



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ACATLÁN**

**ANÁLISIS DE SUPERVIVENCIA EN
REGRESIÓN DE COX:
UNA APLICACIÓN AL SERVICIO PROFESIONAL DE CARRERA**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN MATEMÁTICAS
APLICADAS Y COMPUTACIÓN**

P R E S E N T A
Roberto Carranza Castro

Asesor: Mtro. Jaime Ramírez Muñoz

ENERO 2006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ESPECIALMENTE A

Mis estándares de lucha, brazo de apoyo y golpe,
a quién debo lo que soy y mi ejemplo a seguir,
y por ser mi inspiración de superación.

Como símbolo de mi inexpresiva gratitud y orgullo hacia ellos;
a mi héroe y a mi heroína:

Mi Papá Beto y Mi Mamá Lulú.

Así como a

los que creyeron en mí,

en mi fuerza espiritual y fe, como muestra
de un triunfo mas ***para mi familia.***

AGRADECIMIENTOS

A EL TODOPODEROSO y grandeza de lo Divino.
Con respeto a mi amigo y compañero:

Mi DIOS

Por permitir que este triunfo se haya hecho realidad.

Al “Alma Mater” de los estudios profesionales:

La Universidad Nacional Autónoma de México

Por adoptarme en el seno del conocimiento, por el orgullo de pertenecer a la ***Facultad de Estudios Superiores Acatlán***, y por brindarme la gran oportunidad de superación profesional por medio de la tutoría de ***profesores*** que me transmitieron sus enseñanzas de forma incondicional, de lo cual hoy poseo y me rijo para enfrentar el mundo laboral.

Al asesor del presente trabajo de titulación:

Jaime Ramírez Muñoz

Por el gran apoyo moral y profesional como maestro y amigo, que motivó y encaminó la culminación de mis estudios universitarios.

Infinitas GRACIAS.

ÍNDICE

Dedicatoria	V
Agradecimientos	VII
Presentación	IX
Introducción	X
Capítulo I. Análisis Demográfico	3
1.1 Introducción a la Demografía	3
1.1.1 Definición	3
La Demografía, ciencia estadística.	4
Finalidad de la Demografía	5
Estadísticas demográficas	6
Forma de recolección de datos	6
1.1.2 El Análisis Demográfico	7
Objetivo del análisis demográfico	8
Alcance general de los métodos de análisis demográfico	10
Precauciones del análisis demográfico	11
Puesta en práctica de las estadísticas demográficas	11
1.2 Análisis Longitudinal o de Cohorte	12
1.2.1 Dinámica demográfica	13
1.3 Análisis de Supervivencia	17
1.3.1 Conceptos básicos de la supervivencia	19
Elementos contemplados para el análisis de supervivencia	21
Tipos de observaciones	21
1.3.2 Metodología estadística	22
1.3.3 Estimación no paramétrica de la supervivencia	25
Pruebas de Hipótesis	25
Estimación de la supervivencia	26
Método Actuarial	28
Método de Kaplan-Meier	29
Método de Regresión de Cox	33
Tablas de Vida	34
Diagramas de Lexis	37
Capítulo II. Servicio Profesional de Carrera	40
2.1 Introducción	40
2.2 Antecedentes	41
2.3 El Servicio Civil de Carrera	42
Principios del Servicio Civil de Carrera	43
Características del Servicio Público Civil	43
Beneficios	44
Marco jurídico del Servicio Civil de Carrera	46
2.4 El Servicio Profesional de Carrera (SPC)	47
2.4.1 Servicios Profesionales en México	57

2.4.2 Planeación de recursos humanos	59
2.4.3 Ingreso	61
2.4.4 Desarrollo profesional	64
2.4.5 Capacitación y certificación de capacidades	67
2.4.6 Evaluación del desempeño	73
2.4.7 Separación	76
2.4.8 Control y evaluación	77
Capítulo III. Método de Regresión de Cox	79
3.1 El Método	79
3.2 Conceptos Introdutorias	81
Función de Azar	81
Hipótesis de azares proporcionales	84
3.3 Formulación del Modelo	84
3.4 Selección de Variables	86
3.4.1 Tipo de variables	87
Variables cualitativas en la regresión de Cox: conversión de datos	87
Covariables dependientes del tiempo	88
3.4.2 Métodos de selección de variables	88
Estadístico de Wald	89
Puntuación eficiente de Rao	90
Métodos adelante (Forward) y atrás (Backward)	90
3.5 Estimación de los parámetros	91
3.5.1 Estimación Eficiente: Máxima Verosimilitud	92
Planteamiento general	93
Propiedades del estimador de máxima verosimilitud	95
Bondad de ajuste	96
3.6 Pruebas Estadística del Modelo	97
3.6.1 Comparación de curvas de supervivencia	97
Test de Cochran-Mantel-Haenszel (Log Rank)	98
Test de Breslow o Wilcoxon	101
Capítulo IV. Construcción del Modelo de Supervivencia	103
4.1 Descripción de la Base de Datos	104
4.2 Descripción por género	104
4.3 Estado civil	105
4.4 Nivel máximo de estudios	106
4.5 Régimen o tipo de contratación	110
4.6 Tipo de subunidad administrativa	112
4.7 Nivel de mando	113
4.8 Pretensión de cambio de lugar de trabajo	114
4.9 Pretensión de cambio de puesto laboral	115
4.10 Grupos de edad en años al ingresar al Gobierno Federal	116
4.11 Grupos de edad en años al ingresar al SAT	119
4.12 Tiempo transcurrido desde el ingreso al Gobierno Federal hasta el ingreso al SAT	121
4.13 Modelo construido	122

Capítulo V. Obtención e Interpretación de Resultados	123
5.1 Generalidades	123
5.2 Tablas Básicas de Resultados	124
5.3 Método y Prueba de la Selección de Variables del Modelo	126
5.4 Interacción de las Covariables y sus valores en la Ecuación	128
5.5 Efectos de las Covariables en el Modelo	132
5.6 Curvas de Supervivencia	137
Conclusiones	148
Bibliografía	154
Glosario	158
Anexo 1	172

PRESENTACIÓN

El tema del presente trabajo se ubica en el campo de las Matemáticas, en concreto en la Estadística aplicada y la Demografía, realizando un estudio de supervivencia aplicado a el Sistema Profesional de Carrera, el cual centra en la preocupación por la correcta y eficiente administración pública al servicio del Estado con el propósito de propiciar y fomentar en los trabajadores la realización de una auténtica carrera como servidores públicos.

De esta manera, por medio de técnicas estadísticas especializadas en el manejo de datos demográficos y con la ayuda de información privilegiada gubernamental, se realiza este tipo de estudio demográfico para demostrar la efectividad que ha tenido este servicio tratando en especial los factores laborales: ingreso por mérito, igualdad de oportunidades y estabilidad en el empleo, analizando el tiempo de paso de empleados desde que inician a trabajar en alguna institución gubernamental a otra, propensa a los efectos que causan una serie de factores o variables personales y laborales, del cual depende un cambio de trabajo que puede ser mejor o peor.

Para lograr este objetivo, se usa el método de Regresión de Cox que forma parte de las técnicas no paramétricas de estimación de la supervivencia, que simplifica y ayuda a comprender los efectos que causan varias variables que interactúan entre si al momento de la estimación.

Con este estudio se pretende innovar el campo de estudio de la Demografía con el tema del Servicio Profesional de Carrera, y así hacer una aportación más a su vasto campo de estudio.

INTRODUCCIÓN

Los esfuerzos realizados por el Estado para fortalecer y planear la actividad económica, han transcurrido en forma paralela con los esfuerzos realizados por prestar mayor atención a los programas de desarrollo y bienestar del personal al servicio del Estado. Resultado de todo esto, ha sido el surgimiento del Servicio Civil de Carrera y su visión moderna llamado Servicio Profesional de Carrera, como un medio seguro para atraer los procesos de desarrollo integral de la Administración Pública.

