



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

**Análisis de la incidencia de factores causales en la  
evolución de la siniestralidad laboral en España**

---

**TESIS DOCTORAL**

**Vicente Salvador Gallego Blasco**

Dirigida por:

**Dra. D<sup>a</sup> Ana Isabel Sánchez Galdón**

**Dr. D. Sebastián Salvador Martorell Alsina**

**VALENCIA, MARZO 2021**



# Agradecimientos

Quiero agradecer a Ana Isabel Sánchez Galdón y a Sebastián Salvador Martorell Alsina el tiempo y esfuerzo que me han dedicado para llevar a cabo esta Tesis, el enseñarme a realizar un trabajo riguroso y metódico y, sobre todo, por confiar en mí. También agradecer a Isabel Martón Lluch su inestimable ayuda.

A D. Francisco José López Alcantarilla y al personal de la Subdirección General de Estadística de la Secretaría General Técnica del Ministerio de Empleo y Seguridad Social por los datos facilitados ex profeso para esta Tesis y las orientaciones dadas para saber utilizar dicha información.

A mis hijos por su asistencia y ayuda.

Y, por último, por ser la más importante para mí, a Gloria, querida y sufrida esposa, por su apoyo y por todo lo que ha tenido que soportar durante este tiempo.



# **Dedicada a**

Gloria  
Mis padres (in memoriam)



# Resumen

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales de 8 de noviembre de 1995 (LPRL), en vigor desde el 10 de febrero de 1996, establece en su artículo 5: “...*tendrá por objeto la promoción de la mejora de las condiciones de trabajo dirigida a elevar el nivel de protección de la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.*”

En esta Tesis se ha investigado la evolución de los índices de siniestralidad laboral y su relación con la evolución de diferentes variables explicativas relacionadas con el desarrollo normativo, el mercado de trabajo, la estructura productiva, las condiciones de empleo y las condiciones individuales, entre otras, para el caso de España y en el periodo 1995-2017, que abarca desde la promulgación de la LPRL hasta fechas recientes donde se disponía de los datos históricos necesarios. La investigación se ha centrado en los índices de salud más relevantes según su significado en términos de riesgo y/o sus componentes.

El objetivo de la investigación ha sido el encontrar evidencias sobre relaciones causa-efecto entre índices y variables, a partir de las cuales extraer lecciones que facilitarán una mejor planificación de la acción preventiva. Para ello, se han propuesto varios modelos explicativos utilizando diferentes herramientas estadísticas, que han permitido formular de manera explícita y analizar la relación entre la evolución de los indicadores de salud ocupacional y la evolución de las principales variables explicativas.

En términos generales puede concluirse que la implantación de dicha ley y normativa que la acompaña ha tenido un impacto positivo en las condiciones de trabajo y en consecuencia sobre el nivel de seguridad y salud de los trabajadores desde entonces y hasta la fecha. Sin embargo, se observan diferentes comportamientos cíclicos en la

evolución de los indicadores, tales como los índices de incidencia, frecuencia y gravedad, que pone de manifiesto su dependencia de la naturaleza y comportamiento cíclico de algunas de las variables explicativas más importantes relacionadas con ciclos económicos, mercado de trabajo, estructura productiva, etc. Además, se observa como aspectos tales como la pertenencia a grupos de edad jóvenes o expertos, el nivel de estudios, determinadas categorías profesionales, y algunos sectores particulares tienen efectos significativos sobre los valores alcanzados por los índices de siniestralidad. En cambio, otros, como el trabajo a tiempo parcial o la contratación temporal no manifiestan tener tanta repercusión sobre los indicadores.

# Resum

Partint de les dades corresponents als accidents ocorreguts en el període 1995-2017, es La Llei de Prevenció de Riscos Laborals de 8 de novembre de 1995 (\*LPRL), en vigor des del 10 de febrer de 1996, estableix en el seu article 5: “...tindrà per objecte la promoció de la millora de les condicions de treball dirigida a elevar el nivell de protecció de la seguretat i la salut dels treballadors en el treball.”

En aquesta Tesi s'ha investigat l'evolució dels índexs de sinistralitat laboral i la seua relació amb l'evolució de diferents variables explicatives relacionades amb el desenvolupament normatiu, el mercat de treball, l'estructura productiva, les condicions d'ocupació i les condicions individuals, entre altres, per al cas d'Espanya i en el període 1995-2017, que abasta des de la promulgació de la \*LPRL fins a dates recents on es disposava de les dades històriques necessàries. La investigació s'ha centrat en els índexs de salut més rellevants segons el seu significat en termes de risc i/o els seus components.

L'objectiu de la investigació ha sigut el trobar evidències sobre relacions causa-efecte entre índexs i variables, a partir de les quals extraure lliçons que facilitaran una millor planificació de l'acció preventiva. Per a això, s'han proposat diversos models explicatius utilitzant diferents eines estadístiques, que han permès formular de manera explícita i analitzar la relació entre l'evolució dels indicadors de salut ocupacional i l'evolució de les principals variables explicatives.

En termes generals pot concloure's que la implantació d'aquesta llei i normativa que l'acompanya ha tingut un impacte positiu en les condicions de treball i en conseqüència sobre el nivell de seguretat i salut dels treballadors des de llavors i fins hui. No obstant això, s'observen diferents comportaments cíclics en l'evolució dels indicadors, com ara

els índexs d'incidència, freqüència i gravetat, que posa de manifest la seua dependència de la naturalesa i comportament cíclic d'algunes de les variables explicatives més importants relacionades amb cicles econòmics, mercat de treball, estructura productiva, etc. A més, s'observa com a aspectes com ara la pertinença a grups d'edat joves o experts, el nivell d'estudis, determinades categories professionals, i alguns sectors particulars tenen efectes significatius sobre els valors aconseguits pels índexs de sinistralitat. En canvi, uns altres, com el treball a temps parcial o la contractació temporal no manifesten tindre tanta repercussió sobre els indicadors.

# Abstract

The Occupational Risk Prevention Act of November 8, 1995 (ORPA), in force since February 10, 1996, establishes in its article 5: "*... will have as its objective the promotion of the improvement of working conditions aimed at raise the level of protection of the safety and health of workers at work.*"

This thesis has investigated the evolution of the occupational accident rates and their relationship with the evolution of different explanatory variables related to regulatory development, the labor market, the productive structure, employment conditions and individual conditions, among others, in the case of Spain and in the period 1995-2017, which ranges from the enactment of the LPRL to recent dates where the necessary historical data was available. Research has focused on the most relevant health indices according to their meaning in terms of risk and / or their components.

The objective of the research has been to find evidence on cause-effect relationships between indices and variables, from which to extract lessons that will facilitate better planning of preventive action. To this end, several explanatory models have been proposed using different statistical tools, which have made it possible to explicitly formulate and analyze the relationship between the evolution of occupational health indicators and the evolution of the main explanatory variables.

In general terms, it can be concluded that the implementation of said law and accompanying regulations has had a positive impact on working conditions and consequently on the level of health and safety of workers since then and to date. However, different cyclical behaviors are observed in the evolution of the indicators, such as incidence, frequency and severity indices, which highlights their dependence on

the nature and cyclical behavior of some of the most important explanatory variables related to economic cycles, labor market, productive structure, etc. Furthermore, aspects such as belonging to young age groups or experts, educational level, certain professional categories, and some particular sectors are observed as having significant effects on the values reached by the accident rates. On the other hand, others, such as part-time work or temporary hiring, do not claim to have such an impact on the indicators.

# Índice

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1.- Introducción .....</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1.- Motivación.....   | 1         |
| 1.2.- Antecedentes.....   | 4         |
| 1.3.- Objetivos.....  | 7         |
| 1.4.- Organización de la Tesis.....   | 8         |
| <b>2.- Contexto laboral y salud ocupacional .....</b>                         | <b>9</b>  |
| 2.1.- Marco normativo. Estrategia de seguridad y salud ocupacional.....       | 9         |
| 2.2.- Mercado de trabajo .....  | 13        |
| 2.3.- Estructura productiva.....  | 16        |
| 2.4.- Condiciones de empleo.....  | 24        |
| 2.5.- Condiciones individuales.....   | 29        |
| 2.6.- Evolución de la seguridad y salud ocupacional .....                     | 34        |
| 2.6.1.- Evolución de la siniestralidad en España.....                         | 36        |
| 2.6.2.- Evolución de índices.....   | 38        |
| 2.6.2.1.- Índice de Incidencia .....  | 38        |
| 2.6.2.2.- Índice de Frecuencia .....  | 39        |
| 2.6.2.3.- Índice de Gravedad .....  | 43        |
| 2.6.2.4.- Duración Media de las Bajas .....                                   | 45        |
| <b>3.- Metodología de análisis .....</b>                                      | <b>47</b> |
| 3.1.- Marco conceptual de factores y su incidencia en la siniestralidad.....  | 47        |
| 3.2.- Evaluación del riesgo e indicadores de salud ocupacional .....          | 50        |
| 3.3.- Toma de decisiones basadas en el riesgo.....                            | 52        |
| 3.4.- Análisis cambios de tendencias en indicadores de salud ocupacional..... | 53        |
| 3.5.- Modelos de regresión.....   | 56        |

|  |            |
|--|------------|
| 3.5.1.- Modelo lineal generalizado (GLM) .....   | 57         |
| 3.5.2.- Modelo Aditivo Generalizado (GAM).....   | 59         |
| 3.5.3.- Modelos de regresión. Lasso, Elastic Net y AdaLasso .....  | 61         |
| <b>4.- Estudios del comportamiento de indicadores y variables explicativas.....</b>  | <b>67</b>  |
| 4.1.- Análisis descriptivo.....  | 68         |
| 4.1.1.- Estudio descriptivo de las variables explicativas .....  | 69         |
| 4.1.2.-Estudio descriptivo de los principales indicadores de salud ocupacional .....   | 72         |
| 4.2.- Análisis de tendencias y detección de puntos de ruptura en la evolución temporal<br>de indicadores de salud ocupacional en España en el periodo 1995-2017.....   | 73         |
| 4.3.- Análisis del efecto de factores económicos y estructurales en el comportamiento<br>de indicadores de salud ocupacional.....  | 77         |
| 4.3.1.- Estudio del efecto en el índice de incidencia del producto interior bruto y los<br>cambios en la legislación de salud laboral mediante un modelo GLM.....  | 77         |
| 4.3.2.- Estudio del efecto en el índice de incidencia de factores relativos a la estructura<br>productiva mediante un modelo aditivo generalizado (GAM).....   | 82         |
| 4.3.3.- Estudio del efecto de variables relacionadas con el mercado de trabajo, la<br>estructura productiva, las condiciones de empleo y las condiciones<br>individuales mediante modelos de regresión Lasso, Elastic Net y AdaLasso.. | 87         |
| 4.3.3.1.- Tasa de crecimiento anual de Duración Media de Las Bajas.....  | 93         |
| 4.3.3.2.- Tasa de crecimiento anual del Índice de Frecuencia.....  | 93         |
| 4.3.3.3.- Tasa de crecimiento anual del Índice de Gravedad .....   | 95         |
| <b>5.- Conclusiones y aportaciones .....</b>   | <b>97</b>  |
| 5.1.- Conclusiones .....   | 98         |
| 5.2.- Líneas de trabajo futuro .....   | 101        |
| 5.3.- Principales aportaciones.....  | 102        |
| 5.3.1.- Publicaciones en libros.....   | 103        |
| 5.3.2.- Publicaciones en revistas relacionadas con la Tesis.....   | 104        |
| 5.3.3.- Presentaciones realizadas en Congresos Internacionales .....   | 104        |
| 5.3.4.- Presentaciones realizadas en Congresos Nacionales.....   | 106        |
| <b>6.- Referencias.....</b>  | <b>109</b> |
| <b>7.- Anexos .....</b>  | <b>119</b> |
| Anexo I.- Tablas .....   | 121        |
| Anexo II.- Fundamentos normativos .....  | 149        |
| Anexo II.1.- Disposiciones legales y normativa sobre seguridad y salud. Publicaciones<br>BOE. Biblioteca Jurídica Digital .....  | 151        |
| Anexo II.2.- Legislación Complementaria .....  | 156        |
| Anexo III.- Organismos Públicos.....   | 163        |
| Anexo III.1.- Ministerio de Trabajo y Economía Social .....  | 165        |
| Anexo III.2.- Comunidades Autónomas.....   | 167        |

# Figuras

---

- Figura 1.1.- Aspectos destacados en el período de estudio 1995-2017
- Figura 2.1.- Marco Jurídico Normativo
- Figura 2.2.- Valor Medio Anual de población, según situación ( $10^3$ ). 1995-2020
- Figura 2.3.- Extranjeros según tipo de permiso de residencia y afiliados a la Seguridad Social ( $10^3$ ). 1995-2020 (Anexo I.- Tabla I.2)
- Figura 2.4.- Ocupados por grupos de edad ( $10^3$ ). 1995-2020
- Figura 2.5.- Empresas por número de trabajadores por cuenta ajena (menos de 50) ( $10^3$ ). 2000-2020
- Figura 2.6.- Empresas por número de trabajadores por cuenta ajena (más de 49) ( $10^3$ ). 2000-2020
- Figura 2.7.- Trabajadores por tamaño de empresa ( $10^3$ ). 2000-2020
- Figura 2.8.- Empresas por sector de producción ( $10^3$ ). 2000-2020
- Figura 2.9.- Trabajadores por Sector de producción ( $10^3$ ). 1995-2020
- Figura 2.10.- Producto Interior Bruto ( $10^5$ ). 1995-2020
- Figura 2.11.- Tasa de desempleo. 1995-2020
- Figura 2.12.- Ocupados a tiempo parcial y temporales (%). 1995-2020
- Figura 2.13.- Trabajadores afiliados a la Seguridad Social (con y sin contingencias profesionales) ( $10^3$ ). 1995-2020
- Figura 2.14.- Trabajadores por categoría profesional ( $10^3$ ). 1995-2020
- Figura 2.15.- Afiliados a la Seguridad Social por Grupo de Cotización ( $10^3$ ). 1995-2020
- Figura 2.16.- Ocupados por nivel de educación (%). 1995-2020
- Figura 2.17.- Ocupados por sexo ( $10^3$ ). 1995-2020
- Figura 2.18.- Salario Mínimo Interprofesional (€). 1995-2020
- Figura 2.19.- Salario medio anual, por sexo. 2004-2020
- Figura 2.20.- Media horas/año por trabajador. 1995-2020
- Figura 2.21.- Accidentes de trabajo con baja ( $10^3$ ). 1995-2020

- Figura 2.22.- Índice Incidencia Total, Índice Incidencia afiliados al Régimen General Seguridad Social (1995-2020), Índice Incidencia afiliados al Régimen Especial Trabajadores Autónomos (2004-2020)
- Figura 2.23.- Promedio de horas trabajadas por año. 1995-2020
- Figura 2.24.- Índice de Frecuencia. 1995-2020
- Figura 2.25.- Índice de Frecuencia por sectores. 1995-2020
- Figura 2.26.- Índice de Gravedad. 1995-2020
- Figura 2.27.- Índice de Gravedad por sectores. 1995-2020
- Figura 2.28.- Duración Media de las Bajas. 1995-2020
- Figura 3.1.- Modelo explicativo factores causa efecto
- Figura 3.2.- Ejemplo de una serie temporal con un punto de ruptura
- Figura 4.1.- Evolución de los índices seleccionados y puntos de ruptura estimados
- Figura 4.2.- Resultados del test de Kolmogorov-Smirnov
- Figura 4.3.- Gráfico de los residuos deviance y de Hook del GLM ajustado
- Figura 4.4.- Términos de suavizado y paramétrico del modelo final ajustado
- Figura 4.5.- Datos observados (Response) del  $II$  vs valores predichos (Fitted values) por el GAM
- Figura 4.6.- Coeficientes estimados utilizando los métodos de regresión Lasso, Elastic Net y AdaLasso para la  $DMB$  en España en el período 1995-2017
- Figura 4.7.- Coeficientes estimados utilizando los métodos de regresión Lasso, Elastic Net y AdaLasso para el  $II$  en España en el período 1995-2017
- Figura 4.8.- Coeficientes estimados utilizando métodos de regresión Lasso, Elastic Net y AdaLasso para  $IG$  en España en el período 1995-2017
- Figura II.1.- Orden 16 01 1940 (1)
- Figura II.2.- Orden 16 01 1940 (2)
- Figura II.3.- Orden 16 01 1940 (tabla Baremo)
- Figura II.4.- Décima Conferencia Estadígrafos OIT
- Figura II.5.- XVI Conferencia Estadísticos OIT
- Figura III.1.- Decreto de creación del Ministerio de Trabajo

# Tablas

---

- Tabla 2.1.- Principales índices utilizados en salud y seguridad ocupacional
- Tabla 3.1.- Relación probabilidad/daño/riesgo
- Tabla 4.1.- Variables explicativas incluidas en el estudio
- Tabla 4.2.- Principales estadísticos relativos a las variables explicativas
- Tabla 4.3.- Principales estadísticos de los indicadores de salud ocupacional
- Tabla 4.4.- Estimaciones de análisis en puntos de unión de II, IF y DMB en España, 1995-2017
- Tabla 4.5.- Variables incluidas en el modelo de regresión GLM
- Tabla 4.6.- Resultados del modelo de regresión binomial negativo
- Tabla 4.7.- Variables incluidas en el modelo de regresión GAM
- Tabla 4.8.- Resultados del modelo de regresión GAM. Coeficientes paramétricos
- Tabla 4.9.- Resultados del modelo de regresión GAM. Términos suavizados del modelo
- Tabla 4.10.- Resultados del modelo de regresión GAM eliminada la variable *Tiempo parcial*. Término paramétrico
- Tabla 4.11.- Resultados del modelo de regresión GAM eliminada la variable *Tiempo parcial*. Términos suavizados del modelo
- Tabla 4.12.- Resultados del modelo de regresión GAM final. Coeficientes paramétricos
- Tabla 4.13.- Resultados del modelo de regresión GAM final. Términos suavizados del modelo
- Tabla 4.14.- Coeficientes de Lasso, Elastic Net y AdaLasso estimados para cada índice de salud ocupacional y factor de entrada basado en accidentes laborales ocurridos en España en el período 1995-2017
- Tabla 4.15.- Criterios de información bayesiana (BIC) obtenidos para los diferentes modelos de regresión
- Tabla 5.1.- Aportaciones vs. Capítulos
- Tabla I.1.- Valor Medio Anual de población, según situación ( $10^3$ ) 1995-2020

- Tabla I.2.- Inmigrantes con permiso de residencia, por régimen, en alta en Seguridad Social. Total nacional (10<sup>3</sup>). 1995-2020
- Tabla I.3.- Valor Medio Anual. Población ocupada por grupos de edad (10<sup>3</sup>). 1995-2020
- Tabla I.4.-Empresas por número de trabajadores (10<sup>3</sup>). 1995-2020
- Tabla I.5.- Trabajadores por tamaño de empresa (10<sup>3</sup>). 1995-2020
- Tabla I.6.- Empresas por sector (10<sup>3</sup>). 1995-2020
- Tabla I.7.- Trabajadores por Sector de Producción (10<sup>3</sup>). 1995-2020
- Tabla I.8.- Producto Interior Bruto (10<sup>5</sup>). 1995-2020
- Tabla I.9.- Tasa de desempleo (%). 1995-2020
- Tabla I.10.- Trabajadores a tiempo parcial y temporales (%). 1995-2020
- Tabla I.11.- Total afiliados a la Seguridad Social. Con contingencias cubiertas por Regímenes (10<sup>3</sup>). 1995-2020
- Tabla I.12.- Trabajadores por categoría profesional (10<sup>3</sup>). 1995-2020
- Tabla I.13.- Afiliados a la Seguridad Social por Grupo de Cotización (10<sup>3</sup>). 1995-2020
- Tabla I.14.- Grupos de Cotización y Bases Máxima/Mínima de los años 2014 y 2017
- Tabla I.15.- Población por nivel de formación académica (%). 1995-2020
- Tabla I.16.- Valor Medio Anual. Población ocupada por sexo (10<sup>3</sup> - %). 1995-2020
- Tabla I.17.- Salario Mínimo Interprofesional (SMI) (€) 1995-2020
- Tabla I.18.- Ganancia media por trabajador (€). 1995-2020
- Tabla I.19.- Media horas/año por trabajador. 1995-2020
- Tabla I.20.- Accidentes de trabajo con baja (10<sup>3</sup> - %). 1995-2020
- Tabla I.21.- Índice de Incidencia por Régimen. 1995-2020
- Tabla I.22.- Jornada media efectiva por trabajador y tipo de jornada. 1995-2020
- Tabla I.23.- Índice de Frecuencia Total y por Sectores. 1995-2020
- Tabla I.24.- Índices. 1995-2020
- Tabla I.25.- Índice de Gravedad Total y por Sectores. 1995-2020
- Tabla I.26.- Duración Media de las Bajas. 1995-2017
- Tabla II.1.- Códigos electrónicos: Prevención de Riesgos Laborales
- Tabla III.1.- Denominaciones del Ministerio. 1920-2020

Tabla III.2.- Organismos Públicos encargados de la Seguridad y Salud en el Trabajo



# Acrónimos y siglas

---

|          |  |
|----------|--|
| AAPP     | Administraciones Públicas  |
| AdaLasso | Adaptative Lasso   |
| AELC     | Asociación Europea de Libre Comercio                                 |
| AT       | Accidente de Trabajo   |
| BIC      | Criterio Información Bayesiana (por sus siglas en inglés)            |
| BNE      | Biblioteca Nacional de España  |
| BOE      | Boletín Oficial del Estado   |
| BS       | Binary Segmentation (Segmentación Binaria, por sus siglas en inglés) |
| CA       | Comunidad Autónoma   |
| CCOO     | Comisiones Obreras   |
| CCT      | Convenio Colectivo de Trabajo  |
| CE       | Constitución Española  |
| CEE      | Comunidad Económica Europea  |
| CNTR     | Contabilidad Nacional Trimestral                                     |
| CONS     | Sector Construcción  |
| CP       | Contingencias Profesionales  |
| CV       | Coefficiente de Variación  |
| D        | Daño   |
| DB       | Días de Baja   |
| DMB      | Duración Media de las Bajas  |
| ECL      | Encuesta de Coyuntura Laboral  |
| EDF      | Estimated Degree of Freedom (Grado de Libertad Estimado)             |
| EESST    | Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo               |
| EP       | Enfermedad Profesional   |
| EPA      | Encuesta de Población Activa   |

|                 |   |
|-----------------|---|
| EPI             | Equipos de Protección Individual  |
| ESAW            | European Statistics on Accidents at Work  |
| ET              | Estatuto de los Trabajadores  |
| ETT             | Empresa de Trabajo Temporal   |
| EUROSTAT        | Oficina Europea de Estadística  |
| F               | Frecuencia  |
| GAM             | Modelo Aditivo Generalizado (por sus siglas en inglés)  |
| GE              | Gerentes  |
| GLM             | Modelo Lineal Generalizado (por sus siglas en inglés)   |
| IF              | Índice de Frecuencia  |
| IF <sub>M</sub> | Índice de Frecuencia accidentes mortales  |
| IG              | Índice de Gravedad  |
| II              | Índice de Incidencia  |
| II <sub>M</sub> | Índice de Incidencia accidentes mortales  |
| ILO/OIT         | International Labour Organization   |
| IND             | Sector Industria  |
| INE             | Instituto Nacional de Estadística   |
| INSHT           | Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo   |
| INSST           | Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo   |
| IP              | Incapacidad Permanente  |
| IPC             | Índice de Precios de Consumo  |
| ISFAS           | Instituto Social de las Fuerzas Armadas   |
| ISTAS           | Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud   |
| IT              | Incapacidad Temporal  |
| LASSO           | Least Absolute Shrinkage Selection Operator (Operador de Selección de Contracción Menos Absoluta) |
| LPRL            | Ley de Prevención de Riesgos Laborales  |
| MAZ             | Mutua Accidentes Zaragoza   |
| MCU             | Ministerio de Cultura y Deporte   |

|                 |  |
|-----------------|--|
| MISSyM          | Ministerio de Inclusión, Seguridad Social y Migraciones                              |
| MK              | Mann-Kendall   |
| MT              | Ministerio de Trabajo  |
| MTES            | Ministerio de Trabajo y Economía Social  |
| MUFACE          | Mutualidad General de Funcionarios Civiles del Estado                                |
| MUGEJU          | Mutualidad General Judicial  |
| N/C             | No Consta  |
| NA              | Número de Accidentes   |
| NA <sub>M</sub> | Número de Accidentes Mortales  |
| NH              | Número de horas  |
| NHT             | Número de Horas Trabajadas/persona   |
| NHT-T           | Número de Horas Trabajadas/persona - Total   |
| NHT-TC          | Número de Horas Trabajadas/persona - Tiempo Completo                                 |
| NHT-TP          | Número de Horas Trabajadas/persona – Tiempo Parcial                                  |
| NI              | Ninguna Información  |
| NT              | Número medio Trabajadores/año con contingencias cubiertas                            |
| NTP             | Nota Técnica de Prevención   |
| OE              | Ocupaciones elementales  |
| OEPM            | Operadores y ensambladores de plantas y máquinas                                     |
| OHSAS           | Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (por sus siglas en inglés) |
| OIT/ILO         | Organización Internacional del Trabajo   |
| OMS             | Organización Mundial de la Salud   |
| P               | Probabilidad   |
| PARES           | Portal de Archivos Españoles.  |
| PCA             | Porcentaje Cambio Anual  |
| PIB             | Producto Interior Bruto  |
| PR              | Profesionales  |
| PRL             | Prevención Riesgos Laborales   |

|        |   |
|--------|---|
| PYME   | Pequeña y Mediana Empresa   |
| R      | Riesgo  |
| RC     | Medida de riesgo de muerte de trabajadores expuestos  |
| RD     | Real Decreto  |
| REA    | Régimen Especial Agrario  |
| REA-CA | Régimen Especial Agrario - Cuenta Ajena   |
| REA-CP | Régimen Especial Agrario - Cuenta Propia  |
| REASS  | Régimen Especial Agrario de la Seguridad Social   |
| REEH   | Régimen Especial Empleados Hogar  |
| REMC   | Régimen Especial Minería del Carbón   |
| RETA   | Régimen Especial Trabajadores Autónomos   |
| RETM   | Régimen Especial Trabajadores del Mar   |
| RG     | Régimen General de la Seguridad Social  |
| RGSS   | Régimen General de la Seguridad Social  |
| RI     | Riesgo Individual de muerte   |
| RS     | Riesgo Social   |
| RSS    | Residual Sum of Squares (Suma de Cuadrados Residual, por sus siglas en inglés)  |
| SBS    | Standard Binary Segmentation (Segmentación Binaria Estándar)  |
| SEC    | Sistema Europeo de Cuentas  |
| SERV   | Sector Servicios  |
| SETA   | Sistema Especial para Trabajadores por cuenta propia Agrarios   |
| SGE    | Subdirección General de Estadística y Análisis Sociolaboral del Ministerio de Trabajo y Economía Social (en sus distintas denominaciones) |
| SIE    | Sistema Información Estadística   |
| SMI    | Salario Mínimo Interprofesional   |
| SOHSS  | Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo (por sus siglas en inglés)   |
| SPEE   | Servicio Público de Empleo Estatal  |

|       |   |
|-------|---|
| SS    | Seguridad Social  |
| SSO   | Seguridad y Salud Ocupacional   |
| SST   | Seguridad y Salud en el Trabajo   |
| TAOR  | Trabajadores de artesanías y oficios relacionados                                 |
| TC    | Tiempo Completo   |
| TCSAP | Trabajadores calificados de silvicultura agrícola y pesquera                      |
| TD    | Tasa de Desempleo   |
| TP    | Tiempo Parcial  |
| TPA   | Técnicos y profesionales asociados  |
| TRADE | Trabajadores Autónomos Económicamente Dependientes                                |
| TSV   | Trabajadores de servicios y ventas  |
| UBRE  | Criterio Estimador de Riesgo Imparcial (por sus siglas en inglés)                 |
| UE    | Unión Europea   |
| UGT   | Unión General de Trabajadores   |
| V     | Variable  |
| VMA   | Valor Medio Anual   |
| WBS   | Wild Binary Segmentation (Segmentación Binaria Salvaje, por sus siglas en inglés) |



# 1.- Introducción

## 1.1.- Motivación

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales de 8 de noviembre de 1995 (LPRL), en vigor desde el 10 de febrero de 1996, establece en su artículo 5: “...*tendrá por objeto la promoción de la mejora de las condiciones de trabajo dirigida a elevar el nivel de protección de la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.*”

Hasta la publicación en el Boletín Oficial del Estado (BOE) de 10 de noviembre de 1995 y entrada en vigor tres meses más tarde según la disposición final segunda de la Ley 31/1995 PRL, la normativa española sobre la materia venía derivada de una acumulación de normas y disposiciones de distinto rango, existiendo la necesidad de adecuarla, unificarla y legislar sobre sectores no contemplados hasta la fecha (Administración General del Estado, Cuerpos y Fuerzas de Seguridad,...), al mismo tiempo que se cumple con el mandato constitucional sobre la materia así como con lo establecido en las Directivas de la Comunidad Económica Europea (CEE) 89/391/CEE, 92/85/CEE y 91/383/CEE, actuaciones todas ellas contempladas y descritas en la exposición de motivos de la citada Ley 31/1995.

Los accidentes de trabajo (AT) en España se cobran la vida de una media de más de dos personas al día (en el período enero 1995 a octubre 2020 una media de 2.16 personas/día). Además, las numerosas bajas laborales y las jornadas perdidas como causa de esos accidentes tienen un elevado coste para la sociedad y para las empresas.

El daño y sufrimiento padecido por la víctima del AT y consecuentemente, las personas del entorno familiar y laboral puede llegar a ser de tal magnitud que ninguna compensación económica es capaz de reparar.

La principal consecuencia que se deriva de los AT la constituye la pérdida de salud del trabajador, lo que significa no sólo consecuencias no deseadas para el accidentado, sino también para su familia y para la sociedad. Para el accidentado supone, además del dolor físico y moral, e incluso la muerte, una serie de consecuencias indirectas como la marginación social o la disminución de ingresos. Para la familia de la víctima supone dolor físico y moral solidario con el accidentado y, consecuencias económicas que se derivan del accidente, producidas por la disminución de ingresos. Para la sociedad, supone transferencia de bienes sociales (asistencia sanitaria, costes económicos, etc.) que podrían tener otras aplicaciones y disminución de su capital humano.

Sin embargo, el estado actual de la seguridad y salud en el trabajo (SST) en el panorama empresarial está acercándose a niveles deseables. Esta situación empuja a que surjan nuevos profesionales en el mundo empresarial e industrial principalmente, con los conocimientos y la formación adecuada para implantar y actualizar sistemas de PRL, y conseguir así mejores lugares de trabajo con la consiguiente reducción de los índices de accidentabilidad laboral, partiendo para ello de la información generada en el pasado y de la experiencia obtenida tras la implantación de la normativa en materia de PRL.

En términos generales puede decirse que la implantación de dicha ley y normativa que la acompaña ha tenido un impacto positivo en las condiciones de trabajo y en consecuencia sobre el nivel de seguridad y salud de los trabajadores desde entonces y hasta la fecha. Sin embargo, también es verdad que a lo largo de dicho periodo ha habido cambios socioeconómicos significativos que han puesto de manifiesto la existencia de altibajos en las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores.

En esta Tesis se pretende analizar la evolución de las condiciones de trabajo y de la SST en el período 1995-2017, donde se puede observar claramente la situación anterior y posterior a lo más profundo de la crisis económica sufrida en España. La Figura 1.1 esquematiza los períodos estudiados.

Así, la primera etapa, período 1995-2002, se inicia con la promulgación de la citada Ley y un gran desarrollo normativo y adaptación a las nuevas disposiciones. Una segunda etapa comprende el período 2003-2007 y se caracteriza por un crecimiento en la economía, aumento en la afiliación de trabajadores a la Seguridad Social (SS) y, negativamente, un incremento en los accidentes laborales.

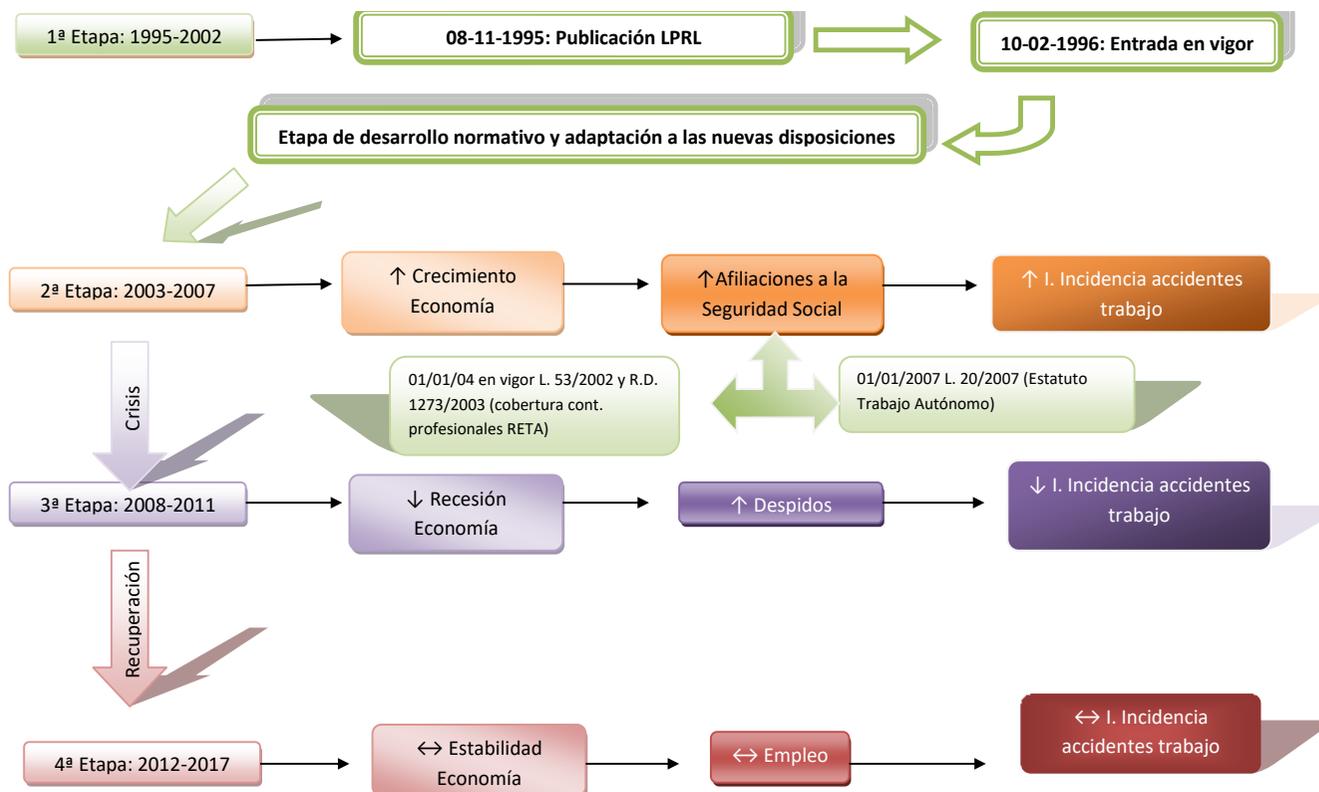


Figura 1.1.- Aspectos destacados en el período de estudio 1995-2017

Legislativamente se puede destacar la entrada en vigor de la Ley 53/2002 que en su artículo 40 modifica el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social (LGSS), añadiendo la Disposición adicional trigésima cuarta, por la que hace extensiva la protección por Extensión de la acción protectora por contingencias profesionales (CP) a los trabajadores incluidos en el Régimen especial de la Seguridad Social de trabajadores por cuenta propia o autónomos (RETA), el Real Decreto (RD) 1273/2003 de 10 de octubre, que regula la cobertura de las CP de los trabajadores incluidos en el RETA, y la ampliación de la prestación por incapacidad temporal (IT) para los trabajadores por cuenta propia y la publicación de la Ley 20/2007, del Estatuto del Trabajo Autónomo. La tercera etapa, del 2008 al 2011, o etapa de crisis, es un período en el que se padece una fuerte recesión económica que se traduce en un fuerte aumento de despidos y disminución drástica en los accidentes laborales. El 1 de agosto se publica la Ley 27/2011 que, entre otras disposiciones, amplía la cobertura por AT y enfermedades profesionales (EP). La cuarta etapa, 2012-2017, puede considerarse como una etapa de estabilidad económica, con estabilidad en el empleo y en los Índices de Incidencia (*II*) de accidentes laborales.

El alcance del estudio de esta Tesis se sitúa temporalmente en el período citado 1995-2017, espacialmente teniendo en cuenta los trabajadores afiliados a la SS con contingencias profesionales cubiertas, tanto en el régimen general como los autónomos, y conceptualmente considerando la evolución de diferentes factores causales de los accidentes, enmarcados dentro de las condiciones de trabajo, y en su incidencia sobre los índices de siniestralidad como indicadores de las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores.

## **1.2.- Antecedentes**

En la actualidad existen diversos estudios realizados, tanto a nivel nacional como internacional, enfocados al análisis de la evolución de los indicadores de salud ocupacional y el efecto que sobre estos tienen diferentes factores relacionados con el desarrollo normativo, el mercado de trabajo, la estructura productiva, las condiciones de empleo y las condiciones individuales, entre otros.

Una parte de los trabajos publicados se centran en estudiar el efecto de diferentes variables económicas en los indicadores de salud ocupacional. En este contexto, autores como (Boone et al. 2011) y (Livanos y Zangelidis 2013) utilizan modelos econométricos para tratar de explicar la evolución de los indicadores de salud ocupacional en términos de desempeño económico, sugiriendo una relación entre la tasa de accidentes ocupacionales y el estado de la actividad económica. En otro estudio, (Song et al. 2011) analizan la relación entre el desarrollo económico y el número de accidentes laborales en China mediante un modelo autorregresivo, concluyendo que los accidentes estaban influenciados por la actividad económica. Sugieren que las políticas de seguridad ocupacional deberían planificarse considerando el ciclo económico.

El impacto de la implementación de políticas de prevención y protección orientadas a disminuir los accidentes ocupacionales, las cuales pueden requerir, en ocasiones, cambios regulatorios también ha sido objeto de estudio por diferentes autores (Saphiro et al. 2000).

La influencia de la estructura productiva en la ocurrencia de accidentes laborales ha sido también estudiada en otros trabajos. (Fabiano et al. 2004) encontraron una relación entre las lesiones laborales y el tamaño de la empresa en la industria italiana. Los autores concluyeron que existe una correlación inversa entre el Índice de Frecuencia (*IF*) de accidentes laborales y el tamaño de la empresa, siendo más evidente esta relación respecto del Índice de Frecuencia de accidentes mortales (*IF<sub>M</sub>*).

Un estudio de (Fernández Muñiz et al., 2018) muestra que el número de accidentes en España tiende a concentrarse en ciertos sectores. Este estudio muestra que los accidentes laborales ocurren con mayor frecuencia y gravedad en sectores como la construcción, la industria y la agricultura y se concentran principalmente en pequeñas y medianas empresas.

(Sanmiquel et al., 2015) presentaron un estudio centrado en el sector minero español durante el período 2003-2012. Los autores mostraron que el sector minero es uno de los sectores más peligrosos, con un *II* 4.8 veces superior al total de todos los sectores económicos en 2012. En el estudio se identificaron los principales factores, por ejemplo, el lugar, la experiencia, la edad, la organización preventiva, que están detrás de un mayor o menor número de lesiones en la minería, utilizando para ello técnicas de minería de datos.

Otros autores centran sus estudios en sectores productivos específicos, como la industria (Carrillo-Castrillo et al., 2012, Altunkaynak, 2018), construcción (Irumba, 2014, Kanchana et al. 2015, Segarra et al. 2017, Benavides et al., 2003) y agricultura (Kumar y Dewangan, 2009). En (Carrillo-Castrillo et al., 2012), los autores estudian el sector manufacturero andaluz determinando que la asignación de trabajos sin una adecuada cualificación, métodos de trabajo inapropiados, uso de equipos de protección individual (EPI) no adecuados al trabajo, falta de experiencia, son la causa más probable de accidente entre los trabajadores jóvenes. En (Benavides et al., 2003), los autores estudiaron los mecanismos específicos de las lesiones por accidentes de trabajo leves con baja en el sector de la construcción en el 2000, destacando que éstos fueron la proyección de partículas y los golpes por objetos, y concluyeron que el primero debe ser tenido en cuenta de manera particular en las actividades orientadas a prevenir dichos accidentes leves. En (Kumar y Dewangan, 2009), los autores llevaron a cabo un estudio para caracterizar los accidentes en la agricultura, sus causas y consecuencias, considerando el periodo 2000-2005 en la India, observando que aproximadamente el 25% de los accidentes fueron *in itinere*, y que dos tercios de los accidentes totales ocurrían en las 4 horas siguientes al inicio del trabajo, además el 33% de las víctimas tenían entre 40-49 años. Respecto a los accidentes leves, un tercio de ellos resultaron ser causados por cortes y golpes.

En otro estudio, (Benavides et al., 2013) destaca que, en el período 2001-2010, el sector servicios y el grupo de empresas de menos de 50 trabajadores ven incrementada su actividad económica por el flujo de trabajadores provenientes de los otros sectores y de empresas de más de 50 trabajadores. En este flujo los trabajadores que se ven más afectados por AT son los temporales a los que afecta también mayormente la crisis económica, especialmente en los sectores industria y construcción.

En lo relativo al mercado de trabajo, las condiciones de empleo y las condiciones individuales, la influencia de factores relacionados con las características personales y ocupacionales, tales como la edad, el género, el nivel de estudios o la categoría profesional, ha sido analizada por otros autores.

En (Villanueva y García, 2011), los autores muestran que el riesgo de sufrir un accidente ocupacional grave incrementa con la edad y las horas de trabajo, siendo más elevado en el caso de trabajadores de género masculino y con contratos temporales. En (Bhattacharjee et al. 2003), los autores aportan conclusiones similares tras su investigación. Los autores identifican el género, la edad y la categoría profesional como los principales factores personales que influyen en la ocurrencia de accidentes ocupacionales.

En (García, I. y Montuenga, V., 2004) se llega a la conclusión de que la temporalidad en el empleo y los accidentes laborales están relacionados, influyendo los turnos, antigüedad, tipo de contratación y sistema de prevención de las empresas, centrando el estudio en los AT ocurridos en Aragón en el periodo 1998-2002,

Además, (Dimich-Ward, et al., 2004 y Gauchard et al., 2003) analizan el efecto de las características personales en sectores concretos como la construcción, la agricultura o la industria. En (Dimich-Ward, et al., 2004), los autores estudian la diferencia de género sobre el patrón de los accidentes mortales y graves en trabajo en granjas canadienses en el periodo 1990-1996, llegando a la conclusión que hubo en general una mayor proporción de accidentes en hombres, en particular, cuando estaba implicada maquinaria. En (Gauchard et al., 2003), los autores llevaron a cabo un estudio del efecto de las características profesionales y las condiciones de vida de varones trabajando en una gran empresa ferroviaria francesa, concluyendo que las características personales pueden aumentar el riesgo de accidentes laborales, especialmente caídas. Así, encontraron que el tabaquismo, el consumo de alcohol, la inactividad y los trastornos del sueño se correlacionaron con la ocurrencia de accidentes laborales. Las bajas por enfermedad de ocho días o más eran más frecuentes en los trabajadores mayores y con sobrepeso.

Estudios llevados a cabo por mutuas colaboradoras o sindicatos se centran en trabajadores y empresas asociados a las mismas o realizan el estudio desde un punto de vista sindical, valorando o resaltando los objetivos conseguidos. Un estudio de la Mutua de Accidentes Zaragoza se centra en empresas y trabajadores asociados a la misma en el

período 2012-2018, concluyendo que es el sector servicios el que se ve más afectado (MAZ, 2018).

El Instituto Sindical de trabajo, ambiente y salud lleva a cabo un estudio más amplio, 1995-2015, destacando que la siniestralidad se concentra en trabajadores no cualificados recién incorporados al mundo laboral o mayores de 50 años, sobre todo en el sector Servicios (ISTAS-CCOO, 2015).

Por su parte, la Unión General de Trabajadores hace un recorrido histórico a lo largo de 127 años desde la creación del Sindicato hasta el año 2015 en que se publica el libro, haciendo especial mención en el período 1995-2015, estableciendo cuatro períodos bien diferenciados para analizar el *II*, primer periodo 1995-2000, segundo período 2001-2007, tercer periodo 2007-2012 y cuarto periodo 2013-2014, considerando 2001 el año en que comienzan a notarse los beneficios de la LPRL (UGT, 2015).

Organismos oficiales como puede ser el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST. Anteriormente Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, INSHT) publican estudios anuales más específicos sobre el sector metal, madera, pequeñas y medianas empresas (PYMES) o autónomos, entre otros.

Lo mismo sucede con el Ministerio de Trabajo y Economía Social (MTES), la Organización Internacional del Trabajo (OIT) o la Oficina Europea de Estadística (Eurostat) con publicaciones estadísticas anuales o estudios interanuales sobre los índices de siniestralidad. Estudios e información que han servido de base para la confección y desarrollo de esta Tesis.

En lo que se refiere a los indicadores de salud ocupacional estudiados, la mayoría de los trabajos anteriores se han centrado en mayor medida sobre el *IF* y el *IF<sub>M</sub>* (por ejemplo, Boone et al. 2011, Livanos y Zangelidis 2013, Fabiano et al. 2004), y en menor medida en el *IG* (índice de gravedad) y en la *DMB* (duración media de las bajas), esta última a menudo más centrada en sectores particulares como la construcción y la minería (Soltanzadeh, et al., 2017, Mirzaei M. et al. 2019).

Por tanto, como se desprende de los estudios anteriores, el número de factores que pueden afectar a la evolución de los diferentes indicadores de salud ocupacional es elevado y resulta de interés disponer de técnicas que permitan tanto la detección de cambios en la tendencia de los indicadores de salud ocupacional como el análisis de la influencia de diferentes factores en la evolución de dichos indicadores.

### **1.3.- Objetivos**

El objetivo general de la Tesis es extraer lecciones relativas a la incidencia de factores sociales, económicos, etc. significativos sobre la evolución de los índices de salud ocupacional en el periodo de estudio, con el objetivo de aportar evidencias que permitan establecer relaciones causa-efecto a partir de las cuales hacer posible una mejor

planificación de la acción preventiva desde el conocimiento del papel que los factores más importantes tienen sobre los diferentes índices de salud ocupacional y su relación con las componentes del riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores.

Para ello, los objetivos particulares a cubrir son los siguientes:

- Analizar la evolución temporal de los indicadores de siniestralidad de trabajadores con CP cubiertas en el período de referencia, diferenciando entre el RETA y el Régimen General (RG), y su relación con ciclos económicos y situaciones administrativas, etc.
- Identificar los factores causales de la siniestralidad laboral más representativos a partir de estudios previos
- Establecer relaciones entre la evolución temporal de los indicadores y los factores más significativos

#### **1.4.- Organización de la Tesis**

La Tesis se ha organizado de la siguiente manera.

- En el segundo Capítulo se presenta el contexto laboral y la salud ocupacional, donde se revisa la evolución de factores relacionados con las condiciones de trabajo y la evolución de los indicadores de salud ocupacional más representativos en el período en estudio.
- En el tercer Capítulo se presenta la metodología propuesta y las herramientas para llevar a cabo el análisis de la incidencia de factores causales sobre los índices de salud ocupacional.
- El cuarto Capítulo presenta aplicaciones de la metodología y las herramientas propuestas para el estudio de diferentes escenarios.
- En el quinto Capítulo se presentan las conclusiones del trabajo y aportaciones.

# 2.- Contexto laboral y salud ocupacional

## 2.1.- Marco normativo. Estrategia de seguridad y salud ocupacional

La Constitución Española (CE) (BOE 311/1978), en su artículo 40.2, encomienda a los poderes públicos velar por la seguridad e higiene en el trabajo.

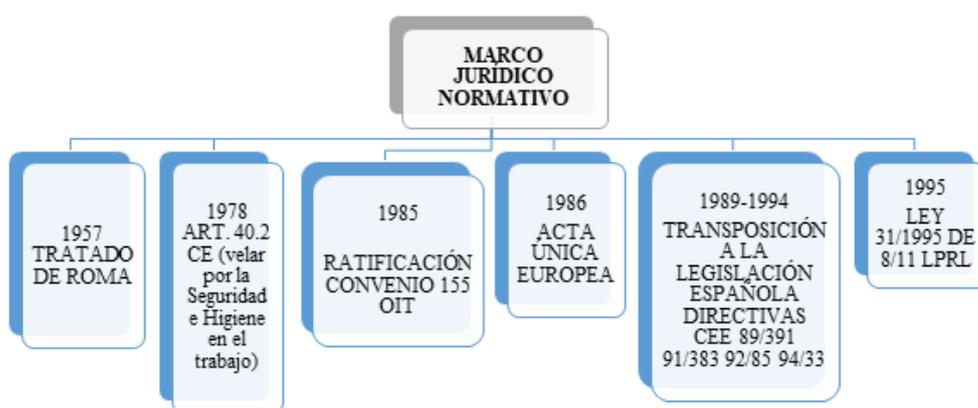
La LPRL lleva a cabo este mandato al tiempo que armoniza la legislación española en la materia con la normativa Comunitaria, transponiendo al ordenamiento jurídico español la Directiva marco 89/391/CEE que contiene el marco jurídico general en el que opera la PRL en la CE.

Mediante esta Ley, también se transponen otras normas o directivas, quedando así integradas en nuestro ordenamiento jurídico normas exigidas o aconsejadas como:

- Directiva 91/383/CEE, de 25 de junio de 1991, por la que se completan medidas tendentes a promover la mejora de la SST de los trabajadores con una relación laboral de duración determinada o de empresas de trabajo temporal (ETT).
- Directiva 92/85/CEE, de 19 de octubre de 1992 relativa a la protección de la trabajadora embarazada.

- Directiva 94/33/CEE, de 22 de junio de 1994, relativa a la protección de jóvenes en el trabajo.

En la Figura 2.1 se resumen las normas a partir de las cuales se conformará el marco Jurídico normativo a nivel europeo, estatal y autonómico.



**Figura 2.1.- Marco Jurídico Normativo**

Con este proceso de transposición se cumple con lo establecido en el artículo 118A del Acta Única Europea (DO L 169/1987), firmada en Luxemburgo el 17 de febrero de 1986 y el 28 de febrero en La Haya (BOE 03-07-1987) que, según su artículo 21 completa el Tratado constitutivo de la CEE de 25 de marzo de 1957 (Tratado de Roma).

Completan el marco jurídico normativo los propios acuerdos firmados con la Organización Internacional del Trabajo (OIT, ILO por sus siglas en inglés) con la ratificación el 26 de julio de 1985 del Convenio 155 de 22 de junio de 1981 (BOE 11-11-1985).

La LPRL, en su exposición de motivos se configura como una referencia legal mínima para establecer un marco legal a partir del cual ir desarrollando las normas técnicas en materia de medidas preventivas y, por otro lado, como soporte para la negociación colectiva.

Como novedad en esta Ley, se contempla su aplicación a las Administraciones Públicas (AAPP), sirviendo como norma básica para el régimen estatutario de los funcionarios públicos, consecuencia de ello será su aplicación a todos los trabajadores, tanto del sector privado como del público, excluyendo a determinadas actividades de policía, protección civil, establecimientos militares o penitenciarios, a las que se adaptará según características específicas, lo que avala la intención de universalidad de la misma.

Estos conceptos quedan desarrollados en el articulado de la propia Ley:

El artículo 1 establece que la normativa sobre PRL está constituida por la propia Ley y demás normas que la complementen.

Su objeto y carácter, según el artículo 2, será promover la seguridad y salud de los trabajadores, aplicando las medidas necesarias, estableciendo principios relativos a la seguridad, salud, información, consulta, formación relativa a materia preventiva y a la eliminación o disminución de riesgos derivados del trabajo, regulando la actuación de las Administraciones, empresas, trabajadores y sus organizaciones representativas.

