



Revista de Estudiantes de Economía / Volumen 2 / Número 6 / Enero-diciembre 2022

# INTERCAMBIO

## **La Cuarta Revolución Industrial: Un Enfoque Explicativo desde el Mercado Laboral para el Sector Textil y Financiero en Medellín**

**The Fourth Industrial Revolution: An Explanatory Approach from the Labor Market for the Textile and Financial Sector in Medellín**

.....  
**Estefanía Caldera Vargas**

E-ISSN 2619-6131

Facultad de Ciencias Humanas y Económicas  
Sede Medellín



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# La Cuarta Revolución Industrial: Un Enfoque Explicativo desde el Mercado Laboral para el Sector Textil y Financiero en Medellín\*

## The Fourth Industrial Revolution: An Explanatory Approach from the Labor Market for the Textile and Financial Sector in Medellín

Estefanía Caldera Vargas\*\*

### Resumen

En este trabajo se indagó sobre las repercusiones que puede tener el desarrollo tecnológico en el mercado laboral en Medellín, analizando el comportamiento de las vacantes, el desempleo y los salarios en el sector textil y financiero. Para ello, se utilizaron datos de la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) y la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) proporcionados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) para el periodo 2007-2019. Los resultados divergen según el sector y la variable de estudio, posiblemente por las fluctuaciones naturales del mercado laboral



Intercamb. Rev. Estud.  
Economía. N° 6  
Enero-diciembre 2022  
197 pp.  
E-ISSN 2619-6131  
pp. 28-68

\* **Artículo recibido:** 8 de febrero de 2022 | **aceptado:** 25 de mayo de 2022 | **modificado:** 30 de agosto de 2022.

\* Estudiante de pregrado de Economía, Universidad Nacional de Colombia. Correo-e: [ecalderav@unal.edu.co](mailto:ecalderav@unal.edu.co)

o eventos transitorios de estos oficios en periodos determinados. Además, los resultados demuestran que el proceso de automatización en la ciudad aún no alcanza un nivel suficiente para reflejar efectos claros.

**Palabras clave:** mercado laboral, automatización, salarios, desempleo, vacantes, Medellín

**Clasificación JEL:** J23, O33, J31

## Abstract

This paper studied the effects of technological development on the labor market in Medellín. It analyzed the behavior of vacancies, unemployment and wages in the manufacturing and financial sectors. In order to achieve that, this study used data from the Household Integrated Sample Survey (GEIH) and the Annual Manufacturing Survey (EAM) published by the National Administrative Department of Statistics (DANE) for the period 2007-2019. The results changed according to the sector and variable of study. This could be due to the natural fluctuations in the labor market or transitory events in those sectors in certain periods and it showed that the automation process in the city has not yet reached an adequate level to reflect clear effects in the city.

**Keywords:** labor market, automation, wages, vacancies, unemployment, Medellín

**JEL classification:** J23, O33, J31, J60

## Introducción

El propósito de este trabajo es indagar sobre las repercusiones que puede tener el desarrollo tecnológico en el mercado laboral en Medellín; observando si su dirección converge en un deterioro de los puestos de trabajo, los salarios y un aumento del desempleo como resultado de la innovación tecnológica. Para ello, se hace un análisis de estadística descriptiva para explicar el comportamiento de los sectores textil y financiero (o bancario) que se sitúan como dos de las actividades económicas que mayores cambios tecnológicos han introducido en la ciudad (Beltrán & Giraldo, 2019). Se utilizan datos de la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) y la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) para el periodo 2007-2019. Dichas encuestas son proporcionadas por el Departamento

Administrativo Nacional de Estadística (DANE). A partir de esta información se estudia el comportamiento a través del tiempo de los puestos de trabajo, el desempleo y los salarios (tanto observados, como de reserva<sup>1</sup>) para los dos sectores.

Entre los principales resultados derivados de este análisis se encuentra un incremento en los niveles de desempleo para ambos sectores, al igual que menores salarios de reserva comparados con los demás sectores, lo cual es concordante con la evidencia hallada en los estudios recientes sobre los efectos de la Cuarta Revolución Industrial. Sin embargo, la tendencia en la cantidad de ocupados es diferente, a saber, incrementa en el sistema financiero y disminuye en la industria textil, dos fenómenos que encuentran su explicación en la literatura al relacionarse con la naturaleza diversa de las tareas de estos sectores. Cabe resaltar que estos resultados refuerzan la evidencia bibliográfica de los estudios sobre la Cuarta Revolución Industrial en el mercado laboral. Ahora bien, es posible ampliar este análisis al incluir más sectores y observar su comportamiento conjunto.

Este documento está dividido en cuatro secciones. En primer lugar, se discute, a partir de la teoría económica, sobre las consecuencias del cambio tecnológico a lo largo de la historia; seguidamente, se aborda el actual debate derivado de la llamada “Cuarta Revolución Industrial” y sus efectos sobre el empleo y los salarios. En segundo lugar, se observa la trayectoria en el tiempo del sector textil y financiero, examinando el impacto de la automatización en materia de puestos de trabajo, desempleo y salarios en Medellín; además, se consideran los salarios de reserva discriminados por efectos heterogéneos como edad, nivel educativo, género, duración del desempleo, entre otras; detallando si estas características influyen en las decisiones de los trabajadores en cuanto al salario dispuesto a recibir para entrar al mercado laboral. En la tercera sección, se presentan los resultados. En la última sección, se exponen las conclusiones derivadas de lo anterior.

---

1. Definido como el salario más bajo al que un individuo está dispuesto a trabajar.

## Marco Teórico

### **Debate Actual sobre la Cuarta Revolución Industrial**

A lo largo del tiempo, las consecuencias del progreso tecnológico sobre el trabajo han sido fuente de controversia en la literatura, situándose como epicentro del desarrollo económico y, a su vez, como amenaza para el hombre. Desde la primera Revolución Industrial se muestra una posición temerosa sobre los efectos que podía generar la introducción de la máquina y diversas tecnologías sobre el trabajo humano, reflejada en pensamientos como el de David Ricardo (1821) y John Stuart Mill (1848). A mediados del siglo XX la discusión surge nuevamente con la Gran Depresión cuando John Maynard Keynes (1932) reconoce un desempleo tecnológico causado por un aumento en la eficiencia técnica que superaba, en ritmo, la creación de nuevos usos para el trabajo; imponiéndose la idea de desempleo tecnológico en la década del 30 y retomándose más adelante por autores como Acemoglu y Autor (2011) y Brynjolfsson y McAfee (2011)<sup>2</sup>.

Sin embargo, desde la teoría económica también se han destacado diversos medios a través de los cuales el mercado “compensa” los efectos perjudiciales que los cambios tecnológicos causan sobre el empleo. Marco Vivarelli (2007) apunta tres aspectos principales: en primer lugar, señala que las nuevas inversiones (resultado de los beneficios acumulados por la adopción de tecnologías eficientes) y la creación de nuevos empleos en los sectores donde se constituyen las nuevas máquinas, contrarrestarían los impactos iniciales de la implementación de nuevas tecnologías. En segundo lugar, argumenta que la automatización permite la reducción de los costos de producción y, por lo tanto, la reducción de los precios, motivando la creación de una nueva demanda, un aumento de la producción y del empleo. En tercer lugar, reconoce que la disminución de los salarios como resultado del desempleo tecnológico podría conducir a un nuevo cambio hacia las tecnologías intensivas en mano de obra.

De este modo, desde la teoría económica han surgido críticas y efectos compensativos para las repercusiones de la tecnología sobre el empleo, generando un bucle

---

2. El anexo A1 contiene una tabla que resume algunas de las principales ideas a lo largo de la historia sobre las implicaciones de la introducción de nuevas tecnologías en el empleo.

de debate que se ha extendido desde la Primera Revolución Industrial hasta la actualidad, con el advenimiento de la llamada Cuarta Revolución Industrial. En este último aspecto, Jeremy Rifkin (1995) argumenta que los cambios introducidos actualmente no tienen precedente y conducen inevitablemente a la eliminación del trabajo humano dentro de los procesos de producción, pues esta nueva revolución tecnológica no solo refuerza el papel de la máquina en la sustitución de tareas bien definidas, sino que además comprende ordenadores que prometen emparejar la actividad de la mente humana, lo que permitiría su uso en cualquier actividad económica.

En consecuencia, de lo anterior, la creciente automatización de los procesos productivos marcaría las pautas de una economía en la que los trabajadores se hallan en segundo plano o fuera de él. Esta nueva era denominada “Cuarta Revolución Industrial” pone de relieve aquellos desarrollos tecnológicos enfocados en el aumento de la productividad, la reducción de los costos de producción, la generación de nuevos productos y un mayor control de los procesos productivos (Nava & Naspleda, 2020). Sin embargo, Rifkin (1995) señala que, pese a esto, economistas y líderes políticos ven con optimismo esta revolución configurada bajo los estándares de la producción automatizada, pues facilita y amplía el comercio mundial, además de proporcionar un sin número de nuevos materiales con alto valor agregado de conocimiento, pues surge la necesidad de fortalecer la interacción de la industria actual con los desarrollos tecnológicos propiciados por:

por redes energéticas y de transporte inteligentes, nuevos nano materiales para la construcción de represas y caminos, drones para facilitar el desplazamiento de mercaderías y la auditoría de las obras públicas, sensores para optimizar el recorrido de vehículos y algoritmos para acelerar la circulación de productos por las aduanas (Basco et al 2018, p.10).

En este sentido, es posible distinguir innovaciones tecnológicas que, si bien en conjunto constituyen los elementos de la “Cuarta Revolución Industrial”, son diferenciadas según sus implicaciones: la inteligencia artificial busca reproducir los procesos de la mente humana y conseguir así la adaptabilidad hacia el cambio (Schlogl

& Summer, 2018); los robots industriales manejan una autonomía que les permite desarrollar múltiples tareas bajo la posibilidad de reprogramación; el big data facilita el almacenamiento y procesamiento de grandes cantidades de información (Nava & Naspleda, 2020) y, por último, la automatización comprendida por máquinas que realizan eficientemente las tareas que en un principio son desarrolladas por el hombre (Arntz *et al.*, 2016). Estos elementos están correlacionados entre sí, por lo que tomar la automatización como punto de referencia, permite incluir los demás componentes dentro del análisis de los efectos sobre el mercado laboral.

