunas ocasiones. A pesar de ello actualmente Apple se posiciona como líder en cuota de mercado en el país neerlandés y la tendencia parece indicar que este será el caso durante al menos unos años más. Por el

contrario, vemos que en el país asiático la diferencia es más contundente, situándose Samsung como claro líder desde 2013 hasta la actualidad.

Figura 30. Mercado de Dispositivos Móviles (Holanda):



Fuente: Statcounter GlobalStats (2023)

Figura 31. Mercado de Dispositivos Móviles (Corea):



Fuente: Statcounter GlobalStats (2023)

Estos datos no hacen más que confirmas lo que hemos estado viendo hasta el momento. En el país europeo para haber una preferencia hacia los dispositivos creados por Apple (seguidos de cerca por Samsung) mientras que en Corea la diferencia es mucho más clara, con la mayoría de persona prefiriendo la marca coreana.

Conclusión

Como conclusión de este bloque de análisis considero que hoy por hoy no existen significativas diferencias que hayan jugado un papel fundamental en el desarrollo digital de cualquiera de estos países. Creo que hemos descubierto unas claras tendencias de uso dentro de la población de cada uno de estos, siendo en Holanda más popular el uso de dispositivos Apple (seguidos de cerca por Samsung) mientras que en el país coreano el uso de los dispositivos Samsung es mucho mayor. Como he mencionado antes, ambas empresas (Apple y Samsung) se caracterizan por ser muy innovativas por lo que creo que considero que estas preferencias no son un factor clave del desarrollo tecnológico.

Uso de tecnologías en la población

En esta sección me centraré en llevar a cabo un análisis del uso de tecnologías en la población holandesa. Para ello me centraré en el estudio de variables como la cobertura

de internet y el acceso al mismo según variables como el género. También echaremos un vistazo al porcentaje de la población con dispositivos como ordenadores o móviles.

Cobertura de red y usuarios de internet

Tabla 32. Cobertura de Red (Holanda):

Cobertura de red		
Población cubierta por algún tipo de red móvil	Población cubierto por al menos una red movil 3G	Población cubierto por al menos una red movil 4G
100%	99%	99%

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (2022)*

Gracias a esta tabla podemos observar que el 100% de la población holandesa cuenta con al menos algún tipo de cobertura (independientemente de si se trata de población rural o urbana). Además, observamos también que el 99% cuenta con una cobertura de red rápida (4G), sin dejar a nadie atrás. Este es un factor clave el desarrollo digital del país tanto a nivel económico como a nivel social. En este caso no considero necesaria la comparativa con Corea ya que Holanda cuenta con niveles casi máximos de cobertura lo que implica un correcto desarrollo tanto a nivel urbano como rural.

Por otro lado, cuando echamos un vistazo al porcentaje de la población que hace uso de internet en Holanda y Corea observamos los siguientes resultados:

Tabla 33. Usuarios de Internet (Holanda y Corea):

Usuarios de internet (Holanda)			Usuarios de internet (Corea)		
Totales	Uso por mujeres (del total de la población de mujeres)	Uso por hombres (del total de la población de hombres)	Totales	Uso por mujeres (del total de la población de mujeres)	Uso por hombres (del total de la población de hombres)
93%	91%	94%	97%	97%	98%

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (2022)*

Como podemos observar en estas dos tablas, el porcentaje de usuarios de internet en ambos países es bastante alto, aunque en Corea el porcentaje es más elevado (siendo un 4% superior). Además, observamos que, aunque en ambos países haya un porcentaje más elevado de hombres utilizando internet, las diferencias entre ambos géneros son mínimas lo que es una buena señal desde un punto de vista de desarrollo social y equitativo.

Pero ¿a qué puede deberse estas diferencias en el uso de internet? Bueno si echamos un vistazo a la siguiente tabla podemos llegar a una posible explicación.

Tabla 34. Usuarios de Internet por Demografía (Holanda y Corea):

Usuarios de internet por demografía (Holanda)			Usuarios de internet por demografía (Corea)		
<15	15-24	25-74	<15	15-24	25-74
100%	97%	94%	90%	100%	97%

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (2022)*

Estas dos tablas describen el uso de internet en ambos países según la edad de los usuarios. Como podemos observar Corea consigue unos porcentajes más elevados de uso en las edades donde la mayoría de la población se concentra (entre los 15 y 74 años). Según datos publicados por el periódico Expansión en su sección de datos macroeconómicos, en 2020 el 64,70% de la población holandesa y el 72% de la población coreana se encontraban entre los 15 y 64 años. Esto puede explicar el motivo por el que el porcentaje de uso internet general del país coreano sea superior al del país europeo.

Por otro lado, con estos datos podemos observar algo curioso. Si echamos un vistazo al porcentaje de usuarios de internet menores de 15 años podemos apreciar una diferencia notable del 10% (esto tiene poco efecto en el dato general ya que el porcentaje de población que se encuentra en este rango es mucho menor en ambos países). Esta diferencia puede deberse a regulaciones algo más severas en el país asiático que buscan evitar la adicción de estos jóvenes a internet. Este tipo de regulaciones ya se empezaron a ver en 2010 cuando el gobierno surcoreano aprobó una medida para limitar el tiempo que los jóvenes pasaban jugando a videojuegos en línea (El Mundo, 2010). Bajo mi punto de vista esta situación tiene dos implicaciones para Holanda, la primera de ellas es exactamente lo que Corea del Sur quería evitar, un posible aumento de la adicción a los dispositivos digitales y al uso de internet entre los más jóvenes, lo que creo que es relativamente fácil de combatir con una buena educación y concienciación desde edades tempranas. En segundo lugar, y como implicación más positiva, un uso más elevado de internet por parte de la población joven conseguirá que estos tengan una mayor soltura para utilizarlo cuando sean más adultos, permitiéndoles, por ejemplo, adoptar nuevas tecnologías con más facilidad que generaciones anteriores, lo que puede ser de gran utilidad para potenciar el desarrollo digital a largo plazo de cualquier economía.

Uso de ordenadores y dispositivos móviles

Tabla 35. Posesión de dispositivos móviles (Holanda y Corea):

Posesión de dispositivos móviles (Holanda)		
General	Mujeres en posesión de dispositivos móviles (como porcentaje del total de la población de mujeres)	Hombres en posesión de dispositivos móviles (como porcentaje del total de la población de hombres)
87%	82%	86%

Posesión de dispositivos móviles (Corea)		
General	Mujeres en posesión de dispositivos móviles (como porcentaje del total de la población de mujeres)	Hombres en posesión de dispositivos móviles (como porcentaje del total de la población de hombres)
97%	97%	98%

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (2016-2022)*

Antes de comentar estos resultados, debo mencionar que los datos de Holanda están un poco desactualizados en comparación a los datos de Corea. Los datos que observamos del país neerlandés están actualizados a 2021 (la posesión general de dispositivos móviles) y a 2016 los otros dos datos que relacionan la posesión de estos dispositivos por género, mientras que los tres datos del país asiático están actualizados a 2022. Ahora bien, creo que podemos asumir unos niveles similares dado que la posesión general es del 87% en 2021 (probablemente sean algo mayores). De todas formas, detectamos un área de mejora para el país neerlandés ya que, aunque exista un año de diferencia entre los datos, en Corea hay casi un 10% más de habitantes en posesión de un dispositivo móvil. Este es un dato relevante ya que este tipo de dispositivos digitales son las herramientas clave que permiten a la población acceder a los servicios, productos o beneficios que la digitalización puede ofrecer. Sin embargo, cuando echamos un vistazo a los hogares en los que se posee al menos un ordenador esta diferencia en los niveles de posesión de dispositivos móviles no es tan significativa.

Tabla 36. Hogares con al menos un Ordenador (Holanda y Corea):

Households con un ordenador	
Holanda	Corea
91%	81%

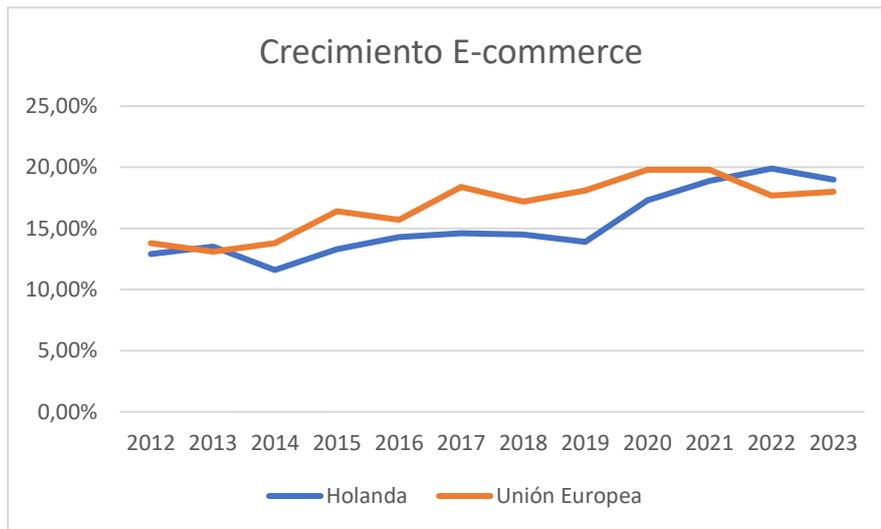
Fuente: *Elaboración propia a partir de datos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones*

De nuevo los datos que ofrece la ITU de Holanda están algo desactualizados (el dato corresponde a 2019), así que probablemente esta cifra sea incluso más alta ahora mismo. Lo interesante de esta tabla es que, a pesar de que en Corea hay más dispositivos móviles (en relación con su población), en Holanda se poseen más ordenadores. Esto es relevante por lo que comentaba anteriormente, estas son herramientas clave para que la población pueda acceder a todo lo que la digitalización tiene que ofrecer.