En el apartado 2 de este artículo se establece que todas las disposiciones laborales contenidas en la Ley y disposiciones complementarias tendrán el carácter de Derecho necesario mínimo imprescindible.

El artículo 3 establece que se aplicará a las relaciones laborales reguladas por el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores (ET), el Estatuto del trabajo autónomo, al personal administrativo o estatutario al servicio de las AAPP, según sus propias peculiaridades. También a fabricantes, importadores y suministradores, así como a las sociedades cooperativas en las que existan socios con prestaciones de trabajo personal.

No será de aplicación en actividades propias de policía, protección civil, fuerzas armadas y en centros penitenciarios.

Si bien estas disposiciones reglamentarias conforman el marco jurídico, a ellas debemos añadir aquellas dictadas para su desarrollo, así como las dictadas por las Administraciones autonómicas en el ejercicio de las funciones asumidas en materia de SST así como las directrices del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), anteriormente Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) (BOE 21-07-2018) y Organismos Autonómicos competentes (Tabla III.2). Dada la preocupación por la SST a nivel mundial y en línea con las directrices de la OIT, se han creado una serie de guías y normas tanto de carácter nacional como internacional que, aunque no son de obligado cumplimiento, sí son de gran ayuda para establecer en las empresas un modelo de prevención que permita con su implantación una reducción significativa de la siniestralidad. Estas normas o estándares que permiten una evaluación del sistema de prevención en las empresas es el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo 45001 (OHSAS 45001, por sus siglas en inglés).

Es un estándar voluntario que establece requisitos para evaluar y certificar el sistema de gestión de la SST proporcionando a las Organizaciones un modelo de sistema que permita identificar y evaluar los riesgos en el trabajo y los requisitos exigidos por la ley en cada caso, basándose en un ciclo de mejora o metodología continua de: Planificar, hacer, verificar, actuar.

Siguiendo con la implementación de normas que ayuden a la reducción de la siniestralidad en las empresas, tanto a nivel nacional como internacional se han desarrollado:

- Estrategia Comunitaria de Salud y Seguridad en el Trabajo 2007-2012, aprobada por la Comisión Europea
- Marco Promocional para la Seguridad y Salud en el Trabajo, adoptado por la Organización Internacional del Trabajo en 2006
- Plan de Acción Internacional sobre la Salud de los Trabajadores 2008 – 2017, aprobado por la Organización Mundial de la Salud

Y, a nivel nacional

- Estrategia española de seguridad y salud en el trabajo 2007-2012
- Estrategia española de seguridad y salud en el trabajo 2015-2020

El marco normativo debe ser entendido además en un contexto dinámico, que se ha ido adaptando a la situación socioeconómica del momento, a la demanda social y a su planificación para responder a la necesidad de mejorar determinados factores relacionados con los indicadores SST que se ha ido demandando en cada momento. Por tanto, no se puede entender la evolución de dichos indicadores sin tener en consideración la implantación efectiva, en mayor o menor medida, de nuevos requisitos normativos dirigidos a ese fin.

Según el modelo explicativo de la Figura 1.1, podemos ver que, a partir de la publicación de la Ley 31/1995 se desarrollan cuatro etapas encaminadas a completar un marco normativo que englobe la legislación sobre SST.

Así, tenemos que en la primera etapa definida como de adaptación a las nuevas disposiciones, se publican un total de 23 normas. En la segunda etapa, de crecimiento económico la actividad reglamentaria se eleva a 13 nuevas disposiciones. En la tercera etapa, de recesión, se publicaron 4, siendo 3 las dictadas en la cuarta etapa. A partir de 2018, período no contemplado en esta Tesis, se publican 3 normas, lo que nos da un total de 46 normas o disposiciones legales sobre seguridad y salud que se encuentran recopiladas en la publicación del Boletín Oficial del Estado bajo el epígrafe “Códigos electrónicos: Prevención de Riesgos laborales”, en su versión de 27 de enero de 2021 (Tabla II.1)

Otras normas o disposiciones no incluidas en esta publicación pero que deben tenerse en cuenta por su importancia en el estudio de los indicadores de accidentabilidad y que ya se indican en el apartado 1.1 son la Ley 53/2002, el RD 1273/2003, La Ley 20/2007 y la Ley 27/2011.

## **2.2.- Mercado de trabajo**

Para establecer un marco que nos permita comprender el movimiento laboral y poder apreciar las fluctuaciones del mercado laboral en el período 1995-2017, período enormemente afectado por la crisis económica iniciada en 2007-2008, comenzaremos por el total de la población no distinguiendo, en un principio, entre sexos y nacionalidades.

Según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), y en valores absolutos de población referidos en miles, en la Figura 2.2 se muestra la distribución de la población por situación:

- Población **mayor de 15 años**, aquéllos que por edad pueden trabajar.
- Población **inactiva**, los que por cualquier situación personal no entran en el mundo laboral: jubilados, pensionistas, todos aquellos que por diversas causas o bien no han entrado en el mundo laboral o ya han salido de él.
- Población **activa**, la que de un modo u otro está en el mundo laboral, es decir, en trabajo activo o, en alta o situación asimilada al alta o en desempleo.
- Población **ocupada**, aquélla que está realizando un trabajo efectivo y remunerado, o en situación asimilada al alta como puede ser en situación de baja por enfermedad, accidente laboral o en otra situación similar.
- Población **parada**, aquéllos que estando en edad laboral, mayores de 15 años, una vez incorporados al mundo laboral, han perdido su puesto de trabajo o se han inscrito en las oficinas de los distintos Servicios de Empleo en búsqueda de su primer empleo.

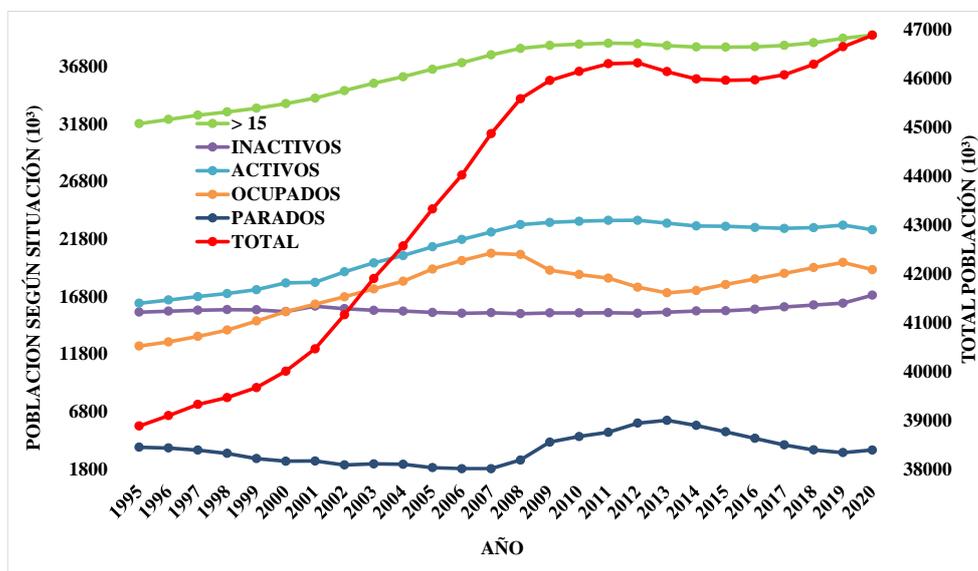


Figura 2.2.- Valor Medio Anual de población, según situación (10<sup>3</sup>). 1995-2020 (Anexo I-Tabla I.1)

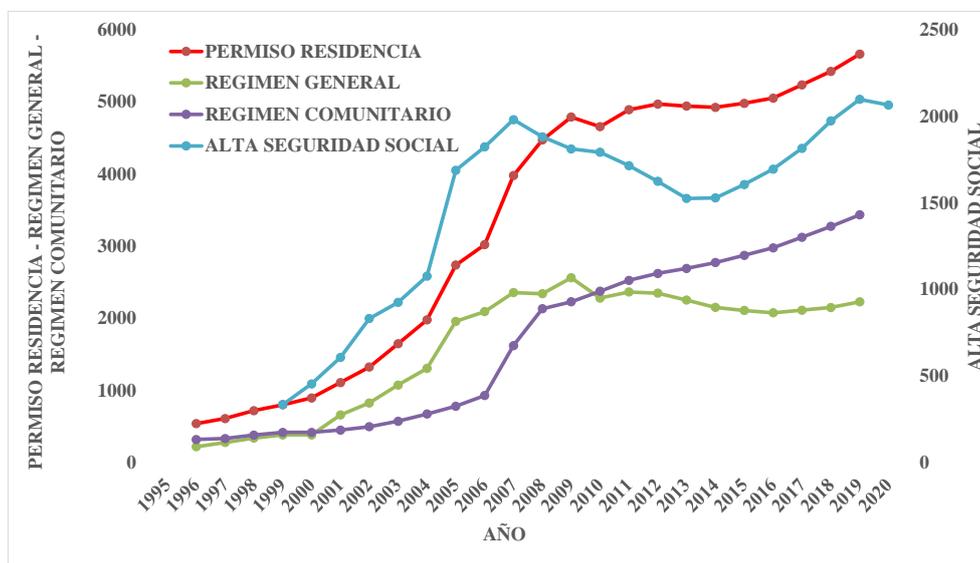
Se aprecia un período significativo de incremento de población total hasta 2012 seguido de una disminución comparable a la registrada en la disminución de población ocupada y, a su vez, complementario con el aumento de la población parada.

La disminución en población activa explica mejor la situación en el total de población. Como consecuencia de la crisis económica, la población extranjera regresa a su país de origen, pero en muchos casos los familiares que en su mayoría no están afiliados a la seguridad social, permanecen en España. Otra causa de la disminución en la población activa es la emigración de españoles en busca de mejor empleo.

También se observa pérdida de empleo a partir del año 2007 como consecuencia de la crisis, apreciándose recuperación a partir del año 2013, si bien, la caída en el empleo es mayor en los hombres que en las mujeres, del mismo modo, la recuperación es ligeramente superior en los hombres.

En la misma figura puede observarse que, el total de población ocupada muestra progresivamente un incremento hasta 2008, a partir de este año y hasta 2012 el movimiento no es tan significativo y, a partir de 2012 empieza a decrecer hasta 2015 en que parece recuperarse.

La población extranjera también se ve afectada por la crisis mostrando una disminución en cuanto a afiliados a la SS a partir de 2008 recuperándose a partir de 2014 (Figura 2.3). En cambio, el movimiento registrado en extranjeros con permiso de residencia, no afiliados a la SS, disminuye en 2013 para recuperarse nuevamente en 2014.



**Figura 2.3.- Extranjeros según tipo de permiso de residencia y afiliados a la Seguridad Social (10<sup>3</sup>). 1995-2020 (Anexo I.- Tabla I.2)**

Los datos de extranjeros con certificado de registro o permiso de residencia, obtenidos del Ministerio de Trabajo o Empleo en sus distintas denominaciones desde 1995 hasta el RD 2/2020 en que pasa a Ministerio de Inclusión, Seguridad Social y Migraciones corresponden al período 1996-2019, siendo provisionales desde 2017. Los referidos a extranjeros en alta en SS abarcan el período 1999-2020, si bien en 2020 están referidos a 31 de octubre.

La caída en la ocupación también se observa en cuanto a los grupos de edad como muestra la Figura 2.4 afectando en menor medida a los mayores de 49 años, que puede deberse a factores tales como el mayor gasto para la empresa por despedir a trabajadores con mucha antigüedad o tener mayor formación profesional, entre otros.

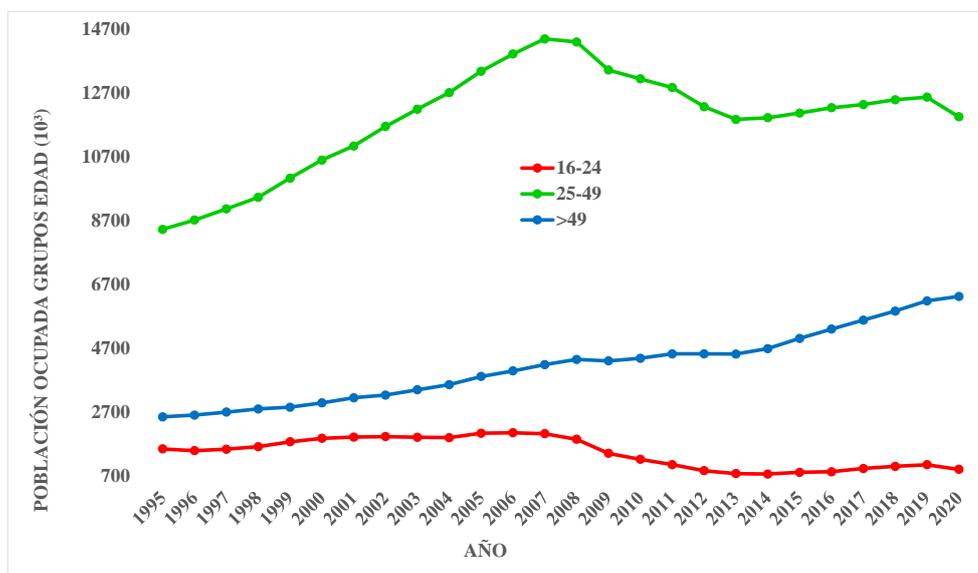


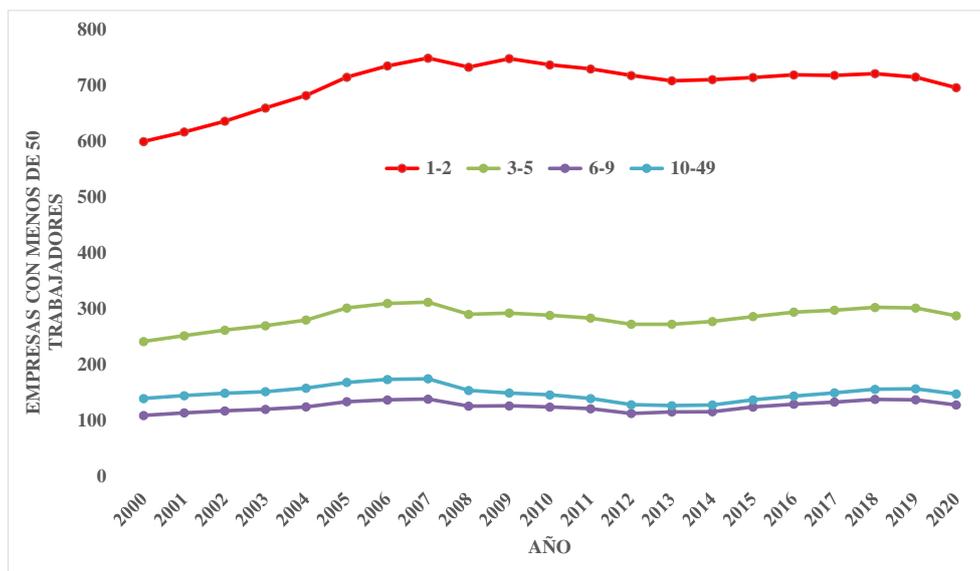
Figura 2.4.-Ocupados por grupos de edad ( $10^3$ ). 1995-2020 (Anexo I.- Tabla I.3)

### 2.3.- Estructura productiva

Atendiendo al tamaño de empresa por número de trabajadores por cuenta ajena, según datos estadísticos obtenidos de la Subdirección General de Estadística y Análisis Sociolaboral del Ministerio de Trabajo y Economía Social en el período 2000-2020 del que se disponen datos, la estructura productiva media de dicho período (18 años) queda conformada mayoritariamente por las empresas con menos de 50 trabajadores, con un 97.87% y, dentro de este grupo, las empresas con 1 ó 2 trabajadores representan la mayoría del mapa empresarial, con un valor máximo de  $748.32 \cdot 10^3$  empresas de un total de  $1405.94 \cdot 10^3$ , en el año 2007.

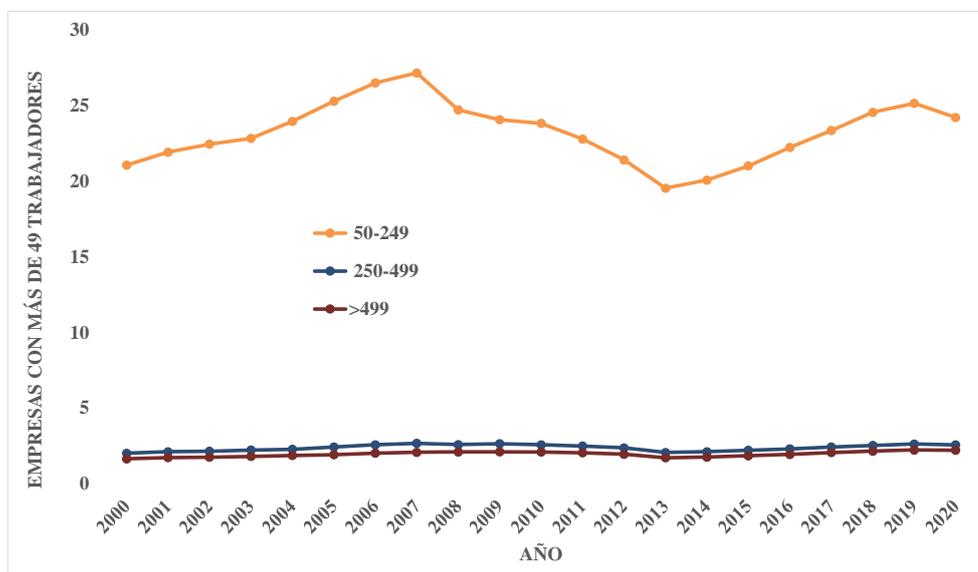
Como puede apreciarse en la Figura 2.5, donde se muestra la evolución del número de empresas con menos de 50 trabajadores según el número de trabajadores, en general, el número de empresas con menos de 50 trabajadores tiene una etapa de crecimiento de

2000 a 2007, disminuyendo a partir de 2008 y, aunque muestra recuperación a partir de 2009, no lo hace al mismo ritmo que en el período anterior a la crisis.



**Figura 2.5.- Empresas por número de trabajadores por cuenta ajena (menos de 50) ( $10^3$ ). 2000-2020 (Anexo I-Tabla I.4)**

En valores absolutos, en 2007, año anterior a la crisis, existían  $1374.02 \cdot 10^3$  empresas con menos de 50 trabajadores por cuenta ajena,  $29.83 \cdot 10^3$  empresas entre 50 y 499 y  $2.09 \cdot 10^3$  empresas con más de 499 trabajadores. En la Figura 2.6 se puede apreciar la evolución en las empresas con más de 49 trabajadores por cuenta ajena afiliados a la SS.



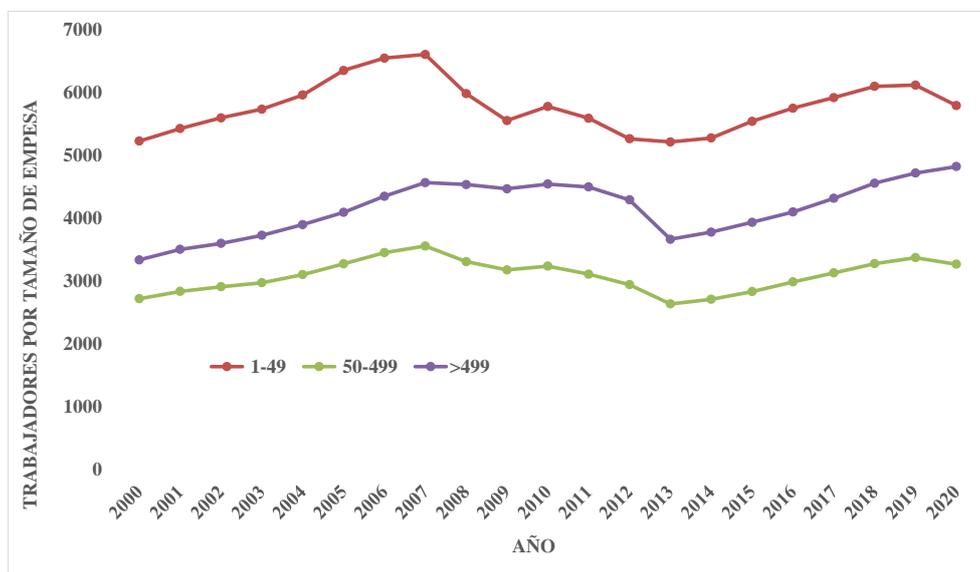
**Figura 2.6.- Empresas por número de trabajadores por cuenta ajena (más de 49) (10<sup>3</sup>). 2000-2020 (Anexo I.-Tabla I.4)**

Como se muestra en la Figura 2.7 la mayoría de los trabajadores se agrupan en la pequeña empresa, habiendo agrupado las empresas según el número de trabajadores en tres niveles:

- Pequeña: de 1 a 49
- Mediana: de 50 a 499
- Grande: más de 499

Tomando como referencia el año 2007, la pequeña empresa es la que aglutina mayor número de trabajadores, con  $6606.08 \cdot 10^3$  trabajadores por cuenta ajena, afiliados a la SS, la mediana empresa a  $3556.67 \cdot 10^3$  trabajadores y las grandes empresas a  $4565.27 \cdot 10^3$ .

Analizando la Figura 2.5, la Figura 2.6 y la Figura 2.7 se puede concluir que la crisis supuso la desaparición de un buen número de pequeña empresa, no así de gran empresa, pero igualmente provocó una disminución porcentual del número de trabajadores similar para las pequeñas, medianas y grandes empresas, si bien las grandes empresas mostraron una mayor resiliencia en el inicio de la crisis, aunque con un ajuste posterior de su plantilla.

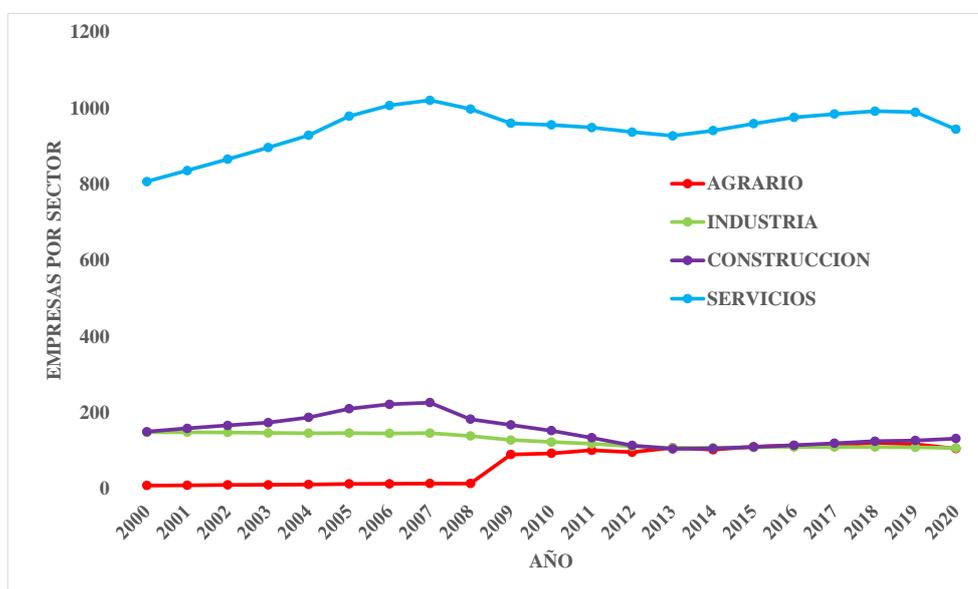


**Figura 2.7.- Trabajadores por tamaño de empresa (10<sup>3</sup>). 2000-2020 (Anexo I.-Tabla I.5)**

En cuanto a la distribución por sectores, en 2007 el sector Servicios es el más representativo con un valor absoluto en ese año de  $1021.06 \cdot 10^3$  empresas, seguido del sector Construcción con  $225.89 \cdot 10^3$ , Industria con  $138.28 \cdot 10^3$  y, por último, el sector Agrario con  $13.17 \cdot 10^3$  empresas.

El sector Agrario muestra en la Figura 2.8, que es el que tiene un mayor crecimiento como consecuencia de la crisis a partir de 2008, llegando a un máximo de  $113.49 \cdot 10^3$  en 2016. Por el contrario, los otros sectores pierden empresas comenzando a recuperar a partir de 2013, con excepción del sector industria que se mantiene de manera más constante en todo el periodo considerado.

Continuando con el valor medio de los años 2000 a 2017, el 74% de las empresas están en el sector Servicios, ocupando los otros tres sectores el 26% restante, prácticamente a partes iguales.



**Figura 2.8.- Empresas por sector de producción ( $10^3$ ). 2000-2020 (Anexo I.- Tabla I.6)**

Respecto a la distribución por sectores de los trabajadores afiliados a la SS, la Figura 2.9 muestra la evolución del número de trabajadores por sector productivo. En ella se puede observar que el sector Servicios es el que acumula mayor número de trabajadores y, además, es el que soporta mejor el efecto de la crisis.

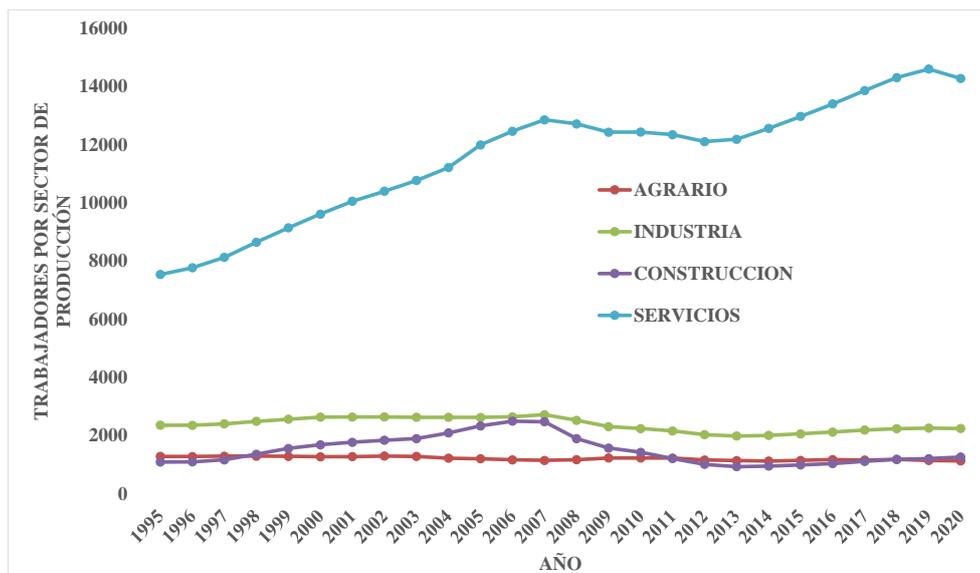
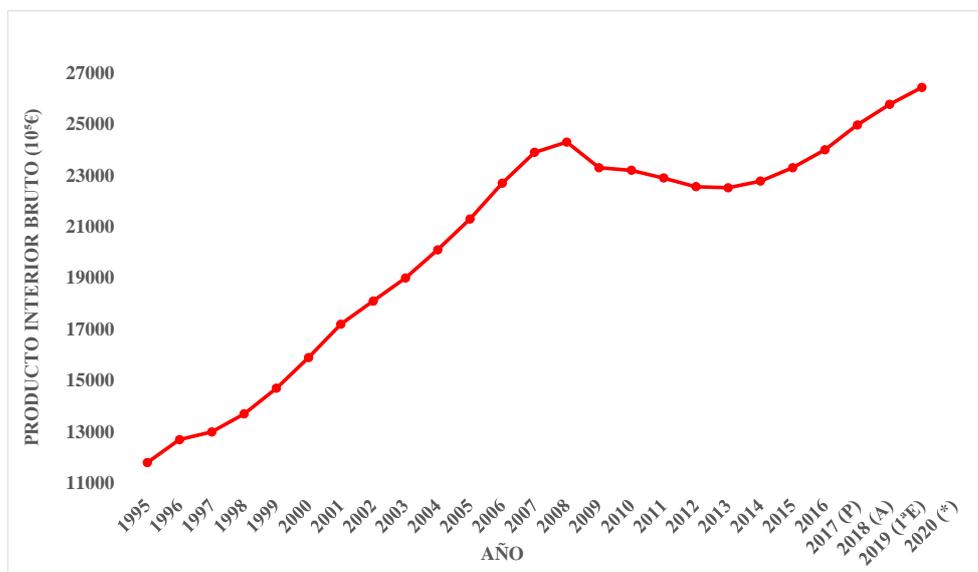


Figura 2.9.-Trabajadores por Sector de producción ( $10^3$ ). 1995-2020 (Anexo I.- Tabla I.7)

El Producto Interior Bruto (PIB) como variable económica, según datos obtenidos del INE y en millones de euros, muestra una evolución muy positiva en el período 1995-2008, año en el que se entra en crisis económica, con un período de leve descenso hasta 2013 en que comienza con una leve recuperación, como puede verse en la Figura 2.10, alcanzando niveles de crecimiento parecidos al período 1995-2008.



**Figura 2.10.-Producto Interior Bruto (10<sup>6</sup>). 1995-2020 (Anexo I.- Tabla I.8)**

Nota: 2017: Estimación provisional  
2018: Estimación avance  
2019: Primera estimación

La Tasa de Desempleo (TD) es una de las variables que muestra de manera más significativa la situación de crisis sufrida en el período 2007-2013 como puede observarse en la Figura 2.11.

En 1995 la TD era del 22.9% bajando hasta el 10.49% en 2001 con una pequeña subida para descender nuevamente en 2007 hasta situarse en el 8.23% que ha sido la menor TD en todo el período 1995-2017.

Consecuencia de la crisis fue alcanzar la cota máxima del 26.09% en el año 2013 en que comienza a descender hasta el 17.22% en 2017.



Figura 2.11.-Tasa de desempleo. 1995-2020 (Anexo I.- Tabla I.9)

Nota del Instituto Nacional de Estadística (INE): En el primer trimestre de 2020, como consecuencia de la declaración del estado de alarma (Reales Decretos 463/2020 y 487/2020) motivado por la pandemia del COVID-19, el tamaño muestral de las primeras entrevistas de EPA en las semanas 11 a 13 ha sido inferior

## 2.4.- Condiciones de empleo

En la Figura 2.12 se aprecia la evolución de los contratos temporales y a tiempo parcial. El contrato temporal, de interinidad o tiempo determinado, desciende bruscamente a partir del año 2007, no se dan nuevas contrataciones de sustitución y más bien se prescinde de cubrir la vacante comenzando a recuperarse a partir de 2013. Por el contrario, el contrato a tiempo parcial por horas al día, semana, mes o año experimenta un ligero incremento a partir de 2007 y desciende a partir del año en que el contrato temporal experimenta el repunte.

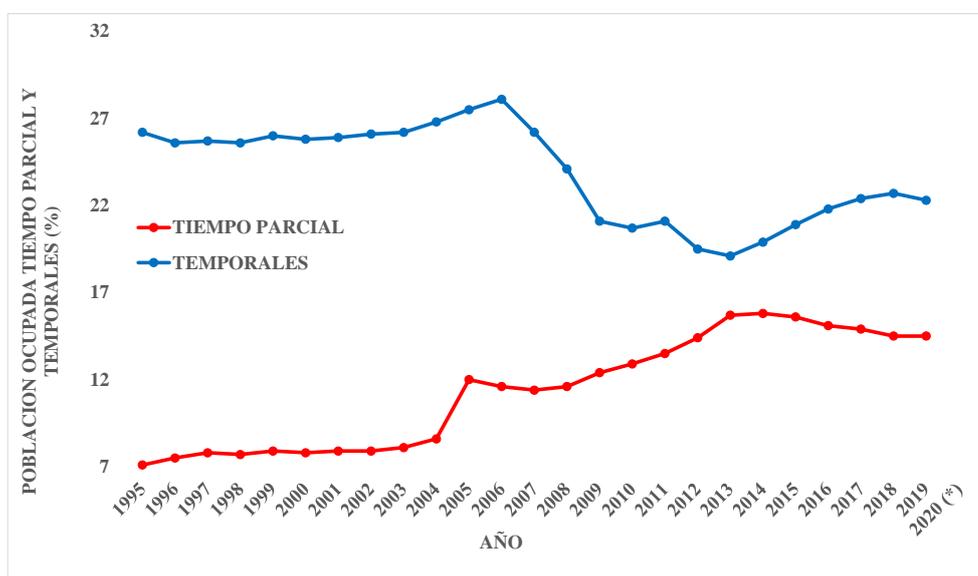
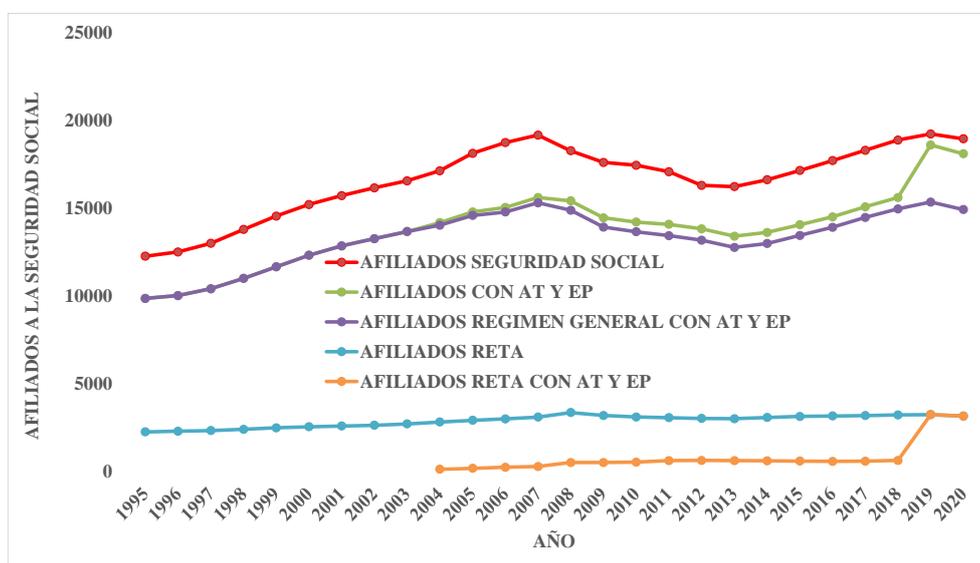


Figura 2.12.- Ocupados a tiempo parcial y temporales (%). 1995-2020 (Anexo I.- Tabla I.10)

La Figura 2.13 muestra la evolución en la afiliación a la SS de los trabajadores autónomos. Si bien es un colectivo que se ve incrementado paulatinamente a lo largo de los años, con fluctuaciones atribuibles al mercado laboral, a partir de 2007 presenta una evolución de pérdida de empleo similar a otros Sectores como consecuencia de la crisis. Sin embargo, a partir de 2008 se produce un traspaso de trabajadores por cuenta ajena que encuentran una salida laboral como autónomos. También contribuye al aumento de este colectivo la modificación del Régimen Especial Agrario por cuenta propia que pasa a integrarse en el RETA.

Si bien esta evolución muestra el colectivo de afiliados al RETA, solamente un 20% de ellos, aproximadamente, está protegido por contingencias profesionales (AT y EP) en el año 2017, pasando al 100% a partir de 1 de enero de 2019.



**Figura 2.13.-Trabajadores afiliados a la Seguridad Social (con y sin contingencias profesionales) (10<sup>3</sup>). 1995-2020 (Anexo I.- Tabla I.11)**

A partir de 1 de enero de 2007, el Estatuto del Trabajo Autónomo (Ley 20/2007) ya establece la cobertura obligatoria, incluyendo accidentes in itinere para los Trabajadores Autónomos Económicamente Dependientes (TRADE), aquéllos que perciben, al menos, el 75 por ciento de sus ingresos por rendimientos de trabajo y de actividades económicas o profesionales de un mismo cliente (art. 11 de la Ley).

Durante este período se han producido modificaciones en los distintos Regímenes que integran el sistema de la SS, modificaciones que afectan tanto al número de afiliados por

régimen como a las estadísticas de AT que incluyen los sufridos por los trabajadores afiliados a la SS con las contingencias profesionales cubiertas.

De este modo, la población a tener en cuenta en los índices de siniestralidad es la media anual referida al último día de cada mes de los afiliados a la SS de los siguientes Regímenes:

Afiliados al Régimen General de la Seguridad Social. Cobertura obligatoria:

- Régimen General de la Seguridad Social
- Régimen Especial del Mar (Cuenta Ajena)
- Régimen Especial Agrario por Cuenta Ajena. Extinto en 2008. Se integra en el RETA
- Régimen Especial Agrario Cuenta Propia. Extinto en 2012. Se integra en Sistema Especial (SE)
- Régimen Especial Empleados de Hogar. Extinto en 01/07/2012. Trabajadores por cuenta ajena se integran en un nuevo sistema especial del Régimen General. Sin cobertura hasta 31/12/2011. Obligatoria desde 01/01/2012

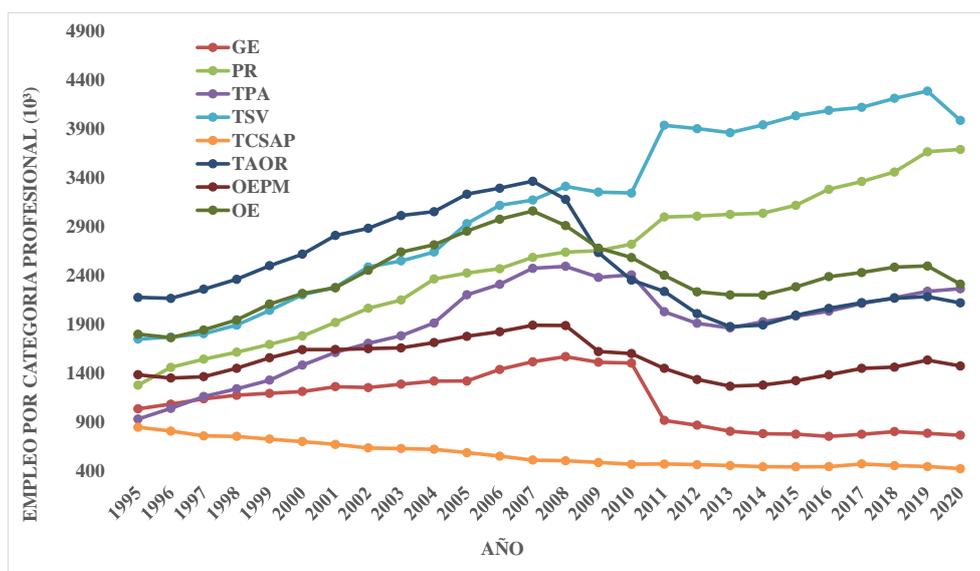
El 1 de enero de 2012 se crea el Sistema Especial para Trabajadores Agrarios (por cuenta ajena) del Régimen General, sustituyendo al Régimen Especial Agrario, extinguido a partir de entonces. La cobertura por contingencias profesionales es obligatoria para los trabajadores en periodo de actividad y nula para los trabajadores en periodo de inactividad.

El 1 de enero de 2012 se crea el SE para Empleados de Hogar (por cuenta ajena), que sustituye al Régimen Especial para Empleados de Hogar. La cobertura pasa a ser obligatoria para este SE.

Régimen Especial del Mar. La cobertura es obligatoria, tanto en la modalidad para trabajadores por cuenta ajena como por cuenta propia.

Régimen Especial Agrario por cuenta propia. Este RE queda extinto en 2008, pasando a quedar integrado en el RETA en el Sistema Especial para Trabajadores por Cuenta Propia Agrarios (SETA) La cobertura era obligatoria.

En la Figura 2.14, distribuida por categoría profesional siguiendo la clasificación de Eurostat, se aprecian dos categorías que muestran una progresión positiva, a pesar de la crisis y, en cambio, el resto muestran pérdida de empleo. Concretamente los grupos Trabajadores de Servicios y Ventas (TSV) y Profesionales (PR) ven incrementar el número de trabajadores en lo que aparenta ser un cambio de grupo profesional.



**Figura 2.14.-Trabajadores por categoría profesional (10<sup>3</sup>). 1995-2020 (Anexo I.- Tabla I.12)**

Categoría Profesional (EUROSTAT)

GE: Gerente.

PR: Profesionales.

TPA: Técnicos y Profesionales Asociados.

TSV: Trabajadores de Servicios y Ventas.

TCSAP: Trabajadores Calificados de Silvicultura Agrícola y Pesquera.

TAOR: Trabajadores de Artesanías y Oficios Relacionados.

OEPM: Operadores y Ensambladores de Plantas y Máquinas.

OE: Ocupaciones Elementales.

La Figura 2.15 muestra la evolución de afiliados a la SS por grupo de cotización (Tabla I.13), que es la clasificación establecida por la SS para determinar las distintas bases de cotización, apreciándose a partir del año 2007 un fuerte descenso en el total de afiliaciones, siendo el Grupo 7 (Auxiliares administrativos) uno de los mayores afectados por la crisis. Sin embargo, el Grupo 1, (Ingenieros y Licenciados) es, prácticamente, el menos afectado, notándose el descenso en afiliaciones a partir de 2012 que es el período a partir del cual el resto de los grupos comienza a recuperarse.

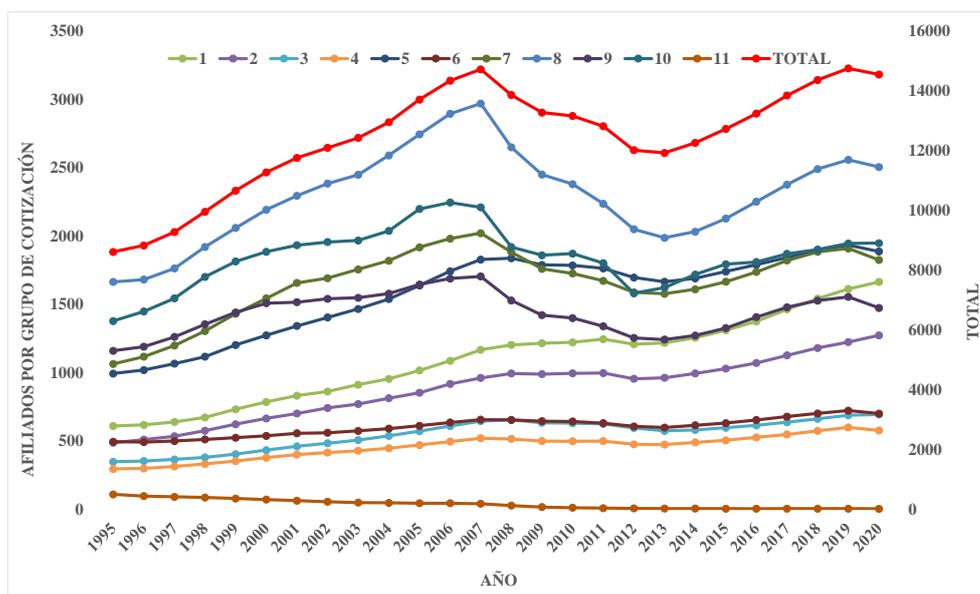


Figura 2.15.- Afiliados a la Seguridad Social por Grupo de Cotización (10<sup>3</sup>). 1995-2020 (Anexo I.- Tabla I.13)

Grupos de Cotización (SS)

Grupo 1 Ingenieros y Licenciados. Personal de alta dirección no incluido en el artículo 1.3.c) del Estatuto de los Trabajadores.

Grupo 2 Ingenieros Técnicos, Peritos y Ayudantes Titulados.

Grupo 3 Jefes Administrativos y de Taller.

Grupo 4 Ayudantes no Titulados.

Grupo 5 Oficiales Administrativos

Grupo 6 Subalternos

Grupo 7 Auxiliares Administrativos

Grupo 8 Oficiales de primera y segunda

Grupo 9 Oficiales de tercera y Especialistas

Grupo 10 Peones

Grupo 11 Trabajadores menores de dieciocho años, cualquiera que sea su categoría profesional

## 2.5.- Condiciones individuales

La evolución del valor porcentual de ocupación según el nivel educativo se muestra representado en la Figura 2.16, donde aparentemente no se aprecia diferencia de forma tan significativa entre grupos, al contrario que ocurría para las demás variables, observándose un descenso generalizado en todos los niveles muy similar, sobre todo a partir de 2007 por el impacto de la crisis, así como un crecimiento generalizado a partir de 2013 con la recuperación.

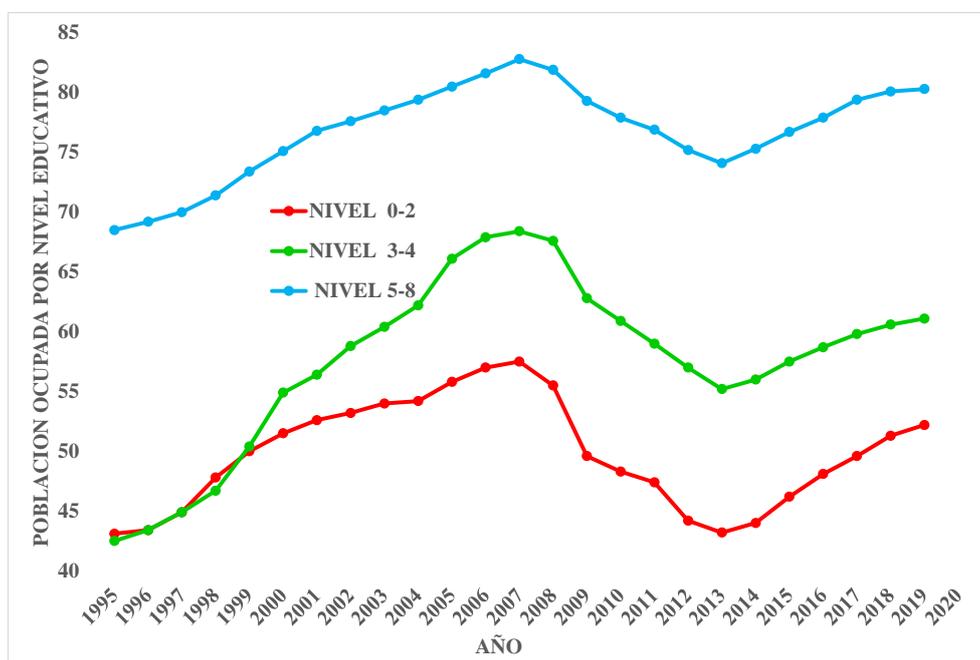


Figura 2.16.- Ocupados por nivel de educación (%). 1995-2020 (Anexo I.-Tabla I.15)

Clasificación Eurostat:

- 0-2 Educación inferior a primaria, primaria y secundaria inferior
- 3-4 Educación secundaria superior y postsecundaria no terciaria
- 5-8 Educación terciaria

La Figura 2.17 muestra la evolución de la población ocupada por sexo. En ella se observa la progresión ligeramente mayor de las mujeres en todo el periodo, que cada vez están teniendo mayor presencia en el mundo laboral. Sin embargo, el efecto de la crisis tiene su reflejo igualmente en el descenso de la población ocupada y su posterior recuperación tanto en hombres como mujeres, aunque se observa que el efecto de la crisis fue más pronunciado en el descenso de la población de hombres ocupados.

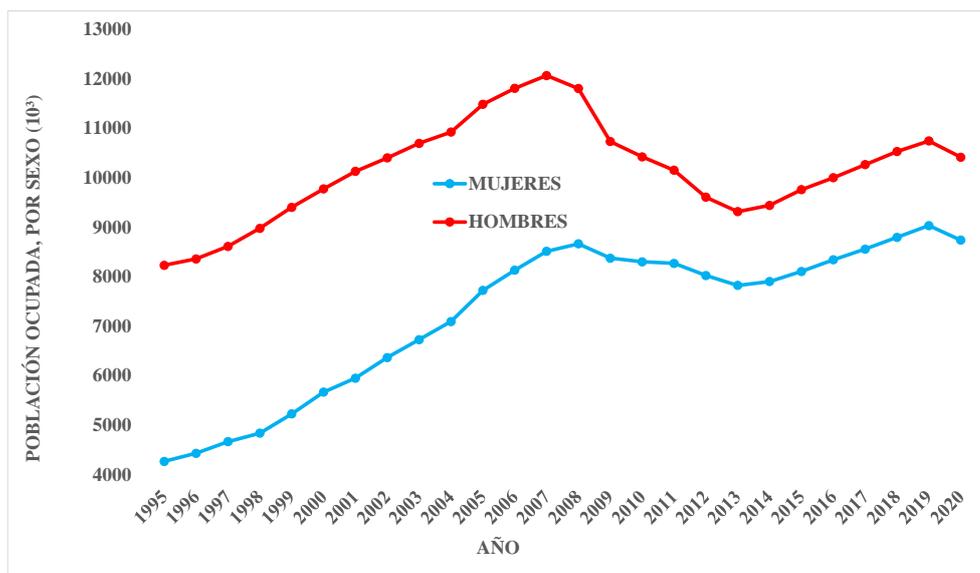


Figura 2.17.-Ocupados por sexo (10<sup>3</sup>). 1995-2020 (Anexo I.- Tabla I.16)

Aunque por el Gobierno se fija el Salario Mínimo Interprofesional (SMI), Figura 2.18, con vigencia de 1 de enero a 31 de diciembre, en 2004, excepcionalmente se modificó con efectos de 1 de julio con un incremento mensual de 30.30€ (Tabla I.17). El SMI se utiliza para establecer la cantidad mínima a percibir como remuneración salarial y las bases mínimas y máximas de cotización a la SS, el cual ha sufrido un notable incremento a partir de 2017.

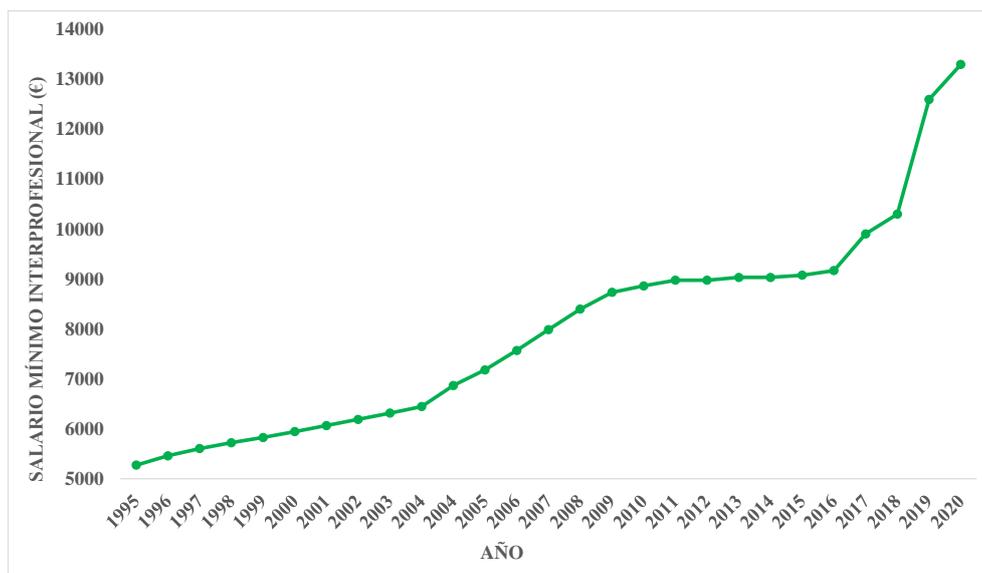
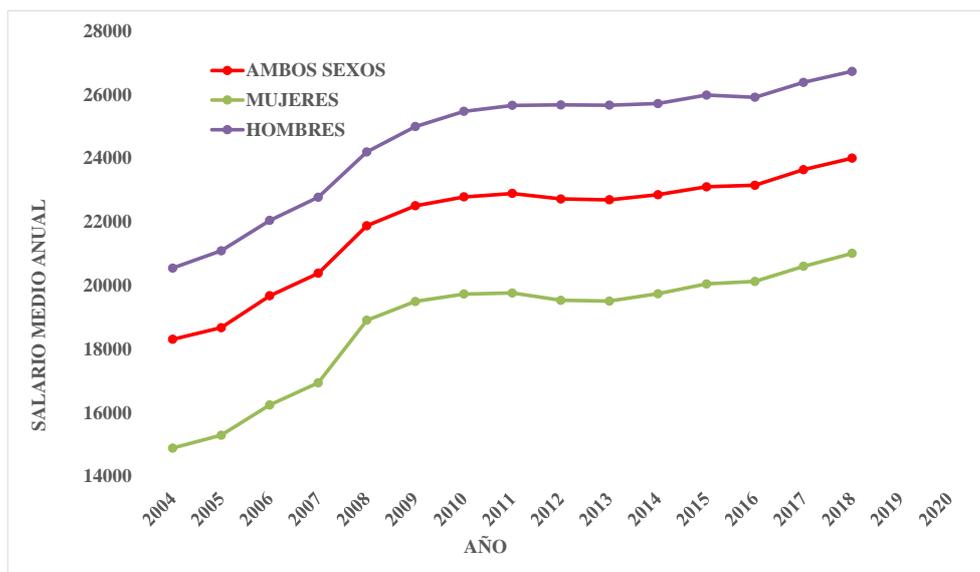


Figura 2.18.- Salario Mínimo Interprofesional (€). 1995-2020 (Anexo I.- Tabla I.17)

Aunque el SMI es el mismo para todo el personal asalariado sin distinción de sexo, en la práctica existe una gran diferencia salarial por sexo, como puede apreciarse en la Figura 2.19, según datos obtenidos del INE para el período 2004-2018, reafirmando una brecha salarial que alcanzó su máximo anual de 6160.59€ en el año 2013 y un mínimo en 2008 de 5292.77€.