De esta forma, estudios como el de Acemoglu y Restrepo (2018a) destacan dos tipos de automatización, a saber, de baja y alta cualificación. La primera se relaciona con la automatización tradicional de tareas rutinarias, de baja complejidad y que se extiende en una amplia gama de actividades que incluyen la fuerza de los músculos humanos. Por otra parte, la automatización de alta cualificación involucra nuevos elementos que permiten al capital sustituir tareas de alta complejidad, en las cuales la mente cumple un papel central. Según datos proporcionados por Rifkin (1995), el 75% del trabajo realizado en los países desarrollados está comprendido por tareas rutinarias que pueden ser reemplazadas parcial, y hasta totalmente, por máquinas automatizadas. Además, la automatización de alta cualificación fortalece los argumentos de autores como Ford (2015) sobre la incidencia de la Cuarta Revolución Industrial en todas las actividades económicas, incluyendo aquellas de alta complejidad y elevados salarios. Entonces, es cada vez más difícil para el hombre competir con las máquinas y su repercusión se evidenciaría en la reducción del empleo y los salarios, tanto en términos relativos como absolutos (Acemoglu & Restrepo, 2018b). No obstante, la automatización podría conducir a la creación de nuevas tareas, que como sugieren Acemoglu y Restrepo (2018b), “van desde las funciones de ingeniería y programación hasta las realizadas por especialistas audiovisuales, asistentes ejecutivos, administradores y analistas de datos, planificadores de reuniones y trabajadores sociales” y cuyos efectos serían contrarios a los señalados anteriormente.

En este sentido, se ha discutido en diversos trabajos sobre las consecuencias de la automatización, cuyas conclusiones muestran dos perspectivas diferentes. En primer lugar, los optimistas consideran la innovación tecnológica como el punto clave del crecimiento económico desde la Revolución Industrial y su resultado sobre el empleo ha sido la creación de nuevas tareas, de manera que no hay razón para pensar que con la sistemática automatización sea diferente, pues la dinámica económica conduce a la introducción de nuevas empresas en los sectores que ahora son más productivos, generando una expansión del empleo en los mismos (Frey & Osborne, 2017). En segundo lugar, surge una posición más pesimista que realza el “efecto destrucción” causado por la sustitución de la mano de obra a razón de la automatización del trabajo, provocando una reasignación de la oferta laboral y un desempleo a gran escala que convergirá, finalmente, en el aumento de la desigualdad en y entre los países (Nava & Naspleda, 2020).

### **La Tecnología y sus Efectos sobre el Empleo y los Salarios de Reserva**

Bajo un modelo estático de capital fijo y tecnología exógena, la automatización conduce a un aumento de la productividad derivada del capital, cuya repercusión es directa sobre el precio de los factores de producción. De esta manera, para las empresas resulta más rentable sustituir el trabajo por capital, reduciendo el empleo y la cuota de trabajo en aquellas tareas en las cuales el uso de mano de obra es costoso (Acemoglu & Restrepo, 2018a). A su vez, la productividad reduce los precios debido a la disminución de los costos unitarios; lo cual, bajo competencia perfecta, se traduciría en un aumento de la demanda agregada, de la producción y, por tanto, en un aumento del empleo. Sin embargo, la reducción de los puestos de trabajo (primer impacto de la introducción de la automatización) conduce a una disminución de la demanda de productos como consecuencia de la pérdida de poder adquisitivo de los trabajadores despedidos. Ahora, en una economía imperfecta en la cual una disminución en los costos no se traduce directamente en una reducción de los precios, para que el “efecto precio” prevalezca, este debe contrarrestar los efectos iniciales de la reducción del empleo (Vivarelli, 2007).

Por otra parte, en un marco neoclásico, con plena sustituibilidad entre el trabajo y el capital, el desempleo tecnológico conduce a una reducción de los salarios. Este incremento del desempleo conlleva a respuestas salariales a la baja, porque para que la mano de obra pueda competir con el capital su costo debe ser menor, de forma que los salarios observados y los salarios de reserva (el salario más bajo al que un individuo está dispuesto a trabajar) disminuyen para contrarrestar los efectos de la automatización, pues cuando el capital es más barato que la mano de obra la automatización se fortalece y avanza rápidamente, mientras que la mano de obra tiende a ser superflua (Acemoglu & Restrepo, 2018b). Por lo tanto, la velocidad de difusión y el impacto sobre el empleo dependen de la fijación salarial de la mano de obra, de modo que las perspectivas de empleo pueden mejorar en tanto la disminución del nivel de los salarios (observados y de reserva) sea suficiente para responder a la introducción del capital automatizado.

Ahora bien, el salario de reserva está relacionado con los salarios observados, prueba de ello es que algunas de las metodologías utilizadas para su estimación se basan en la información sobre los salarios observados para inferir los salarios de reserva, como es el caso de la utilizada por Kiefer y Neumann (1979). La literatura empírica y teórica que ha abordado el tema del salario de reserva ha encontrado relaciones entre este y algunas características de los individuos, por ejemplo, Wright (1987) y Cox y Oaxaca, (1992) hallan una relación negativa entre los salarios de reserva y la duración del desempleo. Por su parte, Burdett y Vishwananth (1988) encontraron que cuando los trabajadores desempleados tienen un conocimiento imperfecto de los salarios ofrecidos en el mercado, su salario de reserva disminuye durante la fase de búsqueda debido al proceso de selección. Asimismo, Krueger y Mueller (2016) y Danforth (1979) encontraron que los salarios de reserva disminuyen durante el período de desempleo principalmente para los individuos de mayor edad y los que tienen mayores ahorros.

Adicionalmente, Addison et al (2004) hallan que los salarios de reserva son más altos para los trabajadores de mayor edad (aunque a una tasa decreciente), siendo estos más altos para los hombres que para las mujeres. En cuanto a la presencia de hijos

en el hogar, se evidencia que el salario de reserva se incrementa tanto para hombres como para mujeres, pero significativamente más para las mujeres (Brown et al, 2011).

En el caso de Colombia existen pocas estimaciones de los salarios de reserva. Uno de los estudios es el realizado por Villa (2006), quien estima los salarios de reserva utilizando la información de la GEIH para el año 2005. El autor encuentra que el salario de reserva aumenta con la riqueza y con los ingresos que no provienen directamente de los salarios o las retribuciones por la prestación de un servicio; pero disminuye con la edad, con menores niveles educativos, cuando la persona es jefe de hogar y la mayor cantidad de hijos en el hogar, contrario a los resultados hallados por Addison et al (2004) y Brown et al (2011).

Lo anterior permite inferir que existe una relación entre los resultados de los procesos de automatización del trabajo y los salarios de reserva. Acemoglu y Restrepo (2018a) afirman que el desempleo, derivado de la sustitución de mano de obra por máquinas, lleva a la reducción de los salarios para que el trabajador pueda competir con la nueva tecnología. Así, los salarios observados y, por ende, los salarios de reserva disminuyen para contrarrestar los efectos de la automatización.

Así pues, con base en la teoría, se pueden demarcar impactos negativos de la automatización en la época actual sobre el nivel de empleo y la recepción y percepción de los salarios. Un examen sobre la tendencia de los puestos de trabajo, el desempleo y los salarios con base en los sectores de mayor transformación tecnológica, podría reflejar los efectos sobre el mercado laboral expuestos anteriormente (aumento del desempleo y reducción de los puestos de trabajo y de los salarios) en Colombia y, concretamente, en la ciudad de Medellín en el periodo 2007-2019.

### **Caracterización del Sector Textil y Bancario**

En Colombia, la industria textil ha sido uno de los sectores con mayor tradición y dinamismo a lo largo de la historia, representando un eje central para el crecimiento y desarrollo de diferentes zonas del país. En los años 50, con el auge de la teoría tayloriana, se comenzó la industrialización de las empresas nacionales, dando como resultado el

incremento de la productividad de la mano de obra. Veinte años más tarde, se consolida esta industrialización bajo la modernización y tecnificación de las plantas de las principales empresas, fortaleciendo las exportaciones y el crecimiento del sector (Cuartas, 2019). De modo que, el aporte del sector textil en diversos indicadores como el PIB, el empleo (generando más del 21% del empleo manufacturero) y las exportaciones es de gran relevancia para el crecimiento económico del país (Cuartas, 2019).

Ahora bien, el sector textil concentra el 28,83% de su producción en Antioquia y ha sido fuente de generación de un alto mercado laboral en el departamento, y particularmente, en la ciudad de Medellín; la cual es considerada la ciudad textilera con más tradición en Colombia, caracterizándose por la transformación de fibra de algodón y de tejido plano (Van der Bruggen, 1998; Vélez et al, 2013). Su evolución es de tal magnitud que en Medellín se han implementado estrategias de fortalecimiento de la tecnología como medio para potenciar los procesos y resultados de las empresas. A saber, la “ola de la automatización” ha impulsado el clúster textil en la ciudad, como medio de crecimiento del sector a través de la creación de ventajas competitivas que articulan la cooperación y la incorporación de nuevas tecnologías. Asimismo, ha generado proyectos de innovación que reducen los costos de producción e incrementan la productividad con una alta calidad; por medio de la producción de software, hardware, infraestructura y servicios de telecomunicación para la transformación de la industria (Vélez et al, 2013; Guisao et al, 2014; Pardo & Montoya, 2017; Beltrán & Giraldo, 2019).

Por otra parte, el sector bancario ha tenido un desarrollo diferente en el país, pues hasta la década del 90 aún era poco competitivo y rezagado a nivel productivo. Con la entrada en vigencia de reforma financiera de 1990<sup>3</sup>, se liberó el sector hacia un sistema multibanca, dando inicio a un mercado más grande, diversificado y refinado; con una banca mayoritariamente privada que comenzaría a consolidarse bajo un crecimiento sostenido a partir de 2003 (Mora et al, 2011). Para 2014, la intermediación financiera era responsable de la generación del 1,3% del total del empleo en el país, concentrándose

---

3. Ley 45 de 1990

el 25,7% en la banca y distribuyéndose geográficamente entre las diez ciudades más grandes, principalmente en Bogotá y Medellín, correspondiéndole a esta última el 23, 20% del total de empleo creado (Escuela Nacional Sindical [ENS], 2015).

Con el crecimiento del sector bancario también ha surgido el fenómeno de la innovación y transformación tecnológica, con un incremento en los procesos y funciones automatizadas como medio para fortalecer los resultados en el sector. En este sentido, los bancos de Medellín (como representantes del sector financiero) han constituido sistemas tecnológicos fundamentados en aplicaciones digitales, el blockchain (para la transferencia segura de datos), el Roboadvisor (complementa los análisis de inversión), entre otras tecnologías automáticas que ofrecen un entorno bancario digital eficiente y seguro (González, 2018; Beltrán & Giraldo, 2019; Ordóñez et al, 2019; Vélez, 2019).

