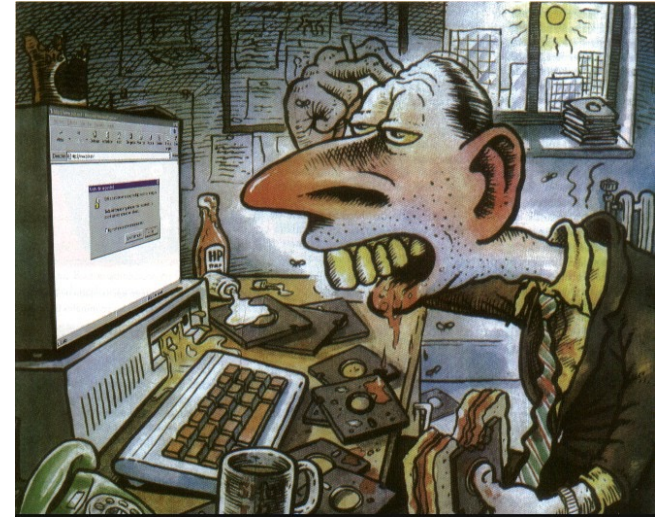


SOFTWARE



INGENIERÍA DE SOFTWARE I

2º DE GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA
CURSO 2023/2024

Francisco José García-Peñalvo / fgarcia@usal.es

Alicia García-Holgado / aliciagh@usal.es

Andrea Vázquez-Ingelmo / andreavazquez@usal.es

Departamento de Informática y Automática
Universidad de Salamanca



MÁS INFORMACIÓN

Tema 1 – Introducción a la Ingeniería del Software

(García-Peñalvo et al., 2024)

PÍLDORA DE VÍDEO RELACIONADA

¿Qué importancia tiene el software en la sociedad actual?

(García-Peñalvo et al., 2021)

El software tiene una importancia creciente en la sociedad

Importancia de mantener los costes y dar respuesta a su evolución y mantenimiento

Responsabilidad de quien desarrolla el software por su repercusión social

EL VALOR ECONÓMICO DEL SOFTWARE

Las economías de todos los países desarrollados dependen del *software*

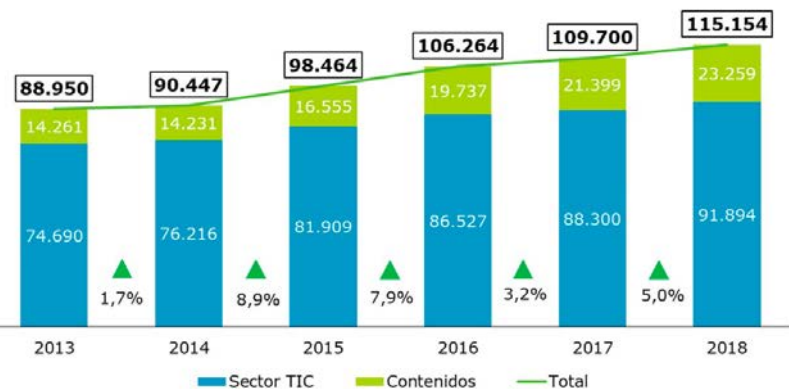
El gasto en *software* representa una parte significativa del PIB de los países desarrollados

El sector TIC y de los contenidos supone el 3,8% del PIB nacional en 2018 (Fuente: ONTSI Diciembre 2019 <http://bit.ly/37ZQ5SO>)

El *software* en el PNB de EEUU en 2019 representa 0,97 billones de dólares (5%) (Fuente: <http://goo.gl/2QLWyu>)

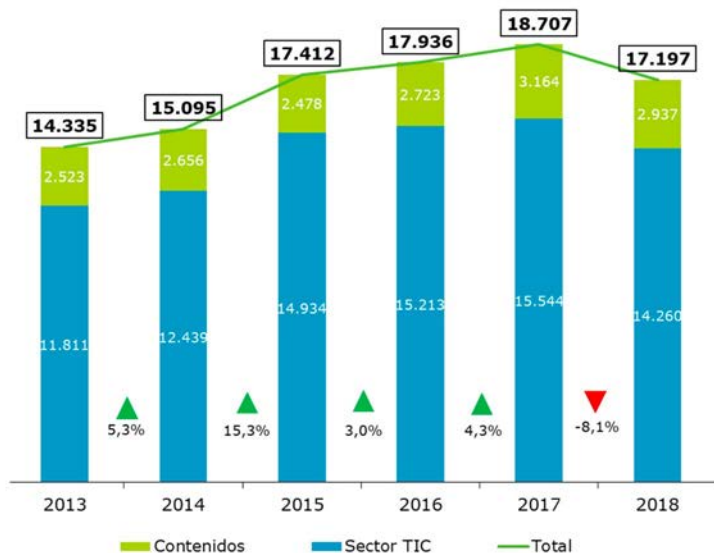
EL VALOR ECONÓMICO DEL SOFTWARE

GRÁFICO 3. Cifra de negocios del Sector TIC y Contenidos en España, por sector (2013-2018) (Millones de euros)