Un Estado moderno, requiere de la planeación como requisito documental para obtener un grado de desarrollo económico y social que permita programar el manejo óptimo de los recursos disponibles del país, adecuado a ello, se han instrumentado estos servicios para que en forma sistemática, justa, continua y dinámica aplique y coordine en su implantación de métodos de investigación social, los principios que le rigen y las técnicas más modernas que se han desarrollado en la capacitación y en materia de administración y economía. Todo ello con el fin de garantizar a cada individuo la realización de sus potencialidades y su contribución más eficaz al desarrollo cultural, social y económico del país.

Con el propósito de corroborar la efectividad del buen funcionamiento de este servicio en la administración pública en materia de equidad de oportunidades de ingreso laboral a instituciones gubernamentales para todo empleado, se elabora un estudio transversal por medio de un análisis de supervivencia con datos reales tomados del Censo Nacional de Recursos Humanos del Servicio de Administración Tributaria (SAT), dependencia de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) elaborado en 1997, ayudado del software estadístico SPSS versión 10.0 para el análisis numérico.

Este estudio, consiste en estimar el tiempo que tarda un empleado que labora en cualquier institución o dependencia del Gobierno Federal en ser contratado por el SAT desde que inició a trabajar en una de estas instituciones, es decir; estimar la probabilidad de pasar de un estado a otro o de una institución a otra (GF - SAT), teniendo la estimación del efecto que causan algunas variables como: género, estado civil, nivel máximo de estudios, tipo de contratación y subadministración en la que laboran, nivel de mando, pretensión de cambio de puesto y lugar laboral y edad al ingresar al Gobierno Federal y al SAT.

Así pues, la hipótesis a comprobar con base en lo anterior es: los efectos de las variables de género y educación, provocan cambios en la probabilidad de incorporación laboral al SAT desde que inician los empleados a trabajar en el Gobierno Federal.

La tesis se compone de cinco capítulos. En el primero trata el tema del análisis demográfico; define el objetivo y el enfoque de la Demografía y el Análisis de Supervivencia. Aquí se plantea la mayor parte teórica del estudio, abarca una introducción a la Demografía y posteriormente se aborda el análisis de supervivencia y sus formas de estudiar: longitudinal, transversal (cohorte) y horizontal, por lo cual se exponen los conceptos estadísticos-matemáticos básicos que involucran su estudio, además se ubica al método de Regresión de Cox entre los métodos estadísticos de estimación paramétrica y no paramétrica de la supervivencia.

El capítulo dos se centra en el Servicio Profesional de Carrera y su campo de aplicación en instituciones mexicanas. En esta sección se realiza una recopilación de información de este servicio para la administración pública: antecedentes, conceptos relacionados, objetivos, su caracterización en el marco jurídico y los elementos que implican su aplicación en el campo de los servicios civiles, específicamente gubernamentales. Lo anterior se ejemplifica con algunos Sistemas Civiles de Carrera de Instituciones Mexicanas, para su entendimiento.

“Método de Regresión de Cox” es el título del tercer capítulo, que tiene por objetivo conocer a profundidad específicamente la técnica de estimación no paramétrica de la supervivencia: Regresión de Cox, así como familiarizarse con los conceptos que implica su estudio y su análisis. Para cumplir con este objetivo, se explica de manera sistemática en qué consiste este método, iniciando por su concepción, algunos conceptos introductorios y la formulación del problema. Posteriormente se explica la metodología de construcción y selección de variables para el modelo, la estimación de los parámetros y las pruebas estadísticas del modelo que hacen su mejor ajuste, así como las representaciones gráficas de la función de supervivencia y sus relacionadas.

Una vez entendida la referencia teórica del tema de investigación, en la fase de conocimiento de los datos, aborda capítulo 4 “Base de datos del Modelo”, que tiene por propósito conocer, describir y familiarizarse con las variables y los datos que serán introducidos en el modelo. En este apartado se explica cada una de las variables que se incluirán en el modelo de Regresión de Cox y la razón por las que fueron elegidas, al igual que el origen de los datos.

Para efectos de un mejor conocimiento de la información a trabajar, se hace una descripción estadística de la base de datos con cada una de las variables y algunas combinaciones entre ellas.

Finalmente, la ejecución del modelo se realiza el capítulo 5 con el software estadístico de apoyo SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) y se obtiene el modelo planteado mediante el método de Regresión de Cox, se analizan e interpretan los resultados, así como las estadísticas de la selección de variables o mejor dicho el ajuste de las covariables, y sus respectivos valores y gráficas de la supervivencia. De esta manera se elabora la conclusión final explicativa para el problema planteado inicialmente demostrando la certeza o rechazo de la hipótesis planteada.



Capítulo I

ANÁLISIS DEMOGRÁFICO

1.1 Introducción a la Demografía

1.1.1 Definición

El desarrollo y perfeccionamiento de los instrumentos utilizados en la elaboración del análisis demográfico explican tal vez la importancia que se atribuye a las técnicas y métodos analíticos en las distintas definiciones de la demografía. Al mismo tiempo, tiende a considerar la demografía no como una ciencia, sino como un conjunto de técnicas analíticas al servicio de las ciencias sociales. Esta tendencia se pone a manifiesto en la definición que aparece en el diccionario demográfico multilingüe de la Organización de las Naciones Unidas.

La demografía es una ciencia cuyo fin es el estudio de la población humana y que se ocupa de su dimensión, estructura, evolución y caracteres generales, considerados principalmente desde el punto de vista cuantitativo.



Esta definición ofrece un campo de investigación ilimitado, aunque sólo sea el del carácter cuantificable de los elementos observados. Al definir el concepto de “estructura” se advierte que se trata de una distribución de una población de acuerdo con un gran número de características, tales como sexo, edad, estado civil, nacionalidad, raza, idioma, color, religión, nivel cultural, profesión, participación en la población activa, etc. Además, hay que añadir los caracteres generales que, según el contexto, dependen de la biometría, la psicometría y la genética. Sería bastante complejo obtener el denominador común de estas características tan diversas, si no fuese por el hecho de que se refieren a los individuos que componen una población y que dan lugar a distribuciones estadísticas, algunas de las cuales se hallan disponibles a partir de los datos obtenidos en los censos.

La demografía, ciencia estadística

Las medidas estadísticas son base de la mayor parte de las investigaciones demográficas. Y no es sorprendente, pues lo que constituye su objeto de estudio se presta bien a ser contabilizado: por una parte, se está obligado a censar ya sea acontecimientos (nacimientos, matrimonios, divorcios, defunciones, etc.), o personas, según diversos estados; por la otra, el tiempo es una variable esencial, trátase del tiempo medido por el calendario o de las diversas duraciones transcurridas desde tal o cual suceso inicial: edad, duración del matrimonio, duración de la viudez, etc.

Como varias de esas medidas pueden intervenir simultáneamente, es factible que los cuadros estadísticos resultantes sean extremadamente complejos. Por ejemplo, la definición del orden de nacimiento de un niño puede hacer intervenir o no a los nacidos muertos y determinarse sobre el total de hijos que tuvo una mujer o simplemente sobre los que dio a luz en su matrimonio vigente (por no hablar del problema de los gemelos): las relaciones determinadas por esas dos especies de distinción conducen a cuatro posibilidades que se vuelven a encontrar en las estadísticas de nacimiento por orden.

Por eso, en demografía la información estadística reviste una complejidad mayor que en cualquier otra ciencia humana. Puede decirse que el aprendizaje empieza por el contacto con los datos cifrados, en sus aspectos multiformes; ningún trabajo fructífero será posible mientras no se alcance una familiaridad suficiente con estos datos.



La ciencia de la demografía no se limita a la medición, sino que incluye necesariamente la interpretación y análisis de los datos, las proyecciones y previsiones con base en supuestos que incluyen variables no demográficas. Sin embargo, la demografía estadística es el punto de partida del análisis de la población en el que se trata de medir con precisión las magnitudes demográficas.

