



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE ECONOMÍA**

**DESARROLLO DE MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA  
BASADO EN EL SEGURO DE RIESGOS DE TRABAJO DE  
AFILIADOS AL INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL,  
2010-2015.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ACTUARIO**

**PRESENTA:**  
RODRIGO LAGUNAS LÓPEZ  
JAVIER EDWIN VARGAS BENHUMEA

**ASESORA:**  
DRA. EN C. E. MARÍA DEL CARMEN GÓMEZ CHAGOYA

**REVISORES:**  
DRA. EN E.A. Y N. LIDIA ELENA CARVAJAL GUTIÉRREZ  
DR. EN A. OSWALDO GARCÍA SALGADO

Toluca, México, Diciembre 2019

# Contenido

- INTRODUCCIÓN .....3
- CAPÍTULO 1 .....7
  - Capítulo 1 Marco de Referencia de Seguridad Social .....8
    - 1.1 Seguridad Social en el Mundo .....8
    - 1.2 El Nacimiento de la Seguridad Social en México .....9
    - 1.3 Base Constitucional de la Seguridad Social..... 12
    - 1.4 Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) ..... 15
      - 1.4.1 Concepto de Riesgo de Trabajo Según la Ley del Seguro Social (LSS) ..... 15
      - 1.4.2 Del Seguro de Enfermedades y Maternidad (SEM) ..... 16
      - 1.4.3 Seguro de Enfermedades y Maternidad para el Asegurado ..... 16
      - 1.4.4 Seguro de Enfermedades y Maternidad para el Pensionado..... 16
      - 1.4.5 Del Seguro de Invalidez y Vida ..... 17
      - 1.4.6 Ramo Invalidez ..... 17
      - 1.4.7 Ramo Vida ..... 17
      - 1.4.8 Seguro de Retiro, Cesantía en Edad Avanzada y Vejez..... 18
      - 1.4.9 Seguro de Guarderías y De Las Prestaciones Sociales ..... 19
    - 1.5 Concepto de Seguridad Social ..... 19
    - 1.6 El riesgo como base de la Seguridad Social .....21
      - 1.6.1 Tipos De Riesgos .....22
      - 1.6.2 Riesgos Laborales .....25
        - 1.6.2.1 Factores De Riesgo Laboral .....26
      - 1.6.3 Asistencia Social .....28
    - 1.7 Origen de la Seguridad Social.....30
      - 1.7.1 Cobertura de la Seguridad Social .....32
      - 1.7.2 Asegurados .....33
      - 1.7.3 La Seguridad Social En México .....34
- CAPITULO 2 .....35
  - Capítulo 2 México y la seguridad social .....36
    - 2.1. Demografía Mexicana .....36
    - 2.2 El origen de la seguridad Social en México.....37
    - 2.3 La Seguridad Social en México .....38
    - 2.4 Base constitucional de la Seguridad Social.....47

|  |     |
|--|-----|
| 2.5 El seguro de riesgos de trabajo .....                                    | 49  |
| CAPITULO 3 .....   | 53  |
| Capítulo 3 Fundamentos teóricos de los modelos propuestos .....              | 54  |
| 3.1 Análisis Logístico.....  | 54  |
| 3.1.1 Significatividad Total del Modelo .....                                | 56  |
| 3.1.2 Significatividad del efecto de cada Variable Regresora .....           | 57  |
| 3.1.3 Significatividad de cada parámetro .....                               | 57  |
| 3.1.4 Estimación de Parámetros .....   | 57  |
| 3.2. Clasificación de las empresas .....                                     | 58  |
| 3.3 Introducción a la tarificación .....                                     | 59  |
| 3.3.1 Tarificación a Priori .....  | 60  |
| 3.3.2 Tarificación a Posteriori.....   | 64  |
| 3.3.3 Solvencia II.....  | 64  |
| 3.4 Tarificación y Análisis Multivariante.....                               | 66  |
| 3.5 Metodología de la selección de las series .....                          | 69  |
| CAPITULO 4 .....   | 70  |
| Capítulo 4 Construcción y Estimación del Modelo de Regresión Logística ..... | 71  |
| 4.1 Variables a utilizar en el modelo.....                                   | 71  |
| 4.1.1 Sector económico.....  | 73  |
| 4.1.2 Asegurados trabajadores grupo W (rango salarial) .....                 | 73  |
| 4.1.3 Rangos de edad grupo E.....  | 75  |
| 4.1.4 Sexo .....   | 77  |
| 4.1.5 Masa salarial (masa_sal).....  | 77  |
| 4.1.6 Riesgo de trabajo .....  | 82  |
| Conclusiones.....  | 100 |
| Referencias .....  | 102 |
| Anexo 1 .....  | 104 |
| Anexo 2.....   | 105 |

## INTRODUCCIÓN

Concebir la seguridad social en el entorno actual, es complicado puesto que es el resultado de un proceso histórico. Desde el punto de vista gramatical Seguridad se define como “cualidad de seguro”, término que se refiere a todo aquello que se encuentra libre de riesgo. Así la seguridad social en su particularidad pretende proporcionar al individuo como parte de la sociedad todos aquellos medios que le permitan desenvolverse en su entorno libre de riesgo. Además por su complejidad a la seguridad social no la podremos comprender analizándola desde su aspecto puramente gramatical, pues refiriéndonos al término “seguridad”, lo consideramos como un estado de ánimo y como tal tiene un significado subjetivo, pudiendo tener un significado distinto según la condición de cada individuo y los medios que tenga a su alcance para contrarrestar el riesgo en que se encuentre, y en la búsqueda de esa seguridad, el individuo siempre se encontrara expuesto a algún riesgo, para alcanzar el pleno estado de bienestar personal y de grupo, por formar parte de un entorno social, por tanto, para poder comprender la verdadera naturaleza de la seguridad social es pertinente ampliarla con otras explicaciones.

La seguridad social se manifiesta como un complicado fenómeno social que surge con el hombre, actualmente esa seguridad social se ha consolidado con el Estado moderno, ya que, en una de sus facetas es el Estado al que se le facultó para otorgar el acceso a los derechos fundamentales de seguridad social, como son: el empleo, la vida, la salud, la vivienda, la seguridad económica en el retiro, la alimentación y la educación.

La seguridad social en México se identifica como un sistema de protección pública, resultado del desarrollo de las luchas obreras y de trabajadores para conseguir mejores condiciones laborales y de vida. Actualmente es un proceso con diversos problemas ya que han surgido a través del tiempo reformas que han transformado la esencia real de la seguridad social, esos cambios han perjudicado a la población que cuenta con esos servicios.

Se sabe que existen diversos estudios enfocados al análisis del riesgo que tienen de manera general los trabajadores y una de esas aristas es justamente la normatividad de los sistemas de pensiones, es por ello que se pretende demostrar a lo largo de la investigación la situación actual y los factores que influyen respecto al tema de incorporación a la seguridad social, los avances y retrocesos de las reformas realizadas a los sistemas de salud y de pensiones, así como su evolución desde la época prehispánica, hasta la última década.

El actual régimen obligatorio cuenta con cinco ramos de seguro que se financian con contribuciones provenientes de los patrones, el estado y los propios trabajadores, los cuales son riesgos de trabajo, enfermedad y maternidad, invalidez y vida, retiro, cesantía en edad avanzada y vejez, guarderías y prestaciones sociales, y las primas del seguro de riesgos del trabajo se determinan con los salarios base de cotización de los trabajadores, debido a la mayor o menor peligrosidad del riesgo a que están expuestos los trabajadores inscritos en el IMSS. La siniestralidad se obtiene tomando en cuenta la frecuencia y gravedad de los accidentes y enfermedades de trabajo durante el periodo de un año, en otras palabras, se incrementa el costo del seguro con base a la determinación del número de accidentes o riesgos de una sola área, afectando a toda la empresa sin tomar en consideración que la zona de riesgo o de trabajadores sea reducida.

Por todo lo anterior, se estudiará el seguro de riesgos del trabajo ya que es el que se basa en la siniestralidad de los trabajadores en global de una empresa para determinar la prima de esta. Este seguro protege al trabajador contra los accidentes y enfermedades a los que está expuesto en ejercicio o con motivo del trabajo, brindándole tanto la atención médica necesaria, como la protección mediante el pago de una pensión mientras está inhabilitado para el trabajo o a sus beneficiarios en caso de fallecimiento del asegurado.

El IMSS define que “El Seguro de Riesgos de Trabajo protege al trabajador en caso de que sufra algún accidente o enfermedad relacionado con el ejercicio del trabajo, o aquel que pudiera ocurrir al trasladarse de su domicilio al centro de labores o viceversa, y a

los beneficiarios del asegurado si el riesgo de trabajo trae como consecuencia la muerte”. (IMSS, 2013) El Seguro de Riesgos de Trabajo cubría, a diciembre de 2013, a 16,086,708 trabajadores con las prestaciones señaladas en la Ley del Seguro Social y es financiado íntegramente por las cuotas que aportan los patrones y demás sujetos obligados. Las cuotas de este seguro se fijan conforme al porcentaje determinado en la Ley del Seguro Social, en relación con la cuantía del salario base de cotización y los riesgos inherentes a la actividad del patrón, es decir no contempla las diferentes actividades dentro de la empresa, cualquiera que sea su ramo, ya que solo contempla el fin u objetivo final de la empresa y los riesgos inherentes a esa actividad.

El modelo actual del seguro de riesgos de trabajos del IMSS abarca, de acuerdo con la clasificación de cada empresa, a todos los trabajadores de estas dentro de una sola prima de riesgo sin tomar en cuenta el riesgo real de cada trabajador de acuerdo a su actividad. Es decir, solo contempla la actividad preponderante de las empresas sin tomar en cuenta individualmente a todos los trabajadores que participan en los procesos anteriores intermedios o administrativos extra primándolos, generando pasivos mayores para el trabajador y para la empresa.

Por lo anteriormente descrito se define como objetivo: Proponer un modelo de regresión logística para el seguro de riesgos de trabajo de acuerdo con el riesgo de cada trabajador inscrito al IMSS para determinar si los trabajadores tendrán o no un accidente de trabajo de acuerdo con variables económicas y socio demográficas, y de este objetivo surgen las siguientes hipótesis:

1. “Es posible predecir si un trabajador tendrá un accidente o no a través de un modelo de regresión logística”.
2. “Es posible determinar que variables económicas y sociodemográficas son indicadoras para que un afiliado al IMSS pueda tener o no un accidente de trabajo”.

El estudio se realizará con variables no experimentales ya que los datos serán considerados de acuerdo con la información obtenida de las bases de datos del IMSS.

Es una investigación correlacional ya que se pretende determinar el riesgo de trabajo, longitudinal porque se analizará del periodo 2010-2015 y transversal porque existen variables de panel.

Para dar respuesta tanto al objetivo descrito como a las hipótesis, la presente investigación se ha dividido en cuatro capítulos: en el capítulo uno, se muestra el marco de referencia que permitirá entender la seguridad social, el surgimiento y su evolución en el contexto internacional, así como su influencia en México, los antecedentes legales y actividades humanas que llevaron a moldear a la seguridad social, para después tocar las prestaciones que ofrece hoy en día la seguridad social y en especial el Seguro de Riesgos de Trabajo.

El segundo capítulo ofrece una vista de la evolución y génesis de la seguridad social mexicana, desde la época prehispánica como antecedente de esta, hasta las últimas reformas realizadas en los últimos sexenios, evaluando la situación actual para finalmente definir el Seguro de Riesgos de trabajo su alcance y modo de cálculo en el Instituto Mexicano del Seguro Social.

El capítulo tres concentra la metodología y significancia en la que se sustenta el análisis logístico englobando todos los factores que pueden afectar para definir el riesgo en el que se pueden encontrar los trabajadores que estén inscritos en el IMSS.

En el capítulo cuatro se realizará la construcción y estimación de variables que mediante un modelo logístico estas se utilicen para para medir de manera empírica el riesgo del trabajador que actualmente se encuentra inscrito en el IMSS.

# **CAPÍTULO 1**

## **MARCO DE REFERENCIA DE SEGURIDAD SOCIAL**



## Capítulo 1 Marco de Referencia de Seguridad Social

El presente capítulo, tratará de abordar las generalidades de la seguridad social origen y evolución en el tiempo. Se sabe que Alemania fue el primer país en adoptar un esquema de seguro social para la vejez, diseñado por el canciller Otto von Bismarck<sup>1</sup> con la intención de iniciar el bienestar de los trabajadores y eludir la demanda de opciones socialistas más radicales, entre 1883 y 1889. Este seguro, combinado con el programa de indemnización a los trabajadores establecido en 1884 y con el seguro de enfermedad promulgado un año antes, dio a los alemanes un régimen de seguridad de los ingresos. (Cepeda, 2017)

### 1.1 Seguridad Social en el Mundo

El 10 de Junio de 1941 el ministro sin cartera Artur Greenwood comunicó en la Cámara de los Comunes de la Gran Bretaña el nombramiento de una Comisión encargada de estudiar un plan de Seguridad Social para la reconstrucción del país después de la guerra, designándose como presidente de la Comisión a Sir William Beveridge, miembro de la Facultad de Economía del Instituto Económico de Londres; la Comisión Interministerial recibió el encargo de realizar un estudio de los sistemas de seguridad social y servicios similares, incluso el de accidentes de trabajo, relación entre los mismos y proponer soluciones.

En Inglaterra con el informe presentado en 1942 por Lord Beveridge, se marca el inicio de la seguridad social al otorgarle el carácter de integral y universal, el informe Beveridge, titulado El Seguro Social y sus Servicios Conexos, es el primer documento de esta naturaleza que se conoce en el campo de la seguridad social.

En 1944, con el giro experimentado por la guerra, la histórica Declaración de Filadelfia de la OIT hacía un llamamiento a favor de ampliar las medidas de seguridad social y de promover, a escala internacional o regional, una cooperación sistemática y directa entre

---

1

Canciller de Alemania del 21 de marzo de 1871 a 20 de marzo de 1890

las instituciones de la seguridad social, el intercambio regular de información y el estudio de los problemas comunes relativos a la administración de la seguridad social. (DCOMM, 2009)

Un año más tarde, la Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó la Declaración Universal de los Derechos Humanos, cuyo Artículo 22 reconoce que “Toda persona, como miembro de la sociedad, tiene derecho a la seguridad social”. En 1952, la OIT adoptó el Convenio sobre la Seguridad Social (normas mínimas) (núm. 102), y en 2001 puso en marcha una Campaña Mundial en materia de Seguridad Social y Cobertura para Todos.

## **1.2 El Nacimiento de la Seguridad Social en México**

Existen datos sobre instituciones similares a las de Seguridad Social, desde la época de Moctezuma II, en el pueblo azteca, en las que se protegía principalmente a guerreros que recibían atención médica, en establecimientos parecidos a los hospitales, en los que también se atendía a los enfermos del pueblo. Existiendo un servicio especial, muy parecido al Seguro de Invalidez. (Meyer, 1975)

Podemos mencionar la práctica de algunos gobernantes mexicas, de repartir al pueblo en tiempos de hambre provocada por epidemias, inundaciones o sequías, los abastecimientos y semillas que tenían en los almacenes (Petracalli) destinados a la guarda de las cosechas y en donde se almacenaban los productos del pago de los pueblos tributarios. (Meyer, Instituciones de Seguridad Social, 1975)

Al respecto, si se observa que la “Seguridad Social es un instrumento del Estado” (Raúl Ruiz Gómez), dado el hecho que, desde la época prehispánica, los recursos para la práctica de este apoyo eran desembolsados del erario público y que servía principalmente para entregarles el beneficio del servicio médico, a quienes habían servido al Estado.

La conquista de México significó la introducción de sistemas políticos, culturales y sociales que sustituyeron a los establecidos por los indígenas. Este cambio también se vio reflejado en la esfera de protección y asistencia a las clases desprotegidas, en donde podemos encontrar algunas semejanzas y a veces claros antecedentes de la seguridad social, como son principalmente:

- a) Instituciones Hospitalarias.
- b) Cofradías.
- c) Montepíos.

El siglo XVI fue el siglo de los hospitales en la Nueva España. El propio Cortés fundó en 1521 el Hospital Tlaxpana, que funcionó muy pocos años. Vinieron después numerosos hospitales a lo largo de la Nueva España. (Raúl Ruiz Gómez)

Desde los inicios de la Colonia existió un régimen hospitalario bien definido que cumplió su cometido con la mentalidad de la época y con la función a la que estaban destinados. Las actividades de este sistema hospitalario fueron muy amplias, pues en el mismo lugar se manejaban orfanatos, hospedaje, sanatorio o asilo a la vez. La política de asistencia pública amparaba a todos los necesitados; pobres o enfermos.

Otra institución importante de la época colonial, que nos aporta valiosos antecedentes, fueron las llamadas Cofradías, que sirvieron en dos tipos: Las religiosas y las gremiales. Las Cofradías religiosas de ayuda mutua, eran aquellas en las cuales los miembros aportaban cierta cantidad de dinero al momento de ingreso y así como pagar una cuota mensual, a manera de prima. La Cofradía se comprometía por su parte, a visitar a sus miembros cuando estaban enfermos, apoyándolos con los gastos de las medicinas y a pagar los gastos funerarios. En las Cofradías gremiales se reunían los miembros de un determinado grupo con la finalidad de prestarse ayuda entre los miembros, rendir culto al santo patrón del gremio y establecer instituciones de beneficencia para atender a los miembros enfermos y lisiados.

En 1824 la Hacienda Pública empieza a realizar descuentos a los salarios con el fin de poder lograr crear un fondo para los discapacitados. Después en el año de 1841, cuando se crea el Consejo de Salubridad, en Europa el tema más importante era la Salubridad y México no podría quedar fuera de esas ideas innovadoras. En 1861, Benito Juárez decretó la creación de la Dirección General de Beneficencia, centralizando los servicios hospitalarios para organizar y controlar los medios de asistencia pública, con la finalidad convertirlo en un servicio público proporcionado por el Estado.

Durante el Porfiriato, en 1877 se creó la Dirección de Beneficencia Pública. La cual se ubicó posteriormente dentro de la Secretaría de Gobernación. Durante ese período, se promovió la creación de fundaciones privadas. El crecimiento y creación de dichas organizaciones, así como el de sus hospitales fue desmedido por lo que en 1885 el gobierno tuvo que intervenir a través de la Secretaría de Gobernación, hasta que en 1889 se crea una Ley que daba personalidad jurídica a esas Asociaciones y para 1904 se establece la Ley de Beneficencia Privada para el Distrito Federal.

Establecida el 30 abril 1904, La Ley del Trabajo del Estado de México fue el primer ordenamiento que estableció el seguro social en México el cual establecía la necesidad de protección a los trabajadores y responsabilizaba a los patronos de los accidentes y enfermedades de sus empleados

Durante 1935, el entonces Presidente, Lázaro Cárdenas propuso a los legisladores un proyecto de Ley del Seguro Social, en el cual se delegaba la prestación del servicio a un denominado Instituto de Seguros Sociales, con aportaciones y administraciones tripartitas, con la intención de incorporar a todos los asalariados, tanto industriales como agrícolas. Este último proyecto proponía la creación de un Instituto de Seguros Sociales, de aportación tripartita, que incluía al Estado, a los trabajadores asegurados y a sus patronos y que cubrirían los siguientes riesgos: enfermedades profesionales y accidentes de trabajo, enfermedades no profesionales, maternidad, vejez e invalidez y desocupación involuntaria. Sin embargo, se determinó que la Ley requería de un análisis detallado. Por lo que Cárdenas elaboró un nuevo proyecto, el principal autor de

este proyecto de Ley fue el titular de la Secretaría de Gobernación, Lic. Ignacio García Téllez, quien ya había sido Diputado Federal, Gobernador Interino de Guanajuato, Rector de la Universidad Autónoma de México, y como ya se mencionó, Secretario de Gobernación, además colaboraron varios especialistas en Derecho, Medicina y Economía, basados en las legislaciones de otros países.

A partir de 1939 la guerra motivó muchas expectativas por encontrar soluciones a los problemas de desigualdad social. Uno de los puntos de la Carta del Atlántico fue que, una vez terminada la guerra, se iniciaría la creación de Instituciones, tanto nacionales como internacionales, que procurarían la paz y la tranquilidad mundial “la seguridad de que todos los hombres de todos los países pudieran vivir libres de temores como de necesidades”.

Para 1942 se encontraban circunstancias favorables para que finalmente pudiera implantarse en México el Seguro Social. El entonces presidente Ávila Camacho tuvo gran interés por las cuestiones laborales, creando la Secretaría del Trabajo y Previsión Social la cual encomendó al Lic. Ignacio García Téllez. En diciembre del mismo año se envió a las Cámaras una iniciativa de ley, la cual trataba de proteger a los trabajadores, su salario y su capacidad productiva, así como contribuir al cumplimiento de promesas gubernamentales. El Congreso aprobó esta iniciativa y el 19 de enero de 1943 se publicó en el Diario Oficial la Ley del Seguro Social.

### **1.3 Base Constitucional de la Seguridad Social**

En México, los incipientes antecedentes de la seguridad social se encuentran registrados en la Ley de Accidentes de Trabajo del Estado de México que se promulgó en el año de 1904 así como en la Ley sobre Accidentes de Trabajo que se expidió en Nuevo León en 1906 en ambas leyes: “se reconocía, por primera vez en el país, la obligación para los empresarios de atender a sus empleados en caso de enfermedad, accidente o muerte, derivados del cumplimiento de sus labores (IMSS, 2006)”. Hay que hacer constar que en esas leyes no existía la responsabilidad de participación del

Estado en el suministro de la seguridad social, que hasta entonces estaba limitada en su mayoría al ámbito privado.

En la Constitución de 1917 en sus artículos 3, 73 y 123, se menciona que: *“garantizar la gratuidad de la enseñanza primaria impartida en los planteles públicos; aplicar medidas sanitarias preventivas en los casos de epidemias, invasión de enfermedades exóticas, alcoholismo y drogadicción; y fomentar, sin ninguna garantía ni procedimientos explícitos, el establecimiento de cajas de seguros populares (de invalidez, de vida, de cesación involuntaria de trabajo y de accidentes) y de sociedades cooperativas para la construcción de casas baratas e higiénicas”* (Ordóñez Barba, 2002)

Es importante señalar que las leyes mexicanas fueron precursoras en los temas, al mencionar la seguridad social, la educación y la vivienda, pilares fundamentales del bienestar social.

La instauración del Departamento de Salubridad en el año de 1917 así como de la Secretaría de la Asistencia Pública en el año de 1938 las cuales fueron fusionadas en 1943 convirtiéndose en la Secretaría de Salubridad y Asistencia, sirvieron como cimientos importantes en materia de acciones sanitarias. Sin embargo, en el ámbito de la seguridad social los resultados tuvieron un menor avance. Los primeros en tener acceso a una jubilación fueron los empleados públicos y hasta 1922 éstas eran manejadas por la Secretaría de Hacienda. En 1925 se promulgo la Ley de Pensiones Civiles y se fundó la Dirección General de Pensiones Civiles de Retiro. Estas Leyes fueron reemplazadas en 1946 por la Ley de Retiros, la cual, incluía la protección de la salud, préstamos y pensiones por vejez, inhabilitación y muerte y extendía su cobertura a los trabajadores del sector público paraestatal como los ferrocarrileros, petroleros y electricistas.

No fue hasta 1929 que en el Artículo 123 de la Constitución se incluyó la necesidad de una Ley del Seguro Social, y en 1943 fue cuando se promulgó la Ley del Seguro Social. Con base en esta Ley se fundó el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) el cual es considerado como la institución más importante en materia de salud y de seguridad social en México.

En la ley de 1943 se limitaban las coberturas a trabajadores formales de las empresas paraestatales, privadas o de administración social, posteriormente se le hicieron reformas que incorporan a otros sectores de la población y para el año 1955 se hizo obligatorio el aseguramiento de todos los trabajadores de las instituciones de crédito y organizaciones auxiliares de seguros y fianzas. En 1974 se reformo el Artículo 123 Fracción XXIX de la Constitución para incluir como sujetos de la seguridad social a “trabajadores, campesinos, no asalariados y otros sectores sociales y sus familiares”.

