



IMPACTO DE LA AUTOMATIZACIÓN EN EL EMPLEO EN ESPAÑA

Recopilación y traslación de los principales estudios

24 de octubre de 2018

CONTENIDO

IMPACTO DE LA AUTOMATIZACIÓN EN EL EMPLEO EN ESPAÑA	1
Recopilación y traslación de los principales estudios	1
1. PREFACIO.	5
2. INTRODUCCIÓN. CONTEXTO NACIONAL E INTERNACIONAL.	7
3. ANÁLISIS DE LOS ESTUDIOS SELECCIONADOS.	13
3.1. Consideraciones previas.	13
3.2. La digitalización: ¿crea o destruye empleo? Informe anual sobre la flexibilidad laboral y el empleo. Randstad Research, 2016	13
3.3. El trabajo del futuro. Nota técnica. AFI, Observatorio ADEI y Google, julio de 2017.	14
3.4. The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Carl Benedikt Frey y Michael A. Osborne; Oxford Martin School/ University of Oxford.	16
3.5. Artificial Intelligence, Automation, and the Economy. Executive Office of the President. December 2016.	21
3.6. The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries. A Comparative Analysis. Melanie Arntz, Terry Gregory, Ulrich Zierahn.	23
3.7. Automation and independent work in a digital economy. Policy Brief on the Future of work. OECD.	26
3.8. Automation, skills use and training, OCDE.	27
3.9. Trouble in the Making? The Future of Manufacturing-Led Development. World Bank.	29
3.10. A future that Works: automation, employment and productivity. McKinsey Global Institute.	30
3.11. PwC Young Workers Index 2017. PwC.	34
3.12. Employment and Social Developments in Europe. Annual Review 2018. Comisión Europea.	36
Will robots really steal our jobs? PwC.	37
3.14. Harnessing revolution: Creating the future workforce. Accenture.	38
3.15. Resumen del capítulo.	41
4. PERCEPCIÓN DE LOS TRABAJADORES ESPAÑOLES.	42
5. CONCLUSIONES.	45
6. PROPUESTAS DE ACCIÓN.	47
Propuestas de acción a corto plazo:	47
Propuestas de acción a medio plazo:	48
Propuestas de acción a largo plazo:	48
CITAS.	49
NOTAS AL PIE.	51

1. PREFACIO.

De Ricardo¹ a Piketty², pasando por Marx³, Keynes⁴, Shumpeter⁵, Arendt⁶, Rifkin⁷ y Jameson⁸, economistas, políticos⁹ y filósofos¹⁰ de todas las épocas y líneas de pensamiento han teorizado sobre las consecuencias de la innovación tecnológica sobre el empleo. Una preocupación que, no siendo nueva, ha tomado nuevos bríos, ante las expectativas que genera la discontinuidad tecnológica que conllevan las nuevas tecnologías algorítmicas y de análisis científico de los datos.

Organismos internacionales de prestigio, consultoras y auditoras globales, bancos centrales y gobiernos de todos los continentes han comenzado a publicar sus vaticinios sobre cómo impactará esta nueva revolución digital en el empleo, creándose dos visiones muy diferentes, y en muchas ocasiones completamente contrapuestas. Mientras una teoría defiende que, al igual que en anteriores episodios de semejante magnitud, el empleo sufrirá en sus primeros momentos tensiones inherentes a cualquier transformación relevante, a la larga serán mayores los beneficios que los perjuicios, lo que redundará en un crecimiento del empleo neto y en una mayor calidad del mismo, así como en un aumento de los índices de productividad. No obstante, desde un punto de vista puramente cuantitativo, el número de estudios que apoyan esta teoría es significativamente menor que su versión alternativa.

Efectivamente, otras hipótesis apuntan a que en esta ocasión “será diferente¹¹”: los antecedentes históricos no son aplicables a esta revolución digital debido a su propia idiosincrasia, y que, por tanto, el empleo sufrirá una transformación profunda, radical y perdurable, tanto en volumen como en su calidad. El número de informes que concuerdan con esta teoría son más numerosos desde un punto de vista cuantitativo.

La mayoría de estas publicaciones examinan el impacto de la digitalización desde un punto de vista globalizado, teniendo en cuenta aspectos tales como los movimientos migratorios, la demografía mundial y sus desequilibrios regionales, las tendencias socioeconómicas internacionales o las interdependencias energéticas o economías; en suma, estos documentos complementan la globalización como un proceso propio con el impacto de la revolución digital sobre los mercados internacionales de empleo.

En los casos en los que estas tesis se prestan a análisis locales, en raras ocasiones se incluye a la economía española. Las principales economías mundiales, como EEUU, Alemania, Japón, China, Reino Unido, o estados con un gran capital humano, como India, México o la citada China, suelen ser el foco finalista del estudio.

Los estudios que contemplan el impacto de la revolución digital en el empleo en España son escasos, y como ya hemos apuntado, alcanzan conclusiones muy polarizadas, y en la mayoría de las ocasiones, absolutamente contrarias e irreconciliables.

En consecuencia, el elevado número de estudios, sus heterogéneos ámbitos de análisis y sus conclusiones dispares han creado, por un lado, un déficit de conocimiento que debe ser corregido, y por otro, han provocado polémica, confusión y alarmismo mediático.

De este modo, este trabajo tiene como objetivo recopilar y trasponer los supuestos y conclusiones de estos estudios a la realidad del mercado laboral español, procurando ser fiel tanto a la metodología

original como a la idiosincrasia de nuestro mercado de trabajo, en la búsqueda puntos comunes y conclusiones con alto consenso, que puedan aportar al lector y a los organismos responsables de desarrollar políticas en estos ámbitos, un documento de referencia comparativo, neutral y riguroso, con una perspectiva lo más amplia y certera posible.

Para ello, acudiré a aquellos trabajos con mayor relevancia y prestigio, tanto por la calidad de sus contenidos, como sobre todo por los organismos que los suscriben, que les dotan de la credibilidad, metodología y moderación imprescindibles para cualquier investigación rigurosa.

Los trabajos elegidos son los siguientes:

1. *La digitalización: ¿crea o destruye empleo? Informe anual sobre la flexibilidad laboral y el empleo. Randstad Research, 2016*¹².
2. *El trabajo del futuro. Nota técnica. AFI, Observatorio ADEI y Google, julio de 2017*¹³.
3. *The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Carl Benedikt Frey y Michael A. Osborne; Oxford Martin School/University of Oxford. 17 de septiembre de 2013*¹⁴ y sus translaciones al caso español por CaixaBank Research (*¿Llegará la Cuarta Revolución Industrial a España?* 10 de febrero de 2016¹⁵) y el Observatorio Económico de BBVA Research (*¿Cuán vulnerable es el empleo en España a la revolución digital?*¹⁶)
4. *Artificial Intelligence, Automation, and the Economy. Executive Office of the President. Diciembre 2016*¹⁷.
5. *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries. A Comparative Analysis. Melanie Arntz, Terry Gregory, Ulrich Zierahn, 14 May 2016*¹⁸.
6. *Automation and independent work in a digital economy. Policy Brief on the Future of work. OCDE. Mayo 2016*¹⁹.
7. *Automation, skills use and training. Ljubica Nedelkoska and Glenda Quintini, OCDE, 14 de marzo 2018*²⁰.
8. *A future that Works: automation, employment and productivity. McKinsey Global Institute*²¹, enero 2017, su posterior revisión, *Jobs lost, jobs gained: workforce transitions in a time of automation. McKinsey Global Institute, diciembre 2017*²² y su translación al mercado español en colaboración con COTEC (*La reinención digital: una oportunidad para España*²³).
9. *PwC Young Workers Index 2017. PwC, octubre 2017*²⁴.
10. *Employment and Social Developments in Europe. Annual Review 2018. Comisión Europea, junio 2018*²⁵.
11. *Will robots really steal our jobs? An international analysis of the potential long term impact of automation. PwC, febrero 2018*²⁶.
12. *Trouble in the Making? The Future of Manufacturing-Led Development. World Bank, septiembre 2017*²⁷.
13. *Harnessing revolution: Creating the future workforce. Accenture, mayo 2017*²⁸.

Después de la aproximación a los estudios de carácter científico, creo imprescindible añadir el punto de vista de los propios afectados: los trabajadores. Efectivamente, mientras los estudios reseñados emplean objetivos métodos empíricos, el enfoque de los trabajadores complementa a los primeros con su percepción individual que, aunque no esté exenta de subjetividad, aporta una experiencia y cercanía al tejido productivo que resulta fundamental para conformar una correcta visión de conjunto.

2. INTRODUCCIÓN. CONTEXTO NACIONAL E INTERNACIONAL.

Antes de proceder a analizar los estudios seleccionados, se hace necesario exponer la situación del mercado de trabajo español, al objeto de contextualizar el presente antes de comenzar a especular sobre el futuro, que éste último estará fuertemente condicionado por el primero.

El mercado de trabajo español sigue sufriendo las consecuencias de la denominada Gran Recesión²⁹ y de los desequilibrios estructurales de su tejido productivo, excesivamente orientado al sector de la construcción en los últimos 20 años, con una progresiva tendencia a la tercerización de bajo valor añadido, especialmente si se mira al sector turístico, y con una sistémica falta de productividad transversal a toda su economía³⁰.

En el segundo trimestre de 2018, España contaba con 3.490.100 personas desempleadas, por 19.344.100 personas ocupadas. La tasa de paro se cifraba en un 15,28%.

La fórmula que mejor describe el mercado laboral español es la que une temporalidad, estacionalidad, inseguridad, rotatividad, inestabilidad, parcialidad, desprotección, dualidad, devaluación y precarización:

- La proporción de contratos indefinidos entre los asalariados sobre el total de empleo es inferior a un cuarto del total (22,52%). La abrumadora mayoría de los contratos que se firman en España es de carácter temporal, lo que denota una profundísima dualidad. De hecho, la tasa de temporalidad se concreta en un 26,8%³¹.
- Las tasas de paro juvenil son elevadísimas: el desempleo de los menores de 20 años supera el 50% (51,64%); para los menores de 25 años, se fija en un 34,68%³². Uno de cada cinco trabajadores tiene un nivel educativo superior al que sería necesario para desempeñar correctamente su trabajo y los jóvenes son los que tienen mayor riesgo de estar sobrecualificados³³.
- Los flujos de contratación están fuertemente condicionados por las campañas estacionales de consumo y turismo (periodo navideño, rebajas en el comercio, vacaciones estivales y de Semana Santa) que ejercen fluctuaciones sintomáticas al inicio y final de cada una de ellas, primero generando empleo temporal y, finalmente, destruyéndolo hasta la siguiente campaña³⁴. De este modo, la tasa de temporalidad alcanza al 26,8% de los asalariados, con uno de cada tres contratos con duración menor a un mes y uno de cada cuatro dura menos de una semana³⁵.
- El porcentaje de parcialidad involuntaria supera el 54%. Casi 1,6 millones de ocupados están empleados mediante contratos a tiempo parcial al no poder optar a un empleo a tiempo completo³⁶.
- 1,27 millones de desempleados llevan buscando empleo más de dos años (un 36,52% de todos los desempleados). Algo más de medio millón más (un 14,5%) lleva buscándolo más de un año y menos de dos. En suma, 1,8 millones de personas sin empleo llevan más de un año buscando empleo³⁷.

- La tasa de cobertura de los desempleados en julio de 2018 era de un 57,5%, que deja fuera a 43 de cada 100 parados. En consecuencia, más de un millón de parados no recibe ninguna prestación por desempleo³⁸.
- El mercado de trabajo español sufre una relevante devaluación salarial paralela a la citada Gran Recesión, que alcanza cotas de un 22,6% entre los contratos más bajos desde 2008³⁹ y un 7,6% en el conjunto de los asalariados⁴⁰. Más de 10 millones de personas reciben rentas por debajo del umbral de pobreza monetaria, lo que representa una tasa de pobreza total del 22,3%, la más alta desde 1995⁴¹. Dicha devaluación deriva en una creciente pérdida del peso de las rentas del trabajo en el Producto Interior Bruto frente a las rentas del capital⁴².

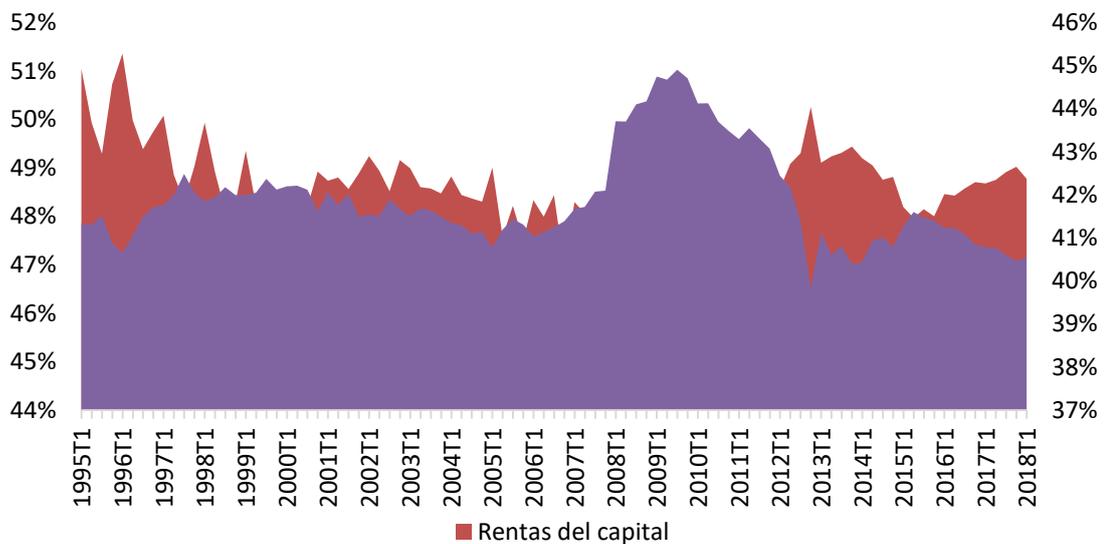


Figura 1. Evolución de las rentas del trabajo y del capital en el PIB

- Otra de las características del mercado español es su tendencia hacia la polarización a la hora de crear, o destruir, empleo en función de las cualificaciones que acreditan los trabajadores. Aun no siendo un proceso exclusivamente local, ya que tiene proporciones mundiales⁴³, es especialmente acentuado en el caso español: en la última década se ha destruido un 13,5% del empleo con habilidades intermedias, mientras se crea empleo neto en puestos de trabajo con altas o bajas cualificaciones. El resultado de esta polarización es una indudable pérdida de peso de las denominadas clases medias en el tejido productivo español.

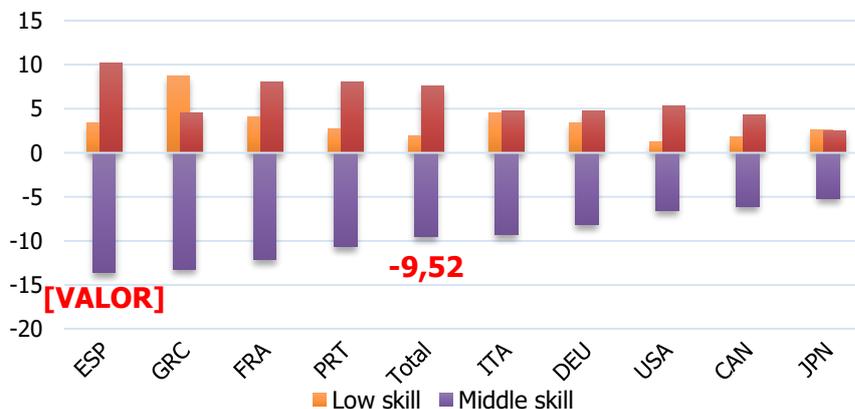


Figura 2. Cambios en el total del empleo por habilidades (%). 1995 to 2015.
 OCDE Employment Outlook 2017.

- Se observa una fuerte desaceleración en la reducción de la media de horas anuales por trabajador. Si desde 1950 esta reducción era constante y paulatina, se vive un estancamiento en esta progresión desde 2007.