Conceptualizando; la **demografía** es una de las ciencias sociales y estudia los acontecimientos que ocurren a los miembros de una población a lo largo de su vida. Este estudio tiene dos dimensiones: la medición (¿Cuántos hay?, ¿Cuántos nacen?, ¿Cuántos trabajan?, ¿Quiénes mueren?), y la explicación (¿Por qué se tienen más hijos en México que en Estados Unidos?, ¿Por qué recibimos emigrantes?, ¿Por qué hoy mucha más gente llega a vivir 80 años?).

En general, el trabajo de los demógrafos se limita dentro de la definición anterior en dos sentidos: se presta especial importancia a los agregados, a lo macro frente a lo micro; existe un núcleo central de temas que hacen referencia a la dinámica de la población: la fecundidad interesa más que el desempleo porque la primera determina directamente cómo cambia la población. Eso no quiere decir que no se pueda hacer un estudio demográfico del desempleo, ni que el desempleo no pueda ser uno de los factores explicativos de la fecundidad. A este núcleo central dentro de la demografía de medición de la dinámica de las poblaciones se le suele denominar *Análisis Demográfico*.

Finalidad de la demografía

La finalidad de la demografía que permite eludir algunas dificultades señaladas es: *el estudio de la población y su movimiento en el seno de un conjunto delimitado especialmente y revestido de cierto significado social.*

El movimiento de la población se define mediante tres componentes: natalidad, mortalidad y movilidad especial, caracterizados por los nacimientos, fallecimientos y migraciones (inmigraciones y emigraciones, según se trate de entradas y salidas con respecto al espacio considerado). La interacción de estos componentes determina el crecimiento positivo, nulo o negativo del total de la población.



Estadísticas demográficas

Las *estadísticas demográficas* tratan de los aspectos cuantitativos de la población de una comunidad –sea esta una aldea, una nación o el mundo entero. Dichas estadísticas pueden referirse a las características sociales, económicas y de salud; a totales, o a la distribución geográfica; pueden estar referidas a un punto del tiempo o a cambio en el transcurso de éste. La unidad estadística mínima de observación de la demografía es el individuo; la unidad secundaria es la familia. Las estadísticas demográficas son recogidas por enumeración de una población como en un censo; a través del registro del acontecimiento de ciertos sucesos tales como el nacimiento, el matrimonio, la muerte, en algunos casos las enfermedades o el divorcio, y también mediante muestras transversales de la población total o de grupos especiales.

Forma de recolección de datos

Tradicionalmente, la observación de los fenómenos de la población se basa en el censo, mediante el cual se conocen los datos relativos a la estructura de la población, y en los registros civil y de la población, que faciliten los datos sobre el movimiento de las mismas: nacimientos, fallecimientos y migraciones.

El *censo* consiste en la obtención de los datos demográficos, económicos y sociales de todos los habitantes de un determinado territorio (lo más común un país) en un momento dado. La administración pública es la que organiza y ejecuta el censo, ya que solamente ella puede disponer de un mecanismo apropiado de presupuestos y posibilidades para desempeñar una tarea semejante. Todos estos datos, que no son sólo demográficos, deben obtenerse de cada uno de los individuos residentes en el país, sin omisión ni duplicidad.

Como se trata de fotografiar a la población en un momento específico, los datos deben referirse a una fecha concreta, que suele ser comúnmente el 31 de diciembre. En un sentido espacial, estos datos se refieren, bien al lugar en que se encuentra el individuo en el momento de efectuar el censo –lo que define la población de hecho-, o bien al lugar donde reside habitualmente, que representa la población de derecho.



Los datos demográficos recogidos por el censo son, pues, estáticos. Generalmente, se refieren al total de la población, a su distribución por edades, sexo y estado civil, y según ciertas categorías geográficas, sociales y económicas (provincias, municipios, educación, profesión, actividad, etc.). De igual modo, se obtienen datos acerca de la composición de las familias, número de hijos, fecha de nacimiento y defunciones de los mismos, matrimonios anteriores, etc.

Sin embargo, aún tratándose de países donde el censo es lo más exacto posible, nunca dejan de existir lagunas. A nivel del censo, las omisiones y repeticiones no pueden evitarse totalmente, y, en cuanto a las características individuales, los datos suelen quedar desvirtuados a causa de declaraciones erróneas. Las operaciones de comprobación y los procesos de detección y corrección automáticos pueden reducir estas lagunas, pero no eliminarlas plenamente. Lo aconsejable es efectuar una estimación de las desviaciones introducidas y corregir los resultados en función de esas estimaciones, recurriendo, por ejemplo, a operaciones de control sobre las muestras.

El *registro continuo de los diferentes fenómenos del movimiento demográfico* está asegurado por la administración pública, a la que deben confiarse obligatoriamente estos fenómenos y la que hace entrega de un certificado que confirma la realidad de los hechos declarados.

Paralelamente a estas dos fuentes de datos demográficos, las *encuestas por sondeo* han adquirido una importancia creciente, incluso en aquellos países en donde la observación clásica es satisfactoria. Su principal utilidad consiste en el desarrollo de estudios más completos, pero no podrían realizarse ateniéndose exclusivamente a los datos de la observación clásica.

Basado principalmente en la observación clásica, el *fichero permanente* ofrece grandes posibilidades para el análisis demográfico, si las modalidades de su realización y los reglamentos administrativos correspondientes no limitan excesivamente su empleo. La principal ventaja del fichero permanente es la de reunir los datos recogidos por el censo y el registro continuo, pudiendo proporcionar en cualquier momento el estado exacto de la población, así como los datos del movimiento en un periodo determinado.

1.1.2 El Análisis Demográfico

Para realizar un análisis demográfico se necesita la ayuda de registros de *estadísticas vitales*, que se refieren generalmente a la información básica o derivada correspondiente a los



sucesos vitales: el nacimiento, la adopción, la muerte, el matrimonio, el divorcio, la separación, y la anulación del matrimonio. Los datos vitales suelen registrarse, por disposición legal, en el momento en que éstos suceden, a través de un sistema de registro establecido. Estos registros tienen valor documental en las cortes. Aunque la definición de estadísticas vitales no incluye información sobre morbilidad¹, para los propósitos presentes convendrá considerar ésta como perteneciente al terreno de dichas estadísticas.

El análisis demográfico, que se identifica considerablemente con el procesamiento de datos numéricos de observación, ocupa así una posición de pivote. Más todavía, esa forma de análisis se proyecta sobre las otras dos fases de la investigación: inspira, por sus conceptos y sus modos de descripción, los métodos de encuesta y de recopilación adecuados, y que puede orientar por buen camino la investigación casual.

Con frecuencia se dice enfáticamente que la investigación demográfica es antes que nada una búsqueda multidisciplinaria, lo cual es cierto, sobre todo en la última fase del proceso, la de investigación casual: en ese punto los datos propiamente estadísticos deben ligarse a otros datos cuantitativos o cualitativos provenientes de los múltiples aspectos del comportamiento humano, a fin de descubrir nexos explicativos. Pero es preciso ver que, incluso bien llevadas esas investigaciones sólo valdrán lo que valga la ejecución de las fases que la han precedido: la literatura demográfica abunda en ingenuidades, errores, bobadas en última instancia, atribuibles a la mala comprensión de los datos estadísticos.

Las tres etapas de investigación demográfica son: 1) la recopilación de datos, esencialmente en forma estadística; 2) el tratamiento de datos numéricos de observación; 3) la investigación casual, que se encuentran muchas veces en investigaciones en que los fenómenos estudiados los son a escala demográfica, lo cual es característico de los fenómenos sociales. Por ese motivo, los métodos de análisis demográfico tienen un alcance mucho más considerable de lo que parece a primera vista: intervienen en todos los estudios que implican encuestas, descripciones y análisis a escala de las poblaciones.