Evolución del E-Commerce

Como pudimos ver el bloque 3 del trabajo gracias al estudio realizado por Milošević et al. (2018), las variables que no tienen una orientación comercial tienen un mayor impacto en el posicionamiento digital del país que aquellas variables con orientación comercial que potencian el flujo financiero. Sin embargo, esto no quiere decir que debamos o podamos despreciar este tipo de variables ya que siguen siendo relevantes. Por esto mismo a continuación pasaré a analizar la evolución del e-commerce en Holanda.

Figura 37. Crecimiento del E-Commerce (Holanda y Corea):



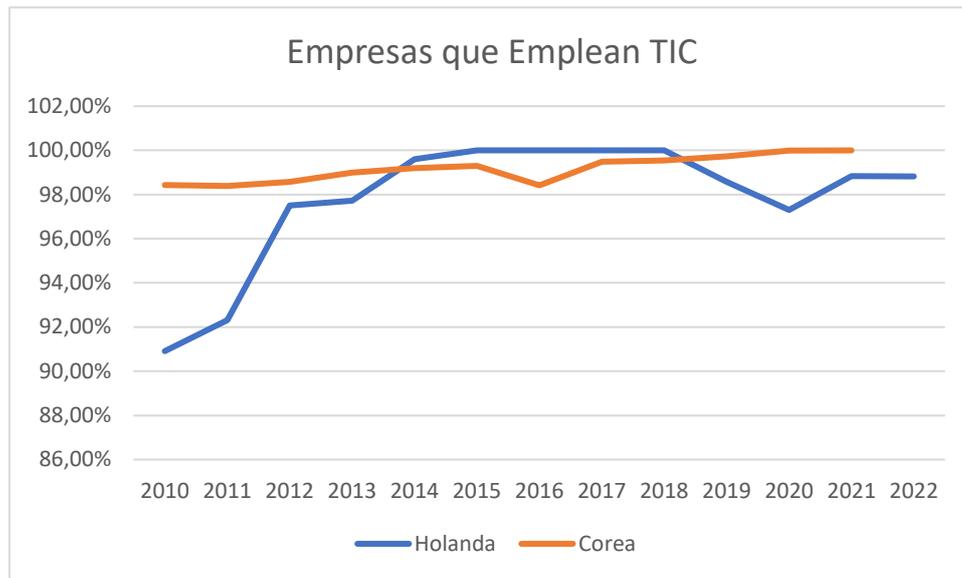
Fuente: *Elaboración propia a través de datos de OCDE (2023)*

Este gráfico representa una comparativa del desarrollo del e-commerce en Holanda con la Unión Europea (por falta de datos no he podido hacer la comparación con Corea) en los últimos 12 años (2012-2023). Los valores de la gráfica representan el porcentaje de retorno de las empresas que provienen de las ventas online. Como podemos observar Holanda tenía un desempeño menor al de la media europea durante varios años. A pesar de ello, tras hacer los cálculos, observamos que la tasa de crecimiento anual media de Holanda es del 3,71% mientras que la media de la Unión Europea es del 2,60%. Esto desemboca en Holanda superando la media europea en 2021. Esto es un indicador de que las empresas holandesas están adaptándose (en media) a un ritmo más rápido que el resto de la Unión Europea.

Uso de Tecnologías de la Información y Comunicación en la empresa

Como apartado final de este análisis me centraré en el estudio del uso de las TIC en las empresas. Esta variable se define como el porcentaje de empresas que incorporan tecnologías de la información y comunicación en sus operaciones. Esto nos ayudará a entender como ha sido el proceso de adopción de nuevas tecnologías en Holanda.

Figura 38. Uso de TIC en Empresas (Holanda y Corea):



Fuente: *Elaboración propia a través de datos de OCDE (2023)*

A través de este gráfico, se puede apreciar que el aumento en la incorporación de TIC por parte de las empresas holandesas fue especialmente rápido entre 2010 y 2013, incrementándose de un 90,91% en 2010 a un 97,72% en 2013. A partir de ese punto, se observa que entre 2015 y 2018 este porcentaje se mantuvo muy cercano o igual al 100%. Sin embargo, en los años 2019 y 2020, podemos observar una disminución en el número de empresas que utilizan estas tecnologías, descendiendo del 100% en 2018 al 97,31% en 2020 (que ocurra esto es un tanto extraño y puede haber ocurrido por algún tipo de problema de medición o porque en estos años aparecieran nuevas empresas en el tejido empresarial neerlandés que no hicieran uso de este tipo de tecnologías).

En comparación, Corea muestra un nivel constante y elevado en esta dimensión, siempre manteniéndose por encima del 98% de empresas que emplean TIC. Aunque las fluctuaciones en los datos de Holanda pueden parecer significativas en comparación con Corea, no son tan preocupantes como se puede pensar, ya que, a pesar de ellas, Holanda continúa siendo uno de los líderes de la OCDE en esta área. Por lo tanto, se puede concluir que la capacidad de adopción de nuevas tecnologías por parte de las empresas holandesas es bastante sólida, y que el país tiene la capacidad para incorporar tecnologías de manera rápida en su tejido empresarial (lo que se evidencia con lo visto entre los años 2010 y 2013).

Conclusión

Gracias a lo que hemos podido observar a través de este análisis creo que se puede ver de forma clara el motivo por el que Holanda ocupa de los primeros puestos en cuanto a nivel de digitalización se refiere. Observamos que las fortalezas de este país son mucho más numerosas que las posibles debilidades incluso en comparación con el que puede considerarse el país con mejor digitalización del mundo, Corea del Sur.

Además, gracias a este análisis podemos empezar a confirmar las tres hipótesis más “simples” que planteé en el Bloque 2:

1. Primera hipótesis: Creo que es de esperar que encontremos que las variables que miden el acceso de la población a internet y herramientas digitales hayan aumentado a lo largo de los años. Esta hipótesis queda demostrada con los resultados obtenidos en el primer bloque de este análisis, donde hemos podido ver un crecimiento continuado en la penetración de banda ancha fija durante los últimos 15 años (figura 15) y un crecimiento aún más impresionante de la penetración de la banda ancha móvil (figura 16). Además, a esto hay que sumarle que las velocidades de descarga, subida y tiempos de latencia sitúan al país holandés en los puestos 10 y 16 de un ranking que valoraba a cientos de países. Como única área para tener en cuenta es la evolución de los precios de la banda ancha fija (figura 17), que como pudimos ver tenían una tendencia al alza (aunque en el último año se pudo observar una disminución de estos).
2. Segunda hipótesis: Creo que es de esperar que un país como Holanda haya sido capaz de proporcionar conexión a internet y/o herramientas digitales a un porcentaje muy elevado de la población, independientemente de si se trata de población rural o urbana. Además, considero que encontraremos que apenas existen diferencias por factores como el género en el acceso a estas herramientas. Esta hipótesis queda probada con los resultados obtenidos en el tercer bloque de este análisis. En este hemos podido ver que un 100% de la población holandesa tiene al menos algún tipo de cobertura móvil y que un 99% tiene acceso a cobertura móvil 3G y/o 4G. Además, hemos observado que un 93% de la población hace uso de internet, y que no existen diferencias notables del uso de este en función del género (con diferencias muy pequeñas). Finalmente, en relación con las herramientas digitales, observamos que un 91%

de los hogares holandeses cuentan con al menos un ordenador y que el 87% de la población posee un dispositivo móvil (de nuevo sin diferencias notables por género).

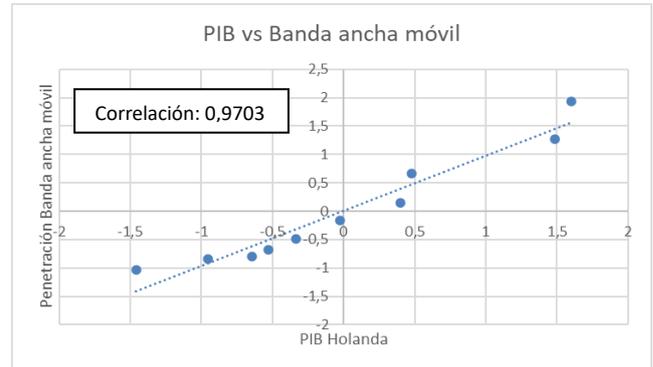
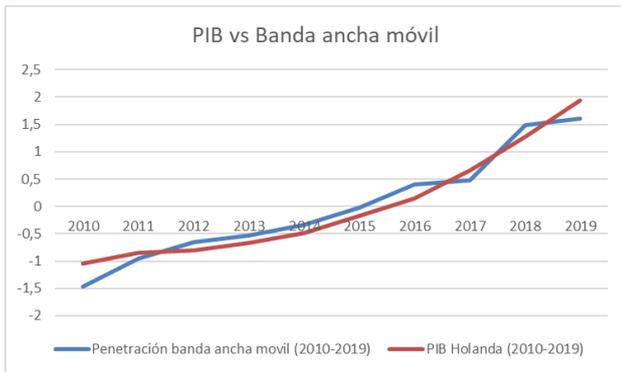
3. Tercera hipótesis: Creo que es de esperar que la capacidad de adopción de nuevas tecnologías por parte de las empresas holandesas sea rápida. Esta hipótesis queda probada por lo que hemos podido ver en el bloque 4 de este análisis. Como podemos observar en la figura 6, el rápido crecimiento en la adopción de TIC denota una rápida capacidad por parte del país holandés para incorporar nuevas tecnologías en su tejido empresarial.