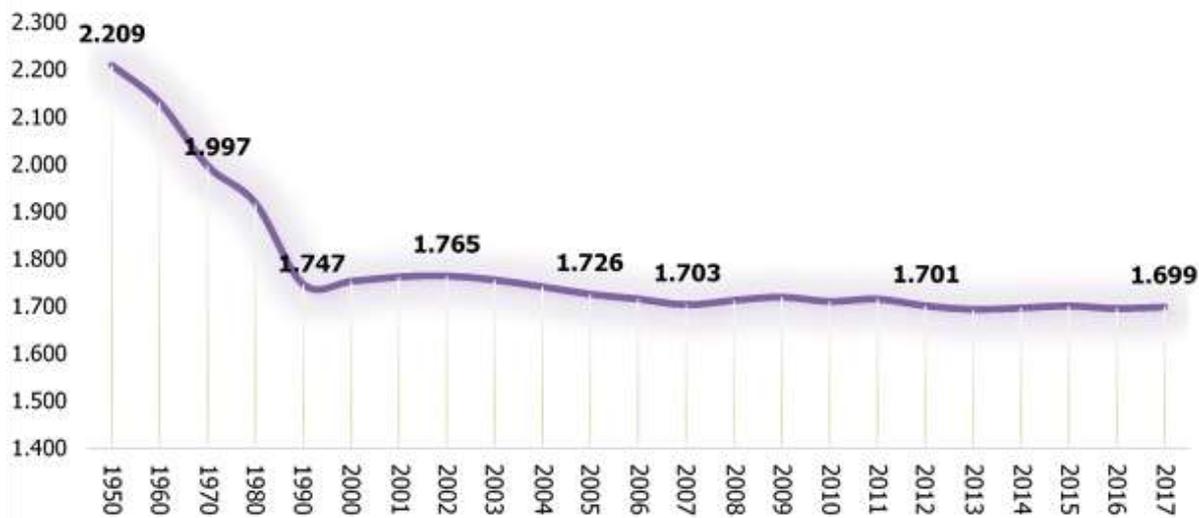


Figura 3. Media de horas trabajadas en España, 1950-2017. The Total Economy Database (TED)

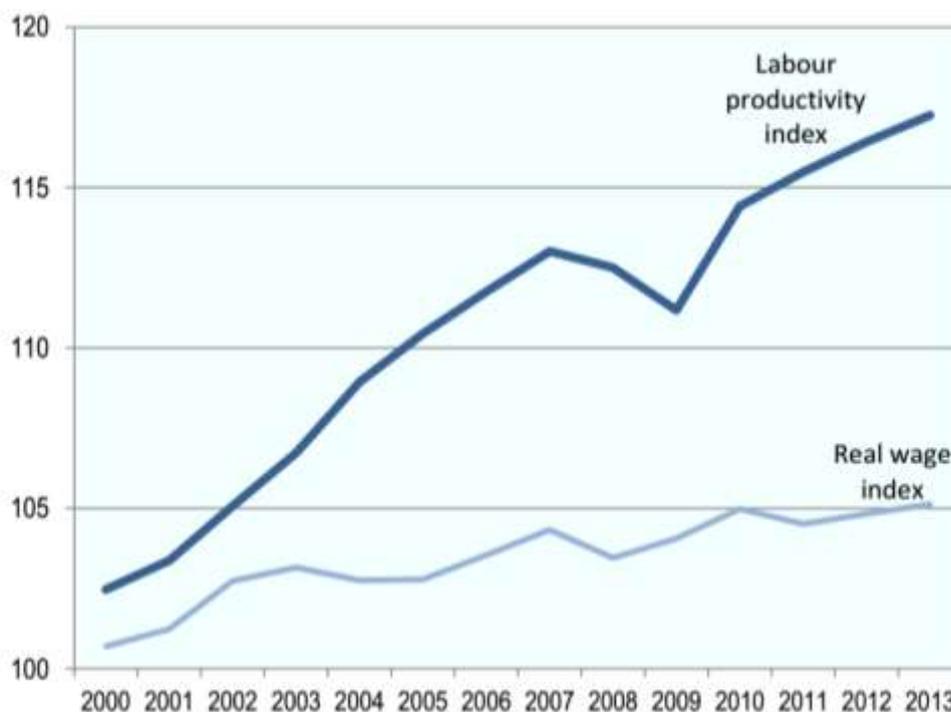
La siguiente imagen, extraída del ya citado OCDE Employment Outlook, en este caso particularizado para España⁴⁴, representa un magnífico resumen visual de la situación del mercado de trabajo español en el entorno de la OCDE:



Figura 3. España en el OCDE Employment Outlook 2018.

Expuesta la situación del mercado de trabajo español, es conveniente completarla con tres tendencias de carácter internacional que nos ayudarán a comprender el alcance de los estudios que vamos a abordar y las subsiguientes conclusiones:

- Se confirma el desfase entre productividad y salarios que se habían mantenido paralelos hasta el año 2002⁴⁵. A partir de esa fecha, se evidencia la separación entre ambas magnitudes: mientras la productividad aumenta de forma sostenida, los salarios se congelan.



Notes: Data refer to Australia, Canada, France, Germany, Italy, Japan, Rep. of Korea, the United Kingdom and the United States. Real wage growth is calculated as a weighted average of year-on-year growth in real average monthly wages in the advanced G20 economies (for a description of the methodology, see ILO Global Wage Report 2014-15, Appendix I). Index is based on 1999 because of data availability.

Sources: ILO Global Wage Database; ILO Trends Econometric Models, Apr. 2014.

Figura 4. Evolución de la media de salarios y la productividad laboral en el G20, 2000-2013.
OECD Employment Outlook 2017.

- Las compañías con mayor éxito bursátil en la última década son empresas de marcado carácter tecnológico. Además de su carácter innovador y su íntima relación con las TIC, otra de las características de estas empresas es el reducido tamaño de sus plantillas, tendentes a contratar a personal muy especializado, pero manteniendo sus costes laborales muy reducidos gracias al poco personal contratado. For example, "In 1990, the top three automakers in Detroit had among them nominal revenues of \$250 billion, a market capitalization of \$36 billion, and 1.2 million employees. The top three companies in Silicon Valley in 2014 had nominal revenues of \$247 billion, a market capitalization of over \$1 trillion, and only 137,000 employees⁴⁶".

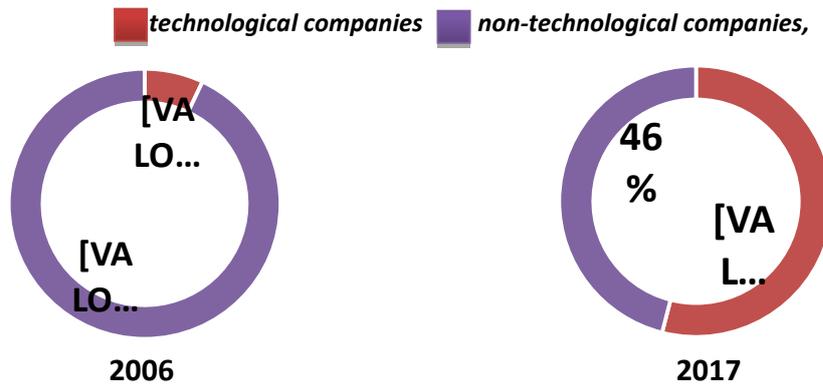


Figura 5. Porcentaje de capitalización de empresas tecnológicas y no tecnológicas, 2006-2017. Bloomberg, august 2017.

- El desarrollo de las técnicas de fabricación en términos de eficacia y eficiencia han conseguido reducir exponencialmente las necesidades de mano de obra. Así, en la actualidad fabricamos un 85% más de bienes que en 1987, pero con sólo dos tercios de la mano de obra que en dicho año⁴⁷. En conclusión, la ruptura del binomio “éxito empresarial” y “empleo masivo” está comenzando a desplazar al factor trabajo como elemento de centralidad en la economía y en la distribución y redistribución de la renta⁴⁸.

3. ANÁLISIS DE LOS ESTUDIOS SELECCIONADOS.

3.1. Consideraciones previas.

Antes de iniciar el análisis pormenorizado de los estudios seleccionados, es necesario hacer varias consideraciones.

En primer lugar, el número de estudios entre las dos tendencias es claramente desigual, con un marcado desequilibrio hacia aquellos que concluyen que habrá pérdidas netas de empleo o que afirmar que la revolución digital será perjudicial para el conjunto de los trabajadores. Por ello, y al objeto de equilibrar el número de estudios de ambas tendencias, me he permitido la licencia de incluir referencias a ensayos de entidades que quizás no tengan la relevancia internacional de otras, pero que considero preciso analizar para dotar de neutralidad al este documento. En esta misma línea, no se han introducido estudios focalizados en determinados sectores, aislados del total de la economía, para facilitar un análisis comparativo en términos de conjunto del mercado laboral.

En segundo, la metodología y aproximación utilizada en cada estudio pueden ser muy diferentes entre ellas. Ambas cuestiones están detrás de las cifras disonantes y las conclusiones contrapuestas que presidirán el relato.

En tercero, y en la pretensión de confeccionar una comparativa útil, destacaré de cada uno los siguientes parámetros: volumen de empleo (ganancia o pérdida, en cifras), calidad del empleo (mejora o deterioro), efectos de la discontinuidad tecnológica sobre el empleo (positiva o negativa), periodo temporal de las previsiones y metodología empleada.

En cuarto y último lugar, me he permitido la licencia de hacer aportaciones personales en varias fases del desglose. La razón para otorgarme tal autorización es la de dotar a cada análisis individual una perspectiva de conjunto y una crítica comparativa, que busca aportar más valor y comprensión al ensayo.

3.2. La digitalización: ¿crea o destruye empleo? Informe anual sobre la flexibilidad laboral y el empleo. Randstad Research, 2016

Realizado en colaboración con la Universidad de Católica de Lovaina y la Universidad de Utrech, parte dos premisas concretas: la desindustrialización en los países más desarrollados y la polarización laboral en los países de la OCDE⁴⁹.

A partir de la confirmación de ambas situaciones, indudables por otra parte, Randstad sugiere que el futuro del trabajo debe renunciar a su clasificación tradicional basada en sectores industriales y no industriales, así como a eliminar estructuras e instituciones establecidas de forma histórica.

De hecho, su planteamiento se basa en segmentar el mercado del trabajo entre tareas rutinarias y aquellas que no lo son, puesto que las primeras son factibles de automatizar, y a partir de ese planteamiento, construir el futuro.

Quizás la conclusión más relevante de *“La digitalización: ¿crea o destruye empleo?”* sea la observación empírica que vincula empleos STEM con los no-STEM, que se complementan hasta el

punto de encontrar *“un importante efecto indirecto positivo entre el empleo STEM y no STEM”*. Sus estimaciones afirman que por cada trabajador de alta tecnología se crean, de media, entre 2,5 y 4,4 nuevos empleos en sectores ajenos a la alta tecnología.

Por tanto, Randstad concluye que, *“al contrario de lo que se cree en ocasiones, el aumento del empleo de alta tecnología ayuda en lugar de perjudicar el crecimiento del empleo de baja tecnología”*.

En virtud de ello, España tendría potencial para generar 1.250.000 empleos hasta 2022, entre empleos STEM, tanto inducidos como indirectos. En el lado contrario, la calidad del empleo si se verá mermada, ahondándose en la polarización laboral. La automatización de tareas codificables reducirá costes de forma desigual entre los trabajadores (*“tecnología que reduce la mano de obra no afectan por igual a todos los trabajadores”*).

Es evidente que las conclusiones de Randstad vinculan innovación y cambio tecnológico con creación de empleo en todos los sectores y ramas profesionales. No obstante, cabe hacer varias matizaciones. Por ejemplo, las conclusiones se focalizan en la creación de empleo pura, pero no contempla ni profundiza en la destrucción de empleo que pudiese llevar aparejada la disrupción tecnológica. De hecho, no se habla en ningún momento de empleo neto, sino que habla del empleo STEM que se podría generar en determinadas circunstancias, cuestión clave si lo que queremos es construir una perspectiva general y completa. Además, se echa de menos una explicación detallada sobre cómo se consigue alcanzar la cifra de empleo que se propone para España (el estudio únicamente la cita en la página 7, sin detallar con posterioridad la metodología empleada, las fuentes y la formulación científica).

Volumen del empleo	Calidad del empleo	Periodo	Metodología
1.250.000 nuevos empleos ⁵⁰	Deterioro	2016-2022	Existencia de un multiplicador de empleo local de alta tecnología en base a datos regionales NUTS-2 de la Unión Europea ⁵¹

Tabla 1. Resumen de La digitalización: ¿crea o destruye empleo?

3.3. El trabajo del futuro. Nota técnica. AFI, Observatorio ADEI y Google, julio de 2017.

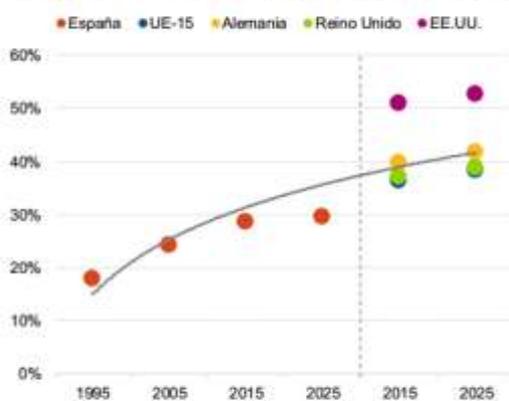
La nota técnica confeccionada por el Observatorio para el Análisis y el Desarrollo Económico de Internet (ADEI) y los Analistas Financieros Internacionales (AFI) es, sin lugar a dudas, el trabajo más optimista de todos los analizados.

Si bien recalca que en el corto plazo las nuevas tecnologías podrían sustituir a aquellos trabajadores que realizan tareas rutinarias, lo que podría dar lugar a un primer periodo de desempleo neto, a

largo plazo, la mejora de eficiencia productiva generará un mayor empleo neto. Con todo, el estudio si confirma que la polarización laboral es una cuestión incipiente que, si no se palía, deteriorará la calidad del empleo.

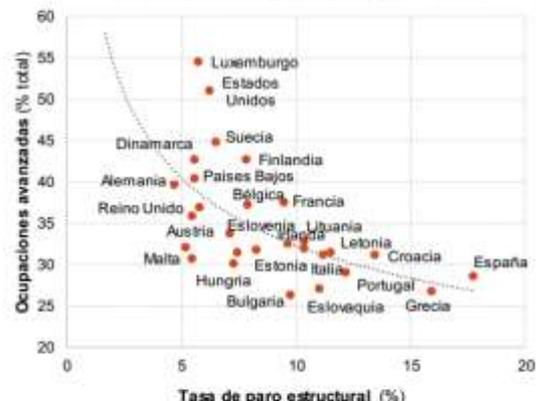
El crecimiento del empleo a largo plazo se justifica por dos factores muy concretos: que España alcanzará el porcentaje de empleos de alta cualificación de potencias como Alemania o el Reino Unido en 2025, y en segundo lugar, por la paulatina reducción de la población en edad de trabajar, que rebajaría ostensiblemente la tasa de paro estructural.

Gráfico 5: Empleados desempeñando ocupaciones avanzadas (% total). Previsiones Cedefop y Bureau of Labor Statistics 2025



Fuente: Afi, Eurostat, Cedefop, Bureau of Labor Statistics

Gráfico 6: Empleados desempeñando ocupaciones avanzadas (% total) y tasa de paro estructural, 2015



Fuente: Afi, AMECO

Figura 6. Factores que incidirán en la mejora del empleo en España. AFI y ADEI.

En base a ambos factores, se concluye que *“la economía española podría aumentar el número de empleados en más de 2 millones de personas, en un contexto de transformación digital. Este aumento se descompondría en*

1. un incremento de 3,2 millones de empleos adaptados a la digitalización,
2. un aumento de 0,6 millones de los puestos de trabajo que requieren un alto componente “humano”, poco susceptibles de ser desplazados por máquinas inteligentes y
3. la desaparición de 1,4 millones de empleos en aquellas ocupaciones fácilmente reemplazables por robots. En 2030, la tasa estructural de desempleo podría situarse en el entorno del 7%”.

No obstante, el documento advierte que para que esto ocurra, se *“exige replantear los esquemas de incentivos actuales en una serie de ámbitos con influencia en el desempeño del mercado laboral: la educación, las políticas de empleo, de innovación y de defensa de la competencia”.*

No obstante, considero preciso ampliar estas matizaciones.

Si bien el estudio tiene en cuenta un factor irrefutable como es el de la paulatina reducción de la fuerza laboral por una pura cuestión demográfica, no recalca la situación de crisis laboral que vive España. Así, se debería tener en cuenta que durante la crisis se destruyeron casi cuatro millones de puestos de trabajo, de los que quedan por recuperar 1,5 millones⁵². Inevitablemente, los 3,2 millones

de empleos que AFI y ADEI afirman que se crearían por la adaptación a las nuevas tecnologías tendrían que beber de este empleo aún no recuperado. Es un hecho que la mayoría de trabajadores en dicha situación son desempleados de larga duración y que, a día de hoy, no pueden acreditar ningún tipo de formación en nuevas tecnologías (ni podrán hacerlo en un corto plazo⁵³).

Por otra parte, para alcanzar los 3,2 millones de puestos de trabajo adaptados a la digitalización habría que aumentar exponencialmente el número de titulados STEM. Por ejemplo, en los últimos 10 años no se han generado en España ni medio millón de titulados STEM (incluso se detectan años con tendencia negativa: los titulados STEM entre 2015 y 2016 descendieron en 9.500 personas⁵⁴). Para obtener una cifra cercana a los 3 millones deberíamos aumentar el número de especialistas TIC de una media de 40.000 anuales a 200.000 (multiplicarlos por cinco).

En conclusión, y tal y como apunta el propio estudio de AFI y ADEI, para paliar ambas carencias había que realizar un ambicioso y masivo plan de reciclaje profesional y laboral, así como dar un fortísimo impulso a las titulaciones tecnológicas. Es obvio que para ello sería preciso trazar una serie de políticas públicas que, a la hora de confeccionar este ensayo, no se atisban y que parecen imposibles de llevar a la práctica, desde un punto de vista técnico, financiero y educativo, en el horizonte 2025.

Volumen del empleo	Calidad del empleo	Periodo	Metodología
Más de 2.000.000 de nuevos empleos netos	Deterioro	2016-2025	Convergencia de las ocupaciones avanzadas con los países de referencia y la reducción de la población en edad de trabajar y de la tasa de paro estructural.

Tabla 2. Resumen de El trabajo del futuro.

3.4. The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Carl Benedikt Frey y Michael A. Osborne; Oxford Martin School/ University of Oxford.

Sin lugar a dudas, se trata del estudio más citado en artículos académicos, medios de comunicación e incluso se menciona en el resto de estudios recopilados como referencia imprescindible.

La metodología aplicada por Frey y Osborne es muy directa: analizan las tareas que realizan más de 702 ocupaciones en los EEUU, para averiguar su riesgo de automatización (proporción de tareas rutinarias y previsibles), y las cruza con las variables de salarios y educación académica, para alcanzar unas llamativas conclusiones: el 47% de la fuerza de trabajo de los EEUU⁵⁵ estaría en severo riesgo de sustitución por tecnologías emergentes (robótica⁵⁶ e Inteligencia Artificial⁵⁷).