Originalmente el artículo 123 de la Constitución no consideraba a los trabajadores al servicio del Estado por lo que, en 1959, en el gobierno del Presidente Adolfo López Mateos, le incorporó un apartado que garantiza los derechos laborales como la protección ante accidentes y enfermedades profesionales, jubilación, invalidez y muerte, incluyendo también el rubro de vivienda. (Mendoza, 2017)

En 1983 se aprobó la nueva Ley del ISSSTE, en la cual se amplían las prestaciones y se mejora la organización administrativa. Posteriormente, se reformó el artículo 24 de esta Ley para ampliar la cobertura de los servicios médicos a los esposos y concubenarios. Los trabajadores podrían continuar inscritos de manera voluntaria en el régimen obligatorio en caso de retiro antes de tiempo y además los Estados y Municipios podían incorporar a sus trabajadores a dicho régimen.

Originalmente, el ISSSTE otorgaba 14 prestaciones y seguros, aumentando a 20 con la Ley de 1984 y después a 21 resultado de la creación del Sistema de Ahorro para el Retiro (SAR), paralelo a las pensiones que ya otorgaba el Instituto. El ISSSTE dispone actualmente de ocho diferentes fondos.

Cabe aclarar que en México no existe un solo sistema de seguridad social, si no varios sistemas que cuentan con su propia autonomía las tres principales son:

IMSS: que está destinado para los trabajadores en sector privado

ISSSTE: Que es para los trabajadores del sector publico

ISSFAM: Destinado para las Fuerzas Armadas. Éste es coordinado por la Secretaría de Defensa Nacional y de Marina

Existen otras instituciones que proporcionan servicios de salud como en el caso de PEMEX o del sistema de salud DDF destinado para personas de servicio público de la Ciudad de México o el ISSEMYM para trabajadores del Estado de México y sus municipios. En este trabajo solo se concentra en el IMSS en los datos del 2010 al 2015

## **1.4 Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)**

El IMSS, es la institución con mayor presencia en la atención a la salud y en la protección social de los mexicanos desde su fundación en 1943, para ello, combina la investigación y la práctica médica, con la administración de los recursos para el retiro de sus asegurados, para brindar tranquilidad y estabilidad a los trabajadores y sus familias, ante cualquiera de los riesgos especificados en la Ley del Seguro Social. Hoy en día, más de la mitad de la población mexicana, tiene algo que ver con el Instituto, hasta ahora, la más grande en su género en América Latina. (IMSS, IMSS, 2018)

### **1.4.1 Concepto de Riesgo de Trabajo Según la Ley del Seguro Social (LSS)**

De acuerdo con la Ley de Seguro Social en su Artículo 41 establece: Riesgos de trabajo son los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo. (Instituto Mexicano del Seguro Social, 2015)

Así mismo en el Artículo 80 de la LSS se instituye respecto a los riesgos de trabajo lo siguiente: El Instituto está facultado para proporcionar servicios de carácter preventivo, individualmente o a través de procedimientos de alcance general, con el objeto de evitar la realización de riesgos de trabajo entre la población asegurada. (Instituto Mexicano del Seguro Social, 2015)



#### **1.4.2 Del Seguro de Enfermedades y Maternidad (SEM)**

El SEM otorga a los trabajadores afiliados al IMSS y a sus familiares, prestaciones en especie y en dinero, en caso de enfermedad no profesional o maternidad según LSS en su artículo 84. En enfermedad fuera del ámbito laboral, las prestaciones amparan atención médica, quirúrgica, farmacéutica y hospitalaria, y un subsidio en caso de incapacidad laboral. En el caso de maternidad se le dan todas las prestaciones necesarias para un nacimiento óptimo y un subsidio de 100% del último salario diario de cotización. El SEM ofrece también la cobertura de prestaciones en especie a pensionados y a sus familiares (Gastos Médicos de Pensionados) según el Artículo 25 de LSS. La cobertura de este rubro ofrece atención médica a los pensionados del Seguro de Invalidez y Vida (SIV), Seguro de Riesgos de Trabajo (SRT) y Seguro de Retiro, Cesantía en Edad Avanzada y Vejez (SRCV).

#### **1.4.3 Seguro de Enfermedades y Maternidad para el Asegurado**

La esposa del asegurado o, a falta de ésta, la mujer con quien ha hecho vida marital durante los cinco años anteriores a la enfermedad, o con la que haya procreado hijos.

Del mismo derecho gozará el esposo de la asegurada o, a falta de éste el concubinario, siempre que hubiera dependido económicamente de la asegurada

La esposa del pensionado a falta de ésta, la concubina; del mismo derecho gozará el esposo de la pensionada o a falta de éste el concubinario.

Los hijos menores de dieciséis años del asegurado y de los pensionados.

#### **1.4.4 Seguro de Enfermedades y Maternidad para el Pensionado**

Los hijos del asegurado cuando no puedan mantenerse por su propio trabajo debido a una enfermedad crónica o discapacidad por deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales, hasta en tanto no desaparezca la incapacidad que padecen o hasta la

edad de veinticinco años cuando realicen estudios en planteles del sistema educativo nacional.

Los hijos mayores de dieciséis años de los pensionados por invalidez, cesantía en edad avanzada y vejez.

El padre y la madre del asegurado que vivan en el hogar de éste.

El padre y la madre del pensionado, si reúnen el requisito de convivencia.

#### **1.4.5 Del Seguro de Invalidez y Vida**

La Ley del Seguro Social en su Artículo 112 establece que los riesgos protegidos en este seguro son la invalidez y la muerte del asegurado o del pensionado por invalidez.

#### **1.4.6 Ramo Invalidez**

- I. Pensión temporal: Cuando por consecuencia de un accidente o Enfermedad, pierde las aptitudes para poder desempeñar su trabajo, Recibirá una compensación igual al 60% de su salario base por no más de 52 semanas y pueden tener una extensión de hasta 26 semanas.
- II. Pensión definitiva: Cuando por consecuencia de un accidente o enfermedad y después de una valoración médica se determina que la pérdida de aptitudes es de carácter permanente, se otorga una renta vitalicia.

#### **1.4.7 Ramo Vida**

- I. Pensión de viudez: Este es otorgado a la persona con la que se contrajo matrimonio o pueda comprobar su concubinato y es equivalente de hasta un 90% del salario base de cotización del trabajador fallecido.

II. Pensión de orfandad: Equivalente a 20 por ciento. Hasta los 16 años sin limitación o condición alguna, a los mayores de 16 y hasta los 25 años cuando se encuentren estudiando en planteles del sistema educativo nacional. El huérfano mayor de 16 años que desempeñe un trabajo remunerado no tiene derecho a percibir esta pensión; salvo que no pueda mantenerse por su propio trabajo, debido a una enfermedad crónica, defecto físico o psíquico, en tanto no desaparezca la incapacidad que padece

III. Pensión a ascendientes: En caso de que el trabajador fallecido no tenga descendencia, esposa o concubina, la pensión puede ser otorgada a sus padres si estos comprueban que dependían económicamente del fallecido

IV. Ayuda asistencial a la pensionada por viudez: Esta prestación económica es otorgada a una tercera persona para asistir al beneficiario cuando este no cuenta con un estado óptimo de salud y requiera de ayuda

V. Asistencia médica: comprende todos los servicios ofrecidos por el IMSS relacionados con atención médica, hospitalaria, quirúrgica, tratamientos, etc.

#### **1.4.8 Seguro de Retiro, Cesantía en Edad Avanzada y Vejez**

De acuerdo con el Artículo 152 de la Ley del Seguro Social, los riesgos protegidos por este capítulo son el retiro, la cesantía en edad avanzada y la vejez del asegurado, así como la muerte de los pensionados por este seguro.

I. Pensión: Esta prestación es otorgada a personas que tengan 60 años o más y que hayan cumplido 500 semanas o 1250 semanas cotizando (Ley del Seguro Social 1973 o 1997, respectivamente).

II. Asistencia médica: comprende todos los servicios ofrecidos por el IMSS relacionados con atención médica, hospitalaria, quirúrgica, tratamientos, etc.

- III. Asignaciones familiares: Esta prestación económica es otorgada a los familiares por concepto de carga familiar cuando este no cuenta con un estado óptimo de salud y requiera de ayuda.
  
- IV. Ayuda asistencial: Esta prestación económica es otorgada a una tercera persona para asistir al beneficiario cuando éste no cuenta con un estado óptimo de salud y requiera de ayuda.

#### **1.4.9 Seguro de Guarderías y De Las Prestaciones Sociales**

En el Artículo 201 de la Ley del Seguro Social, estipula que el ramo de guarderías cubre el riesgo de no poder proporcionar cuidados durante la jornada de trabajo a sus hijos en la primera infancia, de la mujer trabajadora, del trabajador viudo o divorciado o de aquél al que judicialmente se le hubiera confiado la custodia de sus hijos.

#### **1.5 Concepto de Seguridad Social**

La previsión social es un conjunto de principios, normas e instituciones que buscan incansablemente la satisfacción de la necesidad presente, no solo de los trabajadores considerados individualmente, sino también de las comunidades obreras, y más aun de aquellas que únicamente cuentan con fuerza de trabajo como patrimonio personal y familiar. (Muñoz, 1981)

La conformación de la seguridad social, como la conocemos actualmente, es resultado de un largo proceso que se ha extendido desde principios del siglo XIX. Su primera aparición se dio cuando pequeños grupos de trabajadores, de diversas industrias se unen con el fin de proporcionarse protección mutua. Ésta paulatinamente se extendió a todos los trabajadores y, posteriormente a la sociedad en general a fin de proteger a toda la población de riesgos como, enfermedades, accidentes, maternidad, vejez y muerte.

Paul Durand ha señalado que la formación histórica de la seguridad social ha pasado por tres etapas: La primera es la que él llama los Procedimientos Indiferenciados de Garantía, que son: el ahorro individual, la mutualidad, el seguro privado, la asistencia pública y la responsabilidad; la segunda es la de los seguros sociales y la tercera, la de la seguridad social. Jean Jacques Dupeyroux sigue la misma precodificación, si bien considera como época clásica al periodo durante el cual surge la responsabilidad objetiva o profesional y los seguros sociales, y como época moderna a la seguridad social. Luis Enrique de la Villa y Aurelio Desdentado Bonete admiten también el criterio de Durand. (Vásquez, 1992)

Durante la llamada Revolución Industrial, los trabajadores estaban en total desamparo, frente a cualquier tipo de riesgo, además, los empleadores no se consideraban obligados a solventar los gastos de enfermedad y accidentes de trabajo, ya que consideraban estos aumentaban los costos de producción. Fue así como paulatinamente, nacieron los sistemas iniciales de protección, como el ahorro privado, la mutualidad, el seguro privado, la responsabilidad civil y la asistencia pública.

Con el correr del tiempo y en el curso del siglo XIX, la multiplicación de los riesgos y necesidades de la población trabajadora condujo al Estado a fijar su atención en este movimiento. Se delinearon los primeros planes de coordinación pública, con el fin de superar los esquemas por demás limitados de una mutualidad meramente individual y espontánea con la cual se alineo la ruta de la seguridad social.

La responsabilidad de los riesgos profesionales no surgió hasta la aparición de la teoría del riesgo profesional; donde el trabajador se encontraba en completo desamparo frente a los posibles riesgos laborales. En caso de un accidente ocurrido en el trabajo, el empleador se acogía a la teoría civilista de la culpa, exonerándose de toda responsabilidad en tanto la víctima no acreditara que el evento dañoso se había producido por culpa del empresario. En tales circunstancias, y en la mayoría de los casos, el trabajador aparte de estar imposibilitado debía acreditar la culpa de su principal, y no estaba en condiciones económicas de seguir un largo proceso judicial. No varió la situación cuando evolucionando ese criterio, se estimó que era el empleador

quien debía probar que no tuvo culpa en el accidente; es decir, que, al momento de producirse el daño al empleado, el empleador no actuó con imprudencia o negligencia.

Ante esa realidad, se formulaba la teoría del riesgo profesional, defendida en Francia por Salleilles y Josserand (1897), a los que sus adversarios denominaron “Síndicos de la quiebra de la culpa”, ya que tenían el propósito de amparar a los trabajadores víctimas de accidentes de trabajo. Esa teoría constituyó un notable avance para su época, porque en lo sucesivo el empresario, que se beneficiaba con los resultados de la negociación, debía asumir el riesgo del daño que sufrían quienes estaban a su servicio, aun cuando no existiera la culpa del empresario.

## **1.6 El riesgo como base de la Seguridad Social**

Como primer acercamiento a la definición del riesgo, es la probabilidad de que una amenaza se convierta en un desastre<sup>2</sup>. La vulnerabilidad o las amenazas, por separado, no representan un peligro. Pero si se juntan, se convierten en un riesgo, es decir, en la probabilidad de que ocurra un desastre. (UNISDR, 2004).

El enfoque que esta definición le da al término riesgo está basada en la vulnerabilidad<sup>3</sup>, las amenazas como factor externo de riesgo, con respecto al sujeto expuesto, representadas por la potencial ocurrencia de un evento que puede ser de origen natural o humano, que tiene magnitud, ubicación y duración, determinadas y suficientes, que pueden llegar a producir efectos negativo sobre las personas, bienes o servicios, y la probabilidad. Los riesgos pueden tener un sentido positivo o negativo, sin embargo, actualmente la palabra riesgo siempre está relacionada con pérdida. Ponderar los riesgos con base en sus consecuencias permite tomar provecho de su existencia.

La vida diaria del ser humano, en cualquiera de sus ámbitos, implica necesariamente afrontar riesgos, los cuales se pueden convertir en consecuencias no deseadas, desastres o en oportunidades; ejemplo de esto es la posibilidad de ganar la lotería, al

---

2 Un desastre es una ruptura extrema del funcionamiento de una sociedad que origina pérdidas de vidas humanas, materiales o daños medioambientales a gran escala, que superan la capacidad de la sociedad afectada para hacer frente a la situación utilizando únicamente sus propios recursos.

3 La vulnerabilidad se refiere a una serie de características diferenciadas de la sociedad, o subconjuntos de esta, que le predisponen a sufrir daños frente al impacto de un evento físico externo, y que dificultan su posterior recuperación.

comprar el boleto se tiene la probabilidad de perder el importe del mismo, riesgo en sentido negativo, sin embargo, también existe la oportunidad de ganar una gran cantidad de dinero, riesgo en sentido positivo. Cada ser humano pondera cada posibilidad de manera distinta y muchas veces, también, de manera inconsciente.

En el ramo de aseguramiento, los riesgos pueden definirse como el monto de las reclamaciones totales de todos los asegurados (Rincón, 2012). Se puede decir que el ramo asegurador funciona como una colectividad que reconoce el riesgo al que está expuesto, o por el que puede sufrir algún desastre. Es entonces, que contrata un seguro, firmando una póliza de seguros, donde se paga por adelantado una pequeña cantidad de dinero, la que se conoce como prima a una aseguradora. Al recibir dicha prima, ésta se compromete a resarcir, con dinero o en especie, a todas las personas que durante la vigencia del seguro sufrieron un desastre causado por el riesgo cubierto, y de acuerdo a lo pactado en la póliza de seguros.

Evidentemente, para que tal mecanismo de asistencia colectiva exista, es necesario contar con un número de asegurados suficientemente grande, y delimitar de manera estricta las características de los desastres que serán cubiertos.

### **1.6.1 Tipos De Riesgos**

Según el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, en sus documentos sobre Convergencia Internacional de Medidas y Normas de Capital, 'El riesgo operacional se define como el riesgo de pérdida debido a la inadecuación o a fallos de los procesos, el personal y los sistemas internos o bien a causa de acontecimientos externos'.

Embrechts, P., Resnick, Samorodnitsky, G. (1997), proporcionan una serie de conceptos respecto a la gestión del riesgo, que resultan válidos en su aplicación también en la gestión de la siniestralidad del asegurador:

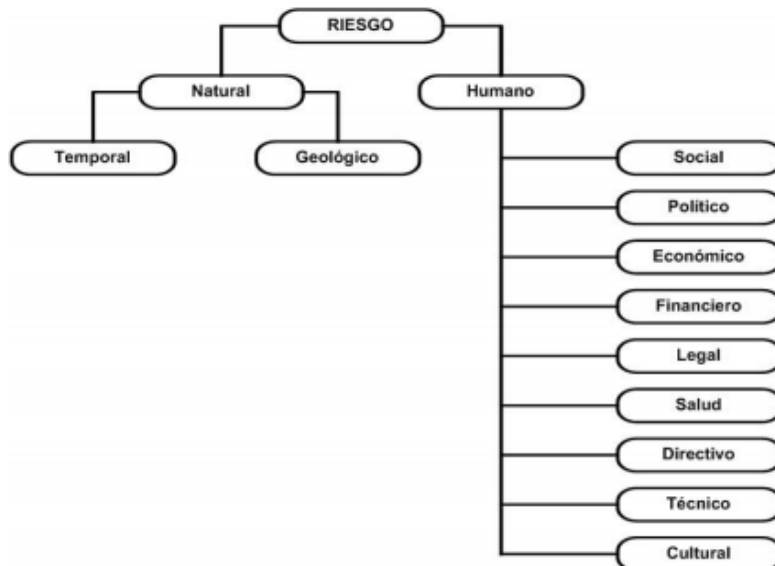
- Expected loss (pérdida esperada): Pérdida que se asume como consecuencia de llevar a cabo un negocio en particular.

- Unexpected loss (pérdida inesperada): Pérdida inusual pero predecible que la entidad debe ser capaz de absorber con el curso normal de su actividad.
- Stress loss (pérdida extrema): Pérdida surgida de escenarios extremos posibles (aunque improbables) a los que las entidades deben sobrevivir, sin que se ponga en peligro la estabilidad y la solvencia de las entidades aseguradoras

Edwards & Bowen (1998) mencionan que los riesgos se clasifican básicamente en dos tipos: naturales y humanos.

Los riesgos naturales: son aquellos cuyo origen está en los distintos elementos del entorno, estos dependen directamente del tiempo y de los factores geológicos: huracanes, tornados, inundaciones, tormentas, terremotos, erupciones volcánicas, fallas geotécnicas, etc.

Imagen 1.1.  
Tipos de Riesgos  
Clasificación



Fuente (Edward & Bowen, 1998)



Los riesgos humanos: son aquellos cuyo origen depende de las actividades desarrolladas por el hombre; estos a su vez son de varios tipos:

- Social: actos criminales, agravios civiles y abusos entre otros.
- Político: guerra, desorden civil, relaciones laborales, etc.
- Económico: suministro de materiales, fuente de trabajo, equipo disponible, inflación, tarifas, políticas fiscales, entre otros.
- Financiero: tipos de interés, créditos, suministro de capital, flujos de liquidez, rentas, etc.
- Legal: cláusulas de contratos, regulaciones, códigos, etc.
- Salud: epidemias, cirugías, aspectos psicológicos, entre otros.
- Directivo: productividad, garantía de calidad, control de costes, recursos humanos, etc.
- Técnico: falta de diseño, falta de equipo y sistemas, error de estimación, colisión, accidentes, etc.
- Cultural: religión y costumbres culturales.

Además, el Banco JPMorgan Chase and Co. define otros tipos de riesgo asociados a los mercados financieros:

Riesgos cuantificables:

Son aquellos para los cuales es posible conformar bases estadísticas que permitan medir sus pérdidas potenciales, y dentro de éstos, se encuentran los siguientes:

– Riesgos discretos: son aquellos resultantes de la toma de una posición de riesgo, como:

- Riesgo de mercado
- Riesgo de crédito o crediticio
- Riesgo de liquidez

– Riesgos no discrecionales: son aquellos resultantes de la operación del negocio, pero que no son producto de la toma de una posición de riesgo, tales como el riesgo operativo que se define como la pérdida potencial por fallas o deficiencias en los controles internos, por errores en el procesamiento y almacenamiento de las operaciones o en la transmisión de información, así como por resoluciones administrativas y judiciales adversas, fraudes o robos y comprende, entre otros, al riesgo tecnológico y al riesgo legal.

Riesgos no cuantificables:

Son aquellos derivados de eventos imprevistos para los cuales no se puede conformar una base estadística que permita medir las pérdidas potenciales.

### **1.6.2 Riesgos Laborales**

El riesgo laboral es definido como “la posibilidad de daño a las personas o bienes como consecuencia de circunstancias del trabajo”. Es decir que es la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño durante la ejecución de su trabajo; por lo tanto, no es algo fortuito, sino que depende de una serie de factores que pueden ser detectados con la realización de una evaluación de riesgos. (81902-EX, 1996)

El análisis de riesgo consiste en el giro económico de las empresas y los riesgos que se pueden presentar durante la ejecución de sus actividades. En base a esto se saca una estimación de los riesgos a los que se pueden exponer.

Para la estimación de los riesgos, es necesario determinar la siniestralidad de los daños o las consecuencias y la probabilidad de que se materialice el peligro.

El análisis del riesgo comprende las fases de: identificación del peligro y estimación del riesgo. Valorando conjuntamente la probabilidad y las consecuencias de que se materialice el peligro. Con el análisis del riesgo podemos obtener la magnitud del riesgo. (Cortés, 2000)

Es importante considerar que, debido a la amplia gama de actividades económicas desarrolladas en la actualidad, cada labor presenta riesgos distintos, mismos que se desarrollan con distintos factores y pueden generar desastres de distintas magnitudes, incluso dentro de una misma empresa cada cargo o puesto laboral conlleva un riesgo distinto, ya que, al diferir en actividades, cada trabajador debe afrontar situaciones distintas y, por tanto, riesgos distintos.

### **1.6.2.1 Factores De Riesgo Laboral**

Son escenarios que existen en un ambiente laboral, que de no ser eliminados tendrán como resultados incidentes laborales o consecuencias para la salud del trabajador. Según Joaquim Casal (1999) los riesgos laborales se pueden clasificar de manera concreta en tres categorías.

#### Riesgos Convencionales

Son los relacionados con la actividad y el equipo existentes en cualquier sector (electrocución, caídas, etc.)

#### Riesgos Específicos

Son los asociados a la utilización o manipulación de productos que, por su naturaleza, pueden ocasionar daños (productos tóxicos, radioactivos, etc.)

#### Riesgos Mayores

Son los relacionados con accidentes y situaciones excepcionales. Sus consecuencias pueden presentar una especial gravedad ya que la rápida expulsión de productos peligrosos o de energía que podrían afectar a áreas considerables (Escape de gases, Explosiones, etc.)

Es importante establecer que son las condiciones laborales en las que se encuentra el trabajador para poder establecer los riesgos a los que está expuesto.

#### 1.6.2.1.1 Condiciones Laborales

Éstas se definen como cualquier característica del trabajo, que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y salud del trabajador.

Es decir, todo aspecto del lugar, ambiente y relaciones que se desarrollen durante una actividad productiva que tenga influencia en consecuencias que puedan llegar a dañar el bienestar físico del trabajador, se consideran parte de las condiciones de trabajo.

Al respecto, la Ley de Prevención de Riesgos Laborales define como condición de trabajo: "... cualquier característica del mismo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y la salud del trabajador". (España, 1995)

#### 1.6.2.1.2 Riesgo de Trabajo en México

Según la Ley Federal del Trabajo de los Estados Unidos Mexicanos, en el Capítulo II, Título Noveno, Artículo 473, define a los riesgos de trabajo de la siguiente manera: Son accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo.

Asimismo, en esta Ley en el Capítulo II, Título Noveno, Artículo 474, define a los accidentes de trabajo como: Toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior, o la muerte, producida repentinamente en ejercicio, o con motivo del trabajo, cualesquiera que sean el lugar y el tiempo en que se preste. Quedan incluidos los accidentes que se produzcan al trasladarse el trabajador directamente de su domicilio al lugar del trabajo y de éste a aquél.

Y en su Capítulo II, Título Noveno, Artículo 475, de la Ley federal del Trabajo, define las enfermedades de trabajo como: todo estado patológico derivado de la acción continuada de una causa que tenga su origen o motivo en el trabajo o en el medio en que el trabajador se vea obligado a prestar sus servicios.

Para el análisis que se lleva a cabo en el presente trabajo no hace distinción entre los accidentes y las enfermedades de las que hablamos en los párrafos anteriores, ya que el objetivo es generar el modelo que pronostique si un trabajador tendrá un riesgo de trabajo, sin importar en qué tipo de clasificación se encuentre ya sea accidente o enfermedad.

Para protección de los trabajadores los gobiernos han establecido un conjunto de instituciones, normas y procedimientos que conforman a la Seguridad Social, con los cuales los trabajadores puedan llegar a gozar de una calidad de vida suficientemente buena, y mediante la cual los gobiernos ayudan a la población en contingencias, especialmente las que menoscaban la salud y la capacidad económica, de los habitantes.