BLOQUE 4: DIGITALIZACIÓN E IMPACTO ECONÓMICO

De ahora en Adelante en este análisis me centraré en intentar establecer una relación positiva y estadísticamente relevante entre el desarrollo económico y el desarrollo tecnológico, es decir, voy a intentar probar la principal hipótesis de este trabajo. Como pudimos ver en el bloque 2, existen numerosos estudios que establecen esta relación, por lo que es de esperar que los resultados que obtengamos en este bloque reafirmen lo demostrado en aquellos estudios.

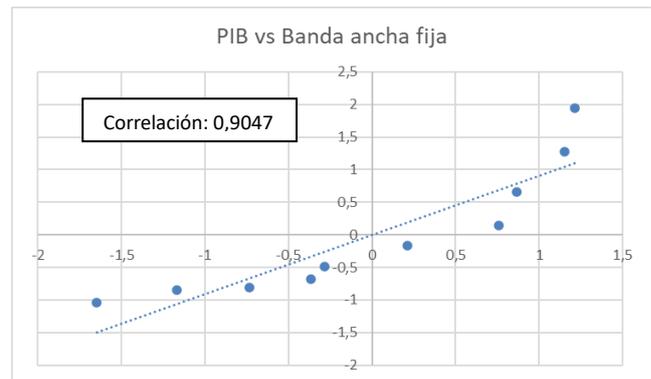
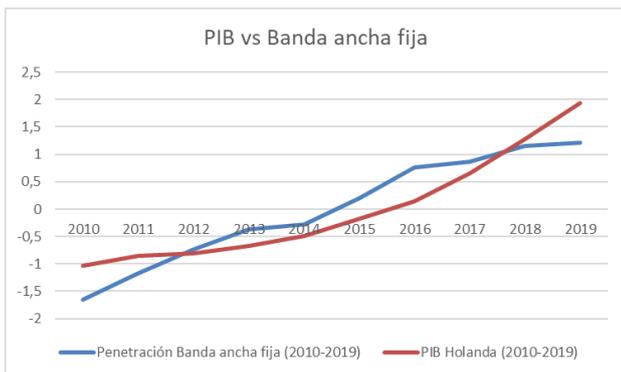
Con el fin de establecer esta relación, como ya he mencionado en varias partes de este trabajo, me apoyaré en una regresión. Pero antes, quiero hacer un breve análisis gráfico asociando algunas de las variables que hemos visto hasta el momento con el PIB de Holanda para ver si existen patrones relevantes. Las variables que he escogido para esta comparación son: Penetración de banda ancha móvil, penetración de banda ancha fija y el porcentaje de empresas que incluyen tecnologías TIC en sus operaciones. Tras reunir los datos, crear las tablas y hacer los gráficos observamos los siguientes resultados:

Figura 39. PIB vs Banda Ancha móvil, Correlación:



Fuente: *Elaboración propia a través de datos de la Expansión (DatosMacro), OCDE y la Unión Internacional de Telecomunicaciones*

Figura 40. PIB vs Banda Ancha Fija, Correlación:



Fuente: *Elaboración propia a través de datos de la Expansión (DatosMacro), OCDE y la Unión Internacional de Telecomunicaciones*

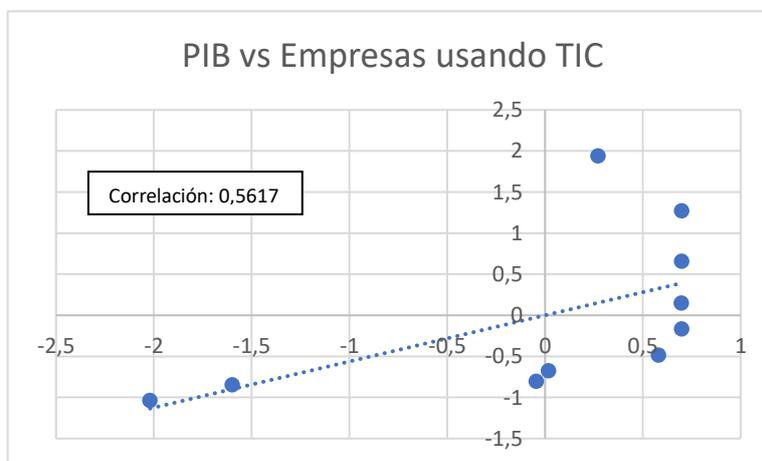
Antes de analizar los resultados obtenidos hay dos cosas importantes que quería comentar. La primera de ellas es la serie temporal que he elegido. En primer lugar, debido a la disponibilidad de los datos (para las variables que miden la penetración de banda ancha móvil y fija) me veo obligado a comenzar este análisis en 2010. Por otro lado, he decidido parar la comparación en 2019 por un simple motivo el Covid-19. Considero que la pandemia (dado tremendo impacto que tuvo en el PIB de muchos países), puede considerarse una disrupción inesperada que puede entorpecer un análisis realista y efectivo de los datos (es una situación que escapa, por mucho, de lo común). Si limito el análisis a 2019 podré hacer una comparación con un periodo económico más estable lo que me ayudará a extraer conclusiones que no estén sesgadas por un

acontecimiento excepcional. En segundo lugar, quiero comentar que he normalizado los datos para que la comparación entre ambas variables (que se encuentran en escalas completamente diferentes) tenga sentido. El hecho de que los datos estén normalizados quiere decir que a cada uno de ellos les he restado su media y los he dividido entre su desviación típica consiguiendo de esta manera establecer una media de 0 y una desviación típica de 1 para los nuevos datos.

Dicho esto, si echamos un vistazo a los gráficos obtenidos, observamos una clara relación entre ambas variables y el PIB holandés. Si realizamos el cálculo, podemos ver que la correlación que guarda el PIB con la penetración de banda ancha móvil y fija es de 0,9703 y 0,9047 respectivamente. Ambas son correlaciones positivas y muy próximas a 1, lo que indica una correlación muy fuerte y que muy posiblemente exista una relación entre el nivel de digitalización y el PIB.

Por otra parte, cuando echamos un vistazo a la comparativa entre el uso de TIC en empresas y el PIB obtenemos resultados un poco diferentes:

Figura 41. PIB vs Uso de TIC en Empresas:



Fuente: *Elaboración propia a través de datos de la Expansión (DatosMacro) y OCDE*

Como podemos observar en este caso la relación es algo menos aparente, aunque también existe un índice de correlación relativamente alto entre estas dos variables (0,5617). Esto está ocurriendo porque, como pudimos ver en el bloque 3 figura 6, Holanda presenta niveles muy próximos al 100% durante 4 años seguidos (en el porcentaje de empresas que emplean TIC). Esta estabilidad en los datos (que es imposible que suban pasado ese punto) hace que la correlación entre ambos valores no

sea tan alta como podría serlo. Así que teniendo en cuenta esta característica de los datos, conseguir una correlación tan alta implica que posiblemente estemos ante una fuerte relación positiva.

Como podemos ver gracias a los resultados obtenidos existen correlaciones positivas muy fuertes en los datos. Esto nos da a entender que es muy probable que exista una relación entre estas variables (y la digitalización en general) y el nivel de PIB del país holandés. Ahora bien, si asumimos directamente esta relación podríamos caer en un error muy grave, ya que índices de correlación altos no indican necesariamente una relación causal. Es decir, puede que estas correlaciones se deban al puro azar y que realmente no exista una relación entre la digitalización y el desarrollo económico (en este caso expresado como el PIB). Esto es muy poco probable por todas las evidencias que hemos visto hasta el momento, pero no es imposible. Por este motivo, con el objetivo de clarificar todas las dudas, llevaré a cabo una regresión con la que intentaré determinar si realmente existe una relación positiva y estadísticamente relevante entre ambas variables.

Para poder desarrollar esta regresión vamos a apoyarnos en la función de producción Cobb-Douglas. Recordemos que, explicada de forma sencilla, la función Cobb-Douglas representa la producción (Y) en función de dos valores productivos K, que representa el capital físico, y L, que representa el capital humano activo de una economía (además de incluir el valor independiente A, que representa el progreso técnico exógeno) (Sancho, 2002).

$$Y = AK^{\alpha}L^{\beta}; \quad \text{Con: } 0 < \alpha, \beta < 1$$

Ahora vamos a asumir que, dada la amplia gama de estudios que demuestran la relación entre la digitalización y el output económico de un país (Y=PIB), la función de producción se ve influenciada por una variable más que representa el nivel de digitalización. Como pudimos ver en el Bloque 3, existen muchas formas de medir este nivel de digitalización, pero en este caso me centraré en el porcentaje de la población que utiliza internet. Esta variable es un buen indicador ya que para que haya un aumento de las personas utilizando internet ha tenido que haber un desarrollo previo de infraestructuras, una formación del capital humano (tanto del que implementa la infraestructura como del que se aprovecha de la misma), etc., por lo tanto, ha tenido que

haber un desarrollo endógeno importante para que esta variable crezca. Hecha esta asunción, la función de producción quedaría de la siguiente forma:

$$PIB = AK^{\alpha}L^{\beta}INTERNET^{\gamma}; \quad Con: 0 < \alpha, \beta, \gamma < 1$$

Ahora, con el objetivo de eliminar el efecto de las unidades de las variables sobre los coeficientes (Rodó, 2019), y siguiendo las propiedades de los logaritmos, podemos expresar la función de la siguiente forma:

$$\ln(PIB) = \ln(A) + \alpha \ln(K) + \beta \ln(L) + \gamma \ln(INTERNET)$$

Con esta última expresión pasaré a realizar la regresión. Los estadísticos que más nos van a interesar serán en los relacionados con la última parte de la expresión ($\ln(INTERNET)$), ya que la relevancia estadística de los demás (K y L) ha sido demostrada en numerosas ocasiones. Los resultados que espero obtener son un γ positivo (que demuestra esa relación positiva entre el PIB y la digitalización) y un p-valor inferior al 5% de nivel de significación.