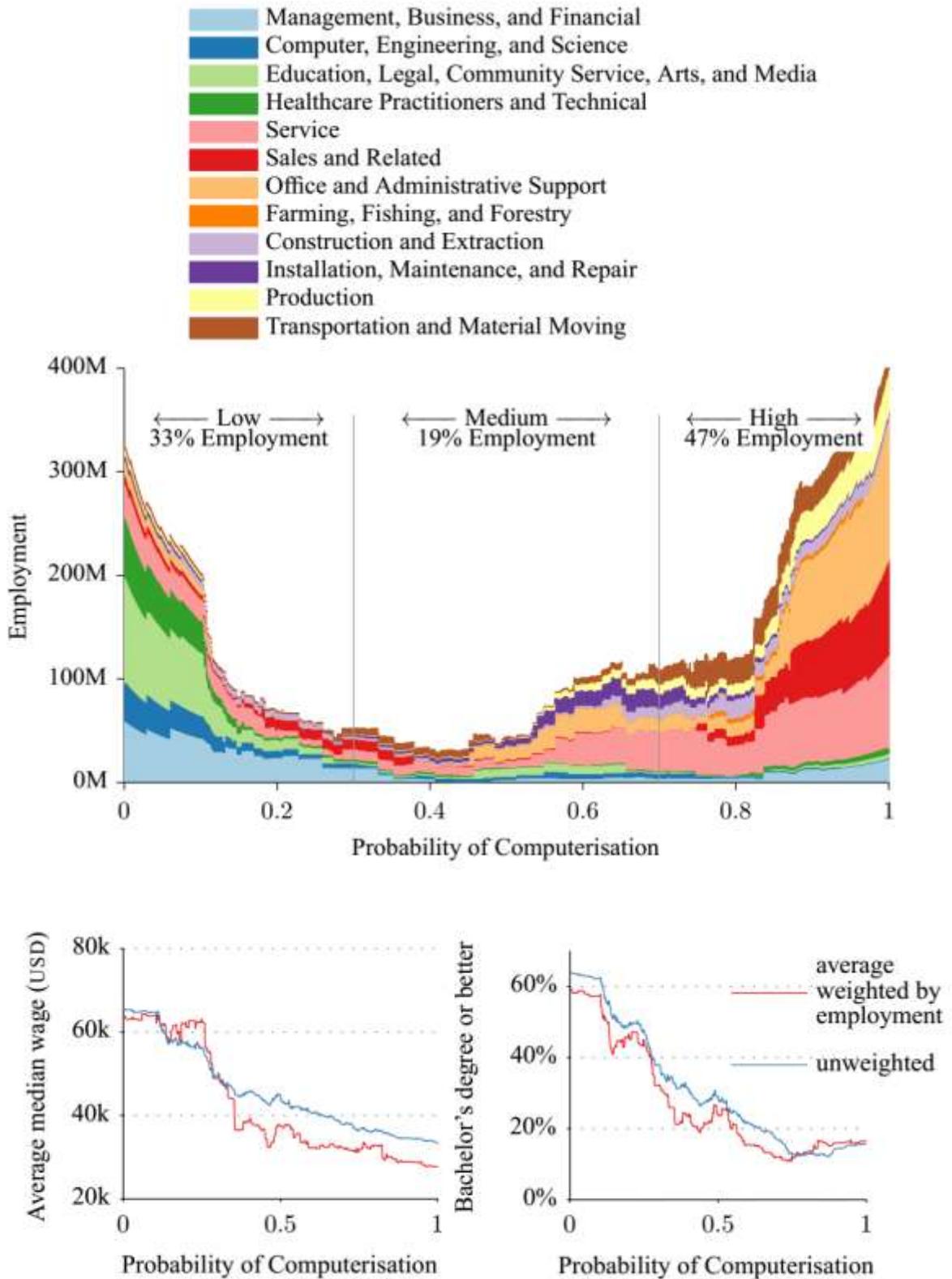


Figura 7. Figuras destacadas de Frey&Osborne.

El ejercicio de traslación de esta metodología al caso español fue realizado por CaixaBank Research en su dossier *¿Llegará la Cuarta Revolución Industrial a España?, de febrero de 2016*, y por BBVA Research en su análisis *¿Cuán vulnerable es el empleo en España a la revolución digital? aplicando los criterios propuestos por Frey y Osborne*.

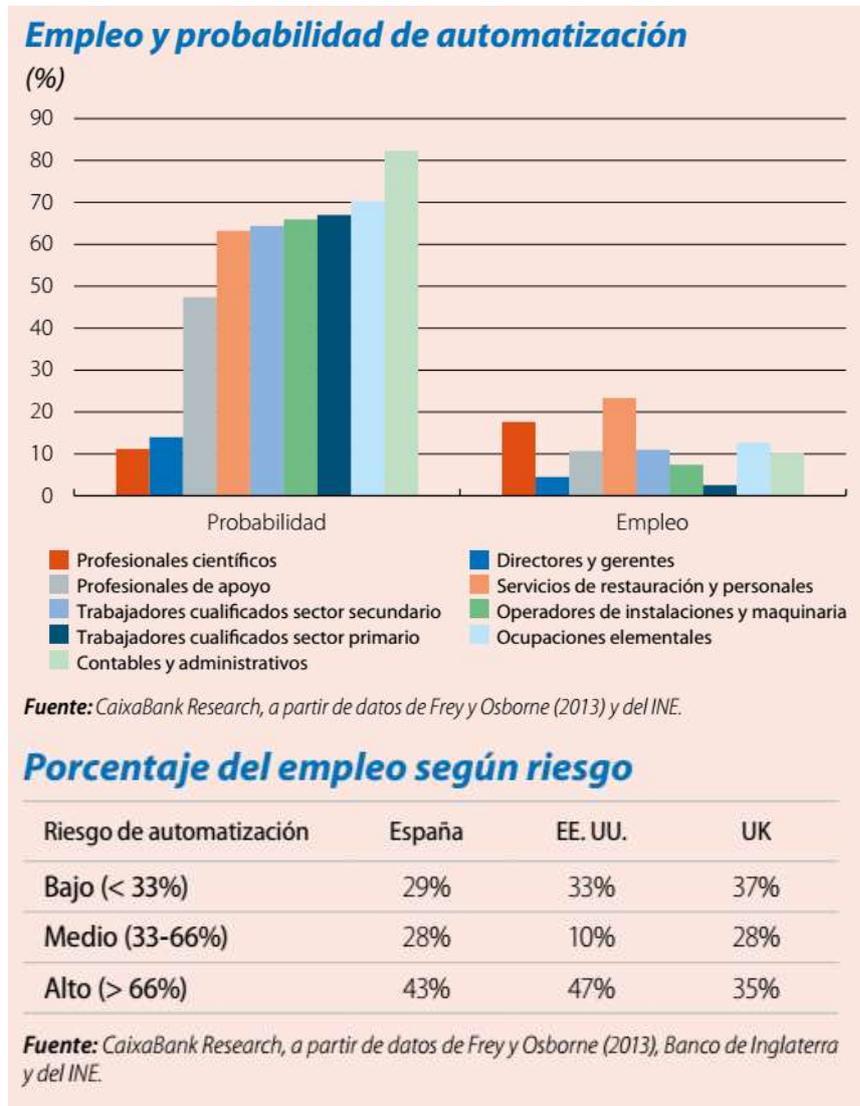
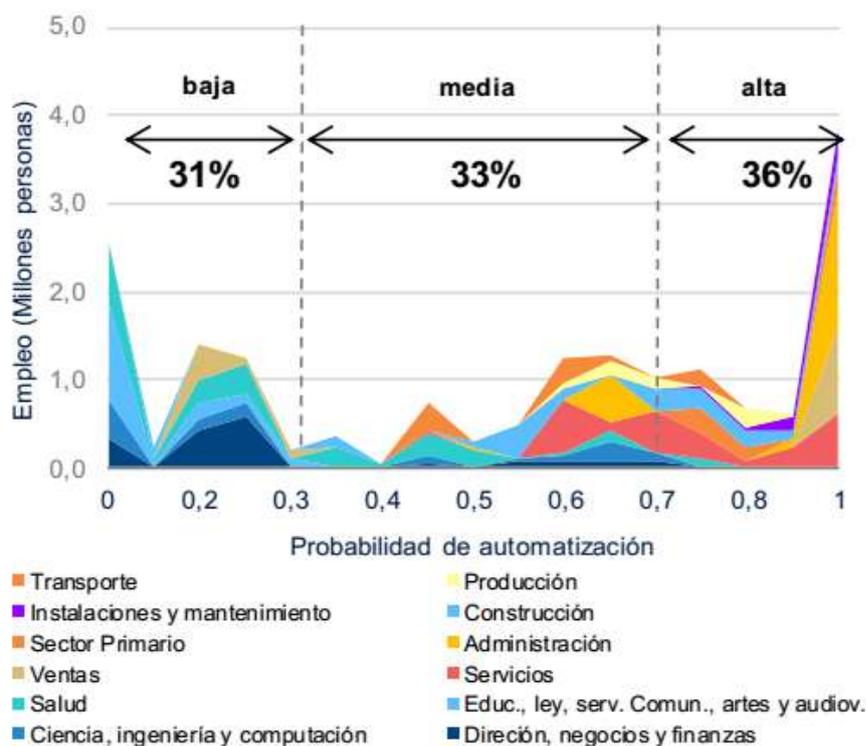


Figura 9. Figuras destacadas informe de CaixaBank Research.

Gráfico 1 España: distribución del empleo por ocupación según su probabilidad de automatización (promedio 2011-2016)



Fuente: BBVA Research a partir de Frey y Osborne (2017) e INE

Figura 10. Figura destacada informe BBVA Research.

La transposición de estos porcentajes y probabilidades al volumen de empleo, aportan cifras realmente llamativas. Si en España hay 18,23 millones de ocupados⁵⁸ y un 43% de los mismos tienen un riesgo alto de automatización superior al 66%⁵⁹, los cálculos de Caixabank darían un resultado de 5,46 millones de puestos de trabajo con un elevado riesgo de ser reemplazados por las nuevas tecnologías en el medio plazo⁶⁰. En el caso del BBVA⁶¹, estas cifras se reducirán a un 36% de puestos de trabajo con elevado riesgo, y por tanto, 4,57 millones de empleos⁶².

De todos modos, estas cifras deben ser matizadas. Si se profundiza en las diferentes tipologías de ocupaciones, extrayendo el número de trabajadores por ocupación, y se repite el mismo cálculo, el número de empleos con alto riesgo de automatización desciende a 3,4 millones de puestos de trabajo en la próxima década⁶³:

TIPOS DE OCUPACIONES	Nº de ocupados (miles)	Probabilidad de automatización (%)	Nº de empleos susceptibles de automatizar
Directores y gerentes	799,9	14% (baja <33%)	32.476
Técnicos y profesionales científicos e intelectuales	3.423,3	11% (media 33-66%)	109.203
Técnicos; profesionales de apoyo	2.067,6	48% (media 33-66%)	277.885
Empleados contables, administrativos y otros empleados de oficina	2.016,4	82% (alta >66%)	702.312
Trabajadores de los servicios de restauración, personales, protección y vendedores	4.337,8	62% (media 33-66%)	753.042
Trabajadores cualificados en el sector agrícola, ganadero, forestal y pesquero	460,3	68% (alta >66%)	134.592
Artesanos y trabajadores cualificados de las industrias manufactureras y la construcción (excepto operadores de instalaciones y maquinaria)	2.186,2	63% (media 33-66%)	385.646
Operadores de instalaciones y maquinaria, y montadores	1.454,3	65% (media 33-66%)	264.683
Ocupaciones elementales	2.489,9	70% (alta >66%)	749.460
			3.409.299

Tabla 3. Empleos susceptibles de automatizar por ocupaciones.

De nuevo, la cifra de 3,4 de empleos susceptibles de automatizar, debe ser matizada. Así, el propio análisis advierte que *“no hay que confundir el potencial de robotización de la economía con la desaparición de los empleos. La tecnología destruye profesiones, pero no la posibilidad de trabajar”*.

Si bien nunca se debe confundir empleo con empleabilidad, no se debe descartar que estemos ante un escenario en el que ambos conceptos confluyan hasta confundirse. Expliquémoslo: Si partimos de la certeza de que las profesiones basadas en actividades rutinarias tenderán a desaparecer, ya sea parcial o totalmente, aquellos profesionales que pierdan el empleo no podrán encontrar otro de similares características, porque simplemente no existirá dicha profesión.

La opción del reciclaje, migrando hacia otra profesión de cualificación semejante, tampoco será factible en un número muy elevado de casos. La automatización de todas las profesiones adyacentes – con tareas y responsabilidades semejantes, de fácil movilidad horizontal y con alto grado de previsibilidad- restringirá las ofertas de empleo en actividades que puedan considerarse análogas o que supongan una fácil transición para el trabajador. Estos colectivos sin empleo necesitarán reciclarse de forma profunda para obtener una nueva empleabilidad, cuestión que no será posible

para todos por muchos motivos, pero sobre todo por carecer una formación adecuada que propicie un cambio de registro laboral.

Veamos algún ejemplo, aprovechando el estudio de Frey&Osborne. Las profesiones de teleoperador, agente de seguros o bibliotecarios tienen un 99% de posibilidades de automatizarse (o de desaparecer). En el lado opuesto, tenemos las profesiones con menor riesgo de mecanización (<5%), casi siempre relacionadas con los cuidados y la salud (fisioterapeutas, dentistas, podólogos, médicos), con la creatividad (diseñadores) o las ingenierías; y con riesgo intermedio (~50%), encontramos a las profesiones de economista, historiador o técnico de laboratorio. Parece bastante evidente que las características profesionales de los primeros no son susceptibles de encajar en las otras sin un amplio proceso de formación y reciclaje.

Para finalizar con este apartado, en cuanto a la calidad del empleo, Frey&Osborne son contundentes: *“We note that this prediction implies a truncation in the current trend towards labour market polarization, with growing employment in high and low-wage occupations, accompanied by a hollowing-out of middle-income jobs. Rather than reducing the demand for middle-income occupations, which has been the pattern over the past decades, our model predicts that computerisation will mainly substitute for low-skill and low-wage jobs in the near future. By contrast, high-skill and high-wage occupations are the least susceptible to computer capital”⁶⁴.*

Volumen del empleo	Calidad del empleo	Periodo	Metodología
3.409.299 empleos menos ⁶⁵	Deterioro	2023-2033	Profesiones con alta probabilidad de automatización (desempeñan tareas repetitivas), vinculándolo a salarios y educación académica.

Tabla 4. Resumen de *The future of employment*.

3.5. Artificial Intelligence, Automation, and the Economy. Executive Office of the President. December 2016.

Otros de los estudios más conocidos y referenciados, con el valor añadido de estar avalado por el National Science and Technology Council y por el Council of Economic Advisers, organismos dependientes de la Executive Office of the President, un ente de gran importancia en el asesoramiento de la Presidencia de los EEUU en la White House.

El estudio avala los análisis de Frey&Osborne, y siguiendo su estela, los traslada al mercado laboral estadounidense. Sus hallazgos son muy relevantes, al introducir de forma muy expresa las variables de salarios y educación dentro de la metodología de Frey&Osborne.

Los resultados de *Artificial Intelligence, Automation, and the Economy* son ciertamente apabullantes: según su investigación, cuanto menor salario se recibe, mayor es la posibilidad de que el empleo se automatice, riesgo que desciende vertiginosamente a medida que se incrementa la retribución. Así,

los trabajadores que cobran menos de 20 dólares a la hora –en 2010- tendrían un 83% de posibilidades de ver como su empleo se maquiniza.

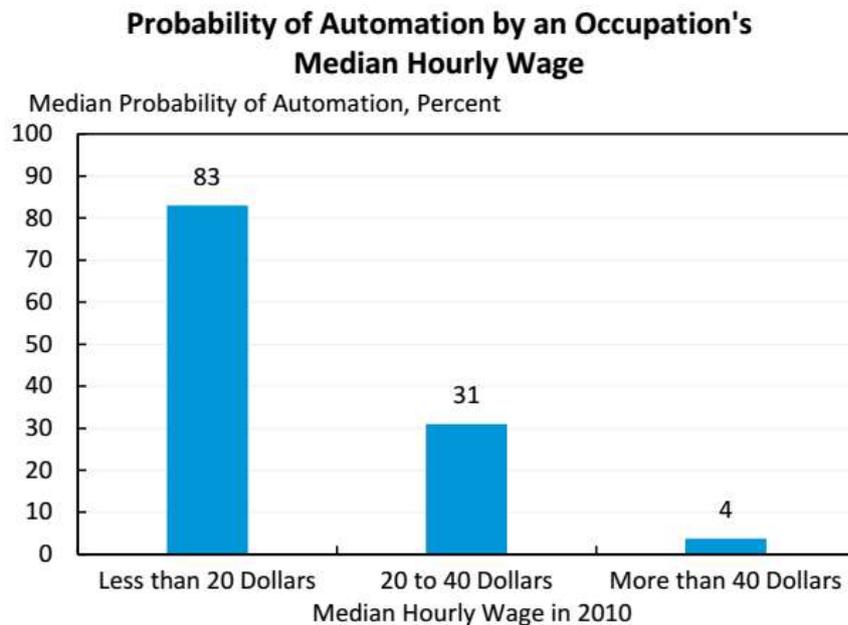


Figura 8. Probabilidad de automatización por salario medio por hora.

Reasentar estos cálculos en el mercado laboral español es una labor compleja, además de poco riguroso, ya que la fisonomía, la dinámica y el comportamiento del mercado laboral estadounidense es diametralmente diferente al español.

Pero la importancia de los hallazgos, aunque sea de forma aproximada y cautelosa, proponen intentar una aproximación, al objeto de comprender cómo la digitalización podría impactar en el empleo en España. Por ello, y con todas las reservas posibles, haré un tanteo de cómo estos descubrimientos pueden interpretarse en términos nacionales.

The Executive Office of the President marca el primer umbral dinerario en 20\$ del año 2010, que representarían, según la OECD⁶⁶, 14,52 euros en España para dicho ejercicio 2010⁶⁷.

Si la ganancia media por hora en España, en dicho 2010, fue, casualmente, de 14,52 euros⁶⁸, podemos imaginar el impacto de la maquinización del trabajo, cuantificándolo en varios millones de empleos, cifras coherentes con las conclusiones de Frey&Osborne. En efecto, el documento advierte “AI-driven changes in the job market in the United States will cause some workers to lose their jobs, even while creating new jobs elsewhere”; “loss of jobs for some workers in the short-run, and possibly longer depending on policy responses”; and adds: “[...] the concern is that the process of turnover, in which workers displaced by technology find new jobs as technology gives rise to new consumer demands and thus new jobs, could lead to sustained periods of time with a large fraction of people not working”.