Objetivo del análisis demográfico

Se ha mencionado anteriormente cómo los datos relativos a la población se obtienen mediante diversos métodos: censo, registro civil y encuesta. Sin embargo, el demógrafo no puede conformarse con las cifras que proporcionan estos medios, si se propone, por

¹ Frecuencia de las enfermedades en una población.



ejemplo, determinar las tendencias de la natalidad o de la población en edad escolar, ya que en ellas aparecen confundidos el pasado y la situación presente de la población. De ahí que para delimitar tales influencias, el demógrafo se ve obligado a recurrir al análisis demográfico.

Un ejemplo nos facilitará la comprensión de este análisis, si se considera el número de nacimientos que tiene lugar en una población en el transcurso de un año. Este número depende, por una parte, del total de la población en edad de procrear, y, por otra, de la propensión a procrear de cada unidad de la población en edad de reproducirse. La primera tarea del análisis consistirá, por tanto, en distinguir las influencias de los totales y de la propensión sobre el número anual de nacimientos.

Si la natalidad depende, en parte, de la distribución por edades de la población, todavía intervienen otras características adicionales, como es la proporción de mujeres casadas en cada edad, ya que, en muchos países, los nacimientos legítimos representan una parte preponderante del total de nacimientos. Aquí también el análisis demográfico debe separar los efectos de los totales (número de mujeres casadas) de los efectos de la propensión (fecundidad de esas mujeres casadas). Se considera ahora la fecundidad de las mujeres casadas. El promedio de los nacimientos anuales, por cada mujer casada, dependerá del número total de nacimientos habidos de esas mujeres en el transcurso de sus vidas (intensidad de la fecundidad) y de la distribución en el tiempo de dichos nacimientos (calendario de la fecundidad). El análisis tendrá por meta asimismo distinguir, dentro del promedio anual de nacimientos por cada mujer, la parte correspondiente a la descendencia total (intensidad) y la que depende de la distribución de esos nacimientos en el tiempo (calendario).

En consecuencia, el papel del análisis demográfico es doble: primeramente, separar la influencia de los totales y de la propensión sobre el número de los fenómenos demográficos observados en el transcurso de un periodo de tiempo, y, en segundo término, diferenciar la intensidad y el calendario de los fenómenos demográficos con vistas a explicar y prever la propensión anual. A esta doble función le corresponde una doble dimensión temporal, según se pretenda considerar los hechos demográficos anuales (*análisis transversal*) o la intensidad y distribución de los mismos en el transcurso de la vida del individuo (*análisis longitudinal*).

El análisis demográfico resulta complejo porque *los fenómenos demográficos no se analizan nunca aisladamente (en estado puro). En la vida real, los fenómenos demográficos actúan siempre interrelacionados.* Por ejemplo, la mortalidad reduce el número de mujeres consideradas y



repercute en la natalidad del conjunto. Si el demógrafo pretende determinar la intensidad y el calendario de fecundidad del grupo observado, deberá tener en cuenta esa perturbación de la observación, originada por la interacción de la mortalidad, con el fin de eliminarla y así poder observar el fenómeno estudiado (la natalidad) en estado puro.

Así pues, los fenómenos demográficos, son muy diversos. Unos excluyen al individuo del campo de observación (mortalidad); otros, lo incluyen (inmigración); algunos no se repiten (fallecimientos), y otros sí pueden acaecer de nuevo (matrimonios). Los métodos de análisis tienen que adaptarse a estas variadas características, y con gran frecuencia, no se ofrecen más que soluciones aproximadas, basadas en supuestos más o menos probables. Ello quiere decir que *el campo del análisis demográfico es vasto y complejo*, y para tener un amplio conocimiento del tema se debe recurrir a una amplia bibliografía.

Alcance general de los métodos de análisis demográfico

Aún cuando el centro de interés de un estudio no sea propiamente demográfico, la referencia indispensable, al diseñar la encuesta y analizar los resultados, a ciertas variables demográficas esenciales (la edad, el sexo, el estado civil, la composición del hogar, etc.) implica cierta manera de concebir la recolección de los datos y exige un tratamiento apropiado de los mismos; y en este terreno lo mismo que en la demografía propiamente dicha, no bastaría el simple sentido común para inspirar los métodos de estudio convenientes. Así pues, si estudios sobre el comportamiento electoral o sobre la actitud de los consumidores pertenecientes a tal o cual capa de la población, o incluso algunos estudios sobre la distribución de determinado rasgo físico o fisiológico de los individuos y sus modificaciones con la edad, no podrían caer dentro del campo estricto de la demografía, no por eso les es menos necesario recurrir a métodos de análisis propios de esta ciencia.

Una de las funciones de la demografía cuantitativa consiste en la elaboración de formas que sean convenientes para la historia de los fenómenos en el lenguaje estadístico. Pero este programa puede seguirse para hechos sociales mucho más generales. Así ocurre con numerosos fenómenos que se manifiestan por un acontecimiento preciso en la vida del individuo; de ese modo, valiéndose del mismo marco formal, se podrá describir la entrada de los jóvenes en actividad, la aparición de tal o cual insuficiencia fisiológica (como la insuficiencia visual ligada al envejecimiento) y la celebración de las primeras nupcias.



Precauciones del análisis demográfico

Tres precauciones fundamentales deben tomarse antes de proceder al análisis e interpretación de la información demográfica. Primero, es necesario tener un entendimiento claro y preciso de los términos descriptivos que se usan. Segundo, la calidad de la información recogida debe ser estudiada; pueden tenerse errores, por ejemplo, de inexactitud de recuento, de inexactitud de la declaración y el registro, y en el proceso y tabulación de los datos. Tercero, en el caso de la información que ha sido derivada del cálculo, el proceso seguido debe ser estudiado críticamente. En otras palabras, deben ser reconocidas todas las fuentes de error y las conclusiones no justificadas por la información de que se dispone.

Puesta en práctica de las estadísticas demográficas

El primer “incentivo” que pone en marcha el mecanismo productor de estadísticas debe responder a una necesidad de información sobre una materia determinada. Las primeras preguntas a responder son, por tanto ¿qué tipo de información se quiere y para qué?. A estas cuestiones se da respuesta mediante un proyecto de cuadros estadísticos. Es, pues, éste el primer paso. El proyecto de cuadros no consiste, por supuesto, en cruzar todas las variables presumibles que tocan el tema, sino en escoger, de todos los cuadros posibles, aquellos que sean analíticamente significativos. La decisión sobre la significatividad debe corresponder por tanto al analista utilizador y no al encargado de la recogida de datos.

Una vez confeccionado el proyecto de cuadros, habrá de decidirse sobre la forma de recogida más idónea y el cuestionario a redactar. El cuestionario, como su nombre indica, no es sino la relación de una serie de preguntas cuyas respuestas serán suministradas por las unidades encuestadas.

El mismo orden de los trabajos de preparación de unas estadísticas debe estar presidido por el sentido analítico. Es decir, por la “utilidad” del “producto” que se va a “fabricar”.

En cada uno de los procesos de recogida de datos se producen errores, los más comunes pueden clasificarse como sigue:



- **Errores de cobertura**

Omisiones y dobles cuentas, tales errores pueden surgir, bien porque la encuesta se ha diseñado con un marco incompleto (omisiones), bien porque ha habido solapamiento en ciertas unidades (dobles cuentas). Lo más común, sin embargo, es que las omisiones se produzcan porque la encuesta no llega a todos los individuos deseados. Piénsese, por ejemplo, en la recogida de datos sobre migraciones en México.

- **Errores de respuesta**

Estos errores, muy comunes, se provocan porque el encuestado o no responde o responde incorrectamente.

- **Errores de codificación**

A los errores anteriores hay que unir los que se derivan del paso del cuestionario a los datos numéricos y de estos a las fichas.

Existen métodos estadísticos de control de calidad que permiten medir el nivel de cada uno de estos errores. En las encuestas de tiende cada vez más a incluir entrevistas repetidas en el presupuesto, lo cual permite evaluar los errores de cobertura y respuesta. Los errores de codificación pueden paliarse mediante sistemas de control de calidad o por medio de equipos especiales que revisan todos los cuestionarios, rectificando tales errores.