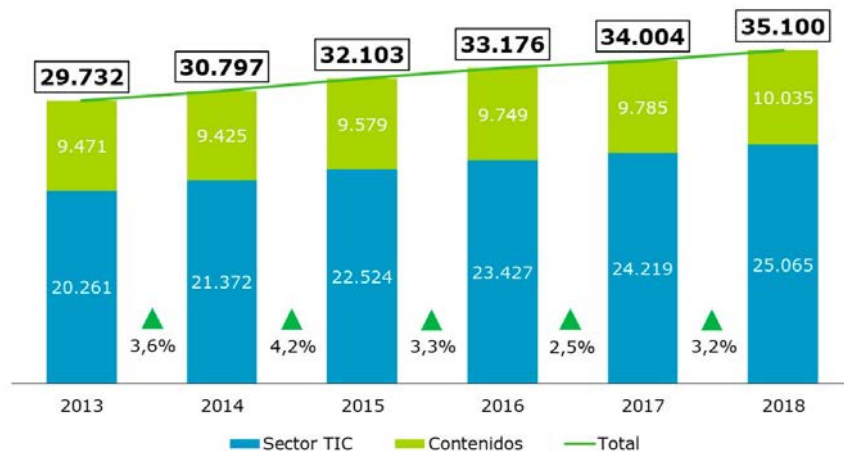
Fuente: ONTSI

GRÁFICO 11. Inversión del sector TIC y de los contenidos, por sector (2013-2018) (Millones de euros)



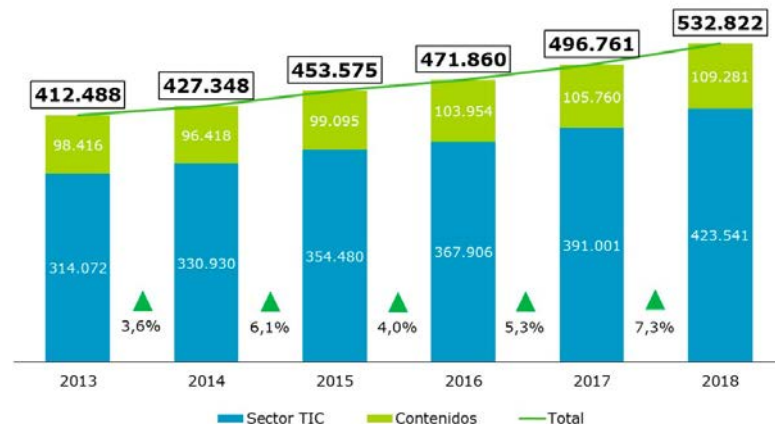
Fuente: ONTSI

GRÁFICO 1. Número empresas del sector TIC y de los contenidos en España, por sector (2013-2018)



Fuente: Seguridad Social

GRÁFICO 4. Número personas ocupadas en el sector TIC y de los Contenidos en España, por sector (2013-2018)



Fuente: Seguridad Social

Indicadores destacados del sector TIC y de los contenidos en España (Informe 2019)

<http://bit.ly/2tt9SLs>

EL VALOR ECONÓMICO DEL SOFTWARE

GRÁFICO 5. Distribución del número de empleados por género en el sector TICC (2018)