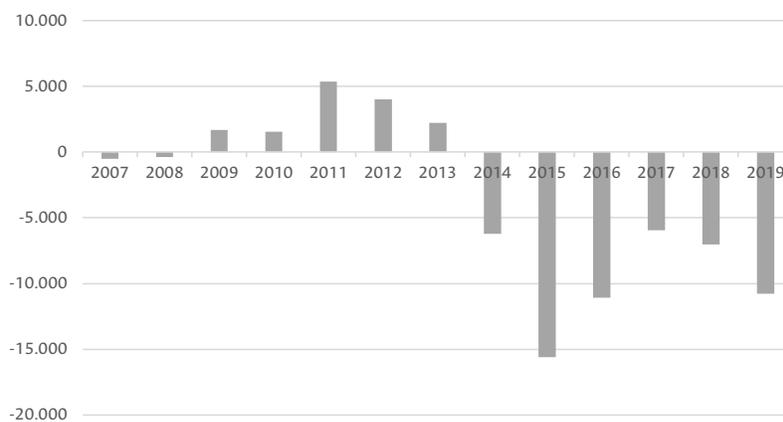
De esta manera, se encuentra que el sector textil y bancario se han situado como dos sectores importantes para el desarrollo de la ciudad, cuya representatividad dentro del PIB a nivel local fue, respectivamente, de 10,2% y 7,0% en el 2019; y de 10,6% y 7,8% para el primer trimestre de 2020 (Alcaldía de Medellín, 2022). A su vez, han implementado una serie de acciones, en las cuales la tecnología y la innovación se han convertido en pilar de desarrollo competitivo de estos sectores. Tal como lo señalan Beltrán y Giraldo (2019), los sectores textil y financiero en Medellín han presentado una transformación significativa en materia de introducción tecnológica impulsada, en gran parte, por la Cuarta Revolución Industrial.

## Metodología

El diseño metodológico abordado en este estudio consiste en la elaboración de un análisis descriptivo y explicativo a partir de gráficos de tendencias para observar el comportamiento histórico del sector textil y bancario en la ciudad de Medellín. Teniendo en cuenta que, especialmente estos dos sectores, han implementado nuevas tecnologías en los últimos años, enmarcadas en las dinámicas propias de la Cuarta Revolución Industrial, como medio para potenciar sus procesos y resultados.

Sin embargo, es preciso tener en cuenta factores exógenos que han influido indirectamente en el comportamiento de estos sectores durante los años analizados: 2007-2019. En primer lugar, la mayoría de Tratados de Libre Comercio (TLC) firmados por Colombia se han puesto en vigencia en el periodo 2004-2018 afectando la balanza comercial del país. En especial, la vigencia del TLC con Estados Unidos y la Unión Europea ha generado una reducción de las exportaciones de textiles hacia estos países, generando resultados negativos en la balanza comercial; esto debido a desventajas en materia de operatividad, competitividad y costos de la mano de obra que posee el sector textil colombiano frente a esos países que han implementado mejoras tecnológicas en sus procesos que los hacen más competitivos y les permiten reducir sus costos de producción (Caicedo, 2021). Como se puede ver en la gráfica 1, la balanza comercial colombiana ha tenido un déficit sostenido desde 2014 como consecuencia, en gran parte, de la entrada en vigencia de los TLC, la devaluación del peso frente al dólar que se presenta desde 2013 (ver anexo 2) que ha genera condiciones propicias para incrementar la importaciones desde otros países, principalmente desde China; y pérdida de las exportaciones, en 2008, hacia aliados comerciales de gran importancia como Venezuela y Ecuador (Cuartas, 2019).

**Gráfica 1. Balanza Comercial**



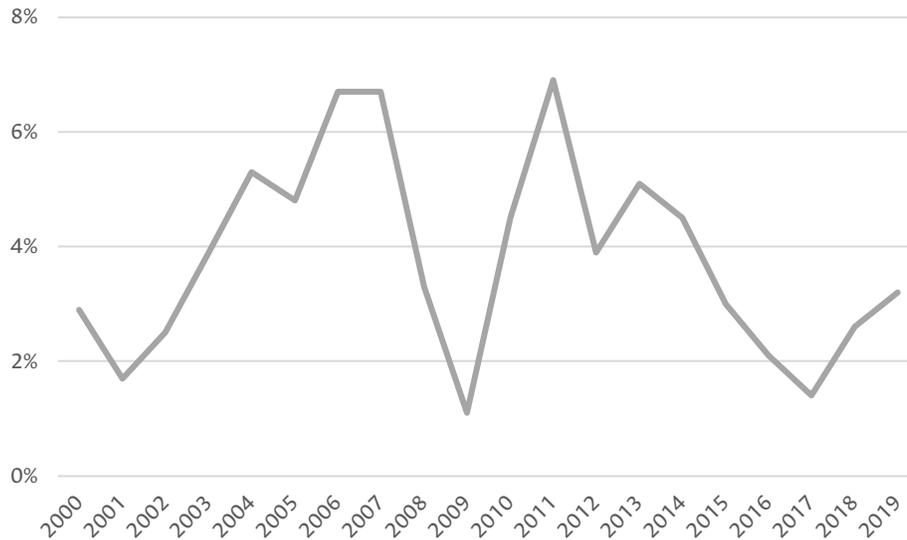
Fuente: elaboración propia con base en datos reportados por el DANE.

En segundo lugar, el sector textil importa el 60% de las materias primas, incrementando sus costos finales y se ve enfrentado a problemáticas como el contrabando, pues el 10% de las importaciones son de este tipo (donde el 90% son contrabando técnico); y la subfacturación que en 2016 aumentó en un 124%; todo esto, con consecuencias desfavorecedoras para el sector (Cuartas, 2019; Caicedo, 2021).

Como contrapartida, en 2017 el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo implementó medidas para promover el desarrollo del sector textil, entre ellas: el diseño de programas con herramientas para diversificar y dar valor agregado a los productos y la promoción de nuevas tecnologías que permiten mejorar la competitividad. A su vez, el gobierno también buscó mitigar los efectos negativos sobre el sector a través de inversiones, control aduanero y el incremento de la siembra de algodón para abastecer la demanda de materias primas desde el interior (Cuartas, 2019).

Por otra parte, como se puede ver en la gráfica 2, durante la primera década del siglo XXI la economía colombiana experimentó un periodo de crecimiento y expansión económica que favoreció a muchos sectores, singularmente, al sector financiero, debido al nuevo régimen regulatorio y las fusiones y nuevas empresas que se instauraron en el mercado bancario como respuesta al auge de la época. Además, la actividad financiera es muy sensible al crecimiento económico, pues afecta directamente la demanda de crédito; esto sumado a la modernización continua de los bancos, como en los medios electrónicos para pago, y la mayor cobertura poblacional, permitió que el sector bancario incrementara su participación en el PIB nacional, pasando del 24% en 1995 al 66% en 2014 (Martínez et al, 2016).

No obstante, la crisis financiera internacional del 2008 impactó las economías locales, entre ellas, la colombiana. Las dinámicas establecidas para mitigar los efectos de la crisis cambiaron la forma de operar y los mecanismos de transmisión de los bancos, aumentando el papel de los bonos como proveedores de liquidez, incrementando el nivel de endeudamiento de la economía y reduciendo la tasa de crecimiento nacional. La crisis financiera demostró la fragilidad del sistema bancario y reveló sus repercusiones sobre todos los sectores económicos, incluyendo el gobierno y los hogares (Cepal, 2019).

**Gráfica 2. Crecimiento PIB**

Fuente: elaboración propia con base en datos reportados por el Banco Mundial.

El escenario anterior pone en evidencia la volatilidad del sector textil y bancario ante los ciclos económicos y las dinámicas mundiales, lo cual es necesario tener en cuenta al analizar las tendencias de estos sectores y distinguir si los resultados son consecuencia de la implementación de nuevas tecnologías o de las fluctuaciones propias y exógenas de la economía.

Teniendo en cuenta lo anterior, se utiliza la información de la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) proporcionada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) en el periodo 2007-2019 para caracterizar la población ocupada asalariada, desempleada y el salario real promedio<sup>4</sup> del sector textil y financiero en Medellín. Además, se observa el salario de reserva autodeclarado para el periodo 2017-2019 y se comparan los datos de los dos oficios con mayor transformación tecnológica vinculada a procesos de automatización con los asociados al resto de

4. Todos los salarios a los que se hace referencia en este trabajo están deflactados con base en el IPC del 2018.

sectores presentes en la ciudad. Siguiendo las conclusiones encontradas en la literatura respecto a las consecuencias de la automatización, se indaga sobre una relación entre el proceso de transformación tecnológica y la información proporcionada por la encuesta para los sectores textil y financiero, los cuales integran, respectivamente, los oficios de sastre, modista, peletero, tapicero, fabricante de sombreros, bordador y confeccionistas; y auxiliar de contabilidad, cajero y empleado de bancos<sup>5</sup>.

Adicionalmente, se utiliza la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) proporcionada por el DANE en el mismo rango temporal que la GEIH (2007 – 2019), agregando los oficios de preparación, hilatura, tejeduría y acabado de productos textiles; fabricación de otros productos textiles; confección de prendas de vestir, excepto prendas de piel; fabricación de artículos de punto y ganchillo, curtido y recurtido de cueros; fabricación de artículos de viaje, bolsos de mano y artículos similares, y fabricación de artículos de talabartería y guarnicionería, adobo y teñido de pieles; y fabricación de calzado<sup>6</sup>. Lo anterior tiene como propósito comparar la tendencia y examinar los cambios que se presentan en el sector textil en materia de trabajadores asalariados ocupados bajo la mirada de dos fuentes diferentes.

Se utiliza el programa estadístico Stata para procesar los datos mensuales para el periodo de estudio de las dos bases de datos y la hoja de cálculo de Excel para sintetizar por medio de gráficas los resultados obtenidos. En primer lugar, se relacionan los registros de acuerdo al oficio reportado en las encuestas y se homogenizan conforme a los códigos CIUO-08 a dos dígitos, a saber, 33 para el sector bancario y 79 para el textil. En segundo lugar, se desestacionalizan las series de tiempo y se calcula el promedio móvil trimestral para ambas bases de datos. En tercer lugar, se deflactan los salarios observados y salarios de reserva con base en el IPC del 2018. Finalmente, se caracterizan los datos de acuerdo a variables relevantes identificadas en la literatura y se reportan los resultados observados.

---

5. Identificados a través de los oficios 33 y 79, respectivamente, correspondientes a la clasificación CIUO-08 a dos dígitos.

6. Correspondientes a los grupos industriales 131, 139, 141, 143, 151 y 152, respectivamente; con base en la clasificación CIIU Rev. 4 A.C.