### **1.6.3 Asistencia Social**

La Asistencia Social, orientada a solucionar el problema de la pobreza, nació a consecuencia del sistema del asalariado, al producirse la primera revolución industrial. Tuvo inicialmente su fundamento en la caridad, con prestaciones que constituían en esencia actos de liberalidad, y por consiguiente no exigibles para los beneficiarios. Fue la iglesia la que propició entre sus miembros la caridad cristiana, inspirada en sus fundamentos de amar al prójimo, concordante con la advertencia contenida en la frase: “Es más fácil para un camello pasar por el ojo de una aguja, que para un rico entrar en el reino de los cielos” (Marcos, 10:24).

En realidad, la asistencia social puede ser privada, cuando la asumen instituciones de ese carácter; pública, si está a cargo del Estado, y mixta, cuando las entidades filantrópicas son apoyadas por el estado.

En el curso del siglo XIX, se extendieron en muchos países las instituciones de asistencia pública a cargo del Estado, como hospitales, hospicios, y asilos de ancianos. El Estado asume esa responsabilidad no por caridad, sino como una obligación con los que carecen de medios económicos, como integrantes de la población en general.

Según Vásquez (1992), nos dice que la gratitud o bajo costo para el beneficiario, daba lugar a la prestación mínima, insuficiente muchas veces para hacer frente a la necesidad, y creaba un sentimiento de dependencia y humillación en quien acudía a ella. Para los médicos la asistencia pública fue un medio de poner en práctica sus conocimientos o de ensayar nuevas técnicas, que luego, ya comprobada su eficacia, aplicaban en pacientes particulares.

La asistencia social puede entenderse como toda acción dirigida a la población que en diversos momentos de la historia ha sido marginada y/o excluida de las condiciones materiales necesarias para su reproducción. (Valckx, 2007).

(Fletes, 2004), Considera que la asistencia social “se trata del conjunto de disposiciones legales y acciones llevadas a cabo por las instancias gubernamentales en un plano federal, estatal y municipal, dirigidas a atender las necesidades básicas, pero también urgentes, de individuos y grupos de individuos que no están en condiciones de satisfacerlas por ellos mismos”. Y Ander-Egg (1995) concibe la asistencia social como el “conjunto de servicios prestados a aquella parte de la población que tiene problemas que no puede resolver por sí misma” (Ander, 1995, pág. 7). Estas definiciones coinciden en que la asistencia social son acciones que van dirigidas a los grupos vulnerables. Como señala Fletes (2004) establece que “la asistencia no tiene un carácter preventivo” (p. 2), pues está diseñado para satisfacer “necesidades urgentes, se aboca a consecuencias y no a causas”. Y añade que “la asistencia social no es un mecanismo para superar la exclusión social, sino un punto de apoyo puede verse como una estrategia de sobrevivencia” (p. 2). La asistencia social se distribuye por tres instituciones generalmente: la Iglesia, el Estado y la Sociedad Civil. La primera entidad se le nombra caridad, la segunda asistencia social y la tercera filantropía. Además del nombre, una diferencia central de estas entidades consiste en que la asistencia social “es un mandato legal”, es decir, el Estado como ente regulador tiene la obligación de indemnizar las necesidades de la población que lo necesite. “La obligación del Estado Mexicano de ejercer la asistencia social, se deriva de los Artículos Tercero y Cuarto Constitucional y más específicamente de la Ley General de Salud” (Fletes, 2004, p. 2).

## 1.7 Origen de la Seguridad Social

Los Seguros Sociales se establecieron para resolver los problemas que quedaron pendientes de solución los sistemas iniciales de prevención. Correspondió a Alemania iniciar la segunda etapa de la evolución histórica de la seguridad social. Fue obra de Bismark, quien presentó al Parlamento un proyecto de seguro obligatorio contra accidentes y enfermedades. Este alcanzó su consagración legislativa el 15 de julio de 1883, con el fin de proteger a los trabajadores de la industria, en forma obligatoria, contra el riesgo de enfermedad y la contingencia de la maternidad; con prestaciones con un máximo de 13 semanas mediante el pago de cotizaciones abonadas, en la proporción de dos terceras partes por los trabajadores y una tercera parte por los empresarios. Este sistema se hizo extensivo a los trabajadores de la agricultura y de los transportes por las leyes de 5 de Mayo de 1886 y de 10 de Abril de 1892, respectivamente.

El proyecto del “Canciller de Hierro”, sobre el Seguro contra Accidentes de Trabajo, fue impugnado en su momento por el Reichstag, por considerar que no era posible el financiamiento parcial por los trabajadores, dado que el riesgo lo producían los empleadores y que por consiguiente ellos debían aportar las cotizaciones correspondientes, sin la participación de los trabajadores, cuyos salarios se verían afectados por esos desembolsos. Finalmente, en 1884, se aprueba el Seguro Contra Accidentes de Trabajo disponiéndose que su financiamiento sería a cargo exclusivo de los empresarios.

A estos antecedentes legislativos siguió la Ley del Seguro de Vejez e Invalidez (1889), hasta en 1901, se promulga el Código de Seguros Sociales, único en su género.

Es importante señalar que el avance alemán se inició con la finalidad de tranquilizar la agitación del movimiento obrero, hasta entonces totalmente abandonado por el Estado en cuanto a normas de previsión social.

La administración del Seguro de Salud y Maternidad estuvo a cargo de las cajas de ayuda mutua; la de Accidentes de Trabajo a las asociaciones de empleadores y las de Seguros de Pensiones a las autoridades provinciales, en las cuales estaban representados tanto el Estado, como los empleadores y los trabajadores.

Los Seguros Sociales establecidos en Alemania constituyeron la fuente inspiradora de los seguros sociales que se implementaron a fines del siglo XIX y principios del XX, hasta la aparición de la Seguridad Social.

La expresión “Seguridad social”, concebida por Pérez Leñero (1956), como: “Parte de la ciencia política que mediante adecuadas instituciones técnicas de ayuda, previsión y asistencia, tiene por fin defender o propulsar la paz y la prosperidad general de la sociedad a través del bienestar individual”, apareció en el mundo occidental a partir de la Social Security Act del 14 de Agosto de 1936; promulgada por el Presidente Franklin D. Roosevelt, con la finalidad de hacer frente a la crisis económica que asolaba el país, erradicar la miseria y evitar compulsiones sociales. Para tal efecto, se dieron medidas contra la desocupación, por medio de los subsidios a los desempleados; de asistencia en favor de las personas económicamente débiles, con preferencia a las viudas, indigentes y ancianos; seguros de invalidez, vejez, muerte y desempleo para todos los trabajadores por cuenta ajena. Esta ley fue la primera que consideró a la seguridad social como un sistema de concepción integral, utilizando todas las instituciones destinadas a lograr este propósito.

Tres años después, el 14 de septiembre de 1938 en Nueva Zelanda, se promulgo la Ley de Seguridad Social que tendría influencia definitiva en la legislación mundial sobre la materia, por lo novedoso de sus principios, porque se reflejaba el cuidado al trabajador en la sociedad entera, y superaba en forma tradicional el concepto de la asistencia pública. Correspondió a la Organización Internacional del Trabajo (OIT) la difusión de esta importante normativa, por haber fijado mejor que cualquier otro texto, el significado práctico de la seguridad social.

La expresión “seguridad social” con el contenido señalado quedó firmada con alcance mundial en la Carta del Atlántico del 14 de Agosto de 1941 y en la declaración de



Washington de 1942, en las cuales se proclamaba que “Todas las naciones tienen el deber de colaborar en el campo económico, social, a fin de garantizar a sus ciudadanos las mejores condiciones de trabajo, de progreso económico y de seguridad social”.

A renglón seguido, se celebra la Primer Conferencia Interamericana de Seguridad Social en Santiago de Chile, en septiembre de 1942, a consecuencia de la cual se formula la Declaración de Santiago en la que se proclama que:

*“Cada país debe crear, mantener y acrecentar el valor intelectual, moral y físico de sus generaciones venideras y sostener a las generaciones eliminadas de la vida productiva. Éste es el sentido de la seguridad social: Una económica auténtica y racional de los recursos y valores humanos.”*

También contribuyó a la difusión de la expresión “Seguridad Social” y a estructurar un sistema mucho más avanzado sobre sus alcances y contenido. El economista inglés Sir William Beveridge, en su famoso informe Social Insurance and Allied Service, hizo público el 20 de noviembre de 1942, en el que señala:

*“Aquí se utiliza el término Seguridad Social, para indicar la seguridad de que unos ingresos remplazarán a las ganancias cuando éstas hayan sido interrumpidas por el desempleo, la enfermedad o el accidente, proveerán para el retiro ocasionado por la edad, proveerán contra la pérdida de sostén material debido a la muerte de otra persona y harán frente a los gastos excepcionales, como los que están relacionados con el nacimiento, la muerte o el matrimonio. Seguridad Social significa primordialmente la seguridad de los ingresos hasta un mínimo, pero la provisión de unos ingresos debe estar asociada con el tratamiento destinado a hacer que la interrupción de las ganancias tenga el fin más rápido posible.”*

### **1.7.1 Cobertura de la Seguridad Social**

Toda persona, como miembro de la sociedad, tiene derecho a la seguridad social, y a obtener, mediante el esfuerzo nacional y la cooperación internacional, habida cuenta de

la organización y los recursos de cada Estado, la satisfacción de los derechos económicos, sociales y culturales, indispensables a su dignidad y al libre desarrollo de su personalidad. (ONU, 1946, pág. Art. 22)

Por otro lado, la Organización Iberoamericana de Seguridad Social establece: El hombre por el solo hecho de su condición, tiene derecho de Seguridad Social concebido como la cobertura integral de sus contingencias y la garantía de los medios para el desarrollo de su personalidad y su integración permanente en la Comunidad (Declaración primera, de la Declaración Iberoamericana de Seguridad Social de Buenos Aires).

En general, las cifras sobre la cobertura estadística de la población en seguridad social son muy deficientes. El estudio de CEPAL —basado en la encuesta y con cálculos relativamente uniformes— muestra que, en 1980, el 61% de la población total y de la población económicamente activa (PEA) estaban cubiertas, respectivamente, en cuanto a salud y pensiones. Sin embargo, cuando se excluye a Brasil de los cálculos, la cobertura regional cae a 43% y, en la mayoría de los países no llega al 25%. Los países más desarrollados de la región fueron los primeros en introducir la seguridad social y en la actualidad tienen la cobertura poblacional total más alta, mientras que los menos desarrollados tienen la cobertura más baja: 100% al 75% en Cuba, Brasil, Argentina y Costa Rica; 74% al 50% en Uruguay, Chile, México y Panamá (los dos primeros países probablemente se colocan en el primer grupo cuando se añade la cobertura de indigentes y por mutuales); 49% al 25% en Venezuela y Bolivia; y 24 al 1% en Paraguay, Perú, Guatemala, Colombia, Nicaragua, Ecuador, República Dominicana, Honduras, El Salvador y Haití (Los países están ordenados de mayor a menor cobertura). (Mesa-Lago, 1986)

### **1.7.2 Asegurados**

En la mayoría de los países, los asegurados son asalariados urbanos (y sus dependientes cercanos) mientras que los trabajadores agrícolas, los independientes (o

por cuenta propia), los servidores domésticos y los desempleados (así como los dependientes de todos éstos) no están asegurados. (Mesa-Lago, 1986)

En aproximadamente una cuarta parte de los países —los menos desarrollados— la cobertura se limita a la capital y las ciudades más importantes. La crisis económica de la década actual ha provocado una caída en la cobertura en varios países debido al incremento en el desempleo y el empleo por cuenta propia, así como por la evasión. (Mesa-Lago, 1986).

### **1.7.3 La Seguridad Social En México**

El Seguro Popular de Salud (SPS) en México tiene como antecedentes disposiciones para ampliar la cobertura y el aseguramiento en salud que se emprendieron desde la década de 1980 y que también explicitaron un paquete de prestaciones básicas. Estas ampliaciones de cobertura representaron ajustes en un sistema de salud con serios problemas de equidad, condicionados ciertamente por su segmentación básica, que se remonta a la década de 1940 cuando se fundaron la Secretaría de Salud y Asistencia social y El Instituto Mexicano de Seguridad Social. La cobertura de la primera abarcaba la población en General y el IMSS prestaba un aseguramiento en salud y pensiones exclusivo para los trabajadores formales, mediante contribuciones compulsivas de carácter tripartito (Gobierno, Patrones y Empleados). Al constituirse el IMSS en piedra angular del arreglo corporativista entre el Estado y grupos sociales políticamente organizados, su burocracia y sindicato adquirieron relevancia como intermediarios de esa relación y las asignaciones de recursos públicos favorecieron desproporcionalmente a sus afiliados.

# **CAPITULO 2**

# **MÉXICO Y LA**

# **SEGURIDAD**

# **SOCIAL**

## **Capítulo 2 México y la seguridad social**

El presente capítulo pretende abordar las generalidades, surgimiento y evolución de la seguridad social en México, sus antecedentes prehispánicos hasta la actualidad tomando en cuenta cada paso que dio hasta convertirse en las diversas instituciones que la conforman hoy en día, observando y comparando los avances que ha tenido a lo largo del tiempo para poder observar la realidad del sistema de seguridad social actual.

### **2.1. Demografía Mexicana**

México tiene una población de 119,938,473 habitantes (2015) según la estimación de la población total realizada con base en la Encuesta Intercensal (EIC) 2015. La proporción de hombres (48.6%) y mujeres (51.4%) se ha mantenido prácticamente sin movimiento en los últimos años. Las proyecciones para 2030 estiman una población de 120.9 millones con una tasa de crecimiento anual de 0.69% (Consejo Nacional de Población).

El crecimiento demográfico de México se identifica por una baja de la mortalidad general (de 27 defunciones por 1000 habitantes en 1930 a 4.9 por 1000 en 2008), un aumento en la esperanza de vida (de 34 años en 1930 a 75.1 años en 2008) y una baja de la fecundidad (de siete hijos por mujer en edad reproductiva en los años sesenta a 2.1 en 2008). (Consejo Nacional de Población)

Estas tres características han propiciado un envejecimiento poblacional, que supone una participación creciente de los adultos mayores en la estructura de la población. La base de la pirámide poblacional se está adelgazando por el descenso de la participación de la población de 0 a 5 años de edad, que en 2008 concentró al 9.19% de la población y en 2050 concentrará sólo 6%. (Consejo Nacional de Población). México también se encuentra en un proceso de urbanización en prácticamente todo el país. Más de 70% de la población es urbana.

## 2.2 El origen de la seguridad Social en México

Existen sistemas públicos de pensiones en los sistemas de seguridad social debido a que una gran parte de la población, trabajadores y no trabajadores, deciden no asegurarse o no tienen la capacidad económica para contratar un seguro con una empresa privada, para así cubrir los riesgos que pueden provocar una interrupción temporal o permanente en sus ingresos, en este sentido México no es la excepción y esta necesidad de proporcionar a protección a la sociedad en general ha desembocado en el sistema actual de seguridad social, sin embargo, en México, existen otros antecedentes.

Cuando a principios del siglo XVI, llegaron a México los hombres de España y, a paso de conquistadores, treparon a la meseta de Anáhuac, quedaron asombrados al encontrar una federación de pueblos indígenas, poseedores de una alta civilización. (Limón J. D., págs. 39-59)

En los aztecas, cabeza de esos pueblos, venía a converger las herencias de culturas de muchas otras razas aborígenes, extinguidas unas, sojuzgadas otras, cuya época de esplendor había tenido lugar muchos siglos antes.

Los cronistas de aquella época son unánimes para expresar su asombro ante una civilización autóctona en suma evolucionada, que había crecido paralelamente a la europea.

Existen datos sobre instituciones similares a las de Seguridad Social, desde la época de Moctezuma II, en el pueblo azteca, en las que se protegía principalmente a guerreros que recibían atención médica, en establecimientos parecidos a los hospitales, en los que también se atendía a los enfermos del pueblo. Existiendo un servicio especial, muy parecido al Seguro de Invalidez. (Meyer, Instituciones de Seguridad Social, 1975)

En el país, los antecedentes más cercanos de la seguridad social son la Ley de Accidentes de Trabajo del Estado de México que se expidió en 1904 y la Ley sobre

Accidentes de Trabajo del estado de Nuevo León de 1906 en las que “se reconocía, por primera vez en el país, la obligación para los empresarios de atender a sus empleados en caso de enfermedad, accidente o muerte, derivados del cumplimiento de sus labores”. Sin embargo, no existía todavía el reconocimiento de la responsabilidad del Estado en la provisión de bienestar social, que hasta entonces estaba circunscrita en su mayor parte al ámbito privado y familiar. En México el movimiento revolucionario de 1910-1917, exigía la protección a las clases más vulnerables, principalmente a personas campesinas y obreras, surgiendo con él los servicios médicos como la Cruz Blanca y la Cruz Roja.

La promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en 1917, de contenido social avanzado, sirvió como eje de la Seguridad Social. El 19 de enero de 1943 se emitió la Ley del Seguro Social, creándose así el Instituto Mexicano del Seguro Social, con la finalidad garantizar el derecho humano a la salud, la asistencia médica, la protección de los medios de subsistencia (que garanticen la seguridad del ingreso, en particular en caso de vejez, enfermedad, invalidez, accidentes del trabajo, maternidad o pérdida del sostén de familia) y los servicios sociales necesarios para el bienestar individual y colectivo. (IMSS, 2007)

### **2.3 La Seguridad Social en México**

La OIT define a la seguridad social como la protección que ofrece una sociedad a personas y hogares, destinada a garantizar el acceso a la asistencia sanitaria y la seguridad de los ingresos, en situaciones de edad avanzada, desempleo y enfermedad. (Pablo Noreña y Alberto Delgadillo, 2010).

De acuerdo con el Artículo 2 de la Ley del Seguro Social “La seguridad social tiene por finalidad garantizar el derecho a la salud, la asistencia médica, la protección de los medios de subsistencia y los servicios sociales necesarios para el bienestar individual y colectivo, así como el otorgamiento de una pensión que, en su caso y previo cumplimiento de los requisitos legales, será garantizada por el Estado”.

La Procuraduría Federal de la Defensa del Trabajo define a la Seguridad Social como “... una institución nacida de la solidaridad humana, que se manifiesta en la reacción de ayudar a personas o grupos en estado de necesidad” (Procuraduría Federal de la Defensa del Trabajo).

Así pues, podemos sintetizar las definiciones mencionadas de la siguiente manera: La Seguridad Social es una Institución que ofrece a una sociedad protección de los medios de subsistencia, garantiza el acceso a los servicios sociales necesarios para el bienestar individual y colectivo, nacida de la solidaridad humana.

En México, las prestaciones sociales se brindan a través de diversas instituciones como: el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), la Secretaría de Salud, Petróleos Mexicanos (Pemex), la Secretaría de Marina y la Secretaría de la Defensa Nacional, entre otros.

Siendo el IMSS y el ISSSTE los que más asegurados abarcan, y siendo el seguro de riesgos de trabajo la principal forma de aseguramiento. El Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), asegura de forma obligatoria a las personas que se encuentran vinculadas a otras por una relación de trabajo, las y los socios de sociedades cooperativas, y las personas que determine el Ejecutivo Federal a través del Decreto respectivo.

Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), asegura de forma obligatoria a las personas trabajadoras de los Poderes de la Unión (Ejecutivo, Legislativo, Judicial e Institutos Autónomos), en materia Federal, así como para la Ciudad de México y a las personas trabajadoras de los Estados, siempre y cuando exista convenio entre estos y el ISSSTE.

Las Instituciones de Seguridad Social en México basan sus principios en tres aspectos principales:



- 1.- Principio de solidaridad,
- 2.- Principio de subsidiaridad, y
- 3.- Principio de universalidad.

La solidaridad es la obligación recíproca de los miembros de grupos u organizaciones para apoyarse unos a otros y ayudarse mutuamente, surge de los intereses comunes y se basa en un sentimiento de pertenencia. (Sánchez de la Barquera y Arroyo, 2014, pág. 167)

La subsidiariedad se refiere a la relación entre individuo, familia, organizaciones intermedias y la sociedad entera o el Estado, con el fin de delimitar las áreas de competencia y las ayudas. (Sánchez de la Barquera y Arroyo, 2014, pág. 175)

El principio de universalidad aún no se aplica a cabalidad ya que existen grupos vulnerables de la población abierta que no laboran en alguna empresa ni son servidores públicos, sin embargo, se intentó cubrir este principio, creando el Seguro Popular durante el sexenio de Felipe Calderón, sin embargo, aún tiene serias deficiencias.

Actualmente no existe una institución que constituya, regule y vigile la sustentabilidad del pago de la seguridad social en el largo plazo, es decir, que garantice que cada Instituto de Seguridad Social, si es que operasen por separado, cuenten con las reservas financieras necesarias para el cumplimiento de sus obligaciones en el corto y largo plazo.

El Gobierno Federal ha realizado diversas acciones para proveer de las condiciones de seguridad social a las personas que no cuentan con ella, sin embargo, han sido acciones separadas, por un lado, se fundó el Programa Seguro Popular cuyo objetivo es otorgar servicios de salud a personas que no cuentan con empleo o que trabajan por cuenta propia y no están afiliados a alguna institución de seguridad social.

Asimismo, desde 2007, han existido programas que otorgan un traspaso económico a adultos mayores, conocida también como pensión no contributiva. Inicialmente, este beneficio se otorgaba a adultos mayores de 70 años en zonas rurales, este programa creció hasta convertirse, en el programa “Pensión para Adultos Mayores” y su objetivo es “Contribuir a la reducción de la vulnerabilidad de la población Adulta Mayor de 65 años en adelante que no recibe ingresos por concepto de pago de jubilación o pensión de tipo contributivo, mediante la entrega de apoyos económicos y de protección social.” (Reglas de operación 2013 del programa “Pensión para Adultos Mayores”, 2013)

Las Instituciones de Seguridad Social en México, además de proveer de atención médica y pensiones, otorgan otras prestaciones como guarderías, centros vacacionales, capacitación, créditos, entre otros, por tanto, al hablar de servicios de salud, se incluyen las prestaciones en mención.

En cuanto al sistema de pensiones, a partir de la reforma a la Ley del Seguro Social en 1997, se ha transitado a un sistema de cuentas individuales para los trabajadores formales afiliados al IMSS, y después de 2007 para los afiliados al ISSSTE. Esta transición, tiene por objeto eliminar las presiones en el largo plazo de las finanzas públicas, ya que el pago de pensiones fondeado sólo por el Estado no es sostenible. A pesar de este esfuerzo, los pagos por jubilación proporcionados por otros institutos gubernamentales (PEMEX, CFE, ISSFAM, LFC y FERRONALES, las dos últimas ya extintas) no han incorporado el esquema de cuentas individuales para el pago de pensiones futuras. Además, a partir de 2007, con la incorporación del programa 70 y más, se promueve una pensión mínima garantizada para aquellos que no reciben ingresos por jubilación por parte de alguna institución de seguridad social; este programa se fondea mediante asignaciones presupuestales directas.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), todavía existen 33 millones 237 mil 503 trabajadores, que representan 61.7% de la población ocupada, que no cuentan con acceso a instituciones de seguridad social como el IMSS, el ISSSTE o cualquier otra institución, por lo cual no tienen prestaciones como servicios de salud, protección contra riesgos laborales o cotización al sistema de pensiones. La

cifra se compone de 16.3 millones de ocupados subordinados (49.1% del total) cuyos patrones no les otorgan estos beneficios; 14.5 millones de trabajadores independientes (43.7% del total) entre empleadores y que laboran por cuenta propia, y 2.4 millones de empleados (7.1%) que no tienen remuneración alguna.

La seguridad social en la más reciente época se ha comportado de la siguiente forma:

Durante el sexenio de Carlos Salinas de Gortari en 1992 se reformaron las Leyes del IMSS, ISSSTE, INFONAVIT, SISTEMA DE AHORRO PARA EL RETIRO (SAR 92). La estrategia intentó promover el Ahorro Interno como Ahorro Obligatorio forzoso de la Seguridad Social.

En el sexenio de Ernesto Zedillo Ponce de León (1994-2000), se Reformó el Sistema de Pensiones del IMSS, pasando al sistema de capitalización Individual garantizada (1995) y se produjo en 1997 una nueva Ley del IMSS y el nacimiento de las denominadas AFORES (Administradoras de Fondos para el Retiro) para seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez (RCV). En el cual el IMSS sólo administra fondos junto con Instituciones de seguros privados. Igualmente nace un nuevo régimen financiero de servicios de salud, con disminución de cuotas obrero-patronales.