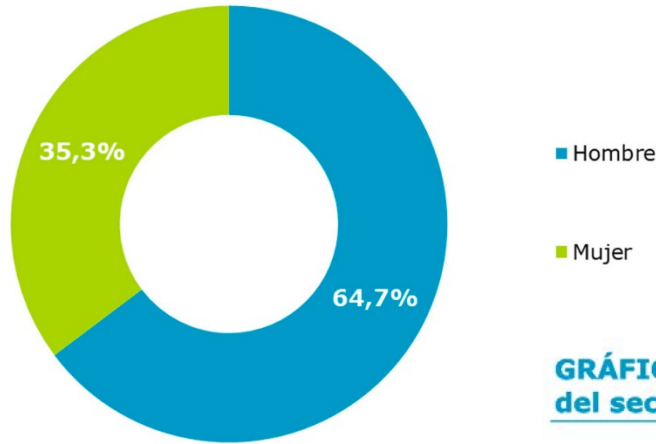
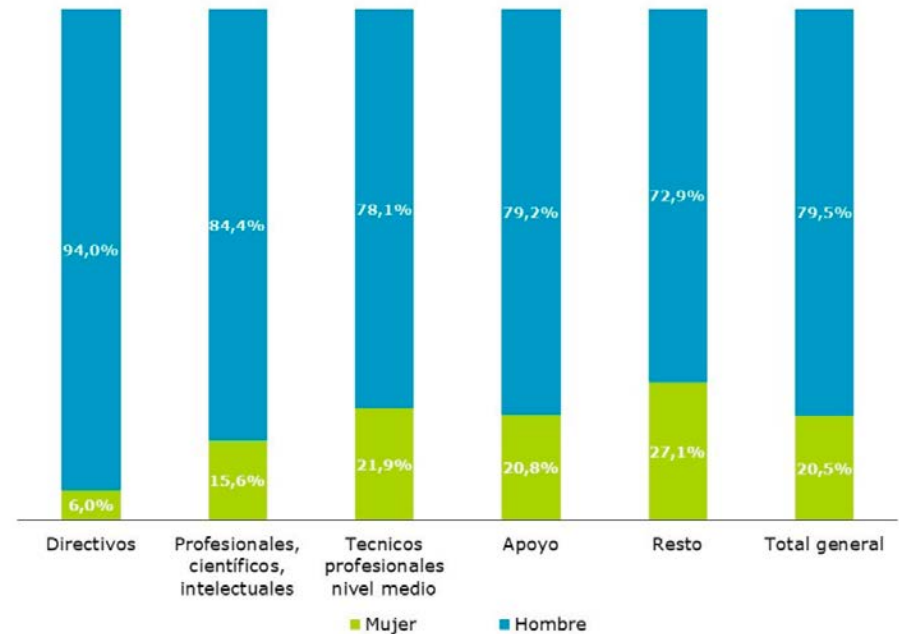
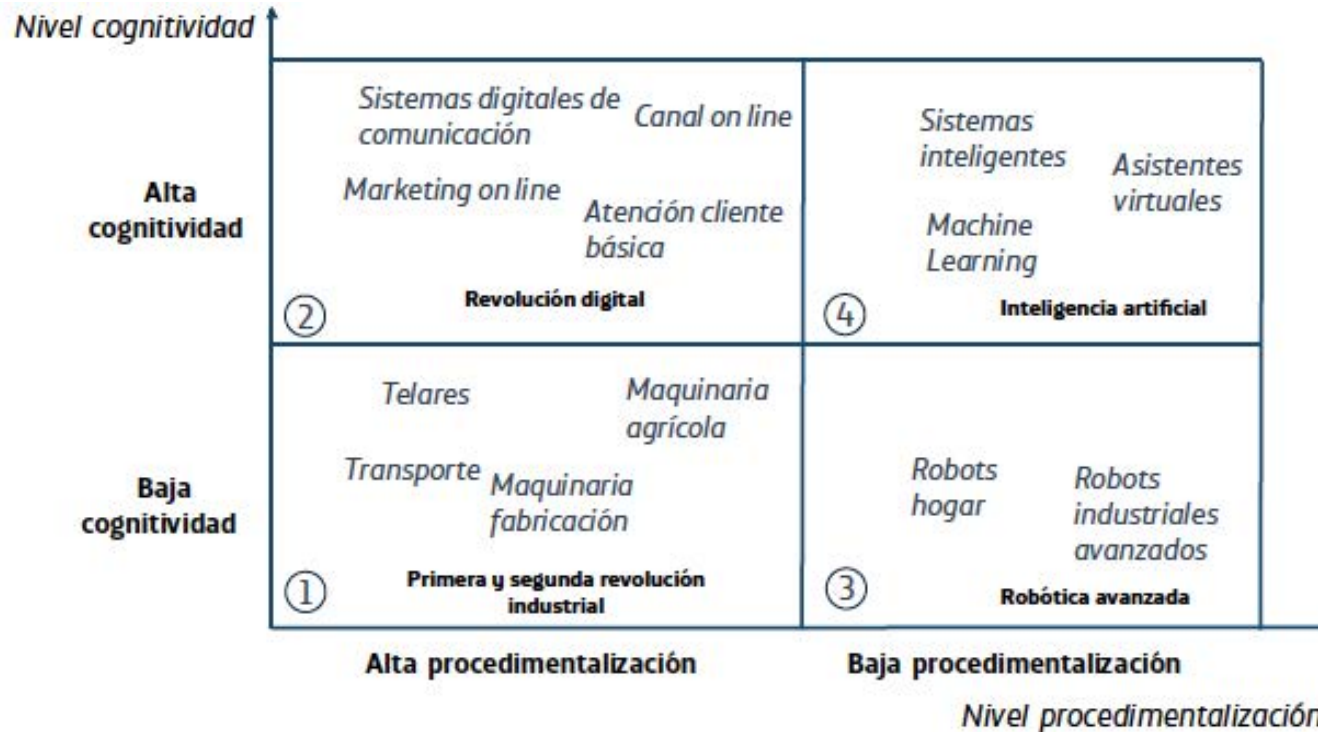


GRÁFICO 8. Distribución del empleo por ocupaciones y género del sector TICC (2018)



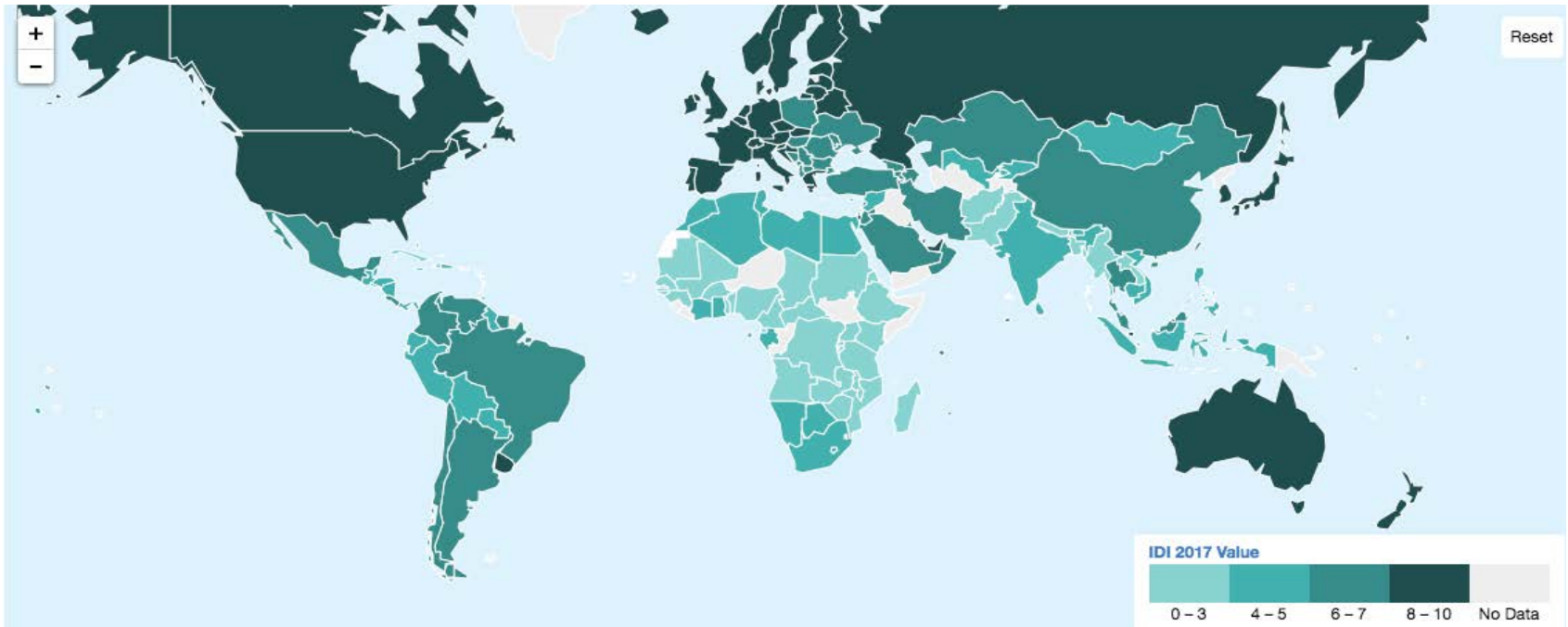
Indicadores destacados del sector TIC y de los contenidos en España (Informe 2019) <http://bit.ly/2tt9SLs>