Cabe resaltar que existen métodos para examinar las incidencias directas de las Cuarta Revolución Industrial. Uno de los métodos utilizados en la literatura para analizar los efectos de la automatización en el mercado laboral se basa en la construcción de un índice de automatización que mide el grado tecnológico que se puede implementar en un oficio según las tareas que requiere. Según datos para el 2018 del McKinsey Global Institute, el 5% de las ocupaciones reportadas para Estados Unidos pueden automatizarse completamente con las tecnologías existentes en la actualidad (Díaz & Salas, 2020). Asimismo, la base de datos Occupational Information Network (O\*NET) de Estados Unidos, contiene información sobre el grado de automatización de un conjunto de oficios según sus características y ha servido de referencia en la elaboración de trabajos sobre la automatización como es el caso de Manyika et al. (2017). Sin embargo, surgen dificultades para construir un índice de automatización para los oficios en Colombia y, particularmente, para la ciudad de Medellín basado en los datos anteriores, pues, de manera general, las diferencias entre países, incluido el nivel de desarrollo de cada oficio, obstaculiza las equivalencias en los índices de automatización por sectores propuestos por la O\*NET y los requeridos para Colombia, de acuerdo a las características propias de sus ocupaciones. Por lo tanto, la construcción de dichos índices implica un estudio riguroso y a profundidad de las tareas desarrolladas en cada una de las ocupaciones del país o de la ciudad, según sea el caso.

## Resultados

Como se puede observar en la tabla 1, durante el periodo analizado, la Población Económicamente Activa (PEA) en Medellín fue en promedio 1'890.911 con una tasa de crecimiento promedio anual del 2% y una Tasa Global de Participación (TGP) del 64,3%. Además, la tasa de ocupación (TO) y la tasa de desempleo (TD) promedio fue de 56,6% y 12,1%; respectivamente<sup>7</sup>.

---

7. El anexo A3 contiene la PEA, población total, TO, TD y TGP para para el periodo completo.

**Tabla 1. Indicadores del mercado laboral en Medellín**

Año	PEA	Población total	TO	TD	TGP
2007	1'566.000	2'264.000	52,3%	12,1%	59,4%
2019	2'068.000	3'773.000	56,8%	12,2%	64,8%
Promedio 2007-2019	1'890.911	3'530.460	56,6%	12,1%	64,3%

Fuente: elaboración propia con base en datos reportados por el Departamento Nacional de Planeación (DNP)

Ahora bien, la tabla 2 resume la estadística descriptiva de las variables utilizadas para la caracterización individual de la muestra. Se puede observar que de los 519.664 registros analizados el sector textil tiene una participación significativa en los puestos de trabajo de la ciudad, ocupando el tercer lugar; y para el caso del sector financiero, aunque la proporción de ocupados es más baja, su contribución es relevante y ha cobrado fuerza en los últimos años. Asimismo, se reconoce una población caracterizada por una educación básica, asumida como un grado máximo de bachiller, lo cual influye en los salarios observados y de reserva y puede ayudar a explicar los resultados derivados del análisis.

**Tabla 2. Estadística descriptiva**

Total muestra	519.664
Salario real promedio mensual del trabajador (\$, 2018=100)	1'435.205
Ingreso real promedio del hogar (\$, 2018=100)	2'341.904
Edad media	36
Con hijos menores de 14 años (%)	46,7
Sexo (Hombre=1) (%)	46,49
Cabeza de familia (Si=1) (%)	33,21
<b>Educación</b>	
Bachillerato (%)	51,07

Técnica o tecnológica (%)	25,18
Universitaria (%)	6,76
Posgrado (%)	2,97
<b>Sector económico</b>	
Agrícola (%)	0,36
Minero (%)	0,05
Textil (%)	9,15
Electricidad, agua y gas (%)	0,33
Construcción (%)	3,72
Comercio, hotel y restaurantes (%)	14,38
Transporte, comunicación y almacenamiento (%)	3,83
Financiero (%)	1,06
Inmobiliario (%)	5,82
Servicios públicos (%)	10,51

Fuente: elaboración propia con base en la GEIH

### **Ocupados, desempleados y salarios**

Primeramente, en la gráfica 3 (panel A y B) se observa el comportamiento de los ocupados asalariados en el oficio textil y la variación anual de los mismos reportados en la GEIH y la EAM. La información extraída de la GEIH evidencia una tendencia decreciente en la cantidad de ocupados asalariados en el periodo de estudio que, si bien muestra una variación positiva en el último año, no alcanza los niveles iniciales, es decir, no hay una recuperación de los ocupados en este oficio. En consecuencia, no hay signos de una generación de nuevos empleos y sí una fluctuación en los mismos niveles durante doce años con una propensión a la baja. Tal como lo plantean Acemoglu y Restrepo (2018b), la introducción de nuevas tecnologías conlleva la sustitución del trabajo en las tareas rutinarias, un escenario que se presenta con fuerza en las labores de los oficios que comprende el sector textil, ya que una cantidad significativa de ellas son manuales y pueden desarrollarse a través de la automatización de los procesos.

Estos datos se enfatizan al observar los resultados derivados de la EAM que reflejan una caída persistente desde el 2014 y un deterioro continuo desde el 2010 en la cantidad de establecimientos dedicados a la producción textil (véase anexo A5). A su vez, los oficios asociados al sector textil han tenido un cambio en el peso de los trabajadores ocupados respecto al total, comprendiendo el 3,71% en el 2007 en comparación con el 2,76% en el 2019, es decir, se presentó un decrecimiento en la participación de los ocupados de 26% dentro del periodo<sup>8</sup>. Todo lo anterior apunta a un declive en las ocupaciones del sector en los doce años de análisis y concuerda con los argumentos de Acemoglu y Autor (2011), quienes encuentran una reducción en la cuota de empleo asociada al efecto desplazamiento que prevalece en el corto plazo.

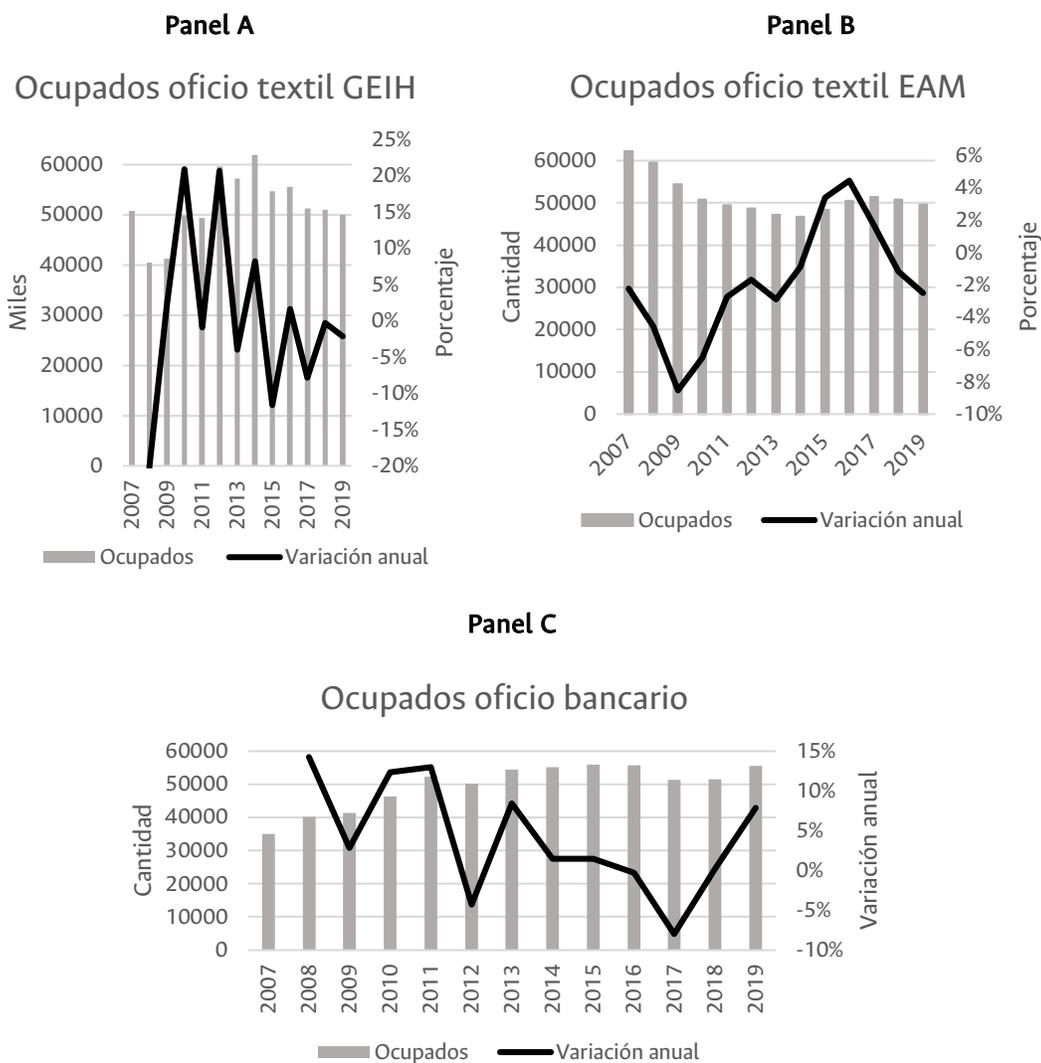
Respecto al oficio bancario, el panel C de la gráfica 3 presenta la cantidad de ocupados en el oficio y su respectiva variación anual. En este caso, la tendencia no es tan clara; por una parte, hay un crecimiento desde el 2007 hasta el 2011; por otra, el año 2012 evidencia una caída, seguida por una recuperación hasta el 2017, donde nuevamente los ocupados caen para recuperarse en el 2019 a niveles similares a los presentados en el 2016. El anexo A4 presenta la gráfica de la variación en la participación anual, la cual muestra que la mayor participación se alcanza en el 2011 con un 3,27%. En esencia, los resultados cambian parcialmente y revelan variaciones positivas y negativas en el periodo que convergen, finalmente, en un crecimiento significativo de los ocupados en el sector. Es decir, estos datos podrían estar relacionados con la creación de nuevas tareas más sofisticadas que requieren la intervención de la mente humana, en cuyo caso se evidenciaría el segundo planteamiento propuesto por Acemoglu y Restrepo (2018b), según el cual la automatización conduce a la creación de nuevos puestos de trabajo que requieren un mayor nivel de cualificación y especialización, debido a la estructura más compleja asociada a la maniobra y retos derivados de la implementación de tecnologías de alto nivel. No obstante, en los últimos años la tendencia en la ocupación del sector bancario ha sido decreciente y la recuperación

---

8. El anexo A4 presenta la gráfica de la variación en la participación anual para el sector textil y financiero.

en el 2019 apenas alcanza los niveles de años anteriores, lo que significa que tampoco hay una relación que evidencie un crecimiento sostenido de los empleos en este y que refuerce completamente la idea anterior.