En el sexenio de Vicente Fox Quesada (2000-2006) en abril del 2001 el Sistema de Pensiones se vio reformado en la Ley de los Sistemas de Ahorro para el Retiro, permitiendo a las AFORES administrar e invertir recursos para el Retiro en nuevos grupos de trabajadores: afiliados al ISSSTE (para administrar SAR 92); de Administraciones Estatales y Municipales; de organismos y Empresas Estatales; de Empresas Privadas y Trabajadores Independientes (sector informal). También se reformó la Salud, que incluyó un Seguro Básico de Salud y la creación del Seguro Popular.

Por lo que respecta al sexenio de Felipe Calderón Hinojosa (2006-2012) retoma las orientaciones del Banco Mundial (Realizada en 1993), para la Reforma a la Ley del ISSSTE en lo referente al sistema Público de Pensiones y sus vínculos con los Fondos

Públicos de Vivienda (INFONAVIT y FOVISSSTE). La Reforma a la Ley del ISSSTE entra en vigor desde el 1 de abril de 2007 y se sustentó en dos ejes rectores:

- 1.- Nuevo Modelo de Gestión de Salud y
- 2.- Nuevo Sistema de Pensiones basado en la capitalización individual (cuentas individuales a través de las AFORES), este sistema sustituye al anterior sistema solidario, transfiriendo los Fondos de Pensión al Sector Financiero.

En general en México, la salud se otorgará en función de las características demográficas, socioeconómicas y epidemiológicas de sus Derechohabientes. El fondo del seguro de salud se separa financiera y operativamente entre trabajadores en activo y pensionados. El ISSSTE desarrollará una “Función prestadora de servicios de salud” a través de sus Unidades Prestadoras de Servicios de Salud (UPSS) o por Convenios con Instituciones Públicas y Privadas. Y una “función financiera de Servicios de Salud” que asignará el presupuesto a las (UPSS) en función de sus resultados y el “equilibrio financiero”. La Reforma a la Ley del ISSSTE del 2007, tuvo mayor número de trabajadores que optaron por el décimo transitorio que corresponde al régimen solidario de pensiones, a diferencia del número que optó por las cuentas individuales (AFORES).

Los Seguros Sociales en México se diseñaron bajo el supuesto de que las pensiones por vejez, invalidez y muerte debían ser solventadas por un sistema basado en la aportación de los trabajadores con el fin de constituir un capital social, el cual supuestamente crecería en proporción al cambio en la estructura de edad. Este diseño también suponía el incremento paulatino en el monto de las cuotas para enfrentar el proceso de envejecimiento y como en todos los seguros el capital ahorrado requería ser invertido para que no perdiera su valor en el tiempo.

En el mismo modelo, el Estado actuó como garante de los fondos y los beneficios futuros estaban claramente definidos desde el inicio, asimismo, mediante solidaridad intergeneracional la población activa contribuía para el pago de las pensiones otorgadas ya sea por vejez, invalidez o muerte, aunque se buscaba que el capital ahorrado fuera suficiente para proveer de dichas pensiones, sin embargo el Estado fue

omiso en la obligación de garantizar la creación y mantenimiento de dicho capital social, utilizando las contribuciones para la inversión en infraestructura y gasto corriente, sin restituir estos fondos por lo que no permitió la sustentabilidad del sistema.

La debilidad de los fondos de pensiones se agudizó con el aumento en la esperanza de vida lo que llevo a la reestructuración del sistema de pensiones implantando el sistema de cuentas individuales, permitiendo crear grandes fondos de ahorro en manos de la iniciativa privada, además de reducir sustancialmente el monto de las pensiones.

El siguiente cuadro muestra las principales diferencias después de las reformas realizadas al IMSS en 1997:

Cuadro 2.1  
Comparativo entre las Leyes del IMSS 1973 – 1997  
(Porcentuales)

| Ley de 1973   | Ley de 1997   |
|---|---|
| Tener 60 o más años   | Tener 60 a 64 años (pensión por Cesantía)<br>Tener 65 años o más (pensión por vejez)  |
| Mínimo 500 semanas cotizadas ante el IMSS   | Mínimo 1250 semanas cotizadas ante el IMSS  |
| Del promedio del sac* de los últimos años cotizados<br>60 años 75%<br>61 años 80%<br>62 años 85%<br>63 años 90%<br>64 años 95%<br>65 años 100%<br>*salario base de cotización<br>Pensión mínima un salario mínimo | <ul style="list-style-type: none"> <li>• RENTA VITALICIA. Se contratará a una Aseguradora que administra el fondo, la cual da una cantidad mensual durante toda la vida restante del jubilado, cuyo monto depende de los ahorros realizados</li> <li>• RETIRO PROGRAMADO. Si tiene recursos suficientes lo puede contratar en la AFORE programando el periodo durante el cual se recibirá un monto mayor a la renta vitalicia. El trabajador asume el riesgo de vivir más de lo previsto del plan</li> <li>• PENSION MINIMA GARANTIZADA. Se otorga cuando los ahorros del trabajador no permiten ninguna de las otras dos opciones y equivalen a un salario mínimo</li> </ul> |
| En caso de muerte se podrá contar con pensión de orfandad y/o viudez  | Solo bajo el Retiro Programado, los fondos restantes podrán ser reclamados por beneficiarios  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 25 días aguinaldo</li> <li>• Préstamo de tres meses sin intereses</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay aguinaldo</li> <li>• No hay prestamos</li> </ul>  |

Fuente: (Afore Ley 1973) y (Afore Ley 1997)

A pesar de estas reformas el objetivo de reducir el costo fiscal de las pensiones no se cumplió. El déficit actuarial que presentan algunos sistemas de pensiones constituye una deuda pública implícita creciente en el tiempo de los Gobiernos Estatales y del Gobierno Federal. Además, la coexistencia de múltiples sistemas con diferentes características trae como consecuencia una pérdida de beneficios para aquellos trabajadores que durante su vida laboral realizan actividades en diferentes sectores. (Soberón, 2001), la sustentabilidad de las políticas fiscales debe considerar el progresivo endeudamiento del Estado proveniente de las coberturas existentes y de manera específica, el endeudamiento que proviene de los planes de pensiones con garantía pública.

El régimen de pensiones del IMSS que entró en vigor en 1997 muestra importantes problemas en los seguros de invalidez, vida, y riesgos del trabajo, en estos seguros se cobran primas, que en comparación con las medias internacionales resultan altas, por lo que, si se redujeran en encausar más dinero a las cuentas individuales, lo que aumentaría la acumulación de recursos en los fondos de pensiones y reduciría el costo fiscal. Se estima que la reducción de la prima de los seguros de invalidez, vida, y riesgos del trabajo como resultado de una operación basada en un modelo diferente sería equivalente al 20 por ciento.

Es importante observar el actuar de otra pieza fundamental del sistema actual de pensiones, como son las AFORES, según Soberón, 2001, "...se deben realizar adecuaciones al marco normativo que delimita el campo de acción de las afores, a efecto de que se obtenga la mayor rentabilidad en los fondos para ciertos niveles de riesgo. De cambiarse el marco normativo basado en límites discrecionales a uno con base en reglas prudenciales, la rentabilidad de los fondos para el mismo nivel de riesgo podría aumentar entre 55 y 75 puntos base, lo que se traduciría al cabo de 25 años en pensiones mayores entre 10.8 y 15.1 por ciento y en una reducción de 7.95 a 11.04 por ciento en el costo fiscal por cada trabajador que gana un salario mínimo."

## **2.4 Base constitucional de la Seguridad Social**

Como se menciona en el Capítulo 1 de este trabajo, la Constitución de 1917 en sus artículos 3, 73 y 123 fue la pionera en México en los temas de Seguridad Social la cual se convierte en uno de los pilares fundamentales del desarrollo social en México y de toda Latinoamérica

La instauración del Departamento de Salubridad en el año de 1917 así como de la Secretaría de la Asistencia Pública en el año de 1938 las cuales fueron fusionadas en 1943 convirtiéndose en la Secretaría de Salubridad y Asistencia, sirvieron como cimientos importantes en materia de acciones sanitarias. Sin embargo, en el ámbito de la seguridad social los resultados tuvieron un menor avance. Los primeros en tener acceso a una jubilación fueron los empleados públicos y hasta 1922 éstas eran manejadas por la Secretaría de Hacienda. (Ordóñez Barba, 2002)

En 1925 se promulgo la Ley de Pensiones Civiles y se fundó la Dirección General de Pensiones Civiles de Retiro. Estas Leyes fueron reemplazadas en 1946 por la Ley de Retiros, la cual, incluía la protección de la salud, préstamos y pensiones por vejez, inhabilitación y muerte y extendía su cobertura a los trabajadores del sector público paraestatal como los ferrocarrileros, petroleros y electricistas.

En la ley de 1943 se limitaban las coberturas a trabajadores formales de las empresas paraestatales, privadas o de administración social, posteriormente se le hicieron reformas que incorporan a otros sectores de la población y para el año 1955 se hizo obligatorio el aseguramiento de todos los trabajadores de las instituciones de crédito y organizaciones auxiliares de seguros y fianzas en 1974 se reformo el artículo 123 fracción XXIX de la Constitución para incluir como sujetos de la seguridad social a “trabajadores, campesinos, no asalariados y otros sectores sociales y sus familiares”.

Originalmente el artículo 123 de la Constitución no consideraba a los trabajadores al servicio del Estado por lo que, en 1959, en el gobierno del presidente Adolfo López Mateos, le incorporó un apartado que garantiza los derechos laborales como la



protección ante accidentes y enfermedades profesionales, jubilación, invalidez y muerte, incluyendo también el rubro de vivienda.

En 1983 se aprobó la nueva Ley del ISSSTE, en la cual se amplían las prestaciones y se mejora la organización administrativa. Posteriormente, se reformó el artículo 24 de esta Ley para ampliar la cobertura de los servicios médicos a los esposos y concubenarios. Los trabajadores podrían continuar inscritos de manera voluntaria en el régimen obligatorio en caso de retiro antes de tiempo y además los estados y municipios podrían incorporar a sus trabajadores a dicho régimen.

A partir de la reforma constitucional del 10 junio del año 2011, la seguridad social como derecho humano, se encuentra protegido por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en términos de su artículo 1° que señala:

*“En los Estados Unidos Mexicanos todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en esta Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte, así como de las garantías para su protección, cuyo ejercicio no podrá restringirse ni suspenderse, salvo en los casos y bajo las condiciones que esta Constitución establece.”*

Por su parte el artículo 123 de la Constitución establece el derecho humano a la seguridad social.

Aunado a que la Declaración Universal de los Derechos Humanos, en su artículo 22, que señala:

“Toda persona, como miembro de la sociedad, tiene derecho a la seguridad social, y a obtener, mediante el esfuerzo nacional y la cooperación internacional, habida cuenta de la organización y los recursos de cada Estado, la satisfacción de los derechos económicos, sociales y culturales, indispensables a su dignidad y al libre desarrollo de su personalidad”.

## 2.5 El seguro de riesgos de trabajo

De acuerdo con datos estadísticos de la Organización Internacional del Trabajo, se promedian alrededor de 2.34 millones de muertes por año derivadas de accidentes o enfermedades de trabajo, mientras que la cifra anual de casos de enfermedades relacionadas con las actividades laborales se calcula en 160 millones, de los cuales el 36% provocan al menos cuatro días de ausentismo, además el mismo organismo estima que las pérdidas económicas derivadas de las malas prácticas de seguridad y salud en el trabajo representan el 4% del producto interno bruto global de cada año (Organización Internacional del Trabajo), situación que, evidentemente, repercute de manera significativa en la economía global, por lo que es necesario generar una cultura de la prevención o el establecimiento de nuevas disposiciones, todo con la finalidad de disminuir al mínimo los altos costos derivados de los riesgos de trabajo.

Los artículos 41, 42 y 43 de la Ley del Seguro Social establecen que:

“Riesgos de trabajo son los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo.

Se considera accidente de trabajo toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior; o la muerte, producida repentinamente en ejercicio, o con motivo del trabajo, cualquiera que sea el lugar y el tiempo en que dicho trabajo se preste.

También se considerará accidente de trabajo el que se produzca al trasladarse el trabajador, directamente de su domicilio al lugar del trabajo, o de éste a aquél.

Enfermedad de trabajo es todo estado patológico derivado de la acción continuada de una causa que tenga su origen o motivo en el trabajo, o en el medio en que el trabajador se vea obligado a prestar sus servicios. En todo caso, serán enfermedades de trabajo las consignadas en la Ley Federal del Trabajo”.

Por lo que, de acuerdo con lo establecido en dicho ordenamiento, los riesgos de trabajo se dividen en dos categorías: los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales.

El Seguro de Riesgos de Trabajo ampara las eventualidades que son consecuencia de accidentes y enfermedades sufridos por los asegurados en ejercicio o con motivo de su trabajo, mediante el otorgamiento de prestaciones graduadas en función del tipo de consecuencia.

Toda persona trabajadora que sufre un riesgo de trabajo tiene derecho a recibir:

- a) Asistencia médico-quirúrgica, hospitalaria, farmacéutica y de rehabilitación.
- b) Prótesis y aparatos médicos que se requieran para corregir deficiencias funcionales.
- c) Prestaciones en dinero que, como indemnización por incapacidad temporal, permanente o por la muerte, según corresponda.

En el modelo actual del IMSS, para calcular la prima del seguro de riesgos de trabajo se requieren los siguientes datos:

1. Los días de incapacidad por riesgo de trabajo de todos los empleados.
2. Los días que trabajaron todos los empleados en el año.
3. Las faltas que sumó el equipo de trabajo durante el año.
4. En caso de que se hayan presentado incapacidades permanentes, todos los porcentajes de indemnización.
5. Las defunciones que sufrieron trabajadores durante el desempeño de su labor.
6. La Prima de Riesgo de Trabajo anterior.

El artículo 72 de la Ley del Seguro Social establece esta fórmula para calcular la Prima del seguro de Trabajo:

$$\text{Prima} = [(S/365) + V \cdot (I + D)] \cdot (F/N) + M$$

**2.1**

S = Son los días que los trabajadores tuvieron una incapacidad por accidentes de trabajo o enfermedad profesional. No se toman en cuenta los accidentes de trayecto, es decir, los percances que sufrieron los empleados al ir de su casa al trabajo y viceversa.

V = 28 años. Según las estadísticas del IMSS, es la duración promedio de vida laboral de un individuo que no haya sido víctima de un accidente mortal o de incapacidad permanente total.

I = Es la suma de todos los porcentajes de indemnización, que recibieron los trabajadores en caso de incapacidades.

D = Es el número de defunciones de los empleados a causa de un accidente de trabajo.

N = Número de trabajadores promedio expuestos al riesgo de trabajo. Esta variable se obtiene sumando el total de días que todos tus empleados trabajaron, durante el año a excepción de los días que no estuvieron expuestos al riesgo de trabajo como incapacidades por enfermedad general, maternidad y ausentismo.

Esta cifra se divide entre los 365 días del año para obtener el promedio por día de trabajadores expuestos al Riesgo de Trabajo.

F = 2.3, que es el factor de prima promedio. Este factor de prima es una constante que no está definida por la ley, sin embargo, se puede decir que es “una prima promedio para poder cubrir los subsidios y pensiones por riesgos de trabajo de todas las empresas del país” \*.

En caso de que la empresa esté acreditada por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, el factor de prima disminuirá a 2.2.

M = Equivale a 0.005, que es la prima mínima de riesgo establecida en el Artículo 72 de la Ley del Seguro Social.

De la observación de la fórmula presentada en la Ley del Seguro Social, se presume que se encuentra definida bajo el modelo de distribución de pérdida agregada (LDA por sus siglas en inglés de Loss Distribution Approach). El LDA es un método aplicado actuarialmente y agrupa la distribución de probabilidad de la severidad y la distribución de probabilidad de la frecuencia de un evento, este método es uno de los más usados en la industria de seguros.

El objetivo central del método LDA es hallar una función de las pérdidas agregadas, sea  $S(x)$  para cada línea de negocio y tipo de riesgo combinando dos modelos: El modelo de la distribución de probabilidad de la frecuencia de las pérdidas y el modelo de la distribución de probabilidad de la severidad a través de métodos como la simulación de Montecarlo.

**CAPITULO 3**

**FUNDAMENTOS  
TEÓRICOS DE LOS  
MODELOS PROPUESTOS**

## Capítulo 3 Fundamentos teóricos de los modelos propuestos

En este capítulo se conocerán a fondo las estructuras de las series usadas para esta investigación, así como el proceso de tarificación que se emplea en el IMSS mediante las técnicas de estadísticas de factores de riesgo. Subsecuentemente, una vez definidas estas variables se realiza el análisis, discusión y evaluación mediante pruebas estadísticas adecuadas para cada una de las partes a evaluar.

### 3.1 Análisis Logístico

La regresión logística multinomial según HOSMER & LEMESHOW es utilizada en modelos con variable dependiente de tipo nominal con más de dos categorías (politómica) y es una extensión multivariante de la regresión logística binaria clásica. Las variables independientes pueden ser tanto continuas (regresores) como categóricas (factores).

Tradicionalmente las variables dependientes politómicas han sido modeladas mediante análisis discriminante, pero, gracias al creciente desarrollo de las técnicas de cálculo, cada vez es más habitual el uso de modelos de regresión logística multinomial, ya implementados en paquetes estadísticos como S.A.S. (PROC CATMOD) o S.P.S.S. (NOMREG), debido a la mejor interpretación de los resultados que proporciona.

Con esta comunicación se pretende presentar las bases teóricas de esta técnica estadística tanto en lo que se refiere a su formulación y metodología de ajuste como al análisis e interpretación de los resultados obtenidos. Para ello se considerará un caso con doce regresores y una variable binomial con dos categorías (HOSMER, 1989)

Se considerara una variable aleatoria dependiente "Y" categórica nominal politómica con Soporte  $Y=\{1,2,3\}$  y con probabilidades  $p_1=p(Y=1)$ ,  $p_2=p(Y=2) = 1 - p_1$

Se requiere analizar el efecto que ejercen doce variables explicativas continuas  $X_1, X_2, \dots, X_{12}$  sobre las probabilidades  $p_1$  y  $p_2$  que caracterizan a la variable Y. Podemos redefinir a la variable Y mediante un vector  $(Y_1, Y_2)$  construido de la siguiente forma:

$$(Y_1, Y_2) \begin{cases} (1,0) \text{ si } Y = \text{no tuvo riesgo de trabajo} \\ (0,1) \text{ si } Y = \text{si tuvo riesgo de trabajo} \\ (0,0) \text{ cualquier otro caso} \end{cases} \quad 3.1$$

Las variables Y1 e Y2 tienen una distribución de Bernouilli con  $E(Y_1)=p_1$  y  $E(Y_2)=p_2$ , al igual que la variable dependiente en una regresión logística binaria clásica. Obviamente estas dos variables no son independientes ya que  $Cov(Y_1, Y_2) = -p_1 p_2$

Formulamos el modelo multivariante definido por las siguientes ecuaciones:

$$p_1(X_1, X_2) = p_1 = E(Y_1) = \frac{\exp(Z_1)}{1 + \exp(Z_1) + \exp(Z_2)} \quad 3.2$$

$$p_2(X_1, X_2) = p_2 = E(Y_2) = \frac{\exp(Z_2)}{1 + \exp(Z_1) + \exp(Z_2)} \quad 3.3$$

Donde

$$Z_1 = \beta_{01} + (\beta_{11}X_1) + (\beta_{21}X_2) \quad 3.4$$

y

$$Z_2 = \beta_{02} + (\beta_{12}X_1) + (\beta_{22}X_2) \quad 3.5$$

Siendo  $\beta_{01}, \beta_{11}, \beta_{21}, \beta_{02}, \beta_{12}, \beta_{22}$  los parámetros que se van a calcular

Se observa que

$$p_3(X_1, X_2) = p_3 = 1 - p_1 - p_2 = \frac{1}{1 + \exp(Z_1) + \exp(Z_2)} \quad 3.6$$

Con el propósito de interpretar mejor los parámetros que aparecen en el modelo se reescribirán de la siguiente forma

$$\frac{p_1}{p_3} = \exp(Z_1) = \exp(\beta_{01}) (\exp(\beta_{11}))^{X_1} (\exp(\beta_{21}))^{X_2} \quad 3.7$$



$$\frac{p_2}{p_3} = \exp(Z_2) = \exp(\beta_{02}) (\exp(\beta_{12}))^{X_1} (\exp(\beta_{22}))^{X_2} \quad 3.8$$

Al cociente  $p_1/p_3$  se le denominara probabilidades de la categoría 1 respecto a la categoría 3 y se le representara por  $P_1(X_1, X_2) = P_1$ . De este modo puede observarse fácilmente que la razón de cambio en  $P_1$  cuando  $X_1$  se incrementa en una unidad manteniéndose constante

$X_2$  viene dada por:

$$\frac{P_1(X_1 + 1, X_2)}{P_1(X_1, X_2)} = \exp(\beta_{11}) \quad 3.9$$

Que recibe el nombre de porcentaje de probabilidad de la categoría 1 con respecto a la variable  $X_1$  y se representa por  $PR_1(X_1)$  de igual manera para  $PR_2(X_1)$  y  $PR_2(X_2)$

Es interesante notar que el porcentaje de probabilidad dependen de las unidades en que vengam medidas de las variables regresoras (si multiplicamos  $X_1$  por 10,  $PR_1(X_1)$  pasaría a ser  $\sqrt[10]{\exp\beta_{11}}$ ) por tanto la importancia de cada variable regresora en el modelo debería medirse por el valor del porcentaje de probabilidad suponiendo que dicha variable esta estandarizada. Este es el motivo por lo que se habla del porcentaje de probabilidad estandarizado en las variables regresoras

### 3.1.1 Significatividad Total del Modelo

Podemos diferenciar la hipótesis de no tiene un efecto significativo global de las variables regresoras teniendo en cuenta que la diferencia entre los valores de la función auxiliar  $\Lambda$  tiene una distribución  $\chi^2$  con 4 grados de libertad (en general, número de regresores multiplicado por número de categorías menos una). El p-valor de la prueba para la hipótesis nula de que no existe efecto de las variables regresoras ( $\beta_{11} = \beta_{21} = \beta_{12} = \beta_{22} = 0$ ) vendrá dado  $p(\chi^2_4 > \Lambda_0 - \Lambda_f)$

### 3.1.2 Significatividad del efecto de cada Variable Regresora

Si llamamos  $\Lambda_{-1}$  al mínimo de la función auxiliar que se obtendría eliminando del modelo la variable  $X_1$  ( $\beta_{11} = \beta_{21} = 0$ ) se verifica que la diferencia entre los mínimos de la función auxiliar

El modelo reducido y en el modelo completo tiene una distribución  $\chi^2$  con 2 grados de libertad (en general, número de regresores menos uno multiplicado por número de categorías menos una). Por tanto, el p-valor de la prueba para la hipótesis nula de que no existe efecto de la variable  $X_1$  ( $\beta_{11} = \beta_{21} = 0$ ) vendrá dado por  $p(\chi^2_2 > \Lambda_{-1} - \Lambda_0)$ . De modo similar podríamos calcular  $\Lambda_0$  (mínimo de la función auxiliar eliminando  $\beta_{01}$  y  $\beta_{02}$  del modelo) y  $\Lambda_{-2}$  (mínimo de la función auxiliar eliminando del modelo la variable  $X_2$ ) y construir pruebas de hipótesis para  $\beta_{01} = \beta_{02} = 0$  y  $\beta_{21} = \beta_{22} = 0$ , respectivamente.

### 3.1.3 Significatividad de cada parámetro

Teniendo en cuenta que el cuadrado de cada estimador dividido por su error estándar tiene una distribución  $\chi^2$  con 1 grado de libertad podemos construir test de hipótesis para la igualdad de cada parámetro a cero y podremos saber qué estimadores de los parámetros del modelo son significativamente distintos de cero. Por ejemplo para la prueba de hipótesis  $\beta_{11} = 0$  el p-valor sería  $p\left(\chi^2_1 > \left(\frac{\hat{\beta}_{11}}{s.e.(\hat{\beta}_{11})}\right)^2\right)$ , siendo *s.e.*( $\hat{\beta}_{11}$ ) el valor correspondiente al error estándar del estimador parámetro  $\beta_{11}$ .