EL VALOR ECONÓMICO DEL SOFTWARE



Fundación Telefónica, *El trabajo en un mundo de sistemas inteligentes*, Barcelona, España: Ariel, 2015. [Online]. Disponible en: <https://goo.gl/3cKlkZ>

EL VALOR ECONÓMICO DEL SOFTWARE



España aparece en el puesto 27/126 mundial en 2017 (en 2010 estaba en el puesto 30), ligeramente por encima de la media de la Europa más desarrollada (España con un índice de 7,79 y la media de Europa con un índice de 7,5)

Mapa del *ICT Development Index*.
Fuente: <https://goo.gl/zQtfu3>

EL VALOR ECONÓMICO DEL SOFTWARE

- Los 10 perfiles emergentes con más futuro
 - **Especialista en Inteligencia Artificial**
 - **Desarrollador de Salesforce**
 - **Ingeniero de Robótica**
 - **Especialista en CiberSeguridad**
 - **Consultor de Cloud**
 - **Desarrollador de Python**
 - **Científico de Datos**
 - **Desarrollador de Big Data**
 - **Ingeniero de Datos**
 - **Ingeniero de Cloud**

Fuente: <https://bit.ly/2M4r96N>

EL VALOR ECONÓMICO DEL SOFTWARE

- La formación más demandada y los salarios más altos en el sector TIC
 - Una de las principales características del empleo en el sector TIC es el alto nivel de cualificación de los profesionales demandados por las empresas
 - Los candidatos con estudios universitarios (40,3%) tienen más demanda por parte de las empresas del ámbito tecnológico, seguidos de los profesionales con titulación de Ciclo Formativo de Grado Superior (26%). En menor medida, este sector solicita personas con titulación de Bachillerato (13,4%), Ciclo Formativo de Grado Medio (9,4%) y ESO o graduado escolar (8,3%)
 - Las titulaciones universitarias de más demanda en el sector TIC son: Ingeniería Informática, que aparece en el 16,3% de las ofertas; Ingeniería de Telecomunicaciones, en el 4,1%; Administración y Dirección de Empresas, en el 2,1%; la de Comercio y Marketing, en el 2%, y la de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, en el 1,3%

Redacción de Educaweb 23/1/2019

Fuente: <https://goo.gl/SVxmV4>

EL VALOR ECONÓMICO DEL SOFTWARE

Los perfiles más solicitados del sector TIC y sus salarios

De acuerdo con el informe **los 10 perfiles más solicitados en las empresas del sector y los sueldos medios que perciben son:**

Posición	Perfil	Salario medio bruto al año
1	Programador	28.405,24 €
2	Comercial técnico en TIC	30.886,17 €
3	Programador-analista	31.445,16 €
4	Jefe de proyecto	45.515,26 €
5	Consultor ERP (sistema de planificación de recursos empresariales)	37.958,91 €
6	Técnico de soporte TIC	21.514,37 €
7	Teleoperador de venta	20.266,67 €
8	Administrador de sistemas y redes	29.066,98 €
9	Consultor IT	36.460,38 €
10	Account Manager	33.600,00 €

Redacción de Educaweb
23/1/2019

Elaboración propia en base a un comunicado sobre el Informe Infoempleo Adecco. Oferta y demanda de empleo en España. Fuente: <https://goo.gl/SVxmV4>

EL VALOR ECONÓMICO DEL SOFTWARE

Escala salarial de los perfiles digitales

Expansión 9/6/2020

Fuente: <https://bit.ly/3nY0tBC>

PUESTOS Y SUELDOS

Ciberseguridad

- Experto (30.000-50.000)
- Analista (40.000-52.000)
- Consultor 30.000 - 60.000)
- Manager (45.000-90.000)
- Director (50.000-140.000)

Big Data/ Analytics

- 'Big data analyst' 25.000-45.000).
- 'Data scientist' (35.000-50.000).
- 'Analytics consultant' (30.000-47.000).
- 'Analytics manager' (40.000-70.000).