Donde sí podemos encontrar una traslación más directa de este estudio al caso español es en el apartado de calidad del empleo. Además, la Oficina del Presidente destaca: “Research consistently finds that the jobs that are threatened by automation are highly concentrated among lower-paid,

lower-skilled, and less-educated workers. This means that automation will continue to put downward pressure on demand for this group, putting downward pressure on wages and upward pressure on inequality” and it remember: “Past Innovations Have Sometimes Increased Inequality—and the Indications Suggest AI Could Be More of the Same⁶⁹”.

Volumen del empleo	Calidad del empleo	Periodo	Metodología
Reducción en varios millones empleos (netos)	Fuerte deterioro	2023-2033	La misma que la OECD (Frey&Osborne), pero focalizada en USA y detallando su impacto sobre salarios y educación.

Tabla 5. Resumen de Artificial Intelligence, Automation, and the Economy.

3.6. The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries. A Comparative Analysis. Melanie Arntz, Terry Gregory, Ulrich Zierahn.

En contraposición con el celeberrimo ensayo de Frey&Osborne, cuyas conclusiones la OCDE considera “sobrestimadas⁷⁰”, Arntz, Gregory y Zierahn plantean su estudio sobre la viabilidad de automatizar actividades laborales concretas⁷¹, en vez de ocupaciones completas.

En base a este planteamiento, la OCDE confirma que, aunque haya tareas repetitivas con un alto grado de automatización, esto no significa que una ocupación pueda maquinizarse por completo, puesto también se ejecutan otras tareas con pocas posibilidades de automatizar.

Conforme a esta metodología basada en tareas en vez de en ocupaciones, estima que el 9% de los empleos en el perímetro de las OCDE ostentan un alto riesgo de ser automatizadas (>70%).

Country	Share of People at High Risk	Mean Automatibility	Median Automatibility
Spain	12%	38%	35%

Figura 9. Riesgo de automatización en España. OCDE.

Este porcentaje crecería hasta el 12% en el caso de España, colocándose entre las naciones con mayor riesgo⁷²:

Como en el caso precedente, y usando la misma fórmula de multiplicar número total de ocupados en España⁷³ por el porcentaje de alto riesgo de automatización (70%) y el riesgo propio del país (12%), el resultado supone que 1.624.904 trabajadores españoles están en alto riesgo de maquinización. De media, el riesgo de maquinización en España se amplía hasta los 5 millones de trabajadores (un 38%).

Pero el análisis de la OCDE va más allá y entra al detalle de cómo afectaría la automatización teniendo en cuenta dos factores clave: la educación y el salario. La razón de esta distinción es que el riesgo de automatización no es constante entre todos los trabajadores, siendo mucho más acusada en aquellas personas con menor preparación académica o con menores salarios.

Table 5. Share of People with High Automatability by Education and OECD Countries

Country	Share of People at High Risk by Level of Education						
	ISCED 1	ISCED 2, 3Q(short)	ISCED 3A-B, Q(long)	ISCED 4A-B-C	ISCED 5B	ISCED 5A	ISCED 5A, 6
Spain	56%	43%	15%	7%	5%	0%	0%

Table 6. Share of People with High Automatability by Income and OECD Countries

Country	Share of People at High Risk by Income Percentile					
	<40%	10%-25%	25%-50%	50%-75%	75%-90%	90%-100%
Spain	25%	29%	21%	8%	2%	0%

Figura 10. Resumen del porcentaje de población con alta probabilidad de automatización por educación e ingresos. OCDE.

Es obligado transponer estos porcentajes al mercado de trabajo español, para ir más allá de términos relativos para convertirlos en absolutos.

Tomando las referencias ISCED 1 y 2⁷⁴ como educación primaria y primera etapa de educación secundaria, y extrayendo los datos que proporciona el Instituto Nacional de Estadística (INE) en su Encuesta de Población Activa (EPA) correspondiente al segundo trimestre de 2018, se obtiene que hay 1,54 millones de ocupados con educación primaria y 5,33 con la primera etapa de secundaria. Aplicando sobre estos valores los porcentajes de riesgo, obtenemos que 2,9 millones de ocupados españoles están el severo riesgo de maquinización de su empleo, únicamente por bajo nivel educativo⁷⁵:

	Ocupados ISCED 1 y 2			
Analfabetos	33.300			
Estudios primarios incompletos	188.400	Subtotales	Riesgo de automatización (%)	Totales por ISCED
Educación primaria	932.800	1.154.500 (ISCED 1)	56%	646.520
Primera etapa de educación secundaria y similar	5.338.700	5.338.700 (ISCED 2)	43%	2.295.641
TOTAL (ISCED 1+2)	6.493.200			2.942.161

Tabla 6. Estimación de trabajadores en riesgo de automatización en España por nivel educativo.

En cuanto a los ingresos salariales, la OCDE agrupa los percentiles en 6 segmentos, para aplicar sobre cada uno su propio riesgo de digitalización. Repitiendo la misma fórmula, el número de trabajadores en riesgo se quedaría en una cifra similar a la resultante por educación:

Percentiles OCDE	Afectados por percentil	Riesgo de automatización	Volumen de trabajadores susceptibles de automatizar
<10%	1.934.410	25%	483.603
10-25%	2.901.615	29%	841.468
25-50%	4.836.025	21%	1.015.565
50-75%	4.836.025	8%	386.882
75-90%	2.901.615	2%	58.032
90-100%	1.934.410	0%	0
TOTAL			2.785.550

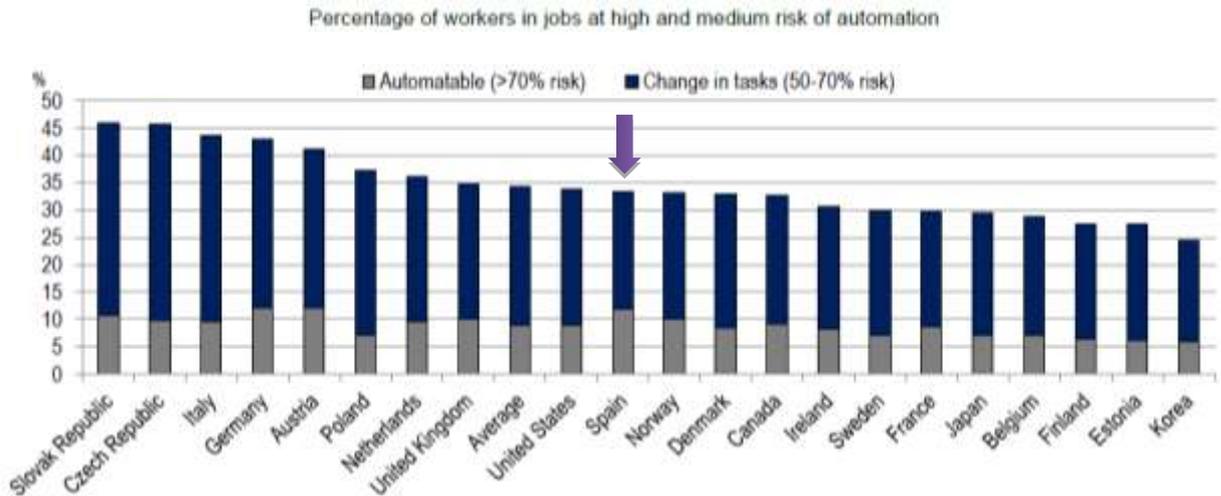
Tabla 7. Estimación de los trabajadores en riesgo de automatización por ingresos. OCDE.

La existencia de claros sesgos por nivel educativo y por retribución, confirman de forma plena que la calidad del empleo sufrirá de forma muy contundente, incrementándose la polarización salarial, formativa y de empleabilidad entre los colectivos de trabajadores.

Volumen del empleo ⁷⁶	Calidad del empleo	Periodo	Metodología
1.624.904 empleos en alto riesgo de desaparecer	Deterioro	No se especifica	Descomposición de las actividades laboral y evaluación del riesgo de automatización de cada una.
5.145.531 empleos en riesgo medio de maquinización			
2.942.161 empleos en riesgo por su nivel educativo			
2.785.550 empleos en riesgo por su nivel de ingresos			

Tabla 8. Resumen de The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries

3.7. Automation and independent work in a digital economy. Policy Brief on the Future of work. OECD.



Note: Data for the United Kingdom corresponds to England and Northern Ireland. Data for Belgium corresponds to the Flemish Community.

Source: OECD calculations based on the Survey of Adult Skills (PIAAC) (2012) and Arntz, M. T. Gregory and U. Zierahn (2016), "The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis", *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, No. 189, OECD Publishing, Paris.

Figura 14. The risk of job loss because of automation is less substantial than sometimes claimed but many jobs will see radical change. OCDE.

A pesar de publicarse en las mismas fechas que *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries*, estar patrocinado por el mismo organismo y usar la misma metodología, *Automation and independent work in a digital economy* nos aporta una significativa información adicional: el porcentaje de empleos que experimentarán cambios significativos en sus contenidos actuales⁷⁷. Para España esta proporción alcanzaría al 22% de los trabajadores:

De este modo, y basándonos en los cálculos de la OCDE, 4.255.702 trabajadores notarán relevantes alteraciones en los contenidos de sus puestos de trabajo:

Volumen del empleo	Calidad del empleo	Periodo	Metodología
4,25 millones de trabajadores verán automatizadas parte de sus tareas (entre 50-70%)	Deterioro	No se especifica	Evaluación del riesgo de automatizar actividades o tareas concretas, en vez de ocupaciones completas.

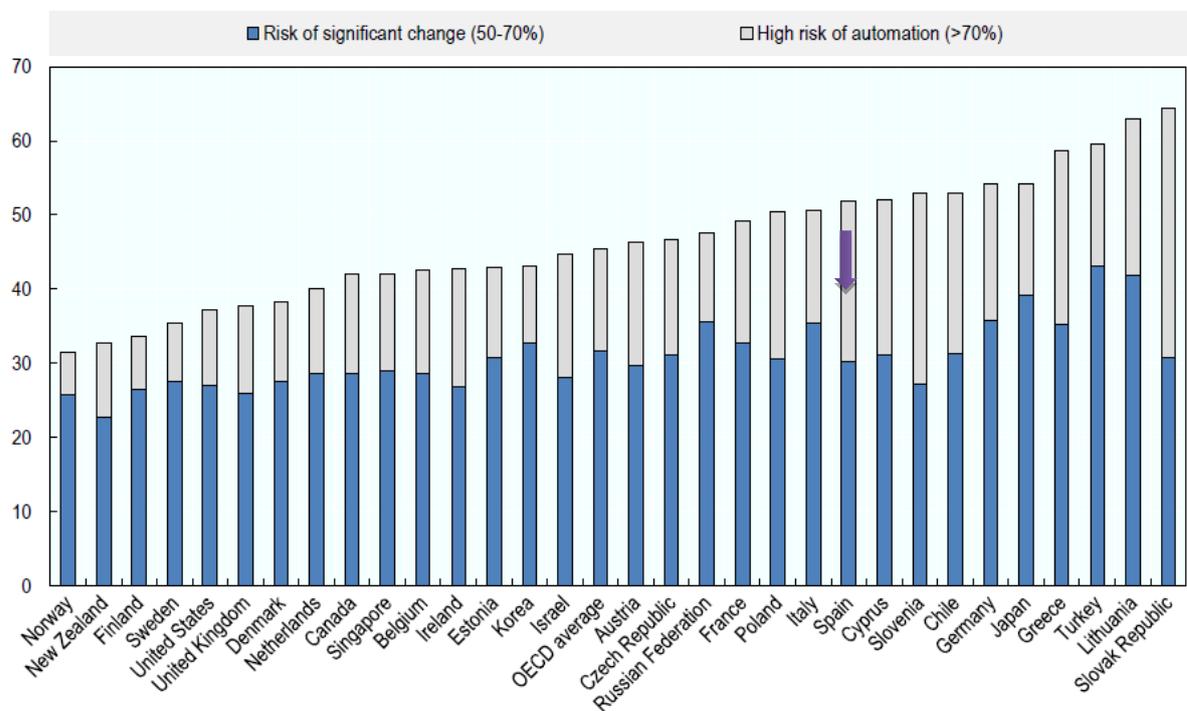
Tabla 9. Resumen de Automation and independent work in a digital economy.

3.8. Automation, skills use and training, OCDE.

El tercer estudio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico es el último en publicarse, y sin duda, el más profundo y desarrollado en contenidos y conclusiones.

Como en análisis precedentes, los autores tienen en cuenta factores relacionados como los sectores económicos preponderantes en cada país, pero especialmente la cualificación y las competencias en educación de la mano de obra, recurriendo para ello al Programa para la Evaluación Internacional de Competencias de Adultos (PIAAC por sus siglas en inglés⁷⁸).

Las conclusiones resultantes de esta aproximación tan detallada son muy relevantes para nuestro país. Así, uno de cada dos empleos se verá significativamente afectado por la automatización. De este 52% total, un 30% estaría en un alto riesgo de maquinización y un 20% en riesgo significativo.

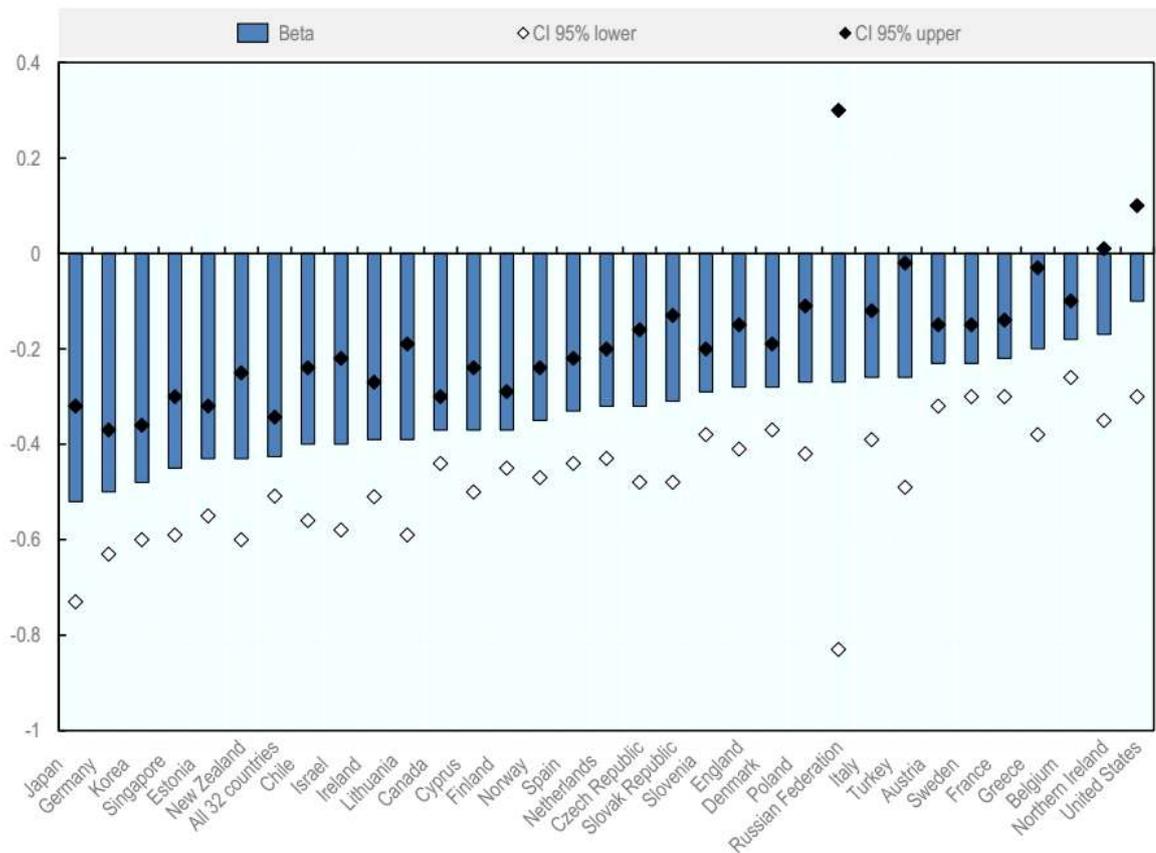


Note: High risk – more than 70% probability of automation; risk of significant change – between 50 and 70% probability.
Source: PIAAC 2012.

Figura 11. Cross-country variation in job automatability, % of jobs at risk degree of risk. OCDE.

Aunque quizás la mayor novedad se encuentra en el tratamiento que da el ensayo al concepto de calidad del empleo. Efectivamente, *Nedelkoska y Quintini, autores de este interesante documento, concluyen que un aumento de la automatización en 10 puntos porcentuales sobre el tejido económico de un Estado deriva en un descenso de los salarios del -4,3%*. Es evidente, a la luz de este hallazgo, que existen una inequívoca vinculación entre automatización y degradación en la calidad del empleo.

OLS coefficients and confidence intervals



Note: Results from country-specific OLS regressions including controls for age, age squared, gender, working hours and educational attainment (Model 1 of Table 5.2). 95% confidence intervals are estimated using robust standard errors. All observations are weighted using survey weights. The samples include prime-age workers only.

Source: Survey of Adult Skills (PIAAC) 2012, 2015.

Tabla 10. Resumen de Automation, skills use and training, OCDE.

Volumen del empleo	Calidad del empleo	Periodo	Metodología
5,8 millones de trabajadores verán automatizadas parte de sus tareas (entre 50-70%)	Fuerte deterioro	No se especifica	El riesgo de automatización se calcula sobre los sectores económicos preponderantes y en base a la formación y cualificación de la mano de obra disponible.
2,7 millones de trabajadores verán automatizadas una gran parte de sus tareas (>70%)	(-4,3% en los salarios por cada 10% de automatización)		

3.9. Trouble in the Making? The Future of Manufacturing-Led Development. World Bank.

En base a la metodología empleada por Arntz, Gregory y Zierahn para la OECD, el Banco Mundial la complementa con su propio programa de medida de habilidades, empleabilidad y productividad⁷⁹, que le permite realizar un diagnóstico diferente y obtener nuevos umbrales de mecanización del empleo.