Tabla 42. Presentación de variables (Media y Desviación Típica)

Variables							
PIB		K		L		Internet	
Producto Interior Bruto		Capital Físico		Trabajo		Uso de Internet	
μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ
720624,41	156278,0614	3331324,45	679105,20	7,99	0,997	49,58%	0,40

Fuente: *Elaboración propia a través de datos de University of Geoningen y World Bank*

Análisis de resultados:

Comenzaré este análisis centrándome en los resultados obtenidos de la regresión en general.

Tabla 43. Estadísticos Generales de la Regresión:

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0,9989
Coeficiente de determinación R^2	0,9979
R^2 ajustado	0,9977
Error típico	0,0112
Observaciones	35

Fuente: *Elaboración propia a través de datos de University of Geoningen y World Bank*

Con esta tabla podemos entender cuáles son los resultados generales obtenidos en la regresión, y como podemos ver en un principio son muy positivos. En primer lugar, observamos un coeficiente de correlación múltiple de 0,9989. Este campo mide el coeficiente de correlación existente entre todas las variables del modelo y cómo podemos observar es muy próximo a 1, lo que indica una correlación muy alta entre todas las variables. Por otra parte, observamos un coeficiente de determinación R^2 de 0,9979. Este coeficiente indica que el 99,79% de la varianza de nuestra variable objetivo (PIB) queda explicada por el modelo y las variables que este incluye. Aunque, si bien es cierto que este es un buen indicador, debo recordar que presenta un gran problema y es que a mayor número de variables tenga nuestro modelo más crecerá este coeficiente, independientemente de si las variables explicativas que seleccionemos guarden relación con la variable objetivo o no. Por este motivo debemos echar un vistazo al R^2 ajustado que refleja exactamente lo mismo, pero ajustando por el número de variables. Como podemos ver este coeficiente presenta un valor de 99,77%, por lo que aun siendo más críticos (usando un indicador más restrictivo) observamos el modelo tienen un buen desempeño en este campo. Finalmente, podemos observar un error estándar de 0,011. Este valor determina una dispersión muy baja de los datos en relación a los determinados por la regresión.

Finalmente, pasaremos con el análisis más relevante de esta regresión; el análisis de los estadísticos de las variables.

Tabla 44. Estadísticos de las Variables:

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>P-Valor</i>
Intercepción	5,613	0,5742	9,77	5,50689E-11
Ln(K)	0,361	0,0485	7,44	2,22796E-08
Ln(L)	1,180	0,0764	15,44	4,18801E-16
Ln(INTERNET)	0,003	0,0014	2,18	0,0366

Fuente: *Elaboración propia a través de datos de University of Geoningen y World Bank*

En primer lugar, echaremos un breve vistazo a los resultados obtenidos en las variables de capital físico (K) y capital humano (L). Como podemos observar los coeficientes (α y β) son positivos, indicando que existe una relación positiva entre el output económico y estas dos variables (indicando que por cada 1% más de capital físico hay un aumento de 0,36% del PIB y que por un incremento del 1% de capital humano el PIB se ve incrementado en un 1,18%). Estos resultados guardan cierta similitud con lo que descubrió Paul Douglas en 1927, cuando demostró que, en EEUU, el capital humano (L) tenía un mayor impacto en el output económico que el capital físico (K) (Amparo Sancho, 2002). Además, también podemos observar que, como era de esperar, ambas variables son estadísticamente significativas, siendo su p-valor muy próximo a 0. En segundo lugar, observamos que el coeficiente de la variable del uso de internet (γ) presenta un coeficiente con valor positivo de 0,0030, lo que es un gran primer indicador. Esto demuestra que existe una relación positiva entre el número de usuarios de internet (variable que usamos como proxy para medir la digitalización) y el PIB, lo que quiere decir que a mayor nivel de digitalización mayor aumento del PIB (para ser más específicos, un aumento del 1% en el porcentaje de personas usando internet se traduce en un aumento del 0,0030% del PIB). Por otro lado, observamos que el estadístico t para esta variable es de 2,185. Este valor (positivo y relativamente alto) reafirma que existe una relación positiva entre esta variable y el PIB y comienza a evidenciar que existe una relación estadísticamente relevante. Finalmente, para asegurarnos de la relevancia estadística, debemos echar un vistazo al p-valor. Si establecemos un nivel de significación del 5% observamos que, al ser el p-valor inferior (3,66% < 5%), existe una relación relevante estadísticamente hablando. Este valor quiere decir que solo existe un 3,66% de probabilidad de que hayamos rechazado falsamente la hipótesis nula ($H_0 = \text{No existe una relación entre el PIB y el nivel de digitalización}$).

Conclusión

Los resultados obtenidos en este bloque revelan de manera clara una relación positiva y estadísticamente relevante (lo que implica que los resultados obtenidos hasta el momento no son producto del azar) entre el PIB y la digitalización, medida en este caso a través del porcentaje de personas que usan internet en el país holandés. Como he mencionado anteriormente, este resultado implica que un mayor nivel de digitalización está asociado con un mayor crecimiento económico (expresado en este caso como el PIB). Además, estos resultados nos ayudan a confirmar la última y cuarta hipótesis que habíamos planteado en el bloque 3.

Creo que es importante recalcar que, aunque hemos establecido una relación positiva y relevante, el coeficiente γ (asociado a la variable uso de internet) es relativamente bajo (0,0030). Si bien es cierto que el PIB es una magnitud que, en el caso de Holanda, se mide en miles de millones (por lo que impactos pequeños son más sustanciales de lo que aparentan), sigue siendo bastante más bajo que el coeficiente de las otras dos variables analizadas (lo cual en parte es perfectamente lógico, ya que el trabajo y el capital son los fundamentos de cualquier economía). La principal explicación del bajo valor de este coeficiente es la simplificación del enfoque al utilizar el número de personas usando internet como proxy de la digitalización. Este proxy no es capaz de capturar al 100% la complejidad de la digitalización y todos sus factores (como hemos visto existen muchas variables que miden el nivel de digitalización de un país y es muy complejo parametrizar todas en un solo valor que explique todo). Además, no todo el uso de internet tiene un fin productivo, lo que hace que reduce un poco más el valor de este coeficiente. Por lo que podemos asumir que el impacto real de la digitalización en todas sus dimensiones tendrá un coeficiente que sea, probablemente, mucho más alto que el obtenido en esta regresión.

BLOQUE 5: RECOMENDACIONES DE POLÍTICAS

Como se ha podido ver hasta el momento, la tecnología y la digitalización juegan un papel importante en el desarrollo económico de cualquier país (cosa que hemos podido comprobar gracias a la relación positiva y estadísticamente relevante que hemos encontrado entre ambas variables). Además, como pudimos ver en el bloque 2, las

nuevas tecnologías que caracterizan la Industria 4.0, también presentan un gran potencial para potenciar el desarrollo sostenible y social, ayudándonos a la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible. Por este motivo, es esencial apoyar y desarrollar políticas que fomenten y favorezcan este desarrollo tecnológico. De ahora en adelante analizaré posibles rutas de acción que ayuden a potenciar este desarrollo en Holanda.

Para el planteamiento de las posibles políticas a seguir, he optado por diferenciarlas en 5 categorías diferentes, inspiradas en lo que hemos podido plantear y/o descubrir hasta el momento y la estrategia de digitalización publicada por Holanda en 2021. Estas categorías tratarán de encapsular, las que considero áreas más importantes para la digitalización del país.

Penetración de Tecnologías emergentes

En esta primera sección me centraré en plantear posibles políticas que se pueden implementar para favorecer la penetración de nuevas tecnologías, como pueden ser la inteligencia artificial, la banda ancha (especialmente las redes móviles ultrarrápidas 5G), las técnicas de big data, blockchain o IoT.

Ya conocemos muchos de los aspectos positivos que las nuevas tecnologías tienen que ofrecer (bloque 2) y además entendemos la importancia de que estas tecnologías penetren en el tejido socioeconómico de cualquier país. Sabiendo esto, debemos encontrar políticas que ayuden a potenciar la penetración de estas tecnologías de una manera segura y justa para todos.

Primera política: Para incentivar la penetración de estas tecnologías, Holanda podría apostar por una política que consista en incentivar la inversión de las organizaciones en la adopción de estas nuevas tecnologías. Esto podría provenir de deducciones fiscales, préstamos o subvenciones. De esta manera el país neerlandés podría conseguir una aceleración de la velocidad de adopción de estas nuevas tecnologías.

Segunda política: En segundo lugar, Holanda podría fomentar aún más la colaboración público-privada. Esto es algo que este país ya está haciendo con la Dutch AI Coalition (NLAIC). Esta colaboración entre el sector público y privado ayudaría a fomentar el desarrollo de nuevas aplicaciones para estas tecnologías, reduciendo el coste de estas

investigaciones y haciéndolas más accesibles para todo tipo de organizaciones (desde pequeñas y medianas empresas hasta grandes organizaciones).