**Gráfica 3. Ocupados**



*Nota: Datos desestacionalizados. Media móvil trimestral.  
Fuente: elaboración propia con base en datos del DANE (GEIH y EAM).*

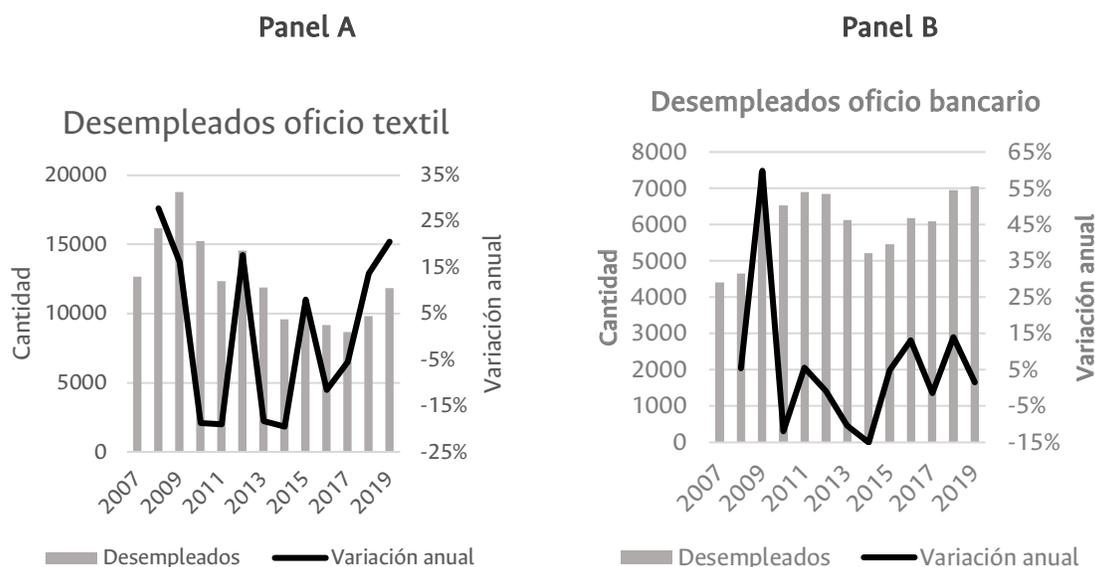
Como segundo punto, la gráfica 4 presenta los desempleados en el oficio textil según la GEIH (panel A) y en el oficio bancario (panel B). En primer lugar, en el sector textil se observa un decrecimiento no sostenido de los desempleados desde el 2010 hasta el 2014 y un crecimiento en los dos últimos años. A su vez, enseña una variación anual creciente desde el 2016, alcanzando el 20,6% en el 2019 y una variación del -23,37%; entre 2019 y 2007, en la participación de los desempleados en el total (ver anexo 6). En segundo lugar, el oficio bancario, muestra un crecimiento en la cantidad de desempleados a partir del 2015 y hasta el final del periodo, al igual que una variación anual creciente en el mismo año de 4,8%, seguida por el 13,1% en el 2016 y una continuación de variaciones irregulares en los años posteriores. La participación de los desempleados del oficio en el total fluctúa entre el 2,27% en 2007 y el 3,08% alcanzado en el 2011, mientras que para el 2019 representaba el 2,81%, como se presenta en el anexo A4. Es decir, los datos de la GEIH evidencian un aumento en el número de desempleados en los últimos años para ambos oficios<sup>9</sup> (aunque las variaciones anuales presentan un comportamiento contrario) que podrían responder a las consecuencias de la introducción de nuevas tecnologías en estos dos sectores, correspondiendo con el desempleo tecnológico presentado por Rifkin (1995) y a la destrucción de puestos de trabajo, que explican Nava y Naspleda (2020), derivada de la sustitución de mano de obra como respuesta al proceso de automatización.

En el marco de los salarios, se examina el ingreso laboral declarado por los encuestados durante el periodo de estudio y se reflejan los resultados en el gráfico 5. En primer lugar, el panel A indica el salario real medio mensual (a precios constantes del 2018) en el oficio textil, donde se presenta una caída en los primeros años, con el punto más bajo en 2013 y con una propensión creciente que se mantiene, aunque no es constante, desde el 2014 y hasta el final del periodo. Si bien la tendencia de los últimos años va en aumento, la variación del salario del año 2019 respecto al inicial (2007) es de -4,71% lo que significa que para el último año de análisis los salarios en el oficio son menores y, de hecho, siempre han estado por debajo de este nivel. Además, desde el 2009 los salarios reales se han situado por debajo del Salario Mínimo Mensual Legal Vigente (SMMLV) establecido para cada año (véase el anexo A7).

---

9. En los dos últimos años en el oficio textil y seis años en el bancario.

Gráfico 4. Desempleados



Nota: Datos desestacionalizados. Media móvil trimestral.

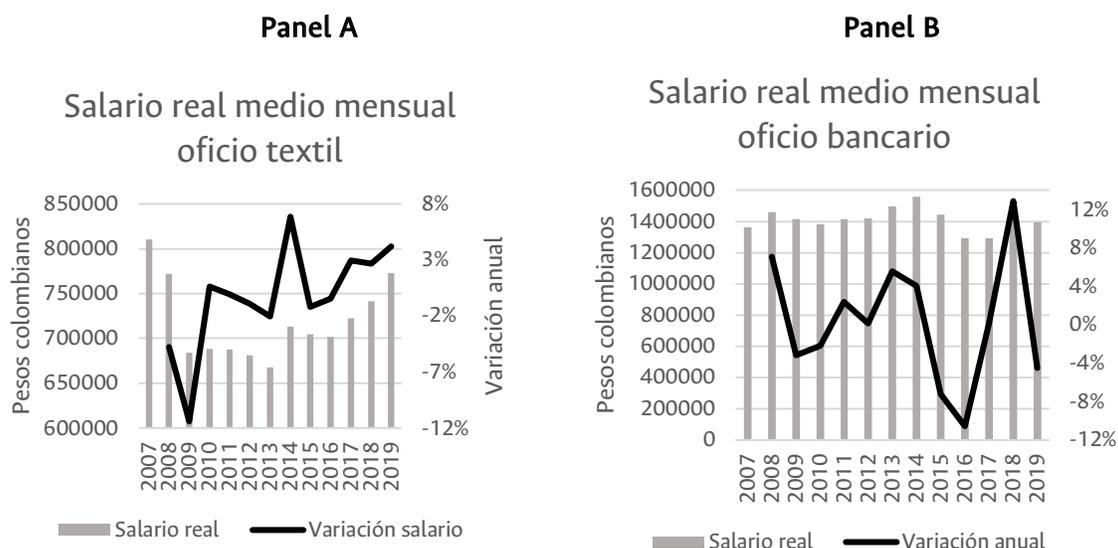
Fuente: elaboración propia con base en la GEIH.

En segundo lugar, el panel B representa el salario real medio mensual para el oficio bancario, cuyo monto máximo se refleja en el 2014, continuando con una caída hasta el 2017, un incremento en el 2018 y, de nuevo, una caída en el 2019. En cuanto a la variación anual, en 2014 comienza un descenso que alcanza el punto más bajo en 2016, para crecer vertiginosamente en los dos años siguientes y caer, nuevamente, hasta niveles negativos en 2019 (-4,51%). Si se comparan los salarios del 2019 con los del 2007 se evidencia una variación del 2,29% y una reducción en la participación que representan respecto al salario mínimo del 14%. Sin embargo, como se puede observar en el anexo A7, el salario real siempre ha estado por encima del SMMLV, duplicándolo casi en todo el periodo; aunque, a partir del 2015 hay una caída sostenida en esta proporción hasta el 2018.

Ahora, el proceso de transformación tecnológica supone una reducción de los salarios como respuesta al desempleo tecnológico (Rifkin, 1995; Vivarelli, 2007; Acemoglu & Restrepo, 2018a), aun así, por una parte, los salarios observados en el sector textil

muestran una tendencia creciente en los últimos años (aunque los niveles se mantienen por debajo del SMMLV y de los alcanzados en los años iniciales). Por otra parte, los salarios del oficio bancario evidencian un decrecimiento en el último periodo, pero en los años previos hay pocas variaciones, de manera que fluctúan en el mismo rango. En otras palabras, los salarios observados no muestran una tendencia clara y consistente en ninguno de los dos sectores que permita deducir alguna relación con el proceso de transformación tecnológica que han comenzado a implementar o con el comportamiento revelado en la literatura sobre los efectos de la automatización en este aspecto.

Gráfica 5. Salarios medios reales oficio textil (\$, 2018=100)



Nota: Datos desestacionalizados. Media móvil trimestral.  
Fuente: elaboración propia con base en la GEIH

### Comportamiento del sector textil y bancario frente a los salarios de reserva

En este punto, se utilizan los salarios de reserva autoreportados por los desempleados en la GEIH en el periodo 2017-2019, para el oficio textil y bancario y se comparan con los declarados para los demás oficios en Medellín. La principal crítica a este método es la presencia de un sesgo de respuesta; sin embargo, permite contrastar las respuestas

de la encuesta con los resultados encontrados en la literatura sobre salarios de reserva y su relación con la automatización de los oficios.

La tabla 3 recoge el promedio de los salarios de reserva (a precios constantes del 2018) declarados en la GEIH durante todo el periodo para el oficio textil, bancario y un agregado de los demás oficios (denominado “resto de oficios”). Al igual que los resultados encontrados por Hofler y Murphy (1994), se observa una relación positiva entre el salario de reserva medio y el nivel de educación del individuo para los tres oficios analizados. Aun cuando no hay datos para el nivel de posgrado en el oficio textil, la tendencia creciente se mantiene en los demás niveles.

Asimismo, siguiendo la bibliografía (Bloemen & Stancanelli, 2001; Prasad, 2003), en el oficio bancario y el “resto de oficios” se halla una propensión creciente de los salarios de reserva con la edad hasta los 65 años, donde empieza a caer, lo cual es consistente con la tasa decreciente que mencionan Addison et al (2004) en este aspecto. En el oficio textil no hay una tendencia ascendente según la edad; sin embargo, el mayor salario de reserva se presenta en los trabajadores de mediana edad (de 36 a 55 años) que están más apegados al mercado de trabajo y, por ello, fijan salarios de reserva más altos que los trabajadores más jóvenes débilmente apegados a la fuerza de trabajo, lo que es acorde con la teoría.

Del mismo modo, se comprueba que, para los tres oficios, las mujeres presentan salarios de reserva más bajos que los hombres. No obstante, considerando la presencia de hijos menores, se encuentra que el salario de reserva de mujeres y hombres disminuye, siendo mayor la reducción en el salario de reserva de las mujeres (véase anexo A8), contrario a los resultados encontrados por Brown, et al. (2011), pero coherente con los resultados encontrados en el estudio de Villa (2006) para Colombia. Este resultado puede implicar que, en el caso de Colombia, la presencia de hijos aumenta las necesidades de ingresos de la familia y, por tanto, los incentivos para estar empleado, lo cual causa una reducción en el salario de reserva (Arango & Lora, 2017).