**Figura 2.19.- Salario medio anual, por sexo. 2004-2020 (Anexo I.- Tabla I.18)**

La Figura 2.20 muestra una disminución progresiva del promedio de horas-año trabajadas por trabajador, sobre todo a partir de 2002, con diferencias anuales de cinco a diez horas, favorables al trabajador, lo que simultáneamente supone una menor exposición al riesgo por cada uno de los trabajadores. Sin embargo, también en 2007 (crisis) se nota un repunte en el aumento de horas/hombre. Una de las causas de este aumento se puede encontrar en la pérdida de empleo (despidos) y en la necesidad de las empresas de cubrir en horas la ausencia de personal.

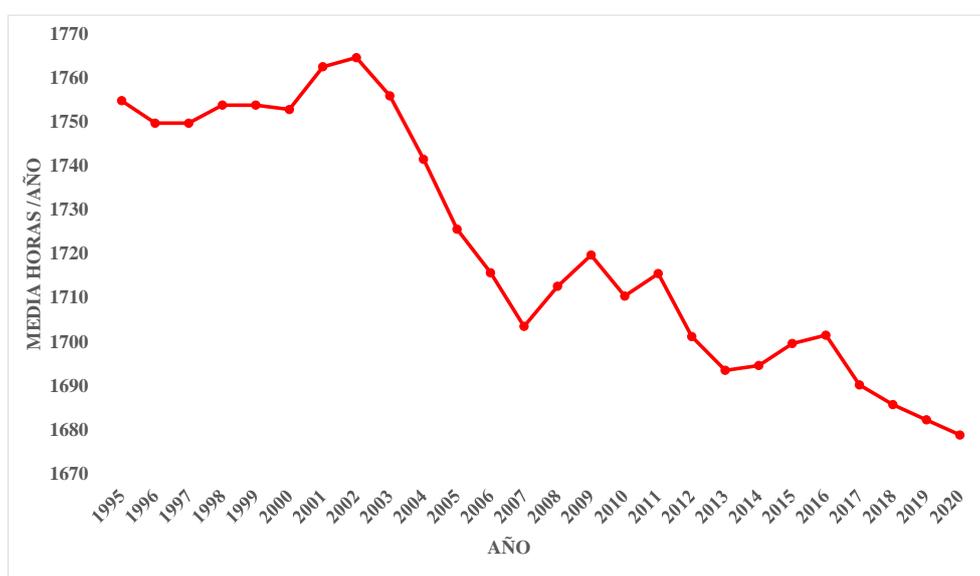


Figura 2.20.-Media horas/año por trabajador. 1995-2020 (Anexo I.- Tabla I.19)

## 2.6.- Evolución de la seguridad y salud ocupacional

La evolución de las condiciones de seguridad y salud ocupacional (SSO) se puede observar a partir del seguimiento de la evolución de indicadores de SSO evaluados conforme a métricas ya establecidas y adoptadas a nivel nacional y de consenso a nivel internacional.

Así, a pesar de su antigüedad, existen normas que, aunque en desuso, siguen en vigor, como, por ejemplo, la Orden de 16 de enero de 1940 (Anexo, Figura II.1, Figura II.2, Figura II.3). La citada Orden de 16 de enero de 1940 por la que se disponen las normas que han de seguirse para unificar las estadísticas de trabajo, en su artículo Tercero establece que:

*“El riesgo se medirá mediante los índices de frecuencia y de gravedad que figuran en el cuadro 1º, entendiéndose por índice de frecuencia, el número de accidentes correspondientes a un millón de horas trabajadas*

$$I_f = \frac{\text{Número de accidentes}}{\text{Número de horas trabajadas} * 1.000.000}$$

*Y por índice de gravedad, el número de jornadas perdidas como consecuencia de los accidentes correspondientes a mil horas trabajadas.*

$$I_g = \frac{J_t + J_b}{\text{Número de horas trabajadas} * 1.000} "$$

En la Décima Conferencia Internacional de Estadígrafos del Trabajo, celebrada en Ginebra del 2 al 12 de octubre de 1962, se recomiendan como métodos de comparación válidos entre períodos, industrias o países para analizar los accidentes del trabajo, el uso de números relativos como pueden ser los índices de frecuencia, de incidencia y de gravedad. Estos estadísticos, así como el baremo de jornadas de trabajo perdidas según la naturaleza de la lesión quedan reflejados en la Nota Técnica de Prevención (NTP) 1: Estadísticas de accidentabilidad en la empresa, editada por el INSHT en 1982.

Es en la Decimosexta Conferencia Internacional de Estadísticos del Trabajo celebrada en Ginebra del 6 al 15 de octubre de 1998, en el Informe III Estadísticas de lesiones profesionales, cuando se acuerdan algunas de las métricas para evaluar y poder comparar la evolución de las condiciones de seguridad y salud, las cuales se adoptan en la presente Tesis. Otras métricas utilizadas, sin embargo, son de aplicación exclusivamente en el contexto nacional.

La metodología de la European Statistics on Accidents at Work (ESAW) (EUROSTAT, 2001) considera dos tipos principales de indicadores de accidentes laborales:

- a) número de accidentes
- b) índices

En lo que se refiere a los principales índices utilizados en SST, éstos se pueden dividir en dos tipos:

- indicadores de adelanto o leading
- indicadores de retraso o lagging

Los indicadores de adelanto o leading son indicadores que están asociados a decisiones activas y positivas que las organizaciones pueden tomar implementando OSHAS para evitar un incidente de SST, como puede ser el porcentaje de trabajadores con una formación adecuada en SST, número de inspecciones en el lugar de trabajo, etc.

Por otro lado, los indicadores de retraso o lagging son índices centrados en el fallo y medición de incidentes de SST que ya han ocurrido, como pueden ser el Índice de Incidencia (*II*), Índice de Incidencia accidentes Mortales (*II<sub>M</sub>*), etc. (Sheehan et al., 2016 y Reiman et al., 2012).

Estos indicadores proporcionan información sobre el desarrollo de la seguridad relacionado con los accidentes, lo que puede motivar a los trabajadores y, sobre todo, a los responsables de SST a mejorar el cumplimiento de la SST (Reiman y Pietikäinen, 2012). Los más relevantes incluyen lesiones en el lugar de trabajo y casi accidentes (Goldenhar et al., 2003).

Los principales indicadores de retraso o lagging utilizados en las estadísticas de AT se muestran en la Tabla 2.1 (EUROSTAT 2001), donde *NA* representa el número de accidentes que resultan en lesiones ocupacionales, *NT* es el número promedio de trabajadores, *NH* Horas promedio trabajadas por cada trabajador,  $NHT = NT \cdot NH$ , y *DB* los días de baja o días perdidos en promedio por cada accidente.

**Tabla 2.1.- Principales índices utilizados en salud y seguridad ocupacional**

| Índice | Descripción                              | Expresión                                |
|--------|--|--|
| $II$   | Índice de Incidencia                     | $II = \frac{NA}{NT} \cdot 10^5$          |
| $IF$   | Índice de Frecuencia                     | $IF = \frac{NA}{NHT} \cdot 10^6$         |
| $DMB$  | Duración Media de las Bajas              | $DMB = \frac{DB}{NA}$                    |
| $IG$   | Índice de Gravedad                       | $IG = \frac{1}{10^3} \cdot IF \cdot DMB$ |
| $II_M$ | Índice de Incidencia accidentes Mortales | $II_M = \frac{NA_M}{NT} \cdot 10^5$      |
| $IF_M$ | Índice de Frecuencia accidentes Mortales | $IF_M = \frac{NA_M}{NHT} \cdot 10^8$     |

En los siguientes subapartados se presenta la evolución de los accidentes e indicadores relacionados con accidentes en el centro de trabajo por trabajadores afiliados al RG (régimen general) con protección por Contingencias Profesionales (Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales AT y EP)) y, los afiliados al RETA (autónomos) que también cotizan por dichas contingencias, desde enero de 2004. El resto de los Regímenes (Trabajadores del Mar, Minería del Carbón) o Sistemas Especiales (de frutas, hortalizas e industria de conservas vegetales, Industria Resinera...) quedarán integrados o bien en el RG o bien en el RETA como se verá a continuación.

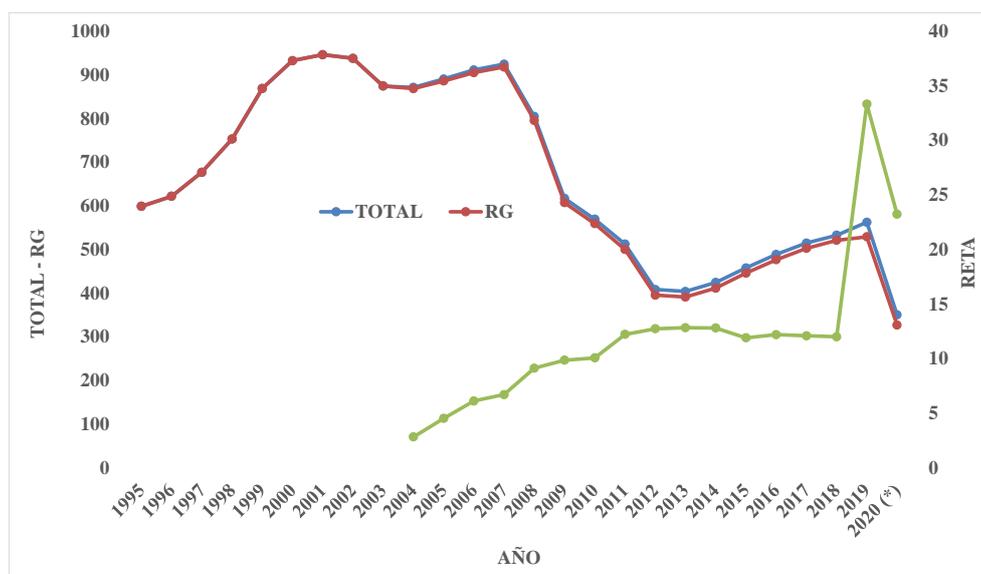
### 2.6.1.- Evolución de la siniestralidad en España

La Figura 2.21, muestra la evolución de la siniestralidad en España, en el período 1995-2020, en valores absolutos.

Como puede observarse, en el RG se produce un fuerte descenso en el número de accidentes a partir del año 2007 hasta el año 2012, en que vuelve a una tendencia al alza, coincidiendo con el aumento en el desempleo como puede apreciarse en la Figura 2.11. En cambio, en el RETA se observa un crecimiento desde 2004 a 2013, coincidente con el aumento del número de afiliados a este Régimen que optan por la cobertura de AT y EP, según se muestra en la Figura 2.13.

En primer lugar, hemos de señalar que en el RETA se establece la cobertura por contingencias profesionales, de manera voluntaria, a partir del 1 de enero de 2004, en

cumplimiento de la Ley 53/2002 y el RD 1273/2003, pudiendo el trabajador autónomo optar por cotizar o no por la cobertura por contingencias profesionales (AT y EP), quedando excluidos de esta cobertura los accidentes in itinere, siendo obligatoria para todos los trabajadores afiliados al RETA a partir de 1 de enero de 2019 dificultando la comparación estadística con los años anteriores.



**Figura 2.21.- Accidentes de trabajo con baja (10³). 1995-2020 (Anexo I.- Tabla I.20)**

Nota: Datos provisionales a octubre de 2020

Están fuera de la Estadística de AT los siguientes colectivos:

- Afiliados a la SS sin cobertura por contingencias profesionales. Representan aproximadamente el 80 por ciento de los trabajadores afiliados al RETA.
- Funcionarios de nuevo ingreso pertenecientes a cuerpos de Clases Pasivas que, a partir de 1 de enero de 2011 pasan a ser afiliados al Régimen General, pero mantienen las contingencias y asistencia sanitaria según el mutualismo administrativo al que pertenezcan: Mutualidad General de Funcionarios Civiles del Estado, Mutualidad General Judicial e Instituto Social de las Fuerzas Armadas (MUFACE, MUGEJU, ISFAS).
- Funcionarios pertenecientes a las Mutualidades MUFACE, ISFAS y MUGEJU.
- Trabajadores por cuenta propia colegiados que están afiliados a la Mutualidad de su Colegio Profesional (esto es posible sólo para parte de los Colegios) y han optado por no estar incluidos en el RETA.

### 2.6.2.- Evolución de índices

El objetivo de la metodología ESAW (ESAW 2013) es “armonizar los datos sobre accidentes laborales para todos los accidentes que resultan en una ausencia laboral de más de tres días y permitir la comparación internacional”. Por lo tanto, la metodología ESAW se ajusta a la resolución de la OIT de 1998 relativa a "Estadísticas de lesiones ocupacionales derivadas de accidentes de trabajo" (ILO, 1998) De acuerdo con esta resolución, los principales índices utilizados en las estadísticas de AT son los mostrados en la Tabla 2.1 y que se tratan en los siguientes apartados.

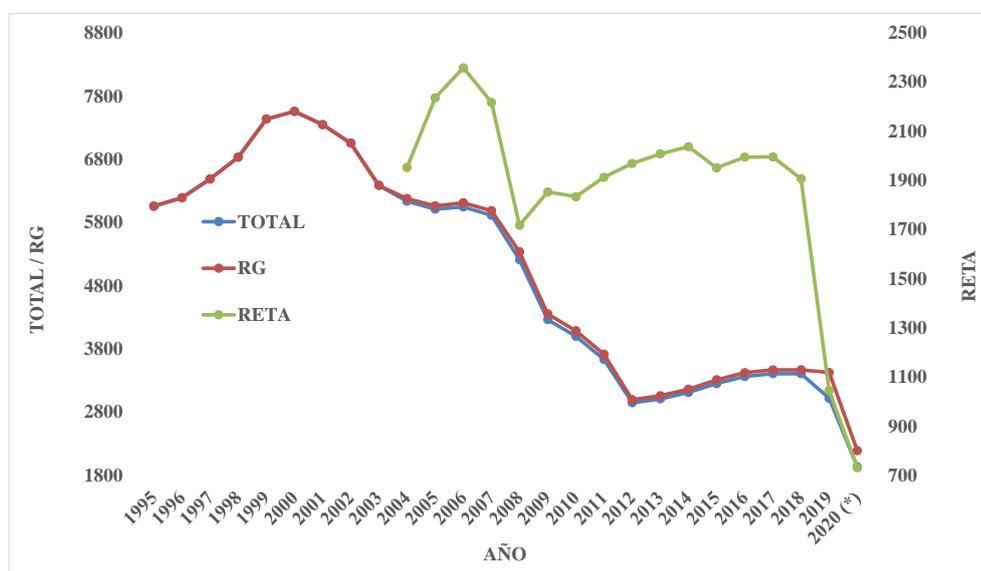
#### 2.6.2.1.- Índice de Incidencia

El *II* relaciona el número de casos de lesiones ocupacionales con el número de trabajadores expuestos al riesgo de sufrir un accidente laboral con resultado de lesiones. La principal dificultad en el cálculo de este índice radica en el cálculo del número de trabajadores. En la práctica, se suele utilizar el número total de personas empleadas/aseguradas en un momento determinado durante el período de referencia. En consecuencia, se formula como la relación de *NA* que resulta en lesiones ocupacionales con el número promedio de trabajadores por período analizado (*NT*) (por 10<sup>5</sup> trabajadores) de la siguiente manera:

$$II = \frac{NA}{NT} \cdot 10^5 \quad (2.1)$$

El *II* se calcula, principalmente, para las actividades económicas incluidas en la metodología ESAW. Se puede obtener para todos los accidentes de acuerdo con una o más de las variables tales como tipo de lesión laboral, actividad económica, edad, etc. El *II* se proporciona después de la estandarización a nivel de la Unión Europea (UE) (Eurostat, 2013).

En la Figura 2.22 puede observarse la evolución del *II* desde 1995 a 2020, de especial interés es la evolución del índice a partir del 1 de enero de 2004, fecha de entrada en vigor de la Ley 53/2002 y del RD 1273/2003, que regulan la mejora voluntaria de la acción protectora por contingencias profesionales de los trabajadores por cuenta propia o autónomos y, del 2007 con la Ley 20/2007 del Estatuto del Trabajo Autónomo, lo que ha llevado a que en 2017 el 18.90% de autónomos estén cubiertos por contingencias profesionales (Tabla I.11), con especial repercusión en los años 2019 y 2020 en los que se aprecia en 2019 la incorporación de todos los autónomos en el grupo de trabajadores con AT y EP y en 2020 que los datos disponibles por AT son a 31 de octubre.



**Figura 2.22.- Índice Incidencia Total, Índice Incidencia afiliados al Régimen General Seguridad Social (1995-2020), Índice Incidencia afiliados al Régimen Especial Trabajadores Autónomos (2004-2020) (Anexo I.- Tabla I.21)**

El  $II$  se calcula tanto para accidentes que conducen a más de 3 días de ausencia del puesto de trabajo como para accidentes mortales. En este último caso, el Índice de Incidencia Mortal ( $II_M$ ) se formula como la relación del número de accidentes mortales ( $NA_M$ ) y el número de trabajadores ( $NT$ ) de la siguiente manera:

$$II_M = \frac{NA_M}{NT} \cdot 10^5 \quad (2.2)$$

#### 2.6.2.2.- Índice de Frecuencia

El  $IF$  representa el número de accidentes de trabajo con baja por cada millón de horas trabajadas, relacionando el número de accidentes con el tiempo de exposición al riesgo. En la práctica, se formula como la relación entre el número de accidentes ( $NA$ ) que resulta en lesiones ocupacionales y el número de horas total trabajadas ( $NHT$ ) en el periodo de cálculo, normalmente un año, (por  $10^6$  horas) de la siguiente manera:

$$IF = \frac{NA}{NHT} \cdot 10^6 \quad (2.3)$$

En el caso de accidentes mortales el índice de frecuencia,  $IF_M$ , se calcula como:

$$IF_M = \frac{NA_M}{NHT} \cdot 10^8 \quad (2.4)$$

En (2.5),  $NHT$  puede formularse de forma alternativa considerando la cantidad promedio de horas expuestas por trabajador por año ( $NH$ ), que toma en cuenta a los trabajadores con contrato a tiempo completo (TC) y contrato a tiempo parcial (TP).

$$NHT = NT \cdot NH \quad (2.5)$$

Usando (2.1), (2.3) y (2.5) podemos formular la siguiente relación entre  $IF$  e  $II$

$$IF = \frac{10^3}{NH} \cdot II \quad (2.6)$$

La ecuación (2.6) muestra de una manera muy simple que tanto  $II$  como  $IF$  están en estrecha relación, de modo que, en principio, se podría esperar que el análisis de la evolución temporal de ambos proporcione resultados similares. Esto no siempre es cierto ya que el número promedio de horas trabajadas por trabajador,  $NH$ , puede evolucionar con el tiempo y, por lo tanto, esta relación también varía. Por ejemplo, la Figura 2.23 muestra la evolución de la Media de Horas Trabajadas en Total ( $NH-T$ ), en España.

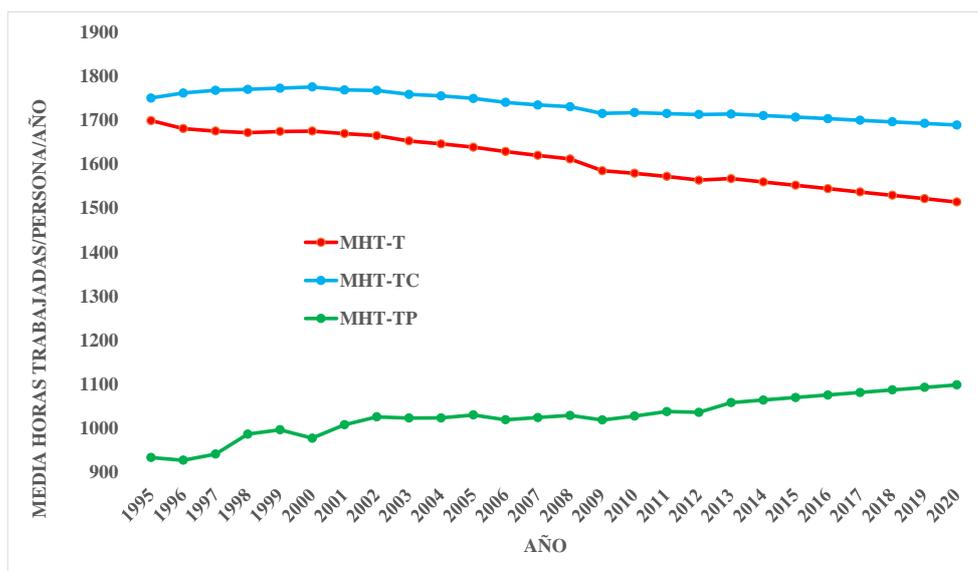


Figura 2.23.- Promedio de horas trabajadas por año. 1995-2020 (Anexo I.- Tabla I.22)

La Figura 2.23 muestra también el  $NH-TC$  y el  $NH-TP$  correspondientes al número promedio de horas trabajadas por año por los trabajadores de Tiempo Completo (TC) y Tiempo Parcial (TP). A menudo, se considera que un trabajador equivalente a TC trabaja un valor constante de 2000 horas por año (40 horas a la semana durante 50 semanas en un año). Sin embargo, esta suposición no siempre es cierta, como se muestra en la Figura 2.23 para España.

Dado que esta información dejó de facilitarse desde 2013, a partir de ese año se ha estimado el valor siguiendo la línea de tendencia del período 1995-2012.

El  $IF$  se calcula para accidentes mortales y accidentes que conducen a más de 3 días de baja. Por lo tanto, un Índice de Frecuencia Mortal ( $IF_M$ ) se formula como la relación del número de accidentes mortales ( $NA_M$ ) a  $NHT$  de la siguiente manera:

$$IF_M = \frac{NA_M}{NHT} \cdot 10^8 \quad (2.7)$$

De manera similar a la presentada anteriormente, la relación entre  $IF_M$  e  $II_M$  se puede formular de la siguiente manera:

$$IF_M = \frac{10^3}{NH} \cdot II_M \quad (2.8)$$

La Figura 2.24 muestra la evolución del  $IF$  en el periodo comprendido entre los años 1995 y 2017, apreciándose los períodos o etapas definidos en el apartado 1.1 y representados en la Figura 1.1.



Figura 2.24.- Índice de Frecuencia. 1995-2020 (Anexo I.- Tabla I.23)

La primera etapa, hasta 2002, supone una etapa de desarrollo normativo y adaptación a las nuevas normas, en la que se aprecia la consolidación de la nueva normativa, sobre todo, a partir del año 2000 en que el  $IF$  comienza a decrecer hasta el año 2003, en que comienza una etapa de crecimiento económico manteniéndose hasta el año 2007 en que se inicia un periodo de crisis, sufriendo un fuerte descenso como consecuencia de los despidos, recesión económica, jubilaciones anticipadas. En 2012 comienza un período

de recuperación económica en el que se aprecia un incremento prácticamente lineal y progresivo hasta el año 2017. Dado que en los boletines anuales del Ministerio de Trabajo no se facilitan los datos de este índice, se ha estimado la tendencia con los valores de 1995 a 2017, debiendo tenerse en cuenta lo expuesto para el II para el período 2018-2020.

En la Figura 2.25 se aprecia, por Sectores, la misma evolución en el IF, exceptuando el Sector Agrario que mantiene el incremento al recuperar personal laboral procedente de los otros Sectores como consecuencia de la crisis en 2007. A partir de 2015 en el Sector Agrario se aprecia un ligero descenso al producirse el hecho contrario.

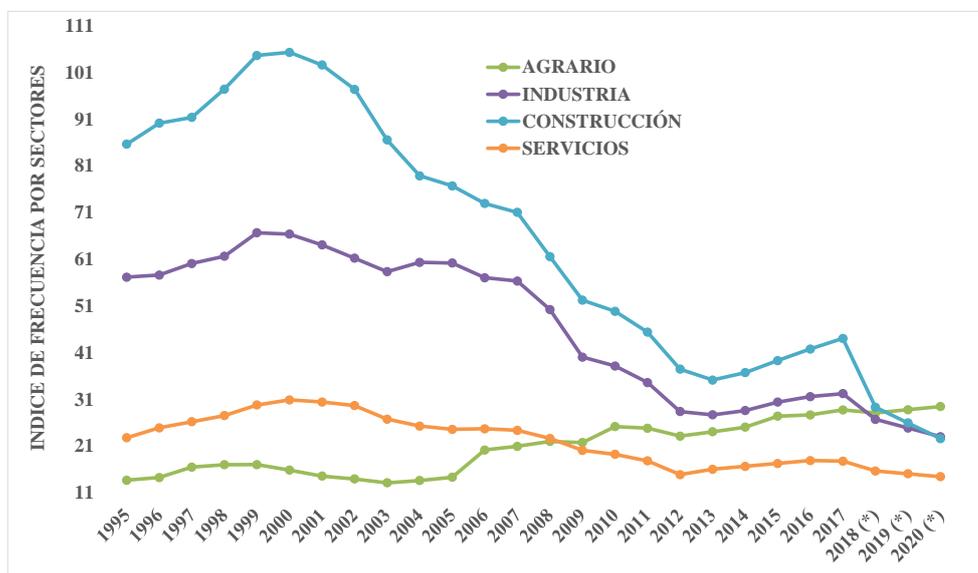


Figura 2.25.- Índice de Frecuencia por sectores. 1995-2020 (Anexo I.-Tabla I.23)

### 2.6.2.3.- Índice de Gravedad

El *IG* es un indicador del riesgo social de los accidentes y, por lo tanto, es importante para priorizar las medidas de prevención como se propone en (ILO, 1998). El *IG* se formula como la relación de días perdidos o de baja (*DB*) como consecuencia de accidentes ocupacionales que resultan en lesiones laborales y la cantidad de horas totales trabajadas (*NHT*) (por  $10^3$  horas) en un período determinado, generalmente un año, de la siguiente manera:

$$IG = \frac{DB}{NHT} \cdot 10^3 \quad (2.9)$$

Como puede apreciarse tanto en la Figura 2.26 como en la Figura 2.27, la evolución de *IG* global y por Sectores es similar al visto para el indicador *IF*.

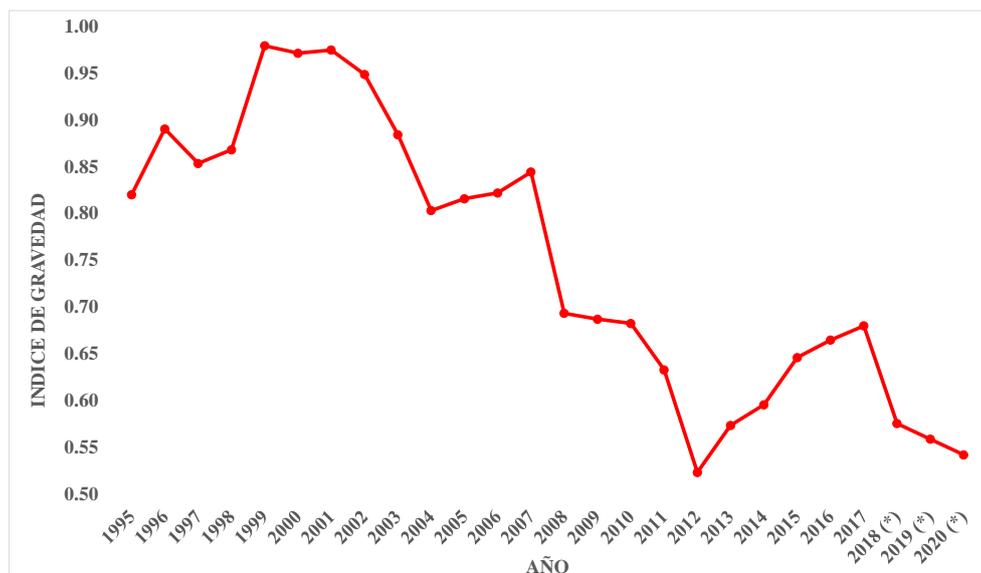


Figura 2.26.- Índice de Gravedad. 1995-2020 (Anexo I.- Tabla I.25)

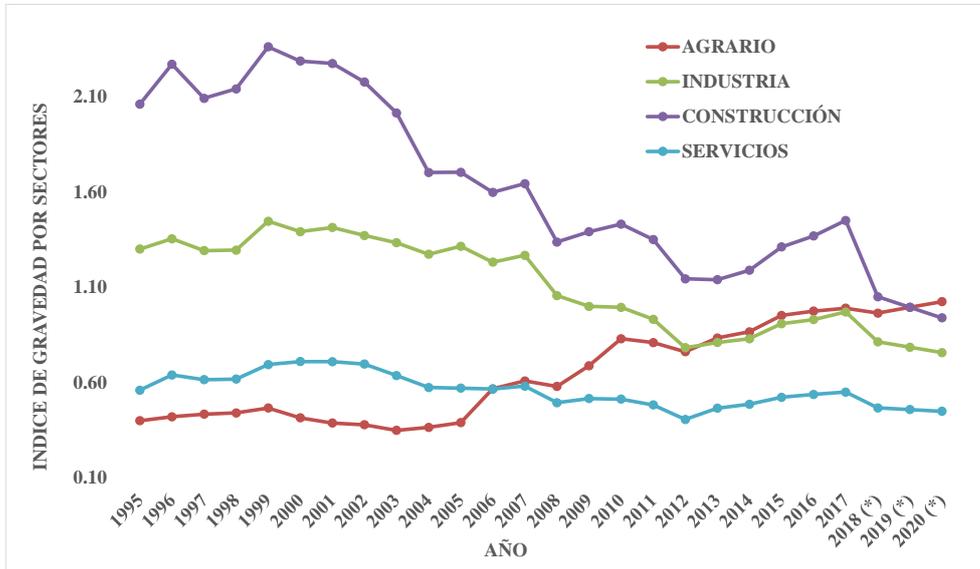


Figura 2.27.- Índice de Gravedad por sectores. 1995-2020 (Anexo I.-Tabla I.25)

## 2.6.2.4.- Duración Media de las Bajas

Otra medida sugerida en (ILO, 1998) es la media de días perdidos por caso de accidente laboral o *DMB*, que podría usarse para comparar la severidad del daño de los accidentes laborales que resultan en lesiones corporales. Se puede formular como la relación entre las jornadas perdidas, *DB*, en un período determinado, generalmente un año, y el *NA* en dicho período, de la siguiente manera:

$$DMB = \frac{DB}{NA} \quad (2.10)$$

Usando (2.3), (2.9) y (2.10), se puede derivar la siguiente relación:

$$IG = \frac{1}{10^3} \cdot IF \cdot DMB \quad (2.11)$$

Es evidente que al calcular *IG* y *DMB* tanto el numerador como el denominador deberían considerar la misma cobertura, por ejemplo, un período de un año. Sin embargo, se reconoce que la falta de una escala uniforme de datos por Incapacidad Permanente (IP) constituye uno de los principales obstáculos a la comparabilidad internacional de los *IG* y *DMB* (ILO 1998). La Figura 2.28 muestra la evolución, Total y por Sectores, de este índice *DMB*.

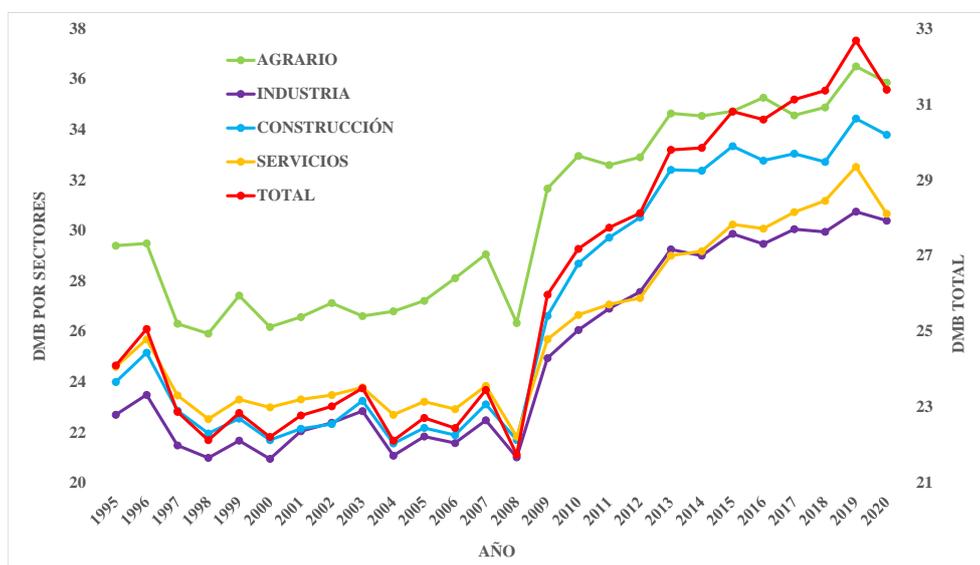


Figura 2.28.- Duración Media de las Bajas. 1995-2020 (Anexo I.- Tabla I.26)



# 3.- Metodología de análisis

## 3.1.- Marco conceptual de factores y su incidencia en la siniestralidad

El número de factores que pueden afectar a la evolución de los diferentes indicadores de salud ocupacional es elevado, como se desprende de estudios anteriores, algunos de los cuales se han tratado y referenciado en el capítulo precedente, por lo que resulta de interés disponer de técnicas que permitan tanto la detección de cambios en la tendencia de los indicadores de salud ocupacional como el análisis de la influencia de los diferentes factores en la evolución de dichos indicadores.

La Figura 3.1 representa una adaptación del marco de relación entre diferentes niveles de causalidad y la salud laboral (Benavides et al., 2013). Esta adaptación pretende visualizar la ligazón existente, además, entre los factores causales dentro de dichos niveles y la evolución de los indicadores de salud ocupacional, que deberían poderse relacionar mediante un modelo explicativo.

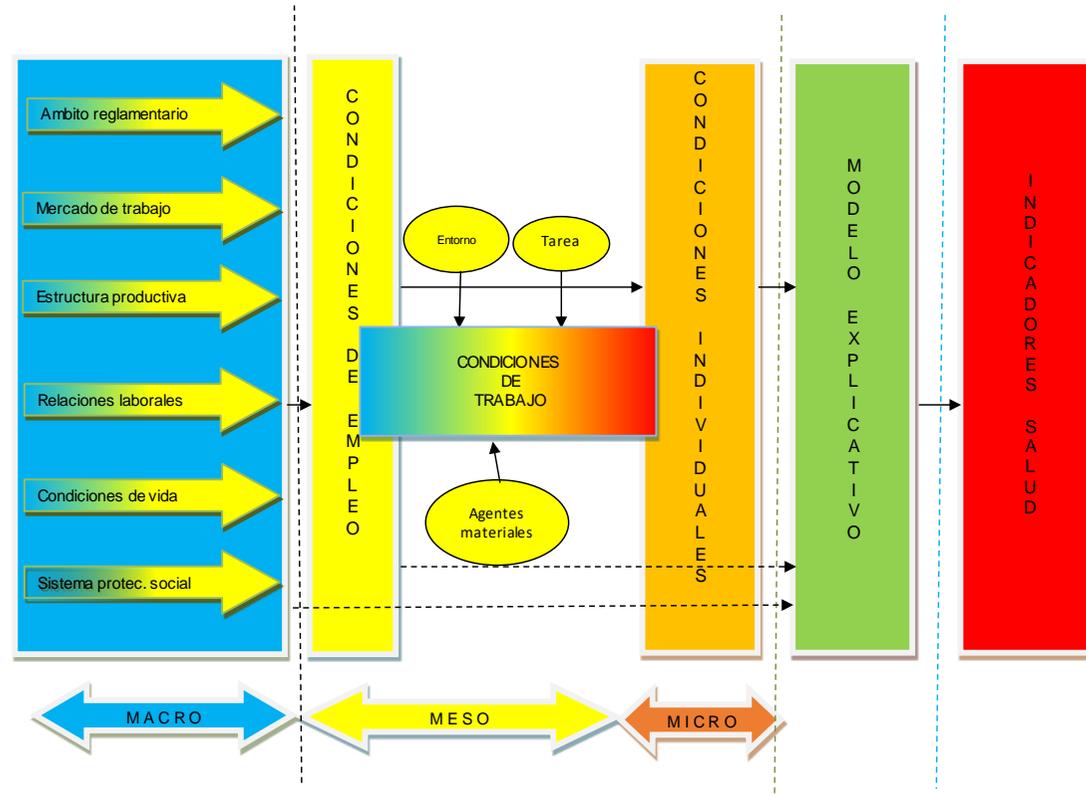


Figura 3.1.- Modelo explicativo factores causa efecto

Así, como puede observarse, existe un nivel macro de causalidad, que incorpora factores relativos a las condiciones del mercado de trabajo, las relaciones laborales, la estructura productiva, el ámbito reglamentario, el sistema de protección social y las condiciones de vida.

En el nivel meso se encuentran factores relativos a las condiciones de empleo, como son el salario, el contrato de protección, etc, y a las condiciones de trabajo, como son los lugares de trabajo, los equipos, agentes materiales, productos, tareas, organización del trabajo, etc.

Por último, en el nivel micro se encuentran ya los factores relacionados con las condiciones individuales, como son el sexo, edad, educación, hábitos, etc.

El modelo explicativo debería permitir formular de manera explícita la relación entre dichos factores causales y la evolución de los indicadores de salud ocupacional o, al menos, establecer las relaciones entre dichos indicadores y los principales factores causales.

A partir de obtener dichas relaciones principales sería posible establecer los niveles de intervención más adecuados a cada tipo de factor principal encontrado, en función del nivel de causalidad al que correspondan cada factor. Así, los niveles de intervención o políticas de actuación se dirigirían al nivel trabajador cuando los factores principales se sitúen a nivel micro (formación, información, etc.), o bien a nivel de empresa cuando se sitúen a nivel meso (cambios organizativos, ...), o bien a nivel de gobierno cuando se sitúen a nivel macro (regulación, inspecciones de trabajo, derechos, etc.).

En este sentido, la planificación de los diferentes niveles de intervención se podría llevar a cabo aprovechando la información sobre el riesgo que aporta cada uno de los indicadores de siniestralidad laboral.

La metodología propuesta en este Capítulo se dirige a buscar dichas relaciones explícitas, pero centradas en aquellos indicadores de salud más relevantes según su significado en términos de riesgo y/o sus componentes. Además, como paso previo, primero se proponen técnicas y herramientas necesarias que permitan valorar el comportamiento y diferenciar cambios en la tendencia de dichos indicadores.

Los fundamentos y técnicas utilizadas para desarrollar el procedimiento metodológico propuesto se describen seguidamente en este Capítulo, dejando el Capítulo 4 dedicado a la presentación de los resultados de la aplicación de dichos procedimientos a diferentes supuestos de estudio.

### **3.2.- Evaluación del riesgo e indicadores de salud ocupacional**

El riesgo para la salud del trabajador se puede definir como la posibilidad de que éste sufra un determinado daño derivado de la realización de actividades en la ocupación de su puesto trabajo. El riesgo ocupacional o laboral, en relación con los AT, se puede estimar a partir de la combinación de dos componentes del riesgo:

- a) La gravedad de las consecuencias derivadas de la ocurrencia de los accidentes laborales, es decir, el daño.
- b) La probabilidad, o frecuencia, de ocurrencia del accidente laboral.

Por tanto, el riesgo de un accidente laboral puede formularse matemáticamente en términos de la probabilidad, o la frecuencia, y el daño, adoptando cualquiera de las dos ecuaciones (3.1) o (3.2):

$$R = P \cdot D \quad (3.1)$$

$$R = F \cdot D \quad (3.2)$$

donde  $P$  es la probabilidad de ocurrencia del accidente laboral,  $F$  la frecuencia y  $D$  es el daño.

El primer componente del riesgo,  $P$ , puede estimarse a partir de la relación entre el número de accidentes y la cantidad promedio de trabajadores expuestos, generalmente en un año. Alternativamente,  $F$  puede estimarse por la relación entre el número de accidentes y la cantidad de horas trabajadas (horas-trabajador) por año.

El segundo componente del riesgo,  $D$ , representa el daño, es decir, la gravedad de la lesión profesional resultante del accidente laboral, pudiendo expresarse cualitativamente (p.e. leve, grave, mortal, etc.) o cuantitativamente (p.e. días de baja, coste económico, etc.).

Además, se puede establecer una relación entre el riesgo de un accidente laboral, los componentes del riesgo y los principales indicadores utilizados en las estadísticas de salud ocupacional (Martorell et al., 2016). La Tabla 3.1 resume estas relaciones.

Tabla 3.1.- Relación probabilidad/daño/riesgo

| Índice | Probabilidad          | Daño      | Riesgo                   |
|--------|-----------------------|-----------|--------------------------|
| $II$   | $P = \frac{II}{10^5}$ |           |                          |
| $IF$   | $F = \frac{IF}{10^6}$ |           |                          |
| $DMB$  |                       | $D = DMB$ |                          |
| $IG$   |                       |           | $RS = \frac{IG}{10^3}$   |
| $II_M$ |                       |           | $RI = \frac{II_M}{10^5}$ |
| $IF_M$ |                       |           | $RC = \frac{IF_M}{10^8}$ |

En la Tabla 3.1, se muestra que  $IF$  representa una medida de frecuencia, es decir, el número medio de accidentes ocupacionales que causan baja por cada millón de horas-trabajador de exposición. Análogamente,  $II$  representa una medida de probabilidad de accidente ocupacional por cada cien mil trabajadores.

En la Tabla 3.1, además, se muestra que  $DMB$  representa una medida del daño, es decir, el número medio de días perdidos por cada caso de accidente ocupacional que causa baja.

El riesgo social,  $RS$ , puede derivarse a partir del producto de las dos componentes del riesgo anteriores,  $RS = F \cdot D$ . Utilizando las Ecs. (2.3), (2.9) y (2.10), se puede obtener:

$$IG = \frac{1}{10^3} \cdot IF \cdot DMB \quad (3.3)$$

En consecuencia, el  $RS$  es proporcional al  $IG$  según la siguiente relación:

$$RS = \frac{IG}{10^3} \quad (3.4)$$

Por tanto, el indicador  $IG$  representa una medida de riesgo, siendo la ratio entre las jornadas perdidas ( $DB$ ) por cada mil horas-trabajador expuestas ( $NHT$ ) (ver Ec. (2.9)).

Como se puede observar en la Tabla 3.1, el  $II_M$  representa una medida del riesgo individual de muerte,  $RI$ . Así, el  $RI$  representa la ratio del número de accidentes mortales  $NA_M$  y el número medio de trabajadores  $NT$ , es decir,  $RI$  representa la probabilidad de un trabajador expuesto a sufrir un accidente mortal por año.

De manera similar, el  $IF_M$  representa una medida del riesgo de muerte de los trabajadores expuestos,  $RC$ . Así,  $RC$  representa la ratio de  $NA_M$  y las horas-trabajador expuestas,  $NHT$ , es decir,  $RC$  representa la frecuencia de accidentes mortales de los trabajadores expuestos por cada hora trabajada.

Usando la formulación de la Tabla 3.1 y teniendo en cuenta la Ec. (2.6) se puede demostrar la siguiente relación, la cual es comúnmente adoptada:

$$RI = MHT \cdot RC = \frac{MHT}{10^8} IF_M \quad (3.5)$$

donde *MHT* es la media de horas trabajadas por trabajador y año.

### 3.3.- Toma de decisiones basadas en el riesgo

El artículo 2 de la Ley 31/1995, de PRL, establece en el primer punto:

*“La presente Ley tiene por objeto promover la seguridad y la salud de los trabajadores mediante la aplicación de medidas y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo. A tales efectos, esta Ley establece los principios generales relativos a la prevención de los riesgos profesionales para la protección de la seguridad y de la salud, la eliminación o disminución de los riesgos derivados del trabajo, la información, la consulta, la participación equilibrada y la formación de los trabajadores en materia preventiva, en los términos señalados en la presente disposición”.*

Por tanto, un aspecto clave del objeto perseguido con la promulgación de la Ley es la de dirigir la acción preventiva hacia eliminar o disminuir los riesgos derivados del trabajo. El artículo 4.2 de la Ley 31/1995, de PRL define que

*“Se entenderá como «riesgo laboral» la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo”.*

Para calificar un riesgo desde el punto de vista de su importancia, se valorarán conjuntamente la probabilidad o frecuencia de que se produzca el daño y la severidad de éste, según se ha tratado en el apartado precedente.

Por consiguiente, a la hora de interpretar la incidencia de diferentes factores causales sobre la SST resulta fundamental determinar dicha incidencia sobre las diferentes componentes del riesgo, o lo que es lo mismo, su incidencia sobre los indicadores de salud ocupacional que los representan.

A partir de obtener dichas relaciones principales entre los indicadores y los factores causales será posible establecer los niveles de intervención más adecuados a cada tipo de factor principal encontrado según su impacto en el riesgo, entrando de este modo en el contexto que se conoce como toma de decisiones con información en el riesgo.

### 3.4.- Análisis cambios de tendencias en indicadores de salud ocupacional

El análisis de tendencias y la identificación de puntos de ruptura (también denominados puntos de cambio) en la evolución de series temporales relacionadas con indicadores de salud ocupacional es una herramienta que puede ayudar a determinar en qué medida los cambios en factores relacionados con el mercado laboral, la estructura productiva o la economía, entre otros, han podido influir en el comportamiento de estos indicadores (Carnero y Pedregal 2013, Gallego et al. 2016).

El análisis de tendencia se define como un proceso de estimación de un cambio gradual en una serie de observaciones en el tiempo, mientras que el análisis de puntos de ruptura (o puntos de cambio) estima cambios abruptos en la serie temporal. En la Figura 3.2 se muestra, a modo de ejemplo, una serie temporal donde se puede observar la presencia de un punto de ruptura y la tendencia asociada a cada uno de los puntos identificados.

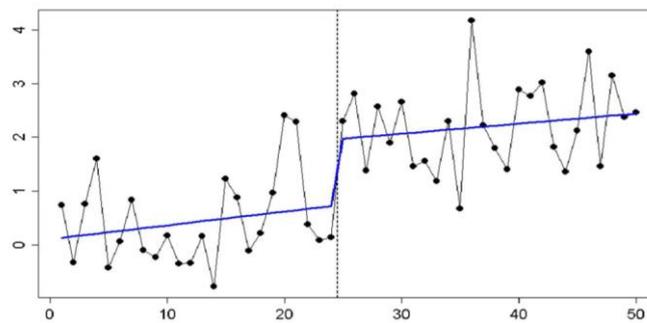


Figura 3.2.- Ejemplo de una serie temporal con un punto de ruptura

En la literatura se utilizan diferentes modelos para la estimación de tendencias y puntos de ruptura (Sharma et al. 2016). De entre los diferentes modelos propuestos, en esta Tesis, se ha aplicado la regresión “joinpoint” o regresión segmentada que permite el análisis de la evolución de las tendencias y la detección de puntos de cambio en una serie temporal. Aunque el modelo puede ser utilizado en múltiples ámbitos, su uso está muy extendido en estudios de tipo epidemiológico (Kohler et al., 2011). El modelo de regresión “joinpoint” es un modelo de regresión lineal por tramos que permite de forma simultánea identificar el momento en que se producen cambios significativos de la tendencia y estimar la magnitud del cambio observado en cada intervalo o segmento. El modelo asume que el conjunto de datos se puede dividir en subconjuntos cada uno con su propia tendencia lineal. Así, por ejemplo, si analizamos una serie de tiempo con dos tendencias diferentes, como la mostrada en la Figura 3.2, se puede encontrar que cuando  $t < \tau$  el modelo lineal tiene una determinada pendiente la cual se modifica para valores de  $t \geq \tau$  siendo  $\tau$  el punto de unión.

En general, dado un vector  $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$  correspondiente a los valores de una serie

temporal con un vector de covarías (variables explicativas)  $\mathbf{X} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  y un vector de puntos de unión  $\boldsymbol{\tau} = (\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_k)$  un modelo de regresión joinpoint puede ser formulado como:

$$E(\mathbf{y}|x_i) = \begin{cases} \beta_0 + \beta_1 x_i + \epsilon_i, & x_i < \tau_1 \\ \beta_0 + \beta_1 x_i + \delta_1(x_i - \tau_1) + \epsilon_i & \tau_1 \leq x_i \leq \tau_2 \\ \vdots & \\ \beta_0 + \beta_1 x_i + \delta_k(x_i - \tau_k) + \epsilon_i & \tau_k \leq x_i \end{cases} \quad (3.6)$$

donde  $\beta_0, \beta_1, \delta_1, \dots, \delta_k$  son los coeficientes de regresión, siendo  $\delta_1, \dots, \delta_k$  las diferentes pendientes en un tiempo dado y  $\epsilon_i$  el error que se distribuye como  $N(0,1)$ . El modelo asume linealidad, y los errores son independientes y distribuidos normalmente.

Alternativamente, considerando que la covariata de interés es el tiempo cronológico, el modelo puede ser formulado como:

$$E(\mathbf{y}|\mathbf{t}) = \boldsymbol{\beta}_0 + \boldsymbol{\beta}_1 \cdot \mathbf{t} + \boldsymbol{\delta}_1(\mathbf{t} - \boldsymbol{\tau}_1)^+ + \dots + \boldsymbol{\delta}_k(\mathbf{t} - \boldsymbol{\tau}_k)^+ + \boldsymbol{\epsilon}_i \quad (3.7)$$

siendo  $w^+$  igual a  $w$  para  $w > 0$  y  $0$  en otros casos.

En la regresión “joinpoint” se estiman los coeficientes de regresión y los puntos de unión,  $\tau_i$ , donde se observa un cambio significativo de la tendencia en la serie analizada. En (Kim et al. 2000) se propone un método ampliamente utilizado para analizar y detectar cambios en las tendencias en mortalidad e incidencia de enfermedades. Este método detecta los puntos de cambio en las tendencias mediante un método de búsqueda numérica y ajusta un modelo de regresión lineal entre dos puntos de cambio consecutivos por mínimos cuadrados. El número final de puntos de cambio se selecciona mediante una aproximación basada en un test de permutación o por el criterio de información bayesiana (Bayesian Information Criterion, BIC).

El método de permutación propuesto en (Kim et al. 2000) se basa en la realización de diferentes test de hipótesis. Si, por ejemplo, el número máximo de puntos de cambio de la serie temporal se fija en dos, se desarrolla el siguiente procedimiento. En primer lugar, se realiza un test de hipótesis siendo la hipótesis nula ( $H_0$ ) la no existencia de puntos de cambio frente a la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) la existencia de dos puntos de cambio,  $\tau_1$  y  $\tau_2$ , es decir:

$$H_0: E(\mathbf{y}|x) = \beta_0 + \beta_1 x \quad (3.8)$$

$$H_1: E(\mathbf{y}|x) = \beta_0 + \beta_1 x + \delta_1(x - \tau_1)^+ + \delta_2(x - \tau_2)^+ \quad (3.9)$$

Si la hipótesis nula se rechaza, se aplica un procedimiento similar siendo la hipótesis nula la existencia de un punto de cambio frente a la hipótesis alternativa de dos puntos de cambio.