En concreto, para España, rebaja el porcentaje de alto riesgo de automatización (>70%) al 7%, lo que totalizaría 947.861 empleos menos.



Figura 13. Porcentaje de trabajadores con alto riesgo de automatización (porcentaje sobre empleo actual).
Banco Mundial.

Volumen del empleo	Calidad del empleo	Periodo	Metodología
947.861 empleos menos	N/A	No se especifica	La misma que la OECD (Frey&Osborne) complementada con datos del World Bank.

Tabla 11. Resumen de The Future of Manufacturing-Led Development.

3.10. A future that Works: automation, employment and productivity. McKinsey Global Institute.

McKinsey recoge muchas de las mejores prácticas metodológicas de los estudios anteriores, para construir un análisis que mezcla tanto el riesgo de automatización de las tareas, de forma individual, como agregadas para cada ocupación o rol laboral. Así, se llegaron a investigar más de 2.000 actividades laborales de 800 roles profesionales diferentes.

De este modo, McKinsey advierte que solo el 5% de las profesiones son potencialmente automatizables en su totalidad, más del 60% de ellas tienen al menos un 30% de actividades que se pueden automatizar y ninguna podría maquinizarse completamente.

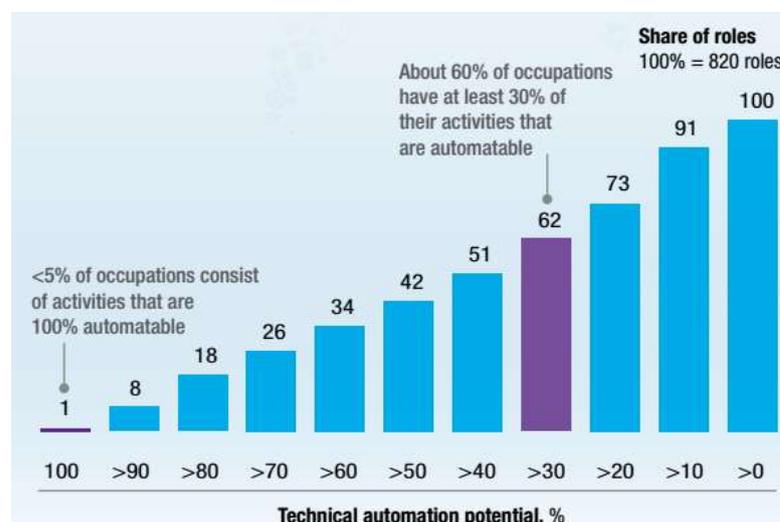


Figura 14. Potencial técnico de automatización. McKinsey Institute.

La revisión de *A future that Works: automation, employment and productivity*, publicada casi un año después (*Jobs lost, jobs gained: workforce transitions in a time of automation*) y su adaptación a España, realizada en colaboración con COTEC (*La reinención digital: una oportunidad para España*) nos permiten visualizar el impacto de estas cifras en el mercado laboral español.

Para esta consultora⁸⁰, el 48% de las actividades desarrolladas en España son potencialmente automatizables con la tecnología actual, una cifra cercana a la media mundial que oscila entre el 41%

y el 56%, “aunque el grado de automatización dependerá de factores técnicos, económicos y sociales”:

McKinsey analyzed the impact of automation across 54 countries covering 78% of the global labor market to assess the percentage of time spent on activities with the technical potential for automation by adapting currently demonstrated technology. Use this dashboard to explore the potential for automation in your sector and country of interest.



	Número de empleados	Potencial de automatización	
Industria manufacturera	2.464,1	64%	1.577.024
Comercio al por menor	1.920,4	50%	960.200
Hostelería	1.757,0	62%	1.089.340
Actividades sanitarias y de servicios sociales	1.594,2	39%	621.738
Educación	1.336,8	24%	320.832
Administración Pública y defensa	1.333,6	41%	546.776
Construcción	1.215,2	52%	631.904
Actividades profesionales, científicas y técnicas	989,1	37%	365.967
Actividades administrativas y servicios auxiliares	988,6	41%	405.326
Transporte y almacenamiento	981,5	65%	637.975
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	822,5	49%	403.025
Comercio al por mayor e intermediarios del comercio	741,0	47%	348.270
Información y comunicaciones	571,4	40%	228.560
Otros servicios	463,3	47%	217.751
Actividades financieras y de seguros	421,3	46%	193.798
Actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento	374,9	39%	146.211

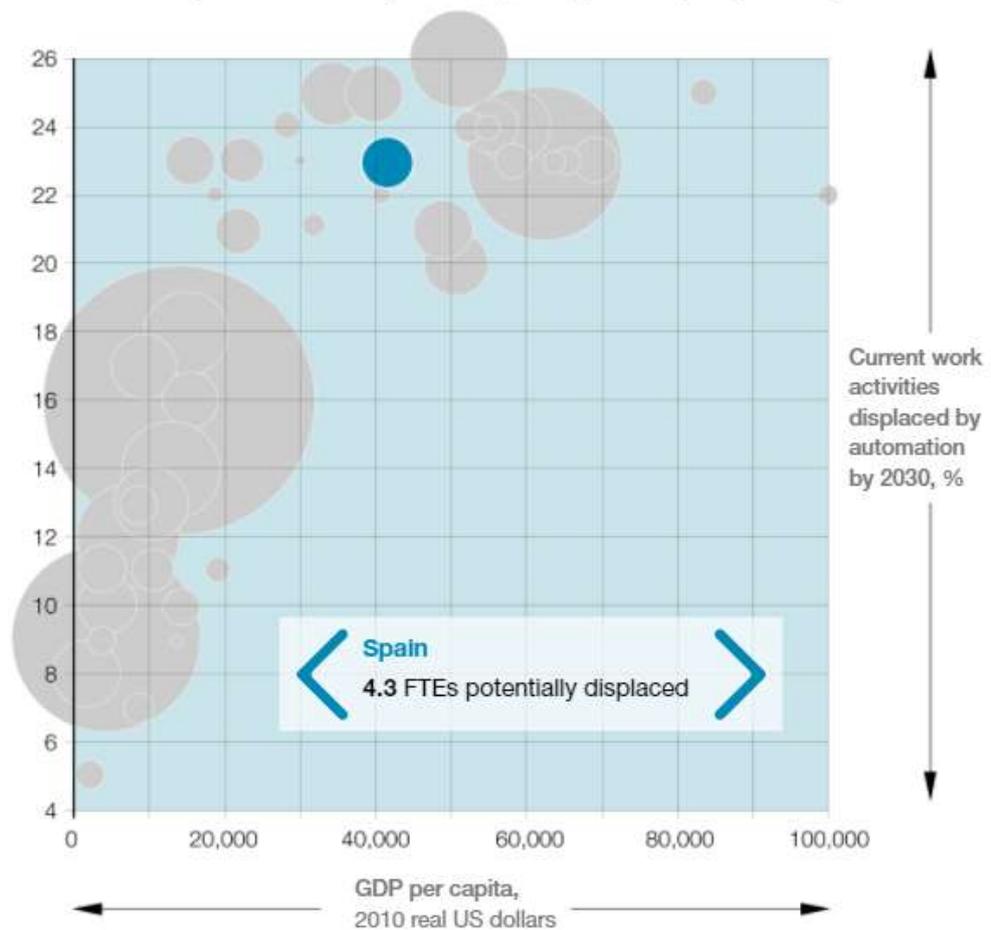
Figura 15. Impacto de la automatización en España (I). McKinsey Institute e INE, EPA 2T2018.

Si bien COTEC y McKinsey afirman que “los datos históricos sugieren que la digitalización podría tener un impacto positivo neto en el mercado laboral”, también advierten que “de cualquier modo, no siempre los datos históricos sirven para demostrar lo que va a ocurrir en el futuro”.

Sus estimaciones indican que 8,7 millones de puestos de trabajo son potencialmente automatizables (4,3 millones de empleos en su equivalencia a tiempo completo) en los próximos doce años (2030). Como consecuencia, algo más del 23% de las profesiones que actualmente se realizan en España cambiarán de forma radical, o directamente, se destruirán.

Scenarios for labor displacement by automation

Midpoint automation adoption. Full-time equivalents (FTEs) potentially displaced by 2030, millions



NOTE: These estimates for automation displacement are based on scenarios for automation adoption and should not be interpreted as predictions.

Figura 16. Impacto de la automatización en España (II). McKinsey Institute.

La relación entre salario y riesgo de maquinización también se trata en los estudios de McKinsey y COTEC, tranzando la siguiente correspondencia: aquellas profesiones con salarios inferiores a 15€ por hora, más del 50% de las actividades que realizan son automatizables. Si tenemos en cuenta que

el salario medio por hora en España es de 15,9 euros⁸¹, es fácil comprender que 8,7 millones de empleos estén en riesgo de ser maquinizados.

Para finalizar con este ilustrativo estudio, McKinsey describe los cinco factores que afectan a la hora de automatizar el empleo, yendo más allá de la pura viabilidad técnica.

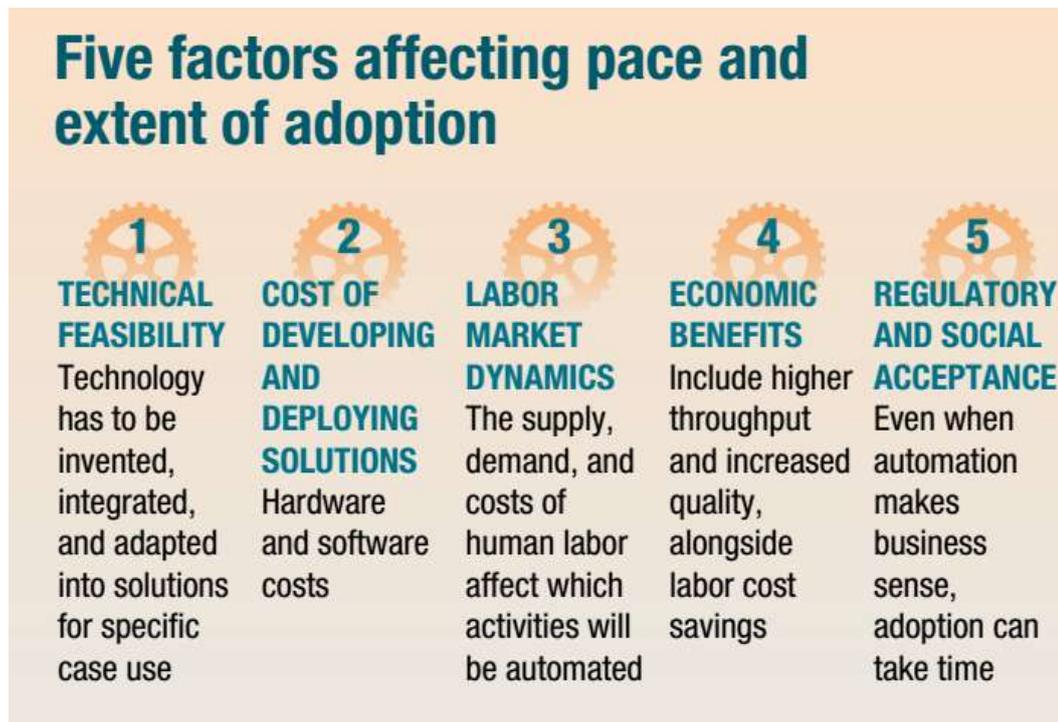


Figura 17. Cinco factores que afectan el ritmo y el alcance de la automatización. McKinsey.

Visto de otro modo, éstas serían las preguntas que un empresario tendría que hacer para evaluar la viabilidad, extremo a extremo, de automatizar empleo:

- ¿Es viable técnicamente?
- ¿Cuánto nos costaría⁸²?
- ¿Tenemos gente para hacerlo?
- ¿Qué beneficios nos traerá, además de la sustitución de los trabajadores humanos y el ahorro de costes salariales⁸³?
- ¿Qué nos aportaría la automatización? Mejora de la productividad, aumento del rendimiento, más eficiencia, etc.
- ¿La normativa me lo permite?
- ¿Estaría socialmente aceptado?

Volumen del empleo	Calidad del empleo	Periodo	Metodología
8,7 millones de empleos son potencialmente automatizables (4,3 millones de empleos en su	Deterioro	2017-2030	Evaluación del riesgo de automatizar actividades y profesiones completas.

equivalencia a tiempo completo)

Tabla 12. Resumen de A future that Works: automation, employment and productivity.

3.11. PwC Young Workers Index 2017. PwC.

PriceWaterhouseCoopers (PwC) presentó en octubre de 2017 un interesante estudio sobre el futuro de los jóvenes trabajadores, que contenía, en su página 19, una referencia a los riesgos de digitalización del empleo en España.

Esta referencia a España no estaba recogida en el estudio original⁸⁴, que se centraba en el potencial impacto de la maquinización en UK, y por comparativa, en otros países (US, Germany, Japan), pero no en España.

Este hallazgo nos aporta una nueva visión, al emplear una nueva metodología algorítmica que determina el riesgo de automatización en función de las características de las actividades involucradas en los diferentes trabajos y, por extensión, en las características de los trabajadores que las realizan.

Bajo este modelo, PwC estima que, promediado por sectores y teniendo en cuenta la proporción de trabajadores dentro de cada sector, el 30% de los empleos en España pueden estar en riesgo de automatización en 2030 (5.803.230 empleos).

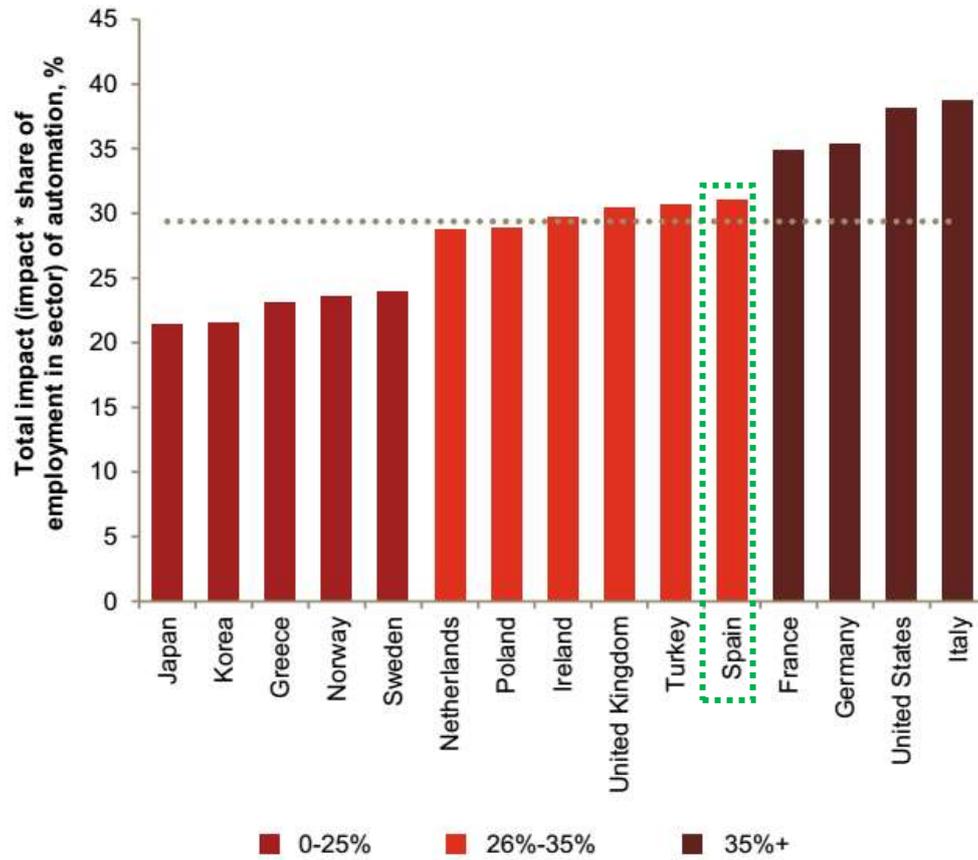


Figura 18. Impacto total de la automatización. PwC.

No obstante, este riesgo potencial varía considerablemente según el sector (fabricación, transporte y la venta minorista son los más expuestos, pero también los que más trabajadores acumulan).

Volumen del empleo	Calidad del empleo	Periodo	Metodología
5,8 millones de empleos menos	N/A	2017-2030	Algoritmo con las características de las actividades y los trabajadores que las realizan

Tabla 13. Resumen de PwC Young Workers Index 2017.

3.12. Employment and Social Developments in Europe. Annual Review 2018. Comisión Europea.

La Comisión Europea, a través de la Dirección General de Empleo, Asuntos Sociales e Inclusión, también ha publicado una aproximación a la problemática entre automatización y empleo. La divulgación data de junio de 2018, por lo que, cronológicamente hablando, se trata del último estudio que ha visto la luz dentro de este compendio.