### 3.1.4 Estimación de Parámetros

Dada una muestra de datos ( $Y_{1i}, Y_{2i}, X_{1i}, X_{2i}$ ) con  $i=1,2,\dots,n$  podemos definir, en función de los parámetros del modelo, las funciones  $Z_{1i}, Z_{2i}, p_{1i}, p_{2i}$  y abordar el problema de la estimación de los mismos mediante el método de máxima verosimilitud, como se muestra a continuación

Con el modelo planteado, la función de verosimilitud de la muestra viene dada por:

$$L = \prod_{i=1}^n (p_{1i}^{Y_{1i}} \cdot p_{2i}^{Y_{2i}} \cdot p_{3i}^{1-Y_{1i}-Y_{2i}}) = \prod_{i=1}^n \left( \left( \frac{p_{1i}}{p_{3i}} \right)^{Y_{1i}} \left( \frac{p_{2i}}{p_{3i}} \right)^{Y_{2i}} p_{3i} \right) \quad 3.10$$

En vez de trabajar con esta expresión se trabajará con la expresión auxiliar

$$\begin{aligned} \Lambda &= -2 \cdot \ln(L) = -2 \sum_{i=1}^n \left( Y_{1i} \cdot \ln \left( \frac{p_{1i}}{p_{3i}} \right) + Y_{2i} \cdot \ln \left( \frac{p_{2i}}{p_{3i}} \right) + \ln p_{3i} \right) \quad 3.11 \\ &= 2 \cdot \sum_{i=1}^n (\ln(1 + \exp(Z_{1i}) + \exp(Z_{2i})) - Y_{1i} \cdot Z_{1i} - Y_{2i} \cdot Z_{2i}) \end{aligned}$$

El problema de maximizar la verosimilitud equivale al de minimizar la función auxiliar  $\Lambda_A$  y puede resolverse por métodos numéricos de forma iterativa partiendo de la estimación inicial  $\beta_{11} = \beta_{21} = \beta_{12} = \beta_{22} = 0, \beta_{01} = \ln(n_1) - \ln(n - n_1 - n_2)$  y  $\beta_{02} = \ln(n_2) - \ln(n - n_1 - n_2)$  siendo  $n_1$  y  $n_2$  el número de observaciones en las categorías 1 y 2 respectivamente. Estos estimadores iniciales se obtienen suponiendo que no hay una influencia de las variables regresoras en el modelo planteado y para ellos el valor inicial de la función auxiliar que debemos de minimizar es:

$$\Lambda_0 = -2 \cdot \left( n_1 \cdot \ln \left( \frac{n_1}{n} \right) + n_2 \cdot \ln \left( \frac{n_2}{n} \right) + (n - n_1 - n_2) \cdot \ln \left( \frac{n - n_1 - n_2}{n} \right) \right) \quad 3.12$$

Una vez alcanzada la convergencia del método iterativo, designaremos por  $\Lambda_0$  al mínimo obtenido y por  $\hat{\beta}_{01}, \hat{\beta}_{11}, \hat{\beta}_{21}, \hat{\beta}_{02}, \hat{\beta}_{12}, \hat{\beta}_{22}$  a los valores estimados de los parámetros del modelo

## 3.2. Clasificación de las empresas

Dentro de las características básicas en las empresas se encuentra el cumplimiento de las obligaciones en razón de la Seguridad Social, una de las cuales se centran en la correcta tipificación de acuerdo con su actividad en el Catálogo de Actividades para la Clasificación de las Empresas en el Seguro de Riesgos de Trabajo, incluido en el Artículo 196 del Reglamento de la Ley en Materia de Afiliación, Clasificación de Empresas, Recaudación y Fiscalización (RACERF).

Desde 2014, los representantes del IMSS se han enfocado en la fiscalización de las empresas respecto a su adecuada clasificación conforme a la actividad que realizan. Sin embargo, la correcta visualización de la clasificación de una empresa se vuelve compleja cuando éstas realizan diversas actividades insertas en uno o varios registros patronales, las cuales pueden tener diferentes categorías dentro del Catálogo de Actividades mencionado.

Todas las empresas al registrarse por primera vez o al cambiar de actividad tienen la obligación de definir su clasificación conforme al 196 del RACERF, en la división y grupo económico, fracción y clase, que les corresponda de acuerdo a su actividad.

Por esto, es indispensable analizar el giro de la compañía para clasificarla. Para ello, deberá considerar los siguientes puntos:

1. Productos elaborados o servicios prestados.
2. Materias primas y materiales utilizados por la empresa para hacer los productos o suministrar servicios.
3. Maquinaria y equipo empleada en la transformación de las materias primas consideradas, en los productos o servicios, sean propios o de un tercero.
4. Equipo de transporte, sea propio o de un tercero.
5. Procesos de trabajo, sustantivos y complementarios

### **3.3 Introducción a la tarificación**

Las cuestiones que nos planteamos resolver son parte de lo que se conoce como proceso de Tarificación, para la obtención de la prima a pagar por una empresa que se asegura en la modalidad del régimen obligatorio del IMSS para el Seguro de Riesgos de Trabajo

Es un hecho que el seguro, sea del tipo que sea, se basa en que cada empresa asegurada del colectivo acuerda con la institución pagar una cierta cantidad de dinero, conocida como prima, de manera que la suma de todas las primas recogidas se emplea para pagar los posibles siniestros ocasionados por el conjunto de las empresas aseguradas durante el periodo de tiempo pactado. De esta forma, la empresa asegurada evita el desembolso de lo que constituiría la cuantía de sus siniestros, evidentemente desconocida, sustituyéndola por el pago de esa cantidad cierta de dinero, la prima.

Lo deseable sería que el colectivo de empresas aseguradas que comparten sus gastos pagando una misma prima, sea lo más homogéneo posible en cuanto a sus riesgos se refiere, pues si no fuera así, los asegurados que generan más gastos al IMSS deberían pagar primas mayores. En caso contrario podría darse una selección desfavorable de las empresas aseguradas que ponen en peligro la solvencia de aseguramiento del IMSS. Por ello resulta esencial que el IMSS sea capaz de clasificar a las empresas del modo más homogéneo posible atendiendo al riesgo, de manera que las empresas aseguradas pertenecientes a un mismo tipo de riesgo paguen idéntica prima.

Para lograr ese objetivo, recurrimos a técnicas estadísticas que permiten detectar los denominados factores de riesgo, características de las empresas aseguradas que están correlacionadas con la siniestralidad y que conjuntamente explican un gran porcentaje de la varianza de la misma. Esa es la vía para que las empresas aseguradas con similares factores de riesgo pertenezcan finalmente al mismo grupo.

Así pues, las empresas aseguradoras realizan este análisis estadístico de manera adelantada realizando así una tarificación a priori.

### **3.3.1 Tarificación a Prirori**

La tarificación de los seguros, desde el punto de vista matemático, tiene la finalidad de realizar el correcto cálculo de primas, las cuales deben ser equitativas y suficientes.

Distinguimos dos sistemas generales de tarificación: a priori y a posteriori.

Para el proceso de tarificación el actuario hace uso de métodos estadísticos, principalmente de técnicas de análisis multivariado, en este trabajo nos centramos en las técnicas estadísticas que se aplican en la tarificación a priori.

El sistema de tarificación a priori tiene la dificultad de que las clases resultantes son altamente heterogéneas. Es por ello por lo que el IMSS tiende a considerar una variable que haga el papel de los factores inobservables: el número de siniestros de cada empresa durante el último año. Cuando se tiene en cuenta el dato de la siniestralidad pasada de las empresas aseguradas, con el objeto de que la clasificación sea lo más homogénea posible, y el cálculo de la prima del año próximo sea más preciso, se dice que el método de tarificación es a posteriori. Para el estudio de este problema existe una rama de la Ciencia Actuarial conocida como Teoría de la Credibilidad. Cuando el número de pólizas es lo suficientemente grande, el desarrollo de un sistema de clasificación es el primer paso para lograr una prima justa. Los sistemas de tarificación basada en la experiencia en general, y los métodos de la teoría de la credibilidad en particular, constituyen un segundo paso en la determinación de la prima adecuada.

Supongamos que disponemos de un conjunto de pólizas infinitas, o asegurados infinitos, cuyos elementos son idénticos, es decir, que observamos el mismo riesgo para todos y cada uno de ellos. Para cada póliza observamos los datos referentes a la siniestralidad, recogida en la variable aleatoria, número de siniestros, en el período de un año,  $N$ , y sus correspondientes cantidades,  $X_i$  para  $i = 1, \dots, N$ . El coste total por póliza,  $S$ , viene dado por la suma:

$$S = \sum_{i=1}^N X_i \quad 3.42$$

Si asumimos como hipótesis del proceso de riesgo la de idéntica distribución de las cantidades de los siniestros, la de independencia entre dichas cantidades y la de independencia entre la cantidades por siniestro y el número de siniestros, la esperanza

del costo total por póliza,  $E[S]$ , la calculamos como el producto de la esperanza del número de siniestros por la esperanza de la cuantía de un siniestro:  $E[S] = E[N] \times E[X]$ . Esta cantidad se denomina prima pura,  $P$ .

$$P = (E[N])(E[X]) \qquad \qquad \qquad \mathbf{3.43}$$

Sustituyendo el riesgo aleatorio que conlleva cada póliza de los asegurados, la cual puede tomar cualquier valor positivo o cero, por un valor cierto conocido que coincide con la esperanza matemática del costo total, obtenemos que:

En la práctica no se dispone ni de una cartera infinita ni de suficiente información estadística, por lo que la prima de riesgo se corresponde con la esperanza matemática más un recargo de solvencia.

El sistema de tarificación a priori asigna una prima a un riesgo que se incorpora en una cartera sin tener necesariamente experiencia sobre la siniestralidad que puede tener. Únicamente es necesario conocer determinadas características para asignar una siniestralidad esperada y con ella, una prima.

Supongamos que disponemos de la experiencia de una cartera para una determinada cobertura de seguro en un período fijo. Para cada póliza, se han observado los datos referentes a las variables aleatorias de siniestralidad (número de siniestros y sus correspondientes cantidades), y una serie de factores potenciales de riesgo, los cuales pueden hacer referencia a características del objeto asegurado o a otros condicionamientos de este: características del asegurado, del tomador del seguro, condiciones socioeconómicas que lo rodean, etc. Los principios técnicos en que se basa la tarificación a priori consisten en un proceso que debe pasar por las siguientes fases:

- 1) La determinación de la estructura de tarifa que consiste en:

- La selección de las variables de tarifa: es la elección de los factores de riesgo o características que utilizaremos para distinguir a los asegurados con diferentes riesgos asociados ya que influyen en la siniestralidad.

Los factores seleccionados pasan a ser las denominadas variables tarificadoras;

- La determinación de las clases de tarifa: es la elección de las clases o agrupaciones de clases de las variables tarificadoras que acaban discriminando a los diferentes grupos de riesgo en la tarifa final;

- La obtención de los grupos de tarifa: es la obtención de grupos homogéneos de riesgo, exclusivos y exhaustivos, formados a partir de las clases de tarifa anteriores;

- La inclusión de los gastos en la tarifa;

- Y el tratamiento especial y adecuado de los grandes riesgos.

2) El cálculo de la prima para cada grupo de tarifa, que consiste en la estimación de las primas de riesgo equitativas y suficientes que ajusten la siniestralidad para cada grupo de tarifa a partir de la esperanza del número de siniestros y de la cuantía por siniestro.

3) Por último, se realiza la adecuación de la tarifa al mercado competitivo teniendo en cuenta la competencia de mercado y los segmentos de población a los que va dirigida la cobertura.

Formamos pocos grupos si buscamos una tarifa resultante sencilla y aplicable, que diferencie mínimamente los riesgos de calidades diferentes, o formamos una agrupación más fina si el objetivo es mayor ajuste en la prima individual y más detalle en la tarifa final.

Los pasos de selección de variables tarificadoras, de determinación de las clases de tarifa y de obtención de los grupos de tarifa, dentro de la fase de determinación de la estructura de tarifa, están entre ellos estrechamente vinculados, y su resolución no es independiente en función de las metodologías de análisis estadístico utilizadas.



Para la realización de un proceso de tarificación a priori es conveniente que la experiencia en que se basa la tarifa pertenezca a un intervalo temporal lo más cercano posible al de actualización, y son necesarias revisiones periódicas con datos actualizados que repitan el proceso con todas sus fases, empezando por la selección de variables de tarifa. Si el período de observación es el año más reciente los siniestros pueden ser siniestros en curso o pendientes de reclamación, ya que ese año es el que tiene los siniestros más inmaduros.

### **3.3.2 Tarificación a Posteriori**

El sistema de tarificación a posteriori, en oposición al de la tarificación a priori, parte de una prima inicial para cada unidad de riesgo, individuo o grupo, que se modifica de acuerdo a la experiencia individual o colectiva para dar lugar a las primas de los períodos sucesivos. En un sentido amplio, la expresión experience-rating se aplica a todo problema de actualización de tarifas mediante la incorporación de nueva información.

La justificación de estos sistemas está en que dentro de cada tipo de riesgo existe diversidad de ellos esto es debido a la influencia de factores en el riesgo (conocidos o desconocidos) o a la mala agrupación de los factores del riesgo al momento de su cálculo.

La diversidad en los riesgos queda expresada por la siniestralidad en períodos sucesivos. Considerando la experiencia de cada póliza en ejercicios anteriores obtenemos un mayor grado de equidad en las primas. Incorporamos la información evolutiva mediante un sistema de bonificaciones y penalizaciones

### **3.3.3 Solvencia II**

Como ya hemos visto el riesgo asociado a eventos aleatorios representa el factor a observar para las entidades aseguradoras. En general, debido al quehacer cotidiano de la sociedad actual no siempre se pueden evitar los riesgos, de modo que cuando se

llegan a convertir en desastres, estos conllevan una disminución de los ingresos. Por este motivo es preciso llevar a cabo la de medición del mismo y su aseguramiento, siendo ambos prioritarios para evitar pérdidas excesivas para las aseguradoras, así como análisis continuos de su capacidad financiera en términos de solvencia para poder hacer frente a los reclamos producidos por los distintos riesgos. En esta idea se basa la directiva Solvencia II, cuyo objetivo es lograr la mejor cobertura de los asegurados a través de la evaluación del riesgo, para conocer las causas que ocasionan pérdidas, así como la correcta cuantificación de este.

Solvencia II se sustenta en tres pilares básicos:

- a.i.1. La descripción de los problemas de solvencia a los que se enfrentaran las aseguradoras.
- a.i.2. La determinación de la cantidad de capital necesario para hacer frente a las desviaciones en la siniestralidad.
- a.i.3. El conjunto de los informes técnicos desarrollados denominados QIS, (por sus siglas en inglés Quantitative Impact Studies), el cual cuenta con:

QIS 1: Enfocado a reservas técnicas.

QIS 2: Valuación para activos y pasivos, incluye Mínimo de Capital Requerido (MCR) y Solvencia de capital Requerido (SCR).

QIS 3: Desde un punto administrativo busca información acerca del posible impacto en las hojas de balance y el MCR.

QIS 4: Siempre que sea posible una empresa deberá usar un nombre reconocible en el mercado para poder medir el valor económico de sus activos y pasivos.

QIS 5: Los resultados de esta prueba son manejados por la diferencia fundamental de las hojas de balance y el SCR bajo Solvencia II. (Aréchaga, 2007).

### 3.4 Tarificación y Análisis Multivariante

Cuadro 3.1  
Análisis de la tarificación

| Pilar 1: Cuantitativo   | Pilar 1: Cuantitativo  | Pilar 1: Cuantitativo  |
|---|--|--|
| <p>Se requiere a las compañías/grupos que calculen sus requisitos de capital.</p> <p>Establece los umbrales para la intervención supervisora.</p> <p>Se capturan todos los riesgos.</p> <p>Balance valorado con criterios</p> | <p>Proceso de revisión y supervisión:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Controles internos</li> <li>• Gestión de riesgos</li> <li>• Gobierno corporativo</li> </ul> | <p>Requisitos de información</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transparencia</li> <li>• Información abierta</li> <li>• Posibilidad de comprar</li> </ul> <p>Las fuerzas del mercado pueden ayudar a disciplinar a las compañías</p> |

| Primer Pilar   | Segundo Pilar       | Tercer Pilar   |
|--|---------------------|--|
| Mecanismos de control y cálculo de nivel de fondos propios | Entidad supervisora | Imagen de transparencia por las entidades aseguradoras |



| Triple Objetivo  |
|--|
| <b>Fomento y mejora de la integración del mercado único europeo de seguros</b> |
| <b>Consecución de un sector de seguros competitivo</b>                         |
| <b>Obtención de la convergencia y supervisión entre los supervisores</b>       |

Fuente: (Montserrat Hernández Solís, Cristina Lozano Colomer, José Luis Vilar Zanón, 2013)

Una fase previa al proceso de tarificación es la compilación de los datos de períodos anteriores. Es necesario procesar la máxima información en torno al riesgo a asegurar. La siniestralidad evoluciona en el tiempo por lo que es posible que a algún momento pueda ser explicado por factores no tenidos en cuenta anteriormente.

Una vez recopilados los datos, el paso básico es la selección de las variables de tarifa que influyen por un lado en el número de siniestros definida por "N", y, por otro lado, la selección de las variables para el cálculo de la tarifa y que influyen en la cuantía de un siniestro "X". El conjunto de factores de riesgo que explican ambas variables no tienen por qué coincidir. Su selección hasta la formación de los grupos de tarifa, esto se realiza mediante métodos estadísticos de análisis multivariante de selección de predictores.

Las técnicas del análisis estadístico multivariante son las que permiten organizar procesos de selección teniendo en cuenta simultáneamente el conjunto de factores. Recordemos que el primer objetivo (antes de clasificar) es obtener un conjunto equilibrado de factores de riesgo, aquel que mejor explique la estructura del riesgo. Si realizáramos la selección considerando de forma separada todas las variables que una a una está asociadas con el riesgo, es posible que el conjunto de variables seleccionadas resultantes contuviera información redundante, o lo que es más importante, que no tuviéramos incorporadas variables que de manera conjunta con otras resulten más significativas. Por lo que se requiere hacer este estudio y tomar en cuenta todos los factores potenciales en el cálculo del riesgo e idealmente todas sus posibles interacciones.

Un criterio de clasificación de este tipo de métodos se puede definir según las fases del proceso de tarificación a priori que nos permiten cubrir, en nuestro caso, dividimos las herramientas empleadas en predictivas, que en principio cubrirán todo el proceso de tarificación, y no predictivas, que abarcarán sólo alguna fase. Entre las predictivas están los Modelos de Regresión, y las Técnicas de Segmentación, y en las no predictivas se encontrará el Análisis Cluster y el Análisis Discriminante.

De entre las técnicas mencionadas, se seleccionó la Regresión Logística para la clasificación de los asegurados al IMSS. Ya que este modelo sirve para predecir las probabilidades de las variables categóricas

Se sabe que el análisis logístico es una herramienta que se aplica cuando se cuenta con variables que tienen un comportamiento impredecible siendo caracterizados por variables de tipo binario. En este caso las variables binarias serán siniestros y *el no siniestro*. Como se va a observar, las variables son en su mayor parte de tipo multicategoricas situación que es necesaria para aplicar un análisis logístico donde la variable dependiente es una variable dummy donde 0 es no tuvo algún riesgo de trabajo y 1 donde si

El Análisis Logístico tiene una capacidad predictiva debido a que ayuda a diagnosticar si alguna empresa o individuo esta propenso al riesgo en el trabajo en base a las características de las actividades que este o esta desempeña. Este análisis aproximado para predecir el riesgo por las actividades de la empresa o del mismo trabajador durante su tiempo en el trabajo utilizando el modelo logístico, se fundamenta en el estudio cuantitativo del crecimiento del riesgo por medio de una curva de crecimiento en el tiempo, la cual proporciona una descripción general del riesgo en un sector particular de trabajadores y, en esta curva, pueden relacionarse los parámetros de sexo salario. Con relación a lo anterior, en la actualidad se sugiere el uso de modelos simples, a fin de disminuir el tiempo y el trabajo utilizado convencionalmente en la investigación sobre el riesgo con fines de dar respuesta a las interrogantes de que tan riesgoso es la actividad. El uso de estos modelos sólo requiere de su validación y, dependiendo de su confiabilidad estadística o coeficiente de determinación, se sugiere su uso o rechazo para los objetivos propuestos. Así, por ejemplo, el modelo logístico adopta en el tiempo un comportamiento similar al crecimiento del riesgo y, debido a la simplicidad de su manejo, permite la obtención de resultados rápidos y confiables, haciendo más ágil la labor de investigación en este campo del conocimiento.

### 3.5 Metodología de la selección de las series

El tipo de estudio que se abordara está englobado dentro de lo que se conoce como proceso de tarificación a priori, que matemáticamente hablando, es considerable como un problema general de clasificación multi atributo con múltiples clases (aunque en nuestro caso, dedicaremos la atención sólo al problema binario, una clase para los que han tenido un siniestro, y otra para los que no), donde  $\{x_i\}$ ,  $i \in \{1, \dots, l\}$  representan a las empresas, descritas por un conjunto de factores de riesgo: cada componente de  $x_i$ ,  $x_{ij}$ , es un factor y la salida viene dada por

$$y_{ik} = \begin{cases} +1 & \text{si } x_i \text{ esta en la clase } k \\ -1 & \text{en otro caso} \end{cases} \quad \mathbf{3.49}$$

El conjunto de factores de riesgo empleados para representar a una empresa puede llegar a ser muy amplio, si bien no todos esos factores se utilizan finalmente en la práctica (porque realmente resultan irrelevantes para describir su comportamiento) para determinar la clase a la que pertenecerá ese elemento (función, en última instancia, del número de siniestros que vaya a tener, y de la cuantía de los mismos). Además, de cara a la computadora, el uso de demasiadas variables puede redundar en un pobre funcionamiento de esta.

Por ello, una parte complementaria a la resolución del problema va a ser el seleccionar aquellos factores que consideremos esenciales para el proceso de clasificación, eliminando los que no resulten determinantes, o lo sean menos, para describir a un asegurado. Este problema, como tratara a continuación, es una parte esencial del proceso de tarificación, y resulta determinante a la hora de realizar los cálculos de las primas.

Con esto se concluye la descripción de las metodologías de la regresión logística que se utiliza en este trabajo, así como la descripción de los conceptos esenciales sobre la tarificación

**CAPITULO 4**  
**CONSTRUCCIÓN Y**  
**ESTIMACIÓN DEL**  
**MODELO PARA PREDECIR**  
**EL RIESGO DE TRABAJO**  
**DE LOS AFILIADOS AL**  
**IMSS**

## **Capítulo 4 Construcción y Estimación del Modelo de Regresión Logística**

En este capítulo se detallan los datos que serán empleados para ilustrar la aplicación de los métodos y a la posterior clasificación de las empresas según hayan tenido o no siniestros durante el año seleccionado:

### **4.1 Variables a utilizar en el modelo**

A continuación, se describen las variables que se utilizarán para generar el modelo de regresión logística que ayude a separar a los asegurados por la posibilidad de tener un riesgo de trabajo o no.

A continuación, se indican las variables que se tomaron en cuenta en este estudio:



Tabla 4.1

VARIABLES DEPENDIENTES E INDEPENDIENTES CONSIDERADAS EN EL MODELO

| Tipo          | Variable   | ID           | Unidades   |
|---------------|--|--------------|--|
| Dependiente   | Sector Económico                                   | SEC_ECON     | Etiqueta de la actividad económica                               |
| Dependiente   | Asegurados trabajadores grupo W (rango salarial)   | RAN_SAL      | Salarios Mínimos   |
| Dependiente   | Rangos de edad grupo E                             | RAN_EDAD     | Años Cumplidos   |
| Dependiente   | Sexo   | SEX          | Etiqueta del sexo del trabajador                                 |
| Dependiente   | Masa Salarial como Trabajador Eventual Urbano      | MASA_SAL_TEU | Pesos mexicanos  |
| Dependiente   | Masa Salarial como Trabajador Eventual del Campo   | MASA_SAL_TEC | Pesos mexicanos  |
| Dependiente   | Masa Salarial como Trabajador Permanente Urbano    | MASA_SAL_TPU | Pesos mexicanos  |
| Dependiente   | Masa Salarial como Trabajador Permanente del Campo | MASA_SAL_TPC | Pesos mexicanos  |
| Dependiente   | Trabajador Eventual Urbano                         | TEU_SAL      | Suma de los trabajos registrados como trabajador eventual urbano |
| Dependiente   | Trabajador Eventual del Campo                      | TEC_SAL      | Suma de los trabajos registrados como trabajador eventual urbano |
| Dependiente   | Trabajador Permanente Urbano                       | TPU_SAL      | Suma de los trabajos registrados como trabajador eventual urbano |
| Dependiente   | Trabajador Permanente del Campo                    | TPC_SAL      | Suma de los trabajos registrados como trabajador eventual urbano |
| Independiente | Riesgo de Trabajo                                  | RT           | Etiqueta de si el trabajador ha tenido o no un riesgo de trabajo |

Fuente: Elaboración propia

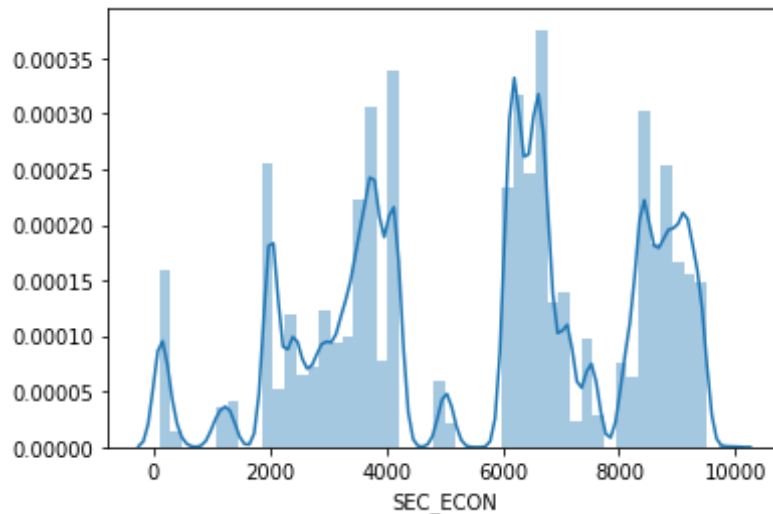
En el Anexo I se muestra una parte de la Base de Datos en la forma en que se consideró para este estudio.