1.2 Análisis Longitudinal

Los métodos estadísticos más utilizados en el análisis de variables numéricas continuas están en su mayoría diseñados para situaciones en las que se registra una única medida por cada unidad de observación (por ejemplo, una medida por paciente), es el caso del análisis de la varianza y de las técnicas de regresión. Sin embargo, en la práctica se encuentran estudios en los que se toman varias medidas de dicho paciente. Este tipo de estudios en los que para cada paciente una misma variable es registrada en diferentes momentos a lo largo del tiempo, se conocen como "*longitudinales*", del término asociado "*longevidad*": duración de vida de una persona, y se mide mediante el concepto de esperanza de vida. La *esperanza de vida* sirve para contemplar qué tan intensa ha sido la mortalidad de la cohorte, se estudia lo longevos que han sido sus miembros. Así la esperanza de un tipo de persona es la media de la duración de la vida de ese tipo de personas. La esperanza de vida



al nacer en México en el 2000 es la media del número de años que vivieron los mexicanos nacidos ese año.

En el caso particular; nacimientos, una cohorte de nacimiento, entendiéndose como tal un conjunto de personas nacidas en un periodo determinado, puede ser seguido a lo largo de su vida. Si se sigue a todas estas personas a lo largo de su vida hasta que todos han muerto se puede resumir cuál ha sido el comportamiento demográfico de la cohorte, así este es el llamado *análisis longitudinal*.

La utilidad del análisis longitudinal no se restringe solamente al análisis demográfico. En este caso, el análisis longitudinal es muy aplicable a la economía, por ejemplo, se puede observar a qué edad los distintos miembros de una cohorte dejan de estudiar, comienzan a trabajar, se compran una casa o cualquier otra dimensión que sea de interés.

1.2.1 Dinámica demográfica

El análisis longitudinal o de cohortes es muy útil para describir generaciones. No lo es tanto para describir la evolución de la población, es decir, una población en un instante está compuesta por distintas generaciones observadas cada una de ellas en una edad diferente.

El número de nacimientos, el número de defunciones será finalmente el resultado de una combinación de circunstancias: el comportamiento y características de cada una de las cohortes por un lado, y la estructura por edades de la población por otro, que determina el peso relativo de las distintas generaciones en el total. El análisis de la población en un momento dado recibe el nombre de *análisis transversal o de periodo o del momento*, ya que permite capturar el estado de los componentes demográficos en ese momento. Por ejemplo, para estudiar el estado actual de la mortalidad en México, se analiza el comportamiento de todas las edades o grupos de edades para este año. Estos análisis son los que más comúnmente efectúa la demografía.

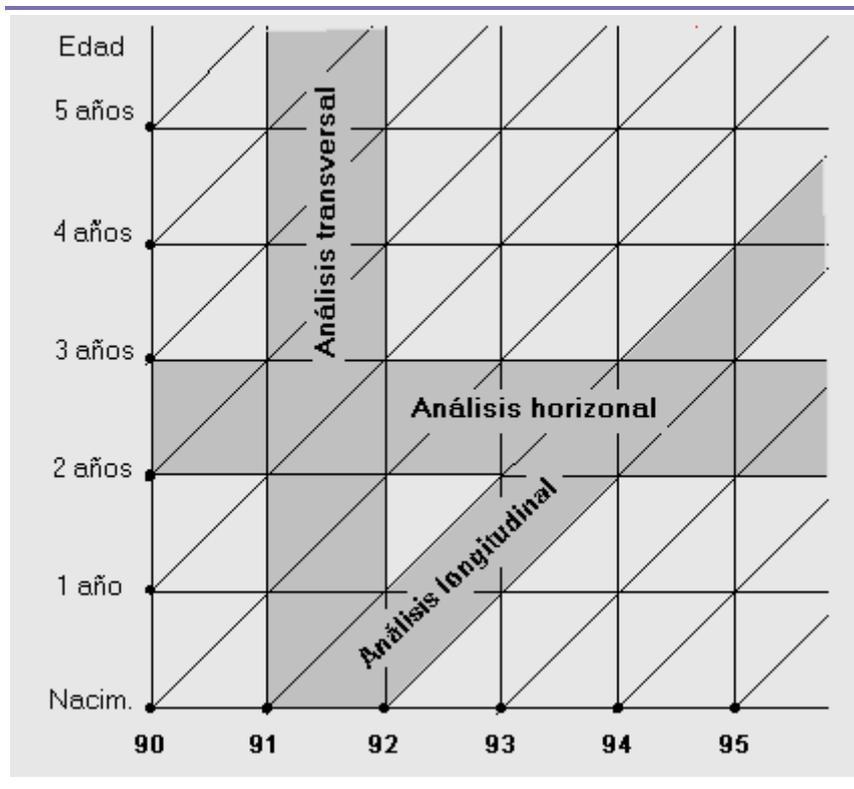
Básicamente los estudios longitudinales son estudios transversales, con la única diferencia que estos son transversales a intervalos determinados, es decir, cada cierto tiempo se estudia la misma población durante un periodo específico. El periodo puede variar, podría ser cada mes, o cada año, etc. Estos estudios además de ofrecer las ventajas de los estudios transversales, permiten describir las tendencias de otras causas que pueden afectar a la población, como también los factores de interés.



Además de los análisis longitudinales y transversales existe un tercer tipo; el análisis horizontal, que consiste en estudiar un determinado fenómeno demográfico para una edad, o grupo de edades, en particular. Al igual que en el caso longitudinal, el *análisis horizontal*, implica observar el comportamiento de esta edad o grupo de edades a lo largo de cierto periodo de tiempo, pero se necesita observar diferentes generaciones. Como su nombre lo indica, dentro del **diagrama de Lexis**, este análisis requiere estudiar el comportamiento de una franja horizontal.

El siguiente gráfico ilustra la descripción anterior con respecto a los tres tipos de análisis.

Figura 1.2.1 Diagrama de Lexis para análisis longitudinales, transversales y horizontales.



Si se quiere predecir cómo va a cambiar una población en un momento dado, la información que da la estructura por edades es importante: no todo el mundo tiene el mismo riesgo de morir. Es mucho más probable morir para un anciano que para un joven. Tampoco todas las personas pueden tener hijos. Sólo las mujeres en edad fértil pueden dar a luz un hijo. Por este motivo para comprender la dinámica demográfica no basta con conocer las tasas brutas: una tasa bruta de mortalidad baja puede ser debida a que los riesgos de morir sean muy bajos o a que la población sea muy joven. Por este motivo construimos las *tasas específicas de mortalidad por edades*. Éstas se construyen dividiendo



las personas muertas a una determinada edad en un año por la población media de esa edad:

$$m_x = \frac{D_x}{P_x} \dots\dots\dots 1.2.1.1$$

donde x indica la edad.

En la práctica estas tasas se calculan de forma separada para hombres y mujeres puesto que las tasas son distintas para los dos sexos.

A partir de las tasas específicas de mortalidad por edades es posible construir una **tabla de mortalidad de periodo**. Ésta consiste en un ejercicio de imaginación que se conoce como análisis de **cohorte sintética o ficticia**²: se sigue a una cohorte supuesta de tamaño arbitrario, por ejemplo, 10,000 individuos, y se calcula cuántos morirían a cada edad de esa cohorte si sus tasas de mortalidad son las tasas específicas del momento. Al número de muertes a cada edad de esa cohorte ficticia se denomina d_x . Al número de supervivientes de esos 10000 que llegarían a cumplir x años se le llama l_x . Ambas son funciones de x que sirven para caracterizar la mortalidad en un instante dado. Es también posible calcular la **esperanza de vida al nacimiento** de la cohorte ficticia, $e_0(t)$: cuántos años vivirían de media unos individuos que experimentarían a lo largo de su vida las tasas de mortalidad por edades del momento actual. Ésta es la medida pura de mortalidad de uso más común. Es importante señalar que es una medida de periodo: no responde a la experiencia de una cohorte real. Es errónea su interpretación, muy común por otra parte, como el número esperado de años que vivirá un recién nacido de ese año. Ésta última cantidad depende de la mortalidad futura, y se corresponde con la esperanza de vida de la cohorte de nacidos en ese año. Sin embargo, ésta sólo podrá ser conocida con certeza cuando todos los miembros de esa cohorte hayan fallecido, a posteriori.