En general, el test de permutación se basa en probar las hipótesis:

$H_0$ : existen  $k_0$  puntos de unión

frente a

$H_1$ : existen  $k_1$  puntos de unión

Asumiendo varianza constante y errores no correlacionados, el test de permutación se desarrolla de acuerdo a las siguientes etapas:

1. Se ajusta el modelo correspondiente a la  $H_0$  planteada

Se estiman, por mínimos cuadrados, los parámetros del modelo bajo la hipótesis nula, es decir, se estiman los valores de

$$\beta_0, \dots, \beta_1, \delta_1, \dots, \delta_k, \tau_1, \dots, \tau_k$$

que minimizan

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \mu_i^{k_0})^2 \quad (3.10)$$

desarrollando un método de búsqueda sobre los  $\tau_1, \dots, \tau_k$  de forma que en cada paso del método se estiman el resto de los parámetros utilizando mínimos cuadrados.

2. Se permutan los residuos del modelo nulo y se agregan a las medias del modelo para obtener  $Np$  conjuntos de datos de permutación.

Dado el vector de residuos,  $n \times 1$ , obtenido del modelo nulo siendo  $\hat{\varepsilon}_i^{k_0} = y_i - \hat{\mu}_i^{k_0}$  y  $\hat{\pi}_i^{k_0} = [\pi_{a1}, \dots, \pi_{an}]$  un vector de permutación de enteros de 1 a  $n$ . Las respuestas correspondientes al conjunto de datos permutado,  $y'_a$ , se evalúa como:

$$y'_{a_i} = \hat{\mu}^{(k_0)'} + [\hat{\varepsilon}_{\pi_{a1}}^{(k_0)}, \dots, \hat{\varepsilon}_{\pi_{an}}^{(k_0)}] \quad (3.11)$$

puediéndose crear  $n!$  conjuntos de datos permutados.

3. Para cada uno de los conjuntos de datos permutados se ajusta el modelo propuesto en la hipótesis alternativa, se calcula una medida de bondad de ajuste y se estima el p-valor.

Los autores de test de permutación proponen soluciones en el caso de existencia de heterocedasticidad o errores correlacionados (Kim et al. 2000).

Los modelos regresión “joinpoint” se han utilizado para estimar las tendencias temporales mediante el cálculo del porcentaje de cambio anual (PCA). El PCA estima la tasa de cambio del indicador, considera en el intervalo de tiempo comprendido entre el año  $t$  y el  $t + 1$ . Se calcula fijando un modelo de regresión lineal del logaritmo del indicador utilizando como variable independiente el año del calendario, es decir:

$$\ln(y_t) = \beta + \alpha \cdot t \quad (3.12)$$

siendo  $y_t$  el valor del indicador en año  $t$ .

El PCA desde el año  $t$  al año  $t+1$  se calcula como:

$$PCA\% = \frac{y_{t+1}-y_t}{y_t} \cdot 100 = (e^\alpha - 1) \cdot 100 \quad (3.13)$$

En el modelo final, cada punto de unión (si lo hay) estimado indica si hay un cambio estadísticamente significativo en la tendencia, y en cada uno de los periodos identificados se estima el PCA.

En esta Tesis, la regresión joinpoint y la estimación del PCA se realiza utilizando el software 'Joinpoint' del Programa de Investigación de Vigilancia del Instituto Nacional del Cáncer de EE. UU. (NCI, 2016).

### **3.5.- Modelos de regresión**

Un aspecto relevante en el análisis de la salud ocupacional es comprender la relación que existe entre los principales indicadores de salud ocupacional y los factores causales, relacionados, por ejemplo, con las condiciones del mercado laboral, del empleo o las condiciones individuales. El análisis de dicha relación puede ser abordado mediante el uso de modelos de regresión. Los modelos de regresión son métodos estadísticos que permiten estimar la relación entre una variable independiente (un determinado indicador ocupacional) y diferentes variables explicativas (factores).

Los diferentes indicadores de salud ocupacional y los grupos de factores causales considerados han sido introducidos convenientemente en el Capítulo 2 de esta Tesis. La literatura relativa a modelos de regresión es amplia. En el contexto de salud ocupacional pueden encontrarse diferentes estudios que analizan la influencia de diferentes factores en el comportamiento de los indicadores de salud ocupacional, como se ha tratado en el apartado 2.7.

En este apartado se presentan diferentes modelos de regresión que permiten abordar el estudio de la relación entre los indicadores de salud ocupacional y los factores causales. Algunos de los más avanzados que se presentan, además, permiten superar, por completo o en parte, una serie de problemas habituales, tales como, por ejemplo, la no normalidad de las variables, la sobredispersión o el elevado número de variables explicativas siendo el tamaño de muestra reducido. En concreto se presentan:

- Modelo Lineal Generalizado (GLM, Generalized Linear Model).
- Modelo Aditivo Generalizado (GAM, Generalized Additive Model).
- Modelos regularizados: Lasso, Elastic Net y AdaLasso.

Estos modelos y sus características más relevantes se presentan en los apartados siguientes.

### 3.5.1.- Modelo lineal generalizado (GLM)

El modelo de regresión lineal es uno de los modelos de regresión ampliamente utilizado en la literatura para analizar la relación entre una variable independiente y un conjunto de variables explicativas, el cual puede ser expresado como:

$$E(Y_i) = \mu_i = \mathbf{X}_i^T \cdot \boldsymbol{\beta} \quad (3.14)$$

siendo  $\mathbf{X}_i^T = (1, \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_p)$ ,  $\boldsymbol{\beta}^T = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p)$ ,  $E$  es el valor esperado de  $Y_i$  con valores conocidos de  $X$ ,  $\beta_0$  es una constante,  $p$  es el número de variables independientes e  $Y_i \approx N(\mu_i, \sigma)$ .

Los supuestos básicos del modelo de regresión lineal son: linealidad, homocedasticidad, normalidad e independencia de los errores. Los supuestos de linealidad u homocedasticidad, no así la independencia, se relajan en los modelos de regresión lineal generalizados (GLM) (Weisberg 2005 y Dobson y Barnett, 2008). El GLM es una extensión del modelo lineal que permite el uso de distribuciones del error no normales y varianzas constantes. Además, el GLM permite la modelización de relaciones no lineales entre la variable independiente y las variables explicativas puesto que modelizan una función del valor medio de  $Y$  y no su valor medio. El objetivo del GLM es encontrar una función de  $\mu_i$  tal que

$$g(\mu_i) = g(E(Y_i)) = \mathbf{X}_i^T \cdot \boldsymbol{\beta} \quad (3.15)$$

tal como se describe posteriormente, la expresión  $\mathbf{X}_i^T \cdot \boldsymbol{\beta}$  es el componente sistemático del modelo y  $g(\ )$  es una función monótona y diferenciable que se denomina función vínculo. Así, en el modelo lineal clásico el interés es modelizar la media de la variable respuesta como una función lineal de covariables asumiéndose que la varianza es constante mientras que el GLM se modeliza una función no lineal de la media a través de la combinación lineal de variables.

Las componentes del modelo GLM son:

- 1) Componente aleatoria que identifica la variable y su distribución de probabilidad. En el modelo de regresión lineal el componente aleatorio debe distribuirse normalmente. Este aspecto resulta importante dado que según sea la distribución de los errores serán las distribuciones condicionadas de los valores pronosticados que deben ser también normales. Sin embargo, el componente aleatorio en el GLM no sigue necesariamente una distribución normal sino que se utiliza cualquier distribución de la familia exponencial como, por ejemplo, la distribución binomial, Poisson o binomial negativa.
- 2) Componente sistemática, que especifica las variables explicativas que se utilizan en la función de predicción lineal y se denota por  $\eta$ . Esta componente recoge la variabilidad de  $Y$  a través de las variables explicativas  $X$  junto con sus correspondientes parámetros  $\beta$ :

$$\eta = \mathbf{X}_i^T \cdot \boldsymbol{\beta} \quad (3.16)$$

- 3) Función enlace (o vínculo). En el modelo de regresión lineal clásico, se estima el valor esperado de la variable dependiente como combinación lineal de las variables explicativas, sin embargo, puede que esta relación no sea adecuada, por lo que es necesario incluir una función, denominada función enlace,  $g(\mu_i)$ , que relacione el valor esperado con las variables explicativas

$$g(\mu_i) = \eta_i = \mathbf{X}_i^T \cdot \boldsymbol{\beta} \quad (3.17)$$

La función  $g(\cdot)$  más simple es  $g(\mu) = \mu$ , es decir, la identidad, lo que da lugar al modelo de regresión lineal clásico. Otras funciones enlace utilizadas en la literatura son:  $g(\mu) = \text{logit}(\mu)$  que se utiliza para modelizar distribuciones de probabilidad binomiales o  $g(\mu) = \log(\mu)$  que se utiliza en modelos log-lineales o log-aditivos cuando la variable respuesta es de tipo Poisson.

El modelo de regresión de Poisson es un tipo específico del GLM. El modelo permite modelizar datos discretos que provienen de un proceso de conteo de sucesos que pueden ser modelizados en términos de tasas de incidencia. La distribución de Poisson se caracteriza por tener un único parámetro a estimar, la media  $\mu$ , puesto que la media y la varianza son iguales. Esta propiedad se denomina equidispersión. Un problema de la regresión de Poisson es la sobredispersión que ocurre cuando la varianza es mayor que la media. Para tratar este problema se pueden modelizar los datos mediante un modelo de regresión binomial negativa que incorpora un parámetro de dispersión.

La medida de bondad de ajuste, que resume la discrepancia entre los valores esperados en el modelo y los observados, se puede realizar en el GLM mediante la función desviación o devianza,  $D(\mathbf{y}, \mu)$ :

$$D(\mathbf{y}, \mu) = -2[l(\text{modelo}) - l(\text{saturado})] \quad (3.18)$$

siendo  $l(\text{modelo})$  el logaritmo de la verosimilitud del modelo de interés y  $l(\text{saturado})$  el logaritmo de la verosimilitud del modelo saturado, es decir, del modelo en el que se asume que hay tantos parámetros como observaciones. Para probar la adecuación del GLM, si el modelo es correcto, el estadístico desviación se distribuye asintóticamente según una distribución  $\chi^2$  con  $n-p$  grados de libertad,  $\chi_{n-p}^2$ .

Respecto a la selección del modelo existen diferentes criterios que pueden ser utilizados. Cuando el número de parámetros involucrados en estos modelos es diferente un criterio ampliamente utilizado es el criterio de información de Akaike (AIC) que recompensa la bondad de ajuste y penaliza en función del número de parámetros estimados. En general el AIC se define como:

$$AIC = p - 2\ln(L) \quad (3.19)$$

siendo  $p$  el número de parámetros en el modelo y  $L$  el máximo valor de la función de verosimilitud para el modelo estimado. Si se han ajustado diferentes modelos, se

selecciona el que tiene el valor mínimo del AIC.

Finalmente, resulta necesario realizar la verificación de la adecuación del modelo a los datos, la misma se realiza sobre el conjunto de observaciones con el objetivo de analizar posibles desviaciones de los supuestos realizados así como la existencia de observaciones extremas. El análisis de dicha verificación se puede acometer a partir del estudio de los residuos. En la literatura se definen diferentes tipos de residuos. En esta Tesis se utiliza el residuo desviación el cual se define como analizar la adecuación del modelo

$$r_i^D = \text{sign}(y_i - \hat{\mu}_i) \sqrt{d_i} \quad i=1,2,\dots,n \quad (3.20)$$

Siendo  $d_i$  el componente desviación  $d_i = 2(l(y_i, y_i) - l(\hat{\mu}_i, y_i))$ .

### 3.5.2.- Modelo Aditivo Generalizado (GAM)

Los GLM pueden presentar problemas de sesgo y sobredispersión. Una alternativa a estos modelos son los GAM, introducidos por (Hastie y Tibshirani, 1986), que son una extensión natural de los GLM en el sentido de que ajustan funciones no paramétricas para estudiar la relación entre las variables predictivas y la respuesta, es decir, permiten que las relaciones entre las variables explicativas y la variable dependiente sean no lineales mientras se mantiene la aditividad.

Los modelos GAM son un enfoque semiparamétrico, lo que supone una mejora con respecto a las técnicas no paramétricas, dado que la distribución de probabilidad de la respuesta puede ser cualquier miembro de la familia de distribuciones exponencial. Muchos modelos estadísticos ampliamente utilizados pertenecen a esta clase general, incluidos modelos aditivos para datos gaussianos, modelos logísticos no paramétricos para datos binarios y modelos logarítmicos no paramétricos para datos de Poisson.

El GAM se puede obtener como una extensión del GLM. Como se ha presentado en el apartado anterior, en el GLM se asume que la relación entre una variable explicativa y la variable respuesta es lineal:

$$g(\mu_i) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + \varepsilon_i \quad (3.21)$$

No obstante, es posible, que la relación entre las variables explicativas y la variable respuesta presente una forma desconocida (lineal o no lineal). En este caso, el modelo puede expresarse como:

$$g(\mu_i) = X_i^T \cdot \beta + f_1(x_{1i}) + f_2(x_{2i}) + \dots + f_p(x_{pi}) + \varepsilon_i \quad (3.22)$$

siendo  $g(\cdot)$  la función de enlace,  $X_i^T$  la fila  $i$  de la matriz correspondiente a las variables explicativas que definen los componentes paramétricos del modelo de regresión,  $\beta$  el vector de los coeficientes de regresión y  $f_i$  las funciones suaves (o de suavizado).

Así, a diferencia del GLM el cual restringe la relación entre las variables explicativas y la variable dependiente a la linealidad, el GAM permite que las  $f_i$  puedan adoptar cualquier forma funcional. La flexibilidad de estos modelos viene acompañada de dos nuevos problemas:

- cómo representar las funciones suaves y
- cómo estimar los parámetros involucrados en el modelo.

La estimación de  $f_i$  se puede realizar mediante regresión con splines, es decir, mediante polinomios a tramos que se unen en puntos denominados nodos. En los modelos de suavizado con splines se pueden distinguir dos grupos (Durban, 2009): splines de regresión y splines de suavizado.

En los modelos splines de regresión es necesario seleccionar la localización y el número de nodos ajustando el modelo, una vez realizada la selección, mediante mínimos cuadrados. En el caso de splines de suavizado el objetivo es encontrar la función que minimiza la suma de cuadrados penalizada:

$$\sum_{i=1}^n (y_i - f(x_i))^2 + \lambda \int (f''(x))^2 dx \quad (3.23)$$

donde el segundo término es una penalización de la segunda derivada de la función y  $\lambda$  es el parámetro que controla la suavidad de la curva tomando valores en el intervalo  $0 < \lambda < \infty$ .

La ecuación (3.18) está formada por una función de pérdida ( $\sum_{i=1}^n (y_i - f(x_i))^2$ ) y una función de penalización  $\lambda \int (f''(x))^2 dx$ . La función pérdida mide el ajuste del modelo a los datos y se ocupa de que  $f$  realice el ajuste en el conjunto de datos de forma adecuada. La función de penalización, penaliza la variabilidad de  $f$  dado que  $f''(x)$  mide el cambio en la pendiente de una función  $f(x)$ .

La función  $f$  que minimiza (3.18) cumple dos propiedades: 1) es un polinomio cúbico definido a trozos con tantos nodos como observaciones únicas existen y 2)  $f'(x)$  y  $f''(x)$  son continuas en cada nodo excepto en el primer y último nodo donde no se impone la restricción de que las derivadas sean continuas.

El parámetro de suavizado puede ser estimado mediante validación cruzada generalizada (GCV), por el criterio de estimador de riesgo insesgado (UBRE) o mediante máxima verosimilitud restringida (MRLE) (Wood, 2016)

En esta Tesis, se utilizan splines de suavizado dada la ventaja que presenta no tener que seleccionar el número de nodos si bien tienen como desventaja, respecto a los modelos splines de regresión, un mayor coste computacional (Wood, 2011).

La principal ventaja de los GAM es que pueden manejar relaciones altamente no lineales y no monótonas entre la respuesta y los predictores, sin la necesidad del uso explícito de transformaciones de variables o términos polinomiales. Esto se debe a que las funciones de suavizado GAM hacen estas tareas automáticamente.

En esta Tesis, el modelo GAM definido en (3.17) se utiliza para estudiar la influencia de los factores económicos, estructurales y del mercado de trabajo (por ejemplo, *PIB*, número de trabajadores por cuenta propia, ...) en los indicadores de salud ocupacional (por ejemplo, *I*) (Martorell et al., 2016). El *GAM* se implementa en R con el paquete "mgcv" (Wood 2016). Este paquete usa splines para crear funciones suaves, minimizando tanto la desviación del modelo como el sesgo.

### 3.5.3.- Modelos de regresión. Lasso, Elastic Net y AdaLasso

Los modelos GLM pueden presentar problemas de sesgo y sobredispersión, especialmente cuando el número de variables explicativas ( $p$ ) es mayor que el tamaño de la muestra ( $n$ ). En esta situación, el estimador es inestable en el sentido de que hay un crecimiento inaceptable en la varianza.

Una alternativa a GLM son los métodos de regularización o contracción. Estos métodos estiman los parámetros de interés a partir de la minimización de la suma de los errores cuadráticos más un término de penalización asociado al número y valor de los coeficientes y presentan la ventaja de exhibir menos varianza que las estimaciones de mínimos cuadrados y, en función del modelo, reducen el número de covariables incluidas al proporcionar estimaciones de coeficientes iguales a cero, lo que facilita el proceso de interpretación y selección del modelo.

Una formulación general de las técnicas de regularización en el contexto de modelos lineales viene dada por:

$$\hat{\beta} = \mathit{arg\,min} \left[ \sum_{i=1}^n (y_i - \sum_{j=1}^p \beta_j X_{ij})^2 + \phi_{\lambda}(\beta) \right] \quad (3.24)$$

siendo

$$\phi_{\lambda}(\beta) = \lambda \sum_{j=1}^p \phi_j(|\beta_j|) \quad (3.25)$$

En esta Tesis se utilizan diferentes métodos de técnicas de regularización: Lasso, regresión, Elastic Net y regresión AdaLasso (Tibshirani, 1996, Zou 2006), las cuales son descritas a continuación.

La regresión Lasso (least absolute shrinkage and selection operator) es una técnica de regresión lineal regularizada introducida por Tibshirani con el objetivo de estabilizar las estimaciones y realizar selección de variables explicativas (Tibshirani, 1996). Las estimaciones de Lasso se obtienen minimizando la suma de los residuos al cuadrado con restricción de la norma  $L_1$  del vector de coeficientes, es decir:

$$\min_{\beta_0, \beta_j} \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij})^2 \quad (3.26)$$

sujeto a

$$\|\beta\|_2 \leq s \quad (3.27)$$

donde  $y_i$  son los valores de la variable dependiente,  $x_{ij}$  representa las covariables,  $\beta_j$  son los coeficientes correspondientes,  $\|\cdot\|_1$  la norma  $L_1$ , y  $s \geq 0$  es el parámetro de ajuste que controla cuánta penalización se aplica al conjunto de coeficientes.

La formulación lagrangiana de la regresión de Lasso viene dada por:

$$\min_{\beta_0, \beta_j} \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij})^2 + \lambda \|\beta\|_2 \quad (3.28)$$

siendo  $\lambda \geq 0$  es el parámetro de regularización función del parámetro  $s$ . La solución del problema depende del valor seleccionado para  $\lambda$ . Cuando  $\lambda = 0$  el problema se simplifica al estimador de mínimos cuadrados ordinario. El aumento del valor de  $\lambda$  provoca la contracción del estimador del parámetro  $\beta$  de forma que puede producir estimaciones nulas para algunos coeficientes y no nulas para otros. Por tanto, Lasso da como resultado un modelo en el que algunas estimaciones de coeficientes son iguales a cero si  $\lambda$  es suficientemente grande lo que tiene un efecto positivo en la interpretabilidad del modelo al realizar una selección de variables.

El uso de la regresión Lasso permite obtener modelos con un buen ajuste e interpretabilidad, no obstante, también presenta algunas limitaciones tales como:

- La colinealidad puede degradar el rendimiento de Lasso (Zou y Hastie, 2005). Lasso puede presentar un rendimiento muy pobre cuando existen variables altamente correlacionadas en el conjunto de predictores, ya que tiende a seleccionar una única variable entre aquellas que presentan una alta correlación. Es decir, Lasso selecciona grupos de variables de acuerdo con su correlación, por lo tanto, para un par de variables correlacionadas elegirá una de las dos, independientemente de si la variable rechazada representa mejor el conjunto de datos.
- Si  $p > n$ , es decir, el número de variables predictoras es mayor que el tamaño de muestra, Lasso selecciona un máximo de  $n$  variables como consecuencia del problema de optimización convexa, lo que puede ser una limitación en un método de selección de variables.

En (Zou y Zhang 2009) se propone una versión mejorada de Lasso, llamada Elastic Net, que permite realizar una selección de variables y una estimación de los coeficientes de regresión en el caso de variables altamente correlacionadas, siendo un método especialmente útil si el número de predictores es mucho mayor que el tamaño de muestra. Elastic Net combina las penalizaciones de dos métodos de regularización, el Lasso y el Ridge.

El método de Ridge fue introducido por Hoerl (Hoerl, 1962) como un método que permite tratar el problema de colinealidad entre variables predictoras en el caso de  $p < n$ . La penalización sobre el vector de coeficiente  $\beta_j$  impuesto por Ridge es ligeramente diferente de Lasso. El método Ridge estima los coeficientes como:

$$\hat{\beta} = \mathit{arg\ min} \left[ \sum_{i=1}^n \left( y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij} \right)^2 \right] \quad (3. 29)$$

sujeto a:

$$\sum_{j=1}^p \beta_j^2 \leq t \quad (3. 30)$$

Siendo  $t$  el parámetro de penalización.

Una formulación alternativa de la regresión Ridge viene dada:

$$\hat{\beta} = \mathit{min}_{\beta_0, \beta_j} \sum_{i=1}^n \left( y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij} \right)^2 + \lambda \sum_{j=1}^p \beta_j^2 \quad (3. 31)$$

siendo  $\lambda$  el parámetro de penalización. La regresión Ridge obtiene un conjunto diferente del vector de coeficientes  $\beta$  para cada valor de  $\lambda$ . Al igual que en la regresión Lasso, si  $\lambda=0$  el problema se reduce a una regresión por mínimos cuadrados. Si aumenta  $\lambda$  se obtiene un estimador de los coeficientes sesgado, pero de menor varianza.

Basado en los métodos de Ridge y Lasso, en (Zou y Hastie, 2005) se propone el método Elastic Net, cuya formulación lagrangiana viene dada por:

$$\mathit{min}_{\beta_0, \beta_j} \sum_{i=1}^n \left( y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij} \right)^2 + \lambda_2 \|\beta\|_2 + \lambda_1 \|\beta\|_1 \quad (3. 32)$$

Considerando

$$\alpha = \frac{\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2} \quad (3. 33)$$

la penalización Elastic Net se puede expresar como:

$$\alpha \|\beta\|_2 + (1 - \alpha) \|\beta\|_1 \quad (3. 34)$$

que es una combinación de la penalización Lasso y Ridge. En la ecuación anterior se puede observar que si  $\alpha=1$ , Elastic Net se convierte en regresión de Ridge y si  $\alpha=0$  en una regresión Lasso.

Como se ha mencionado anteriormente, una desventaja del método Lasso es su inestabilidad con datos de alta dimensión. Por lo tanto, este método podría ser inconsistente para la selección del modelo, a menos que la matriz predictora satisfaga unas ciertas condiciones (Zou, 2006). En este contexto, Zou propone una versión adaptativa de Lasso denominada AdaLasso (Adaptative Lasso). AdaLasso permite aplicar diferentes penalizaciones a las variables, asignando pesos distintos. Así, AdaLasso plantea el siguiente problema de optimización:

$$\min_{\beta_0, \beta_j} \sum_{i=1}^n \left( y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij} \right)^2 + \lambda \sum_{j=1}^p \widehat{w}_j |\beta_j| \quad (3.35)$$

donde  $\widehat{w}_j$  son los pesos adaptativos basados en los datos que aseguran la consistencia del estimador, es decir, que al aumentar el tamaño de muestra el estimador convergerá al valor verdadero del parámetro estimado. Los pesos,  $w_j$ , se pueden estimar como:

$$w_j = \frac{1}{\widehat{\beta}_j} \quad (3.36)$$

siendo  $\widehat{\beta}_j$  una estimación inicial de  $\beta_j$ , la cual se puede obtener aplicando una regresión Ridge o Lasso. El AdaLasso reduce el sesgo de estimación y mejora la precisión en la selección de variables, respecto al método Lasso, al permitir una penalización mayor para los coeficientes iguales a cero y una menor penalización para los coeficientes distintos de cero (Huang et al. 2008). El método AdaLasso puede interpretarse como una aproximación a la penalización de la norma  $L_q$ .

Una cuestión importante en los métodos de regularización es la selección de parámetro  $\lambda$ . Cuanto mayor es  $\lambda$  mayor es la penalización de los coeficientes de regresión y más se contraen los mismos hacia cero. La selección de  $\lambda$  implica un equilibrio adecuado entre sesgo y varianza (o flexibilidad e interpretabilidad). El valor  $\lambda$  puede determinarse mediante técnicas basadas en datos, como la validación cruzada o los criterios de información.

El método de validación cruzada se basa en dividir los datos en un conjunto de entrenamiento, a partir del cual se ajusta un modelo, y un conjunto de prueba que permite evaluar su capacidad predictiva utilizando una métrica adecuada como, por ejemplo, el error de predicción. Así el conjunto de datos se divide de manera aleatoria en  $k$  subconjuntos de igual tamaño y mutuamente excluyentes. Uno de los subconjuntos se utiliza como conjunto de prueba y los  $(k - 1)$  restantes se utilizan para el entrenamiento del modelo. El modelo de validación cruzada se repite durante  $K$  iteraciones con cada uno de los subconjuntos de prueba. Concluidas las  $K$  iteraciones se calcula la media aritmética de los resultados de cada iteración obteniéndose un único resultado. A continuación, se describen los pasos seguidos en el proceso de validación cruzada:

Paso 1. Se divide el subconjunto de datos en  $k$  subconjuntos de igual tamaño  $D_1, \dots, D_k$

Paso 2. Para cada  $k = 1 \dots, K$  se ajusta el modelo de regresión con el subconjunto de entrenamiento, es decir, con el conjunto de datos menos subconjunto  $D_k$ .

Paso 3. Una vez ajustado el modelo se calcula el error de validación cruzada

$$(\mathbf{Error\_VC})_k^\lambda = \frac{1}{|D_k|} \sum_{D_k} (y - \widehat{f}_{-k}^\lambda)^2 \quad (3.37)$$

El objetivo es la minimización del error global de validación cruzada, es decir, obtener el valor de  $\lambda$  que minimiza

$$\frac{1}{K} \sum_{k=1}^K (\mathbf{Error\_VC})_k^\lambda \quad (3.38)$$

Habitualmente,  $K$  toma valores en el intervalo  $[5,10]$ . En el caso de muestras de tamaño pequeño, se toma como conjunto de entrenamiento todas las observaciones disponibles menos una, que se emplea como prueba. Este proceso se repite tantas veces como observaciones disponibles, es decir,  $K = n$ .

La principal desventaja del método de validación cruzada, especialmente en el caso de  $K = n$ , es su elevado coste computacional.

En el contexto de series temporales, la aplicación de la técnica de validación cruzada presenta un problema cuando existe correlación entre los valores de la serie. Una alternativa es la selección del parámetro  $\lambda$  mediante el BIC (Medeiros y Mendes, 2015). El BIC (Schwarz, 1978) ha sido uno de los métodos ampliamente utilizado para la selección de modelos.

El BIC se define como:

$$\mathbf{BIC} = -2 \cdot \ln(L) + p \cdot \ln(n) \quad (3.39)$$

donde  $L$  es el valor maximizado de la función de verosimilitud del modelo y  $p$  el número de parámetros estimados por el modelo. Esta métrica considera la bondad del ajuste y contrarresta el exceso de parámetros. Entre los diferentes modelos alternativos se selecciona aquel cuyo  $\mathbf{BIC}$  sea mínimo, dado que implica un menor número de predictores puesto que penaliza la complejidad del modelo, mejor ajuste o ambos.



# **4.- Estudios del comportamiento de indicadores y variables explicativas**

En este Capítulo se presentan los resultados obtenidos en la aplicación de los diferentes métodos presentados en el Capítulo 3 que permiten el análisis de la tendencia y la detección de puntos de ruptura en el comportamiento de los principales indicadores de salud ocupacional, así como el análisis de la relación entre dichos indicadores y las variables explicativas (factores) relativas a la estructura productiva, el mercado de trabajo y las características personales mediante el uso de modelos de regresión.

En primer lugar, se presenta un estudio descriptivo del comportamiento tanto de los indicadores como de las variables explicativas considerados en el estudio.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el análisis de tendencias y detección de puntos de ruptura en la serie anual correspondiente a los indicadores de salud ocupacional incluidos en el estudio.

Por último, se presentan los resultados de la aplicación de diferentes modelos de regresión en el análisis de la relación entre los indicadores de salud ocupacional y los diferentes factores.

#### **4.1.- Análisis descriptivo**

En la Tabla 4.1 se presentan, a modo de resumen y clasificadas en subgrupos, las diferentes variables explicativas incluidas en los estudios que se presentan en las siguientes secciones, las cuales han sido previamente presentadas en el Capítulo 2.

**Tabla 4.1.- Variables explicativas incluidas en el estudio**

| Subgrupo    | Variable | Descripción                                |
|-------------|----------|--|
| Género      | V1       | Número de mujeres ocupadas ( $10^3$ )      |
|             | V2       | Número de hombres ocupados ( $10^3$ )      |
| Edad        | V3       | De 16 a 24 años ( $10^3$ )                 |
|             | V4       | De 25 a 49 años ( $10^3$ )                 |
|             | V5       | 50 años o más ( $10^3$ )                   |
| Educación   | V6       | Nivel 0-2 (%)                              |
|             | V7       | Nivel 3-4 (%)                              |
|             | V8       | Nivel 5-8 (%)                              |
| Trabajo     | V9       | Tiempo parcial (%)                         |
|             | V10      | Autónomos ( $10^3$ )                       |
|             | V11      | Empleo temporal (%)                        |
|             | V12      | Horas trabajadas                           |
| Categoría   | V13      | Gestores ( $10^3$ )                        |
|             | V14      | Profesionales ( $10^3$ )                   |
|             | V15      | Técnicos y profesionales ( $10^3$ )        |
|             | V16      | Servicios y ventas ( $10^3$ )              |
|             | V17      | Agricultura, forestal y pesca ( $10^3$ )   |
|             | V18      | Artesanos y afines ( $10^3$ )              |
|             | V19      | Operarios de planta y máquina ( $10^3$ )   |
|             | V20      | Ocupaciones elementales ( $10^3$ )         |
| Sector      | V21      | Agricultura                                |
|             | V22      | Industria                                  |
|             | V23      | Construcción                               |
|             | V24      | Servicios                                  |
| PIB         | V25      | Producto interior bruto per cápita (euros) |
| Desempleo   | V26      | Tasa de desempleo (%)                      |
| Legislación | V27      | Efecto RD 1273/2003 (dummy 0/1)            |
|             | V28      | Efecto EESST 2007-2012 (dummy 0/1)         |
| Tiempo      | V29      | $\tau$ =Año- 1995                          |

En los apartados siguientes se muestran los principales estadísticos correspondientes tanto a las variables explicativas mostradas en la Tabla 4.1 como los indicadores de salud ocupacional. El estudio abarca el periodo comprendido entre el año 1995 y el 2017. El periodo de análisis corresponde a una etapa de excepcional inestabilidad en el mercado de trabajo español, incluyendo un período de crecimiento económico y de profunda recesión. Estos cambios económicos trajeron consigo una transformación en la composición del mercado laboral. Adicionalmente, en este periodo, se han producido

diferentes cambios normativos relacionados con la salud ocupacional así como la definición de la EESST en 2007, que surge del plan de actuación propuesto por el gobierno en el año 2005 para la mejora de la SST y la reducción de accidentes, en el cual se contemplaba la necesidad de establecer un marco general de políticas preventivas tanto a corto como medio plazo. Posteriormente, con el objetivo de avanzar en la mejora de las condiciones de trabajo y en la disminución de AT, se definió la EESST 2015-2020.

#### ***4.1.1.- Estudio descriptivo de las variables explicativas***

En la Tabla 4.2 se muestran los principales descriptivos relativos a las variables explicativas incluidas en el estudio. En la misma se incluyen medidas de tendencia central, el valor mínimo y máximo y medidas relativas a la variabilidad, tales como la desviación típica, el rango y el coeficiente de variación, este último permite comparar la variabilidad de diferentes variables medidas sobre el mismo conjunto de individuos.

En relación con el subgrupo género se observa que el valor medio en el periodo analizado de hombres ocupados ( $10103.5 \cdot 10^3$ ) es superior al valor medio de mujeres ( $7040.82 \cdot 10^3$ ). El número mínimo de mujeres y de hombres empleados son  $4264.90 \cdot 10^3$  y  $8229.9 \cdot 10^3$  mientras el máximo se sitúa en  $8664.50 \cdot 10^3$  y  $12067.40 \cdot 10^3$ , respectivamente. Analizando la serie temporal (Figura 2.17) se observa que el mínimo corresponde, en ambos géneros, al año 1995, año en el que se inicia el estudio, mientras el máximo se observa en el año 2008 (mujeres) y 2007 (hombres). Si se analiza el porcentaje de hombres y mujeres en la población ocupada, es mayoritariamente masculina. Así, en el año 1995 el porcentaje de mujeres empleadas era de un 34.13%, dicho porcentaje ha ido incrementándose anualmente hasta el año 2012, año en el que se estabiliza en torno al 45% de la población ocupada.

Con relación a la estructura de edad de la población ocupada, comparando los valores medios en el periodo de análisis, se observa que el valor más elevado corresponde al grupo de edad de 25-49 años con un valor medio igual a  $11813.90 \cdot 10^3$  mientras que el menor valor corresponde al grupo de edad de 16-24 años con una media de  $1471.50 \cdot 10^3$ . Con relación al mínimo en la franja de edad de 25-49 años toma el valor de  $8418.10 \cdot 10^3$ , valor que corresponde al año 1995 (Figura 2.4), mientras el máximo alcanza un valor de  $14389.28 \cdot 10^3$ , que corresponde al año 2007. A partir de dicho año disminuye la población ocupada en dicho tramo de edad hasta el año 2012 en el cual se observa un ligero aumento. Si se analiza el tramo de edad de 16-24 años, el mínimo y el máximo toman los valores  $748.60 \cdot 10^3$  y  $2041.70 \cdot 10^3$ , respectivamente, y corresponden a los años 2006 y 2017. Finalmente, el grupo de edad correspondiente a los mayores de 49 años presenta un valor medio igual a  $3858.95 \cdot 10^3$  y un mínimo y máximo de  $2540.80 \cdot 10^3$  y  $5573.70 \cdot 10^3$  en los años 1995 y 2017. La evolución en el número de empleados en este último grupo de edad es diferente a la que se da en los casos anteriores, observándose un crecimiento

continuado durante todo el periodo de análisis. El tramo de edad más frecuente corresponde a 25-49 años, que ha oscilado entre el 65 y el 70% de la población ocupada, mientras que el menor porcentaje corresponde a la franja de 16-24 años que ha variado entre el 5 y el 12%. En el caso de los ocupados mayores de 49 años se observa un crecimiento porcentual a lo largo del periodo analizado hasta alcanzar un 30% de la población ocupada en el año 2017.

**Tabla 4.2.- Principales estadísticos relativos a las variables explicativas**

| <b>Vble</b> | <b>Descripción</b>             | <b>Media</b> | <b>Desviación<br/>Típica</b> | <b>Coefficiente<br/>Variación<br/>(%)</b> | <b>Mín.</b> | <b>Máx.</b> | <b>Rango</b> |
|-------------|--------------------------------|--------------|------------------------------|---|-------------|-------------|--------------|
| V1          | Número de mujeres empleadas    | 7040.82      | 1519.22                      | 21.58                                     | 4264.90     | 8664.50     | 4399.60      |
| V2          | Número de hombres empleados    | 10103.50     | 1072.03                      | 10.61                                     | 8229.90     | 12067.40    | 3837.50      |
| V3          | De 16 a 24 años                | 1471.50      | 471.74                       | 32.06                                     | 748.60      | 2041.70     | 1293.10      |
| V4          | De 25 a 49 años                | 11813.90     | 1736.16                      | 14.70                                     | 8418.10     | 14389.28    | 5971.10      |
| V5          | 50 años o más                  | 3858.95      | 904.39                       | 23.44                                     | 2540.80     | 5573.70     | 3032.90      |
| V6          | Nivel 0-2                      | 53.53        | 4.15                         | 7.77                                      | 46.29       | 60.63       | 14.34        |
| V7          | Nivel 3-4                      | 70.12        | 3.66                         | 5.22                                      | 64.48       | 76.55       | 12.07        |
| V8          | Nivel 5-8                      | 79.61        | 2.87                         | 3.61                                      | 74.69       | 84.70       | 10.01        |
| V9          | Tiempo parcial                 | 10.49        | 2.82                         | 26.92                                     | 6.98        | 14.73       | 7.75         |
| V10         | Autónomos                      | 17.44        | 1.77                         | 10.14                                     | 15.60       | 21.40       | 5.80         |
| V11         | Empleo temporal                | 24.01        | 2.86                         | 11.93                                     | 19.10       | 28.01       | 9.00         |
| V12         | Horas trabajadas               | 1727.07      | 25.73                        | 1.49                                      | 1690.20     | 1764.60     | 74.40        |
| V13         | Gestores                       | 1149.36      | 270.01                       | 23.49                                     | 750.20      | 1567.20     | 817.00       |
| V14         | Profesionales                  | 2398.71      | 632.86                       | 26.38                                     | 1275.20     | 3362.00     | 2086.80      |
| V15         | Técnicos y profesionales       | 1838.51      | 464.29                       | 25.25                                     | 928.00      | 2493.50     | 1565.50      |
| V16         | Servicios y ventas             | 2970.66      | 840.08                       | 28.28                                     | 1747.40     | 4121.40     | 2374.00      |
| V17         | Agricultura, forestal y pesca  | 581.20       | 131.17                       | 22.57                                     | 438.60      | 844.30      | 405.70       |
| V18         | Artisanos y afines             | 2524.81      | 485.67                       | 19.24                                     | 1875.10     | 3365.20     | 1490.10      |
| V19         | Operarios de planta y máquinas | 1541.63      | 195.65                       | 12.69                                     | 1264.90     | 1889.10     | 624.20       |
| V20         | Ocupaciones elementales        | 2388.34      | 372.50                       | 15.60                                     | 1761.70     | 3059.80     | 1298.10      |
| V21         | Agricultura                    | 881.28       | 108.67                       | 12.33                                     | 735.85      | 1037.10     | 301.25       |
| V22         | Industria                      | 2645.28      | 251.96                       | 9.52                                      | 2209.00     | 3236.68     | 1027.70      |
| V23         | Construcción                   | 1412.89      | 398.48                       | 28.20                                     | 903.90      | 2167.03     | 1263.10      |
| V24         | Servicios                      | 11770.50     | 2256.63                      | 19.17                                     | 7585.50     | 14229.60    | 6644.10      |
| V25         | PIB per cápita                 | 19910.00     | 4321.39                      | 21.70                                     | 11800.00    | 24970.00    | 13170.00     |
| V26         | Tasa de desempleo              | 16.88        | 5.79                         | 34.29                                     | 8.20        | 26.10       | 17.90        |

En el subgrupo porcentaje de ocupados en cada nivel de educación se muestra que el porcentaje medio de ocupados tiene el valor más elevado en el caso de trabajadores con un nivel de educación superior (5-8) siendo igual al 79.61% mientras que el menor valor medio corresponde al nivel de educación inferior (0-2) con un valor del 53.53%. La evolución temporal de las tres variables es similar alcanzando en todos los casos el máximo en el año 2007 mientras el mínimo corresponde al año 1995.

En el subgrupo trabajo se incluyen las variables relativas a empleados a tiempo parcial, autónomos y empleo temporal, expresadas en tanto por cien, y el número de horas trabajadas anualmente. Respecto a los contratos a tiempo parcial, el porcentaje medio a lo largo del periodo 1995-2017 ha sido de un 10.49%, siendo el mínimo del 6.98%, en el año 1995 y el máximo del 14.73% en el año 2013. En relación con el porcentaje de autónomos, el valor medio se sitúa en un 17.44% en el periodo de análisis, habiendo variado entre un 15.60% que corresponde al mínimo observado en el año 2011 y un 21.40% valor máximo observado en el año 1995. El porcentaje de empleo temporal ha variado desde el 19.10 % en el año 2013 hasta el 28.01% en el año 2016 con un valor medio igual al 24.01%. Finalmente, en el mismo subgrupo, si se observa el número de horas trabajadas anualmente, el número medio se sitúa en un valor de 1727.07 horas anuales siendo el mínimo y el máximo igual a 1690.20 en el año 2017 y 1.764 horas en el año 2002, respectivamente.

Si se analiza la distribución de ocupados por categoría profesional se observa que la categoría correspondiente a agricultura, forestal y pesca es la que cuenta con un menor valor medio,  $581.20 \cdot 10^3$  trabajadores, con un valor máximo en el año 1995 de  $844.30 \cdot 10^3$  trabajadores y un mínimo de  $438.60 \cdot 10^3$  en 2102. Analizando la Figura 2.14 se observa que esta categoría es la que presenta un menor porcentaje en el total de ocupados a lo largo de todo el periodo de análisis, observándose una tendencia decreciente excepto a partir del año 2012, año en el que comienza un ligero ascenso. La categoría que presenta un mayor valor medio corresponde a servicios y ventas con una media de  $2970.66 \cdot 10^3$ , el mínimo corresponde al año 1995 con un valor de  $1747.40 \cdot 10^3$  trabajadores mientras el máximo de ocupados es de  $4121.40 \cdot 10^3$  trabajadores y se observa en el año 2017. Un aspecto relevante en esta categoría es el hecho que presenta el mayor número de ocupados desde el año 2008.

En cuanto a los ocupados por sector, se observa que el sector servicios es el que agrupa a un mayor número de trabajadores con un valor medio de  $11770.50 \cdot 10^3$ , el mínimo en la serie corresponde al año 1995 (Figura 2.9) con un valor de  $7585.50 \cdot 10^3$  trabajadores mientras el máximo se observa en el año 2017 con un total de  $14229.60 \cdot 10^3$  trabajadores. El número de trabajadores en este sector presenta una tendencia creciente en el periodo analizado habiendo llegado a representar un 75% del total de ocupados. El segundo sector que agrupa un mayor número de trabajadores es la industria con un valor medio de  $2645.28 \cdot 10^3$  trabajadores, el máximo de trabajadores en este sector se observa en el año 2008 con un valor de  $3236.68 \cdot 10^3$  mientras el mínimo,  $2209.00 \cdot 10^3$ , corresponde al año 1995. Los dos sectores que agrupan un menor número de trabajadores corresponden

a la construcción y la agricultura con un número medio de trabajadores de  $1412.89 \cdot 10^3$  y  $881.28 \cdot 10^3$ , respectivamente. En cuanto a la agricultura, el número de trabajadores ha sufrido un descenso desde el año 1995, año en el que se observa el valor máximo,  $1037.10 \cdot 10^3$  hasta el año 2014 en el cual se observa el mínimo de  $735.85 \cdot 10^3$  trabajadores. A partir de 2014 se observa una ligera recuperación en el número de trabajadores en el sector. Por último, en el sector de la construcción el número medio de trabajadores ha sido de  $1412.89 \cdot 10^3$  con un mínimo de  $903.90 \cdot 10^3$  trabajadores en el año 1995 y valor máximo de  $2167.03 \cdot 10^3$  trabajadores en el año 2007, año a partir del cual se inicia una tendencia decreciente en el número de trabajadores del sector con una ligera recuperación a partir del 2014. Si se analiza la variabilidad en los diferentes sectores se observa, a partir del CV, que el sector con una mayor variabilidad en el número de ocupados en el periodo analizado ha sido el sector de la construcción (28.20) mientras que la industria es la que ha presentado una menor variabilidad (9.52%).

En cuanto al PIB per cápita, el valor medio del mismo es igual a 19910.00 € con un valor mínimo de 11800.00 € en el año 1995 y un máximo de 24970.00 € en 2017. Finalmente, analizando la tasa de desempleo se observa un mínimo en el año 2007 con un valor de 8.20% y un máximo del 26.10% en el año 2012 siendo el valor medio de la serie temporal de 16.88%

#### 4.1.2.-Estudio descriptivo de los principales indicadores de salud ocupacional

En la Tabla 4.3 se exponen los principales estadísticos correspondientes a los indicadores de salud ocupacional utilizados en el estudio.

**Tabla 4.3.- Principales estadísticos de los indicadores de salud ocupacional**

| Indicador       | Media   | Desviación Típica | Coefficiente de Variación (%) | Mínimo  | Máximo  | Rango   |
|-----------------|---------|-------------------|-------------------------------|---------|---------|---------|
| DMB             | 25.31   | 3.30              | 13.05%                        | 21.74   | 31.13   | 9.39    |
| II              | 5290.28 | 1624.42           | 30.71%                        | 2948.95 | 7558.43 | 4609.48 |
| II <sub>M</sub> | 6.29    | 2.59              | 41.17%                        | 3.26    | 10.14   | 6.88    |
| IG              | 0.77    | 0.14              | 17.88%                        | 0.52    | 0.98    | 0.46    |
| IF              | 31.64   | 8.61              | 27.20%                        | 18.64   | 43.73   | 25.09   |

En la Tabla 4.3 se muestra que la *DMB* en el periodo analizado ha sido de 25.31 días con un mínimo de 21.74 días correspondiente al año 2008 y un máximo de 31.13 en el año 2017 (Figura 2.28). En el caso del *II* el valor medio es igual a 5290.28 alcanzando un máximo de 7558.43 en el año 2000 y un mínimo de 2948.95 en 2012 tal como se puede observar en la Figura 2.22. En el caso del *II<sub>M</sub>* el valor medio es igual a 6.29 con un mínimo igual a 3.26 en el año 2012 y un máximo de 10.14 en 1997. En general, este

índice muestra una tendencia decreciente con un ligero ascenso a partir del año 2012. Respecto al *IG* el mínimo es de 0.52 que corresponde al año 2012 y el máximo de 0.98 en el año 1999 tal y como se puede observar en la Figura 2.26, siendo el valor medio de 0.77. Por último, el valor medio del *IF* es de 31.64 con un mínimo de 18.64 en el año 2012 y un máximo de 43.73 en el año 2000 como se aprecia en la Figura 2.24. Si se comparan las evoluciones del *II* y del *IF* se observa que el comportamiento de las dos series temporales es muy similar con un máximo en el año 2000, año a partir del cual se observa una tendencia decreciente hasta el año 2012. A partir del año 2012, en ambas series, se inicia un periodo donde los valores de ambos indicadores empiezan a aumentar ligeramente.

#### **4.2.- Análisis de tendencias y detección de puntos de ruptura en la evolución temporal de indicadores de salud ocupacional en España en el periodo 1995-2017**

El análisis de tendencias y la identificación de puntos de ruptura (o punto de cambio) en la evolución de series temporales relacionadas con indicadores de salud ocupacional es una herramienta que permite determinar si cambios en aspectos tales como el ciclo económico (expansión, recesión, crisis) o estructurales (participación de cada sector productivo en el empleo, la composición del mercado laboral, etc.) han podido influir en el comportamiento de estos indicadores (Carnero y Pedregal, 2013, Gallego et al. 2020). En este contexto, el presente apartado muestra los resultados del análisis de tendencias y detección de puntos de ruptura en los principales indicadores de salud ocupacional mediante la aplicación de regresión “joinpoint”. Como se ha presentado en el Capítulo previo, los modelos de regresión “joinpoint” permiten analizar la evolución de las tendencias y puntos de ruptura de manera más precisa que, por ejemplo, un análisis meramente cualitativo de la serie temporal. El procedimiento permite tanto la identificación del año o años en que se producen cambios significativos en la tendencia como la estimación del aumento o disminución observados en cada intervalo identificado a partir del *PCA*.

En la obtención de los modelos correspondientes a los diferentes indicadores de salud ocupacional considerados en el estudio se ha fijado un número máximo de puntos de cambio de 4 y el mínimo número de datos en la tendencia lineal en los extremos de 5 con el objetivo de reducir la posibilidad de tendencias que sean simplemente el resultado de una fluctuación aleatoria en los datos (Cayuela et al. 2016). El objetivo es encontrar el modelo más simple que se ajuste a los datos mediante mínimos cuadrados y estimando posteriormente su significación estadística mediante permutaciones de Monte Carlo y corrección de Bonferroni.

La Figura 4.1 muestra la evolución de los indicadores y el ajuste obtenido utilizando la regresión “joinpoint” y los datos del Capítulo 2 para los indicadores  $II$ ,  $II_M$ ,  $DMB$ ,  $IF$  e  $IG$ .

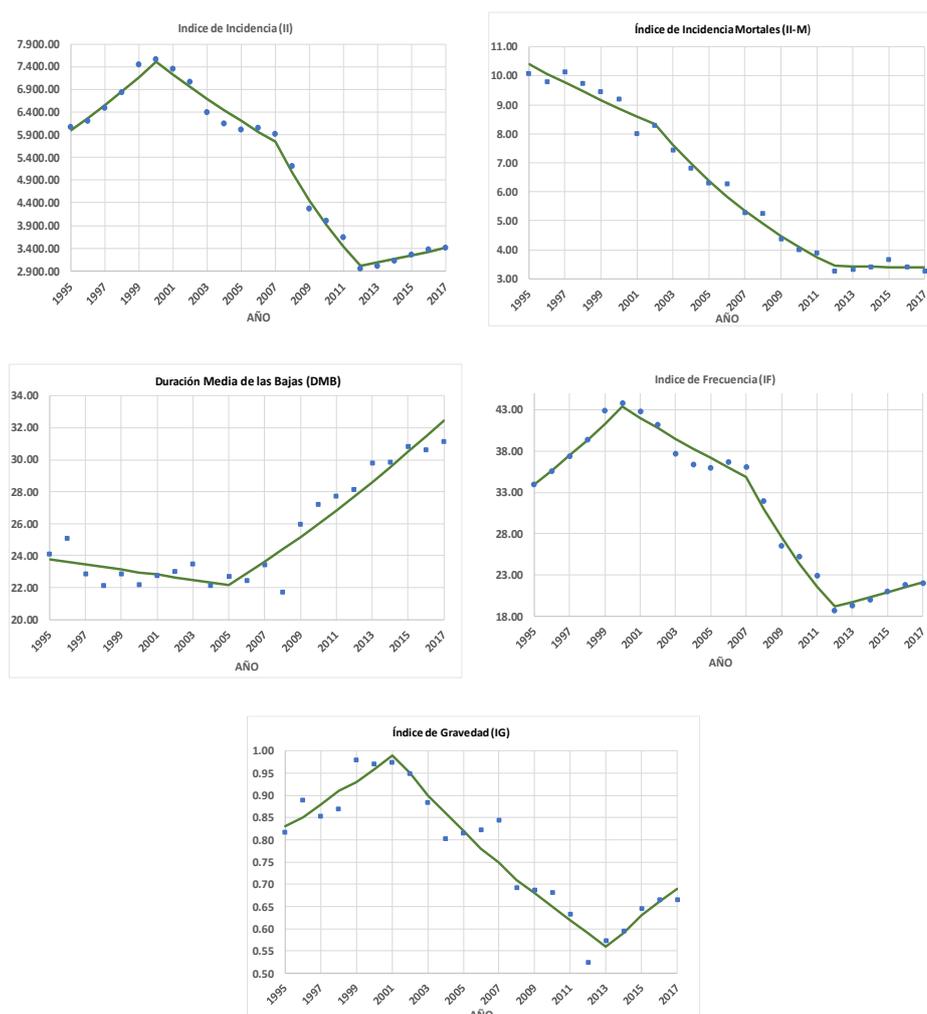


Figura 4.1.- Evolución de los índices seleccionados y puntos de ruptura estimados

En la Figura 4.1 se observa un comportamiento diferente para los índices analizados y el modelo final ajustado. Si se analizan la evolución del *II* y del *IF*, se estiman tres puntos de cambio correspondientes a los años 2000, 2007 y 2012. En el caso de *DMB* únicamente se observa un punto de cambio correspondiente al año 2006.