Tercera Política: Conocemos los grandes usos que podemos dar a estas tecnologías, pero recordemos lo planteado en el bloque 2, la tecnología y los avances tecnológicos muchas veces pueden tener dos caras. En este contexto, Holanda debería poner en marcha fuertes políticas para salvaguardar la privacidad de los datos y la seguridad de estas nuevas tecnologías. Diariamente producimos ingentes cantidades de datos cuya filtración puede suponer un gran problema tanto a nivel empresarial, individual o incluso gubernamental. Este tipo de política, que podría estar basada en la financiación (o incentivación) de proyectos de ciberseguridad, ayudaría no solo a mantener los datos de empresas e individuos seguros, sino que a la par ayudaría a mejorar la confianza de personas y empresas en estas tecnologías, ayudando a potenciar a su vez su adopción. Esto es algo que ya está en el punto de mira de la Unión Europea, en 2018 se publicó el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) que tiene como objetivo sentar las bases de la protección de datos de los individuos de la UE (Comisión Europea, S.f). Si bien es cierto que este reglamento ofrece protección en este ámbito es importante que Holanda siga trabajando de forma proactiva para adaptarse a un mundo que cambia cada vez más rápida.

Cuarta política: Recordemos de nuevo lo visto en el bloque 3. Una de las fortalezas de Holanda, en el contexto de la digitalización, es la capacidad de penetración de banda ancha móvil. Aquí encontramos una gran oportunidad para el país neerlandés. Holanda podría potenciar el desarrollo de la infraestructura de redes móviles ultrarrápidas para asegurar la mejor conexión posible en la mayor extensión territorial posible. Esta cuarta política no es nueva para Holanda, ya que, según un informe de su estrategia de digitalización publicado en 2021, asegura que grandes porciones del país cuentan con acceso a conexiones 5G (Gobierno holandés, 2021).

Desarrollo sostenible y social

En esta sección me centraré en políticas que ayuden a potenciar la faceta de la tecnología que ayuda a potenciar el desarrollo sostenible y social. Como pudimos ver la tecnología puede ayudar a potenciar muchas dimensiones del desarrollo sostenible y social, por lo que me centraré en las que considero más importantes.

Quinta política: Con relación al sector sanitario, Holanda podría potenciar la adopción de nuevas tecnologías en este sector. Esto podría ayudar a abaratar costes y mejorar procesos (como ya vimos, nuevas herramientas de IA tienen grandes capacidades de diagnóstico). Además, se pueden potenciar servicios de telemedicina en los hospitales neerlandeses para llegar a aquellas personas que no puedan desplazarse hasta estos centros. En general, la adopción de nuevas tecnologías ayudaría a convertir este sector en uno más accesible y efectivo.

Sexta Política: Como última política de esta sección debemos tener en cuenta la conclusión obtenida al final del bloque 2. Estamos ante un contexto en el que las nuevas tecnologías, caracterizadas por su alto grado de complejidad, pueden desencadenar en que el crecimiento en productividad sea lento. Como vimos, para evitar esta paradoja de la productividad, es esencial invertir en recursos complementarios. Por esto mismo es de vital importancia que Holanda haga una inversión importante en la formación y capacitación del capital humano. Esta política varía desde la formación del capital humano en edad de trabajar, como la preparación de los más jóvenes para que su adaptación y capacidad de adopción de nuevas tecnologías sea lo más rápida posible.

Gobierno digital

En esta sección me centraré en políticas de digitalización para hacer de los procesos gubernamentales algo más rápido y eficiente. Así como en políticas que ayuden a potenciar el uso de tecnologías para la resolución de retos sociales.

Séptima política: Aunque es evidente que Holanda ya ha incorporado tecnologías en los trámites públicos, es crucial seguir potenciando este enfoque e incorporar nuevas tecnologías para hacer estos procesos más eficientes y accesibles. En este contexto, el gobierno holandés debería avanzar en la digitalización de trámites públicos, transformándolos en procedimientos simples y fácilmente accesibles para todos los ciudadanos. Además, podría aprovecharse de nuevas tecnologías como la inteligencia artificial para desarrollar chatbots o asistentes virtuales que proporcionen soporte a aquellos ciudadanos que encuentren dificultades al realizar algún trámite. Este tipo de iniciativas no solo mejoraría la eficiencia de los servicios gubernamentales, sino que también reforzaría la confianza y la satisfacción del público hacia la administración.

Octava política: El gobierno holandés también podría aprovechar la tecnología para atacar retos sociales. Esto podría hacerse a través del desarrollo de una aplicación (para dispositivos móviles) que permita a los ciudadanos informar de problemas que encuentran de forma recurrente en sus comunidades. Esto permitiría acelerar la respuesta del gobierno a este tipo de problemas, mejorando la satisfacción de las personas.

Novena política: El gobierno holandés debería seguir potenciando (ya que esta es una práctica que ya está en marcha) la publicación de datos gubernamentales en formato abierto. Esta política ayuda a potenciar la transparencia del gobierno y de cierta manera ayudaría a fomentar la innovación, permitiendo a empresas e individuos usar esta información para desarrollar aplicaciones, algoritmos, etc.

Resiliencia Digital

La resiliencia digital se define como la capacidad de, en este caso, un país para resistir, adaptarse o recuperarse de amenazas y retos en el contexto digital (ES Consulting, 2023). Sabiendo esto, en esta sección me centraré en plantear una política que pueda ayudar a potenciar esta faceta en el país neerlandés. Antes de comenzar, simplemente quiero mencionar que las políticas de ciberseguridad mencionadas en la primera sección también podrían formar parte de esta sección, pero para evitar duplicar no la incluiré explícitamente.

Décima política: Como se menciona en el plan estratégico de digitalización holandés (2021), la resiliencia digital no solo consiste en adquirir e implementar tecnologías de ciberseguridad desarrolladas por otros países. Es de vital importancia que el país neerlandés potencie el desarrollo de estos planes y tecnologías a nivel nacional para de esta manera reducir la dependencia a otros países, creando de esta manera un modelo de resiliencia digital sostenible a largo plazo.

Tendencias futuras

Finalmente, debo destacar la importancia de prepararse para futuras tendencias. Vivimos en una etapa de constante cambio, donde las tecnologías existentes aceleran de forma exponencial la creación de nuevas herramientas o tecnologías incluso. Es por ello que

cualquier país debe tener un foco en la capacidad de adaptación a nuevos contextos tecnológicos.

Decimoprimer política: En este contexto, fomentar la cooperación internacional puede brindar una gran oportunidad de entrar en contacto con nuevas tecnologías (desarrolladas en otros países), permitiendo de esta manera prepararse para el posible impacto que dichas tecnologías podrían tener en el tejido socioeconómico holandés (siempre evitando la dependencia excesiva a las tecnologías de otros países).

Decimosegunda política: Incentivar la financiación de start-ups tecnológicas podría suponer una gran ventaja para el país holandés para el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías.

Decimotercera política: Finalmente, y de cara a incentivar aún más la adopción de nuevas tecnologías en el futuro, considero interesante que Holanda siga desarrollando planes de ayuda para que los habitantes del país con menos recursos puedan acceder a las ventajas que las nuevas tecnologías pueden ofrecer. De esta manera no solo se potenciaría la adopción de nuevas tecnologías en la población, si no que ayudaría a evitar el aumento de la inequidad.

Con la implementación de estas políticas, Holanda estaría en posición de impulsar su economía digital desde diversas perspectivas de acción, manteniendo una importante atención sobre los riesgos asociados a la introducción de nuevas tecnologías en cualquier país. Estas estrategias ofrecen un enfoque general que no solo promueve el desarrollo tecnológico y/o económico, sino que también aborda de manera proactiva los desafíos potenciales y el desarrollo sostenible y social del país.

BLOQUE 6: CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

A lo largo de este trabajo de investigación he abordado la digitalización desde diversas perspectivas, comenzando por definirla y estableciendo su relevancia en el Bloque 1. Con este primer acercamiento pude establecer las bases para una comprensión más desarrollada de cómo la tecnología y la digitalización impulsan el crecimiento y desarrollo socioeconómico.

En el Bloque 2, a través de una revisión de literatura pude contextualizar la importancia de la tecnología y digitalización, comenzando por destacar las principales tecnologías que caracterizan la actual revolución industrial, más comúnmente conocida como Industria 4.0. En esta sección exploré en detalle tecnologías como la banda ancha, inteligencia artificial, Internet of Things, técnicas de big data y blockchain, exponiendo también como estas tecnologías están relacionadas y como la cooperación entre las mismas maximiza el desarrollo tecnológico. Además, en este bloque, también expuse como la tecnología se presenta como un motor económico y sostenible, enfocándose en el aumento de la productividad y en la contribución a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

En el Bloque 3 dio comienzo el análisis centrado en Holanda. En este bloque me centré en un análisis descriptivo de Holanda para entender el posicionamiento actual del país. Para hacer este análisis me centré en la selección de indicadores clave que podría comparar con uno de los países más desarrollados en el ámbito de la economía digital: Corea del Sur. Gracias a este análisis pudimos observar las numerosas fortalezas del país neerlandés, entendiendo por qué este se posiciona también como uno de los líderes en este campo incluso en comparación a Corea del Sur. En el Bloque 4, llevé a cabo una regresión con el objetivo de establecer una relación entre el nivel de digitalización y el crecimiento económico (reflejado como el PIB) de Holanda. Los resultados obtenidos confirmaron lo que habíamos visto hasta el momento, existe una relación positiva y estadísticamente relevante entre ambas variables, confirmando que un mayor nivel de digitalización está asociado a un crecimiento mayor de PIB.