Basándose en la investigación revisada de Jordan y Josten⁸⁵, que calculan los porcentajes de empleo susceptibles de maquinizarse parcial o completamente, en función de cada profesión y las tareas que comprende, los autores advierten que 32% de los empleos actuales en España podría automatizarse completamente, por casi un 30% que podría hacerlo parcialmente, lo que supondría que más de la mitad de los actuales puestos de trabajo estarían afectados por el proceso de automatización en la próxima década (casi 12 millones de empleos):

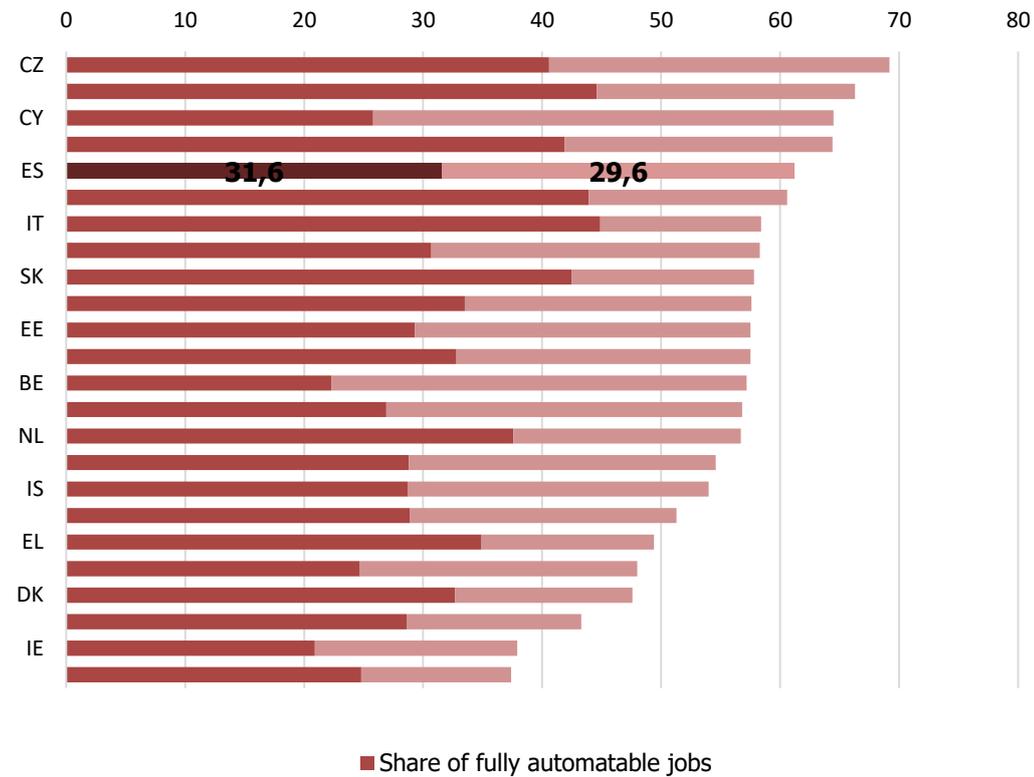


Figura 19. La ciencia y la alta tecnología pueden aumentar la automatización de la producción. Comisión Europea, 2018.

Volumen del empleo	Calidad del empleo	Periodo	Metodología
6.112.736 empleos completamente automatizables	Aumento de la polarización, a costa de los puestos de trabajo con habilidades intermedias	Próxima década	Cálculo de los porcentajes de empleo susceptibles de maquinizarse parcial o completamente, en función de cada profesión y las tareas que comprende
5.725.854 empleos parcialmente automatizables			

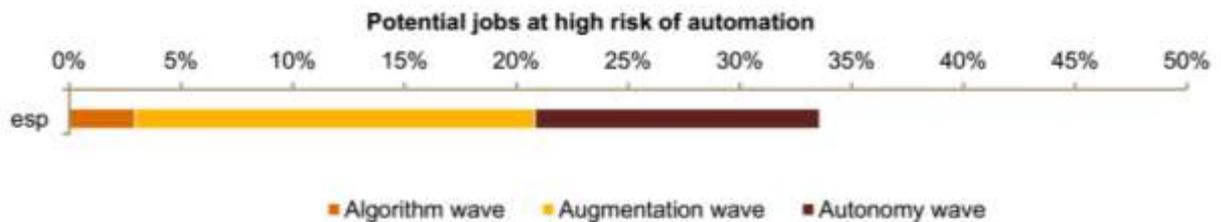
Tabla 14. Resumen de Employment and Social Developments in Europe. Annual Review 2018. Comisión Europea.

Will robots really steal our jobs? PwC.

Pocos meses después de esta primera aproximación, la consultora PwC hizo público un nuevo estudio, mucho más minucioso y extenso que el anterior.

Bajo una metodología que toma como fuente principal el Programa para la Evaluación Internacional de Competencias de Adultos (PIAAC) de la OCDE y aplicando sus propios análisis, PwC predice tres olas progresivas y acumulativas de automatización, entre principios de la década próxima, finales de la misma y mitad de la década de 2030.

Para cada una de ellas, PwC cifra un porcentaje automatización para cada oleada, en virtud del desarrollo de las diferentes tecnologías y su progresiva capilaridad en el tejido productivo. De este modo, en la primera oleada (*algorithm wave*), estaríamos antes un 3% de trabajos con alto riesgo de automatización, porcentaje que se elevaría acumulativamente al 21% en la segunda ola (*augmentation wave*) y hasta el máximo del 34% en la última oleada (*autonomy wave*).



Source: PIAAC data, PwC analysis

Figura 20. Potential job automation rates by country across waves. PwC.

Volumen del empleo	Calidad del empleo	Periodo	Metodología
580.323 empleos menos		2018-2024	
4.062.261 empleos menos	N/A	2018-2030	Tomando los datos del PIAAC y usando metodología propia
6.576.994 empleos menos		2018-2035	

Tabla 15. Resumen *Will robots really steal our jobs?* PwC.

3.14. Harnessing revolution: Creating the future workforce. Accenture.

Aún a pesar de no contener ninguna referencia directa a España – o que nos dé pistas de cómo transponerlo-, *Harnessing revolution: Creating the future workforce*, publicado por Accenture y elaborado por Elyn Shook and Mark Knickrehm, su inclusión en este análisis era inevitable, por su innovador y positivo enfoque.

Usando su propia metodología, junto con las predicciones de Frey&Osborne y Arntz, Gregory y Zierahn (OECD), Accenture considera que USA tendría una cuota de empleos en riesgo de ser completamente automatizados del 10%, UK del 9% y Alemania del 15% (año 2025).

Pero lo más llamativo no son estas cifras, sino la posibilidad de reducirlas de forma muy ostensible. Los autores consideran que *"doubling the pace at which workers build relevant skills, the risk of job losses can be diminished dramatically"*. Dicho de otro modo: duplicar el ritmo de aprendizaje en tecnologías digitales reduce la cantidad de trabajos en riesgo de automatización en altos porcentajes. Por ejemplo: el riesgo se reduciría del 10% al 4% en USA, del 9% al 6% en UK y del 15% al 10% en Alemania.

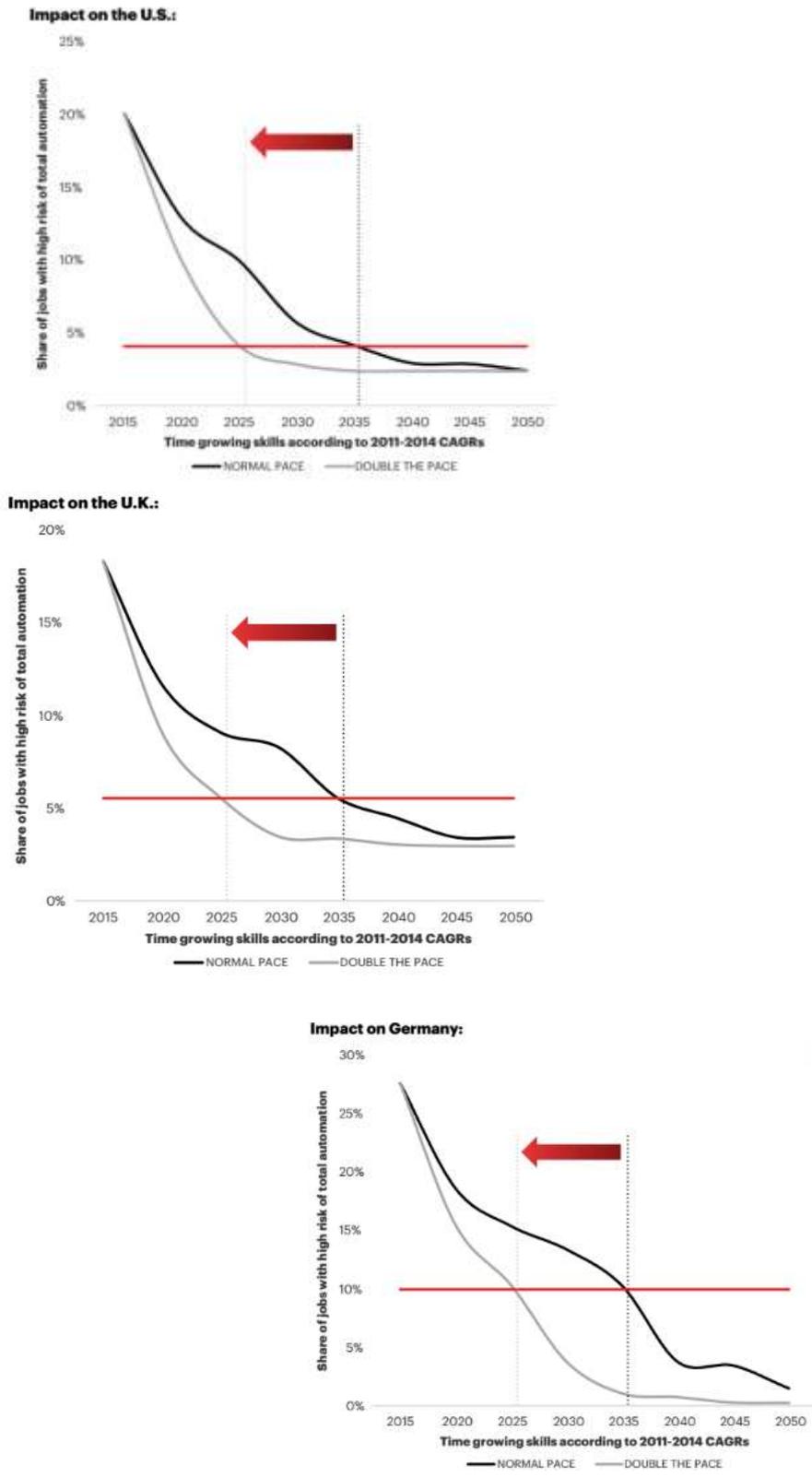


Figura 21. Principales conclusiones de *Harnessing revolution: Creating the future workforce*. Accenture



La lección que nos evoca Accenture es que, con independencia de las cifras de empleo neto que puedan verse afectadas por la discontinuidad tecnológica, una adecuada formación combinada con políticas de reciclaje de los trabajadores, pueden frenar cualquier determinismo, moderando su impacto negativo de forma muy importante.

3.15. Resumen del capítulo.

La siguiente tabla nos permite observar, de un vistazo, las coincidencias y diferencias entre los documentos analizados:

Estudios/Autores	Volumen del empleo	Calidad del empleo	Periodo
La digitalización: ¿crea o destruye empleo? Randstad	1.250.000 nuevos empleos	Deterioro	2016-2022
El trabajo del futuro. AFI, Observatorio ADEI y Google	Más de 2.000.000 de nuevos empleos netos	Deterioro	2016-2025
The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Frey, Osborne	3.409.299 empleos menos	Deterioro	2023/2033
Artificial Intelligence, Automation, and the Economy. Executive Office of the President	Reducción de varios millones empleos (netos)	Fuerte deterioro	2023/2033
The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries. Arntz, Gregory, Zierahn	1.624.904 empleos en alto riesgo de desaparecer	Deterioro	No se especifica
	5.145.531 empleos en riesgo medio de maquinización		
	2.942.161 empleos en riesgo por su nivel educativo		
Automation and independent work in a digital economy. OCDE	2.785.550 empleos en riesgo por su nivel de ingresos	Deterioro	No se especifica
	4,25 millones de trabajadores verán automatizadas parte de sus tareas (entre 50-70%)		
Automation, skills use and training. OCDE	5,8 millones de trabajadores verán automatizadas parte de sus tareas (entre 50-70%)	Fuerte deterioro (-4,3% en los salarios por cada 10% de automatización)	No se especifica
	2,7 millones de trabajadores verán automatizadas una gran parte de sus tareas (>70%)		
Trouble in the Making? World Bank	947.861 empleos menos	N/A	No se especifica
A future that Works: automation, employment and productivity. McKinsey Global Institute	8,7 millones de empleos potencialmente automatizables (4,3 millones a tiempo completo)	Deterioro	2017-2030
PwC Young Workers Index 2017. PwC	5,8 millones empleos menos	N/A	2017-2030
Employment and Social Developments in Europe. Annual Review 2018. Comisión Europea	6.112.736 empleos completamente automatizables	Aumento de la polarización, a costa de los puestos de trabajo con habilidades intermedias	Próxima década
	5.725.854 empleos parcialmente automatizables		
Will robots really steal our jobs? PwC	580.323 empleos menos	N/A	2018-2024
	4.062.261 empleos menos		2018-2030
	6.576.994 empleos menos		2018-2035
Harnessing revolution: Creating the future workforce. Accenture	Una adecuada formación reduciría drásticamente el volumen de empleo afectado y la desigualdad laboral.		

Tabla 16. Resumen final de todos los estudios.

4. PERCEPCIÓN DE LOS TRABAJADORES ESPAÑOLES.

Como ya se ha apuntado, los estudios de carácter científico son muy ilustrativos, pero puramente teóricos, y pueden estar desligados de la percepción y la experiencia de los ciudadanos. Sumar los datos objetivos con los subjetivos suele conformar una descripción mucho más precisa de una situación.

Al objeto de evaluar mejor esta brecha, hemos recopilado las principales encuestas al respecto, que nos darán una magnífica panorámica sobre la opinión de los trabajadores españoles sobre el proceso de automatización de sus empleos.

La primera referencia la encontramos en el Instituto Nacional de Estadística (INE). En la Encuesta sobre Equipamiento y Uso de Tecnologías de Información y Comunicación en los hogares 2013⁸⁶. Más de la mitad de los encuestados (51,2%) consideraban que sus conocimientos informáticos eran insuficientes para buscar empleo o para cambiar el actual (si fuera el caso).

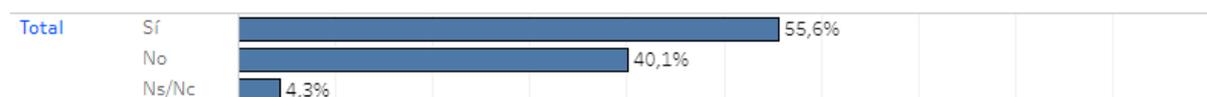
Un año más tarde, Eurostat demostraba que el 33% de los españoles entendía como insuficientes sus competencias digitales para buscar o cambiar de empleo en el plazo de un año⁸⁷.

El Workmonitor de Randstad de diciembre de 2015 confirmaba que “el 42% de los trabajadores cree que su puesto será automatizado en los próximos 5 o 10 años, según la última encuesta de diciembre de 2015⁸⁸”

Este mismo concepto de “carencia auto-percibida de competencias digitales” está presente en el estudio sobre la Percepción social de la innovación en España, confeccionado por la Fundación COTEC y Sigma Dos en junio de 2017. El 40% de los españoles no se considera capacitado para competir en un mercado laboral automatizado y con fuerte presencia de las TIC⁸⁹. De este porcentaje un 60,6% no se siente capaz de cambiar y adaptarse, y un 30% no dispone de recursos económicos para reciclarse⁹⁰.

La mayoría de los trabajadores sin estudios o con estudios primarios (62%) o con secundaria incompleta (51,5%) secundan la imposibilidad de competir en un mercado laboral tecnificado.

¿Se considera capacitado para competir en un mercado laboral automatizado y con fuerte presencia de las tecnologías de la información y la comunicación?



¿Por qué?

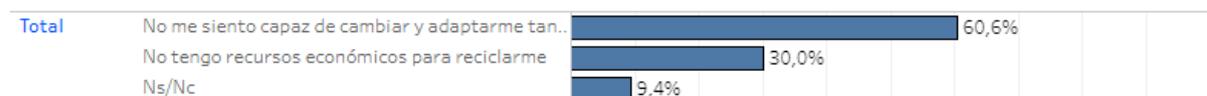


Figura 22. Carencia auto-percibida de competencias digitales. Percepción social de la innovación en España, Fundación COTEC y Sigma Dos (I).

¿Se considera capacitado para competir en un mercado laboral automatizado y con fuerte presencia de las tecnologías de la información y la comunicación?

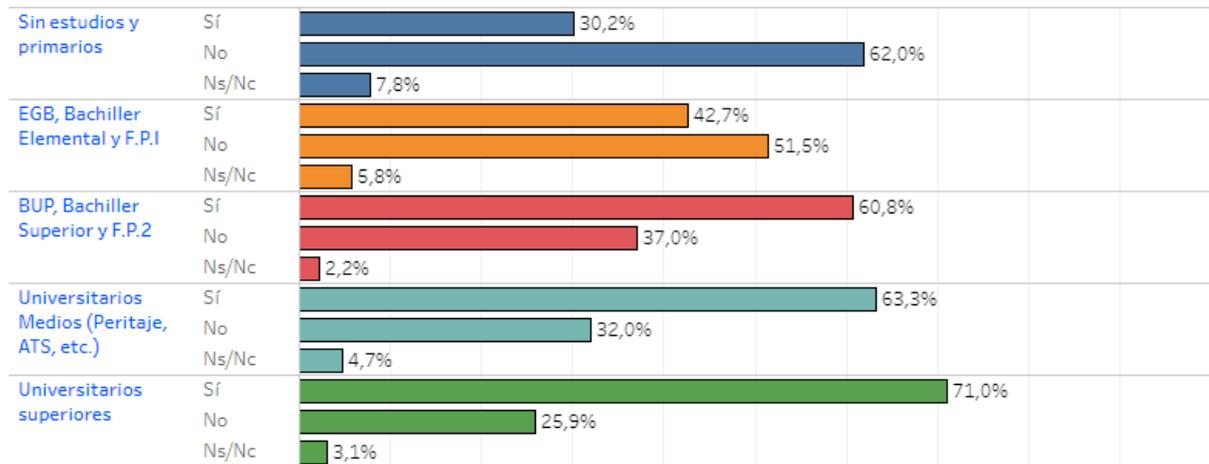
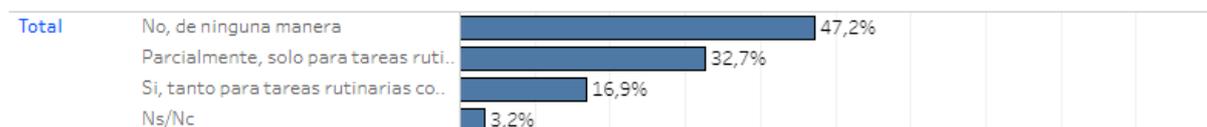


Figura 23. Carencia auto-percibida de competencias digitales. Percepción social de la innovación en España, Fundación COTEC y Sigma Dos (II).