La regresión permite tanto la identificación del punto en el que se produce un cambio significativo en la tendencia como estimar el aumento o decremento observado en cada intervalo identificado. Así, en la Tabla 4.4 se muestra el año en el que se estima un cambio en la tendencia, así como el *PCA* en los diferentes segmentos temporales de tendencia obtenidos con los modelos de regresión “joinpoint”.

**Tabla 4.4.- Estimaciones de análisis en puntos de unión de II, IF y DMB en España, 1995-2017**

| AÑO             | 1ª etapa                 |      |      |      |      |      |      | 2ª etapa            |             |      |      |      | 3ª etapa              |      |      |      | 4ª etapa                   |      |      |      |      |                |      |  |  |  |
|-----------------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|---------------------|-------------|------|------|------|-----------------------|------|------|------|----------------------------|------|------|------|------|----------------|------|--|--|--|
|                 | 1995<br>(1)              | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002                | 2003<br>(2) | 2004 | 2005 | 2006 | 2007<br>(3)           | 2008 | 2009 | 2010 | 2011<br>(4)                | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016           | 2017 |  |  |  |
| II              | 4.58 *                   |      |      |      |      |      |      | -3.74 *             |             |      |      |      | -12.09 *              |      |      |      | 2.46 *                     |      |      |      |      |                |      |  |  |  |
| II <sub>M</sub> | -3.13 *                  |      |      |      |      |      |      | -8.47 *             |             |      |      |      | -0.21                 |      |      |      |                            |      |      |      |      |                |      |  |  |  |
| DMB             | -0.69                    |      |      |      |      |      |      | -8.47 *             |             |      |      |      | 3.23 *                |      |      |      |                            |      |      |      |      |                |      |  |  |  |
| IF              | 5.01 *                   |      |      |      |      |      |      | -3.06 *             |             |      |      |      | -11.29 *              |      |      |      | 2.83 *                     |      |      |      |      |                |      |  |  |  |
| IG              | 3.38 *                   |      |      |      |      |      |      | -2.91 *             |             |      |      |      | -6.88 *               |      |      |      | 4.35 *                     |      |      |      |      |                |      |  |  |  |
| *               | Nivel significación 0.05 |      |      |      |      |      |      | Tendencia creciente |             |      |      |      | Tendencia decreciente |      |      |      | Tendencia no significativa |      |      |      |      | ● Punto cambio |      |  |  |  |

Como se puede observar en la Tabla 4.4, se han identificado los años de diferentes Leyes y Reales Decretos aprobadas o modificadas durante el período analizado, en concreto:

- (1) Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- (2) RD 1273/2003 por el que se regula la cobertura de las contingencias profesionales de los trabajadores incluidos en el RETA, y la ampliación de la prestación por IT para los trabajadores por cuenta propia.
- (3) Ley 20/2007, reguladora del trabajo autónomo (amplía cobertura AT y EP a mayores de 30 años).
- (4) Ley 27/2011 de 1 de agosto, sobre actualización, adecuación y modernización del sistema de Seguridad Social. Ley 28/2011 de 22 de septiembre, por la que se procede a la integración del Régimen Especial Agrario de la Seguridad Social en el Régimen General de la Seguridad Social. RD 1620/2011 de 14 de noviembre, por el que se regula la relación laboral de carácter especial del servicio del hogar familiar.

Si se analiza el comportamiento del *II*, se observan tres puntos de cambio correspondientes a los años 2000, 2007 y 2012. Así, tras una primera etapa donde se observa una tendencia creciente, con un valor del *PCA* de 4.58%, se detecta en el año 2000 un punto de cambio. A partir del año 2000 y hasta el 2012 la tendencia en el *II* ha sido decreciente con un *PCA* que ha variado desde -3.74% en el periodo 2001-2006 a alcanzar un valor de -12.09% en el periodo 2008-2011. Finalmente, a partir del año 2012 se observa, de nuevo, una tendencia creciente con un valor del *PCA* del 2.46 %.

La evolución del  $II_M$ , presenta dos puntos de cambio correspondientes a los años 2002 y 2012. Hasta el año 2012 el  $II_M$  presenta una tendencia decreciente con un cambio en el  $PCA$  del -3.13% en el primer periodo (1995-2001) y del -8.47% en el segundo periodo (2003-2011). A partir del año 2012 no se observa una tendencia significativa.

En el caso de  $DMB$  se observa un único punto de cambio correspondiente al año 2005. En el periodo comprendido entre 1995 y 2005 no se observa una tendencia estadísticamente significativa. Sin embargo, a partir del año 2005 se observa una tendencia creciente con un valor del  $PCA$  de 3.23%.

Finalmente, el  $IG$  presenta un comportamiento muy similar al  $II$ . Los puntos de cambio (2000, 2007 y 2012) coinciden con los previamente estimados para el  $II$  y las tendencias observadas para los diferentes tramos son también similares a las del  $II$  con valores del  $PCA$  ligeramente inferiores. Este comportamiento resulta lógico si se analiza la definición del  $IG$  el cual depende del  $IF$  (con comportamiento análogo al  $II$ ) y del  $DMB$ .

En cuanto a los efectos de los diferentes cambios normativos y el comportamiento de los indicadores de salud ocupacional, parece que la Ley 31/1995 PRL tuvo un impacto positivo en el  $II$  y en el  $IG$  tras un primer periodo de adaptación de las empresas. Así, se observa un cambio en la tendencia de dichos índices a partir del año 2000, con un  $PCA$  más pronunciado a partir del año 2007, coincidiendo con la crisis económica y la promulgación de la Ley Reguladora de Trabajo Autónomo.

Respecto a las Leyes 27/2011 y 28/2011 y el RD 1620/2011 relativas a la modernización del sistema de SS y a la integración del Régimen Especial Agrario y el Servicio del Hogar Familiar, se observa que su implantación coincide con un periodo de empeoramiento en la tendencia de todos los indicadores a partir del año 2012, en mayor medida sobre la tendencia positiva en el  $II$  y el  $IG$ . Sin embargo, no hay que perder de vista la relación existente entre crecimiento/decrecimiento económico y los indicadores de accidentes ocupacionales, dado el comportamiento procíclico de dichos índices con la economía.

Teniendo en cuenta la relación entre los índices de salud ocupacional y las componentes del riesgo, se puede concluir lo siguiente tras el análisis de la evolución de dichos índices. Existe una tendencia clara en la disminución del  $RI$  a lo largo de la serie temporal, relacionado con el  $II_M$ , consecuencia de una cultura preventiva que ha conseguido disminuir la incidencia de los accidentes mortales, aunque existe un estancamiento que coincide con el cambio en el comportamiento del PIB a partir del 2013. Algo parecido sucede con el  $RS$ , relacionado con el  $IG$ , que a partir del año 2000 inicia una tendencia a la baja importante, aunque menos significativa que la del  $RI$ . Sin embargo, esta tendencia se ve truncada en 2013, a partir de donde empieza a crecer de manera significativa, coincidiendo con la implementación de la reforma normativa introducida en 2011. De comparar dicho  $IG$  con el  $II$  se observa un gran paralelismo entre el incremento en la probabilidad de los accidentes y el  $RS$ , que se agrava para este último en la medida que los costes sociales, representados por la  $DMB$ , aumentan significativamente desde el año 2006.

Como se observa a partir de los resultados obtenidos, la regresión “joinpoint” puede ser una herramienta factible para identificar tendencias en los indicadores de salud ocupacional. Aunque el procedimiento no permite la prevención de accidentes ocupacionales, puede ser útil comprender cómo los cambios legislativos, económicos y estructurales han influido en la evolución de los indicadores de salud ocupacional. Por ejemplo, después de analizar la evolución en el número medio de días perdidos por caso de accidente laboral (*DMB*), se observa una tendencia al alza en el período 2009-2011, que puede estar relacionada con la recesión económica. Sin embargo, no hubo una tendencia estadísticamente significativa en los otros períodos analizados. Cuando se analiza la evolución de *II* e *IF*, muestran dos periodos con una tendencia creciente estadísticamente significativa observada, que coincide con el comienzo de la recuperación económica después de un período de recesión (años 1995 y 2012).

#### **4.3.- Análisis del efecto de factores económicos y estructurales en el comportamiento de indicadores de salud ocupacional.**

La seguridad ocupacional se ve afectada, como se ha descrito en el Capítulo 2, no sólo por factores de tipo interno de una determinada organización o empresa, como el clima de seguridad o el sistema de gestión de SSL, sino también por otros factores externos entre los que se puede incluir los ciclos económicos o los cambios legislativos relativos a la salud ocupacional. Así, resulta de interés analizar la relación existente entre el comportamiento de los indicadores de salud ocupacional y diferentes variables explicativas ligadas a aspectos tales como el mercado de trabajo, la estructura productiva, las condiciones de empleo, las condiciones individuales o los cambios legislativos.

En los siguientes apartados se muestran los resultados obtenidos en la aplicación de diferentes técnicas de regresión que permiten analizar dichas relaciones.

##### ***4.3.1.- Estudio del efecto en el índice de incidencia del producto interior bruto y los cambios en la legislación de salud laboral mediante un modelo GLM***

En la literatura se han presentado diferentes trabajos que analizan la relación entre variables económicas y los indicadores de salud ocupacional. Así, por ejemplo (Boone et al. 2011, Livanos y Zangelidis, 2013) sugieren la existencia de relación entre la tasa de accidentes ocupacionales y la economía. Otro aspecto de interés estudiado en la literatura es el análisis del efecto de los cambios regulatorios en la protección de los trabajadores y, por tanto, en la evolución de los indicadores (Shapiro, 2000). En este contexto, se plantea el análisis de forma conjunta del efecto de la evolución económica, valorada a partir del PIB, y de los cambios regulatorios en la evolución del *II*. Con este objetivo, se ajustó un GLM incluyendo factores predictivos (variables explicativas) que pretenden capturar:

- a) el efecto del tiempo cronológico,
- b) el efecto económico en base al PIB per cápita y
- c) el efecto de los cambios normativos en el periodo de análisis (1995-2017).

En cuanto a los cambios normativos, se pretende analizar el efecto de la Ley 53/2002 y el RD 1273/2003 y el efecto de la EESST 2007-2012. Posteriormente, se promulgó la EESST 2015-2020 con la finalidad de seguir avanzando en la reducción de los AT y EP. No obstante, esta estrategia no ha sido considerada en el modelo, puesto que el estudio se extiende hasta 2017 y se considera que no se dispone del histórico necesario para evaluar su efecto en el *II*.

En la Tabla 4.5 se muestra las variables explicativas incluidas en el estudio.

**Tabla 4.5.- Variables incluidas en el modelo de regresión GLM**

| Subgrupo    | Variable       | Descripción                                |
|-------------|----------------|--|
| PIB         | PIB per cápita | Producto interior bruto per cápita (Euros) |
|             | $\tau$         | Año <sub>i</sub> -1995                     |
| Legislación | RD             | Efecto RD 1273/2003 (dummy 0/1)            |
|             | EESST          | Efecto EESST 2007-2012 (dummy 0/1)         |

El ajuste del modelo se ha obtenido mediante la librería de R “MASS” (Venables et al., 2013) que contiene funciones para el ajuste de modelos de regresión generalizados.

En general, el *II* sigue una distribución de Poisson, por ello, en una primera aproximación se seleccionó un modelo de regresión de Poisson. Al ajustar el modelo se obtiene una devianza residual igual a  $D= 657.76$  ( $gdl=18$ ). Si el cociente de la devianza y los grados de libertad es igual a 1 se cumple la propiedad de equidispersión,  $Var(II)=E(II)$ , si es mayor que 1 indica la presencia de sobredispersión y si es menor que 1 indica infradispersión. En este caso el cociente da un valor de 36.56 lo que indica sobredispersión, es decir, varianza mayor que la media.

Con el objetivo de solucionar la presencia de sobredispersión se ajusta un modelo de regresión binomial negativo con enlace logarítmico y selección stepwise. En la Tabla 4.6 se muestran los resultados obtenidos. Como se observa en la tabla, la cual incluye los valores estimados de los coeficientes  $\beta_i$ , la desviación típica y el p-valor, el modelo final obtenido incluye todas las variables explicativas, puesto que el p-valor es menor de 0.05 siendo el que presenta un menor valor del *AIC* y, por tanto, un mejor ajuste.

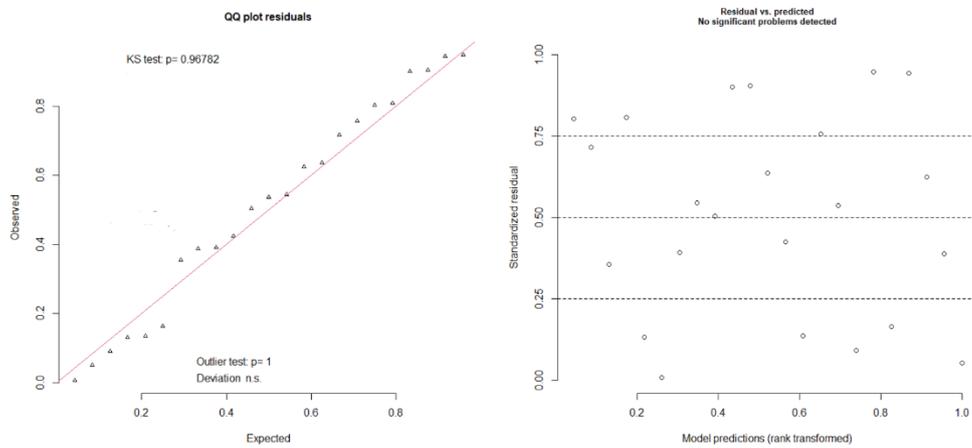
**Tabla 4.6.- Resultados del modelo de regresión binomial negativo**

| Variable     | Estimación | Desviación<br>Típica | z      | p-valor  |
|--------------|------------|----------------------|--------|----------|
| Constante    | 1.065E+02  | 1.642e+01            | 6.490  | 8.57e-11 |
| $\tau$       | -4.941E-02 | 8.276e-03            | -5.971 | 2.36e-09 |
| PIB          | 6.977E-05  | 1.227e-05            | 5.688  | 1.28e-08 |
| RD 1273/2003 | -2.807E-01 | 7.557e-02            | -3.715 | 0.000203 |
| EESST        | -2.743E-01 | 6.446e-02            | -4.255 | 2.09e-05 |

Los valores de la devianza explicada y la devianza nula son, respectivamente, 435.650 y 23.009, siendo el valor de  $D^2= 0.947$  por lo que el modelo explica aproximadamente el 94.7% de la variabilidad del  $II$ .

El estadístico devianza, bajo las hipótesis del modelo correcto, sigue una distribución chi-cuadrado con 22 grados de libertad. El valor del estadístico es de 23.009, que evaluando el cociente D/gdl se obtiene un valor de 1.046 observando como el modelo binomial negativo resuelve el problema de sobredispersión.

Como paso previo a la interpretación del modelo, se realiza el diagnóstico de este con el objetivo de analizar si el modelo ajustado representa de forma adecuada los datos. Existen diferentes métodos para realizar el diagnóstico del modelo. Así, en la regresión lineal, el diagnóstico se centra en verificar la normalidad y la homocedasticidad de los residuos. Sin embargo, los GLM tienen diferentes supuestos, por lo que el diagnóstico debe ser diferente. Por ejemplo, los residuos ya no son normales, por lo que no es necesario verificar la normalidad. Como alternativa, existen otras posibles opciones, la prueba de Kolmogorov-Smirnov que permite medir el grado de ajuste que existe entre la distribución de los datos y la distribución teórica específica. El test de hipótesis, en este caso de aplicación, consiste en considerar como hipótesis nula un modelo de error binomial negativo. El resultado que se obtiene se muestra en la Figura 4.2. En dicha figura se puede observar que el p-valor=0.96782 es mayor que el nivel de significación de 0.05, por lo que no existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, por lo que la distribución binomial negativa es adecuada para este conjunto de datos. Asimismo, se puede observar analizando el panel derecho, donde se muestra los residuos versus las predicciones, que no se detectan problemas importantes en el comportamiento de los residuos.



**Figura 4.2.- Resultados del test de Kolmogorov-Smirnov**

Otra alternativa para la realización de la validación del modelo es la extensión de la noción de residuo a todas las distribuciones que pueden sustituir a la normal. Con este objetivo, tal como se presentó en el Capítulo 3, se definen, entre otros, los residuos devianza (deviance). En la Figura 4.3 se muestran los gráficos de diagnóstico de los residuos deviance. El gráfico de la parte superior representa el gráfico QQ normal de los residuos deviance estandarizados. Las dos figuras de la parte inferior muestran los gráficos de Cook con el objetivo de detectar las observaciones con una gran influencia en el modelo. La distancia de Cook mide el cambio que se produce en los coeficientes de regresión al eliminar cada observación de la ecuación. Valores elevados de la distancia de Cook indican que la observación tiene un peso elevado en la estimación del modelo de regresión. Como se observa en la Figura 4.3, se aprecia un punto de influencia que corresponde en la observación 14 que corresponde al año 2008.

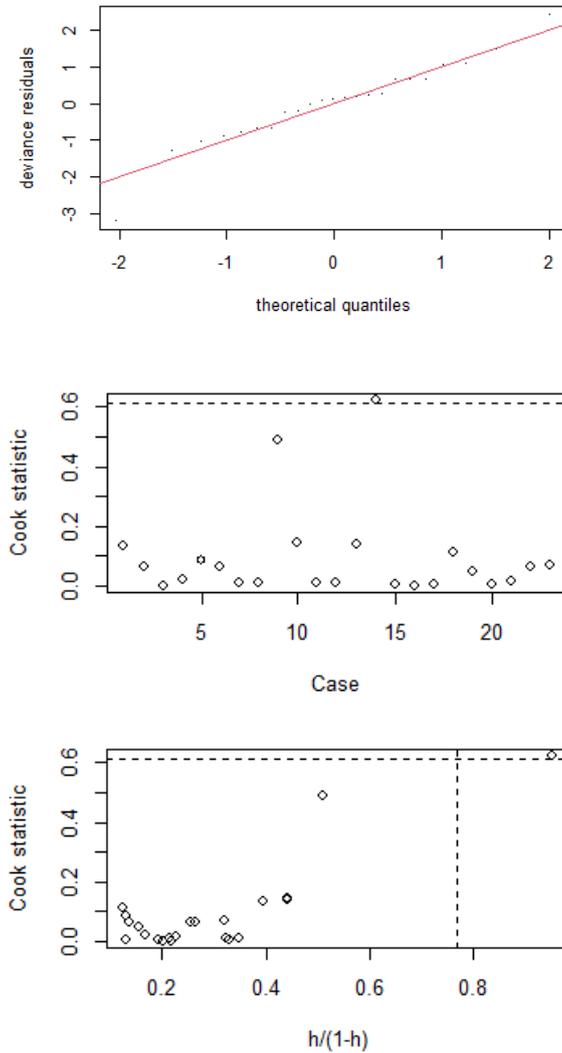


Figura 4.3.- Gráfico de los residuos deviance y de Hook del GLM ajustado

En cuanto a la interpretación del modelo, la ecuación final del modelo de regresión viene dada por:

$$\hat{\Pi} = e^{1.065E2-4.941E-2\tau+6.977E-5\text{PIB}-2.807E-1\text{RD2003}-2.743E-1\text{EESST}} \quad (4.1)$$

donde los coeficientes de regresión tienen un efecto multiplicativo.

A nivel interpretativo, analizando la Tabla 4.6 se observa que un aumento en la variable relacionada con el tiempo cronológico,  $\tau$ , produce una disminución en el valor esperado del  $II$ , es decir, durante el periodo analizado ha habido una mejora en las condiciones de seguridad puesto que la tendencia general del  $II$  ha sido negativa independientemente de determinados incrementos puntuales debidos al comportamiento de otras variables explicativas introducidas en el modelo como, por ejemplo, el  $PIB$ . En el caso de las variables dummy definidas (RD 1273/2003 y EESST) se observa que tanto el RD 1273/2003 como la EESST parecen haber tenido un impacto positivo sobre el  $II$  implicando una disminución en el mismo. Sin embargo, un aumento en el PIB produce un incremento en la variable dependiente. Este último resultado es coherente con las conclusiones obtenidas en estudios previos realizados en España (Martorell et al., 2016) y en otros países (Chang et al., 2018). Este resultado podría ser debido a que incrementos del PIB están correlacionados con un aumento de las horas trabajadas aspecto que se vería reflejado en el  $IF$ . Por tanto, resultaría necesario estudiar la relación entre las diferentes variables explicativas y el  $IF$ . No obstante, si se analiza el resultado del estudio en el apartado 4.2 (Tabla 4.4), se observa que el  $II$  y el  $IF$  siguen la misma tendencia cíclica en los periodos de expansión y recesión económica (relacionados con el PIB), por lo que se podría concluir que efectivamente existe un incremento en la siniestralidad que no es sólo causa directa del incremento de la exposición del trabajador en número de horas. Por lo tanto, esta relación directa entre el PIB y el  $II$  sugiere la necesidad de adoptar medidas adicionales para la protección de los trabajadores en periodos de expansión económica.

#### ***4.3.2.- Estudio del efecto en el índice de incidencia de factores relativos a la estructura productiva mediante un modelo aditivo generalizado (GAM)***

Como se ha presentado en el apartado anterior, el tiempo cronológico y los ciclos económicos parecen tener una influencia sobre el comportamiento del  $II$ . No obstante, existen otras variables que también pueden influir en su comportamiento, por ejemplo, las condiciones de empleo. Entre las diferentes variables incluidas en las condiciones de empleo se pretende analizar la relación entre el  $II$  y su variación en función de la variación en el porcentaje de autónomos, de empleados contratados temporalmente y a tiempo parcial. En este apartado se analiza la relación entre las variables mencionadas y el  $II$  mediante un modelo GAM. La Tabla 4.7 muestra las variables explicativas consideradas en el análisis.

Tabla 4.7.- Variables incluidas en el modelo de regresión GAM

| Tipo      | Variable        | Description                                   |
|-----------|-----------------|---|
| Económica | PIB per cápita  | Producto interior Bruto per cápita ( $10^6$ ) |
| Tiempo    | $\tau$          | Año <sub>i</sub> -1995                        |
| Trabajo   | Autónomos       | Porcentaje de autónomos (%)                   |
|           | Empleo temporal | Empleados contratados temporalmente (%)       |
|           | Tiempo parcial  | Empleados contratados a tiempo parcial (%)    |

A diferencia del GLM, el modelo GAM permite incorporar formas no lineales, mediante el uso de funciones suaves, de las variables explicativas. Se asume que los valores observados son de alguna distribución perteneciente a la familia exponencial y el valor medio de la variable está relacionado con las variables explicativas a través de una función enlace.

La medida de bondad de ajuste que se utiliza en los modelos GAM es el AIC o la Validación Cruzada Generalizada (GCV, por sus siglas en inglés – Generalized Cross Validation). El GCV es una medida específica para este tipo de modelos y se utiliza en la estimación de la curva de suavizado asociada con las variables explicativas. Tanto en el caso del AIC como del GCV cuanto menor es el valor obtenido mejor es el modelo.

Ambos criterios se utilizan para comparar el modelo lineal y el suavizado y seleccionar el mejor. Una vez seleccionado el modelo se analizan los residuos para obtener un análisis diagnóstico del modelo en condiciones similares a los modelos lineales y bajo los supuestos de independencia, normalidad y homogeneidad.

Se analizan diferentes casos, comparando el modelo lineal y el modelo suavizado y comparando los términos de suavizado y analizando si se pueden eliminar algún término presente en el modelo. Los modelos se han obtenido utilizando diferentes variables de las presentadas en la Tabla 4.1 y la librería de R “mgcv” (Wood, 2011), que contiene funciones para ajustar modelos aditivos generalizados y permite una selección automática de las variables explicativas con una aproximación basada en un término de penalización. La librería permite estimar el parámetro de suavizado mediante GCV por el criterio de estimador de riesgo insesgado (UBRE Unbiased Risk Estimator), o mediante máxima verosimilitud restringida (REML por sus siglas en inglés). Las funciones base seleccionadas son de tipo spline y se ha limitado el valor de la dimensión de la base utilizada,  $k$ , para representar el término de suavizado a 5, dado el reducido tamaño de muestra, con el objetivo de asegurar que  $n \cdot k < p$ . Respecto al parámetro de suavizado, se ha estimado mediante REML con el objetivo de evitar problemas de sobreajuste. La familia seleccionada para la variable respuesta, al igual que en el caso de aplicación anterior, es Poisson. En caso de observar presencia de sobredispersión se seleccionará la familia binomial negativa.

En la Tabla 4.8 y la Tabla 4.9 se muestran los resultados del primer modelo de regresión GAM ajustado. En dicha tabla se observa que la variable *Tiempo parcial* no resulta

significativa por lo que se ha procedido a ajustar un nuevo modelo eliminando dicha variable cuyos resultados se muestran en la Tabla 4.10 y Tabla 4.11.

**Tabla 4.8.- Resultados del modelo de regresión GAM. Coeficientes paramétricos**

| Variable  | Estimación | Desviación típica | Z   | Pr(> z ) |
|-----------|------------|-------------------|-----|----------|
| Constante | 8.523      | 0.003022          | 282 | <2E-16   |

**Tabla 4.9.- Resultados del modelo de regresión GAM. Términos suavizados del modelo**

| 9                 | edf     | Ref.df | Chi.sq | p-value  |
|-------------------|---------|--------|--------|----------|
| s( $\tau$ )       | 2.587   | 4      | 334.02 | <2E-16   |
| s(Tiempo parcial) | 1.15E-5 | 4      | 0.00   | 0.731    |
| s(PIB)            | 2.489   | 4      | 44.29  | 2.31E-12 |
| s(Autónomos)      | 2.635   | 4      | 24.98  | 4.9E-7   |
| s(Temporal)       | 3.658   | 4      | 37.86  | 1.15E-9  |

**Tabla 4.10.- Resultados del modelo de regresión GAM eliminada la variable *Tiempo parcial*. Término paramétrico**

| Variable  | Estimación | Desviación Típica | Z   | Pr(> z ) |
|-----------|------------|-------------------|-----|----------|
| Constante | 8.523      | 0.003022          | 282 | <2E-16   |

**Tabla 4.11.- Resultados del modelo de regresión GAM eliminada la variable *Tiempo parcial*. Términos suavizados del modelo**

| Término           | edf   | Ref.df | Chi.sq   | p-value |
|-------------------|-------|--------|----------|---------|
| s( $\tau$ )       | 2.839 | 4      | 1077.575 | <2E-16  |
| s(Tiempo parcial) | 1.769 | 4      | 24.944   | 1.16E-7 |
| s(PIB)            | 3.588 | 4      | 349.860  | <2E-16  |
| s(Autónomos)      | 0.783 | 4      | 3.603    | 0.0152  |

En la Tabla 4.11 se observa que el edf es menor a 1 en el caso de la variable *Autónomos*, por lo que puede ser modelizada paramétricamente obteniendo el modelo final que se muestra en la Tabla 4.12.

**Tabla 4.12.- Resultados del modelo de regresión GAM final. Coeficientes paramétricos**

| Variable  | Estimación | Desviación típica | z      | Pr(> z ) |
|-----------|------------|-------------------|--------|----------|
| Constante | 8.523      | 0.003022          | 282    | <2E-16   |
| Autónomos | -0.059     | 0.020283          | -2.921 | 0.00349  |

**Tabla 4.13.- Resultados del modelo de regresión GAM final. Términos suavizados del modelo**

| Término           | edf   | Ref.df | Chi.sq  | p-value |
|-------------------|-------|--------|---------|---------|
| s( $\tau$ )       | 3.451 | 4      | 1988.44 | <2E-16  |
| s(Tiempo parcial) | 1.753 | 4      | 18.54   | 5.96E-6 |
| s(PIB)            | 3.496 | 4      | 331.31  | <2E-16  |

El valor de  $R^2$  ajustado del modelo final es igual a 0.996 y la devianza explicada de 99.7%. No se ha observado problemas de sobredispersión dado que el parámetro de escala es igual a 1.

Al contrario que el modelo lineal o el GLM, el GAM no estima coeficientes de regresión en los términos no paramétricos. En el caso de los GAM es necesario explorar visualmente los efectos de las variables explicativas, es decir, se realizan las estimaciones no paramétricas y se analizan dichas relaciones a partir de los gráficos parciales. En la Figura 4.4 se muestran las funciones de suavizado y el término paramétrico correspondiente a la variable *Autónomos*. En dicha figura se muestran las funciones suavizadas para el modelo ajustado de las variables. Las marcas de graduación en el eje x son puntos de datos observados. El eje y representa la función spline que se escribe como  $s(x, df)$ , siendo  $x$  el predictor univariante y  $df$  el grado de libertad equivalente al objetivo, utilizado como parámetro de suavizado 7.75. El área sombreada indica límites de confianza del 95%.

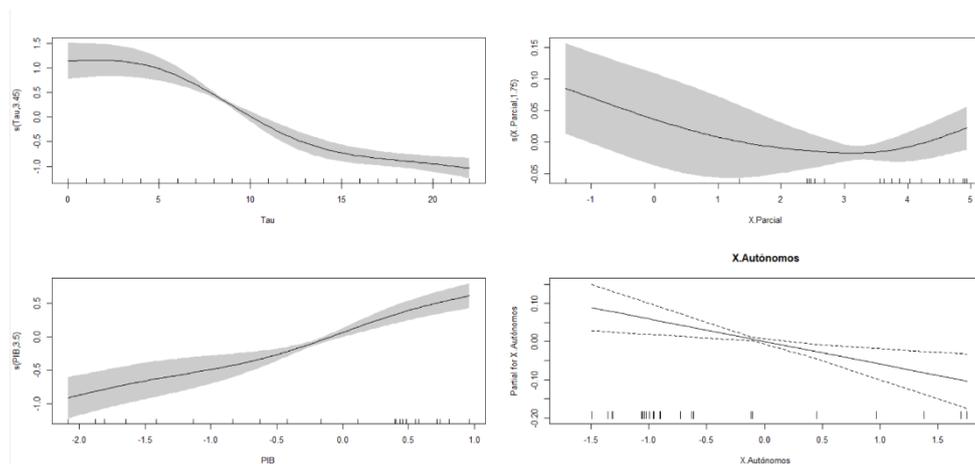


Figura 4.4.- Términos de suavizado y paramétrico del modelo final ajustado

En los gráficos de suavizado si la pendiente de la forma funcional es positiva, las covariables (por ejemplo, *PIB*) se relacionan positivamente con las variables dependientes (*II* en este caso), o viceversa. Como se observa en la Figura 4.4 las conclusiones obtenidas con respecto al tiempo cronológico y el *PIB* per cápita son coherentes con los resultados obtenidos con el modelo lineal generalizado observándose una mejora en el *II* desde el año 1995, año de inicio del análisis, y una relación directa entre dicho indicador y el *PIB*. Así se observa una tendencia decreciente en el *II* a lo largo del tiempo, representado por  $\tau$ , existiendo una primera etapa en la que esta tendencia es más suave, habiéndose mantenido prácticamente constante en los primeros 5 años. Posteriormente, empieza a decrecer el *II* de una forma significativa hasta los últimos años en que la tendencia es más suave. En cuanto al *PIB* se observa una relación

directa con el *II* comportamiento ya observado en el estudio presentado en la sección anterior. Por otro lado, existe una relación lineal inversa entre el porcentaje de autónomos y el *II*. Finalmente, en relación a las variables explicativas Autónomos y Tiempo parcial, existe una relación lineal inversa entre el porcentaje de autónomos y el *II* mientras que la relación de la variable Tiempo Parcial con el *II* es no lineal deduciéndose que para valores del número de trabajadores a tiempo parcial inferiores a  $2.340 \cdot 10^3$  existe una relación inversa entre las dos variables, sin embargo para valores superiores la relación es directa aumentando el *II* cuando aumenta la variable Tiempo Parcial.

El modelo final obtenido se puede formular como:

$$\log(II) = 8.523 + s(\tau) + s(PIB) + s(Tiempo\ parcial) - 0.059 \cdot Autónomos \quad (4.2)$$

En la Figura 4.5 se muestran los valores observados vs los predichos con el modelo GAM obtenido.

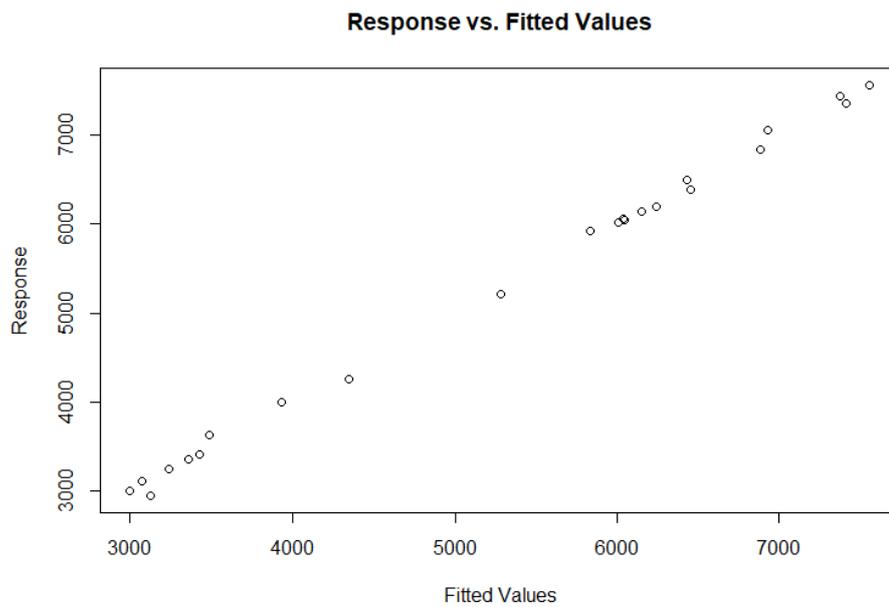


Figura 4.5.- Datos observados (Response) del *II* vs valores predichos (Fitted values) por el GAM

#### **4.3.3.- Estudio del efecto en índices de salud laboral de las variables relacionadas con el mercado de trabajo, la estructura productiva, las condiciones de empleo y las condiciones individuales mediante modelos de regresión Lasso, Elastic Net y AdaLasso**

Esta sección presenta los resultados obtenidos de la aplicación de los métodos de regresión con regularización Lasso, Elastic Net y AdaLasso, presentados en Capítulo 3, para construir los modelos de regresión para tres índices de salud ocupacional *II*, *DMB* e *IG*. La selección de estos indicadores se ha realizado en base a su relación con el riesgo y sus componentes. Así, el *II* y la *DMB* son, respectivamente, una medida de la frecuencia de ocurrencia de los accidentes ocupacionales y del daño, mientras el *IG* representa el riesgo. El objetivo es analizar la relación entre estos indicadores y diferentes variables explicativas relacionadas con el mercado de trabajo, la estructura productiva y las características personales.

El proceso de estimación de los coeficientes de las variables de entrada para cada índice de salud ocupacional se ha desarrollado utilizando la librería en R “glmnet” (Hastie y Tibshirani, 2008) utilizando los datos presentados en el Capítulo 2.

Como paso previo a la obtención de los modelos de regresión, con el objetivo de eliminar la tendencia que se advierte en las diferentes series anuales incluidas en el estudio y que pudieran dar lugar a relaciones espúreas, se han tomado diferencias de primer orden.

En esta aplicación, el número de variables explicativas,  $p$ , es igual a veintiséis excluyendo la intersección, y el número de observaciones,  $n$ , es veintidós. Para la construcción del modelo Elastic Net se probaron tres valores de un rango de valores de  $\alpha$  (0.25, 0.5 y 0.75) y finalmente se seleccionó un valor de  $\alpha = 0.5$  dando igual peso a la regresión Ridge y Lasso, valor con el que se obtuvo el menor valor del error en este caso de aplicación. El modelo obtenido aprovecha la capacidad de la regresión Ridge para tratar variables explicativas que presentan multicolinealidad y permite la selección de variables del modelo Lasso. El parámetro  $\lambda$  óptimo se determinó en base al valor del BIC. La Tabla 4.14 muestra los coeficientes estimados en los diferentes modelos de regresión. La Figura 4.6, la Figura 4.7 y la Figura 4.8 muestran la misma información gráficamente, donde se puede observar claramente los coeficientes con un valor absoluto más alto y si la relación con los indicadores de salud ocupacional es positiva o negativa. La Tabla 4.14 muestra que los tres métodos Lasso (L), Elastic Net (E) y AdaLasso (A) reducen significativamente la dimensionalidad del problema en todos los casos analizados. La reducción en la dimensionalidad se marca, sobre todo, en los modelos de regresión de la tasa de crecimiento anual de *DMB*, en los que no son significativas más de seis variables del conjunto original de veintiséis.

La Tabla 4.15 presenta los valores del BIC. De acuerdo con el BIC, el modelo que mejor ajusta el *II* y la *DMB* es el AdaLasso mientras que el mejor modelo en el caso del *IG* es el Elastic Net.

Se realizó un análisis de los residuos para verificar su normalidad y homocedasticidad. En todos los casos se observó que los residuos se distribuyen aproximadamente normalmente y la varianza es constante.

En las siguientes subsecciones se discuten los resultados obtenidos para las variables que muestran una correlación significativa con la tasa de crecimiento anual de los diferentes indicadores de salud ocupacional analizados.

**Tabla 4.14.- Coeficientes de Lasso, Elastic Net y AdaLasso estimados para cada índice de salud ocupacional y factor de entrada basado en accidentes laborales ocurridos en España en el período 1995-2017**

| N  | Variable*  | Duración Media de las Bajas |             |           | Índice Incidencia |             |           | Índice Gravedad |             |           |
|----|--|-----------------------------|-------------|-----------|-------------------|-------------|-----------|-----------------|-------------|-----------|
|    |  | Lasso                       | Elastic Net | AdaLasso  | Lasso             | Elastic Net | AdaLasso  | Lasso           | Elastic Net | AdaLasso  |
|    | Constante  | 3.08E-02                    | 1.67E-02    | 3.38E-02  | 8.70E-03          | 1.69E-02    | 3.07E-02  | 2.15E-02        | 3.06E-02    | 4.15E-02  |
| 1  | Empleo total Mujeres                                       |                             |             |           | -8.57E-01         | -8.40E-01   | -1.33E+00 | -1.17E+00       | -1.21E+00   | -2.47E+00 |
| 2  | Empleo total Hombres                                       |                             |             |           |                   |             |           |                 |             |           |
| 3  | De 16 a 24 años  | 1.92E-01                    |             | 2.13E-01  |                   | 1.49E-01    |           | 5.57E-01        | 5.39E-01    | 1.10E+00  |
| 4  | De 25 a 49 años (10 <sup>3</sup> )                         |                             |             |           | -5.86E-01         | -2.99E-01   |           | -2.36E-01       | -5.07E-01   |           |
| 5  | 50 años o más  |                             |             |           | -1.05E+00         | -1.09E+00   | -1.21E+00 | -2.50E-01       | -6.10E-01   |           |
| 6  | Menos que primaria (niveles 0-2)                           |                             |             |           | 5.03E-02          | 2.93E-02    | 4.22E-02  | 7.58E-02        | 4.84E-02    | 5.20E-02  |
| 7  | Secundaria (niveles 3-4)                                   |                             | -1.30E-03   |           |                   | 3.89E-04    |           | -7.92E-03       |             |           |
| 8  | Educación superior (niveles 5-8)                           |                             |             |           |                   | 1.19E-02    |           |                 | 9.74E-03    |           |
| 9  | Tiempo parcial (%)   |                             |             |           | 3.19E-02          | 2.11E-02    | 2.75E-02  | 6.40E-02        | 5.00E-02    | 4.97E-02  |
| 10 | Cuenta propia / autónomos                                  |                             |             |           | -9.50E-04         | -8.73E-04   | -7.28E-04 | -6.52E-04       | -5.06E-04   | -2.06E-04 |
| 11 | Contrato temporal (%)                                      | -1.17E-02                   | -3.78E-03   | -9.36E-03 | -4.07E-03         | 2.52E-01    | 4.72E-01  | -3.46E-02       | -2.02E-02   | -2.30E-02 |
| 12 | Horas trabajadas   | 2.39E+00                    |             | 3.25E+00  | 1.92E-01          | 2.52E-01    | 4.72E-01  | 5.37E+00        | 4.68E+00    | 6.95E+00  |
| 13 | Gerentes   |                             |             |           | -2.84E-02         | -1.83E-02   |           |                 | -7.75E-02   |           |
| 14 | Profesionales  | -1.24E-02                   |             |           |                   | 8.75E-02    |           |                 | 1.77E-02    | 2.27E-01  |
| 15 | Técnicos y profesionales asociados                         |                             |             |           | 1.70E-01          | 1.46E-01    | 1.71E-01  |                 |             |           |
| 16 | Trabajadores de servicios y ventas                         |                             |             |           |                   | -1.15E-02   |           | -3.33E-01       | -2.47E-01   | -1.57E-01 |
| 17 | Trabajadores agrícolas, forestales y pesqueros calificados | 1.61E-01                    |             | 1.57E-01  | -9.90E-02         | -2.83E-01   |           | 6.46E-01        |             |           |
| 18 | Trabajadores artesanales y afines                          |                             |             |           | -3.99E-01         | -2.35E-01   |           | -7.28E-01       | -4.91E-01   | -3.98E-01 |
| 19 | Operadores y ensambladores de plantas y máquinas           |                             | -4.98E-02   |           | 4.22E-01          | 3.42E-01    | 4.69E-01  | 3.50E-01        | 3.41E-01    | 5.60E-01  |
| 20 | Ocupaciones elementales                                    |                             |             |           |                   |             |           |                 |             |           |
| 21 | Agricultura  |                             |             |           | -5.86E-01         | -3.65E-01   | -4.57E-01 | -1.87E+00       | -1.08E+00   | -1.46E+00 |
| 22 | Industria  | -1.02E+00                   | -4.70E-01   | -1.11E+00 |                   |             |           | -1.48E+00       | -1.13E+00   | -1.63E+00 |
| 23 | Construcción   |                             |             |           | 2.39E-01          | 1.04E-01    | 1.86E-01  | 7.13E-02        | 1.59E-01    |           |
| 24 | Servicios  |                             |             |           |                   |             |           |                 |             |           |
| 25 | Producto interno bruto per cápita                          |                             |             |           | -2.77E-02         | -9.29E-02   |           |                 | 2.63E-01    | 3.92E-01  |
| 26 | Tasa desempleo (%)   |                             |             |           | -1.37E-02         | -1.21E-02   | -5.18E-03 | -2.47E-02       | -1.51E-02   | -4.61E-03 |

\* Tasas de crecimiento anual t-1

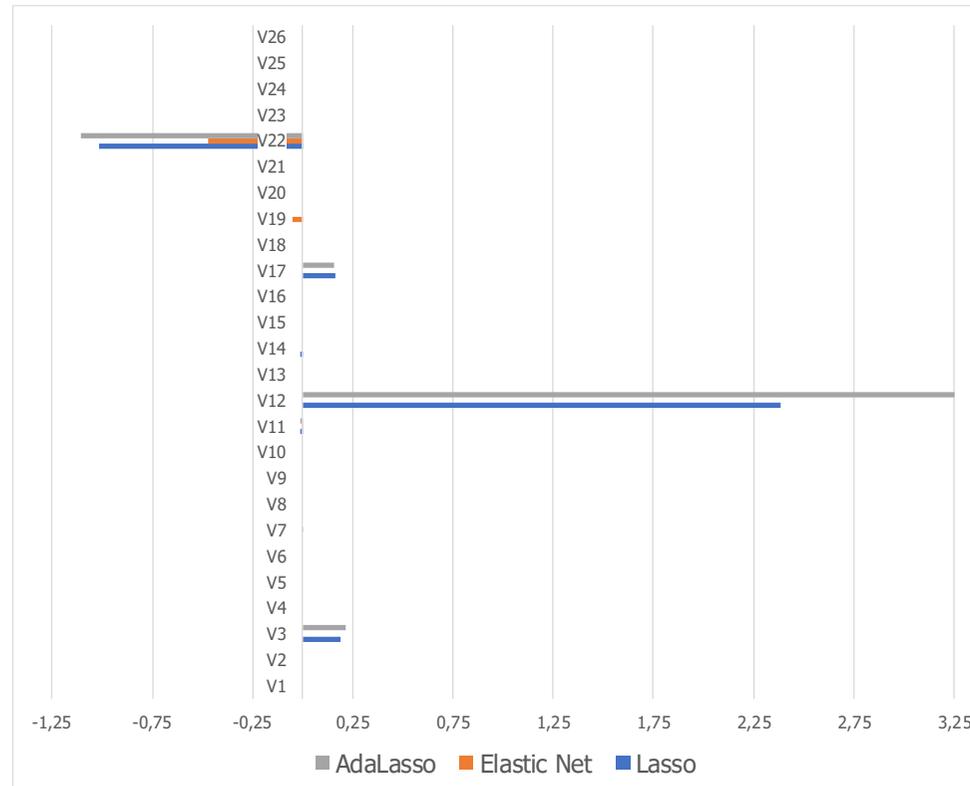


Figura 4.6.- Coeficientes estimados utilizando los métodos de regresión Lasso, Elastic Net y AdaLasso para la *DMB* en España en el período 1995-2017

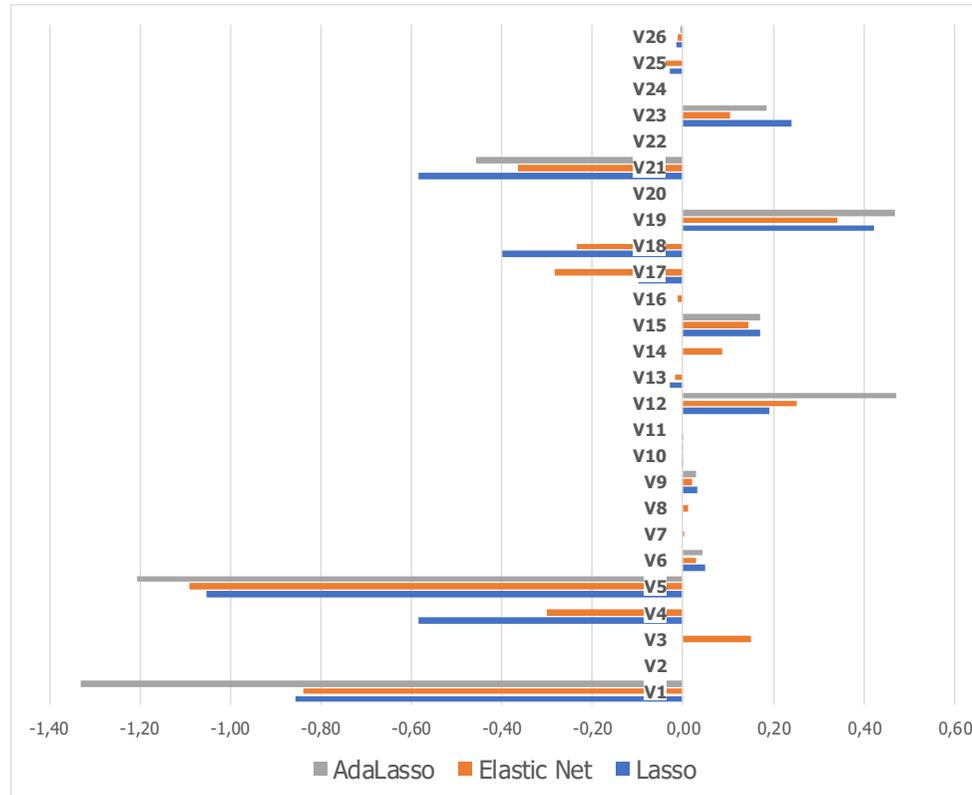


Figura 4.7.- Coeficientes estimados utilizando los métodos de regresión Lasso, Elastic Net y AdaLasso para el *II* en España en el período 1995-2017

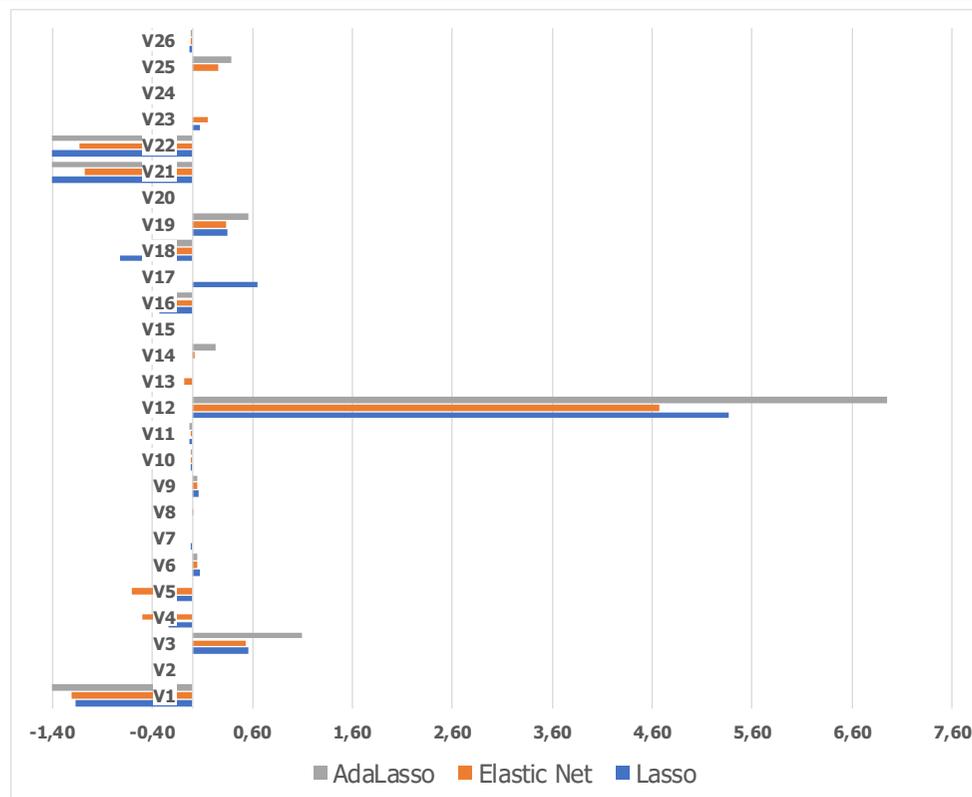


Figura 4.8.- Coeficientes estimados utilizando métodos de regresión Lasso, Elastic Net y AdaLasso para IG en España en el período 1995-2017

**Tabla 4.15.- Criterios de información bayesiana (BIC) obtenidos para los diferentes modelos de regresión**

|             | Índice de Incidencia<br>(II) | Duración Media Bajas<br>(DMB) | Índice de Gravedad<br>(IG) |
|-------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Lasso       | -45.8                        | -52.4                         | -43.2                      |
| Elastic Net | -142.6                       | -141.3                        | -149.3                     |
| AdaLasso    | -162.2                       | -148.9                        | -138.12                    |

#### 4.3.3.1.- Tasa de crecimiento anual de Duración Media de Las Bajas

En el subgrupo "Edad", existe una relación moderada pero positiva entre la tasa de crecimiento anual del *DMB* y la tasa de crecimiento anual del número de empleados en el rango de edad de 16 a 24 años (V3) de acuerdo con los modelos de regresión Lasso y AdaLasso. Dentro del subgrupo "Educación", solo el método Elastic Net muestra una relación negativa débil con la tasa de crecimiento anual del empleo con niveles de educación 3-4 (V7). Dentro del subgrupo "Trabajo", los tres métodos de regresión detectan una relación negativa débil con la tasa de crecimiento anual del empleo temporal (V11). Además, dentro del mismo subgrupo, los métodos Lasso y AdaLasso exponen una relación positiva y fuerte con la tasa de crecimiento anual de la cantidad de horas trabajadas por año (V12).