Especialistas en Cloud

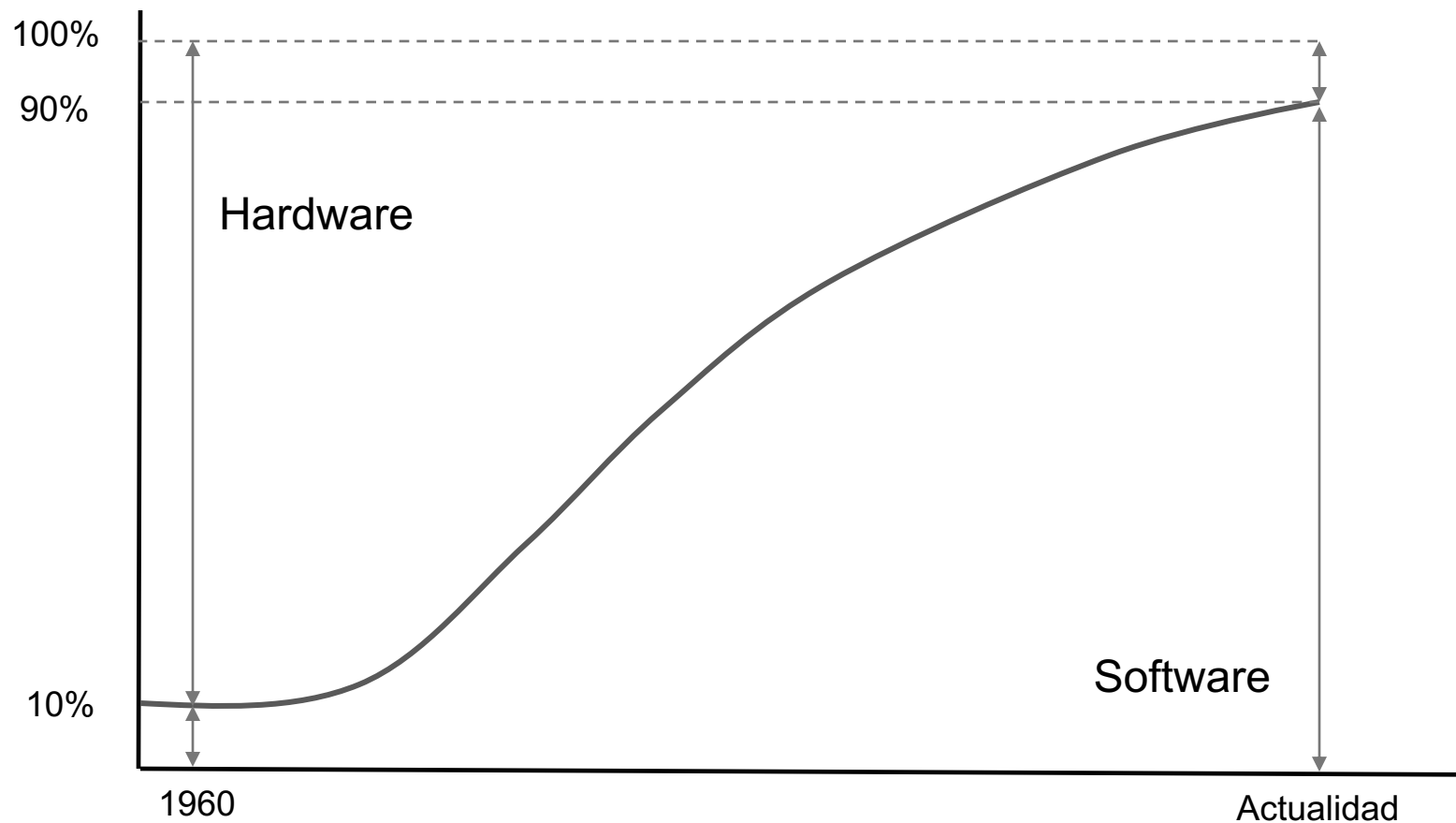
- 'Cloud developer' (25.000-45.000).
- 'Cloud architect' (45.000-60.000).

(*) Horquilla salarial en euros brutos anuales.

Fuente: Catenon.

EL VALOR ECONÓMICO DEL SOFTWARE

Los costes del *software* superan, por lo general, a los costes del *hardware*



LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL

La transformación digital implica una serie de **cambios profundos** y **coordinados** en la **cultura**, la **fuerza de trabajo** y la **tecnología** que permiten **nuevos modelos** educativos y operativos para **transformar** las **operaciones**, las **direcciones estratégicas** y la **propuesta de valor de una institución** (Grajek y Reinitz, 2019)

WHAT'S WORTH
STANDING
UP FOR?

¿QUÉ ES LO VERDADERAMENTE IMPORTANTE DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL?

EL RETO TRAS LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL (Rodríguez de las Heras, 2020)

“Estamos respondiendo a un reto: una transformación digital que no es solo de equipamiento y destrezas, también es de cambios de mentalidad”



Antonio Rodríguez de las Heras

REALIDADES DEL SOFTWARE

Los sistemas *software* cuestan más de lo esperado

Los sistemas *software* se entregan más tarde de la fecha prevista

Los sistemas *software* requieren de un gran esfuerzo de mantenimiento

Los proyectos *software* se cancelan

LA INGENIERÍA DEL SOFTWARE SE CENTRA EN EL DESARROLLO DE SOFTWARE RENTABLE

REALIDADES DEL SOFTWARE

El *software* falla

El *software* cuando falla causa problemas que pueden tener repercusiones económicas y humanas ¿dónde está la responsabilidad?