Además, se encuentra que el salario de reserva aumenta con la duración del desempleo, lo cual no va en línea con los hallazgos evidenciados en la literatura. Este efecto puede estar relacionado con el sesgo de respuesta generado al utilizar la metodología de obtención de información directa para los salarios de reserva.

Tabla 3. Salarios de reserva medios (\$, 2018=100)

Característica	Oficio textil	Oficio bancario	Resto de oficios
Hombre	834.953	916.917	1'013.195
Mujer	790.508	876.574	979.275
<b>Nivel educativo</b>			
Ninguno	857.807	790.070	757.069
Bachiller	798.024	838.810	837.565
Técnico y Tecnológico	838.957	949.405	922.865
Universitario	1'030.771	1'375.796	1'921.465
Posgrado		2'004.027	3'286.244
<b>Edad</b>			
<25	781.774	815.895	835.581
26-35	797.675	938.711	971.891
36-45	788.636	977.770	1'133.485
46-55	829.123	1'245.025	1'140.212
56-65	800.854	1'430.382	1'425.774
>65	808.701	1'245.859	937.857
<b>Con hijos menores de 14 años</b>			
No	802.647	951.249	1'072.036
Sí	795.350	932.625	905.502
<b>Ciudad</b>			
Medellín	798.500	941.844	995.615
<b>Duración desempleo</b>			
Menor o igual a 3 meses	786.761	919.608	951.969
Mayor a 3 meses	817.478	977.428	1'054.320
Menor o igual a 6 meses	792.831	930.384	959.739
Mayor a 6 meses	821.079	981.139	1'099.628

Nota: Datos desestacionalizados. Media móvil trimestral.  
Fuente: elaboración propia con base en la GEIH.

Ahora bien, siguiendo los parámetros expuestos por autores como Rifkin (1995), Vivarelli (2007) y Acemoglu y Restrepo (2018a), el desempleo tecnológico provoca una reducción de los salarios observados, lo que, a su vez, conlleva a la reducción de los salarios de reserva como mecanismo para contrarrestar los efectos de la automatización. Para el caso del sector textil y bancario, los salarios de reserva son menores en ambos oficios comparado con “el resto de los oficios” desempeñados en la ciudad. La diferencia entre estos es más baja para el sector financiero, que representa el 94,60% del agregado, mientras que para el sector textil la proporción es del 80,20%. Este comportamiento se mantiene para todas las caracterizaciones (excepto cuando no hay ningún nivel educativo) analizadas en el oficio textil, pero cambia en el financiero, donde en las edades comprendidas entre 46 y 65 años el salario de reserva es mayor que en “el resto de los oficios”, al igual que en la reducción obtenida cuando se tiene hijos menores de 14 años.

De manera semejante, si se desagrega por sexo (como se observa en la tabla 4), los salarios de reserva promedio de los dos oficios son menores que los del resto, pero se modifican algunas relaciones con las demás características. Por ejemplo, para el nivel educativo técnico y tecnológico, el salario de reserva de los hombres en el sector textil es mayor respecto al resto; asimismo, para el mismo grupo en el sector bancario, en el rango de edad entre 25 y 45 y con hijos menores de 14 años el salario de reserva es más alto que en los demás oficios. Para las mujeres, esta diferencia se mantiene en las mayores de 46 años y aquellas que no están casadas, en el caso del oficio financiero. En los demás aspectos la relación continúa mostrando un nivel más alto en “el resto de los oficios” comparado con los de mayor grado de cambio tecnológico.

Tabla 4. Salarios de reserva discriminados por género para efectos heterogéneos

Característica Nivel educativo	Oficio textil		Oficio bancario		Resto de oficios	
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer
Ninguno	885.076	839.099	803.762	783.002	771.404	741.129
Bachiller	833.845	790.490	857.667	833.992	879.930	798.540
Técnico y Tecnológico	1.047.113	790.860	971.295	944.638	986.960	887.878
Universitario	784.483	1.105.155	1'500.038	1'359.931	1.877.557	1.951.832
Posgrado				2'004.027	3.750.063	2.921.451
<b>Edad</b>						
<25	760.753	788.668	815.100	818.109	837.730	833.683
26-35	846.871	781.717	982.631	928.375	981.570	964.482
36-45	802.277	787.554	1'237.231	948.522	1.201.960	1.078.865
46-55	1.016.998	803.408	1'021.759	1'275.748	1.218.258	1.056.096
56-65	855.926	794.341		1'430.382	1.238.750	1.782.858
>65	806.951	809.158		1'245.859	973.396	711.339
<b>Jefe de hogar</b>						
Sí	876.901	818.337	1'176.069	877.011	1.186.912	966.023
No	813.074	774.721	880.204	960.219	943.705	983.138
<b>Estado civil</b>						
Casado	922.709	783.675	827.407	931.926	1.173.312	1.038.172
Soltero	804.761	796.853	964.615	955.059	937.018	945.947
<b>Ciudad</b>						
Medellín	834.953	790.508	927.353	945.209	1.013.195	979.275
<b>Duración desempleo</b>						
Menor o igual a 3 meses	774.736	789.575	833.436	937.620	982.322	919.114
Mayor a 3 meses	947.582	791.969	1'049.162	957.977	1.063.322	1.047.513
Menor o igual a 6 meses	816.915	787.490	911.947	934.486	993.680	924.975
Mayor a 6 meses	910.239	802.405	973.024	983.303	1.082.770	1.111.413

Fuente: elaboración propia con base en la GEIH.

De forma que, si bien los salarios de reserva para los demás oficios superan los de los sectores textil y bancario en la mayoría de las características individuales, en particular, y los salarios de reserva de la ciudad, en general, señalando una propensión en consonancia con la literatura, no hay suficiente evidencia para determinar que esto es consecuencia del proceso de automatización en estos sectores, sobre todo si se consideran los resultados obtenidos de los salarios observados para el caso de Medellín entre 2007 y 2019. Las razones de tales diferencias pueden diferir y ser consecuencia del desarrollo intrínseco de estos oficios.

## Conclusiones

En este trabajo se pretendió indagar sobre las repercusiones de la Cuarta Revolución Industrial en Medellín mediante un análisis de estadística descriptiva, para explicar el comportamiento en los sectores textil y bancario, que se sitúan como dos de los sectores que mayores cambios tecnológicos han introducido en la ciudad. Surgen dificultades para construir un índice de automatización para estos sectores en la ciudad de Medellín basado en los datos de la Occupational Information Network (O\*NET) de Estados Unidos, por lo cual se revisa en la literatura y en los datos disponibles para Medellín los sectores de mayor cambio tecnológico en los últimos años y sobre ello se respalda el análisis.

Desde la teoría se concluye que existe un debate actual sobre las consecuencias de la automatización: se ha considerado la innovación tecnológica como el punto clave del crecimiento económico y su resultado sobre el empleo ha sido la creación de nuevas tareas (Frey & Osborne, 2017). Sin embargo, existe un “efecto destrucción” causado por la sustitución de la mano de obra que provoca una reasignación de la oferta laboral y un desempleo a gran escala que incrementa la desigualdad en y entre los países (Nava & Nasplada, 2020).

En lo concerniente a la información caracterizada para este estudio y en relación con los aportes teóricos, se observaron tendencias negativas en la cantidad de ocupados en el sector textil tanto con el análisis de los datos reportados en la GEIH

como en los obtenidos de la EAM. Este escenario refuerza uno de los argumentos expuestos por Acemoglu y Restrepo (2018b), según los cuales las tareas rutinarias tienden a ser sustituidas por máquinas, pues el oficio textil comprende un conjunto de tareas manuales que pueden ser reemplazadas con la automatización. No obstante, el oficio financiero mostró una tendencia creciente en gran parte del periodo estudiado y solo una leve reducción en la cantidad de ocupados en los últimos años. En este caso, la automatización podría conducir a la creación de nuevas tareas más sofisticadas que requieren la intervención de la mente humana, afirmando el segundo planteamiento propuesto por Acemoglu y Restrepo (2018b).

En cuanto al número de desempleados, se percibió un incremento en ambos oficios, lo cual va en concordancia con el desempleo tecnológico presentado por Rifkin (1995). Sin embargo, el crecimiento en el nivel de desempleo no es exagerado y las fluctuaciones se situaron bajo márgenes permanentes, por lo tanto, puede significar una respuesta natural del mercado laboral.

Ahora bien, los resultados derivados de los salarios observados no son suficientemente claros para establecer un vínculo con las consecuencias de la automatización. A saber, para el sector textil se evidenció una tendencia al alza de los salarios; sin embargo, estos niveles se encontraron por debajo del SMMLV y no llegaron a igualar durante todo el periodo los percibidos en 2007. Por su parte, los salarios del sector bancario se mostraron estables en la mayor parte del tiempo, aunque alcanzaron una variación anual negativa para el último año.

En lo referente a los salarios de reserva, estos son menores en ambos oficios comparados con el resto de los oficios desempeñados en la ciudad. Este comportamiento se mantiene cuando se estudian bajo diferentes características heterogéneas como el sexo, la edad y si la persona tiene hijos menores. Estos resultados van en relación con los hallazgos de Villa (2006) para Colombia, según los cuales el salario de reserva disminuye si la persona es mujer, a medida que aumenta la edad; y la mayor cantidad y menor edad de hijos en el hogar. De igual manera, la tendencia a la baja de los salarios de reserva en estos oficios, apoya la posición de Acemoglu y Restrepo

(2018a) cuando afirman que el desempleo, derivado de la sustitución de mano de obra por máquinas, lleva a la reducción de los salarios para que el trabajador pueda competir con la nueva tecnología. No obstante, no hay evidencia suficiente para atribuir dichos resultados a los procesos de automatización.

En resumen, no es posible establecer una correspondencia evidente entre las variables analizadas y el proceso de automatización, ya que los resultados obtenidos pueden derivarse de fluctuaciones naturales del mercado laboral o eventos transitorios de estos sectores en periodos determinados. Una posible explicación es que el periodo para el cual se tienen datos es muy pequeño y no logra capturar los efectos de la implementación de nuevas tecnologías automatizadas en estos oficios. Además, los procesos de transformación tecnológica se dan paulatinamente y es posible que los introducidos en los dos sectores de estudio en la ciudad de Medellín aún sean recientes e inconclusos, por lo que no reflejan, hasta el momento, efectos claros.