Como cabría esperar, esta percepción de insuficiencia profesional repercute en la opinión de los trabajadores a la hora de valorar la revolución tecnológica. Preguntados por Eurostat⁹¹, el 90% de los españoles de acuerdo con la afirmación “Robots and artificial intelligence steal people’s jobs (Los robots y la inteligencia artificial roban los trabajos de las personas)”, aunque hay que resaltar que solo un 19% considera que su trabajo actual podría ser realizado por tecnologías digitales en un futuro (Do you think your current job could be done by a robot or by artificial intelligence in the future?). Una encuesta realizada por NC Report y publicada por el diario La Razón el 25 de mayo de 2018⁹², cuantifica en un 63,1% los españoles cree que los robots nos dejarán sin trabajo.

Volviendo al informe de COTEC y Sigma Dos, posiblemente el análisis más competente de todos los consultados, el 66,6% de los españoles cree que muchos puestos de trabajo podrán maquinizarse en los próximos 15 años, aunque dicho temor se irradia hacia trabajos ajenos al propio:

¿Cree que su trabajo actual podría ser realizado por un robot/ordenador en los próximos 15 años?



¿Cuántos puestos de trabajo que hay hoy en España cree que serán sustituidos por el trabajo de robots/ordenadores dentro de 15 años?

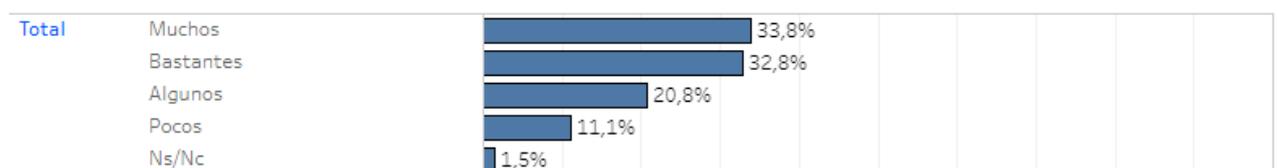


Figura 24. Actitudes hacia el impacto la automatización en el empleo. Fundación COTEC y Sigma Dos.

También existe un amplio consenso sobre si la innovación tecnológica genera desigualdad: un 56,5% está “muy o bastante de acuerdo”.

La innovación tecnológica aumenta la desigualdad social

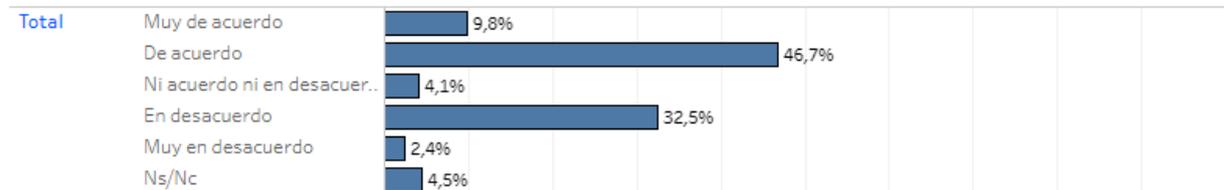


Figura 25. Tecnología y desigualdad. Fundación COTEC y Sigma Dos.

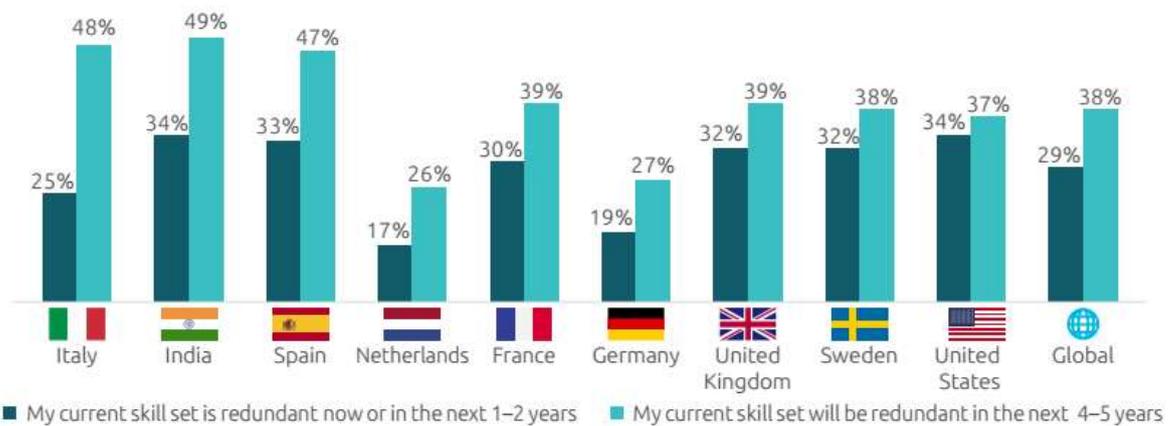


Figura 30. Porcentaje de trabajadores que creen que sus habilidades serán redundantes ahora o en el futuro. Capgemini&LinkedIn

Para finalizar con este resumen, citaremos un reciente estudio de Capgemini&LinkedIn⁹³, que confirma esta percepción negativa: el 33% de los trabajadores españoles considera que sus habilidades estarán obsoletas en uno o dos años y este porcentaje aumenta hasta el 47% cuando se amplía a los cuatro o cinco años:

En resumen, la ciudadanía española asiste al proceso de automatización del empleo con preocupación. Se puede decir más alto, pero no más claro: mientras la mitad de los trabajadores creen que no están suficientemente preparados para adaptarse a un escenario cambiante y presidido por las nuevas tecnologías, un altísimo porcentaje cree que la maquinización del trabajo destruirá empleo y aumentará la desigualdad social.

5. CONCLUSIONES.

En base a los hallazgos encontrados, se extraen seis claras conclusiones:

1. Con carácter general, los estudios analizados coinciden en señalar que el desarrollo de la Inteligencia Artificial y Robótica tendrá consecuencias, directas e indirectas, en varios millones de empleos en España durante la próxima década, especialmente en lo referido al contenido de los puestos de trabajo, que tenderán a ser menos rutinarios, exigiéndose a cambio, conocimientos tecnológicos más especializados.
2. Existe un consenso uniforme en todos los documentos estudiados sobre el impacto de la discontinuidad tecnológica en la calidad del empleo: se verá deteriorada, con un alto incremento de la desigualdad social y un fuerte aumento de la polarización, especialmente severo en los trabajadores con habilidades y competencias intermedias.
3. Estas dos coyunturas, enmarcadas en un mercado laboral como el español, con un altísimo desempleo estructural y con una precariedad e inestabilidad sistémicas, podrían multiplicar las repercusiones de maquinización del trabajo de forma exponencial. Ambas evidencias son tan claras que impelan, por si solas, a legisladores, reguladores y políticos a desarrollar, inmediatamente, medidas que aprovechen gran esta oportunidad, y simultáneamente, que suavicen cualquier impacto negativo.
4. En cuanto a la afectación sobre el volumen neto de empleo, conviven dos visiones, radicalmente opuestas: una defiende que se generará empleo neto; la otra afirma lo contrario, que se destruirán muchos puestos de trabajo. El número de estudios que vaticinan un escenario negativo es mucho mayor que los que proponen un desarrollo positivo; además de ser más numerosos, los estudios de corte pesimista están avalados por organizaciones de mayor prestigio.

Es importante destacar que, los estudios que predicen destrucción de empleo neta, no dependen de ningún condicionante exógeno para consolidar sus resultados; es decir, si no se asumen nuevas políticas, y el desarrollo tecnológico sigue en la misma senda de avances, se llegará a un escenario de pérdida de volumen neto de empleo. En el caso de los estudios que vaticinan creación de empleo neto, siempre deben combinarse una serie de condiciones exógenas para consolidar sus previsiones, como la articulación de nuevas políticas, estímulos al mercado de trabajo, a la formación y al sistema educativo universitario y de formación profesional. En resumen, y dicho de forma simple: **si no se toman medidas, los peores presagios se consolidarían, solo si se toman las medidas correctas habrá una relación positiva entre discontinuidad tecnológica y empleo**⁹⁴.

5. Los trabajadores españoles se muestran muy preocupados por su futuro dentro de un mercado laboral tecnológicamente desarrollado, al no considerarse suficientemente preparados, y creen que las nuevas tecnologías destruirán y precarizarán el empleo.

6. De forma unánime, se afirma que **una adecuada formación reduciría drásticamente el volumen de empleo afectado y la desigualdad, equilibrando la polarización laboral y mejorando la empleabilidad de toda fuerza laboral.**

En base a estas conclusiones, que evidencian una coyuntura de altísimo riesgo para la economía española y una incertidumbre laboral desconocida en décadas, se hace necesario que organismos públicos y privados, sindicales y empresariales, políticos, sociales, económicos y gubernamentales se preparen para un escenario de profundos y radicales cambios en el mercado laboral y en la economía en general.

Aunque no sea objeto de este ensayo, es clave, a la vez que necesario, el papel de la formación para reducir las desigualdades y mejorar la empleabilidad de la fuerza laboral. Sin lugar a dudas, el reciclaje profesional, la adopción de nuevas habilidades con mayor valor añadido, que se obtengan a lo largo de toda la vida laboral en un proceso constante de formación continua, será un requisito que se deberá afrontar de forma obligada por parte de legisladores, gobiernos, sindicatos y patronales. De forma complementaria, se deberá acometer una profunda reforma de la educación reglada en todos sus ámbitos, desde la infancia a la universidad, adaptándose a los nuevos requerimientos sociales y laborales.

Por otro lado, y en previsión de que este cambio pueda dejar a muchos conciudadanos en el camino, parece lógico reformar y ampliar los sistemas de protección social a nuevos supuestos, provisionando las necesidades de aquella parte de la población que no pueda adaptarse a un nuevo escenario eminentemente tecnificado.

Como punto y final, en el caso de que se confirme que el trabajo pierde su función como herramienta de distribución de la renta, deben plantearse cambios fiscales, contributivos y legislativos, que realicen dicha función de redistribución de rentas, con el fin de equilibrar los sistemas públicos de pensiones y las necesidades de una sociedad digital, que ya no recaudará una gran parte de sus impuestos mediante las rentas del trabajo.

6. PROPUESTAS DE ACCIÓN.

Las conclusiones de este estudio, y el alcance de sus implicaciones laborales, sociales y económicas, hacen imprescindible la necesidad de conformar una serie de propuestas de acción sindical que, por un lado, hagan posible que los beneficios de la automatización y la digitalización del empleo reviertan en progreso y prosperidad para todos, y por otra, mitiguen o reviertan los perjuicios de este proceso. Se trata, en definitiva, de **aprovechar la oportunidad que nos brinda este proceso tecnológico en términos de justicia e inclusión social.**

No obstante, estas propuestas no pretenden ser exhaustivas, ya que necesitan de una profundidad y minuciosidad que no son el objeto de este estudio, aunque pretenden representar una primera aproximación a un futuro posicionamiento mucho más amplio y detallado. Además, cualquier posicionamiento sobre la transformación digital, al representar un hito histórico semejante al de revoluciones industriales precedentes, debe ligarse y complementarse con otros vectores tangenciales y superpuestos, como el cambio climático y su derivada en términos de Economía Circular, la globalización como concepto no sólo económico, sino industrial y tecnológico, el futuro los flujos de inmigración y su conjugación con el paulatino envejecimiento de la población española y las tendencias políticas que prorrumpen en el mundo, desde el populismo al proteccionismo, pasando por otros movimientos radicales como la emergencia de la ultraderecha. Por todo ello, insistimos, se trata de una enumeración sujeta a revisión, ampliación y matizaciones en ulteriores estudios.

Propuestas de acción a corto plazo:

- Desarrollar un **Plan Nacional de Inclusión Tecnológica**, de carácter transversal y sobre el que gravite la inclusión digital de todos los ciudadanos/as. Debemos cerrar la Brecha Digital que sufre nuestro país; no podemos dejar a nadie atrás.
- **Actualizar la Educación Académica reglada** (primaria, secundaria, universitaria y de FP) a las demandas del mercado de trabajo y de una Sociedad altamente tecnificada.
- Confeccionar **auténticas Políticas Activas de Empleo, una verdadera formación ocupacional**, que permita a los desempleados formarse en nuevas tecnologías y obtener un acceso de garantías al mercado de trabajo.
- **Recuperar en la Negociación Colectiva la necesidad de confeccionar una memoria de impacto en el empleo cuando se introduzcan procesos de automatización del trabajo.**
- Crear el **derecho a la formación continua en el puesto de trabajo**, como herramienta de desarrollo, empleabilidad y adaptación de los trabajadores al cambio tecnológico.

Propuestas de acción a medio plazo:

- **Reducir paulatinamente la jornada laboral y la vida laboral a medida que el empleo se va automatizando.** Debemos fijarnos como objetivos que la semana laboral descienda progresivamente (varios países y empresas están ya proponiendo jornadas semanales de cuatro días⁹⁵) y que la vida laboral de cada individuo sea menor al 40% de su vida biológica.
- **Promocionar el empleo en aquellos sectores que se beneficiarían directamente de la reducción de la jornada laboral, como los relacionados con la salud y los cuidados, el ocio y la ecología.**

Propuestas de acción a largo plazo:

- Equiparar el aumento de la eficiencia de la producción por las máquinas con la mejora del bienestar humano, desarrollando **nuevos sistemas de reparto de los beneficios empresariales a través de nuevos impuestos asociados a las nuevas tecnologías y a la maquinización del trabajo.** O, dicho de otra forma, que se cotice por la ocupación y también por la *no* ocupación cuando deviene de una sustitución tecnológica, repartiendo los beneficios del incremento de la productividad entre toda la sociedad.
- Poner en marcha nuevos **sistemas de rentas para aquellos trabajadores que no puedan adaptarse a esta nueva realidad.**

Finalmente, y siempre y cuando se cumplan las peores previsiones, debemos tener en cuenta que **el factor trabajo perdería su centralidad como mecanismo de organización económica y de distribución de la renta**, derruyendo uno de los pilares imprescindibles de compromiso social del que nos hemos dotado como Sociedad: el Estado del Bienestar. Por tanto, este compendio de medias entroncaría en una estrategia general más amplia y ambiciosa, pero que resultaría imprescindible: avanzar hacia un **compromiso social**.

CITAS.

"Increasing mechanization will have three consequences: greater inequality, because the share of labor in production is reduced compared to that of capital and because new jobs, if found, will be of lower salaries and more precarious; lower growth, because the middle class will have less to spend; and lower collection"

Gayle Allard, Research Economist, The Economist Intelligence Unit

"But adjustment might be painful The first industrial revolution eventually brought unprecedented improvements in living standards. But for many workers this revolution brought hardship. Indeed, the shift to higher average living standards took many decades, often longer than the typical working lifetime"

Mokyr, Vickers and Ziebarth, 2015. *The Next Production Revolution Implications for Governments and Business*

"It is also true that, for the Industrial Revolution, by many estimates it took longer than an average working lifetime to do so, and in the long run, we are all dead"

Joel Mokyr, Chris Vickers, and Nicolas L. Ziebarth, *The History of Technological Anxiety and the Future of Economic Growth: Is This Time Different? Journal of Economic Perspectives, Volume 29, Number 3, Summer 2015. Pages 31–50.*

"In general, lower-skilled workers are more likely to see their jobs disappear to automation, increasing their vulnerability and exacerbating societal inequality"

The World Economic Forum's (WEF) 2017 Global Risk Report

"We do not know where these shocks will come from, or where they will affect employment, but we know that it will massively affect employment"

Eugene Kandel, Chief Executive Officer of Startup Nation Central

"The concern is not that robots will take human jobs and render humans unemployable. The worry is that the speed of AI's encroachment on jobs could lead to sustained periods of time with a large fraction of people not working."

Jason Furman, Chairman of the Council of Economic Advisers (CEA)

"It would be unrealistic to believe society capable of reorganising itself to absorb billions of unemployed humans. However, some studies seem to suggest, by contrast, that robotisation is more likely to end up transforming jobs. They claim that, after the initial job losses, new jobs will then emerge, perhaps with no link to those that went before. If this is the case, we risk seeing a "lost generation", i.e. a generation of people trained for jobs on the verge of extinction, unable to find a job matching their skill set. To avoid this, we should start facing up to this challenge right away, by putting universities on the front line, granting them the means required to anticipate changes and assume an innovative position"

"digital competences are essential for today's fast-paced automation and digitalisation of work and services require digital skills and competences to be developed in order to ensure a high level of

employment, eradicate growing digital illiteracy and the risk of social exclusion that is associated with it; stresses that particular attention should be paid to the digitalisation of teaching and exploiting robotisation in teaching and learning while education should also emphasise humanities, which bring benefit in the form of creative, inventive, artistic and cultured qualities in the changing labour market for humans to continue to have a comparative advantage over machines”.

European Civil Law Rules in Robotics, European Parliament’s Committee on Legal Affairs

“The stagnation of earnings, despite rising productivity, and the shrinkage of the middle class, because of soaring inequality, are without precedent in our economic history. Capital’s share of national income has risen, while labor’s share has fallen. To restore prosperity for all, we need to spread the benefits of economic growth to entrepreneurial citizens through profit-sharing and the ownership of capital”.

JOSEPH R. BLASI, RICHARD B. FREEMAN and DOUGLAS L. KRUSE, JULY 17, 2015. Capitalism for the Rest of Us, <https://www.nytimes.com/2015/07/18/opinion/capitalism-for-the-rest-of-us.html>

NOTAS AL PIE.

¹ On the Principles of Political Economy and Taxation, On Machinery, Chapter 31. David Ricardo, 1821.