² Hasta el momento se supone que se trabaja con una cohorte real, que es estudiada a lo largo de su vida. Sin embargo, los análisis trasversales permiten suponer, que en el estudio de un hecho demográfico para generación específica, se puede llevar a cabo trasponiéndole la intensidad de este hecho de las generaciones que le anteceden. Por ejemplo, suponiendo que para la cohorte de nacimientos del 2001 en México, la intensidad de la mortalidad que los va a afectar a lo largo de toda su vida, es la misma que tienen actualmente las generaciones del 2000, 1999, 1998, Esto permitiría, entre otras cosas, conocer el promedio de vida que esperaría alcanzar un individuo nacido en el 2001, bajo el supuesto de que las condiciones de mortalidad de este año se mantienen constantes. A la cohorte resultante, se le llama cohorte ficticia. Así como la mortalidad, también se pueden examinar los otros componentes del cambio demográfico, mediante la utilización de una cohorte ficticia.



El artificio de la cohorte sintética se utiliza también para calcular indicadores de fecundidad puros. Para ello se calculan las *tasas específicas de fecundidad por edades*,

$$f_x = \frac{N_x(t)}{P_x^M(t)} \dots \dots \dots 1.2.1.2$$

donde $N_x(t)$ es el número de nacimientos en el periodo cuyas madres tenían edad x , y $P_x^M(t)$ es la población media de mujeres de edad x .

Puede interpretarse como la proporción de mujeres de esa edad que tienen hijos en ese año. Sumando las tasas específicas de fecundidad por edades se obtiene el equivalente en análisis de periodo a la descendencia media: el *Índice Sintético de Fecundidad* o *Tasa de Fecundidad Total* (ISF ó TFR de sus iniciales en inglés, *Total Fertility Rate*). Se trata del indicador de fecundidad de periodo más utilizado, y se expresa en hijos por mujer. Representa el número medio de hijos que acabaría teniendo una mujer de la cohorte sintética (de ahí lo de índice *sintético*) que sobreviviera las edades fértiles y tuviera hijos de acuerdo a las tasas específicas de fecundidad por edades del momento actual.

Finalmente es también posible combinar fecundidad y mortalidad y estudiar la reproducción en la cohorte sintética, es decir: la *razón de reproducción neta de periodo*. Para ello no se tiene más que aplicar simultáneamente las tasas de mortalidad y de fecundidad a la cohorte sintética de mujeres y dividir el número de hijas que tuvieran por el número inicial de mujeres. Esta medida puede dar una idea de las implicaciones a largo plazo de las tasas de mortalidad y fecundidad del momento.

Un valor de 2 indicaría que si se mantienen las tasas actuales la población tendería a duplicarse cada generación. Un valor de 1 indicaría que la población tendería a perpetuarse en un tamaño concreto. Por eso decimos que 1 es el *nivel de reemplazo* de la Razón de Reproducción Neta. A menudo también se habla del *nivel de reemplazo del Índice Sintético de Fecundidad*, es decir, cuántos hijos deberían de tenerse por mujer en la cohorte sintética para que la *NRR* fuera igual a 1. Esta cantidad depende del nivel de mortalidad, pero suele estar en torno a 2,1 que suele indicarse como la *fecundidad de reemplazo*. Como se ve, el análisis demográfico de periodo lleva de forma natural a preguntarse sobre las implicaciones a largo plazo de unas tasas concretas de mortalidad y fecundidad. Esto se corresponde con la idea de las poblaciones estables.



1.3 Análisis de Supervivencia

Los estudios de supervivencia son un caso particular del análisis longitudinal, ya que los tiempos de supervivencia se caracterizan por la presencia de datos censurados: individuos a los que no ha podido observárseles el final de su evolución, o no se les conoce su tiempo real de supervivencia.

El análisis de supervivencia centra el interés en un grupo (o varios) de individuos para los cuales se define un evento, a menudo llamado fracaso, que ocurre después de un intervalo de tiempo, llamado tiempo de fracaso. Para determinar el tiempo de fracaso hay tres requerimientos: un tiempo inicial, que debe estar inequívocamente definido; una escala para medir el transcurso del tiempo y tener bien claro qué se entiende por evento. El tratamiento estadístico de estos tiempos es el ya mencionado análisis de supervivencia.

Definiendo, se denomina análisis de supervivencia al *conjunto de técnicas estadísticas que permiten estudiar la variable "tiempo hasta que ocurre un evento o suceso de fallo"*, ya sea éste beneficioso (curación, alta hospitalaria) o perjudicial (muerte, aparición de efecto adverso, rechazo del trasplante) o incluso indiferente (cambio de tratamiento) y su dependencia de otras posibles variables explicatorias. El término supervivencia se debe a que en las primeras aplicaciones de este método de análisis se utilizaba en la medicina teniendo como evento la muerte de un paciente.

Por ejemplo, en el estudio de enfermedades crónicas o tratamientos muy agresivos, la supervivencia es el tiempo hasta que ocurre la muerte del enfermo (tiempo de supervivencia) y su dependencia de la aplicación de distintos tratamientos, pero en otras enfermedades, el tiempo hasta la curación, o el tiempo hasta la aparición de la enfermedad. En procesos de control de calidad se estudia el tiempo hasta que un cierto producto falla (tiempo de fallo), o el tiempo de espera hasta recibir un servicio (tiempo de espera), etc.

Los datos proporcionados por los estudios clínicos se expresan en múltiples ocasiones en términos de supervivencia. Por lo tanto, esta medida no queda limitada a los términos de vida o muerte, sino a situaciones en las que se mide el tiempo que transcurre hasta que sucede un evento de interés, como puede ser tiempo de recurrencia, tiempo que dura la eficacia de una intervención, tiempo de un aprendizaje determinado, etc. Por tanto, *la supervivencia* es una medida de tiempo a una respuesta, fallo, muerte, recaída o desarrollo de una determinada enfermedad o evento.



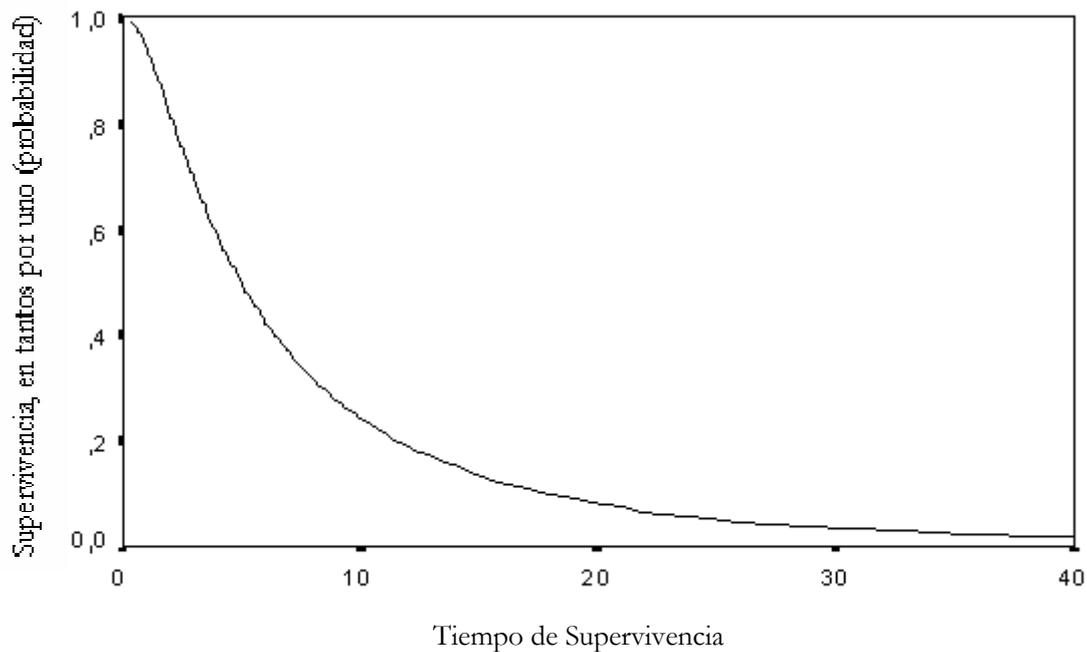
El objetivo de los estudios de supervivencia es explicar una evolución, por lo que se alargan en el tiempo (estudios longitudinales). Por ello se debe tener especial cuidado en el diseño del protocolo, y procurar realizar un estudio prospectivo³.