En el Bloque 5 me centré en el planteamiento de políticas y recomendaciones estratégicas con el fin de impulsar la digitalización de Holanda. Estas políticas se dividieron en 5 categorías diferentes: Penetración de tecnologías emergentes, desarrollo sostenible y social, gobierno digital, resiliencia digital y tendencias futuras. El objetivo detrás del planteamiento de estas categorías es proporcionar un plan de acción que impulse la digitalización desde múltiples perspectivas, sin dejar atrás la importancia de prepararse para los posibles retos que estas nuevas tecnologías pueden traer consigo.

Sin embargo, a lo largo de esta investigación, he enfrentado algunas limitaciones y/o desafíos en los bloques destinados al análisis (Bloques 3 y 4). En el bloque tres, en algunas de las variables analizadas, no había disponibilidad de datos actualizados a

2023, como puede ser el ejemplo de los indicadores de posesión de ordenadores y dispositivos móviles, donde me he visto obligado a realizar el análisis con datos de 2021 y 2016. Esta limitación ha provocado que parte de este análisis no sea tan representativo como me hubiese gustado. La segunda limitación que he encontrado ha sido al realizar la regresión en el Bloque 4. El problema en este caso es que he tenido que utilizar el porcentaje de personas usando internet en Holanda como proxy del nivel de digitalización del país. Aunque este sea un buen indicador del mismo, no encapsula al 100% la complejidad de la digitalización, por lo que es de esperar que el impacto de esta sea más acentuado de lo que hemos visto. Esta limitación, de cara a futuras investigaciones, no creo que sea tan relevante ya que actualmente existen indicadores más completos que abarcan mejor el concepto de la digitalización (como puede ser la puntuación obtenida en el informe DESI). El problema es que estos indicadores son relativamente nuevos, por lo que a día de hoy no contaba con registros suficientes como para hacer una regresión interesante (el DESI se publica desde 2014 por ejemplo).

Con la mirada puesta en el futuro, y con lo descubierto en este trabajo en mente, yo centraría futuros estudios en tres áreas principales. En primer lugar, me centraría en el impacto que puede tener la penetración de estas nuevas tecnologías en la productividad. Hemos visto que existe una relación positiva entre ambas variables, pero para que los efectos de la digitalización sean positivos al más corto plazo posible es esencial que haya importantes inversiones en recursos complementarios (formación del capital humano, preparación de estructuras organizacionales, etc.) Considero un campo de estudio muy interesante y relevante el analizar como Holanda se está preparando para evitar que la inversión en estas nuevas tecnologías desacelere la productividad del país. En segundo lugar, y desde un punto de vista más general, considero muy interesante realizar un trabajo basado en encontrar una variable, o una serie de variables, que encapsulen de manera más efectiva los diferentes factores de la digitalización. Este tipo de estudios serían muy interesantes de cara a establecer relaciones más significativas entre el desarrollo económico y la digitalización. En tercer lugar, y teniendo en mente el poder destructivo y de creación de la tecnología, considero que es importante investigar si la tecnología está fomentando el desarrollo sostenible y social o si por el contrario está agravando la inequidad.

En conclusión, este trabajo ha proporcionado una visión integral de la digitalización en Holanda, destacando su importancia, analizando sus fortalezas, estableciendo una

relación estadística y proponiendo vías estratégicas para su aceleración. A pesar de las limitaciones, creo que este ha sido un análisis detallado que abre las puertas a futuras investigaciones centradas en este país.

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, Gonzalo Ybarra Laucirica, estudiante de E2 & Business Analytics de la Universidad Pontificia Comillas al presentar mi Trabajo Fin de Grado titulado "Análisis de la Economía Digital de Holanda", 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. **Crítico:** Para encontrar contra-argumentos a una tesis específica que pretendo defender.
2. **Corrector de estilo literario y de lenguaje:** Para mejorar la calidad lingüística y estilística del texto.
3. **Sintetizador y divulgador de libros complicados:** Para resumir y comprender literatura compleja.

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: 23/04/2024

Firma: _____



BLOQUE 7: BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

Bibliografía

- Afonasova, M. A., Panfilova, E. E., Galichkina, M. A., & Ślusarczyk, B. (2019). Digitalization in Economy and Innovation: The Effect on Social and Economic Processes. *Polish Journal of Management Studies*, 19(2), 22-32.
<https://doi.org/10.17512/pjms.2019.19.2.02>
- Alcalde, J. (2023). El robot que detecta enfermedades. *La Razón*. Recuperado de https://www.larazon.es/sociedad/robot-que-detecta-enfermedades_20230401642772aaf7cb370001d79134.html
- Amazon Web Services. (2023). ¿Qué es el Internet de las cosas (IoT)? Recuperado de <https://aws.amazon.com/es/what-is/iot/>
- Antikainen, M., Uusitalo, T., & Kivikytö-Reponen, P. (2018). Digitalisation as an Enabler of Circular Economy. *Procedia CIRP*, 73, 45-49.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.04.027>
- Arockia, S., Varnekha, S., & Veneshia, A. (2017). The 17 V's Of Big Data. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 4(9).
Recuperado de <https://www.irjet.net/archives/V4/i9/IRJET-V4I957.pdf>
- Atasu, A., Dumas, C., & Van Wassenhove, L. (2021). The circular business model. *Harvard Business Review*. Recuperado de <https://hbr.org/2021/07/the-circular-business-model>

- Banco Mundial. (2019). La innovación agrícola y la tecnología son la clave para reducir la pobreza en los países en desarrollo, según un informe del Banco Mundial. Recuperado de <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2019/09/16/agricultural-innovation-technology-hold-key-to-poverty-reduction-in-developing-countries-says-world-bank-report>
- Biagi, F. (2013). ICT and Productivity: A Review of the Literature (Institute for Prospective Technological Studies Digital Economy Working Paper, No. 2013/09). European Commission, Joint Research Centre (JRC). <https://doi.org/10.2788/32940>
- Boston Consulting Group. (2023). Historical Rankings of the 50 Most Innovative Companies. Recuperado de <https://www.bcg.com/publications/most-innovative-companies-historical-rankings>
- Brueck, H. (2023). The newest version of ChatGPT passed the US medical licensing exam with flying colors — and diagnosed a 1 in 100,000 condition in seconds. *Business Insider*. Recuperado de <https://www.businessinsider.com/chatgpt-passes-medical-exam-diagnoses-rare-condition-2023-4>
- Brynjolfsson, E., Rock, D., & Syverson, C. (2019). Artificial Intelligence and the Modern Productivity Paradox: A Clash of Expectations and Statistics. En A. Agrawal, J. Gans & A. Goldfarb (Eds.), *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda* (pp. 23-60). Chicago: University of Chicago Press. <https://doi.org/10.7208/9780226613475-003>

- Brynjolfsson, E., Rock, D., & Syverson, C. (2019). Artificial Intelligence and the Modern Productivity Paradox: A Clash of Expectations and Statistics. En *NBER Book Series Studies in Income and Wealth* (pp. 23-57). Recuperado de <http://www.nber.org/chapters/c14007>
- Comisión Europea. (2022). Connectivity Action Plan. Recuperado de <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/node/9843/printable/pdf>
- Comisión Europea. (2022). Digital Economy and Society Index. Recuperado de <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi-netherlands>
- Comisión Europea. (s.f.). Banda ancha en los Países Bajos. Recuperado de <https://digital-strategy.ec.europa.eu/es/policies/broadband-netherlands>
- Comisión Federal de Comunicaciones. (2016). Obtenga Banda Ancha. Recuperado de <https://www.fcc.gov/consumers/guides/obtenga-banda-ancha>
- Consejo Económico y Social de España. (2017). La Digitalización de la Economía. Recuperado de <https://www.ces.es/documents/10180/4509980/Inf0317.pdf>
- Crosby, M., Nachiappan, Pattanayak, P., Verma, S., & Kalyanaraman, V. (2016). Blockchain Technology: Beyond Bitcoin. *Applied Innovation Review*, (2). Recuperado de <https://scet.berkeley.edu/wp-content/uploads/AIR-2016-Blockchain.pdf>
- De Barros, A. (2023). Explaining the Productivity Paradox: Experimental Evidence from Educational Technology. (EdWorkingPaper: 23-853). Recuperado del Annenberg Institute at Brown University: <https://doi.org/10.26300/mf5h-r010>

- De la Puente, C. (2013). Cuántos más datos más conocimiento. ¿O no? Recuperado de <https://thevalley.es/blog/cuantos-mas-datos-mas-conocimiento-no/>
- de Vries, A. (2019). Renewable energy will not solve bitcoin's sustainability problem. *Joule*, 3(4), 893–898. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2019.02.007>
- Dedrick, J., Gurbaxani, V., & Kraemer, K. L. (2003). Information technology and economic performance: A critical review of the empirical evidence. *ACM Computing Surveys*, 35(1), 1–28. <https://doi.org/10.1145/641865.641866>
- Deloitte. (2023). IoT - Internet Of Things. Recuperado de <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/IoT-internet-of-things.html>
- Díaz Rodríguez, H. E. (2017). Tecnologías de la información y comunicación y crecimiento económico. *Economía Informa*, 405, 30-45. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0185084917300336>
- Dolader, C., Bel, J., & Muñoz, J. L. (2017). La blockchain: fundamentos, aplicaciones y relación con otras tecnologías disruptivas. *Economía Industrial*, (405), 33-40. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6207510>
- ES Consulting. (2023). ¿Qué es la resiliencia digital y cómo construirla en mi empresa? <https://www.es.consulting/articulos/que-es-la-resiliencia-digital-y-como-construirla-en-mi-empresa>
- Fide. (2019). “Fake news” en la era de las cámaras de resonancia. *El Confidencial*. Recuperado de https://blogs.elconfidencial.com/espana/blog-fide/2019-03-28/fake-news-era-camaras-resonancia_1905138/