“The most likely way for the world to be destroyed, most experts agree, is by accident. That’s where we come in. We’re computer professionals. We cause accidents”

Nathaniel Borenstein, inventor of MIME, in: *Programming as if People Mattered: Friendly Programs, Software Engineering and Other Noble Delusions*, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1991

LA INGENIERÍA DEL SOFTWARE SE CENTRA EN EL DESARROLLO DE SOFTWARE DE CALIDAD

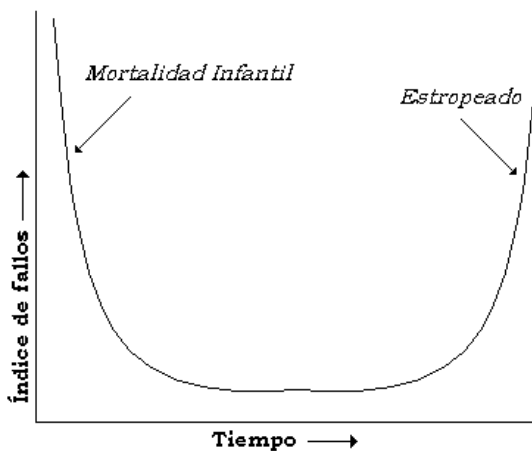
DEFINICIÓN DE SOFTWARE

Una colección organizada de programas de ordenador, procedimientos, documentación asociada y datos referidos a un ordenador que realiza una función específica o un conjunto de funciones (IEEE, 1999)

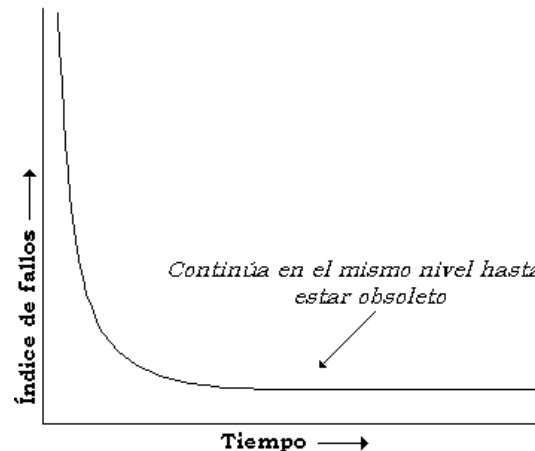
CARACTERÍSTICAS DE UN PRODUCTO SOFTWARE

(Pressman, 2010)

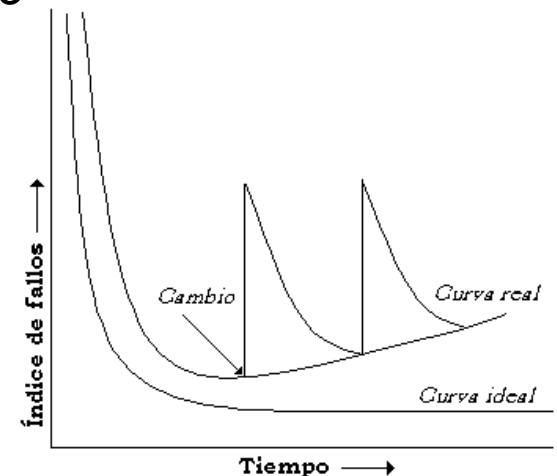
- El *software* se desarrolla, no se fabrica en el sentido clásico
 - Los costes del *software* se encuentran en la ingeniería
- El *software* no se estropea, se deteriora
 - Cambios en las fases de mantenimiento
 - No hay piezas de repuesto para el *software*



Curva de fallos del *hardware*



Curva de fallos del *software*



Curva real de fallos del *software*

- A pesar de las últimas tendencias, el *software* se sigue construyendo a medida

LOS SISTEMAS SOFTWARE SON PRODUCTOS COMPLEJOS

- Gran funcionalidad
- Objetivos diferentes y en ocasiones conflictivos
- En su concepción, desarrollo y mantenimiento interviene un gran número de personas con diferentes perfiles
- Elevado tamaño
 - Windows 98 – 18 millones de líneas de código
 - Windows 2000 (2001) – 35 millones de líneas de código
 - Windows XP (2002) – 40 millones de líneas de código
 - Windows 10 (2015) – 80 millones de líneas de código
 - Linux (Debian) – 55 millones de líneas de código – 14.000 personas/año – 1900 millones de dólares
 - Rotor (2002) – 3,6 millones de líneas de código
 - El software del Telescopio Espacial Hubble – 2 millones de líneas de código
 - Un dron militar del ejército de EEUU – 3.5 millones de líneas de código
 - Un avión Boeing 787 – 6.5 millones de línea de código
 - Todos los sistemas que componen el Gran Colisionador de Hadrones (*Large Hadron Collider*, LHC) – 50 millones de líneas de código
 - Servicios Google – 2.000 millones de líneas de código
- Sujeto a cambios continuos
- Requisitos, tecnología...