### 4.1.1 Sector económico

Es la clasificación de la actividad económica de los patrones afiliados al IMSS, de acuerdo con el artículo 196 del Reglamento de la Ley del Seguro Social en Materia de Afiliación, Clasificación de Empresas, Recaudación y Fiscalización.

Gráfico 4.1

Distribución de la variable Sector Económico



Fuente: Elaboración propia en Python 3.

### 4.1.2 Asegurados trabajadores grupo W (rango salarial)

Se refiere al rango salarial, en número de veces el salario mínimo, asociado a los asegurados del IMSS.

En el caso de la estadística de “asegurados trabajadores (o cotizantes trabajadores)” el salario considerado refiere al salario registrado al último día del período; y el rango W1 incluye a los asegurados con ingreso de hasta 1 salario mínimo vigente del Distrito Federal y W2 de más de 1 y hasta 2 veces el salario mínimo vigente del Distrito Federal (SMVDF).

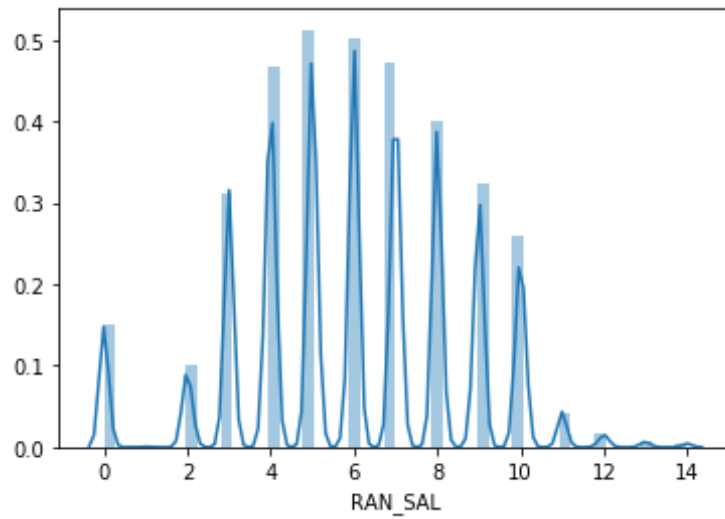
**Cuadro 4.1**  
**Rangos Salariales**

| <b>Rango Salarial</b> | <b>Descripción</b>                   |
|-----------------------|--------------------------------------|
| <b>W1</b>             | Equivalente a un SMVDF               |
| <b>W2</b>             | Mayor a 1 y hasta 2 veces el SMVDF   |
| <b>W3</b>             | Mayor a 2 y hasta 3 veces el SMVDF   |
| <b>W4</b>             | Mayor a 3 y hasta 4 veces el SMVDF   |
| <b>W5</b>             | Mayor a 4 y hasta 5 veces el SMVDF   |
| <b>W6</b>             | Mayor a 5 y hasta 6 veces el SMVDF   |
| <b>W7</b>             | Mayor a 6 y hasta 7 veces el SMVDF   |
| <b>W8</b>             | Mayor a 7 y hasta 8 veces el SMVDF   |
| <b>W9</b>             | Mayor a 8 y hasta 9 veces el SMVDF   |
| <b>W10</b>            | Mayor a 9 y hasta 10 veces el SMVDF  |
| <b>W11</b>            | Mayor a 10 y hasta 11 veces el SMVDF |
| <b>W12</b>            | Mayor a 11 y hasta 12 veces el SMVDF |
| <b>W13</b>            | Mayor a 12 y hasta 13 veces el SMVDF |
| <b>W14</b>            | Mayor a 13 y hasta 14 veces el SMVDF |
| <b>W15</b>            | Mayor a 14 y hasta 15 veces el SMVDF |
| <b>W16</b>            | Mayor a 15 y hasta 16 veces el SMVDF |
| <b>W17</b>            | Mayor a 16 y hasta 17 veces el SMVDF |
| <b>W18</b>            | Mayor a 17 y hasta 18 veces el SMVDF |
| <b>W19</b>            | Mayor a 18 y hasta 19 veces el SMVDF |
| <b>W20</b>            | Mayor a 19 y hasta 20 veces el SMVDF |
| <b>W21</b>            | Mayor a 20 y hasta 21 veces el SMVDF |
| <b>W22</b>            | Mayor a 21 y hasta 22 veces el SMVDF |
| <b>W23</b>            | Mayor a 22 y hasta 23 veces el SMVDF |
| <b>W24</b>            | Mayor a 23 y hasta 24 veces el SMVDF |
| <b>W25</b>            | Mayor a 24 y hasta 25 veces el SMVDF |

Elaboración propia con base en el Glosario de términos de consulta dinámica (cubos) del IMSS

Gráfico 4.2

Distribución de la variable Rango Salarial



Fuente: Elaboración propia en Python 3.

### 4.1.3 Rangos de edad grupo E

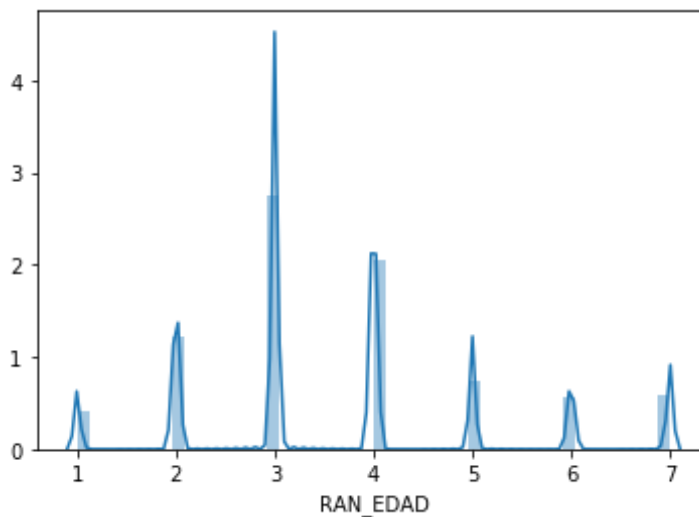
Se refiere al rango de edad asociado al trabajador o derechohabiente. No se incluyen los asegurados de la modalidad 32 (Seguro Facultativo)<sup>2</sup>. Para los asegurados trabajadores la clasificación es:

**Cuadro 4.2**  
Rango de Edades de los trabajadores

| <b>RANGO</b> | <b>DEFINICION</b>        |
|--------------|--------------------------|
| <b>E1</b>    | menos de 15 años de edad |
| <b>E2</b>    | 15- 19 años de edad      |
| <b>E3</b>    | 20-24 años de edad       |
| <b>E4</b>    | 25-29 años de edad       |
| <b>E5</b>    | 20-34 años de edad       |
| <b>E6</b>    | 35-39 años de edad       |
| <b>E7</b>    | 40-44 años de edad       |
| <b>E8</b>    | 45-49 años de edad       |
| <b>E9</b>    | 50-54 años de edad       |
| <b>E10</b>   | 55-59 años de edad       |
| <b>E11</b>   | 60-64 años de edad       |
| <b>E12</b>   | 65-69 años de edad       |
| <b>E13</b>   | 70-74 años de edad       |
| <b>E14</b>   | 75 o más años de edad    |

Elaboración propia con base en el Glosario de términos de consulta dinámica (cubos) del IMSS

**Gráfico 4.3**  
Distribución de la variable Rangos de edad

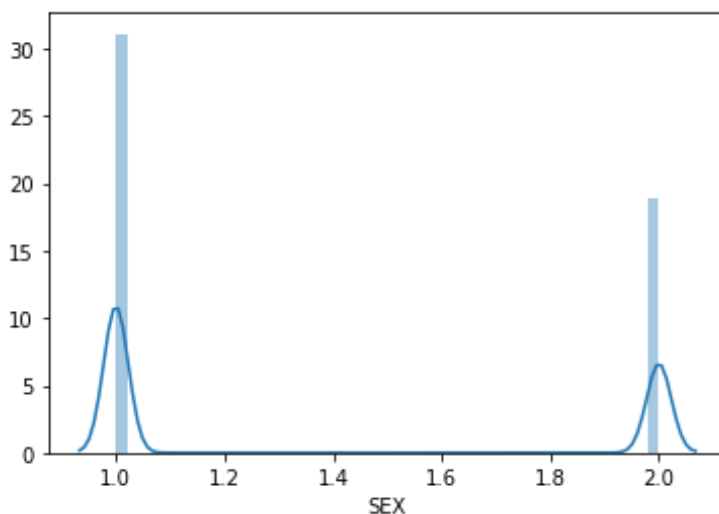


Fuente: Elaboración propia en Python 3.

#### 4.1.4 Sexo

Se refiere al género del asegurado: hombre y mujer.

Gráfico 4.4  
Distribución de la variable Sexo



Fuente: Elaboración propia en Python 3.

#### 4.1.5 Masa salarial (masa\_sal)

La masa salarial publicada en el portal de empleo asegurado se refiere a la suma del salario base de cotización diario (sbc) de cada uno de los trabajadores asegurados.

La masa salarial se desglosa en el archivo como:

**masa\_sal\_teu:** asociada a los trabajadores eventuales urbanos (teu).

**masa\_sal\_tec:** asociada a los trabajadores eventuales del campo (tec).

**masa\_sal\_tpu:** asociada a los trabajadores permanentes urbanos (tpu).

**masa\_sal\_tpc:** asociada a los trabajadores permanentes del campo (tpc).

Para facilitar el análisis, la información se desglosa de acuerdo con el tipo de trabajador, por lo que se tienen la siguiente información:

**teu\_sal:** Número de trabajadores eventuales urbanos asociados a una masa salarial.

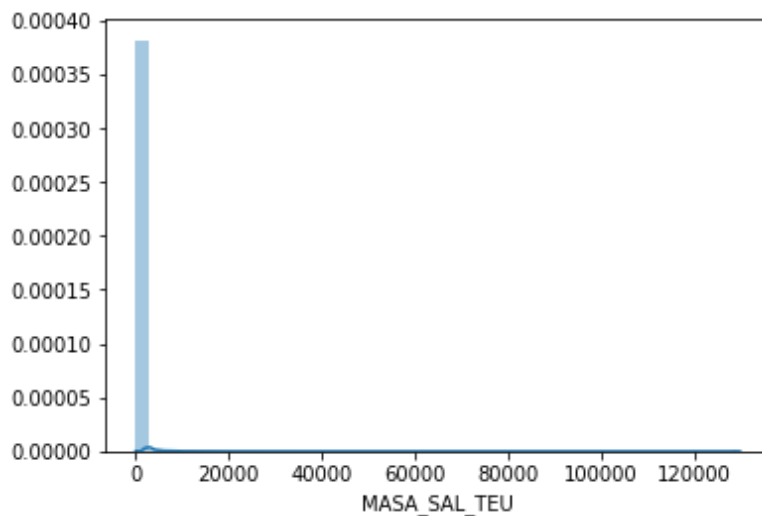
**tec\_sal:** Número de trabajadores eventuales del campo asociados a una masa salarial.

**tpu\_sal:** Número de trabajadores permanentes urbanos asociados a una masa salarial.

**tpc\_sal:** Número de trabajadores permanentes del campo asociados a una masa salarial.

Gráfico 4.5

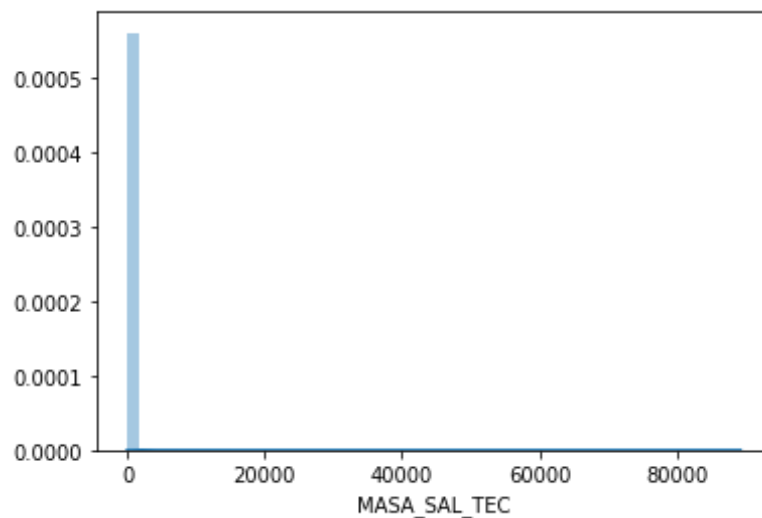
Distribución de la variable Masa\_Sal\_Teu



Fuente: Elaboración propia en Python 3.

Gráfico 4.6

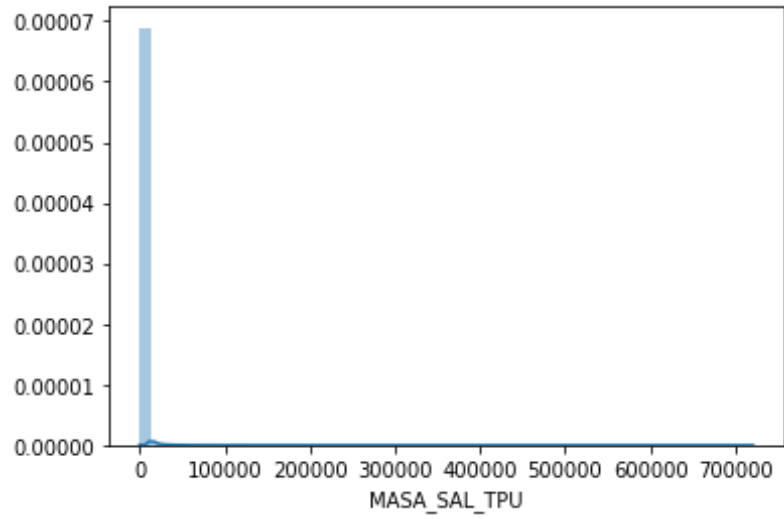
Distribución de la variable Masa\_Sal\_Tec



Fuente: Elaboración propia en Python 3.

Gráfico 4.7

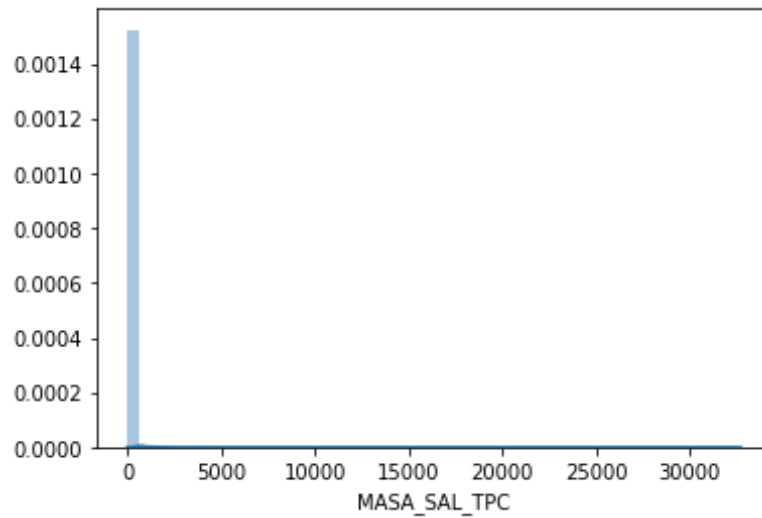
Distribución de la variable Masa\_Sal\_Tpu



Fuente: Elaboración propia en Python 3.

Gráfico 4.8

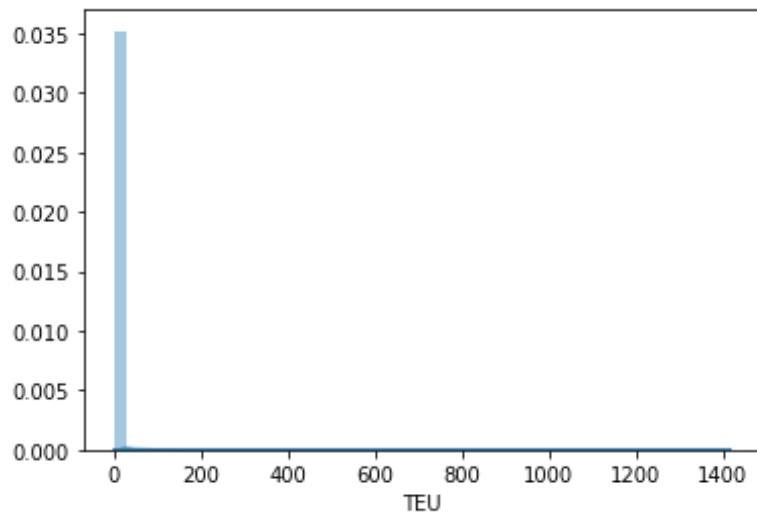
Distribución de la variable Masa\_Sal\_Tpc



Fuente: Elaboración propia en Python 3.

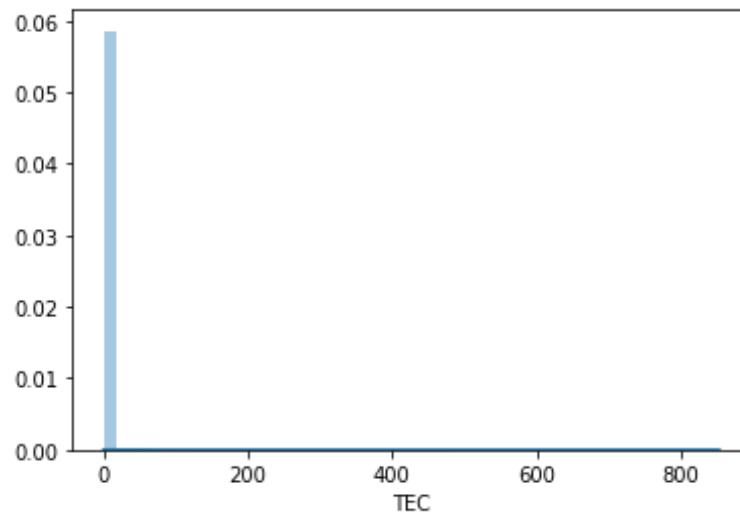


Gráfico 4.9  
Distribución de la variable Teu



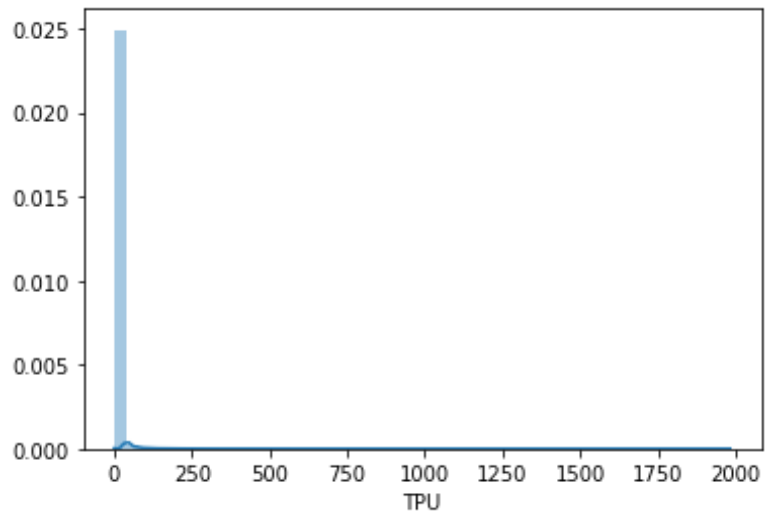
Fuente: Elaboración propia en Python 3.

Gráfico 4.10  
Distribución de la variable Tec



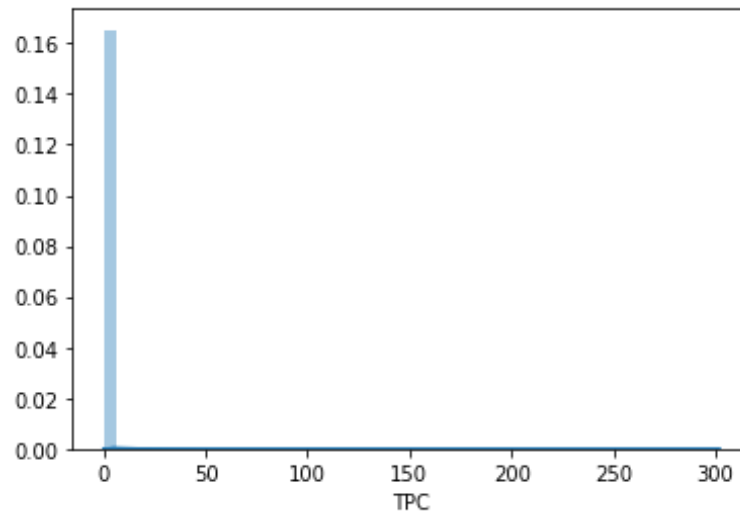
Fuente: Elaboración propia en Python 3.

Gráfico 4.11  
Distribución de la variable Tpu



Fuente: Elaboración propia en Python 3.

Gráfico 4.12  
Distribución de la variable Tpc

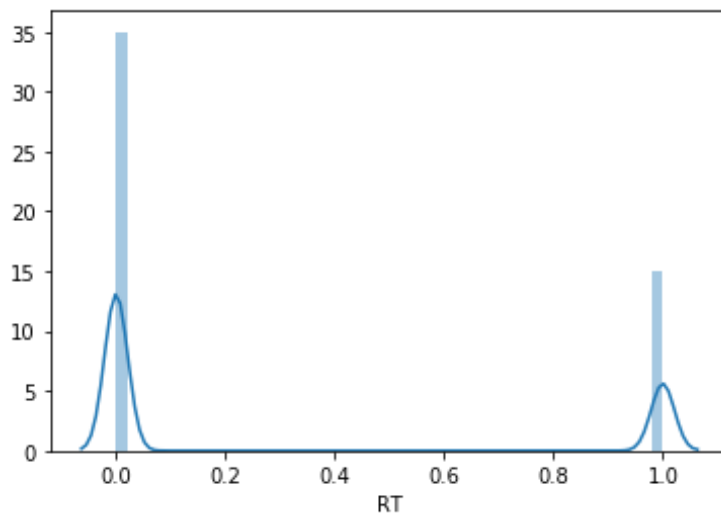


Fuente: Elaboración propia en Python 3.

### 4.1.6 Riesgo de trabajo

Se refiere a si el asegurado ha tenido o no un accidente calificado como “riesgo de trabajo” en el año inmediato anterior, se excluyen aquellos accidentes calificados como “accidente de trayecto” y todas aquellas enfermedades consideradas como “enfermedades generales”.

Gráfico 4.13  
Distribución de la variable RT



Fuente: Elaboración propia en Python 3.

Tabla 4.2  
Distribución de la Variable Riesgo de Trabajo

| RT                                  |         |
|-------------------------------------|---------|
| 0 (No tuvo un accidente de trabajo) | 4376925 |
| 1 (Si tuvo un accidente de trabajo) | 1877357 |

Fuente: Elaboración propia en Python 3.