Foro Económico Mundial. (2019). How technology can drive the global goals. Recuperado de <https://www.weforum.org/agenda/2019/09/technology-global-goals-sustainable-development-sdgs/>

Gal, P., et al. (2019). Digitalisation and productivity: In search of the holy grail – Firm-level empirical evidence from EU countries. *OCDE Economics Department Working Papers*, No. 1533. OCDE Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/5080f4b6-en>

Gobierno de los Países Bajos. (2021). The Dutch Digitalisation Strategy 2021. Recuperado de <https://www.nederlanddigitaal.nl/documenten/publicaties/2021/06/22/the-dutch-digitalisation-strategy-2021-eng>

IBM. (2023). ¿Qué es la tecnología blockchain? Recuperado de <https://www.ibm.com/es-es/topics/blockchain>

IBM. (s.f.). ¿Qué es el procesamiento del lenguaje natural (NPL)? Recuperado de <https://www.ibm.com/es-es/topics/natural-language-processing>

International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA). (2018). Digitalization will transform the global economy. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/resrep24555>

Jordán, V., Galperin, H., & Peres Núñez, W. (2013). *Banda ancha en América Latina: más allá de la conectividad*. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/items/6f09d3ba-9829-49dc-9d02-7aca58647495>

- Maisueche, A. (2019). *Utilización del Machine Learning en la industria 4.0*. Universidad de Valladolid, Escuela de Ingenierías Industriales. Recuperado de <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/37908>
- Miller, B., & Atkinson, R. D. (2014). Raising European Productivity Growth Through ICT. ITIF. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3079844>
- Milošević, N., Dobrota, M., & Barjaktarović Rakočević, S. (2018). Digital economy in Europe: Evaluation of countries' performances. *Zbornik radova Ekonomskog fakulteta u Rijeci / Proceedings of Rijeka Faculty of Economics*, 36(2), 861-880. <https://doi.org/10.18045/zbefri.2018.2.861>
- Ministerio para la Transformación Digital y de la Función Pública, Gobierno de España. (s.f.). 5G. Recuperado de <https://advancedigital.mineco.gob.es/5G/Paginas/Index.aspx>
- Naciones Unidas. (2015). La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>
- Naciones Unidas. (2019). Ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all. Recuperado de <https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/goal-07/>

Naciones Unidas. (2019). *La era de la interdependencia digital: Informe del Panel de Alto Nivel del Secretario General sobre la Cooperación Digital*. Recuperado de <https://www.un.org/sites/www.un.org/files/uploads/files/es/HLP%20on%20Digital%20Cooperation%20Report%20Executive%20Summary%20-%20ES%20.pdf>

Naciones Unidas. (s.f.). Influencia de las tecnologías digitales. Recuperado de <https://www.un.org/es/un75/impact-digital-technologies>

Naciones Unidas. (s.f.). Influencia de las tecnologías digitales. Recuperado de <https://www.un.org/es/un75/impact-digital-technologies>

Naciones Unidas. (s.f.). Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado de <https://www.un.org/es/impacto-acad%C3%A9mico/page/objetivos-de-desarrollo-sostenible>

Naciones Unidas. (s.f.). Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>

Naciones Unidas. (s.f.). Objetivo 2: Poner fin al hambre. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/hunger/>

Naciones Unidas. (s.f.). Objetivo 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/health/>

Naciones Unidas. (s.f.). Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>

OCDE. (2023). Explanatory memorandum on the updated OCDE definition of an AI system. <https://legalinstruments.OECD.org/api/print?ids=648&lang=en>

OCDE. (s.f.). Digitalisation and productivity: a story of complementarities. Recuperado de <https://www.OECD.org/economy/growth/digitalisation-productivity-and-inclusiveness/>

Okhrimenko, I., Sovik, I., Pyankova, S., & Lukyanova, A. (2019). Digital transformation of the socio-economic system: prospects for digitalization in society. *Revista Espacios*, 40(38). Recuperado de <https://www.revistaespacios.com/a19v40n38/19403826.html>

Organización Internacional del Trabajo. (s.f.). Paradoja de la productividad digital. Recuperado de <https://www.oitcenterfor.org/digitalizacion/paradoja-productividad-digital>

Parlamento Europeo. (2023). Economía circular: definición, importancia y beneficios. Recuperado de <https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios>

Pedreño Muñoz, A. (2017). La digitalización y la economía global. Visión general. Recuperado de <https://revistasice.com/index.php/ICE/article/view/1943/1943>

- Porcelli, A. M. (2020). La inteligencia artificial y la robótica: sus dilemas sociales, éticos y jurídicos. *Derecho global. Estudios sobre derecho y justicia*, 6(16), 49-105. Epub 27 de enero de 2021. <https://doi.org/10.32870/dgedj.v6i16.286>
- Rodó, P. (2019). Logaritmos en econometría. Economipedia. Recuperado de <https://economipedia.com/definiciones/logaritmos-en-econometria.html>
- Rozo-García, F. (2020). Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0. *Revista Universidad Industrial de Santander*, 19(2). <https://doi.org/10.18273/revuin.v19n2-2020019>
- Sancho, A. (2002). Econometría de Económicas. Función de Producción Cobb-Douglas. Recuperado de <https://www.uv.es/sancho/funcion%20cobb%20douglas.pdf>
- Saturno, M., Pertel, V. M., Deschamps, F., & de F. R. Loures, E. (2018). Proposal of an Automation Solutions Architecture for Industry 4.0. *LogForum*, 14(2), 185-195. <https://doi.org/10.12783/dtetr/icpr2017/17675>
- Sinha, S. (2023). Number of connected IoT devices growing 16% to 16.7 billion globally. IoT Analytics. Recuperado de <https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/>
- Solow, R. M. (1987). We'd better Watch Out. Recuperado de <https://www.standupeconomist.com/pdf/misc/solow-computer-productivity.pdf>
- Statista. (2019). Digital Economy Compass. Recuperado de <https://es.statista.com/grafico/17734/cantidad-real-y-prevista-de-datos-generados-en-todo-el-mundo/>

- Stavytskyy, A., Kharlamova, G., & Stoica, E. (2019). The Analysis of the Digital Economy and Society Index in the EU. *TalTech Journal of European Studies*, 9(3), 245-261. <https://doi.org/10.1515/bjes-2019-0032>
- Steck, C. (2018). Una digitalización sostenible, inclusiva y justa. *Política Exterior*, 32(185), 58–63. <https://www.jstor.org/stable/27045820>
- Telefónica. (2023). ¿Qué es el 5g, para qué sirve y cómo funciona? Recuperado de <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/noticias/que-es-el-5g-y-para-que-sirve-y-como-funciona/>
- Torres, M. (2016). Digitalización y Economía Circular. *Política Exterior*, 30(172), 54-61. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/26450917>
- Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU). (2017). New partnership between ITU and FAO to bolster ICT innovation in agriculture. Recuperado de <https://www.itu.int/en/mediacentre/Pages/2017-CM17.aspx>
- Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU). (2021). Digital technologies to achieve the UN SDGs. Recuperado de <https://www.itu.int/en/mediacentre/backgrounders/Pages/icts-to-achieve-the-united-nations-sustainable-development-goals.aspx>
- Zozaya, C., Incera, J., & Franzoni Velázquez, A. L. (2019). Blockchain: un tutorial. *Revista Digital Universitaria*, 20(1). <https://doi.org/10.5347/01856383.0129.000294417>

Fuentes de Datos

Banco Mundial. (s.f.). *World Development Indicators*. Recuperado de <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>

Eurostat. (2024). *Share of enterprises' turnover on e-commerce - %*. Recuperado de <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tin00110/default/table?lang=en>

Expansión. (2024). *Datosmacro.com*. Recuperado de <https://datosmacro.expansion.com/>

Ookla. (2024). *Speedtest Global Index*. Recuperado de <https://www.speedtest.net/global-index>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (s.f.). *OCDE.Stat*. Recuperado de <https://stats.OCDE.org/>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2022). *Mobile broadband subscriptions per 100 inhabitants*. Recuperado de <https://goingdigital.OCDE.org/en/indicator/11>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (s.f.). *Digital Development Indicators for Netherlands*. Recuperado de <https://data.OCDE.org/netherlands.htm#profile-innovationandtechnology>

StatCounter. (2024). *Statcounter GlobalStats*. Recuperado de <https://gs.statcounter.com/>

Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU). (2017). *IDI 2017 Global ICT Development Index*. Recuperado de <https://www.itu.int/net4/ITU-D/idi/2017/>

Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU). (2023). *IPB -ICT Price Baskets*.