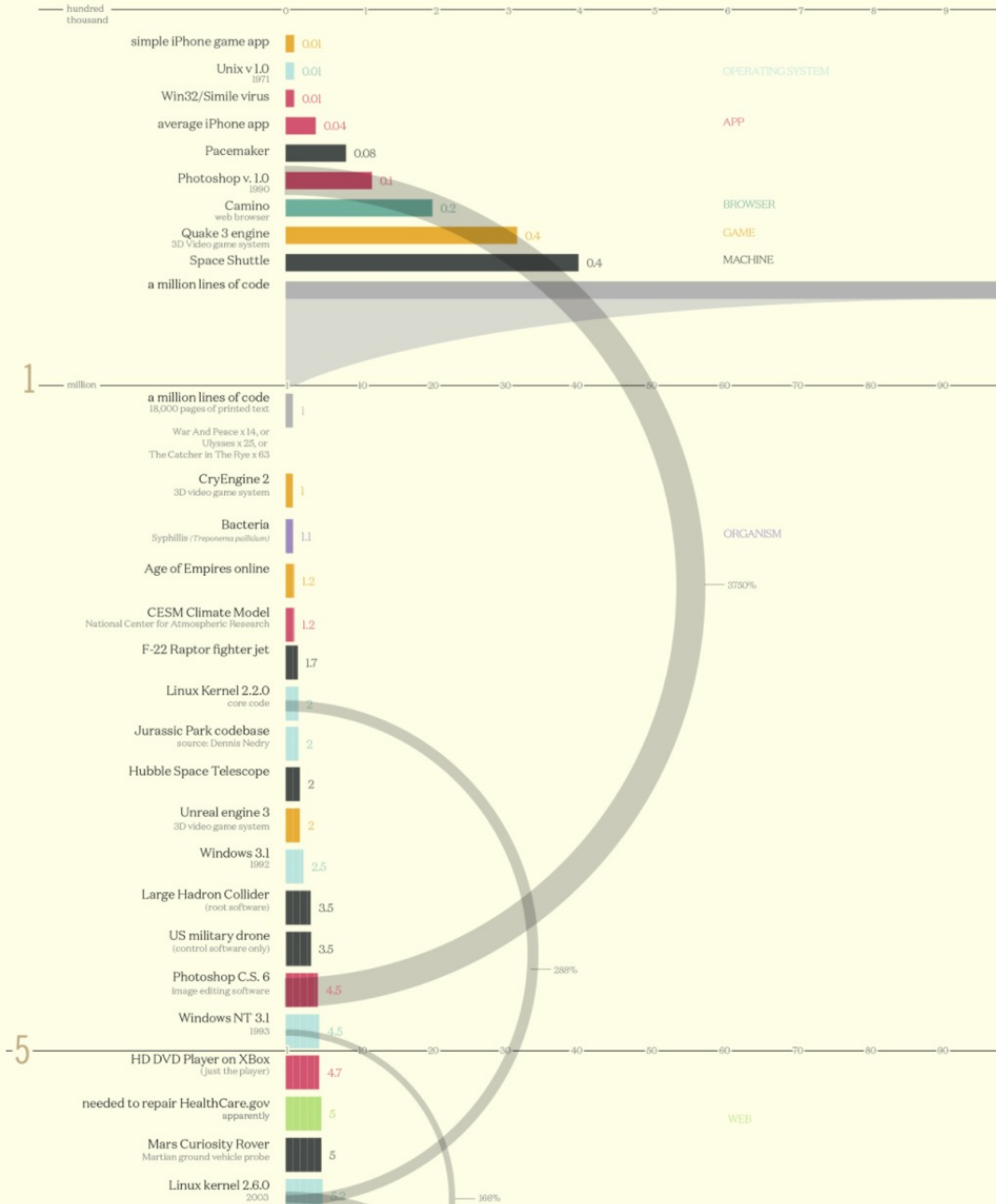
Conclusión final: *La producción de software ha de estar regida por los principios de la **INGENIERÍA***

TAMAÑO DEL SOFTWARE

Software

Codebases

Millions of lines of code



<https://www.informationisbeautiful.net/visualizations/million-lines-of-code/>

CRISIS DEL SOFTWARE

Problemas del *software*

- Calidad cuestionable
 - Mal funcionamiento
 - Insatisfacción de los clientes
- Cómo desarrollar *software*
 - Imprecisión en la planificación y la estimación
 - Baja productividad
- Cómo mantener el volumen creciente de *software* existente
- Cómo afrontar la incesante demanda de *software*
- Barrera del mantenimiento

CRISIS DEL SOFTWARE

Problemas del *software*

- Dificultad inherente
- Gran complejidad
 - Número de estados posibles es muy elevado
 - Conexiones entre entidades
 - Complejidad arbitraria que surge de instituciones humanas
- Sujeto a continuos cambios
- Especificación de requisitos
- Comunicación del equipo

“La construcción de *software* siempre será una tarea difícil. No hay bala de plata”

Frederick P. Brooks, Jr. (1987)

ALGUNAS CAUSAS

Responsables no cualificados

Falta de comunicación entre las partes

Desconocimiento de las nuevas tendencias

Resistencia al cambio

Falta de reconocimiento de la figura del informático

Una amplia mitología y falta de “cultura informática” de la sociedad

- Mitos de gestión
 - Resistencia al cambio en la gestión de proyectos
 - Concepto de la horda mongoliana
 - ...
- Mitos del cliente
 - Ideas genéricas al principio, detalles al final
 - Requisitos en continua evolución
 - ...
- Mitos del desarrollador
 - El trabajo acaba cuando se ha escrito el programa y funciona
 - Solo se entrega un programa funcionando
 - Lo que uno crea solo debe entenderlo él
 - ...



CALIDAD DEL SOFTWARE

La calidad se percibe desde diferentes puntos de vista (Garvin, 1984)

- Vista trascendental o ideal

- Vista del usuario

- Vista de la construcción o de proceso

Vista externa

- Vista del producto

Vista interna

- Vista basada en el valor

CALIDAD DEL SOFTWARE

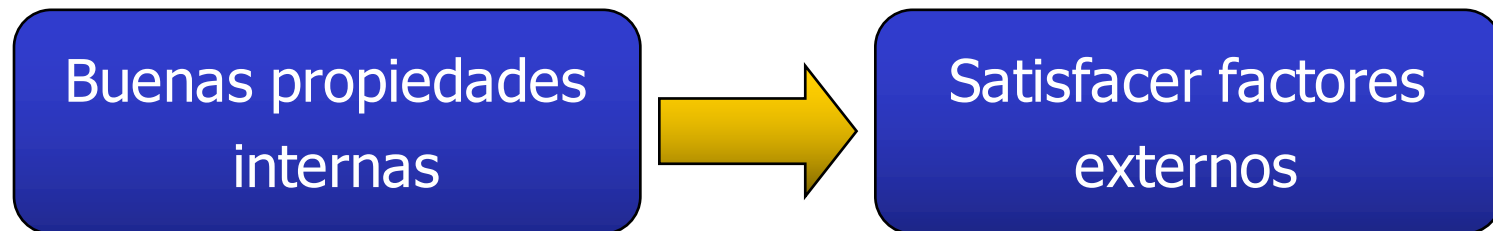
Factores externos

- Pueden ser detectados por los usuarios
- Es de suma importancia

Factores internos

- Solo los perciben los ingenieros del *software*
- Es el medio de conseguir la calidad externa