Para futuros estudios es menester ampliar el periodo de análisis, incorporar técnicas de evaluación de impacto para encontrar los efectos causales o modelos de regresión para estimar determinantes e incidencias precisas relacionadas con la automatización; o la elaboración de un mecanismo para establecer un índice de automatización que permita medir realmente los cambios en los diferentes sectores, pues esto permitiría enmarcar los resultados obtenidos en la investigación completamente y de forma clara dentro de los efectos de la automatización y, con ello, a la “Cuarta Revolución Industrial”.

## Referencias

1. Acemoglu, D. & Autor, D. (2011). Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings. *Handbook of labor economics*, 4, 1043–1171. [https://doi.org/10.1016/S0169-7218\(11\)02410-5](https://doi.org/10.1016/S0169-7218(11)02410-5).
2. Acemoglu, D. & Restrepo, P. (2018a). Low-skill and high-skill automation. *Journal of Human Capital*, 12(2), 204-232. DOI: 10.1086/697242.

3. Acemoglu, D. & Restrepo, P. (2018b). The race between man and machine: implications of technology for growth, factor shares, and employment. *American Economic Review*, 108(6), 1488-1542. Available at <https://doi.org/10.1257/aer.20160696>.
4. Addison, J. T., Centeno, M., & Portugal, P. (2004). *Reservation wages, search duration, and accepted wages in Europe*. IZA discussion paper series, No. 1252.
5. Alcaldía de Medellín, (2022). *Cuenta de producción y Producto Interno Bruto de Medellín: Presentación Cuentas Económicas Medellín 2019-2020pr*. Alcaldía de Medellín. Recuperado el 7 de mayo de 2022 de <https://www.medellin.gov.co/irj/portal/medellin?NavigationTarget=contenido/7024-Cuenta-de-produccion-y-Producto-Interno-Bruto-de-Medellin>.
6. Arango, L. E., & Lora, E. (2017). *Desempleo femenino en Colombia*. Banco de la República, Colombia.
7. Arntz, M., Gregory, T. & Zierahn, U. (2016). *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis*. *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, (189), 1-34. Available at <https://doi.org/10.1787/5jlz9h56dvq7-en>.
8. Autor, D. & Dorn, D. (2013). The growth of low skill service jobs and the polarization of the US labor market. *American Economic Review*, 103(5), 1553-1557. DOI: 10.1257/aer.103.5.1553.
9. Banco Mundial. (8 de Agosto, 2022). *Crecimiento del PIB (% anual) – Colombia* [Base de datos]. Recuperado de <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?end=2021&locations=CO&start=1961&view=chart>.
10. Basco, A. I., Beliz, G., Coatz, D., & Garnero, P. (2018). *Industria 4.0: fabricando el futuro*: Inter-American Development Bank.
11. Beltrán, Y.E & Giraldo, E.Y. (2019). *Transformación del modelo 4.0 en los sectores productivos en Colombia* (Tesis de pregrado). Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá.
12. Bloemen, H.G & Stancanelli, E.G. (2001). Individual wealth, reservation wages and transitions into employment. *Journal of Labor Economics*, 19(2), 400-439.
13. Brown, S., Roberts, J., & Taylor, K. (2011). The gender reservation wage gap: evidence from British panel data. *Economics Letters*, 113(1), 88-91.

14. Brynjolfsson, E. & McAfee, A. (2011). *Race against the machine: How the digital revolution is accelerating innovation, driving productivity, and irreversibly transforming employment and the economy*. Digital Frontier Press Lexington, MA.
15. Bythell, D (1969). *The Handloom Weavers: A Study in the English Cotton Industry during the Industrial Revolution*. Inglaterra: Cambridge University Press.
16. Burdett, K., & Vishwanath, T. (1988). Declining reservation wages and learning. *The Review of Economic Studies*, 55(4), 655-665.
17. Caicedo, C.E. (2021). *La realidad del sector textil colombiano* (Tesis doctoral). Universidad del Rosario. [https://doi.org/10.48713/10336\\_31807](https://doi.org/10.48713/10336_31807).
18. Cepal, N. U. (2019). *Estudio Económico de América Latina y el Caribe 2019. El nuevo contexto financiero mundial: efectos y mecanismos de transmisión en la región*. Santiago de Chile: Cepal.
19. Cox, J.C & Oxaca, R.L. (1992). Direct test of the reservation wage property. *The Economic Journal*, 102 (415), 1423-1432.
20. Cuartas, G. T. (2019). Sector textil colombiano y su influencia en el desarrollo de economía del país. *Punto De Vista*, 10(16). <https://doi.org/10.15765/pdv.v11i16.142>.
21. DANE. (10 de septiembre, 2020). *Gran Encuesta Integrada de Hogares* [Base de datos]. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/mercado-laboral/empleo-y-desempleo/geih-historicos>.
22. DANE. (10 de septiembre, 2020). *Encuesta Anual Manufacturera (EAM)* [Base de datos]. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/industria/encuesta-anual-manufacturera-enam>.
23. DANE. (8 de agosto, 2022). *Balanza comercial* [Base de datos]. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/comercio-internacional/balanza-comercial>.
24. Danforth, J.P. (1979). On the role of consumption and decreasing absolute risk aversion in the theory of job search. In: S.A. Lippman, J.J. McCall (Eds.), *Studies in the Economics of Search* (109–131). North-Holland, New York.

25. Díaz, A.M. & Salas, L.M. (2020). *Brecha de habilidades de los jóvenes en el mercado laboral colombiano*. Caracas: CAF. Recuperado de <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1613>.
26. DNP. (11 de agosto, 2022). *Informes de mercado laboral urbano, Medellín* [Base de datos]. Recuperado de <https://www.dnp.gov.co/estudios-y-publicaciones/estudios-economicos/Paginas/Informes-de-Mercado-Laboral-Urbano.aspx>.
27. Escuela Nacional Sindical. (2015). Sector Financiero y bancario colombiano. Características económicas, laborales y de negociación colectiva. *Equipo De Investigación Ens*.
28. Ford, M (2015). *The Rise of the Robots: Technology and the Threat of Mass Unemployment*. United Kingdom: One world Publications.
29. Freud, S. (1930). *La civilización y sus descontentos*. Nueva York: W.W. Norton.
30. Frey, C.B. & Osborne, M.A. (2017). The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254-280. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>.
31. Gisao, E., Zuluaga, A. & López, J. (2014). Tecnologías de información y comunicación, elemento dinamizador en el desarrollo de un sector - caso aplicado a clúster textil confección Medellín – Antioquia, *Sinapsis* (6), 18-30.
32. González, L. (2018). *Análisis del impacto de la cuarta revolución industrial en el sector bancario colombiano* (Tesis doctoral). Universidad EAFIT.
33. Hofler, R. A., & Murphy, K. J. (1994). Estimating reservation wages of employed workers using a stochastic frontier. *Southern Economic Journal*, 961-976.
34. Keynes, J.M. (1932). Economic possibilities for our grandchildren (1930). *Essays in persuasion*, 358-373.
35. Kiefer, N. M., & Neumann, G. R. (1979). An empirical job-search model, with a test of the constant reservation-wage hypothesis. *Journal of political Economy*, 87(1), 89-107.
36. Krueger, A.B & Mueller, A.I (2016). A contribution to the empirical of reservation wages. *American Economic Journal: Economic Policy*, 8(1), 142-179.

37. Manyika, J., Lund, S., Chui, M., Bughin, J., Woetzel, J., Batra, P., Ko, R. and Sanghvi, S. (2017). *Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of automation*. McKinsey Global Institute.
38. Martínez, A., Zuleta, L. A., Misas, M., & Jaramillo, L. (2016). *La competencia y la eficiencia en la banca colombiana*. Bogotá: Fedesarrollo y Asobancaria. <http://hdl.handle.net/11445/3298>.
39. Mill, J.S. (1848). *On the principles of political economy and taxation*, editado por W. J. Ashley. London: Longmans, Green and Co.
40. Mokyr, J. (2002). *The Gifts of Athena: Historical Origins of the Knowledge Economy*. United States: Princeton University Press.
41. Mokyr, J., Vickers, C. & Ziebarth, N. (2015). The History of technological anxiety and the future of economic growth: is this time different? *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 31-50.
42. Mora, A., Serna, M., & Serna, N. (2011). Las entidades bancarias en Colombia, consecuencia de un movimiento constante del sector bancario. *Revista MBA EAFIT*, 2, 32-53.
43. Nava, A. & Naspleda, F.D. (2020). Inteligencia artificial, automatización, reestructuración capitalista y el futuro del trabajo: un estado de la cuestión. *Cuadernos De Economía Crítica*, 6(12), 93-114. Recuperado a partir de <http://sociedadeconomiacritica.org/ojs/index.php/cec/article/view/16>.
44. Ordóñez, M.M., Marín, J.G., Mesa, J.B. & Salomón, J.C. (2019). *Planeamiento estratégico del sector bancario en Colombia* (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú.
45. Pardo, L.P. & Montoya, C.A. (2017). *El sector textilero en Antioquia, su evolución a través del clúster y los procesos de innovación (Memorias)*. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12494/15047>.
46. Prasad, E. (2003) *What determines the reservation wages of unemployed workers? new evidence from German micro data*. Discussion Paper 694. Institute for the Study of Labor, Bonn.

47. Ricardo, D. (1817). *On the Principles of Political Economy and Taxation*. England: John Murray.
48. Rifkin, J. (1995). *The End of Work*. United States: J.B. Putnam.
49. Schlogl, L. y Sumner A. (2018). *The Rise of the Robot Reserve Army: Automation and the Future of Economic Development, Work, and Wages in Developing Countries*. Reino Unido: Center for Global Development Workingpaper 478. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3208816>.
50. Superintendencia Financiera de Colombia. (11 de agosto, 2022). *Tasa de Cambio Representativa del Mercado – Histórico* [Base de datos]. Recuperado de <https://www.datos.gov.co/Econom-a-y-Finanzas/Tasa-de-Cambio-Representativa-del-Mercado-Historic/mcec-87by>.
51. Van der Bruggen, M. (1998). El sector textil en Colombia. Bogotá: *Becaria Generalitat de Catalunya*.
52. Vélez, J. (2019). La industria 4.0 tiene su epicentro en Antioquia. *La República*. Recuperado de <https://www.larepublica.co/especiales/especial-antioquia-septiembre-2019/la-industria-40-tiene-su-epicentro-en-antioquia-2913450>.
53. Vélez, L.G., Rodríguez, E.F., Camacho, M.T. & Cubillos, N.M. (2013). *Desempeño del sector textil confección 2008-2012*. Superintendencia de sociedades: Bogotá.
54. Villa, J. (2006). Propuesta para la estimación del salario de reserva de los empleados en Colombia con el análisis de fronteras estocásticas. *Archivos de Economía*, No. 315. Departamento Nacional de Planeación.
55. Vivarelli, M. (2007). Innovation and Employment: A Survey. *IZA Discussion Paper* No. 2621. Available at <https://ssrn.com/abstract=969621>.
56. Wright, R. D. (1987). Search, layoffs, and reservation wages. *Journal of Labor Economics*, 5(3), 354-365.