Tabla 4.3  
Estadísticos descriptivos de las variables

|           | SEC_E<br>CON | RAN_E<br>DAD | SEX          | RAN_<br>SAL  | TEU          | TEC          | TPU          | TPC          | MASA_SA<br>L_TEU | MASA_SA<br>L_TEC | MASA_SA<br>L_TPU | MASA_SA<br>L_TPC | RT           |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------|
| co<br>unt | 6.25E+<br>06 | 6.25E+<br>06 | 6.25E<br>+06 | 6.25E<br>+06 | 6.25E<br>+06 | 6.25E<br>+06 | 6.25E<br>+06 | 6.25E<br>+06 | 6.25E+06         | 6.25E+06         | 6.25E+06         | 6.25E+06         | 6.25E<br>+06 |
| me<br>an  | 5.64E+<br>03 | 3.67E+<br>00 | 1.38E<br>+00 | 6.00E<br>+00 | 5.40E<br>-01 | 5.40E<br>-02 | 4.04E<br>+00 | 5.45E<br>-02 | 1.32E+02         | 6.58E+00         | 1.09E+03         | 8.34E+00         | 3.00E<br>-01 |
| std       | 2.57E+<br>03 | 1.50E+<br>00 | 4.85E<br>-01 | 2.57E<br>+00 | 4.42E<br>+00 | 2.01E<br>+00 | 1.44E<br>+01 | 9.71E<br>-01 | 9.29E+02         | 2.21E+02         | 3.69E+03         | 1.30E+02         | 4.58E<br>-01 |
| mi<br>n   | 1.01E+<br>02 | 1.00E+<br>00 | 1.00E<br>+00 | 0.00E<br>+00 | 0.00E<br>+00 | 0.00E<br>+00 | 0.00E<br>+00 | 0.00E<br>+00 | 0.00E+00         | 0.00E+00         | 0.00E+00         | 0.00E+00         | 0.00E<br>+00 |
| 25<br>%   | 3.51E+<br>03 | 3.00E+<br>00 | 1.00E<br>+00 | 4.00E<br>+00 | 0.00E<br>+00 | 0.00E<br>+00 | 1.00E<br>+00 | 0.00E<br>+00 | 0.00E+00         | 0.00E+00         | 1.49E+02         | 0.00E+00         | 0.00E<br>+00 |
| 50<br>%   | 6.21E+<br>03 | 3.00E+<br>00 | 1.00E<br>+00 | 6.00E<br>+00 | 0.00E<br>+00 | 0.00E<br>+00 | 1.00E<br>+00 | 0.00E<br>+00 | 0.00E+00         | 0.00E+00         | 3.82E+02         | 0.00E+00         | 0.00E<br>+00 |
| 75<br>%   | 8.10E+<br>03 | 4.00E+<br>00 | 2.00E<br>+00 | 8.00E<br>+00 | 0.00E<br>+00 | 0.00E<br>+00 | 3.00E<br>+00 | 0.00E<br>+00 | 0.00E+00         | 0.00E+00         | 9.66E+02         | 0.00E+00         | 1.00E<br>+00 |
| ma<br>x   | 9.90E+<br>03 | 7.00E+<br>00 | 2.00E<br>+00 | 1.40E<br>+01 | 1.42E<br>+03 | 8.53E<br>+02 | 1.98E<br>+03 | 3.02E<br>+02 | 1.30E+05         | 8.93E+04         | 7.21E+05         | 3.27E+04         | 1.00E<br>+00 |

Fuente: Elaboración propia en Python 3.

A continuación, se procede a generar el modelo de regresión logística necesario para producir la predicción de si un trabajador tendrá un riesgo de trabajo o no, para poder determinar en base a las variables sociodemográficas y económicas descritas si es posible determinar si un trabajador inscrito en el seguro de riesgos de trabajo del IMSS tendrá un accidente de trabajo, para esto se utiliza el lenguaje de programación Python 3, realizando los siguientes pasos:

1.- Importa las bibliotecas necesarias:

Es importante saber que cada parte de la programación que se utilizara se encuentra en distintas bibliotecas, en este contexto una biblioteca es un conjunto de implementaciones funcionales, codificadas en un lenguaje de programación, que ofrece una interfaz bien definida para la funcionalidad que se invoca.

Para este caso de estudio se utilizan las siguientes bibliotecas funcionales del lenguaje de programación Python 3: Pandas, Numpy, Sklearn, Seaborn y Matplotlib, para importarlas se utiliza el siguiente código de programación:

```

import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn import linear_model
from sklearn import model_selection
from sklearn.metrics import classification_report
from sklearn.metrics import confusion_matrix
from sklearn.metrics import accuracy_score
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
%matplotlib inline

```

2.- Se importa el conjunto de datos con el que se va a trabajar, en este caso se utiliza el archivo "ITEM.csv", que contiene las 13 variables anteriormente descritas cada una de ellas con 6,254,282 observaciones y se guarda en la variable nombrada "df", para esto se utiliza el siguiente código:

```
df=pd.read_csv('ITEM.csv')
```

Una vez que fue importado el conjunto de datos con el que se va a trabajar se puede observar una muestra de este para conocer como está conformado, utilizando el siguiente código:

```
df.head()
```

Lo que arroja el siguiente resultado:

Imagen 4.1  
Observación del conjunto de datos

|   | SEC_ECON | RAN_EDAD | SEX | RAN_SAL | TEU | TEC | TPU | TPC | MASA_SAL_TEU | MASA_SAL_TEC | MASA_SAL_TPU | MASA_SAL_TPC | RT |
|---|----------|----------|-----|---------|-----|-----|-----|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|----|
| 0 | 101      | 1        | 1   | 10      | 0   | 0   | 0   | 5   | 0.0          | 0.0          | 0.00         | 449.96       | 1  |
| 1 | 101      | 1        | 1   | 10      | 0   | 1   | 0   | 1   | 0.0          | 165.0        | 0.00         | 173.30       | 0  |
| 2 | 101      | 1        | 1   | 5       | 0   | 0   | 0   | 1   | 0.0          | 0.0          | 0.00         | 115.64       | 0  |
| 3 | 101      | 1        | 1   | 6       | 0   | 0   | 0   | 1   | 0.0          | 0.0          | 0.00         | 75.00        | 1  |
| 4 | 101      | 1        | 1   | 7       | 0   | 0   | 2   | 0   | 0.0          | 0.0          | 148.27       | 0.00         | 1  |

Fuente: Elaboración propia en Python 3.

3.- Ya que se ha observado el conjunto de datos con el que se trabaja, se divide en dos grupos de variables el primero que será guardado en la variable "X" contiene todas las variables exceptuando la denominada "RT", las cuales se consideran las variables

independientes en el modelo de regresión logística que se intenta obtener, el segundo grupo está únicamente conformado por la variable “RT” y es guardado en la variable “y”, representando la variable dependiente en el modelo mencionado, para eso se utiliza el siguiente código de programación:

```
X = np.array(df.drop(['RT'], axis=1))
y = np.array(df['RT'])
```

4.- Se realiza una nueva división de las variables “X” e “y”, generando dos grupos de cada una, dividiendo cada una en un grupo que servirá para realizar el entrenamiento del modelo y el segundo grupo que servirá para validar el modelo de regresión logística que resulte, a los primeros grupos mencionados los renombraremos como “X\_train” e “Y\_train”, y al segundo grupo de cada variable se les denomina “X\_validation” y “Y\_validation”, decidiendo que los grupos de entrenamiento contendrán 80% de las observaciones y los grupos de validación el 20% de los mismos, además se solicita que realice la división de los grupos de manera estratificada, de la siguiente manera:

```
validation_size = 0.20
X_train, X_validation, Y_train, Y_validation = model_selection.train_test_split(X,
                                                                              y, test_size=validation_size,
                                                                              stratify=y)
```

5.- Ahora fijamos la atención en los grupos de entrenamiento, para los cuales se intenta ajustar un modelo de regresión logística utilizando el siguiente código:

```
from sklearn.linear_model import LogisticRegression
model = LogisticRegression()
model.fit(X_train, Y_train)
```

Lo anterior arroja el siguiente resultado:

```
LogisticRegression(C=1.0, class_weight=None, dual=False, fit_intercept=True,
                  max_iter=100, penalty='l2', tol=0.0001, warm_start=False)
```

Donde cada uno de los parámetros que arroja significa lo siguiente:

**C:** Inverso de la fuerza de regularización; debe ser un decimal positivo. Al igual que en los modelos de aprendizaje supervisado, los valores más pequeños especifican una regularización más fuerte.

Esto se utiliza ya que, al estimar un modelo a partir de los datos, siempre existe la posibilidad de que el modelo se ajuste demasiado a los datos: modela muy bien las secuencias de entrenamiento, pero no se ajusta a otras secuencias de la misma familia. Esto es particularmente probable si hay pocas secuencias de entrenamiento. Con solo una secuencia de entrenamiento, un modelo perfecto tendría un estado de coincidencia para cada residuo en el que ese residuo tendría probabilidad de unidad y todos los demás residuos de probabilidad cero. Tal modelo daría cero probabilidades a todas las otras secuencias diferentes a la secuencia de entrenamiento. Para conjuntos más grandes de datos de entrenamiento, todavía hay problemas similares, pero no tan extremos.

Para evitar este problema, se utiliza un regularizador. La regularización es un método para evitar un ajuste excesivo de los datos, y en las estadísticas bayesianas está estrechamente relacionado con la llamada distribución previa. La distribución previa es una distribución sobre los parámetros del modelo.

Para este caso el valor de 1.0 nos determina una penalización pequeña a los datos con el fin de evitar el ajuste extremo del modelo a los datos.

**class\_weight:** Pesos asociados con las clases, en este caso 1 y 2, y ya que el parámetro toma el valor de "None" esto quiere decir que otorga un peso de uno a cada clase.

**dual:** Ya que el parámetro toma el valor "False" esto indica que:  $n\text{-muestras} > n\text{-características}$ , lo cual se cumple para el grupo de datos estudiados.

**fit\_intercept:** El valor "True" en este parámetro indica que se debe agregar una constante a la función de decisión.

**max\_iter:** Este parámetro define el número máximo que utiliza el algoritmo para que el solucionador converja, en este caso 100.

**penalty:** Al tomar el valor 'l2' indica que este modelo utiliza una técnica de regularización denominada Regresión de Cresta, esta es una técnica para analizar datos de regresión múltiple que sufren de multicolinealidad<sup>4</sup>. Cuando se produce multicolinealidad, las estimaciones de mínimos cuadrados son insesgadas, pero sus variaciones son grandes, por lo que pueden estar lejos del verdadero valor. Al agregar un grado de sesgo a las estimaciones de regresión, la regresión de cresta reduce los errores estándar.

**tol:** El número de iteraciones en una optimización depende de un solucionador de Criterios de detención. Estos criterios incluyen varios que puede establecer Tolerancias, por lo general, una tolerancia es un umbral que, si se cruza, detiene las iteraciones de un solucionador, para este caso la tolerancia que asigna el algoritmo es de 0.0001.

**warm\_start:** El valor "False" en este parámetro indica que con cada iteración el algoritmo elimina los parámetros anteriores y comienza de nuevo.

6.- Ahora que se ha observado los parámetros que utiliza el lenguaje Python de programación para ajustar el modelo deseado, se obtienen los parámetros  $\beta_i$  para obtener la ecuación del modelo de regresión logística, de la siguiente manera:

```
pd.DataFrame(model.coef_, columns=['Beta1', 'Beta2', 'Beta3', 'Beta4', 'Beta5', 'Beta6',  
'Beta7', 'Beta8', 'Beta9', 'Beta10', 'Beta11', 'Beta12'])
```

Lo anterior arroja el siguiente resultado:

---

<sup>4</sup> La multicolinealidad, o colinealidad, es la existencia de relaciones casi lineales entre las variables independientes. (NCSS)



Tabla 4.4

Valores de los parámetros  $\beta_i$  generados

| Beta1     | Beta2     | Beta3     | Beta4     | Beta5     | Beta6     |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| -0.000032 | -0.07931  | -0.069253 | -0.032377 | -0.000415 | -0.000315 |
| Beta7     | Beta8     | Beta9     | Beta10    | Beta11    | Beta12    |
| -0.002081 | -0.001472 | 0.000004  | -0.000007 | 0.000012  | -0.000072 |

Fuente: Elaboración propia en Python 3.

Sustituyendo en la fórmula del modelo de regresión logística obtenemos que:

$$RT = \frac{1}{1 + e^{(-0.000032SECECON)+(-0.07931RANEDAD)+(-0.069253SEX)+(-0.032377RANSAL)+(-0.000415TEU)+(-0.000315TEC)+(-0.002081TPU)+(0.001472TPC)+(0.000004MASASALTEU)+(-0.000007MASA_SAL_TEC)+(0.000012MASA_SAL_TPU)+(0.000072MASA_SAL_TPC)}} \quad 4.1$$

Esta, se puede considerar como la solución propiamente dicha del problema planteado ya que a través de esta ecuación es que se puede obtener el resultado de clasificación de si cierto trabajador tendrá o no un riesgo de trabajo, ahora bien, observando los coeficientes obtenidos se observa que el mayor peso que el modelo otorga se encuentra en la variable rango de edad y lo hace de manera inversa es decir a el modelo indica que a mayor edad menor es riesgo de sufrir un accidente de trabajo, el siguiente peso se le otorga a la variable Sexo y lo hace de manera negativa así que el modelo reconoce que los hombres tienen mayor probabilidad de sufrir un riesgo de trabajo, le sigue la variable rango salarial e indica que al tener un mayor salario disminuye el riesgo de tener un accidente salarial.

Los pesos otorgados a las demás variables es prácticamente cero, por ejemplo a la variable Sector Económico, a pesar de que en esta variable se encuentra intrínseca la actividad que realiza cada asegurado, no define con suficiente peso si el asegurado tendrá un accidente de trabajo o no, asimismo se puede considerar que el salario recibido expresado como cantidad o las suma de todos los ingreso del asegurado,

representado en las masas salariales, apenas otorgan información al modelo para poder pronosticar si un asegurado tendrá o no un riesgo de trabajo.

7.- Generar los resultados que el modelo predice sobre los datos entrenados y obtener el porcentaje de aciertos como medida de precisión, para lo cual se utiliza el siguiente código:

```
pd.DataFrame(model.predict(X_train))  
model.score(X_train,y_train)
```

Lo cual arroja el siguiente valor: 0. 0.699797638617547, mismo que representado como porcentaje indica en qué proporción el modelo acertó a los resultados ya observados en el grupo de entrenamiento.

8.- Se genera la matriz de confusión del modelo, esta matriz se define de la siguiente manera:

Una matriz de confusión contiene información sobre clasificaciones reales y predichas realizadas por un sistema de clasificación. El rendimiento de tales sistemas se evalúa comúnmente utilizando los datos en la matriz (Sofia Visa, Brian Ramsay, Anca Ralescu, Esther van der Knaap , Confusion Matrix-based Feature Selection). La siguiente tabla muestra la matriz de confusión para un clasificador de dos clases:

Imagen 4.2

Matriz de Confusión para un clasificador de dos clases

|                    |                  | <b>Predicción</b>         |                           |
|--------------------|------------------|---------------------------|---------------------------|
|                    |                  | <b>Positivos</b>          | <b>Negativos</b>          |
| <b>Observación</b> | <b>Positivos</b> | Verdaderos Positivos (VP) | Falsos Negativos (FN)     |
|                    | <b>Negativos</b> | Falsos Positivos (FP)     | Verdaderos Negativos (VN) |

Fuente: (Zelad, 2017)

Dónde:

VP es la cantidad de positivos que fueron clasificados correctamente como positivos por el modelo.

VN es la cantidad de negativos que fueron clasificados correctamente como negativos por el modelo.

FN es la cantidad de positivos que fueron clasificados incorrectamente como negativos.

FP es la cantidad de negativos que fueron clasificados incorrectamente como positivos.

(Zelad, 2017)

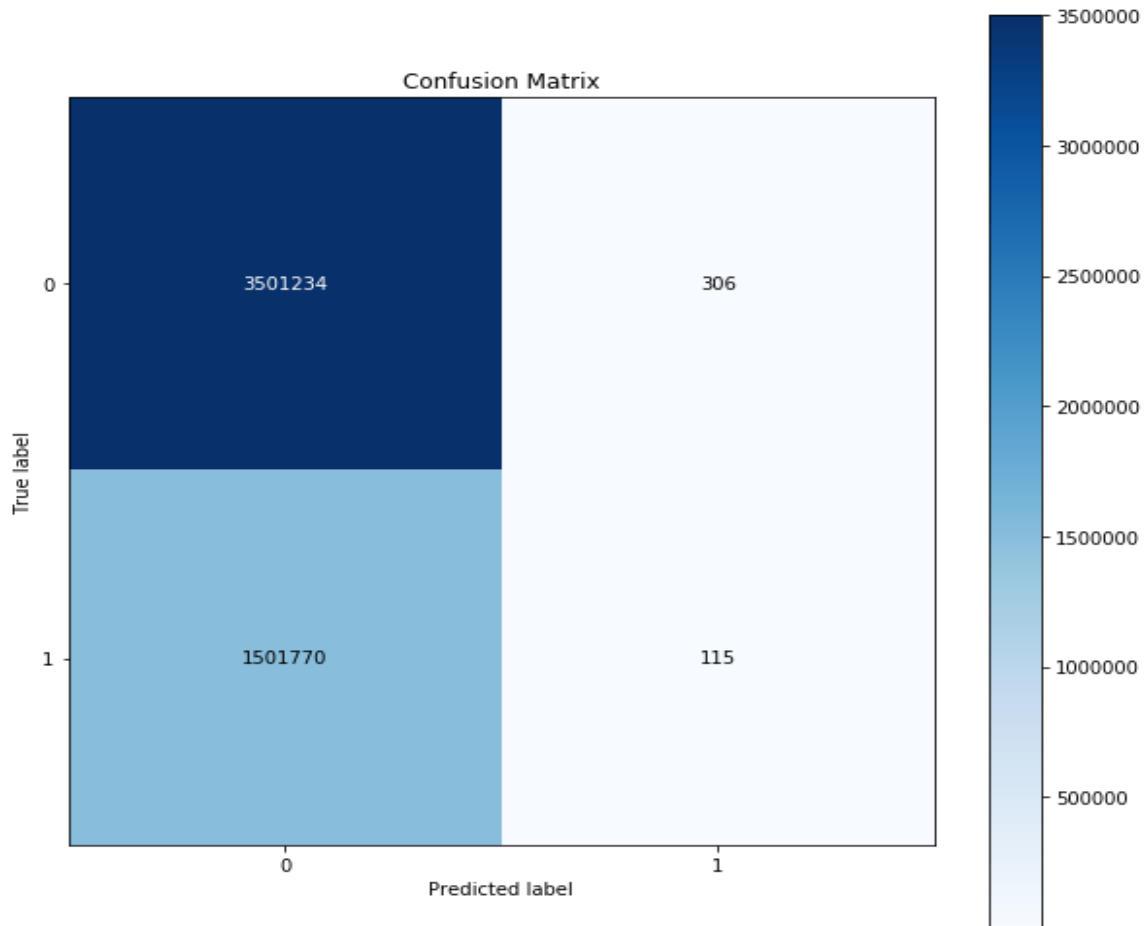
Para obtener la matriz del caso de estudio se utiliza el siguiente código:

```
y_pred = model.predict(X_train)
skplt.metrics.plot_confusion_matrix(
    Y_train,
    y_pred,
    figsize=(10,10))
```

Lo anterior arroja el siguiente gráfico:

Gráfico 4.14

Matriz de Confusión del modelo en los Datos de Entrenamiento



Fuente: Elaboración propia con Python 3

Para este caso, se observa como clase positiva que el asegurado no haya tenido un riesgo de trabajo y como clase negativa que el asegurado si haya tenido un riesgo de trabajo.

Así pues, se tienen los siguientes valores para VP, VN, FP y FN:

VP: 3,501,234 asegurados no tuvieron un riesgo de trabajo y el modelo determino correctamente que no lo tendrían

VN: 115 asegurados tuvieron un riesgo de trabajo y el modelo determino correctamente que lo tendrían.

FP: 1,501,770 asegurados tuvieron un riesgo de trabajo y el modelo determino incorrectamente que no lo tendrían

FN: 306 asegurados no tuvieron un riesgo de trabajo y el modelo determino incorrectamente que lo tendrían.

Además, se han definido varios términos estándar para la matriz de 2 clases, que se utilizan en este caso para medir estadísticos que proporcionan información acerca del modelo:

- a. La exactitud (AC) es la proporción del número total de predicciones que fueron correctas. Se determina usando la siguiente ecuación:

$$AC = \frac{VP + VN}{Total\ de\ casos} \quad 4.1$$

- b. La tasa positiva verdadera (TTP) es la proporción de casos positivos que fueron identificados correctamente, es calculado usando la siguiente ecuación:

$$TTP = \frac{VP}{FN + VP} \quad 4.2$$

- c. La tasa de falsos positivos (TFP) es la proporción de casos negativos que se clasificaron incorrectamente como positivos, y se calculan usando la siguiente ecuación:

$$TFP = \frac{FP}{FP + VN} \quad 4.3$$

- d. La tasa verdadera negativa (TTN) se define como la proporción de casos negativos que se clasificaron correctamente, calculada mediante la siguiente ecuación:

$$TTN = \frac{VN}{VN + FP} \quad 4.4$$

- e. La tasa de falsos negativos (TFN) es la proporción de casos positivos que se clasificaron incorrectamente como negativos, calculados usando la ecuación:

$$TFN = \frac{FN}{FN + VP} \quad 4.5$$

- f. La precisión (PR) es la proporción de los casos positivos pronosticados que fueron correctos, calculados usando la siguiente ecuación:

$$PR = \frac{VP}{VP + FP} \quad 4.6$$

(Hamilton, 2018)

Ahora, con el fin de valorar el modelo propuesto se calculan los estadísticos antes definidos sustituyendo los valores de la matriz de confusión del modelo en las ecuaciones de la 4.1 a la 4.6, de la siguiente forma:

$$AC = \frac{3,501,234 + 115}{5,003,425} = 0.6997904435461$$

$$TTP = \frac{3,501,234}{306 + 3,501,234} = 0.9999126098802$$

$$TFP = \frac{1,501,770}{1,501,770 + 115} = 0.9999234295568$$

$$TTN = \frac{115}{115 + 1,501,770} = 0.0000765704432$$

$$TFN = \frac{306}{306 + 3,501,234} = 0.0000873901198$$

$$PR = \frac{3,501,234}{3,501,234 + 1,501,770} = 0.6998263443323$$

De lo anterior, se puede detonar que la exactitud y la precisión, no varían en demasía, alcanzando casi el 70% en ambos casos se puede decir que el modelo funciona con suficiencia en los datos de entrenamiento de este, mientras que le es difuso diferenciar los casos en que los trabajadores tuvieron riesgos de trabajo no clasificándolos de manera muy adecuada.

9.- Se realiza validación cruzada con los datos de entrenamiento dividiéndolos en 5 grupos y haciendo 5 iteraciones del modelo para obtener el estadístico “raíz cuadrada del error cuadrático medio”<sup>5</sup>, para observar el comportamiento medio del modelo en cada iteración, utilizando el siguiente código:

```
cv_results = model_selection.cross_val_score(model, X_train, Y_train, cv=5,
scoring='neg_mean_squared_error')
def nmsq2rmse(cv_results):
    return np.sqrt(-cv_results)
nmsq2rmse(cv_results)
```

Este código resulta en los siguientes valores: 0.54790543, 0.54791455, 0.54790634, 0.54790361, 0.54790361, cada uno de ellos corresponde al estadístico “raíz cuadrada del error cuadrático medio”, y como se puede observar para cada iteración toma prácticamente el mismo valor, estos resultados indican que el modelo tiene un ajuste medio en todos los casos ya que se encuentra relativamente cerca de 0.5, lo que sugiere un ajuste suficiente para los datos estudiados.

10.- Se valida el modelo utilizando los conjuntos X\_validation e Y\_validation, para observar cómo se comporta el modelo con datos a los que no fue expuesto durante el proceso de entrenamiento, utilizando el siguiente código:

```
predictions = model.predict(X_validation)
print(accuracy_score(Y_validation, predictions))
```

---

<sup>5</sup> La raíz cuadrada del error cuadrático medio es la raíz cuadrada del promedio de errores cuadrados.

Lo anterior arroja el siguiente resultado: 0.6997834284814332, el cual una vez más representa el porcentaje de aciertos que tuvo el modelo en comparación con los resultados ya observados.