OBJETIVO



ATRIBUTOS DE UN PRODUCTO SOFTWARE

- Factores externos
 - Facilidad de mantenimiento
 - Ha de poder evolucionar para adaptarse a las necesidades de cambio de los clientes
 - Confiabilidad
 - No debe causar daños físicos o económicos en el caso de fallo del sistema
 - Fiabilidad, seguridad y protección
 - Eficacia
 - Hacer efectivo el propósito del *software*
 - Usabilidad
 - Fácil de utilizar
 - Debe tener una interfaz de usuario apropiada y una documentación adecuada
 - Reusabilidad
 - Capacidad de que un *software* pueda utilizarse en un contexto diferente al de su creación
 - Portabilidad
 - Facilidad de transferir productos *software* a diferentes plataformas
 - ...

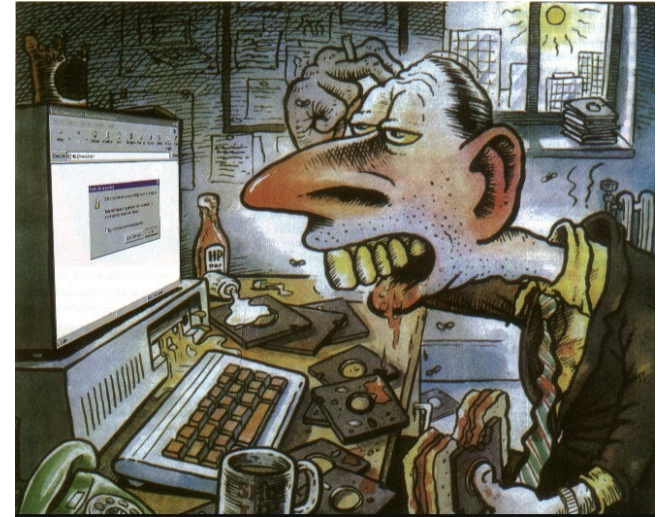
ATRIBUTOS DE UN PRODUCTO SOFTWARE

- Factores internos
 - Facilidad de traza
 - Modularidad
 - Tolerancia a fallos
 - Eficiencia de ejecución
 - Eficiencia de almacenamiento
 - Autodescripción
 - Legibilidad
 - Facilidad de expansión
 - Independencia del sistema
 - Independencia del *hardware*
 - Estandarización de datos
 - Estandarización de comunicaciones
 - ...

BIBLIOGRAFÍA

- A. Rodríguez de las Heras, "Con las smart cities estamos ante una revolución cultural," A. Pérez, Ed., ed: Cuatroochenta, 2020. <https://bit.ly/2PYU8Yu>
- D. A. Garvin, "What Does "Product Quality" Really Mean," *Sloan Management Review*, vol. 26, no. 1, pp. 25-45, 1984.
- F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y A. Vázquez-Ingelmo, "Introducción a la Ingeniería del Software," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2023-2024, F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y A. Vázquez-Ingelmo, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2024. [Online]. Disponible en: <https://d66z.short.gy/323njE>. doi: 10.5281/zenodo.10621056 (pp. 4-31).
- F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y A. Vázquez-Ingelmo, "Qué importancia tiene el software en la sociedad actual," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2020-2021, F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y A. Vázquez-Ingelmo, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2021. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3dRDG7W>. doi: 10.5281/zenodo.5777026.
- F. P. J. Brooks, "No silver bullet. Essence and accidents of software engineering," *Computer*, vol. 20, no. 4, pp. 10-19, 1987. doi: 10.1109/MC.1987.1663532.
- Fundación Telefónica, *El trabajo en un mundo de sistemas inteligentes*, Barcelona, España: Ariel, 2015. [Online]. Disponible en: <https://goo.gl/3cKJkZ>.
- IEEE. *IEEE Software Engineering Standards Collection 1999 Edition. Volume 1: Customer and Terminology Standards*. USA: IEEE Computer Society Press, 1999.
- N. S. Borenstein, *Programming as if People Mattered: Friendly Programs, Software Engineering and Other Noble Delusions*. Princeton, NJ, USA: Princeton University Press, 1991.
- R. S. Pressman, *Ingeniería del Software: Un Enfoque Práctico*, 7ª ed. México D. F., México: McGraw-Hill, 2010.
- S. Grajek y B. Reinitz. (2019, July 8) Getting Ready for Digital Transformation: Change Your Culture, Workforce, and Technology. *Educase Review*. Disponible en: <https://bit.ly/2TrlurJ>

SOFTWARE



INGENIERÍA DE SOFTWARE I

2º DE GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA
CURSO 2023/2024

Francisco José García-Peñalvo / fgarcia@usal.es

Alicia García-Holgado / aliciagh@usal.es

Andrea Vázquez-Ingelmo / andreavazquez@usal.es

Departamento de Informática y Automática
Universidad de Salamanca