En el protocolo se tiene que definir de manera precisa el momento inicial de la observación (nacimiento) y el momento final (muerte). Si a los individuos se les observan otros factores o covariables⁴, habrá que definir concretamente cómo y cuándo han de observarse esos valores.

Como en cualquier estudio experimental, los individuos que componen la muestra para el estudio deben ser representativos de la población que se desea estudiar.

En ocasiones, el objetivo del estudio de supervivencia es conocer el porcentaje de supervivencia a un tiempo concreto (horizonte). Lo más frecuente, sin embargo, es estudiar toda la evolución mediante la obtención de la función de supervivencia.

Figura 1.3.1 Función de supervivencia.



³ Este estudio posee una característica fundamental, es la de iniciarse con la exposición de una supuesta causa, y luego seguir a través del tiempo a una cierta población hasta determinar o no la aparición del efecto. Este tipo de estudio es muy utilizado en epidemiología.

⁴ Las covariables son variables que actúan de manera simultánea con otra u otras variables.



1.3.1 Conceptos básicos de la supervivencia

Para el análisis de supervivencia, primeramente se selecciona a una población en la que los individuos entran y salen⁵. Dentro de esta población, que permanecerá homogénea, se calcula la intensidad y tiempo del fenómeno estudiado en su estado puro.

Los requisitos necesarios para disponer de datos adecuados para un análisis de supervivencia son:

- Definir claramente el seguimiento u observación, que viene definido por una **fecha de inicio (t=0)** y una **fecha de cierre** que determinan el tiempo de seguimiento. Las fechas de inicio y cierre son diferentes para cada individuo, pues los individuos incluidos en el estudio se incorporan en momentos diferentes.
- Definir clara y apropiadamente la **escala de tiempo** que será usada. El tiempo transcurrido desde t=0 puede ser medido en años, meses, etc.
- Definir apropiadamente y perfectamente el **evento, acontecimiento o suceso** que será estudiado de forma clara.

Para poder determinar exactamente la fecha del mismo. Este evento está casi siempre asociado a la muerte del paciente como los ejemplos mencionados anteriormente pero no tiene por que ser así, ya que puede hacer referencia también a la fecha de alta, la fecha de remisión de la enfermedad, la fecha de recidiva, la fecha de recaída o fallo, etc.

Por lo tanto, en caso de estudiar la supervivencia, el evento considerado no es que se produzca o no la muerte, sino la muerte relacionada con la enfermedad. Si consideramos una muerte no relacionada con la enfermedad introduciremos un sesgo de información. El paciente fallecido por una causa que no está vinculada al evento de interés debe ser considerado como censurado y computar su tiempo de seguimiento como incompleto o perdido.

Por ejemplo, si en un estudio clínico se tiene un grupo de pacientes; la observación de cada uno de ellos se inicia al diagnóstico (tiempo = 0) y continúa hasta la muerte o hasta que el tiempo de seguimiento se interrumpe. Cuando el tiempo de seguimiento termina antes de producirse la muerte o antes de completar el periodo de observación se habla de paciente “censurado”.

⁵ No necesariamente la población estudiada tiene que poseer esta dinámica, posiblemente los elementos que componen la población inicial son los mismos que están presentes al final del estudio.



El periodo de seguimiento puede terminar por las siguientes razones:

- El paciente decide no participar más en el estudio y lo abandona.
- El paciente se pierde y no tenemos información.
- El estudio termina antes de aparecer el evento.

El **tiempo de supervivencia** se define como el tiempo transcurrido desde el acontecimiento o estado inicial hasta el estado final y el **estado inicial** debe ser definido de manera que la fecha en que se produjo el evento pueda ser conocida exactamente (fecha de diagnóstico, fecha de la intervención quirúrgica, fecha de inicio de la radioterapia o quimioterapia, etc.). Como previamente se señaló, las fechas correspondientes al estado inicial son diferentes para cada sujeto.

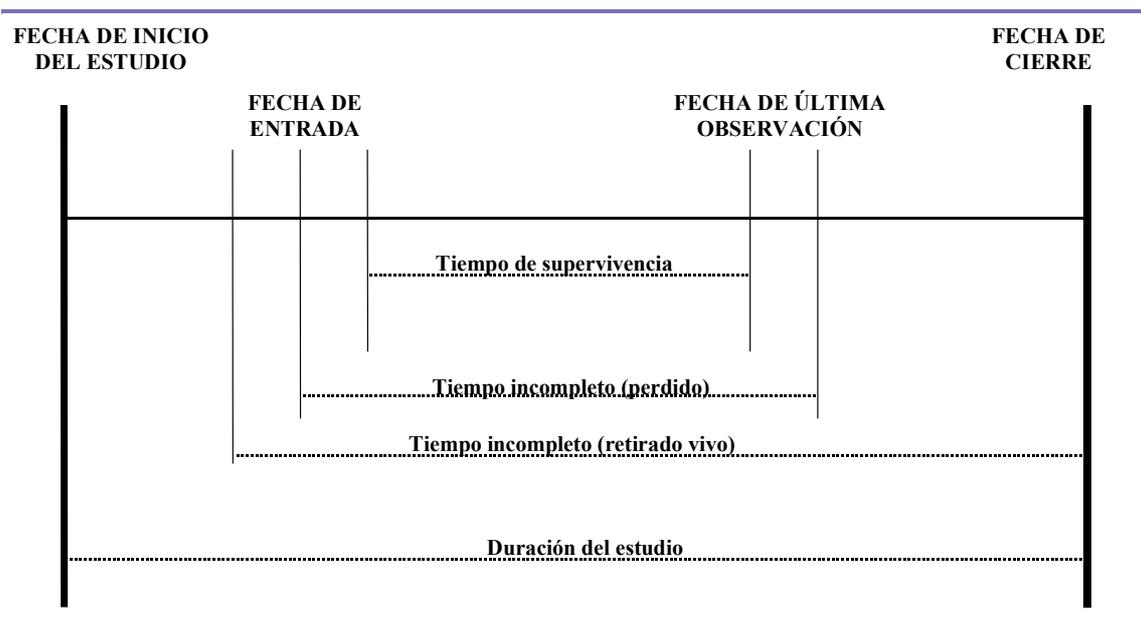
En la última observación se deben registrar dos variables fundamentales:

- El estado del sujeto y
- La fecha de la información de dicho estado

Retomando el ejemplo de los enfermos, si el paciente ha fallecido se puede, a partir de la fecha de defunción calcular el tiempo de supervivencia. Si el paciente está vivo a la fecha de la última observación se podrá calcular el tiempo incompleto o censurado aportado por dicho paciente.

Los factores que modifican la supervivencia de un paciente pueden ser variables fijas en el tiempo como el sexo, factores genéticos que se modifican en el tiempo, como la intensidad de exposición a una dieta, los cigarrillos por día, las intervenciones o tratamientos, la recurrencia, etc.

Figura 1.3.2 Esquema general de un estudio de supervivencia.





Elementos contemplados para el análisis de supervivencia

- **Población en riesgo:** Son todos los individuos que no han experimentado el evento que se está estudiando.
- **Censuras o datos censurados**

Existen cuando los datos de los tiempos de supervivencia no se conocen con exactitud.