Comparando el resultado obtenido de la aplicación del modelo con los datos de entrenamiento con el resultado de la aplicación de este a los datos de validación se observa que la precisión del modelo apenas fue disminuida, lo que advierte un comportamiento estable del modelo ante el ingreso de nuevos datos.

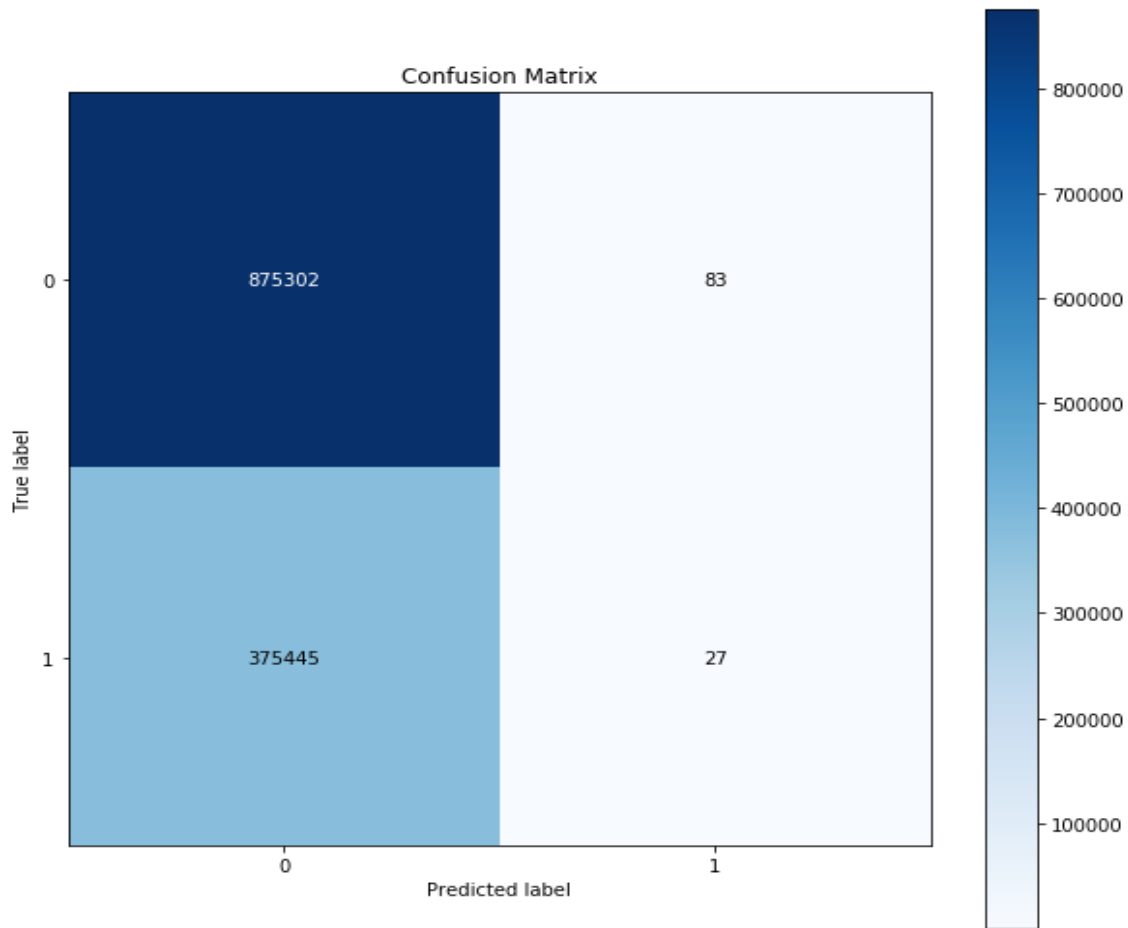
11.- Se genera la matriz de confusión del modelo, y se calculan los estadísticos definidos en las ecuaciones de la 4.1 a la 4.6, pero ahora con los resultados de los grupos de validación, utilizando el siguiente código:

```
skplt.metrics.plot_confusion_matrix(  
    Y_validation,  
    predictions,  
    figsize=(10,10))
```

Lo cual, entrega el siguiente gráfico:



Gráfico 4.15  
Matriz de Confusión del modelo en los Datos de Validación



Así pues, se tienen los siguientes valores para VP, VN, FP y FN:

VP: 875,302 asegurados no tuvieron un riesgo de trabajo y el modelo determino correctamente que no lo tendrían

VN: 27 asegurados tuvieron un riesgo de trabajo y el modelo determino correctamente que lo tendrían.

FP: 375,445 asegurados tuvieron un riesgo de trabajo y el modelo determino incorrectamente que no lo tendrían

FN: 27 asegurados no tuvieron un riesgo de trabajo y el modelo determino incorrectamente que lo tendrían.

$$AC = \frac{875,302 + 27}{1,250,801} = 0.6997834284814$$

$$TTP = \frac{875,302}{83 + 875,302} = 0.9999051845759$$

$$TFP = \frac{375,445}{375,445 + 27} = 0.9999280905100$$

$$TTN = \frac{27}{83 + 375,445} = 0.0000718987665$$

$$TFN = \frac{27}{27 + 875,302} = 0.0000308455449$$

$$PR = \frac{875,302}{875,302 + 375,445} = 0.6998233855447$$

Comparando los resultados obtenidos del modelo aplicado a los datos de entrenamiento con los ahora obtenidos con los datos que se denominaron como de validación, esto indica que el comportamiento del modelo es estable y que el ajuste realizado a los datos no es sensible al ingreso de nuevos datos, es decir que se ajusta con igualdad a los mismos.

12.- Finalmente, se imprime el reporte de clasificación del modelo con el conjunto de validación, de la siguiente manera:

```
print(classification_report(Y_validation, predictions))
```

De lo anterior se obtiene lo siguiente:

Tabla 4.5  
Reporte de Clasificación<sup>6</sup>

|          | precision | recall | f1-score | support |
|----------|-----------|--------|----------|---------|
| 0        | 0.70      | 1.00   | 0.82     | 875385  |
| 1        | 0.25      | 0.00   | 0.00     | 375472  |
| accuracy |           |        | 0.70     | 1250857 |

Fuente: Elaboración propia en Python 3

<sup>6</sup> En el Anexo 2 se muestra el código completo del estudio en Python 3

De la tabla, la columna de precisión, indica el valor de precisión del modelo tomando cada clase como positiva, como ya se vio tomando 0 como positiva coincide en 0.70, mientras que tomando 1 como clase positiva el modelo alcanza una precisión de 0.25, lo cual habla de un modelo restringido en su actuar para identificar los casos que tendrían riesgos de trabajo.

La columna recall es la capacidad del clasificador para encontrar todas las muestras positivas, y arroja el valor igualmente tomado ambas clases como positivas, lo que quiere decir que el para el modelo es difuso distinguir cuando un asegurado tendrá un riesgo de trabajo.

El puntaje F-beta se puede interpretar como una media armónica ponderada de la precisión y el recall, donde un puntaje F-beta alcanza su mejor valor en 1 y el peor puntaje en 0, lo que quiere decir que el modelo no es capaz de distinguir a los trabajadores que tendrán un riesgo de trabajo, al alcanzar un valor de 0 en dicha clase.

La columna support indica el número de casos por cada clase.

La exactitud como ya se había observado alcanza un valor de 0.70, lo cual, aunque en general es un buen resultado, se da ya que el modelo identifica a la mayoría como asegurados que no tendrán un riesgo de trabajo y ya que la mayoría de los casos está en ese supuesto se alcanza un buen porcentaje de aciertos.

El presente estudio se realizó en Python y no en un programa estadístico especializado como puede ser SPSS ya que el tamaño de la base de datos utilizada para el análisis no permitió que la capacidad de procesamiento de los equipos de cómputo a los que se tuvo acceso pudieran llevar a cabo los cálculos necesarios para generar una propuesta de modelo de regresión logística, el llamado big data impidió llevar a cabo las metodologías ya programadas en paquetes estadísticos y por tanto se tomaron en cuenta para la ecuación del modelo final todas las variables insertas al análisis.

# CONCLUSIONES

## Conclusiones

En el caso de estudio, diez de los doce coeficientes tienen signos negativos y, por tanto, la ausencia de la característica, que es tener un riesgo de trabajo, en las variables independientes nos indica que disminuye la probabilidad de la presencia de la condición de tener un riesgo de trabajo en la variable dependiente "RT".

Para observar los resultados de ajuste del modelo a los datos sobre la base del valor de corte de 0,50 en un análisis de regresión logística realizado en un solo paso. Constituye una descripción práctica muy útil para evaluar el ajuste observar la llamada matriz de confusión, a sabiendas de que Valores altos de falsos positivos o falsos negativos constituyen un dato empírico irrefutable de la calidad del ajuste.

De acuerdo con la matriz arrojada por el modelo cuando se utilizaron los datos de validación, es decir los que no sirvieron para ajustar el modelo, existe un aproximadamente 70% de posibilidad de que un trabajador no tenga un riesgo de trabajo, lo cual, aunque en general es un buen resultado, se da ya que el modelo identifica a la mayoría como asegurados que no tendrán un riesgo de trabajo y ya que la mayoría de los casos está en ese supuesto se alcanza un buen porcentaje de aciertos.

Es importante observar que los valores de falsos negativos son demasiado altos para aceptarlos sin dudar del modelo. Con estos resultados, es posible titubear de que los valores que podrían haberse calculado en la aplicación del modelo de regresión logística realmente denoten el verdadero valor estadístico en la población.

Observando el recall del modelo cuando toma como como variable positiva el haber tenido un riesgo de trabajo es claro que para el modelo es difuso separar los casos de los asegurados que tuvieron un riesgo de trabajo y por tanto pronosticar que asegurados tendrán un riesgo de trabajo.

De todo lo anterior se observa que el modelo se encuentra sobregeneralizado, ya que solo es capaz de designar, en la mayoría de los casos, la clase más popular, es decir que los asegurados no tendrán un riesgo de trabajo, toda vez que la proporción de

asegurados que tuvieron riesgos de trabajo en el periodo estudiado es relativamente pequeña en comparación con los que no tuvieron riesgos de trabajo.

Es por tanto que no se cumple las hipótesis planteadas, ya que las variables analizadas no explican si un trabajador tendrá o no un accidente de trabajo y por tanto no se cuenta con un modelo de regresión logística que determine si un trabajador tendrá o no un accidente con motivo de su trabajo, ya que el modelo de regresión logística no es capaz de predecir si un trabajador tendrá o no un riesgo de trabajo, sino que se apega a contemplar la baja probabilidad de que un trabajador tenga un riesgo de trabajo.

Es importante seguir haciendo estudios de este tipo bajo el análisis de riesgo ya que en el campo actuarial es necesario conocer los factores que permitan predecir los riesgos que puedan ser asegurables, y ya que el objetivo no se logró con esta metodología, se continuara investigando, utilizando otras técnicas que puedan aproximarse de mejor manera al comportamiento general de los datos.

## Referencias

- Afore Ley 1973. (s.f.). Obtenido de [http://www.afore.com.mx/cual\\_sera\\_mi\\_pension\\_ley\\_73.php](http://www.afore.com.mx/cual_sera_mi_pension_ley_73.php)
- Afore Ley 1997. (s.f.). Obtenido de [http://www.afore.com.mx/cual\\_sera\\_mi\\_pension\\_ley\\_97.php](http://www.afore.com.mx/cual_sera_mi_pension_ley_97.php)
- Ander, E. (1995). Diccionario del Trabajador Social. México: Lumen.
- Aréchaga, S. (21 de Mayo de 2007). AMIS. Obtenido de [http://www.amis.org.mx/InformaWeb/Documentos/Archivos/2\\_Santiago\\_Arechaga\\_Solvency\\_II.pdf](http://www.amis.org.mx/InformaWeb/Documentos/Archivos/2_Santiago_Arechaga_Solvency_II.pdf)
- Cepeda, J. J. (2017). Seguridad Social. América Latina en Movimiento.
- Consejo Nacional de Población. (s.f.). Obtenido de Proyecciones de la Población de México y de las Entidades Federativas, 2016-2050: <https://datos.gob.mx/busca/dataset/proyecciones-de-la-poblacion-de-mexico-y-de-las-entidades-federativas-2016-2050>
- Cortés, J. M. (2000). Técnicas de prevención de riesgos laborales. Madrid: Tébar Flores.
- DCOMM. (2009). De Bismarck a Beveridge: seguridad social para todos. La OIT en la Historia.
- Edwards, P., & Bowen, P. (1998). Risk and Risk Management in construccion: a review and future direccions for reserch. Engineering Construction and Architectural Management.
- España, G. d. (10 de noviembre de 1995). Ley de Prevención de Riesgos Laborales. España.
- Fernández, S. d. (2011). Análisis Factorial.
- Fletes, R. (2004). Asistencia social: alcances y limitaciones. Revista de Estudios.
- IMSS. (07 de 07 de 2018). IMSS. Obtenido de <http://www.imss.gob.mx/conoce-al-imss>
- IMSS. (2006). Antecedentes. IMSS.
- Instituto Mexicano del Seguro Social. (2015). Ley del Seguro Social. México.
- Limón, J. D. (s.f.). La seguridad social en México un Enfoque Historico. Acervo de la Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, 39-59.
- Limón, J. D. (s.f.). La seguridad social en México, un enfoque histórico. Revista de la Escuela Libre de Derecho de Puebla, A.C., 39-59.
- Mendoza, G. F. (2017). México. La Constitución de 1917 y las Reformas a los Sistemas de Pensiones. Revista Latinoamericana de Derecho Social, 3-37.
- Mesa-Lago, C. (1986). Seguridad Social y Desarrollo en América Latina. Revista de la CEPAL, 131-145.
- Mexicanos, C. d. (1995). Ley del Seguro Social.
- Meyer, R. M. (1975). Instituciones de Seguridad Social. INAH.
- Meyer, R. M. (1975). Instituciones de Seguridad Social. INAH.
- Montserrat Hernández Solís, Cristina Lozano Colomer, José Luis Vilar Zanón. (2013). La prima de riesgo recargada en un seguro de rentas: tarificación mediante el uso de una medida de riesgo coherente. Revista de métodos cuantitativos para la economía y la empresa, 151-167.

- Muñoz, F. Z. (1981). Aspectos jurídicos de la planeación en México, Secretaría de Programación y Presupuesto. Política de Seguridad Social. México: Porrúa.
- ONU. (1946). Texto de la Declaración: Organización de las Naciones Unidas. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas: <http://www.un.org/es/documents/udhr/>
- Ordóñez Barba, G. (2002). "El Estado de bienestar en las democracias occidentales: lecciones para analizar el caso mexicano", Región y sociedad, Vol. XIV, no. 24. En G. Ordóñez Barba. El Colegio de la Frontera Norte.
- Ordóñez Barba, G. (2002). El Estado de bienestar en las democracias occidentales: lecciones para analizar el caso mexicano. Región y sociedad, Vol. XIV, no. 24.
- Organización Internacional del Trabajo. (s.f.). Seguridad y salud en el trabajo. Obtenido de <http://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/lang-es/index.htm>
- Pablo Noreña y Alberto Delgadillo. (23 de abril de 2010). La Seguridad Social en México. El Universal.
- Procuraduría Federal de la Defensa del Trabajo. (s.f.). Obtenido de <https://www.gob.mx/profedet/articulos/seguridad-social?idiom=es>
- Raúl Ruiz Gómez. (s.f.). El ISSSTE y la seguridad social en México. Publicaciones del ISSSTE.
- Reglas de operación 2013 del programa "Pensión para Adultos Mayores". (2013).
- Rincón, L. (2012). Introducción a la Teoría del Riesgo. D.F.: U.N.A.M.
- Sánchez de la Barquera y Arroyo, H. (2014). Antologías para el estudio y la enseñanza de la ciencia política. Volumen I: Fundamentos, teoría e ideas políticas. México: Instituto de Investigaciones Jurídicas.
- Soberón, F. S. (2001). Los sistemas de pensiones en México: la agenda pendiente. Gaceta de economía, 187-293.
- UNISDR. (2004). The United Nations Office for Disaster Risk Reduction. Obtenido de <https://www.unisdr.org/2004/campaign/booklet-spa/page9-spa.pdf>
- Valckx, A. (2007). Más que "callejeros": discursos y prácticas en los programas del Sistema Municipal para el Desarrollo Integral de la Familia, Puebla y la Fundación Junto con las Niñas y los Niños. Puebla: Universidad de las Américas Puebla.
- Vásquez, J. R. (1992). Derecho de la Seguridad Social. Lima: Tarpuy.
- Weston, H., Mukherjee, S., Chapelle, O., Pontil, M., Poggio, T., y Vapnik, V. (2000). Feature Selection for SVMs. Advances in NIPS 12, MIT Press, 526-532.
- Wilkie, W. J. (1994). La Revolución Mexicana (1910-1976). Gasto federal y cambio social. En W. J. Wilkie. México: FCE.
- 81902-EX, 6. (1996). Prevención de riesgos laborales. Vocabulario. Madrid: AENOR.



## Anexo 1

### Base de Datos

| Orden   | SEC_ECON | RAN_EDAD | SEX | RAN_SAL | TEU | TEC | TPU | TPC | MASA_SAL_TEU | MASA_SAL_TEC | MASA_SAL_TPU | MASA_SAL_TPC | RT  |
|---------|----------|----------|-----|---------|-----|-----|-----|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|-----|
| 1       | 101      | 1        | 1   | 10      | 0   | 0   | 0   | 5   | 0            | 0            | 0            | 449.96       | 1   |
| 2       | 101      | 1        | 1   | 10      | 0   | 1   | 0   | 1   | 0            | 165          | 0            | 173.3        | 0   |
| 3       | 101      | 1        | 1   | 5       | 0   | 0   | 0   | 1   | 0            | 0            | 0            | 115.64       | 0   |
| 4       | 101      | 1        | 1   | 6       | 0   | 0   | 0   | 1   | 0            | 0            | 0            | 75           | 1   |
| 5       | 101      | 1        | 1   | 7       | 0   | 0   | 2   | 0   | 0            | 0            | 148.27       | 0            | 1   |
| 6       | 101      | 1        | 1   | 8       | 0   | 2   | 0   | 0   | 0            | 199          | 0            | 0            | 0   |
| 7       | 101      | 1        | 1   | 9       | 0   | 1   | 0   | 3   | 0            | 98           | 0            | 314.15       | 0   |
| 8       | 101      | 1        | 2   | 10      | 0   | 1   | 0   | 0   | 0            | 73.27        | 0            | 0            | 0   |
| 9       | 101      | 1        | 2   | 10      | 0   | 0   | 0   | 1   | 0            | 0            | 0            | 333          | 1   |
| 10      | 101      | 1        | 2   | 4       | 0   | 0   | 0   | 1   | 0            | 0            | 0            | 73.27        | 1   |
| 11      | 101      | 1        | 2   | 9       | 0   | 0   | 1   | 0   | 0            | 0            | 73.27        | 0            | 1   |
| 12      | 101      | 2        | 1   | 10      | 0   | 1   | 0   | 4   | 0            | 95.64        | 0            | 332.08       | 1   |
| 13      | 101      | 2        | 1   | 10      | 0   | 0   | 1   | 0   | 0            | 0            | 150          | 0            | 0   |
| 14      | 101      | 2        | 1   | 0       | 0   | 0   | 0   | 1   | 0            | 0            | 0            | 100          | 1   |
| ...     |          |          |     |         |     |     |     |     |              |              |              |              |     |
|         | ...      |          |     |         |     |     |     |     |              |              |              |              |     |
|         |          | ...      |     |         |     |     |     |     |              |              |              |              |     |
|         |          |          | ... |         |     |     |     |     |              |              |              |              |     |
|         |          |          |     | ...     |     |     |     |     |              |              |              |              |     |
|         |          |          |     |         | ... |     |     |     |              |              |              |              |     |
|         |          |          |     |         |     | ... |     |     |              |              |              |              |     |
|         |          |          |     |         |     |     | ... |     |              |              |              |              |     |
|         |          |          |     |         |     |     |     | ... |              |              |              |              |     |
|         |          |          |     |         |     |     |     |     | ...          |              |              |              |     |
|         |          |          |     |         |     |     |     |     |              | ...          |              |              |     |
|         |          |          |     |         |     |     |     |     |              |              | ...          |              |     |
|         |          |          |     |         |     |     |     |     |              |              |              | ...          |     |
|         |          |          |     |         |     |     |     |     |              |              |              |              | ... |
| 6254268 | 8701     | 3        | 2   | 3       | 2   | 0   | 120 | 0   | 183.95       | 0            | 10812        | 0            | 1   |
| 6254269 | 8701     | 3        | 2   | 3       | 1   | 0   | 18  | 0   | 135.88       | 0            | 2887.47      | 0            | 0   |
| 6254270 | 8701     | 3        | 2   | 3       | 0   | 0   | 2   | 0   | 0            | 0            | 489.29       | 0            | 0   |
| 6254271 | 8701     | 3        | 2   | 3       | 0   | 0   | 1   | 0   | 0            | 0            | 447.94       | 0            | 0   |
| 6254272 | 8701     | 3        | 2   | 4       | 0   | 0   | 1   | 0   | 0            | 0            | 724.1        | 0            | 0   |
| 6254273 | 8701     | 3        | 2   | 4       | 0   | 0   | 95  | 0   | 0            | 0            | 8747.97      | 0            | 1   |
| 6254274 | 8701     | 3        | 2   | 4       | 2   | 0   | 20  | 0   | 287.43       | 0            | 3069.41      | 0            | 0   |
| 6254275 | 8701     | 3        | 2   | 4       | 0   | 0   | 7   | 0   | 0            | 0            | 1588.54      | 0            | 1   |
| 6254276 | 8701     | 3        | 2   | 4       | 0   | 0   | 7   | 0   | 0            | 0            | 2087.7       | 0            | 1   |
| 6254277 | 8701     | 3        | 2   | 4       | 0   | 0   | 2   | 0   | 0            | 0            | 715.2        | 0            | 0   |
| 6254278 | 8701     | 3        | 2   | 4       | 0   | 0   | 1   | 0   | 0            | 0            | 539.49       | 0            | 0   |
| 6254279 | 8701     | 3        | 2   | 5       | 0   | 0   | 1   | 0   | 0            | 0            | 883.51       | 0            | 0   |
| 6254280 | 8701     | 3        | 2   | 5       | 1   | 0   | 74  | 0   | 98.79        | 0            | 6738.72      | 0            | 0   |
| 6254281 | 8701     | 3        | 2   | 5       | 1   | 0   | 21  | 0   | 135.88       | 0            | 3318         | 0            | 0   |
| 6254282 | 8701     | 3        | 2   | 5       | 0   | 0   | 6   | 0   | 0            | 0            | 1363.26      | 0            | 0   |

Fuente: Datos Estadísticos IMSS 2010-2015

## Anexo 2

### Código de Programación del Modelo de Regresión Logística en Python 3

```
import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn import linear_model
from sklearn import model_selection
from sklearn.metrics import classification_report
from sklearn.metrics import confusion_matrix
from sklearn.metrics import accuracy_score
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
%matplotlib inline

df=pd.read_csv('ITEM.csv')

df.head()

X = np.array(df.drop(['RT'], axis=1))
y = np.array(df['RT'])

validation_size = 0.20
X_train, X_validation, Y_train, Y_validation = model_selection.train_test_split(X,
                                                                                y, test_size=validation_size,
                                                                                stratify=y)

from sklearn.linear_model import LogisticRegression
model = LogisticRegression()
model.fit(X_train, Y_train)

pd.DataFrame(model.coef_, columns=['Beta1', 'Beta2', 'Beta3', 'Beta4', 'Beta5', 'Beta6',
                                   'Beta7', 'Beta8', 'Beta9', 'Beta10', 'Beta11', 'Beta12'])

pd.DataFrame(model.predict(X_train))
model.score(X_train,y_train)

y_pred = model.predict(X_train)
skplt.metrics.plot_confusion_matrix(
    Y_train,
    y_pred,
    figsize=(10,10))

cv_results = model_selection.cross_val_score(model, X_train, Y_train, cv=5,
                                             scoring='neg_mean_squared_error')
```

```
def nmsq2rmse(cv_results):  
    return np.sqrt(-cv_results)  
nmsq2rmse(cv_results)  
  
predictions = model.predict(X_validation)  
print(accuracy_score(Y_validation, predictions))  
  
skplt.metrics.plot_confusion_matrix(  
    Y_validation,  
    predictions,  
    figsize=(10,10))  
  
print(classification_report(Y_validation, predictions))
```