Recuperado de <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Dashboards/Pages/IPB.aspx>

Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU). (s.f.). *Dashboard on Digital*

Development. Recuperado de <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Dashboards/Pages/Digital-Development.aspx>

University of Groningen. (2023). *PWT 10.01 - Penn World Table*. Recuperado de

<https://www.rug.nl/ggdc/productivity/pwt/>

ANEXOS

Anexo 1: Suscripciones de Banda Ancha Fija (Figura 14)

País	Nombre de la Serie	2008	2009	2010	2011	2012	2013			
Holanda	Nº Suscripciones	5805000	6129000	6329000	6498007	6654000	6792000			
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
		6851000	7029097	7222770	7289580	7406700	7458573	7525016	7614578	7810000

Anexo 2: Suscripciones de Banda Ancha Fija por cada 100 habitantes (Figuras 15)

País	Nombre de la Serie	2008	2009	2010	2011	2012	2013				
Holanda	Suscripciones Banda ancha fija (por cada 100 Habitantes)	35,27	37,06	38,09	38,91	39,64	40,27				
Corea	Suscripciones Banda ancha fija (por cada 100 Habitantes)	31,97	33,65	35,22	36,32	36,77	37,40				
Tasa de crecimiento holanda			5,10%	2,76%	2,15%	1,89%	1,58%				
Tasa de crecimiento Corea			5,23%	4,69%	3,12%	1,25%	1,71%				
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022 Promedio	
		40,41	41,25	42,18	42,36	42,85	42,96	43,16	43,51	44,47	
		37,97	39,27	40,06	41,15	41,19	42,01	43,07	44,27	45,43	
		0,35%	2,08%	2,25%	0,44%	1,14%	0,25%	0,48%	0,80%	2,20%	1,68%
		1,53%	3,41%	2,02%	2,71%	0,10%	1,99%	2,52%	2,79%	2,61%	2,55%

Anexo 3: Suscripciones de Banda Ancha móvil por cada 100 habitantes (Figura 16)

Nombre del país	Nombre de la serie	2010	2011	2012	2013						
Holanda	Suscripciones Banda ancha móvil (por cada 100 Habitante)	40	53	61	64						
Corea	Suscripciones Banda ancha móvil (por cada 100 Habitante)	102	103	103	106						
Tasa de crecimiento Holanda			32,50%	15,09%	4,92%						
Tasa de crecimiento Corea			0,98%	0,00%	2,91%						
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022 PROMEDIO	
		69	77	88	90	116	119	128	134	123	
		107	109	109	112	113	114	116	117	120	
		7,81%	11,59%	14,29%	2,27%	28,89%	2,59%	7,56%	4,69%	-8,21%	10,33%
		0,94%	1,87%	0,00%	2,75%	0,89%	0,88%	1,75%	0,86%	2,56%	1,37%

Anexo 4: Evolución Precio Banda Ancha Fija (Figura 17)

País	Nombre de la serie	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Holanda	Precio banda ancha fija (USD)	0,80	0,80	0,70	0,70	0,70	0,80	1,00
Corea	Precio banda ancha fija (USD)	0,90	1,40	1,40	1,30	1,30	1,20	1,20
Tasa de crecimiento Holanda			0,00%	-12,50%	0,00%	0,00%	14,29%	25,00%
Tasa de crecimiento Corea			55,56%	0,00%	-7,14%	0,00%	-7,69%	0,00%

2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Promedio
0,80	0,90	1,00	1,10	1,10	1,30	1,40	1,00	
1,20	1,40	1,40	1,20	1,20	1,10	1,10	1,00	
-20,00%	12,50%	11,11%	10,00%	0,00%	18,18%	7,69%	-28,57%	2,69%
0,00%	16,67%	0,00%	-14,29%	0,00%	-8,33%	0,00%	-9,09%	1,83%

Anexo 5: Evolución del E-Commerce como porcentaje del retorno medio de las empresas (Figura 37)

País	Nombre de la Serie	2012	2013	2014	2015	2016
Holanda	Porcentaje de E-commerce	12,90%	13,50%	11,60%	13,30%	14,30%
Unión Europea	Porcentaje de E-commerce	13,80%	13,10%	13,80%	16,40%	15,70%
Tasa de crecimiento Holanda		0	4,65%	-14,07%	14,66%	7,52%
Tasa de crecimiento UE		0	-5,07%	5,34%	18,84%	-4,27%

2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Promedio
14,60%	14,50%	13,90%	17,30%	18,90%	19,90%	19,00%	
18,40%	17,20%	18,10%	19,80%	19,80%	17,70%	18,00%	
2,10%	-0,68%	-4,14%	24,46%	9,25%	5,29%	-4,52%	3,71%
17,20%	-6,52%	5,23%	9,39%	0,00%	-10,61%	1,69%	2,60%

Anexo 6: Uso de TIC en Empresas (como porcentaje del total) (Figura 38)

País	Nombre de la Serie	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Holanda	Porcentaje de uso de TIC	90,91%	92,32%	97,51%	97,72%	99,60%	100,00%
Corea	Porcentaje de uso de TIC	98,43%	98,39%	98,58%	99,00%	99,20%	99,30%

2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
100,00%	100,00%	100,00%	98,57%	97,31%	98,83%	99%
98,41%	99,49%	99,54%	99,73%	100,00%	100,00%	

Anexo 6: Correlación PIB e Indicadores Importantes (Figuras 39, 40 y 41)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Coefficiente de correlación con PIB
Penetración banda ancha móvil (2010-2019)	40	53	61	64	69	77	88	90	116	119	0,970
Penetración Banda ancha fija (2010-2019)	38,09	38,91	39,64	40,27	40,41	41,25	42,18	42,36	42,85	42,96	0,905
% Empresas usando TIC (2019)	90,91	92,32	97,51	97,72	99,60	100,00	100,00	100,00	100,00	98,57	0,562
PIB (2010-2019) en millones	639187	650359	652966	660463	671560	690008	708337	738146	773987	813055	

	Datos Normalizados									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Penetración banda ancha móvil (2010-2019)	-1,46	-0,96	-0,65	-0,53	-0,34	-0,03	0,40	0,48	1,48	1,60
Penetración Banda ancha fija (2010-2019)	-1,65	-1,17	-0,73	-0,37	-0,28	0,21	0,76	0,87	1,15	1,21
% Empresas usando TIC (2019)	-2,02	-1,60	-0,05	0,02	0,58	0,70	0,70	0,70	0,70	0,27
PIB Holanda (2010-2019)	-1,04	-0,85	-0,80	-0,67	-0,48	-0,17	0,15	0,66	1,27	1,94

Anexo 7: Datos Regresión (Tablas 42, 43 y 44)

AÑO	PIB	K	L	INTERNET	logPIB	logK	logL	logINTERNET
1985	452279	2232273	6,048	0,00%	13,022	14,619	1,800	0,000
1986	464884	2286786	6,191	0,00%	13,050	14,643	1,823	0,000
1987	473862	2339715	6,321	0,00%	13,069	14,666	1,844	0,000
1988	490169	2402587	6,433	0,00%	13,103	14,692	1,861	0,000
1989	511836	2465914	6,609	0,00%	13,146	14,718	1,888	0,000
1990	533246	2529334	6,808	0,33%	13,187	14,743	1,918	-5,701
1991	546253	2589999	6,930	0,53%	13,211	14,767	1,936	-5,237
1992	555572	2649847	7,021	1,32%	13,228	14,790	1,949	-4,328
1993	562559	2703182	7,049	1,97%	13,240	14,810	1,953	-3,929
1994	579217	2756933	7,102	3,26%	13,269	14,830	1,960	-3,424
1995	597265	2817154	7,272	6,47%	13,300	14,851	1,984	-2,738
1996	618162	2884317	7,436	9,65%	13,335	14,875	2,006	-2,338
1997	644922	2957941	7,670	14,07%	13,377	14,900	2,037	-1,961
1998	675001	3037295	7,849	22,24%	13,422	14,926	2,060	-1,503
1999	708981	3128289	8,067	39,18%	13,472	14,956	2,088	-0,937
2000	738727	3215026	8,203	43,98%	13,513	14,983	2,105	-0,821
2001	755917	3297767	8,352	49,37%	13,536	15,009	2,123	-0,706
2002	757559	3366400	8,407	61,29%	13,538	15,029	2,129	-0,490
2003	758739	3428638	8,367	64,35%	13,539	15,048	2,124	-0,441
2004	773799	3488873	8,288	68,52%	13,559	15,065	2,115	-0,378
2005	789669	3552750	8,364	81,00%	13,579	15,083	2,124	-0,211
2006	816999	3627294	8,570	83,70%	13,613	15,104	2,148	-0,178
2007	847823	3728622	8,839	85,82%	13,650	15,132	2,179	-0,153
2008	866224	3815862	8,981	87,42%	13,672	15,155	2,195	-0,134
2009	834460	3878481	8,890	89,63%	13,635	15,171	2,185	-0,109
2010	845665	3925318	8,815	90,72%	13,648	15,183	2,176	-0,097
2011	858783	3978930	8,879	91,42%	13,663	15,197	2,184	-0,090
2012	849934	4016372	8,856	92,86%	13,653	15,206	2,181	-0,074
2013	848828	4048737	8,753	93,96%	13,652	15,214	2,169	-0,062
2014	860910	4074772	8,739	91,67%	13,666	15,220	2,168	-0,087
2015	877777	4153870	8,807	91,72%	13,685	15,240	2,176	-0,086
2016	897015	4206833	8,917	90,41%	13,707	15,252	2,188	-0,101
2017	923126	4267051	9,098	93,20%	13,736	15,266	2,208	-0,070
2018	944921	4333948	9,302	91,89%	13,759	15,282	2,230	-0,085
2019	960771	4409250	9,457	93,29%	13,775	15,299	2,247	-0,069