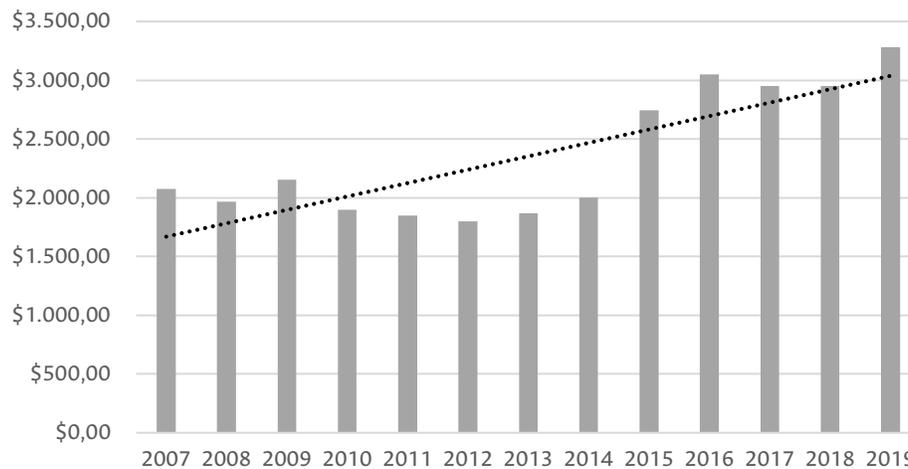
## Anexos

### A1. Discusión histórica sobre los efectos de la tecnología en el empleo

Discusión histórica sobre los efectos de la tecnología en el empleo	Exponente
<p>En un principio señala que la máquina, en materia de producción, se traduciría en un bien general, pero más adelante destaca que la maquinaria conllevaría problemas para la clase trabajadora, pues, en el corto plazo, el capital destinado a la adquisición de máquinas sería obtenido de los fondos de los salarios, lo cual reduciría el empleo y provocaría una sustitución paulatina de mano de obra por maquinaria.</p>	David Ricardo (1821)
<p>Argumenta que las mejoras técnicas podrían ser perjudiciales, temporalmente, para la clase trabajadora; sin embargo, reconoce que el efecto sería parcial y, por tanto, no afectaría a toda la mano de obra en conjunto.</p>	John Stuart Mill (1848)
<p>Durante la Gran Depresión sostuvo que el aumento de la eficiencia técnica se había producido más rápido de lo que se puede abordar el problema de la absorción de mano de obra; por lo cual, reconocía un desempleo tecnológico causado por un aumento en la eficiencia técnica que superaba, en ritmo, la creación de nuevos usos para el trabajo</p>	John Maynard Keynes (1932)
<p>Explica que con la introducción de nuevas tecnologías el rol del hombre en la producción queda disminuido, provocando un desempleo tecnológico que se traduciría en una reducción del bienestar social: “las empresas en el mundo han iniciado su transición hacia la cultura de la máquina, lo que hace pensar que en las décadas futuras se hace inevitable la aparición de un desempleo del que no se tiene referencias hasta el momento (Rifkin, 1995, p.26).</p>	Jeremy Rifkin (1995)

Fuente: elaboración propia.

### A2. TMR promedio anual (Peso Por dólar)

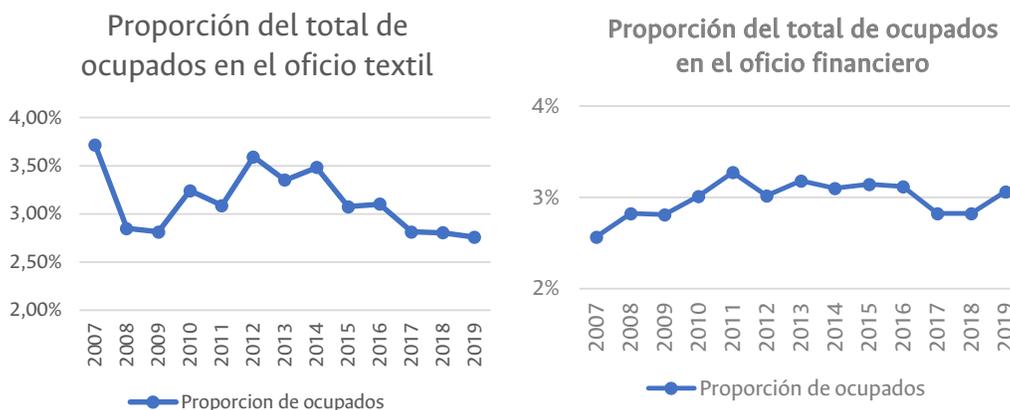


Fuente: elaboración propia con base en los datos abiertos de la Superintendencia Financiera de Colombia.

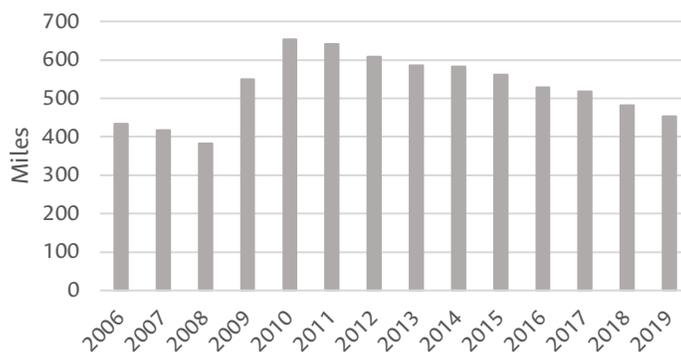
### A3. Indicadores del mercado laboral para Medellín 2007-2019

	PEA	Población total	TO	TD	TGP
2007	1'566.000	3'314.756	52,3%	12,1%	59,4%
2008	1'674.000	3'347.904	52,5%	13,6%	60,8%
2009	1'745.223	3'381.383	53,7%	15,7%	63,6%
2010	1'793.000	3'415.197	55%	14%	64%
2011	1'829.000	3'449.349	56,3%	12,3%	64,2%
2012	1'900.000	3'483.842	57,5%	12,4%	65,6%
2013	1'931.000	3'518.681	58,2%	11,2%	65,6%
2014	1'969.620	3'553.867	59,6%	10,5%	66%
2015	1'991.000	3'598.000	58,7%	10,7%	65,7%
2016	2'007.000	3'643.000	58,3%	10,7%	65,3%
2017	2'043.000	3'687.000	58,5%	10,8%	65,6%
2018	2'065.000	3'730.000	57,7%	11,7%	65,4%
2019	2'068.000	3'773.000	56,8%	12,2%	64,8%

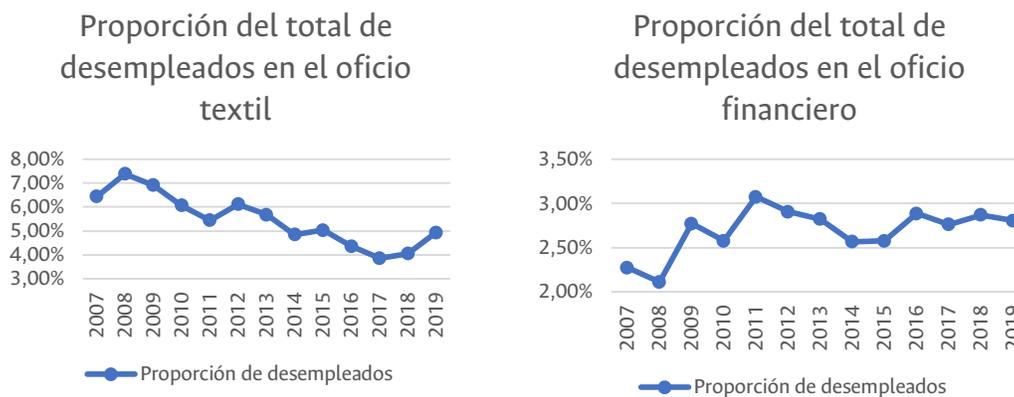
Fuente: elaboración propia con base en los datos abiertos del DNP

**A4. Variación en la participación anual del oficio textil y financiero**

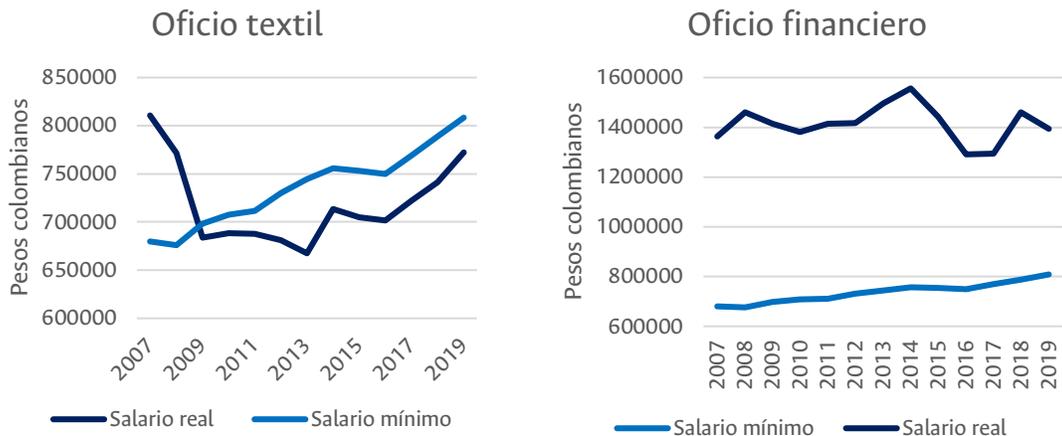
Fuente: elaboración propia con base en la GEIH.

**A5. Cantidad de establecimientos en el sector textil**

Fuente: elaboración propia con base en la GEIH.

**A6. Variación en la proporción anual de desempleados en el oficio textil y financiero**

Fuente: elaboración propia con base en la GEIH.

**A7. Comparación del salario real y mínimo en el oficio textil y financiero**

Fuente: elaboración propia con base en la GEIH.

**A8. Salarios de reserva discriminados por género y presencia de hijos menores**

Característica	Oficio textil		Oficio bancario		Resto de oficios	
	Con hijos	Sin hijos	Con hijos	Sin hijos	Con hijos	Sin hijos
Hombre	872.583	814.536	1'012.944	877.228	952.802	1.046.632
Mujer	785.678	798.249	919.787	974.634	877.230	1.106.129

Fuente: elaboración propia con base en la GEIH.