En el subgrupo "Categoría", existe una relación positiva moderada entre la tasa de crecimiento anual de *DMB* y la tasa de crecimiento anual de trabajadores agrícolas, forestales y pesqueros calificados (V17) según Lasso y AdaLasso. La regresión de Lasso exhibe una relación negativa débil con la tasa de crecimiento de los profesionales (V14). Además, la regresión de Elastic Net concluye una relación negativa débil con la tasa de crecimiento de "Operadores y ensambladores de plantas y máquinas" (V19). Dentro del subgrupo "Sector", los tres métodos de regresión manifiestan una relación negativa y fuerte entre la tasa de crecimiento anual de *DMB* y la tasa de crecimiento anual de las empresas en el sector "Industria" (V22).

Respecto al PIB (V25) y la Tasa de desempleo (V26), en ninguno de los tres modelos de regresión se detecta una relación significativa entre dichos factores y la *DMB*.

#### 4.3.3.2.- Tasa de crecimiento anual del Índice de Incidencia

En lo que respecta a la tasa de crecimiento anual del *II*, se observa que, en general, en la mayoría de los subgrupos existe al menos una variable que participa en los modelos de regresión, con una correlación positiva o negativa. Esto significa que, aparentemente, en los tres modelos de regresión, todos los subgrupos son significativos para explicar la evolución de la tasa de crecimiento anual de la tasa de incidencia. Esta conclusión general debe analizarse con más detalle.

Dentro del subgrupo "Género", existe una relación negativa y fuerte entre la tasa de crecimiento anual del *II* y la tasa de crecimiento anual de mujeres empleadas (V1) según los tres modelos de regresión. En el subgrupo "Edad", existe una relación negativa y fuerte con la tasa de crecimiento anual del número de trabajadores en el grupo de 50 años o más (V5) de acuerdo con los tres modelos también, siendo similar para el subgrupo 25-49 años (V4) según los modelos Lasso y Elastic Net únicamente. Por el contrario, el método Elastic Net es el único que muestra una relación positiva moderada con la tasa de crecimiento anual del número de empleados del grupo de edad de 16 a 24 años (V3). Dentro del subgrupo "Educación", existe una relación positiva y moderada con la tasa de crecimiento anual del número de empleados con educación inferior a primaria (niveles 0-2) (V6) de acuerdo con todos los modelos de regresión. Dentro del subgrupo "Trabajo", todos los métodos muestran una relación positiva y fuerte con la tasa de crecimiento anual de horas trabajadas (V12) y una relación positiva pero moderada con la tasa de crecimiento anual del empleo a tiempo parcial (V9). Además, los tres modelos muestran una relación negativa débil con la tasa de crecimiento anual del trabajo por cuenta propia (V10). Solo el modelo Lasso presenta una relación negativa débil con la tasa de crecimiento anual del empleo temporal (V11).

Dentro del subgrupo "Categoría", los tres modelos de regresión exhiben una relación positiva y fuerte con la tasa de crecimiento anual del número de contratos para técnicos y profesionales asociados (V15) y una relación positiva y fuerte con la tasa de crecimiento anual de los operadores de plantas, máquinas y ensamblajes (V19). Además, los modelos de regresión Lasso y Elastic Net exponen una relación negativa y fuerte con la tasa de crecimiento anual del número de trabajadores agrícolas, forestales y pesqueros calificados (V17) y una relación negativa y fuerte con la tasa de crecimiento anual de los trabajadores artesanales y afines (V18). Ambos también manifiestan una relación negativa pero débil con la tasa de crecimiento anual de los gerentes (V13). El modelo Elastic Net es el único que señala una relación positiva pero moderada con la tasa de crecimiento anual de los profesionales (V14). Dentro del subgrupo "Sector", los tres modelos de regresión manifiestan una relación positiva y fuerte con la tasa de crecimiento anual del número de contratos en el sector de la construcción (V23) y una relación negativa y fuerte con la tasa de crecimiento anual de los contratos en el sector agricultura (V21).

En conclusión, los tres modelos de regresión indican una relación negativa y moderada con la tasa de crecimiento anual del desempleo (V26). Los modelos de regresión Lasso y Elastic Net establecen una relación igualmente negativa pero débil con la tasa de crecimiento anual del PIB per cápita (V25).

#### *4.3.3.3.- Tasa de crecimiento anual del Índice de Gravedad*

En lo que respecta a la tasa de crecimiento anual del *IG*, se observa que, en general, este indicador de salud ocupacional se comporta cualitativamente de forma similar al indicador *IF* para la mayoría de los subgrupos. Esto significa que, aparentemente, en los tres modelos de regresión, todos los subgrupos son significativos para explicar la evolución de la tasa de crecimiento anual de la tasa de gravedad. Esta conclusión se analiza a continuación con más detalle de forma cuantitativa en los siguientes párrafos.

En el subgrupo "sexo", se detecta una relación negativa y fuerte entre la tasa de crecimiento anual de *IG* y la tasa de crecimiento anual de la mujer empleada (V1) según los tres modelos de regresión. En el subgrupo "Edad", se advierte una relación negativa moderada con la tasa de crecimiento anual del número de trabajadores en el subgrupo de 50 años o más (V5) y en el subgrupo de 25-49 años (V4) en los modelos Lasso y Elastic Net. Por el contrario, los tres modelos de regresión demuestran una relación positiva y fuerte con la tasa de crecimiento anual del número de empleados del grupo de edad de 16 a 24 años (V3). Dentro del subgrupo "Educación", existe una relación positiva y débil con la tasa de crecimiento anual del número de empleados con educación inferior a primaria (niveles 0-2) (V6) de acuerdo con los tres modelos de regresión. Dentro del subgrupo "Trabajo", todos los modelos exponen una relación positiva y fuerte con la tasa de crecimiento anual de horas trabajadas (V12) y una relación positiva pero débil con la tasa de crecimiento anual del empleo a tiempo parcial (V9). Por el contrario, los tres modelos presentan una relación negativa pero débil con la tasa de crecimiento anual del trabajo por cuenta propia (V10) y la tasa de crecimiento anual del empleo temporal (V11).

En el caso del subgrupo "Categoría", los tres modelos de regresión indican una relación positiva y moderada con la tasa de crecimiento anual del número de contratos para los operadores de planta y máquinas y ensamblajes (V19). Además, los tres modelos señalan una relación negativa y moderada con la tasa de crecimiento anual de los trabajadores artesanales y afines (V18) y con la tasa de crecimiento anual de los trabajadores de servicios y ventas (V16). El modelo AdaLasso es el único que manifiesta una relación positiva y moderada con la tasa de crecimiento anual de los trabajadores profesionales (V14). Dentro del subgrupo "Sector", los tres modelos de regresión muestran una relación negativa y fuerte con la tasa de crecimiento anual del número de contratos en el sector agrícola (V21) y la industria (V22). Por el contrario, los modelos Lasso y Elastic Net exhiben una relación positiva y moderada con la tasa de crecimiento anual del número de contratos en el sector de la construcción (V23).

En conclusión, los tres modelos de regresión patentizan una relación negativa y débil con la tasa de crecimiento anual del desempleo (V26). Los modelos de regresión Elastic Net y AdaLasso muestran una relación igualmente positiva y moderada con la tasa de crecimiento anual del PIB per cápita (V25).



# 5.- Conclusiones y aportaciones

El análisis de la evolución de accidentes laborales es un tema de relevancia para la sociedad puesto que permite estudiar el impacto de las políticas de PRL, en sus diferentes niveles macro, meso y micro, sobre la disminución de la siniestralidad laboral y la necesidad de mejorar o buscar políticas alternativas que puedan requerir cambios legislativos. En la actualidad existen un número significativo de artículos en la literatura que analizan los efectos de la regulación sobre la salud ocupacional (Saphiro, 2000). Muchos de estos trabajos utilizan modelos econométricos que intentan explicar la tendencia en la evolución de principales indicadores de salud laboral en función de variables económicas, por ejemplo, (Livanos y Zangelidis, 2013) sugieren una relación entre la tasa de accidentes y la evolución económica de un país. Asimismo, existen otros factores que pueden incidir sobre la evolución de los índices de siniestralidad laboral, tal como se ha puesto de manifiesto en el Capítulo 1, cuyo análisis permite una mejor comprensión y encontrar una explicación sobre las causas que están detrás de una determinada evolución de la siniestralidad laboral, lo que a su vez debería mejorar la toma de decisiones sobre las políticas preventivas más adecuadas para contrarrestar dichas causas a diferentes niveles.

En esta investigación se han utilizado diferentes herramientas de análisis estadístico para, en primer lugar, estudiar el comportamiento de los indicadores de salud ocupacional en España en el periodo en estudio y, en segundo lugar, analizar la relación entre dicho comportamiento y la evolución de diferentes variables explicativas. Para ello, en el Capítulo 2 se presenta la normativa que es de aplicación, así como los datos de las series históricas relativas a los indicadores de salud ocupacional y las diferentes variables

explicativas. En el Capítulo 3 se exponen los fundamentos de los métodos y herramientas estadísticas utilizadas y en el Capítulo 4 se muestran los resultados de su aplicación al estudio del histórico de datos citado. En este Capítulo 5, se exponen las conclusiones más destacadas encontradas en dichos estudios, así como las aportaciones más relevantes fruto del trabajo de esta Tesis Doctoral.

## **5.1.- Conclusiones**

El trabajo realizado en esta Tesis se ha enfocado en encontrar relaciones causa-efecto entre índices de siniestralidad laboral y variables relacionadas con el desarrollo normativo, el mercado de trabajo, la estructura productiva, las condiciones de empleo y las condiciones individuales, entre otras, para el caso de España y en el periodo 1995-2017. Los estudios realizados han servido para extraer lecciones que faciliten una mejor planificación de las acciones preventivas. En este sentido, se han utilizado diferentes modelos y herramientas estadísticas para formular esta relación de forma explícita y analizar la evolución de los indicadores de salud ocupacional en función de las variables explicativas más significativas. Asimismo, se han presentado los fundamentos de la relación entre los componentes del riesgo y los principales indicadores, dicha relación podría ser utilizada para la toma de decisiones informada dentro de un contexto de gestión basada en el riesgo.

A continuación, se detallan los resultados más relevantes obtenidos en los diferentes estudios realizados.

En primer lugar, en el apartado 4.2 se ha aplicado el método de regresión “joinpoint” al análisis de tendencias y estimación de puntos de ruptura en la evolución de indicadores de salud ocupacional de forma globalizada en los sectores de agricultura, servicios, industria y construcción. El método ha sido útil para comprender las tendencias de estos indicadores y analizar cómo los cambios económicos y reglamentarios influyen en los mismos.

En el estudio se muestra que durante el período considerado (1995-2017), el  $II_M$  presenta una tendencia decreciente, salvo en el periodo de expansión posterior a la gran recesión económica en España (2012-2017), donde se mantiene aproximadamente constante. Con estos resultados, se concluye que se han mejorado las condiciones de protección de los trabajadores en relación con dichos accidentes mortales con las políticas y estrategias implantadas tras la promulgación de la LPRL.

Sin embargo, el análisis de la evolución de los  $II$  e  $IF$  muestra un comportamiento cíclico, probablemente relacionado con los ciclos económicos vividos en España en ese período. Esta tendencia también se observó para el  $IG$ . En ambos indicadores se han detectado tres puntos de ruptura en los años 2000, 2007 y 2012. En el período 2007-2012 destaca una disminución importante de dichos indicadores. El inicio de este período coincide con los primeros años de la crisis económica en España y el lanzamiento de la EESST. A

partir del año 2012 existe una tendencia creciente en el comportamiento de los indicadores coincidiendo con la recuperación económica en España. Por tanto, a la vista de estos resultados, no se puede concluir de manera categórica y con carácter general el efecto de mejora que las políticas y estrategias implantadas habrían traído sobre las condiciones de salud en el trabajo.

En cambio, la tendencia en la *DMB* es diferente. No hubo una tendencia estadísticamente significativa en el período 2000-2006, observando desde 2006, un aumento en la *DMB*, vinculada probable y directamente con el cambio introducido primero con el RD 1273/2003 y posteriormente con la Ley 20/2007.

Teniendo en cuenta la relación entre los índices de salud ocupacional y los componentes del riesgo, se concluye lo siguiente tras el análisis de la evolución de dichos índices. Existe una tendencia clara en la disminución del *RI* a lo largo de la serie temporal, consecuencia de una cultura preventiva que ha conseguido disminuir la incidencia de los accidentes mortales, aunque existe un estancamiento que coincide con el cambio en el comportamiento del PIB a partir del año 2013. Algo parecido sucede con el *RS*, relacionado con el *IG*, que a partir del año 2000 inicia una tendencia a la baja importante, aunque menos significativa que la del *RI*. Esta tendencia se ve truncada en 2013, donde empieza a crecer de manera significativa y que coincide con la implementación de la reforma normativa introducida en 2011. De la comparación del *IG* con el *II* destaca un gran paralelismo entre el incremento en la probabilidad de los accidentes y el *RS*, que se agrava para este último en la medida en que los costes sociales aumentan significativamente desde el año 2006, representados por la *DMB*.

En el apartado 4.3 se ha analizado el efecto de la evolución de los factores económicos, de mercado de trabajo y de estructura productiva sobre el comportamiento de los indicadores, mediante diferentes modelos de regresión, en concreto, GLM, GAM, Lasso, Elastic Net y AdaLasso.

En el apartado 4.3.1 se utiliza el modelo GLM para el análisis del comportamiento del *II* frente a la evolución del PIB en el periodo de estudio. Como conclusiones más destacadas de dicho estudio se ratifica la naturaleza cíclica del *II* y su relación significativa y directa con el PIB. Por otro lado, dicho análisis también pone de manifiesto que el *II* ha mejorado, es decir, disminuye con el tiempo cronológico, lo que concluye que, independientemente de los ciclos económicos y cualquier otro factor causal que pueda afectar de manera puntual, las políticas y estrategias adoptadas hasta la fecha han permitido mejorar las condiciones de salud ocupacional, puesto que han traído consigo una disminución progresiva del *II*, con carácter general.

Dado que el GLM puede presentar problemas de sesgo y sobredispersión, como ha quedado indicado en el apartado 3.5.2, se ha implementado un modelo de regresión flexible, el GAM para analizar la tendencia del *II* en el apartado 4.3.2 apreciándose de nuevo una relación directa y positiva, aunque no lineal, entre el crecimiento de dicho índice y el crecimiento del PIB. En este sentido, se ha detectado que existe una tendencia

monótona decreciente del *II* en el período analizado, lo que permite ratificar la conclusión de que las políticas y estrategias incorporadas desde 1995 han traído consigo una mejora del *II* y, por consiguiente, de las condiciones de salud ocupacional. Además, los resultados del mismo estudio permiten concluir que la contratación temporal no ha afectado significativamente al *II*, pero que el aumento porcentual de trabajadores autónomos con contingencias cubiertas y de trabajadores con contrato a tiempo parcial disminuyen el *II*. Por contra, ello no permite concluir categóricamente que esto conlleva una mejora de la seguridad laboral, puesto que, en el caso particular de los trabajadores a tiempo parcial, el *II* no considera el hecho de que éstos tienen un menor tiempo de exposición al riesgo. Por lo que es necesario acudir al análisis de otros indicadores, tales como el *IF* o el *IG*, que capturan el efecto de las horas de exposición al riesgo, para finalizar de manera más adecuada sobre el efecto de dichos factores.

En el apartado 4.3.3 se ha analizado la relación entre tres indicadores de salud ocupacional (*II*, *DMB*, *IG*) y variables explicativas relativas al mercado laboral, la estructura productiva y la economía utilizando modelos de regresión que utilizan técnicas de regularización, en concreto, regresión Lasso, Elastic Net y AdaLasso. Estos métodos permiten abordar dos problemas comunes en este tipo de análisis: un número mayor de variables explicativas que de observaciones y la presencia de multicolinealidad.

A continuación, se resumen más detalladamente las conclusiones que se han podido extraer acerca del impacto de los diferentes factores sobre los tres índices, considerando para ello el grupo al que pertenecen.

El género tiene incidencia sobre el *II* y el *IG*, pero no sobre la *DMB*, disminuyendo los primeros cuando aumenta el porcentaje de mujeres en el mercado laboral.

En cuanto a los grupos de edad, todos los indicadores se ven afectados al alza cuando se incrementa el número de trabajadores en el grupo de edad de 16-24 años, mientras que el *II* y el *IG* disminuyen cuando incrementa el número de trabajadores en los grupos mayores de 25 años.

La educación también tiene incidencia sobre los índices, en particular, el incremento de trabajadores con nivel de estudios primarios o inferior incrementa los *II* e *IG*.

En cuanto al tipo de trabajo, el aumento de las horas trabajadas incrementa de forma significativa todos los indicadores. Por el contrario, el trabajo a tiempo parcial o la contratación temporal parece no influir significativamente en los indicadores, mientras que el trabajo autónomo incide de manera moderada disminuyendo el *II* y el *IG*.

En cuanto a las categorías profesionales, el aumento de trabajadores en las categorías de técnicos y operarios de máquinas incrementa el *II* y el *IG*, mientras que el incremento de los trabajadores agrícolas, forestales y artesanales los disminuyen.

Como ya es sabido, el sector de actividad también tiene impacto sobre los indicadores. Se puede concluir que el incremento del número de trabajadores en el sector

Construcción incrementa el *II* y el *IG*, pero no la *DMB*, mientras que el incremento de trabajadores en el sector Agricultura disminuye los primeros, pero aumenta el segundo. También destaca que el incremento de trabajadores en el sector Industria está relacionado con una disminución de la *DMB*.

Por último, en lo que se refiere a factores económicos, el incremento del *PIB* está relacionado con un aumento de los indicadores *II* e *IG*, pero no afecta a la *DMB*. Sin embargo, el crecimiento del *II* es más sensible a la disminución de la tasa de desempleo que al crecimiento del *PIB*, mientras que el del *IG* es más sensible al incremento del *PIB*.

Conviene comparar las conclusiones encontradas en este trabajo con estudios previos, pero teniendo en cuenta que la mayoría de los mismos están enfocados al análisis del *II* o el *II<sub>M</sub>* (Boone et al. 2011, Livanos y Zangelidis 2013, Fabiano et al. 2004) existiendo estudios relativos al *IG* y la *DMB* enfocados a sectores concretos como la construcción o la minería (Soltanzadeh, et al., 2017, Mirzaei. et al. 2019).

En esta Tesis los resultados encontrados para los indicadores *II* e *IG* son similares, mientras que se han encontrado resultados diferentes tanto cualitativa como cuantitativamente para el indicador *DMB*.

Así, se observa que las conclusiones obtenidas para el indicador *II* son similares a otros trabajos anteriores en lo que se refiere a los factores relacionados con los subgrupos “Género”, “Edad” y “Sector” (Fernández Muñoz et al., 2018, Bhattacharjee et al., 2003.) que muestran estos factores como relevantes en el comportamiento del *II*.

Asimismo, los resultados son consistentes con respecto a la influencia del ciclo económico en el *II*. Además, también para el *II*, este trabajo ha demostrado que el factor “Autónomos” que no ha aparecido en estudios anteriores, parece influir en el comportamiento del *II*, presentando un impacto positivo en el indicador. Con respecto al *IG*, otros estudios muestran, de manera similar a los resultados de esta tesis, que el “Genero” y la “Edad” pueden ser factores cruciales en el *IG*, por ejemplo (Soltanzadeh, et al., 2017) en Minería y Construcción.

## 5.2.- Líneas de trabajo futuro

Propuestas a trabajo futuro serían:

- a) Incluir en el análisis, variables adicionales relacionadas con aspectos no incluidos en este análisis como, por ejemplo, la exposición al riesgo en función del tipo de trabajo realizado. para permitir una mejor comprensión de las relaciones entre los indicadores de salud ocupacional y factores externos.
- b) Ampliar el estudio a la Unión Europea mediante la aplicación de metodologías espacio-temporales que permitan, por ejemplo, la identificación de agrupaciones significativas de países europeos con un comportamiento similar

en los indicadores de salud ocupacional a lo largo del tiempo así como las variables que explican dicho comportamiento.

- c) Profundizar en la relación entre los indicadores de salud ocupacional y las métricas de riesgo y sus componentes con el objetivo de desarrollar una metodología basada en el riesgo que permita la toma de decisiones en el ámbito de la salud ocupacional. Así, la estimación de riesgo proporcionada por los indicadores de salud ocupacional podría ser utilizada para evaluar el nivel de riesgo y, en consecuencia, orientar la toma de decisiones sobre las fuentes del riesgo o sus componentes reduciendo la probabilidad de ocurrencia (medidas preventivas) o limitando los daños (medidas de protección).

### **5.3.- Principales aportaciones**

La presente Tesis ha generado las aportaciones que se presentan a continuación a nivel de artículos, capítulos de libro, congresos internacionales y congresos nacionales. Para facilitar la comprensión y la relación que tienen las diferentes aportaciones realizadas con los capítulos, se presenta la Tabla 5.1, donde cada aportación se encuentra ligada al Capítulo al que se hace referencia.

**5.3.1.- Publicaciones en libros**

1. **Título:** On the use of accident indicators in risk-based management of occupational safety and health: Example of application to Spain.

**Autores:** Sánchez Galdón, Ana Isabel; Gallego Blasco, Vicente Salvador; Martorell Alsina, Salvador.

**Congreso:** Occupational Safety and Hygiene IV. CRC Press. 63. pp. 327-331. CRC Press Taylor y Francis Group, 2016.

**Lugar:** Guimaraes

**Fecha:** 23-24/03/2016

**ISBN:** 978-1-18-02942-2

2. **Título:** Joinpoint regression analysis applied to occupational health indicators: An example of application to Spain

**Autores:** Sánchez Galdón, Ana Isabel; Gallego Blasco, Vicente Salvador; Martorell Alsina, Salvador.

**Congreso:** Occupational Safety and Hygiene V. 38, 99. 209-213. CRC Press Taylor y Francis Group, 2017.

**Lugar:** Guimaraes, Portugal

**Fecha:** 10-11/04/2017

**ISBN:** 978-1-138-05761-6 (Hbk)

**ISBN:** 978-1-135-16480-9 (eBook)



7. **Título:** Trend analysis in time series of occupational health indicators in Spain from 1995 to 2015  
**Autores:** Martorell Alsina, Sebastián; Gallego Blasco, Vicente Salvador; Sánchez Galdón, Ana Isabel.  
**Congreso:** 27<sup>th</sup> European Safety and Reliability - Theory and Applications. (ESREL2017)  
**Lugar:** Portorož, Eslovenia **Fecha:** 18-22/06/2017  
Safety and Reliability Theory and Application: ESREL 2017. pp. 3093-3097. Taylor and Francis, CRC Pres
8. **Título:** Analysis of economic and structural factors on occupational accidents using a generalized linear model: Example of application to Spain  
**Autores:** Martorell Alsina, Sebastián; Gallego Blasco, Vicente Salvador; Sánchez Galdón, Ana Isabel.  
**Congreso:** European Safety and Reliability Annual Conference. ESREL2016  
**Lugar:** Glasgow, UK **Fecha:** 25-29/09/2016  
Risk, Reliability and Safety: Innovating Theory and Practice. pp. 1668-1674 CRC Pres.  
**ISBN:** 978-1-138-02997-2

**5.3.4.- Presentaciones realizadas en Congresos Nacionales**

9. **Título:** Influencia de factores estructurales y económicos sobre accidentes laborales usando un modelo generalizado. Aplicación a España

**Autores:** Gallego Blasco, Vicente Salvador; Martorell Alsina, Sebastián; Sánchez Galdón, Ana Isabel.

**Congreso:** Lean ORP conference. Gestionar Innovando en Seguridad y Salud

**Lugar:** Barcelona, España

**Fecha:** 21-22/06/2016

10. **Título:** Análisis de tendencias en series temporales de indicadores de salud ocupacional en España de 1995 a 2015

**Autores:** Gallego Blasco, Vicente Salvador; Martorell Alsina, Sebastián; Sánchez Galdón, Ana Isabel.

**Congreso:** Creando sinergias

**Lugar:** Alcoi, España

**Fecha:** 07/07/2017

**ISBN:** 978-84-946481-9-9

Tabla 5.1.- Aportaciones vs. Capítulos

| <b>Aportación</b> | <b>Capítulo II</b> | <b>Capítulo III</b> | <b>Capítulo IV</b> |
|-------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| <b>1</b>          | <b>X</b>           | <b>X</b>            | <b>X</b>           |
| <b>2</b>          | <b>X</b>           | <b>X</b>            | <b>X</b>           |
| <b>3</b>          |                    | <b>X</b>            |                    |
| <b>4</b>          |                    | <b>X</b>            | <b>X</b>           |
| <b>5</b>          |                    |                     | <b>X</b>           |
| <b>6</b>          | <b>X</b>           | <b>X</b>            | <b>X</b>           |
| <b>7</b>          |                    | <b>X</b>            | <b>X</b>           |
| <b>8</b>          | <b>X</b>           | <b>X</b>            | <b>X</b>           |
| <b>9</b>          |                    | <b>X</b>            |                    |
| <b>10</b>         |                    | <b>X</b>            | <b>X</b>           |



## 6.- Referencias

- Altunkaynak, B. A statistical study of occupational accidents in the manufacturing industry in Turkey. *International Journal of Industrial Ergonomics* 66 (2018) 101-109.
- Benavides, FG., Giráldez, M.T., Castejón, E., Catot, N., Zaplana, M., Delclós, J., Benach, J., y Gimeno, D. (2003). Análisis de los mecanismos de producción de las lesiones leves por accidentes de trabajo en la construcción en España. *Gaceta Sanitaria*, 17(5), 353-359.
- Benavides, FG., Boix, P., Rodrigo, F. y Gil, JM. Informe de salud laboral, España 2001-2010. Barcelona: CISAL-UPF, 2013.
- Bhattacharjee A., Chau N., y Sierra C.O. et al. Relationships of job and some individual characteristics to occupational injuries in employed people: a community-based study. *J Occup Health*. 2003 Nov;45(6):382-91
- BOE 311 (1978) Gobierno de España. Constitución Española.  
[https://www.boe.es/eli/es/c/1978/12/27/\(1\)/con](https://www.boe.es/eli/es/c/1978/12/27/(1)/con)
- BOE 270 (1985) Gobierno de España. Instrumento de Ratificación del Convenio número 155 de la Organización Internacional del Trabajo Sobre Seguridad y Salud de los Trabajadores y Medio Ambiente de Trabajo, adoptado en Ginebra el 22 de junio de 1981  
<https://www.boe.es/boe/dias/1985/11/11/>

- BOE 158 (1987) Gobierno de España. Instrumento de ratificación del Acta única Europea, firmada en Luxemburgo el 17 de febrero de 1986.  
<https://www.boe.es/boe/dias/1987/07/03/pdfs/A20172-20182.pdf>
- BOE 269 (1995) Gobierno de España. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.  
<https://www.boe.es/eli/es/l/1995/11/08/31/con>
- BOE 313 (2002) Gobierno de España. Ley 53/2002, de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social. pp. 46086-46191 (in spanish).  
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2002-25412>
- BOE 253 (2003). Gobierno de España. Real Decreto 1273/2003, de 10 de octubre, por el que se regula la cobertura de las contingencias profesionales de los trabajadores incluidos en el Régimen Especial de la Seguridad Social de los Trabajadores por Cuenta Propia o Autónomos, y la ampliación de la prestación por incapacidad temporal para los trabajadores por cuenta propia, pp. 37788-37792 (in spanish).  
[https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2003-19458](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2003-19458).
- BOE 166 (2007). Gobierno de España. Ley 20/2007, de 11 de julio, del Estatuto del trabajo autónomo, pp. 29964-29978 (in spanish). Retrieved from  
<https://www.boe.es/boe/dias/2007/07/12/pdfs/A29964-29978.pdf>.
- BOE 184 (2011). Gobierno de España. Ley 27/2011, de 1 de agosto, sobre actualización, adecuación y modernización del sistema de Seguridad Social, pp. pp. 87495-87544 (in spanish). Retrieved from.  
<https://www.boe.es/boe/dias/2011/08/02/pdfs/BOE-A-2011-13242.pdf>.
- BOE 229 (2011). Gobierno de España. Ley 28/2011, de 22 de septiembre, por la que se procede a la integración del Régimen Especial Agrario de la Seguridad Social en el Régimen General de la Seguridad Social, pp. 100547-100565 (in spanish).  
<http://www.empleo.gob.es/es/Guia/pdfs/pdfs/nuev/L2811.pdf>.
- BOE 277 (2011) Gobierno de España. Real Decreto 1620/2011, de 14 de noviembre, por el que se regula la relación laboral de carácter especial del servicio del hogar familiar 119046-119057 (in spanish).  
<https://www.boe.es/boe/dias/2011/11/17/pdfs/BOE-A-2011-17975.pdf>.
- BOE 176 (2018) Gobierno de España. Real Decreto 903/2018, de 20 de julio, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social. pp. 73208-73226  
<https://www.boe.es/eli/es/rd/2018/07/20/903>
- Boone, J., Van Ours, J.C., Wuellrich J.P. y Zweimuller J. 2011. Recessions are bad for workplace safety, IZA Discussion Paper Series, No. 5688.

- Carnero, M.C. y Pedregal, D.G. (2013). Ex-ante assessment of the Spanish Occupational Health and Safety Strategy (2007–2012) using a State Space framework. *Reliability Engineering and System Safety*, 110, 14–21.
- Carrillo-Castrillo et al. 2012. The Causes of Severe Accidents in the Andalusian Manufacturing Sector: The Role of Human Factors in Official Accident Investigations.
- Cayuela A, Cayuela L, Escudero-Martínez I, et al (2016) Análisis de las tendencias en la mortalidad por enfermedades cerebrovasculares en España 1980-2011, *Neurología*, vol. 31, pp. 370-378, ISSN 0213-4853,  
<https://doi.org/10.1016/j.nrl.2014.09.002>.
- Celeste, J., A. Elaine. A survey on occupational accidents' reporting and registration systems in the European Union. *Safety Science*, 42 (10) (2004), pp. 933–960
- Chan, B. 2015. *Biostatistics for Epidemiology and Public Health Using R*. Springer Publishing Company.
- Chang D., Chen Y. y Tsai Y. How injury incidence is associated with business cycles? Empirical evidence from Taiwan. *Safety Science*, Volume 110, Part A, 2018, Pages 235-248, ISSN 0925-7535, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.08.014>
- Convenio 155 OIT. Convenio sobre seguridad y salud de los trabajadores.  
[https://www.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100\\_ILO\\_CODE:C155](https://www.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_ILO_CODE:C155)
- De Leeuw, J. 1992. Introduction to Akaike (1973) Information Theory and an Extension of the Maximum Likelihood Principle. Pages 599-609 In: Kotz, S., and N.L. Johnson, editors. *Breakthroughs in Statistics Volume 1. Foundations and Basic Theory*. Springer Series in Statistics, Perspectives in Statistics. Springer-Verlag: New York.
- Dimich-Ward, H., Guernsey, J.R., Pickett, W., Rennie, D., Hartling, L., Brison, R.J., 2004. Gender differences in the occurrence of farm related injuries. *Occup. Environ. Med.* 61, 52–56.
- Directiva CEE/89/391, de 12 de junio de 1989, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo (DOCE 183 de 29 de junio de 1989, pp.1-8)  
<https://osha.europa.eu/es/legislation/directives/the-osh-framework-directive/the-osh-framework-directive-introduction>

- Directiva CEE/91/383, de 25 de junio de 1991, por la que se completan las medidas tendentes a promover la mejora de la seguridad y salud en el trabajo de los trabajadores con una relación laboral de duración determinada o de empresas de trabajo temporal (DOCE 206 de 29 de junio de 1991, pp.19-31  
[https://osha.europa.eu/es/search/directives?filter=yfilter-title=383yf%5B0%5D=field\\_date\\_of\\_directive%3A1991](https://osha.europa.eu/es/search/directives?filter=yfilter-title=383yf%5B0%5D=field_date_of_directive%3A1991)
- Directiva CEE/92/85, de 19 de octubre de 1992, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz o en período de lactancia (décima Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE) (DOCE 348 de 28 de noviembre de 1992, pp.1-8  
<https://osha.europa.eu/es/search/directives?filter=yfilter-title=92%2F85&f%5B0%5D=>
- Directiva CEE/94/33, de 22 de junio de 1994, relativa a la protección de los jóvenes en el trabajo. (DOCE 216 de 20 de agosto de 1994, pp. 12-20)  
<https://osha.europa.eu/es/legislation/directives/18>
- DO L 169 (1987) Acta Única Europea  
<http://data.europa.eu/eli/treaty/sea/sign>
- Dobson, AJ. y Barnett, AC. An Introduction to generalized linear models. Chapman y Hall / CRC. <https://doi.org/10.1002/pst.486>
- Documento 11957E/TXT Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea (Tratado de Roma) y documentos anexos  
<http://data.europa.eu/eli/treaty/teec/sign>
- Durban, M. An introduction to smoothing with penalties: P-splines. Boletín de Estadística e Investigación Operativa Vol. 25, No. 3, Octubre 2009, pp. 195-205
- EUROSTAT 2001. European Statistics on Accidents at Work (ESAW) – Methodology – 2001 Edition. Directorate-General for Employment and Social Affairs (DG EMPL), Statistical Office of the European Union (EUROSTAT), Luxembourg.
- EUROSTAT 2013. European Statistics on Accidents at Work (ESAW) – Methodology – 2001 Edition. Directorate-General for Employment and Social Affairs (DG EMPL), Statistical Office of the European Union (EUROSTAT), Luxembourg.
- EUROSTAT 2019. European Statistics on Accidents at Work (ESAW) – Methodology – 2001 Edition. Directorate-General for Employment and Social Affairs (DG EMPL), Statistical Office of the European Union (EUROSTAT), Luxembourg.
- Fabiano (2004). A study of the relationship between occupational injuries and firm size and type in the Italian industry. B Fabiano, F Currò, R Pastorino. Safety science 42 (7), 587-600

- 
- Fernández-Muñiz B, Montes-Peón J.M, Camilo Vázquez-Ordás C.J, (2018). Occupational accidents and the economic cycle in Spain 1994–2014. *Safety Science*, vol. 106, pp. 273-284.  
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.02.029>
- Friedman, J., Hastie,T. y Tibshirani,R. (2008). Regularization Paths for Generalized Linear Models via Coordinate Descent, <https://web.stanford.edu/~hastie/Papers/glmnet.pdf> Journal of Statistical Software, Vol. 33(1), 1-22.
- Fryzlewicz, Piotr, 2014. Wild binary segmentation for multiple change point detection. *Annals of Statistics*. Vol. 42, Num. 6 (2014), pp.2243-2281. DOI: [10.1214/14-AOS1245](https://doi.org/10.1214/14-AOS1245)
- Gallego, V., Martorell, S., y Sánchez A.I. Analysis of economic and structural factor son occupational accidents using a generalized linear model: Example of application in Spain. ESREL 2016. Glasgow September 2016.
- Gallego, V., Martorell, S., y Sánchez A.I. Análisis de cambios de tendencias de indicadores de salud ocupacional en España, en el periodo 1995 a 2017. *Dyna*, enero 2020, vol. 95, pp.39-42, [doi.org/10.6036/9132](https://doi.org/10.6036/9132)
- Gallego, V., Sánchez,A., Martón, I., Martorell, S. Analysis of occupational accidents in Spain using shrinkage regression methods. *Safety Science* 133 (2021) 105000
- García, I. y Montuenga, V. (2009). “Causas de los accidentes de trabajo en España analisis longitudinal con datos de panel”. En: *Revista Gaceta Sanitaria*. Barcelona. Sociedad Española de Salud Pública y Administración Sanitaria (SESPAS). No. 3 (23). Pp. 174-178.
- Garcia-Mainar, I., Montuenga-Gomez, V. M. Returns to Education and to Experience within the EU: Are there Differences between Wage Earners and the Self-employed?, Documento de Trabajo 2004-08, Facultad de Ciencias Economicas y Empresariales, Universidad de Zaragoza.
- Gauchard, G.C., Chau, N., Touron, C., Benamghar, L., Dehaene, D., Perrin, Ph.P., et al.,2003. Individual characteristics in occupational accidents due to imbalance: a case-control study of the employees of a railway company. *Occup. Environ. Med.* 60, 330–335.
- Gobierno de España (2007). Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo 2007-2012 (in spanish)  
<https://www.insst.es/-/estrategia-espanola-de-la-seguridad-y-salud-en-el-trabajo-2007-2012->

- Gobierno de España (2019). Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo 2015-2020 (in spanish)  
<https://www.insst.es/documentacion/catalogo-de-publicaciones/estrategia-espanola-de-seguridad-y-salud-en-el-trabajo-2015-20201>
- Goldenhar, L. M., Williams, L. J., y Swanson, N. G. (2003). Modelling relationships between job stressors and injury and near-miss outcomes for construction labourers. *Work & Stress*, 17(3), 218–240.  
<https://doi.org/10.1080/02678370310001616144>
- Hastie TJ, Tibshirani R. 1986 Hastie, TJ.; Tibshirani, R.. Generalized Additive Models. *Statist. Sci.* 1 (1986), no. 3, 297--310. doi:10.1214/ss/1177013604. <https://projecteuclid.org/euclid.ss/1177013604>
- Hastie TJ, Tibshirani R. 1990. Generalized Aditive Models. London: Chapman-Hall. *Industrial Relations. A Journal of Economy and Society* 52(2): 492-515.
- Hillage, J., P. Bates y J. Rick (1998), Influencias económicas en la salud y seguridad en el trabajo. El Instituto de Estudios de Empleo, Universidad de Sussex.
- Hoerl, A.E. (1962) Application of Ridge Analysis to Regression Problems. *Chemical Engineering Progress*, 58, 54-59.
- Huang, Jian., Ma, Shuangge y Zhang, Cun-Hui “Adaptive Lasso For Sparse High-Dimensional Regression Models.” *Statistica Sinica*, vol. 18, no. 4, 2008, pp. 1603–1618. JSTOR, [www.jstor.org/stable/24308572](http://www.jstor.org/stable/24308572).
- ILO, 1998. Resolution concerning statistics of occupational injuries (resulting from occupational accidents), adopted by the Sixteenth International Conference of Labour Statisticians. 6-15 October, Geneva, Switzerland.
- INSST (1982), NTP 1: Estadísticas de accidentabilidad en la empresa.
- Irumba R. Spatial analysis of construction accidents in Kampala, Uganda, *Saf. Sci.*, 64 (2014), pp. 109-120.
- ISO 31000:2009. Risk management: Guidelines on principles and implementation of risk management. International Organization for Standardization (ISO), Geneva, Switzerland, 2009.
- ISO 9001:2015. Sistemas de gestión de la calidad  
<https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/unc/?c=N0055469>
- ISTAS-CCOO. Informe sobre la evolución de la siniestralidad en España. Instituto sindical de trabajo, ambiente y salud. 2015

- Kanchana, S., Sivaprakash, P. y Joseph, S. (2015). Studies on Labour Safety in Construction Sites. *The Scientific World Journal*. 2015. 1-6. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/590810>
- Karmeshu, Neha, "Trend Detection in Annual Temperature & Precipitation using the Mann Kendall Test – A Case Study to Assess Climate Change on Select States in the Northeastern United States" (2012). Master of Environmental Studies Capstone Projects. 47. [http://repository.upenn.edu/mes\\_capstones/47](http://repository.upenn.edu/mes_capstones/47)
- Kim, H.-J., Fay, M., Feuer, E. J., y Midthune, D. N. (2000). Permutation tests for joinpoint regression with applications to cancer rates. *Statistics in Medicine*, 19, 335-351.
- Kohler BA, Sherman RL, Howlader N, Jemal A, Ryerson AB, Henry KA, Boscoe FP, Cronin KA, Lake A, Noone AM, Henley SJ, Ehemann CR, Anderson RN, Penberthy L. Annual Report to the Nation on the Status of Cancer, 1975-2011, Featuring Incidence of Breast Cancer Subtypes by Race/Ethnicity, Poverty, and State. *J Natl Cancer Inst*. 2015 Mar 30;107(6):djh048. doi: 10.1093/jnci/djh048.
- Kumar, G.V., y Dewangan, K.N. Agricultural accidents in north eastern region of India. *Saf. Sci.*, 47 (2009), pp. 199-205
- Livanos, I. y Zangelidis, A. 2013. Unemployment, Labor Market Flexibility, and Absenteeism: A Pan-European Study *Industrial Relations. A Journal of Economy and Society* 52(2): 492-515.
- MAZ. Estudio de la Siniestralidad Laboral. Empresas asociadas a MAZ. 2018 y su evolución desde 2012. 2018
- Mazaheri, A. Montewka, J. Nisula J. y Kujala P. 2015. Usability of accident and incident reports for evidence-based risk modeling – A case study on ship grounding reports, *Safety Science*, 76: 202-214.
- Martorell, S., Gallego, V. y Sánchez A.I. On the use of accident indicators in risk-based management of occupational safety and health: Example of application to Spain. *Occupational Safety and Hygiene IV*. CRC Press. (2016), pp. 327-331.
- Medeiros, M.C. y Vasconcelos, G.F.R. (2015). Forecasting inflation with highdimensional time-series models. Working Paper.
- Medeiros, MC., Mendes,EF.  $\ell_1$ -regularization of high-dimensional time-series models with non-Gaussian and heteroskedastic errors, *Journal of Econometrics*, Volume 191, Issue 1, 2016, Pages 255-271, ISSN 0304-4076, <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2015.10.011>.

- Mirzaei Aliabadi, M., Aghaei, H., Kalatpuor, O., Soltanian, A. R., y Nikravesh, A. (2019). Analysis of the severity of occupational injuries in the mining industry using a Bayesian network. *Epidemiology and health*, 41, e2019017. doi:10.4178/epih.e2019017
- NCI (2016) Joinpoint Regression Program, Version 4.3.1 - April 2016; Statistical Methodology and Applications Branch, Surveillance Research Program, National Cancer Institute.  
<https://surveillance.cancer.gov/>
- Nunes, I.L.(2016) Occupational safety and health risk assessment methodologies. OSH Wiki networking knowledge, EU-OSHA - European Agency for Safety and Health at Work
- OHSAS 45001 Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo  
<https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/iso/?c=063787>
- OIT, 1998. Resolución III de la Decimosexta Conferencia Internacional de Estadísticos Laborales. Organización Internacional del Trabajo (OIT), 6–15 de octubre, Ginebra, Suiza.
- Reiman, T.y Pietikäinen, E. (2012). Leading indicators of system safety—monitoring and driving the organizational safety potential. *Safety Science*, 50, 1993–2000.
- Ripley, B., Venables, B., Bates, D. M., Hornik, K., Gebhardt, A., Firth, D., & Ripley, M. B. (2013). Package ‘mass’. *Cran R*, 538
- Robert, K., Elisabeth, Q. y Josef B. Analysis of occupational accidents with agricultural machinery in the period 2008–2010 in Austria. *Saf. Sci.*, 72 (2015), pp. 319-328.Safety and health at the heart of the future of work. International Labour Organization. (2019).
- Schwarz, G. (1978), Estimating the dimension of a model, *The Annals of Statistics*, 6(2), 461-464
- Segarra M., Villena B.M., González M.N. et al. Occupational risk-prevention diagnosis: A study of construction SMEs in Spain. *Safety Science* 92 (2017) 104–115
- Shapiro, S.A. 2000, Occupational safety and health regulation, *Encyclopedia of Law and Economics*, Cheltenham, Edward Elgar, 5540, 596-625.
- Shapiro SA, Rabinowitz R (2000) Voluntary regulatory compliance in theory and practice: the case of OSHA. *Admin L Rev* 52, 97–135.
- Sharma, S., Swayne D. y Obimbo C. (2016). Trend analysis and change point techniques: a survey. *Energy, Ecology and Environment*. Volume 1, Issue 3, pp 123–130.

- Sheehan, C., Donohue, R., Shea, T., Cooper B. y De Cieri H. (2016). Leading and lagging indicators of occupational health and safety: The moderating role of safety leadership. *Accident Analysis and Prevention*, 92, 130–138.
- SOHSS, 2007. Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo 2007-2012 (en español)  
[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Instituto/Estrategia\\_Seguridad\\_Salud/Doc.Estrategia%20actualizado%202011%20ultima%20modificacion.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Instituto/Estrategia_Seguridad_Salud/Doc.Estrategia%20actualizado%202011%20ultima%20modificacion.pdf).
- SOHSS, 2015. Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo 2015-2020
- Soltanzadeh, A., Mohammadfam, I., Moghimbeygi, A. et al. Exploring Causal Factors on the Severity Rate of Occupational Accidents in Construction Worksites. *Int J Civ Eng* 15, 959–965 (2017).  
<https://doi.org/10.1007/s40999-017-0184-9>
- Song Li, He Xueqiu BC, y Li Chengwub. Longitudinal relationship between economic development and occupational. *Analysis and Prevention* 43 (2011) 82–86 accidents in China
- Sousa, V., Almeida, N.M. y Dias, L.A. Risk-based management of occupational safety and health in the construction industry – Part 1: Background knowledge, *Safety Science*, 66 (2014) 75-86.
- Tibshirani, R. (1996), Regression Shrinkage and Selection Via the Lasso. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 58: 267-288. doi:10.1111/j.2517-6161.1996.tb02080.x
- UGT. 20 años de la Ley de prevención de Riesgos Laborales. Análisis MULTIDISCIPLINAR de la implantación de la LPRL a lo largo de estos 20 años. Secretaría de Salud Laboral y Medio Ambiente de UGT-CEC. 2015
- Villanueva V. y Garcia A.M. Individual and occupational factors related to fatal occupational injuries:A case-control study. *Accident Analysis and Prevention* 43 (2011) 123–127.
- Weisberg 2005 Weisberg, S. (2005). *Applied linear regression* (Vol. 528). John Wiley & Sons.
- Wood, S. 2011 Wood, S. N. (2011). Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)* 73 3–36.
- Wood, S. 2016. Mixed GAM Computation Vehicle with GCV/AIC/REML Smoothness Estimation

- Zeileis, A., Leisch, F., Hornik, K., Kleiber, C. (2002), strucchange: An R Package for Testing for Structural Change in Linear Regression Models. *Journal of Statistical Software* 7(2), 1–38.
- Zou H. (2006) The adaptive Lasso and its oracle properties. *Journal of the American Statistical Association*. 2006;101:1418–1429.
- Zou, H. y Hastie, T. (2005), Regularization and variable selection via the Elastic Net. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)*, 67: 301-320. doi:10.1111/j.1467-9868.2005.00503.x
- Zou H, Zhang HH. On the adaptive elastic-net with a diverging number of parameters. *Ann Stat*. 2009;37(4):1733-1751. doi:10.1214/08-AOS625

# 7.- Anexos

En este Capítulo se exponen los factores causa-consecuencia estudiados a lo largo de la presente Tesis Doctoral.

No pretende ser una exposición detallada y concreta pero sí mostrar la mayoría de los factores que han servido para el presente trabajo.

El Anexo I, comprende los factores objeto de estudio, es decir, las tablas de Índices de Accidentabilidad, trabajadores afiliados a la Seguridad Social en total y con cobertura por contingencias profesionales (AT y EP), mercado de trabajo, IPC, y demás datos que completan la información mostrada a través de esta Tesis.

En el Anexo II, se exponen los fundamentos normativos tanto legales como técnicos utilizados para el seguimiento de la accidentabilidad laboral.

Por último, en el Anexo III, se referencian las distintas denominaciones del Ministerio de Trabajo desde su creación en 1920 y los Organismos tanto a nivel nacional como autonómicos encargados de la seguridad y salud de los trabajadores.