² [Capital in the Twenty-First Century, Thomas Piketty, 2014.](#)

³ Grundrisse der Kritik der Politischen Ökonomie. Karl Marx, 1857-1858.

⁴ [The General Theory of Employment, Interest and Money, John Maynard Keynes, 1936.](#)

⁵ Capitalismo, socialismo y democracia. Joseph Alois Schumpeter, 1942.

⁶ The Human Condition. Hannah Arendt, 1958.

⁷ The End of Work: The Decline of the Global Labor Force and the Dawn of the Post-Market Era. Jeremy Rifkin, 1995.

⁸ Representing Capital: A Reading of Volume One. Fredric Jameson, 2011.

⁹ See the case of the US government, during the mandate of Lyndon B. Johnson (1966, <https://catalog.hathitrust.org/Record/009143593>).

¹⁰ In Praise of Idleness. Bertrand Russell, 1935.

¹¹ For example: "History, however, does not always repeat itself, some observers believe that we are currently witnessing a critical departure from the historical pattern of techno-economic change. They highlight the unique and highly disruptive nature of newly emerging technologies and the unprecedented pace of change. The combined effects of multiple new technologies such as multi-functional sensors, learning robotics, the Internet of Things or 3D printing, are expected to be deep, wide in scope and large scale and therefore, to generate unprecedented loss of jobs (Schwab, 2016)", http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---inst/documents/publication/wcms_544189.pdf

¹² <https://research.randstad.es/wp-content/uploads/2016/11/RandstadInformeFlexibility2016.pdf>

¹³ <http://observatorioadei.es/publicaciones/NotaTecnica-El-trabajo-del-futuro.pdf>

¹⁴ https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf

¹⁵ <http://www.caixabankresearch.com/llegara-la-cuarta-revolucion-industrial-a-espana-d3>

¹⁶ <https://www.bbvaresearch.com/publicaciones/cuan-vulnerable-es-el-empleo-en-espana-a-la-revolucion-digital/>

¹⁷

<https://www.whitehouse.gov/sites/whitehouse.gov/files/images/EMBARGOED%20AI%20Economy%20Report.pdf>

¹⁸ http://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/the-risk-of-automation-for-jobs-in-oecd-countries_5jlz9h56dvq7-en

¹⁹ <https://www.oecd.org/els/emp/Policy%20brief%20-%20Automation%20and%20Independent%20Work%20in%20a%20Digital%20Economy.pdf>, consulted on December 26, 2017.

²⁰ <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/2e2f4eea-en.pdf?expires=1532606352&id=id&accname=guest&checksum=A90DBAABF2C5DC5EC8A75DEF4E66ACE2>

²¹

https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Global%20Themes/Digital%20Disruption/Harnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/MGI-A-future-that-works_Full-report.ashx

²²

<https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Global%20Themes/Future%20of%20Organizations/What%20the%20future%20of%20work%20will%20mean%20for%20jobs%20skills%20and%20wages/MGI-Jobs-Lost-Jobs-Gained-Report-December-6-2017.ashx>

²³ <http://cotec.es/media/La-reinvención-digital-de-España.pdf>

²⁴ <https://www.pwc.co.uk/economic-services/YWI/pwc-young-workers-index-2017-v2.pdf>

²⁵ <http://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=738&langId=en&pubId=8110>

²⁶ <https://www.pwc.co.uk/economic-services/assets/international-impact-of-automation-feb-2018.pdf>

²⁷ <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/.../9781464811746.pdf>

²⁸ https://www.accenture.com/us-en/_acnmedia/A2F06B52B774493BBBA35EA27BCDFCE7.pdf

²⁹ What's a Global Recession? The Wall Street Journal, 22 de abril de 2009.

<https://blogs.wsj.com/economics/2009/04/22/whats-a-global-recession/>, consultado el 27 de diciembre de 2017. The 'Great Recession' Earns Its Title. NY Times, 30 de julio de 2017.

<https://economix.blogs.nytimes.com/2010/07/30/the-great-recession-earns-its-title>

³⁰ Acumulación y productividad del capital en España y sus comunidades autónomas en el siglo XXI. Fundación BBVA, abril 2017. https://w3.grupobbva.com/TLFU/dat/DE_2017_Ivie_Inf_Stock_1964-2014.pdf

³¹ Instituto Nacional de Estadística (INE); Encuesta de Población activa (EPA), 2T2018.

³² *Ibíd.* nota 31.

³³ <https://observatoriosociallacaixa.org/-/sobrecualificacion-y-desempleo-juvenil-dinamicas-de-insercion-laboral-de-los-titulados-universitarios>

³⁴ https://elpais.com/economia/2018/09/04/actualidad/1536052279_946431.html

³⁵ *Ibíd.* nota 31.

³⁶ *Ibíd.* nota 31. <http://www.ugt.es/revertir-la-herencia-de-temporalidad-y-precariedad-del-pp>; <http://www.eleconomista.es/economia/noticias/9350385/08/18/Record-historico-en-empleados-a-tiempo-parcial-con-289-millones.html>

³⁷ *Ibíd.* nota 31.

³⁸ Datos del Servicio Público de Empleo Estatal (SEPE, mes de noviembre).

https://www.sepe.es/contenidos/que_es_el_sepe/estadisticas/datos_estadisticos/prestaciones/datos/2018/Informe_201806.pdf

³⁹ Cuadernos de Información Económica, Funcas: Los salarios en la recuperación española. Daniel Fernández Kran, septiembre 2017. http://www.funcas.es/publicaciones_new/Sumario.aspx?IdRef=3-06260.

⁴⁰ Análisis gráficos de la devaluación salarial en España. Cuadernos de acción Sindical CCOO, julio 2015. <http://www.ccoo.es/64763dfcfb034db4b3c1ff22a03144df000001.pdf>.

⁴¹ ¿REALIDAD O FICCIÓN? LA RECUPERACIÓN ECONÓMICA, EN MANOS DE UNA MINORÍA. OXFAM Intermón, January 2018. <https://oxfamintermon.s3.amazonaws.com/sites/default/files/documentos/files/recuperacion-economica-una-minoria.pdf>

⁴² INE, Contabilidad Nacional Trimestral. Base 2010, primer trimestre de 2018. Para más información se puede consultar The Global decline of the Labora Share, Loukas Karabarbounis and Brent Neiman, <http://www.nber.org/papers/w19136.pdf> y https://cincodias.elpais.com/cincodias/2018/03/09/midinero/1520613690_542389.html

⁴³ See the following literature: Michaels, Guy, Natraj, Ashwini and Van Reenen, John (2014) Has ICT polarized skill demand? Evidence from eleven countries over 25 years. *Review of Economics and Statistics*, 96 (1). pp. 60-77. ISSN 0034-6535 DOI: 10.1162/REST_a_00366, (http://eprints.lse.ac.uk/46830/1/Michaels_Natraj_VanReenen_Has-ICT-polarized-skill-demand_2014.pdf), OECD Employment Outlook 2017 (http://www.oecd-ilibrary.org/employment/oecd-employment-outlook-2017/job-polarisation-by-country_empl_outlook-2017-graph39-en), the case of USA (The Vanishing Middle: Job Polarization and Workers' Response to the Decline in Middle-Skill Jobs; <https://www.kansascityfed.org/YUNNZ/Publicat/EconRev/PDF/13q1Tuzemen-Willis.pdf>) or the case of United Kingdom (Lousy and Lovely Jobs: The Rising Polarization of Work in Britain, Maarten Goos and Alan Manning; <https://www.mitpressjournals.org/doi/10.1162/rest.89.1.118>).

⁴⁴ OCDE Employment Outlook 2018.

⁴⁵ DECOUPLING OF WAGES FROM PRODUCTIVITY: MACRO-LEVEL FACTS ECONOMICS DEPARTMENT WORKING PAPERS No. 1373, By Cyrille Schwellnus, Andreas Kappeler and Pierre-Alain Pionnier, OCDE (<https://www.oecd.org/eco/Decoupling-of-wages-from-productivity-Macro-level-facts.pdf> , consulted on January 3, 2018). As well, Speech given by Andrew G Haldane, Chief Economist, Bank of England (<https://www.bankofengland.co.uk/-/media/boe/files/speech/2015/labours-share.pdf?la=en&hash=D6F1A4C489DA855C8512FC41C02E014F8D683953>, consulted on January 3, 2018), chart 13 and 25.

⁴⁶ Competition at the digital edge: 'Hyperscale' businesses, McKinsey Insights by Michael Chui and James Manyika, March 2015. <https://www.mckinsey.com/industries/high-tech/our-insights/competition-at-the-digital-edge-hyperscale-businesses>, consulted on January 3, 2018.

⁴⁷ https://www.nytimes.com/2017/01/25/technology/personaltech/how-to-make-americas-robots-great-again.html?_r=0; <https://fred.stlouisfed.org/series/OUTMS#0>

⁴⁸ Informe sobre Digitalización de la Economía. Consejo Económico y Social de España, noviembre 2017. <http://www.ces.es/documents/10180/4509980/Inf0317.pdf>, consulted on January 3, 2018.

⁴⁹ Ver apartado 2.

⁵⁰ Se trata de empleo STEM, creado por efecto directo e indirecto; no es empleo neto.

⁵¹ Para más información, consultar: Employment Growth in Europe: The Roles of Innovation, Local Job Multipliers and Institutions. Maarten Goo, s Jozef Konings, Marieke Vandeweyer. Utrecht School of Economics, october 2015. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2671765

⁵² <http://www.elmundo.es/economia/2017/12/11/5a2eb89c22601dba7e8b4575.html>

⁵³ De hecho, el Instituto Nacional de Estadística recoge en su Encuesta de uso de TIC y Comercio Electrónico (CE) en las empresas 2016-2017 que el 12% de las empresas con más de 250 trabajadores tuvieron dificultades para cubrir una vacante de especialista en TIC.

⁵⁴ Los estudiantes egresados en Ingeniería y Arquitectura en el curso 2014-.015 fueron 49.569. En el curso 2015-2016 fueron 40.131. Datos de las Series históricas de estudiantes universitarios, Ministerio de Educación (<https://www.educacion.gob.es/educabase/menu.do?type=pcaxis&path=/Universitaria/Series/Estudiantes/Egresados/&file=pcaxis&l=s0>, consultado el 6 de enero de 2018).

⁵⁵ “According to our estimate, 47 percent of total US employment is in the high risk category, meaning that associated occupations are potentially automatable over some unspecified number of years, perhaps a decade or two” (page 38).

⁵⁶ También se conoce como RPA, Robotic Process Automation.

⁵⁷ Nótese que la metodología empleada por Frey&Osborne ha sido fuertemente contestada, tal y como veremos en siguientes estudios.

⁵⁸ Datos del INE, EPA 2T0218. Se descuentan del cálculo total las ocupaciones militares.

⁵⁹ “En conjunto, según nuestras estimaciones, un 43% de los puestos de trabajo actualmente existentes en España tienen un riesgo elevado (con una probabilidad superior al 66%) de poder ser automatizados a medio plazo”. Página 2.

⁶⁰ $19,23 * 43% * 66% = 5.381.245$

⁶¹ “Los resultados sugieren que hasta un 36% de los puestos de trabajo en España estaría en riesgo elevado de ser computarizado”, página 2.

⁶² $19,23 * 36% * 66% = 4.570.426$

⁶³ Datos del INE, EPA 2T0218.

⁶⁴ Página 45.

⁶⁵ Frey&Osborne no tratan en su ensayo los empleos que se generarían con las nuevas tecnologías; solo aquellos que están en riesgo de maquinización. Por tanto, no se trata de resultado neto.

⁶⁶ http://stats.oecd.org/index.aspx?DatasetCode=SNA_TABLA4

⁶⁷ PPPs exchange rates (OECD): 20\$ * 0,726274€= 14,52548 €.

⁶⁸ INE. Encuesta anual de estructura salarial. Ganancia por hora normal de trabajo (todas las ocupaciones, media nacional). <http://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?path=/t22/p133/cno11/serie/I0/&file=04002.px>

⁶⁹ Además, y en este mismo sentido: “Experienced workers who lose their jobs and have to start over find themselves, on average, earning wages at least 10 percent less than what they earned in the jobs they lost, and workers with more than 20 years of experience in their prior job face wages that are nearly a quarter less than they had previously been making”.

⁷⁰ http://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/the-risk-of-automation-for-jobs-in-oecd-countries_5j1z9h56dvq7-en

⁷¹ “For this purpose, we use the recently released PIACC database (Programme for the International Assessment of Adult Competencies) that surveys task structures across OECD countries”

⁷² “Differences between countries may reflect general differences in workplace organisation, differences in previous investments into automation technologies as well as differences in the education of workers across countries”.

⁷³ 19.344.100 ocupados (INE 4T0218).

⁷⁴ <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/international-standard-classification-of-education-iscd-2011-en.pdf>.

⁷⁵ Resulta importante aclarar que el número de trabajadores en situación de activos (ocupados más desempleados) alcanzaba los 3,8 millones en el segundo trimestre de 2018, lo que podría significar un impacto mucho mayor en el mercado de trabajo en caso de que estos vaticinios fuesen acertados.

⁷⁶ Los autores únicamente hablan sobre riesgo de automatización de los empleos existentes. No valora la creación de nuevos empleos a causa del proceso de digitalización: “Thirdly, the approach considers only existing jobs. Yet, the use of these technologies is likely to create new jobs. Moreover, new technologies may also exert positive effects on labour demand if they raise product demand due to an improved competitiveness and a positive effect on worker’s incomes. Hence, workplaces are likely to be less “at risk” than suspected at first sight. In the following, we discuss these three aspects in more detail.”

⁷⁷ En el mismo sentido, la Comisión Europea, en su estudio ICT for work: Digital skills in the workplace says: “90% that professionals (e.g. engineers, doctors and nurses, teachers, accountants, software developers, lawyers and journalists), technicians, clerical workers or skilled agricultural workers should have at least basic digital skills. 80% of workplaces require basic digital skills for sales workers. Workplaces also often require basic digital skills for building workers (50% of workplaces), plant machine operators (34%) and even employees in

elementary occupations (27%)". <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/ict-work-digital-skills-workplace>

⁷⁸ <http://www.oecd.org/skills/piaac/>

⁷⁹ World Bank's Skills Towards Employability and Productivity (STEP) Skills Measurement Program.

⁸⁰

<https://public.tableau.com/profile/mckinsey.analytics#!/vizhome/InternationalAutomation/WhereMachinesCanReplaceHumans>

⁸¹ Year 2016 (provisional), Labour cost levels by NACE Rev. 2 activity [lc_lci_lev], Eurostat, http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=lc_lci_lev&lang=en. Salario sin cotizaciones sociales.

⁸² En este sentido, ver el siguiente ejemplo, de Boston Consulting Group (BCG): "A human welder today earns around \$25 per hour (including benefits), while the equivalent operating cost per hour for a robot is around \$8 when installation, maintenance, and the operating costs of all hardware, software, and peripherals are amortized over a five-year depreciation period. In 15 years, that gap will widen even more dramatically. The operating cost per hour for a robot doing similar welding tasks could plunge to as little as \$2 when improvements in its performance are factored in." <https://www.bcgperspectives.com/content/articles/lean-manufacturing-innovation-robots-redefine-competitiveness/>

⁸³ En el mismo sentido, Moshe Vardi, catedrático de la Universidad de Texas, declara: "Por lo general, es una cuestión de arbitraje de costes. Si el coste marginal por hora de un robot industrial es menor que el de un empleado humano y el robot puede hacer el trabajo, tiene sentido desde el punto de vista de la rentabilidad automatizar el proceso"; <http://www.expansion.com/economia-digital/innovacion/2017/11/25/5a199f6fe2704e275f8b460b.html>

⁸⁴ Will robots steal our jobs? The potential impact of automation on the UK and other major economies, UK Economic Outlook, March 2017; <https://www.pwc.co.uk/economic-services/ukey/pwcukey-section-4-automation-march-2017-v2.pdf>

⁸⁵ Lordan, G. and Josten, C. (2017), Technology at Work: Occupations and Skills that may be replaced by technology in the next decade.

⁸⁶ <http://www.ine.es/jaxi/Tabla.htm?path=/t25/p450/a2013/l0/&file=08024.px&L=0>

⁸⁷ http://ec.europa.eu/eurostat/data/database?node_code=isoc_sk_cskl_i

⁸⁸ <https://www.randstad.es/tendencias360/los-robots-llegan-para-redefinir-el-trabajo/>

⁸⁹ Cabe reseñar que un estudio más reciente de Adecco (Estudio cualitativo de percepción de la robótica industrial en España, <https://adecco.es/wp-content/uploads/2018/02/Estudio-cualitativo-sobre-la-percepción-de-la-robótica-industrial-en-España.pdf>) afirma que "el 93% asegura que las plantillas o no están preparadas para la integración de robots o solamente lo están de manera parcial".

⁹⁰ <http://informecotec.es/metrica/percepcion-automatizacion-empleo/>

⁹¹ Attitudes towards the impact of digitisation and automation on daily life;

https://data.europa.eu/euodp/data/dataset/S2160_87_1_460_ENG

⁹² <https://www.larazon.es/sociedad/el-63-1-cree-que-los-robots-nos-dejaran-sin-trabajo-BJ18442399>

⁹³ The Digital Talent Gap—Are Companies Doing Enough? October 26, 2017;

<https://www.capgemini.com/resources/digital-talent-gap/>

⁹⁴ “This paper concludes that we can be confident that history will repeat itself also this time and create new jobs if societies will be able to mobilise a learning process that generates a new vision on the way forward and on development goals, and a common understanding of how to move towards this future. Institutions that support social dialogue and societal learning will therefore play a central role in generating transformative product innovations and new jobs”, New technologies: A jobless future or golden age of job creation? International Labour Office (ILO), http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---inst/documents/publication/wcms_544189.pdf, consulted on January 16, 2017.

⁹⁵ <http://www.elmundo.es/economia/2018/10/04/5bb5c053e5fdea85518b46a6.html>;

https://www.eldiario.es/theguardian/empresa-Nueva-Zelanda-semanas-laborables_0_820668178.html