# **Anexo I.- Tablas**



Tabla I.1.- Valor Medio Anual de población, según situación (10<sup>3</sup>) 1995-2020

| AÑO  | TOTAL    | > 15     | INACTIVOS | ACTIVOS  | OCUPADOS | PARADOS |
|------|----------|----------|-----------|----------|----------|---------|
| 1995 | 38884.20 | 31847.25 | 15461.95  | 16227.63 | 12512.05 | 3715.58 |
| 1996 | 39097.38 | 32218.38 | 15547.10  | 16517.78 | 12871.53 | 3646.28 |
| 1997 | 39328.18 | 32584.53 | 15629.10  | 16809.65 | 13345.58 | 3464.08 |
| 1998 | 39466.90 | 32872.85 | 15677.18  | 17080.98 | 13904.20 | 3176.80 |
| 1999 | 39672.05 | 33190.15 | 15661.05  | 17412.05 | 14689.83 | 2722.23 |
| 2000 | 40009.00 | 33593.05 | 15509.10  | 18002.28 | 15505.90 | 2496.35 |
| 2001 | 40466.25 | 34067.15 | 15976.98  | 18050.70 | 16146.28 | 2515.78 |
| 2002 | 41163.68 | 34724.30 | 15763.08  | 18961.23 | 16790.10 | 2171.13 |
| 2003 | 41906.40 | 35359.08 | 15616.30  | 19742.75 | 17475.60 | 2267.18 |
| 2004 | 42573.03 | 35928.80 | 15553.03  | 20375.78 | 18142.25 | 2233.53 |
| 2005 | 43330.43 | 36579.40 | 15438.83  | 21140.55 | 19207.00 | 1933.55 |
| 2006 | 44024.78 | 37142.83 | 15362.85  | 21779.98 | 19939.10 | 1840.88 |
| 2007 | 44873.65 | 37833.08 | 15407.03  | 22426.10 | 20579.93 | 1846.15 |
| 2008 | 45589.30 | 38390.15 | 15324.55  | 23065.55 | 20469.65 | 2595.93 |
| 2009 | 45964.53 | 38650.95 | 15390.53  | 23260.40 | 19106.85 | 4153.55 |
| 2010 | 46149.10 | 38760.13 | 15395.50  | 23364.60 | 18724.48 | 4640.15 |
| 2011 | 46306.75 | 38842.33 | 15408.23  | 23434.08 | 18421.43 | 5012.68 |
| 2012 | 46324.53 | 38815.00 | 15371.30  | 23443.70 | 17632.68 | 5811.03 |
| 2013 | 46145.73 | 38638.60 | 15448.45  | 23190.15 | 17139.00 | 6051.13 |
| 2014 | 45994.95 | 38514.58 | 15559.98  | 22954.58 | 17344.18 | 5610.40 |
| 2015 | 45967.03 | 38497.55 | 15575.53  | 22922.03 | 17866.05 | 5055.98 |
| 2016 | 45977.78 | 38531.53 | 15708.78  | 22822.73 | 18341.55 | 4481.18 |
| 2017 | 46079.75 | 38654.10 | 15912.40  | 22741.70 | 18824.80 | 3916.93 |
| 2018 | 46296.35 | 38886.78 | 16079.93  | 22806.83 | 19327.73 | 3479.13 |
| 2019 | 46654.45 | 39269.25 | 16242.18  | 23027.10 | 19779.30 | 3247.78 |
| 2020 | 46891.30 | 39559.93 | 16936.87  | 22623.07 | 19155.13 | 3467.97 |

Fuente: Elaboración propia. Fecha de consulta: 04/01/2021

**Tabla I.2.- Inmigrantes con permiso de residencia, por régimen, en alta en Seguridad Social. Total nacional (10<sup>3</sup>). 1995-2020**

| <b>AÑO</b>  | <b>PERMISO RESIDENCIA</b> | <b>REGIMEN GENERAL</b> | <b>REGIMEN COMUNITARIO</b> | <b>ALTA SEGURIDAD SOCIAL</b> | <b>% AFILIADOS</b> |
|-------------|---------------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>1995</b> |                           |                        |                            |                              |                    |
| <b>1996</b> | 538.98                    | 219.66                 | 319.33                     |                              |                    |
| <b>1997</b> | 609.81                    | 277.26                 | 332.56                     |                              |                    |
| <b>1998</b> | 719.65                    | 338.72                 | 380.93                     |                              |                    |
| <b>1999</b> | 801.33                    | 382.96                 | 418.37                     | 334.98                       | 0.04               |
| <b>2000</b> | 895.72                    | 382.96                 | 418.37                     | 454.57                       | 0.05               |
| <b>2001</b> | 1109.06                   | 659.18                 | 449.88                     | 607.07                       | 0.05               |
| <b>2002</b> | 1324.00                   | 826.96                 | 497.05                     | 831.66                       | 0.06               |
| <b>2003</b> | 1647.01                   | 1074.90                | 572.12                     | 925.28                       | 0.06               |
| <b>2004</b> | 1977.29                   | 1305.04                | 672.25                     | 1076.74                      | 0.05               |
| <b>2005</b> | 2738.93                   | 1958.09                | 780.84                     | 1688.60                      | 0.06               |
| <b>2006</b> | 3021.81                   | 2092.10                | 929.71                     | 1823.97                      | 0.06               |
| <b>2007</b> | 3979.01                   | 2357.22                | 1621.80                    | 1981.11                      | 0.05               |
| <b>2008</b> | 4473.50                   | 2341.05                | 2132.45                    | 1882.22                      | 0.04               |
| <b>2009</b> | 4791.23                   | 2562.03                | 2229.20                    | 1811.88                      | 0.04               |
| <b>2010</b> | 4656.82                   | 2280.71                | 2376.11                    | 1792.53                      | 0.04               |
| <b>2011</b> | 4891.74                   | 2364.91                | 2526.83                    | 1715.24                      | 0.04               |
| <b>2012</b> | 4971.07                   | 2349.02                | 2622.05                    | 1624.93                      | 0.03               |
| <b>2013</b> | 4943.63                   | 2252.45                | 2691.18                    | 1525.70                      | 0.03               |
| <b>2014</b> | 4925.09                   | 2151.38                | 2773.71                    | 1529.35                      | 0.03               |
| <b>2015</b> | 4982.18                   | 2108.63                | 2873.55                    | 1606.35                      | 0.03               |
| <b>2016</b> | 5053.89                   | 2076.04                | 2977.85                    | 1695.64                      | 0.03               |
| <b>2017</b> | 5237.71                   | 2113.12                | 3124.59                    | 1815.24                      | 0.03               |
| <b>2018</b> | 5424.78                   | 2149.93                | 3274.85                    | 1974.15                      | 0.04               |
| <b>2019</b> | 5663.35                   | 2228.31                | 3435.03                    | 2098.55                      | 0.04               |
| <b>2020</b> |                           |                        |                            | 2065.56                      |                    |

De las casillas en blanco no se dispone de datos

Fuente: Elaboración propia. Fecha de consulta: 04/01/2021

**Tabla I.3.- Valor Medio Anual. Población ocupada por grupos de edad (10<sup>3</sup>). 1995-2020**

| <b>AÑO</b>  | <b>16-24</b> | <b>25-49</b> | <b>&gt;49</b> |
|-------------|--------------|--------------|---------------|
| <b>1995</b> | 1535.90      | 8418.10      | 2540.80       |
| <b>1996</b> | 1481.00      | 8710.10      | 2596.10       |
| <b>1997</b> | 1526.10      | 9061.40      | 2688.00       |
| <b>1998</b> | 1603.50      | 9423.30      | 2787.40       |
| <b>1999</b> | 1758.50      | 10024.70     | 2843.20       |
| <b>2000</b> | 1868.60      | 10592.30     | 2979.20       |
| <b>2001</b> | 1906.90      | 11031.20     | 3138.20       |
| <b>2002</b> | 1922.98      | 11644.35     | 3222.73       |
| <b>2003</b> | 1899.28      | 12187.20     | 3389.08       |
| <b>2004</b> | 1888.95      | 12705.05     | 3548.28       |
| <b>2005</b> | 2026.93      | 13374.63     | 3805.45       |
| <b>2006</b> | 2041.70      | 13915.15     | 3982.25       |
| <b>2007</b> | 2013.78      | 14389.28     | 4176.93       |
| <b>2008</b> | 1836.83      | 14292.53     | 4340.23       |
| <b>2009</b> | 1397.18      | 13414.93     | 4294.78       |
| <b>2010</b> | 1210.48      | 13136.18     | 4377.85       |
| <b>2011</b> | 1041.70      | 12864.95     | 4514.78       |
| <b>2012</b> | 852.80       | 12264.43     | 4515.53       |
| <b>2013</b> | 763.30       | 11865.38     | 4510.33       |
| <b>2014</b> | 748.55       | 11916.63     | 4679.05       |
| <b>2015</b> | 802.68       | 12064.20     | 4999.15       |
| <b>2016</b> | 820.38       | 12230.33     | 5290.88       |
| <b>2017</b> | 921.10       | 12329.98     | 5573.68       |
| <b>2018</b> | 989.30       | 12482.13     | 5856.30       |
| <b>2019</b> | 1038.63      | 12564.48     | 6176.18       |
| <b>2020</b> | 893.90       | 11946.87     | 6314.37       |

Fuente: Elaboración propia. Fecha de consulta: 04/01/2021

**Tabla I.4.-Empresas por número de trabajadores (10<sup>3</sup>). 1995-2020**

| AÑO  | 1-2    | 3-5    | 6-9    | 10-49  | 50-249 | 250-499 | >499 | TOTAL   |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|------|---------|
| 1995 |        |        |        |        |        |         |      |         |
| 1996 |        |        |        |        |        |         |      |         |
| 1997 |        |        |        |        |        |         |      |         |
| 1998 |        |        |        |        |        |         |      |         |
| 1999 |        |        |        |        |        |         |      |         |
| 2000 | 599.11 | 241.58 | 109.30 | 139.64 | 21.07  | 2.02    | 1.65 | 1114.38 |
| 2001 | 616.17 | 251.92 | 113.97 | 144.84 | 21.92  | 2.12    | 1.73 | 1152.68 |
| 2002 | 635.40 | 262.01 | 117.61 | 149.07 | 22.45  | 2.15    | 1.76 | 1190.47 |
| 2003 | 658.98 | 269.90 | 120.36 | 151.89 | 22.83  | 2.23    | 1.81 | 1227.99 |
| 2004 | 681.53 | 280.02 | 124.65 | 158.29 | 23.96  | 2.28    | 1.87 | 1272.60 |
| 2005 | 714.12 | 301.53 | 134.07 | 168.39 | 25.29  | 2.43    | 1.92 | 1347.76 |
| 2006 | 734.32 | 309.59 | 137.32 | 173.83 | 26.50  | 2.58    | 2.03 | 1386.16 |
| 2007 | 748.32 | 311.94 | 138.72 | 175.03 | 27.16  | 2.68    | 2.09 | 1405.94 |
| 2008 | 732.12 | 290.23 | 126.10 | 154.22 | 24.72  | 2.59    | 2.11 | 1332.09 |
| 2009 | 747.36 | 292.47 | 126.66 | 149.45 | 24.07  | 2.65    | 2.12 | 1344.78 |
| 2010 | 736.16 | 288.45 | 124.48 | 146.22 | 23.83  | 2.58    | 2.10 | 1323.81 |
| 2011 | 729.03 | 283.54 | 121.34 | 139.74 | 22.79  | 2.50    | 2.05 | 1300.99 |
| 2012 | 717.22 | 272.52 | 112.98 | 128.66 | 21.41  | 2.38    | 1.96 | 1257.13 |
| 2013 | 707.73 | 272.43 | 115.81 | 126.86 | 19.54  | 2.08    | 1.72 | 1246.17 |
| 2014 | 709.91 | 277.52 | 116.12 | 128.10 | 20.08  | 2.13    | 1.77 | 1255.61 |
| 2015 | 713.59 | 286.16 | 124.55 | 137.18 | 21.01  | 2.22    | 1.86 | 1286.57 |
| 2016 | 718.28 | 294.12 | 129.52 | 143.94 | 22.24  | 2.31    | 1.95 | 1312.35 |
| 2017 | 717.40 | 297.67 | 133.38 | 149.85 | 23.36  | 2.44    | 2.06 | 1326.16 |
| 2018 | 720.55 | 302.54 | 138.04 | 156.24 | 24.56  | 2.54    | 2.16 | 1346.63 |
| 2019 | 714.28 | 301.58 | 137.42 | 157.11 | 25.15  | 2.63    | 2.24 | 1340.42 |
| 2020 | 695.34 | 287.66 | 128.07 | 147.73 | 24.22  | 2.58    | 2.22 | 1287.80 |

Sin datos en el período 1995-1999

Fuente: Elaboración propia, Fecha de consulta 04/01/2021

Tabla I.5.- Trabajadores por tamaño de empresa (10<sup>3</sup>). 1995-2020

| AÑO  | 1-2    | 3-5     | 6-9    | 10-49   | 50-249  | 250-499 | >499    | TOTAL    |
|------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 1995 |        |         |        |         |         |         |         |          |
| 1996 |        |         |        |         |         |         |         |          |
| 1997 |        |         |        |         |         |         |         |          |
| 1998 |        |         |        |         |         |         |         |          |
| 1999 |        |         |        |         |         |         |         |          |
| 2000 | 792.89 | 903.89  | 788.12 | 2742.71 | 2016.90 | 700.13  | 3336.16 | 11280.79 |
| 2001 | 816.27 | 942.13  | 821.42 | 2847.67 | 2103.77 | 729.30  | 3502.12 | 11762.67 |
| 2002 | 843.14 | 980.81  | 847.38 | 2925.76 | 2162.62 | 744.32  | 3597.70 | 12101.71 |
| 2003 | 874.77 | 1009.67 | 866.50 | 2984.58 | 2204.43 | 767.59  | 3726.06 | 12433.61 |
| 2004 | 905.19 | 1047.11 | 897.82 | 3111.15 | 2315.48 | 785.27  | 3896.42 | 12958.43 |
| 2005 | 951.15 | 1127.69 | 965.94 | 3307.27 | 2434.69 | 837.45  | 4092.08 | 13716.27 |
| 2006 | 978.19 | 1158.30 | 989.30 | 3422.83 | 2561.22 | 889.98  | 4347.97 | 14347.77 |
| 2007 | 996.44 | 1166.64 | 999.10 | 3443.90 | 2629.20 | 927.47  | 4565.27 | 14728.03 |
| 2008 | 971.28 | 1083.79 | 907.42 | 3021.81 | 2414.79 | 893.25  | 4534.84 | 13827.19 |
| 2009 | 932.40 | 1023.85 | 843.20 | 2753.94 | 2302.69 | 872.79  | 4468.07 | 13196.93 |
| 2010 | 975.75 | 1077.25 | 894.77 | 2830.57 | 2344.53 | 890.46  | 4542.44 | 13555.78 |
| 2011 | 964.98 | 1057.70 | 872.77 | 2695.66 | 2249.09 | 859.88  | 4497.23 | 13197.30 |
| 2012 | 947.44 | 1015.02 | 811.69 | 2489.69 | 2120.71 | 820.57  | 4292.04 | 12497.15 |
| 2013 | 935.94 | 1015.89 | 832.18 | 2428.71 | 1918.15 | 715.97  | 3663.77 | 11510.61 |
| 2014 | 939.52 | 1035.01 | 833.36 | 2468.51 | 1970.78 | 737.44  | 3777.23 | 11761.85 |
| 2015 | 946.46 | 1069.49 | 895.10 | 2630.53 | 2060.85 | 769.62  | 3933.82 | 12305.87 |
| 2016 | 953.18 | 1100.86 | 931.00 | 2765.29 | 2181.04 | 802.35  | 4098.29 | 12832.00 |
| 2017 | 953.38 | 1115.66 | 958.91 | 2891.51 | 2290.51 | 838.14  | 4316.32 | 13364.43 |
| 2018 | 957.27 | 1134.76 | 993.13 | 3014.17 | 2405.35 | 869.87  | 4557.21 | 13931.74 |
| 2019 | 949.10 | 1131.74 | 989.17 | 3049.11 | 2465.94 | 904.84  | 4717.91 | 14207.82 |
| 2020 |        |         |        |         |         |         |         |          |

Sin datos en el período 1995-1999 y 2020

Fuente: Elaboración propia, Fecha de consulta 04/01/2021

**Tabla I.6.- Empresas por sector (10<sup>3</sup>). 1995-2020**

| AÑO  | TOTAL   | AGRARIO | INDUSTRIA | CONSTRUCCION | SERVICIOS | N/C  |
|------|---------|---------|-----------|--------------|-----------|------|
| 1995 |         |         |           |              |           |      |
| 1996 |         |         |           |              |           |      |
| 1997 |         |         |           |              |           |      |
| 1998 |         |         |           |              |           |      |
| 1999 |         |         |           |              |           |      |
| 2000 | 1114.38 | 7.99    | 147.70    | 149.28       | 807.35    | 2.07 |
| 2001 | 1152.68 | 8.57    | 148.07    | 158.06       | 836.21    | 1.77 |
| 2002 | 1190.47 | 9.44    | 147.52    | 165.89       | 866.04    | 1.58 |
| 2003 | 1227.99 | 9.81    | 146.17    | 173.27       | 896.70    | 2.04 |
| 2004 | 1272.60 | 10.43   | 145.37    | 186.96       | 928.93    | 0.92 |
| 2005 | 1347.76 | 12.07   | 146.01    | 209.90       | 979.38    | 0.41 |
| 2006 | 1386.16 | 12.31   | 144.91    | 221.37       | 1007.58   |      |
| 2007 | 1405.94 | 13.17   | 145.82    | 225.89       | 1021.06   |      |
| 2008 | 1332.09 | 13.16   | 138.29    | 182.40       | 998.24    |      |
| 2009 | 1344.78 | 89.39   | 127.57    | 167.26       | 960.56    |      |
| 2010 | 1323.81 | 92.61   | 122.48    | 152.26       | 956.46    |      |
| 2011 | 1300.99 | 100.53  | 117.56    | 133.50       | 949.41    |      |
| 2012 | 1257.13 | 95.25   | 110.98    | 113.31       | 937.58    |      |
| 2013 | 1246.17 | 107.28  | 107.16    | 104.18       | 927.55    |      |
| 2014 | 1255.61 | 102.03  | 107.20    | 105.10       | 941.29    |      |
| 2015 | 1286.57 | 109.81  | 108.26    | 109.01       | 959.49    |      |
| 2016 | 1312.35 | 113.50  | 109.13    | 113.49       | 976.24    |      |
| 2017 | 1326.16 | 112.92  | 109.17    | 119.10       | 984.96    |      |
| 2018 | 1346.63 | 120.36  | 109.24    | 124.48       | 992.55    |      |
| 2019 | 1340.42 | 116.11  | 108.26    | 126.26       | 989.78    |      |
| 2020 | 1287.80 | 104.94  | 106.53    | 131.41       | 944.93    |      |

Sin datos en el período 1995-1999

Fuente: Elaboración propia, Fecha de consulta 04/01/2021

Tabla I.7.- Trabajadores por Sector de Producción (10<sup>3</sup>). 1995-2020

| <b>AÑO</b>  | <b>AGRARIO</b> | <b>INDUSTRIA</b> | <b>CONSTRUCCION</b> | <b>SERVICIOS</b> |
|-------------|----------------|------------------|---------------------|------------------|
| <b>1995</b> | 1281.56        | 2356.67          | 1089.61             | 7538.08          |
| <b>1996</b> | 1280.18        | 2351.58          | 1095.39             | 7768.19          |
| <b>1997</b> | 1291.00        | 2401.71          | 1164.93             | 8129.18          |
| <b>1998</b> | 1292.79        | 2487.03          | 1358.86             | 8647.59          |
| <b>1999</b> | 1286.71        | 2561.01          | 1555.80             | 9142.29          |
| <b>2000</b> | 1272.56        | 2635.00          | 1681.47             | 9616.94          |
| <b>2001</b> | 1274.14        | 2636.89          | 1770.45             | 10054.71         |
| <b>2002</b> | 1296.61        | 2640.82          | 1837.24             | 10401.90         |
| <b>2003</b> | 1283.32        | 2625.71          | 1894.25             | 10773.19         |
| <b>2004</b> | 1223.51        | 2627.06          | 2090.20             | 11214.34         |
| <b>2005</b> | 1200.99        | 2624.87          | 2331.32             | 11994.65         |
| <b>2006</b> | 1165.83        | 2644.52          | 2494.52             | 12465.23         |
| <b>2007</b> | 1145.21        | 2717.33          | 2475.89             | 12857.17         |
| <b>2008</b> | 1168.65        | 2525.74          | 1895.20             | 12715.83         |
| <b>2009</b> | 1230.25        | 2307.40          | 1570.68             | 12431.26         |
| <b>2010</b> | 1227.87        | 2240.89          | 1423.21             | 12435.57         |
| <b>2011</b> | 1224.47        | 2160.77          | 1208.26             | 12344.87         |
| <b>2012</b> | 1160.45        | 2030.58          | 1010.07             | 12107.46         |
| <b>2013</b> | 1140.74        | 1984.06          | 929.90              | 12186.61         |
| <b>2014</b> | 1122.31        | 2003.47          | 952.10              | 12560.45         |
| <b>2015</b> | 1145.58        | 2061.06          | 991.21              | 12971.55         |
| <b>2016</b> | 1172.83        | 2120.50          | 1036.39             | 13402.42         |
| <b>2017</b> | 1156.07        | 2190.34          | 1113.24             | 13862.96         |
| <b>2018</b> | 1180.53        | 2235.82          | 1183.93             | 14306.76         |
| <b>2019</b> | 1141.58        | 2255.87          | 1205.52             | 14603.62         |
| <b>2020</b> | 1131.12        | 2241.97          | 1263.20             | 14278.36         |

Fuente: Elaboración propia, Fecha de consulta 04/01/2021

**Tabla I.8.- Producto Interior Bruto (10<sup>5</sup>). 1995-2020**

| <b>AÑO</b>        | <b>PIB</b> |
|-------------------|------------|
| <b>1995</b>       | 11800.00   |
| <b>1996</b>       | 12700.00   |
| <b>1997</b>       | 13000.00   |
| <b>1998</b>       | 13700.00   |
| <b>1999</b>       | 14700.00   |
| <b>2000</b>       | 15900.00   |
| <b>2001</b>       | 17200.00   |
| <b>2002</b>       | 18100.00   |
| <b>2003</b>       | 19000.00   |
| <b>2004</b>       | 20100.00   |
| <b>2005</b>       | 21300.00   |
| <b>2006</b>       | 22700.00   |
| <b>2007</b>       | 23900.00   |
| <b>2008</b>       | 24300.00   |
| <b>2009</b>       | 23300.00   |
| <b>2010</b>       | 23200.00   |
| <b>2011</b>       | 22900.00   |
| <b>2012</b>       | 22562.00   |
| <b>2013</b>       | 22518.00   |
| <b>2014</b>       | 22780.00   |
| <b>2015</b>       | 23300.00   |
| <b>2016</b>       | 24000.00   |
| <b>2017 (P)</b>   | 24970.00   |
| <b>2018 (A)</b>   | 25770.00   |
| <b>2019 (1ªE)</b> | 26430.00   |
| <b>2020 (*)</b>   |            |

(P) Estimación provisional. (A) Estimación avance. (1ªE) Primera estimación. 2020 sin datos

Fuente: Elaboración propia a partir del INE. Fecha de consulta: 04/01/2021

Tabla I.9.- Tasa de desempleo (%). 1995-2020

| <b>AÑO</b>  | <b>TASA<br/>DESEMPLEO</b> |
|-------------|---------------------------|
| <b>1995</b> | 22.90                     |
| <b>1996</b> | 22.07                     |
| <b>1997</b> | 20.61                     |
| <b>1998</b> | 18.60                     |
| <b>1999</b> | 15.63                     |
| <b>2000</b> | 13.87                     |
| <b>2001</b> | 13.94                     |
| <b>2002</b> | 11.45                     |
| <b>2003</b> | 11.48                     |
| <b>2004</b> | 10.96                     |
| <b>2005</b> | 9.15                      |
| <b>2006</b> | 8.45                      |
| <b>2007</b> | 8.23                      |
| <b>2008</b> | 11.25                     |
| <b>2009</b> | 17.86                     |
| <b>2010</b> | 19.86                     |
| <b>2011</b> | 21.39                     |
| <b>2012</b> | 24.79                     |
| <b>2013</b> | 26.09                     |
| <b>2014</b> | 24.44                     |
| <b>2015</b> | 22.06                     |
| <b>2016</b> | 19.63                     |
| <b>2017</b> | 17.22                     |
| <b>2018</b> | 15.25                     |
| <b>2019</b> | 14.10                     |
| <b>2020</b> | 15.33                     |

Fuente: Elaboración propia. Fecha de consulta: 04/01/2021

**Tabla I.10.- Trabajadores a tiempo parcial y temporales (%). 1995-2020**

| <b>AÑO</b>      | <b>TIEMPO<br/>PARCIAL</b> | <b>TEMPORALES</b> |
|-----------------|---------------------------|-------------------|
| <b>1995</b>     | 7.10                      | 26.20             |
| <b>1996</b>     | 7.50                      | 25.60             |
| <b>1997</b>     | 7.80                      | 25.70             |
| <b>1998</b>     | 7.70                      | 25.60             |
| <b>1999</b>     | 7.90                      | 26.00             |
| <b>2000</b>     | 7.80                      | 25.80             |
| <b>2001</b>     | 7.90                      | 25.90             |
| <b>2002</b>     | 7.90                      | 26.10             |
| <b>2003</b>     | 8.10                      | 26.20             |
| <b>2004</b>     | 8.60                      | 26.80             |
| <b>2005</b>     | 12.00                     | 27.50             |
| <b>2006</b>     | 11.60                     | 28.10             |
| <b>2007</b>     | 11.40                     | 26.20             |
| <b>2008</b>     | 11.60                     | 24.10             |
| <b>2009</b>     | 12.40                     | 21.10             |
| <b>2010</b>     | 12.90                     | 20.70             |
| <b>2011</b>     | 13.50                     | 21.10             |
| <b>2012</b>     | 14.40                     | 19.50             |
| <b>2013</b>     | 15.70                     | 19.10             |
| <b>2014</b>     | 15.80                     | 19.90             |
| <b>2015</b>     | 15.60                     | 20.90             |
| <b>2016</b>     | 15.10                     | 21.80             |
| <b>2017</b>     | 14.90                     | 22.40             |
| <b>2018</b>     | 14.50                     | 22.70             |
| <b>2019</b>     | 14.50                     | 22.30             |
| <b>2020 (*)</b> |                           |                   |

(\*) Datos 31/12/2019. Sin información 2020

Fuente: Eurostat. Fecha de consulta: 04/01/2021

**Tabla I.11.- Total afiliados a la Seguridad Social. Con contingencias cubiertas por Regímenes (10<sup>3</sup>). 1995-2020**

| AÑO  | AFILIADOS<br>SEGURIDAD<br>SOCIAL | AFILIADOS<br>CON AT Y<br>EP | AFILIADOS                            |                   | % RETA<br>AT+EP | % RETA<br>TOTAL AT<br>Y EP |
|------|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|
|      |                                  |                             | REGIMEN<br>GENERAL<br>CON AT Y<br>EP | AFILIADOS<br>RETA |                 |                            |
| 1995 | 12293.55                         | 9885.90                     | 9885.90                              | 2277.65           |                 |                            |
| 1996 | 12534.66                         | 10046.91                    | 10046.91                             | 2315.97           |                 |                            |
| 1997 | 13029.43                         | 10436.38                    | 10436.38                             | 2353.13           |                 |                            |
| 1998 | 13816.29                         | 11023.82                    | 11023.82                             | 2425.00           |                 |                            |
| 1999 | 14578.33                         | 11686.39                    | 11686.39                             | 2509.53           |                 |                            |
| 2000 | 15236.22                         | 12342.93                    | 12342.93                             | 2568.83           |                 |                            |
| 2001 | 15748.75                         | 12879.08                    | 12879.08                             | 2614.95           |                 |                            |
| 2002 | 16188.39                         | 13294.08                    | 13294.08                             | 2656.21           |                 |                            |
| 2003 | 16589.56                         | 13696.02                    | 13696.02                             | 2732.95           |                 |                            |
| 2004 | 17161.92                         | 14205.79                    | 14060.35                             | 2840.42           | 145.43          | 5.12                       |
| 2005 | 18156.18                         | 14818.72                    | 14615.83                             | 2934.98           | 202.89          | 6.91                       |
| 2006 | 18770.26                         | 15073.18                    | 14813.06                             | 3018.66           | 260.12          | 8.62                       |
| 2007 | 19195.76                         | 15639.68                    | 15336.88                             | 3121.70           | 302.80          | 9.70                       |
| 2008 | 18305.61                         | 15447.83                    | 14915.72                             | 3377.94           | 532.11          | 15.75                      |
| 2009 | 17640.02                         | 14482.26                    | 13949.62                             | 3213.80           | 532.64          | 16.57                      |
| 2010 | 17478.10                         | 14237.86                    | 13687.73                             | 3126.03           | 550.13          | 17.60                      |
| 2011 | 17111.79                         | 14106.14                    | 13466.26                             | 3088.76           | 639.88          | 20.72                      |
| 2012 | 16332.49                         | 13853.66                    | 13206.14                             | 3045.84           | 647.52          | 21.26                      |
| 2013 | 16258.04                         | 13434.87                    | 12794.92                             | 3028.06           | 639.95          | 21.13                      |
| 2014 | 16651.88                         | 13647.83                    | 13018.59                             | 3096.62           | 629.24          | 20.32                      |
| 2015 | 17180.59                         | 14084.33                    | 13473.40                             | 3156.31           | 610.93          | 19.36                      |
| 2016 | 17741.90                         | 14538.02                    | 13940.11                             | 3185.80           | 597.90          | 18.77                      |
| 2017 | 18331.11                         | 15110.36                    | 14504.30                             | 3208.47           | 606.40          | 18.90                      |
| 2018 | 18914.56                         | 15635.79                    | 14988.27                             | 3242.60           | 647.52          | 19.97                      |
| 2019 | 19261.64                         | 18636.77                    | 15376.57                             | 3260.20           | 3260.20         | 100.00                     |
| 2020 | 18986.28                         | 18133.17                    | 14952.71                             | 3180.46           | 3180.20         | 100.00                     |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la SGE. Fecha de consulta 04/01/2021

**Tabla I.12.- Trabajadores por categoría profesional (10<sup>3</sup>). 1995-2020**

| <b>AÑO</b>  | <b>GE</b> | <b>PR</b> | <b>TPA</b> | <b>TSV</b> | <b>TCSAP</b> | <b>TAOR</b> | <b>OEPM</b> | <b>OE</b> |
|-------------|-----------|-----------|------------|------------|--------------|-------------|-------------|-----------|
| <b>1995</b> | 1032.00   | 1275.20   | 928.00     | 1747.40    | 844.30       | 2174.00     | 1381.60     | 1797.80   |
| <b>1996</b> | 1080.50   | 1457.90   | 1037.00    | 1768.10    | 804.00       | 2164.70     | 1348.30     | 1761.70   |
| <b>1997</b> | 1135.50   | 1542.10   | 1158.50    | 1802.80    | 754.80       | 2258.40     | 1362.60     | 1840.50   |
| <b>1998</b> | 1171.50   | 1612.80   | 1238.00    | 1889.80    | 750.50       | 2360.40     | 1448.20     | 1943.20   |
| <b>1999</b> | 1191.50   | 1692.50   | 1327.00    | 2040.90    | 722.60       | 2499.20     | 1555.90     | 2105.90   |
| <b>2000</b> | 1210.40   | 1779.00   | 1481.00    | 2202.30    | 697.00       | 2617.30     | 1639.00     | 2214.70   |
| <b>2001</b> | 1259.50   | 1918.10   | 1610.10    | 2276.90    | 668.60       | 2808.90     | 1640.30     | 2272.70   |
| <b>2002</b> | 1251.00   | 2062.80   | 1703.40    | 2486.50    | 631.30       | 2882.40     | 1649.20     | 2451.80   |
| <b>2003</b> | 1285.30   | 2147.80   | 1781.70    | 2548.40    | 625.50       | 3013.20     | 1657.30     | 2639.20   |
| <b>2004</b> | 1316.90   | 2362.70   | 1912.10    | 2638.90    | 617.90       | 3052.40     | 1711.20     | 2712.90   |
| <b>2005</b> | 1317.60   | 2423.90   | 2200.60    | 2930.40    | 583.30       | 3232.20     | 1775.30     | 2853.00   |
| <b>2006</b> | 1435.80   | 2468.50   | 2308.70    | 3117.80    | 547.70       | 3293.50     | 1822.70     | 2976.30   |
| <b>2007</b> | 1514.80   | 2585.50   | 2472.70    | 3171.90    | 507.60       | 3365.20     | 1889.10     | 3059.80   |
| <b>2008</b> | 1567.20   | 2638.70   | 2493.50    | 3312.30    | 500.20       | 3179.40     | 1886.60     | 2910.80   |
| <b>2009</b> | 1509.90   | 2653.00   | 2379.40    | 3253.10    | 482.60       | 2633.20     | 1620.00     | 2679.70   |
| <b>2010</b> | 1501.30   | 2719.60   | 2405.80    | 3244.00    | 464.50       | 2352.20     | 1599.10     | 2583.10   |
| <b>2011</b> | 914.30    | 2998.20   | 2027.50    | 3938.20    | 466.70       | 2235.80     | 1446.60     | 2400.90   |
| <b>2012</b> | 864.40    | 3007.80   | 1908.50    | 3903.60    | 461.20       | 2007.20     | 1333.80     | 2231.80   |
| <b>2013</b> | 802.30    | 3024.80   | 1861.20    | 3862.10    | 451.10       | 1875.10     | 1264.90     | 2200.20   |
| <b>2014</b> | 778.10    | 3037.40   | 1924.30    | 3942.60    | 439.60       | 1891.50     | 1276.40     | 2198.10   |
| <b>2015</b> | 773.30    | 3117.70   | 1981.60    | 4035.30    | 438.60       | 1991.90     | 1321.00     | 2282.40   |
| <b>2016</b> | 750.20    | 3282.28   | 2033.15    | 4090.50    | 439.95       | 2062.33     | 1381.58     | 2386.58   |
| <b>2017</b> | 772.00    | 3361.98   | 2112.03    | 4121.40    | 468.13       | 2120.28     | 1446.88     | 2428.88   |
| <b>2018</b> | 799.53    | 3459.15   | 2171.93    | 4214.80    | 450.78       | 2165.75     | 1459.78     | 2483.95   |
| <b>2019</b> | 781.30    | 3666.53   | 2236.18    | 4288.50    | 441.15       | 2181.85     | 1531.75     | 2496.45   |
| <b>2020</b> | 762.23    | 3690.87   | 2262.87    | 3988.90    | 419.60       | 2118.30     | 1471.90     | 2310.60   |

Datos referidos a 31/10/2020

Fuente: Eurostat. Fecha de consulta: 04/01/2021

Tabla I.13.- Afiliados a la Seguridad Social por Grupo de Cotización (10<sup>3</sup>). 1995-2020

| AFILIADOS A LA SEGURIDAD SOCIAL POR GRUPO DE COTIZACIÓN (REGIMEN GENERAL Y MINERÍA DEL CARBÓN) |          |         |         |        |        |         |        |         |         |         |         |        |
|--|----------|---------|---------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|
| AÑO  | TOTAL    | 1       | 2       | 3      | 4      | 5       | 6      | 7       | 8       | 9       | 10      | 11     |
| 1995   | 8615.50  | 609.69  | 487.04  | 347.80 | 295.54 | 994.06  | 494.62 | 1063.54 | 1665.08 | 1160.61 | 1378.47 | 108.98 |
| 1996   | 8832.20  | 617.52  | 510.02  | 353.07 | 298.90 | 1019.62 | 491.77 | 1117.37 | 1682.28 | 1190.12 | 1448.12 | 96.29  |
| 1997   | 9280.04  | 639.29  | 534.31  | 364.63 | 312.69 | 1065.96 | 499.87 | 1198.97 | 1763.47 | 1262.32 | 1544.23 | 90.99  |
| 1998   | 9961.08  | 672.59  | 574.93  | 380.10 | 331.82 | 1117.48 | 511.01 | 1305.61 | 1921.14 | 1354.91 | 1702.00 | 86.30  |
| 1999   | 10668.68 | 732.17  | 622.51  | 403.90 | 352.72 | 1203.15 | 523.99 | 1431.90 | 2060.15 | 1441.80 | 1814.42 | 78.78  |
| 2000   | 11280.78 | 785.80  | 664.97  | 432.81 | 378.36 | 1273.70 | 537.73 | 1544.58 | 2193.68 | 1509.20 | 1885.81 | 71.08  |
| 2001   | 11762.67 | 832.02  | 701.35  | 460.67 | 400.28 | 1342.63 | 556.20 | 1657.35 | 2295.77 | 1516.74 | 1933.88 | 62.90  |
| 2002   | 12101.70 | 862.67  | 741.88  | 483.60 | 415.46 | 1404.60 | 560.18 | 1692.13 | 2385.34 | 1541.66 | 1957.29 | 54.78  |
| 2003   | 12433.61 | 912.33  | 770.34  | 506.24 | 428.73 | 1467.47 | 574.11 | 1756.73 | 2450.04 | 1548.81 | 1968.36 | 48.80  |
| 2004   | 12958.43 | 954.85  | 812.97  | 537.63 | 446.54 | 1539.38 | 590.65 | 1820.39 | 2591.50 | 1579.26 | 2038.35 | 46.79  |
| 2005   | 13716.26 | 1016.60 | 853.07  | 571.62 | 470.67 | 1639.05 | 611.87 | 1918.75 | 2745.40 | 1646.09 | 2199.13 | 43.88  |
| 2006   | 14347.76 | 1087.81 | 917.69  | 609.23 | 495.49 | 1743.25 | 635.41 | 1981.84 | 2896.58 | 1689.80 | 2246.82 | 43.74  |
| 2007   | 14728.02 | 1167.85 | 961.38  | 645.11 | 519.83 | 1828.47 | 655.86 | 2021.93 | 2970.99 | 1704.89 | 2211.18 | 40.45  |
| 2008   | 13870.08 | 1203.65 | 994.69  | 654.40 | 514.99 | 1838.36 | 654.55 | 1882.47 | 2650.80 | 1528.99 | 1920.38 | 26.74  |
| 2009   | 13282.57 | 1216.13 | 989.84  | 632.78 | 498.97 | 1789.98 | 645.19 | 1760.55 | 2450.84 | 1421.40 | 1860.52 | 16.33  |
| 2010   | 13167.61 | 1222.77 | 995.92  | 630.32 | 497.94 | 1786.12 | 642.99 | 1726.77 | 2381.09 | 1400.15 | 1872.19 | 11.34  |
| 2011   | 12822.60 | 1245.58 | 997.34  | 625.17 | 498.88 | 1764.04 | 630.54 | 1672.67 | 2237.29 | 1340.19 | 1802.38 | 8.33   |
| 2012   | 12022.17 | 1208.87 | 955.70  | 595.04 | 475.47 | 1697.41 | 606.62 | 1589.07 | 2050.87 | 1254.88 | 1581.68 | 6.37   |
| 2013   | 11931.33 | 1218.41 | 962.94  | 574.01 | 473.58 | 1666.31 | 598.15 | 1577.87 | 1988.13 | 1242.90 | 1623.48 | 5.36   |
| 2014   | 12266.30 | 1256.13 | 994.29  | 580.71 | 489.18 | 1690.86 | 614.65 | 1611.03 | 2032.86 | 1272.49 | 1719.07 | 4.85   |
| 2015   | 12734.09 | 1310.86 | 1029.93 | 596.85 | 504.78 | 1740.85 | 630.89 | 1666.06 | 2128.35 | 1326.60 | 1794.42 | 4.33   |
| 2016   | 13245.16 | 1375.84 | 1071.32 | 613.85 | 526.45 | 1790.61 | 653.88 | 1738.06 | 2252.85 | 1407.04 | 1811.13 | 3.89   |
| 2017   | 13852.98 | 1463.92 | 1127.23 | 637.49 | 547.83 | 1843.17 | 678.80 | 1822.20 | 2377.52 | 1479.66 | 1870.68 | 4.22   |
| 2018   | 14372.27 | 1542.60 | 1181.41 | 662.37 | 573.82 | 1898.92 | 701.95 | 1885.33 | 2491.94 | 1527.86 | 1901.46 | 4.37   |
| 2019   | 14760.15 | 1614.08 | 1224.64 | 688.31 | 599.69 | 1934.74 | 722.52 | 1910.11 | 2559.12 | 1555.71 | 1946.58 | 4.40   |
| 2020   | 14555.91 | 1664.85 | 1273.65 | 693.87 | 576.90 | 1887.42 | 700.84 | 1825.42 | 2506.13 | 1474.33 | 1949.06 | 3.24   |

Fuente: Ministerio de Trabajo y Economía Social / Inclusión, Seguridad Social y Migraciones. Fecha de consulta: 04/01/2021

**Tabla I.14.- Grupos de Cotización y Bases Máxima/Mínima de los años 2014 y 2017**

| GRUPO          | CATEGORÍAS PROFESIONALES   | 1995       |            | 2017       |            |
|----------------|--|------------|------------|------------|------------|
|                |  | MÍNIMO/MES | MÁXIMO/MES | MÍNIMO/MES | MÁXIMO/MES |
| 1              | Ingenieros y Licenciados. Personal de alta dirección no incluido en el artículo 1.3.c) del Estatuto de los Trabajadores.   | 656.67     | 2176.81    | 1152.9     | 3751.20    |
| 2              | Ingenieros Técnicos, Peritos y Ayudantes Titulados.  | 544.52     | 2176.81    | 956.1      | 3751.20    |
| 3              | Jefes Administrativos y de Taller.   | 473.30     | 2176.81    | 831.6      | 3751.20    |
| 4              | Ayudantes no Titulados.  | 439.58     | 2176.81    | 825.6      | 3751.20    |
| 5              | Oficiales Administrativos.   | 439.58     | 1622.37    | 825.6      | 3751.20    |
| 6              | Subalternos.   | 439.58     | 1622.37    | 825.6      | 3751.20    |
| 7              | Auxiliares Administrativos.  | 439.58     | 1622.37    | 825.6      | 3751.20    |
| GRUPO          | CATEGORÍAS PROFESIONALES   | MÍNIMO/DÍA | MÁXIMO/DÍA | MÍNIMO/DÍA | MÁXIMO/DÍA |
| 8              | Oficiales de primera y segunda   | 14.65      | 54.08      | 27.52      | 125.04     |
| 9              | Oficiales de tercera y Especialistas   | 14.65      | 54.08      | 27.52      | 125.04     |
| 10             | Peones   | 14.65      | 54.08      | 27.52      | 125.04     |
| 11             | Trabajadores menores de dieciocho años, cualquiera que sea su categoría profesional.   | 9.68       | 54.08      | 27.52      | 125.04     |
| art. 1.3.c) ET | La actividad que se limite, pura y simplemente, al mero desempeño del cargo de consejero o miembro de los órganos de administración en las empresas que revistan la forma jurídica de sociedad y siempre que su actividad en la empresa solo comporte la realización de cometidos inherentes a tal cargo |            |            |            |            |
| 1              | 1995 y 1996 "Ingenieros y Licenciados"   |            |            |            |            |
| 11             | 1995 y 1996 "Trabajadores menores de dieciocho años"   |            |            |            |            |

Fuente: Ministerio de Trabajo y Economía Social / Inclusión, Seguridad Social y Migraciones. Fecha de consulta: 04/01/2021

Tabla I.15.- Población por nivel de formación académica (%). 1995-2020

| <b>AÑO</b>      | <b>NIVEL 0-2</b> | <b>NIVEL 3-4</b> | <b>NIVEL 5-8</b> |
|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>1995</b>     | 43.10            | 42.50            | 68.50            |
| <b>1996</b>     | 43.40            | 43.40            | 69.20            |
| <b>1997</b>     | 44.90            | 44.90            | 70.00            |
| <b>1998</b>     | 47.80            | 46.70            | 71.40            |
| <b>1999</b>     | 50.00            | 50.40            | 73.40            |
| <b>2000</b>     | 51.50            | 54.90            | 75.10            |
| <b>2001</b>     | 52.60            | 56.40            | 76.80            |
| <b>2002</b>     | 53.20            | 58.80            | 77.60            |
| <b>2003</b>     | 54.00            | 60.40            | 78.50            |
| <b>2004</b>     | 54.20            | 62.20            | 79.40            |
| <b>2005</b>     | 55.80            | 66.10            | 80.50            |
| <b>2006</b>     | 57.00            | 67.90            | 81.60            |
| <b>2007</b>     | 57.50            | 68.40            | 82.80            |
| <b>2008</b>     | 55.50            | 67.60            | 81.90            |
| <b>2009</b>     | 49.60            | 62.80            | 79.30            |
| <b>2010</b>     | 48.30            | 60.90            | 77.90            |
| <b>2011</b>     | 47.40            | 59.00            | 76.90            |
| <b>2012</b>     | 44.20            | 57.00            | 75.20            |
| <b>2013</b>     | 43.20            | 55.20            | 74.10            |
| <b>2014</b>     | 44.00            | 56.00            | 75.30            |
| <b>2015</b>     | 46.20            | 57.50            | 76.70            |
| <b>2016</b>     | 48.10            | 58.70            | 77.90            |
| <b>2017</b>     | 49.60            | 59.80            | 79.40            |
| <b>2018</b>     | 51.30            | 60.60            | 80.10            |
| <b>2019</b>     | 52.20            | 61.10            | 80.30            |
| <b>2020 (*)</b> |                  |                  |                  |

(\*) Datos 31/12/2019. Sin información 2020

Fuente Elaboración propia a partir de Eurostat. Fecha de consulta: 04/01/2021

**Tabla I.16.- Valor Medio Anual. Población ocupada por sexo (10<sup>3</sup> - %). 1995-2020**

| <b>AÑO</b>  | <b>OCUPADOS</b> | <b>HOMBRES</b> | <b>MUJERES</b> | <b>% HOMBRES</b> | <b>% MUJERES</b> |
|-------------|-----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| <b>1995</b> | 12512.05        | 8237.48        | 4274.58        | 65.84            | 34.16            |
| <b>1996</b> | 12871.53        | 8409.13        | 4462.43        | 65.33            | 34.67            |
| <b>1997</b> | 13345.58        | 8665.48        | 4680.10        | 64.93            | 35.07            |
| <b>1998</b> | 13904.20        | 9032.88        | 4871.33        | 64.97            | 35.03            |
| <b>1999</b> | 14689.83        | 9433.78        | 5256.05        | 64.22            | 35.78            |
| <b>2000</b> | 15505.90        | 9821.15        | 5684.78        | 63.34            | 36.66            |
| <b>2001</b> | 16146.28        | 10150.53       | 5995.75        | 62.87            | 37.13            |
| <b>2002</b> | 16790.10        | 10407.80       | 6382.30        | 61.99            | 38.01            |
| <b>2003</b> | 17475.60        | 10714.83       | 6760.78        | 61.31            | 38.69            |
| <b>2004</b> | 18142.25        | 10988.08       | 7154.18        | 60.57            | 39.43            |
| <b>2005</b> | 19207.00        | 11485.03       | 7721.98        | 59.80            | 40.20            |
| <b>2006</b> | 19939.10        | 11808.53       | 8130.58        | 59.22            | 40.78            |
| <b>2007</b> | 20579.93        | 12067.38       | 8512.58        | 58.64            | 41.36            |
| <b>2008</b> | 20469.65        | 11805.18       | 8664.50        | 57.67            | 42.33            |
| <b>2009</b> | 19106.85        | 10733.10       | 8373.83        | 56.17            | 43.83            |
| <b>2010</b> | 18724.48        | 10423.68       | 8300.78        | 55.67            | 44.33            |
| <b>2011</b> | 18421.43        | 10152.48       | 8268.95        | 55.11            | 44.89            |
| <b>2012</b> | 17632.68        | 9608.15        | 8024.53        | 54.49            | 45.51            |
| <b>2013</b> | 17139.00        | 9315.78        | 7823.23        | 54.35            | 45.65            |
| <b>2014</b> | 17344.18        | 9442.70        | 7901.50        | 54.44            | 45.56            |
| <b>2015</b> | 17866.05        | 9760.35        | 8105.70        | 54.63            | 45.37            |
| <b>2016</b> | 18341.55        | 10000.80       | 8340.78        | 54.53            | 45.47            |
| <b>2017</b> | 18824.80        | 10266.28       | 8558.50        | 54.54            | 45.46            |
| <b>2018</b> | 19327.73        | 10531.95       | 8795.75        | 54.49            | 45.51            |
| <b>2019</b> | 19779.30        | 10745.60       | 9033.70        | 54.33            | 45.67            |
| <b>2020</b> | 19155.13        | 10416.27       | 8738.83        | 54.38            | 45.62            |

Fuente: Elaboración propia. Fecha de consulta: 04/01/2021

Tabla I.17.- Salario Mínimo Interprofesional (SMI) (€) 1995-2020

| PERIODO  | NORMA          | DIA   | MES    | AÑO      |
|----------|----------------|-------|--------|----------|
| 01-01-95 | R.D.2548/1994  | 12.56 | 376.83 | 5275.68  |
| 01-01-96 | R.D.2199/1995  | 13.01 | 390.18 | 5462.48  |
| 01-01-97 | R.D.2656/1996  | 13.35 | 400.45 | 5606.36  |
| 01-01-98 | R.D.2015/1997  | 13.63 | 408.93 | 5725.00  |
| 01-01-99 | R.D.2817/1998  | 13.88 | 416.32 | 5828.50  |
| 01-01-00 | R.D.2065/1999  | 14.16 | 424.80 | 5947.13  |
| 01-01-01 | R.D.3476/2000  | 14.45 | 433.45 | 6068.30  |
| 01-01-02 | R.D.1466/2001  | 14.74 | 442.20 | 6190.80  |
| 01-01-03 | R.D.1426/2002  | 15.04 | 451.20 | 6316.80  |
| 01-01-04 | R.D.1793/2003  | 15.35 | 460.50 | 6447.00  |
| 01-07-04 | R.D.Ley 3/2004 | 16.36 | 490.80 | 6871.20  |
| 01-01-05 | R.D.2388/2004  | 17.10 | 513.00 | 7182.00  |
| 01-01-06 | R.D.1613/2005  | 18.03 | 540.90 | 7572.60  |
| 01-01-07 | R.D.1632/2006  | 19.02 | 570.60 | 7988.40  |
| 01-01-08 | R.D.1763/2007  | 20.00 | 600.00 | 8400.00  |
| 01-01-09 | R.D.2128/2008  | 20.80 | 624.00 | 8736.00  |
| 01-01-10 | R.D.2030/2009  | 21.11 | 633.30 | 8866.20  |
| 01-01-11 | R.D.1795/2010  | 21.38 | 641.40 | 8979.60  |
| 01-01-12 | R.D.1888/2011  | 21.38 | 641.40 | 8979.60  |
| 01-01-13 | R.D. 1717/2012 | 21.51 | 645.30 | 9034.20  |
| 01-01-14 | R.D. 1046/2013 | 21.51 | 645.30 | 9034.20  |
| 01-01-15 | R.D. 1106/2014 | 21.62 | 648.60 | 9080.40  |
| 01-01-16 | R.D. 1171/2015 | 21.84 | 655.20 | 9172.80  |
| 01-01-17 | R.D. 742/2016  | 23.59 | 707.70 | 9907.80  |
| 01-01-18 | R.D. 1077/2017 | 24.53 | 735.90 | 10302.60 |
| 01-01-19 | R.D. 1462/2018 | 30.00 | 900.00 | 12600.00 |
| 01-01-20 | R.D. 231/2020  | 31.56 | 950.00 | 13300.00 |

Fuente: Elaboración propia a partir del BOE. Fecha de consulta: 04/01/2021

**Tabla I.18.- Ganancia media por trabajador (€). 1995-2020**

| <b>AÑO</b>  | <b>AMBOS<br/>SEXOS</b> | <b>MUJERES</b> | <b>HOMBRES</b> |
|-------------|------------------------|----------------|----------------|
| <b>1995</b> |                        |                |                |
| <b>1996</b> |                        |                |                |
| <b>1997</b> |                        |                |                |
| <b>1998</b> |                        |                |                |
| <b>1999</b> |                        |                |                |
| <b>2000</b> |                        |                |                |
| <b>2001</b> |                        |                |                |
| <b>2002</b> |                        |                |                |
| <b>2003</b> |                        |                |                |
| <b>2004</b> | 18310.11               | 14889.74       | 20548.33       |
| <b>2005</b> | 18676.92               | 15294.83       | 21093.92       |
| <b>2006</b> | 19680.88               | 16245.17       | 22051.08       |
| <b>2007</b> | 20390.35               | 16943.89       | 22780.29       |
| <b>2008</b> | 21883.42               | 18910.62       | 24203.33       |
| <b>2009</b> | 22511.47               | 19502.02       | 25001.05       |
| <b>2010</b> | 22790.20               | 19735.22       | 25479.74       |
| <b>2011</b> | 22899.35               | 19767.59       | 25667.89       |
| <b>2012</b> | 22726.44               | 19537.33       | 25682.05       |
| <b>2013</b> | 22697.86               | 19514.58       | 25675.17       |
| <b>2014</b> | 22858.17               | 19744.82       | 25727.24       |
| <b>2015</b> | 23106.30               | 20051.58       | 25992.76       |
| <b>2016</b> | 23156.34               | 20131.41       | 25924.43       |
| <b>2017</b> | 23646.50               | 20607.85       | 26391.84       |
| <b>2018</b> | 24009.12               | 21011.89       | 26738.19       |
| <b>2019</b> |                        |                |                |
| <b>2020</b> |                        |                |                |

Sin datos para los períodos 1995-2003 y 2019-2020

Fuente: Elaboración propia a partir del INE. Fecha de consulta: 04/01/2021

**Tabla I.19.- Media horas/año por trabajador. 1995-2020**

| <b>AÑO</b>  | <b>HORAS AÑO</b> |
|-------------|------------------|
| <b>1995</b> | 1754.80          |
| <b>1996</b> | 1749.70          |
| <b>1997</b> | 1749.70          |
| <b>1998</b> | 1753.80          |
| <b>1999</b> | 1753.80          |
| <b>2000</b> | 1752.80          |
| <b>2001</b> | 1762.50          |
| <b>2002</b> | 1764.60          |
| <b>2003</b> | 1755.90          |
| <b>2004</b> | 1741.50          |
| <b>2005</b> | 1725.60          |
| <b>2006</b> | 1715.70          |
| <b>2007</b> | 1703.50          |
| <b>2008</b> | 1712.60          |
| <b>2009</b> | 1719.70          |
| <b>2010</b> | 1710.40          |
| <b>2011</b> | 1715.50          |
| <b>2012</b> | 1701.20          |
| <b>2013</b> | 1693.50          |
| <b>2014</b> | 1694.60          |
| <b>2015</b> | 1699.60          |
| <b>2016</b> | 1701.50          |
| <b>2017</b> | 1690.20          |
| <b>2018</b> | 1685.70          |
| <b>2019</b> | 1682.25          |
| <b>2020</b> | 1678.81          |

El período 2017-2020 se ha calculado siguiendo la tendencia de los años anteriores

Fuente: Elaboración propia. Fecha de consulta: 04/01/2021

**Tabla I.20.- Accidentes de trabajo con baja (10<sup>3</sup> - %). 1995-2020**

| <b>AÑO</b>      | <b>TOTAL</b> | <b>RG</b> | <b>RETA</b> | <b>% RG</b> | <b>% RETA</b> |
|-----------------|--------------|-----------|-------------|-------------|---------------|
| <b>1995</b>     | 599.07       | 599.07    |             | 100.00      |               |
| <b>1996</b>     | 622.10       | 622.10    |             | 100.00      |               |
| <b>1997</b>     | 677.14       | 677.14    |             | 100.00      |               |
| <b>1998</b>     | 753.40       | 753.40    |             | 100.00      |               |
| <b>1999</b>     | 869.16       | 869.16    |             | 100.00      |               |
| <b>2000</b>     | 932.93       | 932.93    |             | 100.00      |               |
| <b>2001</b>     | 946.60       | 946.60    |             | 100.00      |               |
| <b>2002</b>     | 938.19       | 938.19    |             | 100.00      |               |
| <b>2003</b>     | 874.72       | 874.72    |             | 100.00      |               |
| <b>2004</b>     | 871.72       | 868.89    | 2.84        | 99.67       | 0.33          |
| <b>2005</b>     | 890.87       | 886.34    | 4.54        | 99.49       | 0.51          |
| <b>2006</b>     | 911.56       | 905.43    | 6.13        | 99.33       | 0.68          |
| <b>2007</b>     | 924.98       | 918.27    | 6.71        | 99.27       | 0.73          |
| <b>2008</b>     | 804.96       | 795.82    | 9.14        | 98.86       | 1.15          |
| <b>2009</b>     | 617.44       | 607.57    | 9.87        | 98.40       | 1.62          |
| <b>2010</b>     | 569.52       | 559.44    | 10.09       | 98.23       | 1.80          |
| <b>2011</b>     | 512.58       | 500.35    | 12.24       | 97.61       | 2.45          |
| <b>2012</b>     | 408.54       | 395.79    | 12.75       | 96.88       | 3.22          |
| <b>2013</b>     | 404.28       | 391.44    | 12.85       | 96.82       | 3.28          |
| <b>2014</b>     | 424.63       | 411.81    | 12.82       | 96.98       | 3.11          |
| <b>2015</b>     | 458.02       | 446.10    | 11.92       | 97.40       | 2.67          |
| <b>2016</b>     | 489.07       | 476.85    | 12.21       | 97.64       | 2.42          |
| <b>2017</b>     | 515.08       | 502.98    | 12.10       | 97.65       | 2.35          |
| <b>2018</b>     | 532.98       | 521.47    | 12.02       | 97.84       | 2.26          |
| <b>2019</b>     | 562.76       | 529.42    | 33.34       | 94.08       | 5.92          |
| <b>2020 (*)</b> | 350.64       | 327.40    | 23.24       | 93.37       | 6.63          |

(\*) Referido a 31/10/2020

Fuente: Elaboración propia. Fecha de consulta: 04/01/2021

Tabla I.21.- Índice de Incidencia por Régimen. 1995-2020

| <b>AÑO</b>      | <b>TOTAL</b> | <b>RG</b> | <b>RETA</b> |
|-----------------|--------------|-----------|-------------|
| <b>1995</b>     | 6059.83      | 6059.83   |             |
| <b>1996</b>     | 6191.91      | 6191.91   |             |
| <b>1997</b>     | 6488.25      | 6488.25   |             |
| <b>1998</b>     | 6834.26      | 6834.26   |             |
| <b>1999</b>     | 7437.38      | 7437.38   |             |
| <b>2000</b>     | 7558.43      | 7558.43   |             |
| <b>2001</b>     | 7349.91      | 7349.91   |             |
| <b>2002</b>     | 7057.19      | 7057.19   |             |
| <b>2003</b>     | 6386.69      | 6386.70   |             |
| <b>2004</b>     | 6136.39      | 6179.70   | 1952.10     |
| <b>2005</b>     | 6011.82      | 6064.20   | 2236.10     |
| <b>2006</b>     | 6047.57      | 6112.40   | 2358.20     |
| <b>2007</b>     | 5914.32      | 5987.30   | 2217.30     |
| <b>2008</b>     | 5210.82      | 5335.50   | 1717.10     |
| <b>2009</b>     | 4263.42      | 4355.50   | 1853.00     |
| <b>2010</b>     | 4000.06      | 4087.10   | 1833.40     |
| <b>2011</b>     | 3633.76      | 3715.60   | 1912.50     |
| <b>2012</b>     | 2948.95      | 2997.00   | 1969.10     |
| <b>2013</b>     | 3009.21      | 3059.30   | 2007.70     |
| <b>2014</b>     | 3111.30      | 3163.20   | 2037.10     |
| <b>2015</b>     | 3252.00      | 3311.00   | 1951.10     |
| <b>2016</b>     | 3364.00      | 3424.30   | 1994.50     |
| <b>2017</b>     | 3408.76      | 3467.80   | 1995.70     |
| <b>2018</b>     | 3408.69      | 3468.89   | 1906.69     |
| <b>2019</b>     | 3019.64      | 3427.63   | 1044.70     |
| <b>2020 (*)</b> | 1933.70      | 2189.57   | 730.77      |

(\*) Referido a 31/10/2020

Fuente: Elaboración propia. Fecha de consulta: 04/01/2021

**Tabla I.22.- Jornada media efectiva por trabajador y tipo de jornada. 1995-2020**

| <b>AÑO</b>  | <b>MHT-T</b> | <b>MHT-TC</b> | <b>MHT-TP</b> |
|-------------|--------------|---------------|---------------|
| <b>1995</b> | 1699.00      | 1750.20       | 934.10        |
| <b>1996</b> | 1680.80      | 1761.60       | 927.90        |
| <b>1997</b> | 1675.20      | 1767.80       | 942.10        |
| <b>1998</b> | 1671.70      | 1770.00       | 987.30        |
| <b>1999</b> | 1674.30      | 1772.60       | 997.10        |
| <b>2000</b> | 1675.20      | 1775.30       | 978.00        |
| <b>2001</b> | 1669.50      | 1768.50       | 1008.40       |
| <b>2002</b> | 1664.90      | 1767.50       | 1026.40       |
| <b>2003</b> | 1652.90      | 1758.50       | 1023.90       |
| <b>2004</b> | 1646.20      | 1755.10       | 1024.00       |
| <b>2005</b> | 1638.60      | 1749.40       | 1030.70       |
| <b>2006</b> | 1628.90      | 1740.40       | 1019.90       |
| <b>2007</b> | 1620.10      | 1734.40       | 1024.80       |
| <b>2008</b> | 1612.00      | 1730.50       | 1029.80       |
| <b>2009</b> | 1585.40      | 1715.20       | 1019.50       |
| <b>2010</b> | 1579.40      | 1717.30       | 1028.20       |
| <b>2011</b> | 1572.40      | 1715.10       | 1038.40       |
| <b>2012</b> | 1563.80      | 1712.80       | 1036.60       |
| <b>2013</b> | 1567.36      | 1714.02       | 1058.85       |
| <b>2014</b> | 1559.77      | 1710.45       | 1064.59       |
| <b>2015</b> | 1552.18      | 1706.88       | 1070.34       |
| <b>2016</b> | 1544.59      | 1703.32       | 1076.08       |
| <b>2017</b> | 1537.00      | 1699.75       | 1081.83       |
| <b>2018</b> | 1529.42      | 1696.18       | 1087.57       |
| <b>2019</b> | 1521.83      | 1692.62       | 1093.31       |
| <b>2020</b> | 1514.24      | 1689.05       | 1099.06       |

El período 2013-2020 se ha calculado siguiendo la tendencia de los años anteriores

Fuente: Elaboración propia. Fecha de consulta: 04/01/2021

Tabla I.23.- Índice de Frecuencia Total y por Sectores. 1995-2020

| <b>AÑO</b>      | <b>TOTAL</b> | <b>AGRARIO</b> | <b>INDUSTRIA</b> | <b>CONSTRUCCIÓN</b> | <b>SERVICIOS</b> |
|-----------------|--------------|----------------|------------------|---------------------|------------------|
| <b>1995</b>     | 33.90        | 13.70          | 57.20            | 85.70               | 22.80            |
| <b>1996</b>     | 35.52        | 14.26          | 57.64            | 90.19               | 24.92            |
| <b>1997</b>     | 37.31        | 16.51          | 60.13            | 91.43               | 26.21            |
| <b>1998</b>     | 39.30        | 17.02          | 61.67            | 97.47               | 27.54            |
| <b>1999</b>     | 42.86        | 17.03          | 66.72            | 104.69              | 29.80            |
| <b>2000</b>     | 43.73        | 15.86          | 66.41            | 105.35              | 30.90            |
| <b>2001</b>     | 42.79        | 14.59          | 64.10            | 102.65              | 30.44            |
| <b>2002</b>     | 41.20        | 13.97          | 61.26            | 97.43               | 29.69            |
| <b>2003</b>     | 37.62        | 13.13          | 58.37            | 86.60               | 26.78            |
| <b>2004</b>     | 36.32        | 13.64          | 60.37            | 78.91               | 25.30            |
| <b>2005</b>     | 35.91        | 14.34          | 60.22            | 76.76               | 24.58            |
| <b>2006</b>     | 36.62        | 20.17          | 57.06            | 72.98               | 24.71            |
| <b>2007</b>     | 36.00        | 20.96          | 56.36            | 71.08               | 24.39            |
| <b>2008</b>     | 31.89        | 22.02          | 50.26            | 61.61               | 22.65            |
| <b>2009</b>     | 26.47        | 21.76          | 40.07            | 52.27               | 20.10            |
| <b>2010</b>     | 25.11        | 25.18          | 38.17            | 49.88               | 19.25            |
| <b>2011</b>     | 22.81        | 24.85          | 34.63            | 45.41               | 17.84            |
| <b>2012</b>     | 18.64        | 23.15          | 28.40            | 37.48               | 14.88            |
| <b>2013</b>     | 19.25        | 24.07          | 27.70            | 35.16               | 16.05            |
| <b>2014</b>     | 19.96        | 25.07          | 28.61            | 36.74               | 16.66            |
| <b>2015</b>     | 20.97        | 27.41          | 30.42            | 39.33               | 17.29            |
| <b>2016</b>     | 21.75        | 27.69          | 31.60            | 41.81               | 17.91            |
| <b>2017</b>     | 21.97        | 28.76          | 32.25            | 44.07               | 17.78            |
| <b>2018 (*)</b> | 18.69        | 28.10          | 26.74            | 29.35               | 15.68            |
| <b>2019 (*)</b> | 17.61        | 28.79          | 24.88            | 25.98               | 15.07            |
| <b>2020 (*)</b> | 16.53        | 29.49          | 23.02            | 22.61               | 14.47            |

(\*) Datos obtenidos a partir de la tendencia de los años anteriores

Fuente: Elaboración propia. Fecha de consulta: 04/01/2021

**Tabla I.24.- Índices. 1995-2020**

| <b>AÑO</b>      | <b>II</b> | <b>II<sub>M</sub></b> | <b>DMB</b> | <b>IF</b> | <b>IF<sub>M</sub></b> | <b>IG</b> |
|-----------------|-----------|-----------------------|------------|-----------|-----------------------|-----------|
| <b>1995</b>     | 6059.83   | 10.10                 | 24.10      | 33.90     | 5.63                  | 0.82      |
| <b>1996</b>     | 6191.91   | 9.80                  | 25.06      | 35.52     | 5.51                  | 0.89      |
| <b>1997</b>     | 6488.25   | 10.14                 | 22.88      | 37.31     | 5.83                  | 0.85      |
| <b>1998</b>     | 6834.26   | 9.75                  | 22.13      | 39.30     | 5.61                  | 0.87      |
| <b>1999</b>     | 7437.38   | 9.45                  | 22.85      | 42.86     | 5.44                  | 0.98      |
| <b>2000</b>     | 7558.43   | 9.20                  | 22.21      | 43.73     | 5.33                  | 0.97      |
| <b>2001</b>     | 7349.91   | 8.00                  | 22.78      | 42.79     | 4.66                  | 0.97      |
| <b>2002</b>     | 7057.19   | 8.28                  | 23.02      | 41.20     | 4.84                  | 0.95      |
| <b>2003</b>     | 6386.69   | 7.45                  | 23.50      | 37.62     | 4.39                  | 0.88      |
| <b>2004</b>     | 6136.39   | 6.81                  | 22.12      | 36.32     | 4.03                  | 0.80      |
| <b>2005</b>     | 6011.82   | 6.31                  | 22.72      | 35.91     | 3.77                  | 0.82      |
| <b>2006</b>     | 6047.57   | 6.28                  | 22.45      | 36.62     | 3.80                  | 0.82      |
| <b>2007</b>     | 5914.32   | 5.28                  | 23.45      | 36.00     | 3.21                  | 0.84      |
| <b>2008</b>     | 5210.82   | 5.24                  | 21.74      | 31.89     | 3.21                  | 0.69      |
| <b>2009</b>     | 4263.42   | 4.36                  | 25.97      | 26.47     | 2.71                  | 0.69      |
| <b>2010</b>     | 4000.06   | 4.00                  | 27.18      | 25.11     | 2.51                  | 0.68      |
| <b>2011</b>     | 3633.76   | 3.91                  | 27.74      | 22.81     | 2.45                  | 0.63      |
| <b>2012</b>     | 2948.95   | 3.26                  | 28.13      | 18.64     | 2.06                  | 0.52      |
| <b>2013</b>     | 3009.21   | 3.33                  | 29.80      | 19.25     | 2.13                  | 0.57      |
| <b>2014</b>     | 3111.30   | 3.42                  | 29.85      | 19.96     | 2.19                  | 0.60      |
| <b>2015</b>     | 3252.00   | 3.66                  | 30.81      | 20.97     | 2.36                  | 0.65      |
| <b>2016</b>     | 3364.00   | 3.41                  | 30.60      | 21.75     | 2.21                  | 0.66      |
| <b>2017</b>     | 3408.80   | 3.28                  | 31.13      | 21.97     | 2.12                  | 0.68      |
| <b>2018 (*)</b> | 3408.69   |                       | 31.36      | 18.69     |                       | 0.58      |
| <b>2019 (*)</b> | 3019.64   |                       | 32.68      | 17.61     |                       | 0.56      |
| <b>2020 (*)</b> | 1933.70   |                       | 31.39      | 16.53     |                       | 0.54      |

(\*) Datos obtenidos a partir de la tendencia de los años anteriores

Fuente: Elaboración propia. Fecha de consulta: 04/01/2021

Tabla I.25.- Índice de Gravedad Total y por Sectores. 1995-2020

| <b>AÑO</b>      | <b>TOTAL</b> | <b>AGRARIO</b> | <b>INDUSTRIA</b> | <b>CONSTRUCCIÓN</b> | <b>SERVICIOS</b> |
|-----------------|--------------|----------------|------------------|---------------------|------------------|
| <b>1995</b>     | 0.82         | 0.40           | 1.30             | 2.06                | 0.56             |
| <b>1996</b>     | 0.89         | 0.42           | 1.35             | 2.27                | 0.64             |
| <b>1997</b>     | 0.85         | 0.43           | 1.29             | 2.09                | 0.62             |
| <b>1998</b>     | 0.87         | 0.44           | 1.29             | 2.14                | 0.62             |
| <b>1999</b>     | 0.98         | 0.47           | 1.45             | 2.36                | 0.69             |
| <b>2000</b>     | 0.97         | 0.42           | 1.39             | 2.29                | 0.71             |
| <b>2001</b>     | 0.97         | 0.39           | 1.41             | 2.27                | 0.71             |
| <b>2002</b>     | 0.95         | 0.38           | 1.37             | 2.18                | 0.70             |
| <b>2003</b>     | 0.88         | 0.35           | 1.33             | 2.01                | 0.64             |
| <b>2004</b>     | 0.80         | 0.37           | 1.27             | 1.70                | 0.57             |
| <b>2005</b>     | 0.82         | 0.39           | 1.31             | 1.70                | 0.57             |
| <b>2006</b>     | 0.82         | 0.57           | 1.23             | 1.60                | 0.57             |
| <b>2007</b>     | 0.84         | 0.61           | 1.27             | 1.64                | 0.58             |
| <b>2008</b>     | 0.69         | 0.58           | 1.06             | 1.34                | 0.49             |
| <b>2009</b>     | 0.69         | 0.69           | 1.00             | 1.39                | 0.52             |
| <b>2010</b>     | 0.68         | 0.83           | 0.99             | 1.43                | 0.51             |
| <b>2011</b>     | 0.63         | 0.81           | 0.93             | 1.35                | 0.48             |
| <b>2012</b>     | 0.52         | 0.76           | 0.78             | 1.14                | 0.41             |
| <b>2013</b>     | 0.57         | 0.83           | 0.81             | 1.14                | 0.47             |
| <b>2014</b>     | 0.60         | 0.87           | 0.83             | 1.19                | 0.49             |
| <b>2015</b>     | 0.65         | 0.95           | 0.91             | 1.31                | 0.52             |
| <b>2016</b>     | 0.66         | 0.97           | 0.93             | 1.37                | 0.54             |
| <b>2017</b>     | 0.68         | 0.99           | 0.97             | 1.45                | 0.55             |
| <b>2018 (*)</b> | 0.58         | 0.96           | 0.81             | 1.05                | 0.47             |
| <b>2019 (*)</b> | 0.56         | 0.99           | 0.79             | 0.99                | 0.46             |
| <b>2020 (*)</b> | 0.54         | 1.02           | 0.76             | 0.94                | 0.45             |

(\*) Datos obtenidos a partir de la tendencia de los años anteriores

Fuente: Elaboración propia. Fecha de consulta: 04/01/2021

**Tabla I.26.- Duración Media de las Bajas. 1995-2017**

| <b>DURACIÓN MEDIA DE LAS BAJAS</b> |              |                |                  |                     |                  |
|------------------------------------|--------------|----------------|------------------|---------------------|------------------|
| <b>AÑO</b>                         | <b>TOTAL</b> | <b>AGRARIO</b> | <b>INDUSTRIA</b> | <b>CONSTRUCCIÓN</b> | <b>SERVICIOS</b> |
| <b>1995</b>                        | 24.10        | 29.40          | 22.70            | 24.00               | 24.60            |
| <b>1996</b>                        | 25.06        | 29.49          | 23.49            | 25.16               | 25.69            |
| <b>1997</b>                        | 22.88        | 26.30          | 21.49            | 22.86               | 23.47            |
| <b>1998</b>                        | 22.13        | 25.92          | 20.99            | 21.96               | 22.53            |
| <b>1999</b>                        | 22.85        | 27.42          | 21.67            | 22.55               | 23.30            |
| <b>2000</b>                        | 22.21        | 26.18          | 20.95            | 21.70               | 22.99            |
| <b>2001</b>                        | 22.78        | 26.57          | 22.05            | 22.14               | 23.31            |
| <b>2002</b>                        | 23.02        | 27.12          | 22.38            | 22.33               | 23.48            |
| <b>2003</b>                        | 23.50        | 26.61          | 22.84            | 23.25               | 23.79            |
| <b>2004</b>                        | 22.12        | 26.80          | 21.08            | 21.56               | 22.70            |
| <b>2005</b>                        | 22.72        | 27.21          | 21.84            | 22.18               | 23.22            |
| <b>2006</b>                        | 22.45        | 28.11          | 21.58            | 21.89               | 22.92            |
| <b>2007</b>                        | 23.45        | 29.06          | 22.48            | 23.11               | 23.84            |
| <b>2008</b>                        | 21.74        | 26.34          | 21.01            | 21.70               | 21.83            |
| <b>2009</b>                        | 25.97        | 31.66          | 24.94            | 26.62               | 25.69            |
| <b>2010</b>                        | 27.18        | 32.96          | 26.06            | 28.69               | 26.66            |
| <b>2011</b>                        | 27.74        | 32.59          | 26.91            | 29.72               | 27.07            |
| <b>2012</b>                        | 28.13        | 32.90          | 27.57            | 30.52               | 27.32            |
| <b>2013</b>                        | 29.80        | 34.64          | 29.25            | 32.40               | 29.01            |
| <b>2014</b>                        | 29.85        | 34.54          | 29.00            | 32.37               | 29.18            |
| <b>2015</b>                        | 30.81        | 34.72          | 29.87            | 33.34               | 30.24            |
| <b>2016</b>                        | 30.60        | 35.26          | 29.47            | 32.77               | 30.08            |
| <b>2017</b>                        | 31.13        | 34.56          | 30.05            | 33.04               | 30.73            |
| <b>2018</b>                        | 31.36        | 34.88          | 29.95            | 32.72               | 31.18            |
| <b>2019</b>                        | 32.68        | 36.51          | 30.75            | 34.43               | 32.52            |
| <b>2020 (*)</b>                    | 31.39        | 35.86          | 30.39            | 33.79               | 30.66            |

(\*) Datos obtenidos a partir de la tendencia de los años anteriores

Fuente: Elaboración propia. Fecha de consulta: 04/01/2021

# **Anexo II.- Fundamentos normativos**



---

## **Anexo II.1.- Disposiciones legales y normativa sobre seguridad y salud. Publicaciones BOE. Biblioteca Jurídica Digital**

### **Tabla II.1.- Códigos electrónicos: Prevención de Riesgos Laborales**

<https://boe.es/legislacion/codigos/codigo.php?id=37&modo=1&nota=0>

<https://boe.es/legislacion/codigos/codigo.php?id=37&modo=1&nota=0&tab=2>

**Edición actualizada a 27 de enero de 2021**

**Fuente: BOE. Fecha de consulta: 28/01/2021**

#### **CONTENIDO**

1. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales
2. Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción

#### **NORMAS REGLAMENTARIAS**

3. Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo
4. Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo
5. Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores
6. Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización
7. Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo
8. Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo
9. Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual
10. Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los

trabajadores de los equipos de trabajo

11. Real Decreto 1216/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo a bordo de los buques de pesca
12. Real Decreto 1389/1997, de 5 de septiembre, por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras
13. Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción
14. Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal
15. Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo
16. Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico
17. Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo
18. Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas
19. Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido
20. Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto
21. Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción
22. Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales
23. Real Decreto 299/2016, de 22 de julio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición

a campos electromagnéticos

#### INSPECCIÓN DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL

24. Ley 23/2015, de 21 de julio, Ordenadora del Sistema de Inspección de Trabajo y Seguridad Social
25. Real Decreto 192/2018, de 6 de abril, por el que se aprueban los estatutos del Organismo Autónomo Organismo Estatal Inspección de Trabajo y Seguridad Social
26. Real Decreto 138/2000, de 4 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Organización y Funcionamiento de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social
27. Real Decreto 231/2017, de 10 de marzo, por el que se regula el establecimiento de un sistema de reducción de las cotizaciones por contingencias profesionales a las empresas que hayan disminuido de manera considerable la siniestralidad laboral
28. Orden ESS/256/2018, de 12 de marzo, por la que se desarrolla el Real Decreto 231/2017, de 10 de marzo, por el que se regula el establecimiento de un sistema de reducción de las cotizaciones por contingencias profesionales a las empresas que hayan disminuido de manera considerable la siniestralidad laboral

#### COMISIÓN NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

29. Real Decreto 1879/1996, de 2 de agosto, por el que se regula la composición de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

#### COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES

30. Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales

#### SERVICIOS DE PREVENCIÓN

31. Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención
32. Orden TIN/2504/2010, de 20 de septiembre, por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en lo referido a la acreditación de entidades especializadas como servicios de prevención, memoria de actividades preventivas y autorización para realizar la actividad de auditoría del sistema de prevención de las empresas
33. Real Decreto 1993/1995, de 7 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre colaboración de las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades

Profesionales de la Seguridad Social

34. Real Decreto 843/2011, de 17 de junio, por el que se establecen los criterios básicos sobre la organización de recursos para desarrollar la actividad sanitaria de los servicios de prevención
35. Resolución de 28 de diciembre de 2004, de la Secretaría de Estado de la Seguridad Social, por la que se fijan nuevos criterios para la compensación de costes prevista en el artículo 10 de la Orden de 22 de abril del 1997, por la que se regula el régimen de funcionamiento de las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social en el desarrollo de actividades de Prevención de Riesgos Laborales
36. Orden TAS/3623/2006, de 28 de noviembre, por la que se regulan las actividades preventivas en el ámbito de la Seguridad Social y la financiación de la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales
37. Real Decreto 860/2018, de 13 de julio, por el que se regulan las actividades preventivas de la acción protectora de la Seguridad Social a realizar por las mutuas colaboradoras con la Seguridad Social

ADMINISTRACIÓN GENERAL DEL ESTADO

38. Real Decreto 67/2010, de 29 de enero, de adaptación de la legislación de Prevención de Riesgos Laborales a la Administración General del Estado
39. Real Decreto 707/2002, de 19 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre el procedimiento administrativo especial de actuación de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social y para la imposición de medidas correctoras de incumplimientos en materia de prevención de riesgos laborales en el ámbito de la Administración General del Estado

CENTROS Y ESTABLECIMIENTOS MILITARES

40. Real Decreto 1932/1998, de 11 de septiembre, de adaptación de los capítulos III y V de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, al ámbito de los centros y establecimientos militares
41. Real Decreto 1755/2007, de 28 de diciembre, de prevención de riesgos laborales del personal militar de las Fuerzas Armadas y de la organización de los servicios de prevención del Ministerio de Defensa

GUARDIA CIVIL

42. Real Decreto 179/2005, de 18 de febrero, sobre prevención de riesgos laborales en la Guardia Civil

#### CUERPO NACIONAL DE POLICÍA

43. Real Decreto 2/2006, de 16 de enero, por el que se establecen normas sobre prevención de riesgos laborales en la actividad de los funcionarios del Cuerpo Nacional de Policía

#### INFRACCIONES Y SANCIONES

44. Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social
45. Real Decreto 928/1998, de 14 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento general sobre procedimientos para la imposición de sanciones por infracciones de orden social y para los expedientes liquidatorios de cuotas de la Seguridad Social
46. Real Decreto 597/2007, de 4 de mayo, sobre publicación de las sanciones por infracciones muy graves en materia de prevención de riesgos laborales

## **Anexo II.2.- Legislación Complementaria**

Una disposición que, con los cambios legislativos se ha ido adecuando y que mantiene en vigor parte de la misma es la Orden de 16 de enero de 1940 que dispone las normas que han de seguirse para unificar las estadísticas de accidentes del trabajo. Entre otras, el baremo para la valoración de la gravedad de los accidentes de trabajo según la pérdida de tiempo inherente a la incapacidad causada, como puede apreciarse en la **Figura I.4**

Esta tabla también puede consultarse en la NTP 1 publicada por el INSHT en 1982.

BOE 29-01-1940

<http://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1940/029/A00728-00741.pdf>

X Conferencia OIT

[http://www.ilo.org/global/statistics-and-databases/meetings-and-events/international-conference-of-labour-statisticians/WCMS\\_221504/lang--en/index.htm](http://www.ilo.org/global/statistics-and-databases/meetings-and-events/international-conference-of-labour-statisticians/WCMS_221504/lang--en/index.htm)

Report of the Conference

[http://www.ilo.org/public/libdoc/ilo/1962/62B09\\_134\\_engl.pdf](http://www.ilo.org/public/libdoc/ilo/1962/62B09_134_engl.pdf)

NTP 1

[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp\\_001.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_001.pdf)

XVI Conferencia OIT

[http://www.ilo.org/global/statistics-and-databases/meetings-and-events/international-conference-of-labour-statisticians/WCMS\\_087576/lang--es/index.htm](http://www.ilo.org/global/statistics-and-databases/meetings-and-events/international-conference-of-labour-statisticians/WCMS_087576/lang--es/index.htm)

[http://www.ilo.org/global/statistics-and-databases/meetings-and-events/international-conference-of-labour-statisticians/WCMS\\_088377/lang--es/index.htm](http://www.ilo.org/global/statistics-and-databases/meetings-and-events/international-conference-of-labour-statisticians/WCMS_088377/lang--es/index.htm)

[https://www.iberley.es/legislacion/orden-9-mar-1971-ordenanza-general-seguridad-higiene-trabajo-1300389?fecha\\_vigencia=2001-08-21](https://www.iberley.es/legislacion/orden-9-mar-1971-ordenanza-general-seguridad-higiene-trabajo-1300389?fecha_vigencia=2001-08-21)

<http://www.jmcprl.net/NORMATIVA/ogsht/indice.htm>

cionamiento.—Competencia de la Magistratura del Trabajo.—Procedimientos.

Tema 42.—La Delegación Nacional de Sindicatos de la F. E. T. y de las J. O. N. S.—Las Centrales Nacional-Sindicalistas.

#### VII.—Legislación del trabajo

Tema 43.—Resumen histórico de la Legislación española del trabajo.

Tema 44.—El Fuero del Trabajo.

Tema 45.—Síntesis de las principales leyes vigentes.

Tema 46.—Bases y Reglamentaciones del Trabajo.—Examen de las publicadas por el Gobierno Nacional.

Tema 47.—Usos y costumbres; su valor jurídico en materia de trabajo.—Reglamentos interiores de Empresas.

Tema 48.—El Contrato de Trabajo. Sus sujetos.—Limitaciones.—Modalidades.

Tema 49.—Dignidad del trabajo: Disposiciones que la tutelan.

Tema 50.—Derecho al trabajo; Leyes e instituciones que lo garantizan; despido.

Tema 51.—Accidentes de trabajo.—Legislación en la materia.

Tema 52.—Seguridad e higiene del trabajo.—Enfermedades profesionales.—Prevención de accidentes y de enfermedades.

Tema 53.—Limitación del trabajo.—Jornada.—Descanso dominical. Fiestas.—Vacaciones.

Tema 54.—Remuneración del trabajo.—El salario; sus especies. Salarios mínimos.—Otras formas de retribuciones.

Tema 55.—Preparación para el trabajo.—Contrato de aprendizaje.

Tema 56.—Exaltación del trabajo en el Sindicalismo-Nacional: Su precedencia sobre el capital: participación de beneficios; colaboración en la Empresa.

Tema 57.—El trabajo de la mujer y de los niños.—Legislación nacional y extranjera.

Tema 58.—Trabajo doméstico.—Trabajo a domicilio.

Tema 59.—El trabajo en las minas.—Trabajo de la metalurgia.

Tema 60.—El trabajo en los ferrocarriles y otros transportes.—Trabajo en la industria panadera.

Tema 61.—Trabajo de pesca.—Problemas económicos y sociales de la pesca de España.

Tema 62.—El trabajo a bordo.

Tema 63.—El trabajo en Bancos y oficinas.—Trabajo mercantil.

Tema 64.—El trabajo agrícola.—Reglamentos de trabajo en el campo.

Tema 65.—Trabajo en los servicios públicos y en las Empresas concesionarias.

Tema 66.—Trabajo en los ramos de Guerra y Marina.

#### VII.—Tutela de las clases trabajadoras

Tema 67.—Política de Seguros Sociales.—La unificación de los Seguros.—El Seguro integral.

Tema 68.—Seguro de accidentes del trabajo.

Tema 69.—Seguros de vejez e invalidez.—Retiro obrero.

Tema 70.—El Seguro de enfermedad.—Seguro de maternidad.

Tema 71.—Protección a la familia.—Del salario familiar al Seguro familiar.—Evolución de la doctrina y de la técnica.

Tema 72.—El régimen de subsidios familiares en España.

Tema 73.—El Seguro contra el paro.—Examen de la legislación extranjera.

Tema 74.—Pósitos de pescadores. El Instituto Social de la Marina.

Tema 75.—Aplicación de los Seguros Sociales a la agricultura.

Tema 76.—Fomento de las Cooperativas.—Régimen vigente.

Tema 77.—Política social de la vivienda.—Antecedentes.—Régimen vigente.—Limitación y exenciones de alquileres.—Cámara de la Propiedad Urbana.

Tema 78.—Tutela del ahorro popular.—El protectorado de las Cajas de ahorro benéficas.

Tema 79.—Formación profesional.—Selección profesional.—Escuelas de trabajo.—Escuelas de Artes y Oficios.

Tema 80.—Prevención del paro forzoso.—Política de dirección de la Economía.—Limitación del trabajo de los extranjeros.

Tema 81.—Movimientos migratorios de la mano de obra.—Colonización interior.—Protección a los trabajadores españoles en el extranjero.

Tema 82.—Reforma social agraria.—Crédito agrícola: Pósitos.—Arrendamientos rústicos.—Colonización de grandes zonas.

#### VIII

Tema 83.—Reglamentación internacional del trabajo.—Conferencias internacionales.—La Oficina Internacional del Trabajo.

Tema 84.—Convenios internacionales suscritos por España.

Tema 85.—El trabajo en el Protectorado de Marruecos y en las Colonias.

NOTA.—El opositor desarrollará, en el tiempo señalado, los dos temas que por sorteo le correspondan y de los cuales uno será de los comprendidos entre los veintidós primeros y el otro desde el veintitrés al final del programa.

ORDEN de 16 de enero de 1940 disponiendo las normas que han de seguirse para unificar las estadísticas de accidentes del trabajo.

Ilmo. Sr.: Las distintas estadísticas de accidentes del trabajo, que hasta el presente se vienen confeccionando por las entidades aseguradoras, no coinciden entre sí, ni tampoco con las estadísticas oficiales, en cuanto a las distintas clasificaciones de industrias, causas de los accidentes, lesiones y demás datos que aparecen en las mismas, resultando, por tanto, difícil y, en mayor parte de las veces imposible, hacer las comparaciones y confrontaciones precisas, así como complementar unas con otras.

Las estadísticas de accidentes deben de comprender determinados datos y estar redactadas en forma tal que permitan, no sólo el conocimiento de los hechos acaecidos, sino también deducir de ellos consecuencias que se traduzcan en acción, en orden a evitar que los accidentes lleguen a producirse. Especificando convenientemente las causas inmediatas determinantes de los mismos, las lesiones e incapacidades resultantes, los trabajos en que han tenido lugar y el riesgo, expresado, no en números absolutos, que nada dicen, sino en relativos que indiquen la frecuencia y gravedad de los accidentes y con ello el grado de peligro de la industria o trabajo correspondiente

se podrá acometer la prevención con la orientación debida y cabrá, por tanto, esperar una mayor eficacia, al mismo tiempo que se obtendrán informaciones valiosas para la determinación del coste de

los accidentes en las distintas industrias y trabajos y de las primas respectivas.

Por consecuencia, este Ministerio ha acordado disponer:

Primero: A partir del año 1940

se adoptarán como modelos de los cuadros estadísticos que ha de confeccionar la estadística oficial de accidentes del trabajo los que se insertan a continuación y que llevan los títulos siguientes:

- |   |     |     |   |
|---|-----|-----|---|
| 1.— Accidentes clasificados según las industrias. | id. | id. | id. sus causas.   |
| 2.— id.   | id. | id. | id. las industrias y sus causas.                              |
| 3.— id.   | id. | id. | id. el lugar de las lesiones.                                 |
| 4.— id.   | id. | id. | id. la naturaleza de las lesiones.                            |
| 5.— id.   | id. | id. | id. la incapacidad resultante.                                |
| 6.— id.   | id. | id. | id. la duración de la incapacidad temporal.                   |
| 7.— id.   | id. | id. | id. la edad y el sexo.  |
| 8.— id.   | id. | id. | id. la hora del día.  |
| 9.— id.   | id. | id. | id. la hora de trabajo.                                       |
| 10.— id.  | id. | id. | id. el tiempo que el obrero llevaba ocupándose en el trabajo. |
| 11.— id.  | id. | id. |   |

Y como modelo del Boletín Estadístico a que hace referencia el artículo 198 del Reglamento de 31 de enero de 1933, el que se acompaña a la presente.

Segundo: El dato «horas trabajadas», que figura en el cuadro de clasificaciones de los accidentes, según las industrias, preciso para la determinación de los índices de frecuencia y gravedad, deberá ser suministrado anualmente por las entidades aseguradoras a la Dirección General de Estadística. A tales efectos, dentro del primer mes de cada año las entidades aseguradoras enviarán los datos referentes al número de horas trabajadas en los distintos grupos e industrias (cuadro 1) correspondientes a la totalidad de los patronos que tengan contratado el seguro con las mismas. Se entenderá por número de horas trabajadas en cada establecimiento el número de horas que hubiese precisado un sólo obrero para ejecutar la totalidad del trabajo realizado en el tiempo de que se trate, y teniendo presente que cuando este número no pueda darse exactamente, habrá de sustituirse por el aproximado que resulte de multiplicar los tres siguientes:

Número medio de obreros ocupados por jornada.

Número medio de horas trabajadas por obrero y jornada.

Número de jornadas trabajadas en el período de que se trata.

Independientemente, los Servicios oficiales de Estadística procederán a la obtención del dato «ho-

ras trabajadas» directamente de los propios patronos.

Tercero: — El riesgo se medirá mediante los índices de frecuencia

$$I_1 = \frac{\text{Número de accidentes.}}{\text{Número de horas trabajadas: 1.000.000.}}$$

Y por índice de gravedad, el número de jornadas perdidas como consecuencia de los accidentes co-

$$I_2 = \frac{J_1 + J_2}{\text{Número de horas trabajadas: 1.000.}}$$

Siendo el primer sumando del numerador  $J_1$  de la anterior fracción el número de jornadas perdidas por los accidentes que ocasionaron incapacidades temporales, y el segundo  $J_2$  el equivalente en jornadas de las incapacidades permanentes y muertes producidas por dichos accidentes, calculadas según el Baremo que se publica a continuación.

Los índices de frecuencia y de gravedad, calculados conforme se acaba de indicar, serán los que emplee la estadística oficial y los que deberán adoptar todas las entidades aseguradoras y patronos al tratar de determinar el riesgo de los accidentados.

Cuarto: — Todas las entidades aseguradoras y patronos que confeccionen estadísticas de accidentes de trabajo deberán de atenerse a los modelos de cuadros que se acompañan, siempre que aquéllas hagan referencia a los datos contenidos en los mismos, quedan-

do en libertad de emplear las divisiones de orden inferior a las señaladas en ellos, que estimen conveniente, de acuerdo con su especial actividad o modalidad de los trabajos.

Quinto: — Tan pronto la Dirección General de Estadística confeccione los cuadros a que se refiere la presente Orden, los dará a conocer a las Direcciones Generales de Trabajo y Previsión, a los fines de la prevención y seguros, debiendo, también, enviar a las mismas, las entidades aseguradoras y patronos, todas las estadísticas y trabajos que publiquen relacionados con los accidentes y su prevención, igualmente a los mencionados efectos.

Lo que digo a V. I. para su conocimiento y efectos.

Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 16 de enero de 1940.

BENJUMEA BURIN

Ilmo. Sr. Subsecretario de este Ministerio.

Figura II.2.- Orden 16 01 1940 (2)

**BAREMO PARA LA VALORACION DE LA GRAVEDAD DE LOS ACCIDENTES DE  
TRABAJO SEGUN LA PERDIDA DE TIEMPO INHERENTE A LA INCAPACIDAD  
CAUSADA**

| NATURALEZA DE LA LESION   | Porcentaje de<br>Incapacidad | Jornadas de tra-<br>bajo perdidas |
|---|------------------------------|-----------------------------------|
| Muerte .....  | 100                          | 6.000                             |
| Incapacidad permanente absoluta (I. P. A.).....                                 | 100                          | 5.000                             |
| » » total (I. P. T.).....   | 75                           | 4.500                             |
| Pérdida de un brazo por encima del codo .....                                   | 75                           | 4.500                             |
| » » por el codo o debajo .....  | 60                           | 3.600                             |
| » de la mano .....  | 50                           | 3.000                             |
| » o invalidez permanente del pulgar .....                                       | 10                           | 600                               |
| » » » de un dedo cualquiera .....   | 5                            | 300                               |
| » » » de dos dedos .....  | 12,5                         | 750                               |
| » » » de tres dedos .....   | 20                           | 1.200                             |
| » » » de cuatro dedos.....  | 30                           | 1.800                             |
| » » » del pulgar y un dedo .....  | 20                           | 1.200                             |
| » » » » y dos dedos .....   | 20                           | 1.500                             |
| » » » » y tres dedos .....  | 35,5                         | 2.000                             |
| » » » » y cuatro dedos .....  | 40                           | 2.400                             |
| » de una pierna por encima de la rodilla .....                                  | 75                           | 4.500                             |
| » » por la rodilla o debajo .....   | 50                           | 3.000                             |
| » del pie .....   | 40                           | 2.400                             |
| » o invalidez permanente del dedo gordo o de dos o más de-<br>dos del pie ..... | 5                            | 300                               |
| » de la vista (un ojo) .....  | 30                           | 1.800                             |
| Ceguera total .....   | 100                          | 6.000                             |
| Pérdida del oído (uno sólo) .....   | 10                           | 600                               |
| Sordera total .....   | 20                           | 1.200                             |

Fuente: BOE. Fecha de consulta: 04/01/2021

Figura II.3.- Orden 16 01 1940 (tabla Baremo)

otras diversas características, tales como el sexo, la edad, la ocupación, la calificación profesional y la duración de la experiencia profesional de los accidentados, el día de la semana y el mes del año, el momento de los accidentes con relación al horario de trabajo, la importancia de los establecimientos, etc. Cuando los accidentes del trabajo se clasifican según la ocupación, podría utilizarse la Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones.

#### MÉTODOS DE COMPARACIÓN

13. Las comparaciones válidas de un período a otro, de una industria a otra y de un país a otro no pueden efectuarse sino a condición de que las estadísticas de los accidentes del trabajo sean analizadas en relación con los datos del empleo, de las horas de trabajo, de la producción, etc. Con este objeto, puede ser ventajoso utilizar números relativos tales como las tasas de frecuencia, de incidencia y de gravedad.

14. Tales tasas deberían ser calculadas por industria y, de ser posible, por sexo y por grupo de edad; deberían ser presentadas separadamente para los accidentes que han provocado la muerte, la incapacidad permanente y la incapacidad temporal, según las definiciones dadas en el párrafo 7 anterior.

15. 1) La tasa de frecuencia de los accidentes del trabajo debería calcularse dividiendo el número de accidentes (multiplicado por 1.000.000) ocurridos durante el período cubierto por las estadísticas por el número de horas-hombre efectuadas por todas las personas expuestas al riesgo durante el mismo período<sup>1</sup>.

2) Cuando no se conoce el número de horas-hombre efectuadas, la tasa de frecuencia debería calcularse convirtiendo el número de personas expuestas al riesgo en horas-hombre; los métodos utilizados para esta conversión deberían indicarse de manera precisa.

16. La tasa de incidencia de los accidentes del trabajo debería calcularse dividiendo el número de los accidentes (multiplicado por 1.000), ocurridos durante el período cubierto por las estadísticas por el número medio de trabajadores expuestos al riesgo durante el mismo período.

17. El objeto de una tasa de gravedad es el de dar algunas indicaciones sobre la pérdida, expresada en períodos de incapacidad de trabajo, sufrida como consecuencia de accidentes del trabajo. La experiencia ha demostrado que existe gran diversidad en las prácticas nacionales; una vez admitido este hecho, no parece aconsejable recomendar en esta etapa un método internacional uniforme para el cálculo de las tasas de gravedad antes de haber emprendido investigaciones suplementarias a este respecto.

$$^1 \text{ TF (tasa de frecuencia)} = \frac{\text{Número total de accidentes del trabajo (multiplicado por 1.000.000)}}{\text{Número total de horas-hombre efectuadas}}$$

Fuente: ILO. Fecha de consulta: 04/01/2021

Figura II.4.- Décima Conferencia Estadígrafos OIT

### Mediciones comparativas

19. A efectos de facilitar comparaciones útiles de las estadísticas (por ejemplo, entre distintos periodos, actividades económicas, regiones o países), han de tenerse en cuenta las diferencias entre los volúmenes correspondientes de empleo, así como la variación del número de trabajadores del grupo de referencia y las horas trabajadas por éstos. Pueden calcularse en particular diversas tasas que toman en consideración estas diferencias; entre dichas tasas figuran las mediciones que se detallan a continuación y que se cuentan entre las más útiles para comparar información, tanto a nivel nacional como internacional. (La expresión «trabajadores en el grupo de referencia» se refiere a aquellos trabajadores integrantes del grupo que se examina, como, por ejemplo, los que quedan comprendidos en un género, actividad económica, ocupación, región o categoría de edad específicos, o en cualesquiera combinaciones de estas categorías.)

a) Tasa de frecuencia de nuevos casos de lesión profesional:

$$\frac{\text{Número de nuevos casos de lesión profesional registrados durante el periodo de referencia}}{\text{Número total de horas trabajadas por los trabajadores en el grupo de referencia}} \times 1.000$$

Este cálculo puede hacerse por separado, distinguiéndose las lesiones mortales de las lesiones no mortales. El denominador ideal debería ser el número de horas efectivamente trabajadas por las personas que integran el grupo de referencia. Cuando ello no sea posible, el cálculo puede hacerse sobre la base de las horas normales de trabajo, habida cuenta de los periodos reglamentarios de ausencia remunerada del trabajo, como las vacaciones, licencias por enfermedad y feriados públicos pagados.

b) Tasa de incidencia de nuevos casos de lesión profesional:

$$\frac{\text{Número de nuevos casos de lesión profesional durante el periodo de referencia}}{\text{Número total de trabajadores en el grupo de referencia durante el periodo de referencia}} \times 1.000$$

Este cálculo puede hacerse por separado, distinguiéndose las lesiones mortales de las lesiones no mortales. El número de trabajadores en el grupo de referencia debería ser el promedio para el periodo de referencia. Cuando se calcule dicho promedio, deberían tomarse en consideración las horas normales de trabajo efectuadas por dichas personas. El número de trabajadores a tiempo parcial debería convertirse en su equivalente de trabajadores a tiempo completo.

c) Tasa de gravedad de los nuevos casos de lesión profesional:

$$\frac{\text{Número de días perdidos a raíz de nuevos casos de lesión profesional durante el periodo de referencia}}{\text{Cantidad total de tiempo trabajado por los trabajadores del grupo de referencia durante el periodo de referencia}} \times 1.000.000$$

Esta tasa debería calcularse por separado en lo que atañe a la incapacidad laboral temporal, la incapacidad laboral permanente y las lesiones mortales. De preferencia, la cantidad de tiempo trabajado por los trabajadores en el grupo de referencia debería medirse en horas de trabajo.

d) Días perdidos por cada nuevo caso de lesión profesional:

Mediana del número de días perdidos por cada nuevo caso de lesión profesional durante el periodo de referencia.

Todas estas mediciones pueden calcularse según la actividad económica, la ocupación, el grupo de edad, etc., o según una combinación de cualesquiera de estas categorías.

20. Para cada una de las mediciones, el numerador y el denominador deberían tener el mismo ámbito. Por ejemplo, si las estadísticas de lesiones profesionales incluyen a los trabajadores independientes, éstos también deberían quedar comprendidos en el denominador.

### Difusión

21. Las estadísticas de lesiones profesionales que se compilen deberían difundirse periódicamente, por lo menos una vez al año; en particular, deberían publicarse datos preliminares



**Anexo III.-  
Organismos  
Públicos**



## Anexo III.1.- Ministerio de Trabajo y Economía Social

MAYO DE 1920

111

cuentas palabras censuró al Alcalde, a Cambó y a Puig y Cadafalch.

Dijo, del primero, que no se compaginaba su actitud con los cargos que desempeñaba.

Estas manifestaciones fueron aceptadas con aplausos.

El Conde de Limpías llamó la atención del Sr. Reglero para que no derivara en nada que fuese político y se concretase a la protesta, lo cual se haría constar en acta.

El concejal socialista Sr. Saborit, en nombre de la minoría, dijo que ésta no se asociaba al ruego, y que la protesta debía ser para la fuerza pública que intervino en los sucesos.

«No nos hacemos solidarios—dijo—de lo manifestado por el Sr. Reglero, pues antes lo hablamos con los que gritaron «¡Muera España!»

Estas palabras produjeron un tumulto indescribible, y entre gritos y amenazas, oyéronse repetidas protestas y vivas a la Patria.

Tras grandes esfuerzos, logró el Alcalde imponer silencio, y dijo, dirigiéndose a los socialistas:

—Esas palabras no constarán en el acta.

También se distinguió por su silencio el Centro de Hijos de Madrid, el cual, aunque fue inducido a que protestara, nada hizo, ocupado, sin duda, en perfeccionar los recreos grandes y pequeños de que vive, pues nadie sabe qué se ocupe en otra cosa.

**DIA 8. -El Ministerio del Trabajo.**—En la Presidencia del Consejo se facilitó el texto del Real decreto creando el Ministerio del Trabajo.

La parte dispositiva dice:

«Artículo 1.º En virtud de la autorización concedida al Gobierno en la disposición octava complementaria de la ley de Presupuestos vigente, se crea el Ministerio del Trabajo, al que quedan asignados desde luego los Institutos de Reformas Sociales y Nacional de Previsión, la Sección de Reformas Sociales del Ministerio de la Gobernación, el Negociado de Trabajo de la Dirección general

© Biblioteca Nacional de España

Figura III.1.- Decreto de creación del Ministerio de Trabajo

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de BOE. BNE. MCU. Fecha de consulta 04/01/2021

**Tabla III.1.- Denominaciones del Ministerio. 1920-2020**

| <b>DENOMINACIÓN</b>   | <b>DISPOSICIÓN</b> |
|---|--------------------|
| TRABAJO   | RD 08/05/1920      |
| TRABAJO, COMERCIO E INDUSTRIA   | RD 20/02/1922      |
| TRABAJO, SANIDAD Y PREVISION  | D 25/12/1933       |
| TRABAJO Y PREVISION SOCIAL  | LEY 16/03/1934     |
| TRABAJO Y JUSTICIA  | D 19/09/1935       |
| TRABAJO, SANIDAD Y PREVISION  | D 19/02/1936       |
| TRABAJO Y PREVISION   | D 04/11/1936       |
| TRABAJO Y ASISTENCIA SOCIAL   | D 17/05/1937       |
| COMISION DE TRABAJO (Junta Técnica del Estado - Guerra Civil)         | LEY 01/10/1936     |
| ORGANIZACIÓN Y ACCION SOCIAL  | LEY 31/01/1938     |
| TRABAJO   | LEY 08/08/1939     |
| TRABAJO   | RD 1558/1977       |
| TRABAJO, SANIDAD Y SEGURIDAD SOCIAL                                   | RD 325/1981        |
| TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL  | RD 2823/1981       |
| TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES  | RD 553/2004        |
| TRABAJO E INMIGRACIÓN   | RD 1129/2008       |
| EMPLEO Y SEGURIDAD SOCIAL   | RD 703/2017        |
| TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL                               | RD 903/2018        |
| TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL / INCLUSION, SEGURIDAD SOCIAL Y MIGRACIONES | RD 2/2020          |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de BOE. BNE. MCU. Fecha de consulta 04/01/2021

## Anexo III.2.- Comunidades Autónomas

**Tabla III.2.- Organismos Públicos encargados de la Seguridad y Salud en el Trabajo**

| ÁMBITO                 | ORGANISMO SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO                                       |
|------------------------|---|
| <b>INSST</b>           | INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO                           |
| Andalucía              | Instituto Andaluz de Prevención de Riesgos Laborales                            |
| Aragón                 | Instituto Aragonés de Seguridad y Salud Laboral                                 |
| Principado de Asturias | Instituto Asturiano de Prevención de Riesgos Laborales                          |
| Islas Baleares         | Dirección General de Trabajo, Economía Social y Salud Laboral                   |
| Canarias               | ICASEL: Instituto Canario de Seguridad Laboral                                  |
| Cantabria              | Instituto Cántabro de Seguridad y Salud en el Trabajo                           |
| Castilla La Mancha     | Dirección de Trabajo, Formación y Seguridad Laboral                             |
| Castilla y León        | Trabajo y Prevención de Riesgos Laborales                                       |
| Cataluña               | Institut Català de Seguretat i Salut Laboral                                    |
| Comunidad Valenciana   | INVASSAT: Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball                  |
| Extremadura            | SIPREVEX: Servicio de Seguridad y Salud en el Trabajo                           |
| Galicia                | ISSGA: Instituto Galego de Seguridade e Saúde Laboral                           |
| La Rioja               | ISRAL: Instituto Riojano de Salud Laboral                                       |
| Comunidad de Madrid    | IRSST: Organismo Autónomo Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo |
| Región de Murcia       | Instituto de Seguridad y Salud Laboral  |
| Navarra                | Instituto de Salud Pública y Laboral de Navarra                                 |
| Pais Vasco             | OSALAN: Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales                          |

Fuente: Elaboración propia a partir de BOE. Fecha de consulta: 02/05/2020