- Personas que, después de terminar el seguimiento, no experimentaron el evento en estudio.
- No se conoce el tiempo hasta el suceso de interés (muerte, recaída), ya sea porque el estudio finalizó antes de la aparición del evento o porque los individuos en el estudio pueden haberse retirado o se les perdió el seguimiento (no continuaron por abandono, muerte, cambio de residencia, muerte no relacionada con la investigación, etc.) y no experimentaron el evento que se está estudiando.

- **Truncamientos:** Individuos que experimentaron el evento estudiado antes de $t=0$, es decir; no se observa la ocurrencia de origen en todos los individuos, el estudio se tendría que haber empezado con anterioridad ya que el evento se empezó antes.

Los elementos contemplados anteriormente, pueden originar limitaciones e imprecisiones de los datos, los cuales pueden estar sesgados por las censuras o los truncamientos.

Tipos de observaciones

La combinación de las observaciones previamente indicadas lleva a tener en los datos observaciones de diferentes tipos:

a) No truncada, no censurada:

El proceso se inicia en I pero el evento ocurre en t





b) No truncada, censurada:

El proceso se inicia en I pero el evento no se presenta durante el seguimiento realizado.

$$I * \text{-----} \dots\dots\dots$$

c) Truncada, no censurada:

Ya se tenía el proceso antes de entrar en el estudio (el diagnóstico o fecha de inicio está atrasada) y el evento se produce en t.

$$* \dots\dots\dots \text{-----} + t$$

d) Truncada, censurada:

Ya se tenía el proceso antes de entrar en el estudio, como en la situación anterior pero el evento no se presenta durante el seguimiento realizado.

$$* \dots\dots\dots \text{-----} \dots\dots\dots$$

En el análisis de la supervivencia se asume un supuesto básico: los mecanismos del evento y censura son estadísticamente independientes. Es decir, los no censurados representan bien a los censurados.

La figura 1.3.3 ejemplifica los diferentes tipos de datos observados en un estudio de supervivencia para el caso en que la observación de cada paciente se inicie en diferentes tiempos de diagnóstico para cada uno, es decir, entran al estudio en diferente fecha.

1.3.2 Metodología estadística

Debido a que la variable tiempo es continua, podría ser, en principio, estudiada mediante las técnicas de *análisis de la varianzá*⁶ o los *modelos de regresión*⁷. Hay, sin embargo, dos

⁶ El análisis de la varianza (o Anova: Analysis of variance) es un método para comparar dos o más medias, que es necesario cuando se quiere comparar más de dos medias porque es incorrecto utilizar repetidamente el contraste basado en la *t de Student*.

⁷ Los Modelos de Regresión Lineal, simple y múltiple, explican una variable dependiente Y en función de una o varias variables independientes X_1, \dots, X_k mediante una relación lineal del tipo

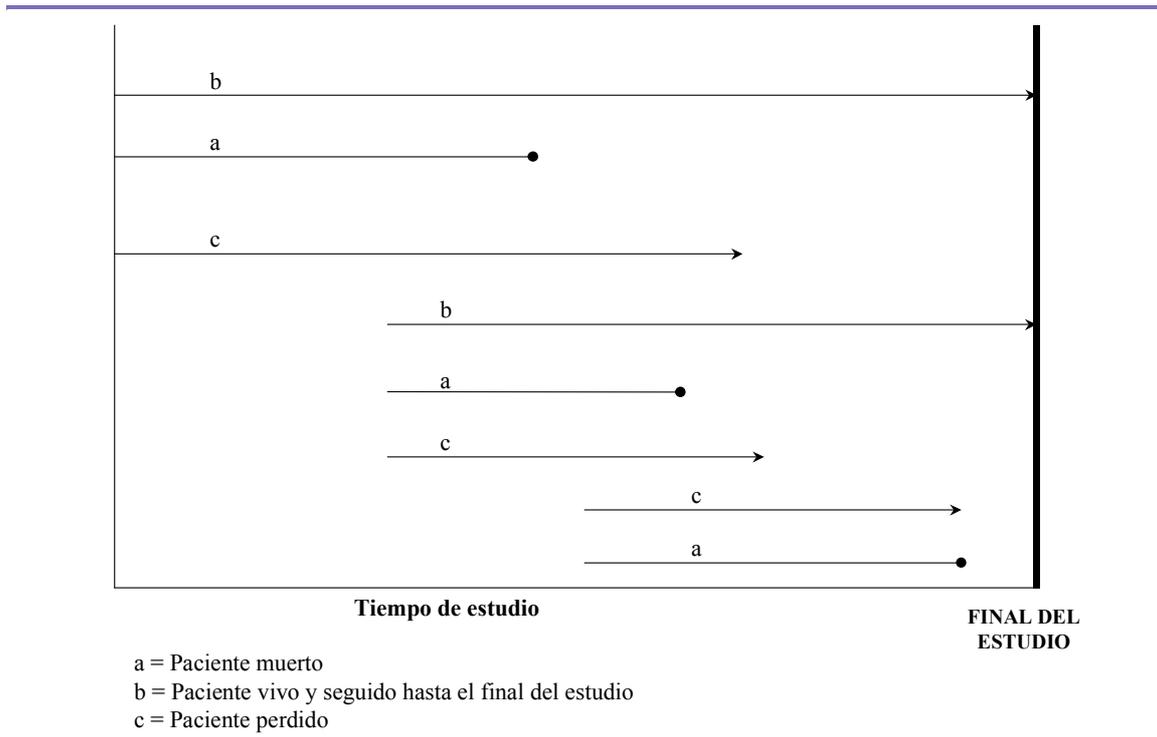
$$Y = b_0 + b_1 X_1 + \dots + b_k X_k$$

Una aspecto clave de esta clase de análisis es que la variable dependiente Y debe ser (además de con distribución normal) de tipo continuo.



dificultades importantes para este planteamiento. En primer lugar, en la mayor parte de los estudios citados la variable tiempo no tiene una distribución normal, más bien suele tener una distribución asimétrica y aunque podrían intentarse transformaciones que la normalizaran, existe una segunda dificultad que justifica un planteamiento específico para estas variables, y es que para observarlas se tiene que prolongar el estudio durante un periodo de tiempo suficientemente largo, en el cual suelen ocurrir pérdidas, que imposibilitan la observación del evento. Los motivos por los que pueden aparecer estas pérdidas, están citadas anteriormente.

Figura 1.3.3 Seguimiento de pacientes con distinta fecha de entrada.



Se debe tener en cuenta también que la variable es el tiempo hasta que ocurre un evento, y está definida por la duración del intervalo temporal entre los instantes en que empieza la observación y ocurre el evento. En los ejemplos citados, algunas observaciones pueden no comenzar en el mismo instante para todos los individuos. Se denomina pérdida por la izquierda a esta no coincidencia de los tiempos en que comienza la observación, ya que, si el estudio está diseñado para acabar en un tiempo determinado, el efecto de esta no coincidencia es reducir, para los que empiezan más tarde, el tiempo de observación.

Si se quisiera aplicar un modelo de regresión lineal a un estudio de este tipo, habría que eliminar del mismo las observaciones perdidas, ya que para ellas no se conoce el valor



de la variable; sin embargo; si se tiene alguna información útil sobre la misma, se sabe que es mayor que el tiempo en el que se produjo la pérdida.

El análisis de datos para estudios de supervivencia requiere métodos de análisis específicos por dos razones fundamentales (para el caso del estudio de los pacientes):

- a. Los investigadores muy frecuentemente analizan los datos antes de que todos los pacientes hayan muerto, ya que si no, habría que esperar muchos años para realizar dichos estudios. Los datos aportados por los pacientes vivos, como se señaló previamente, son observaciones “censuradas” y deben considerarse como tales a la hora de analizarlas.
- b. La segunda razón por la que se necesitan métodos especiales de análisis es porque típicamente los pacientes no inician el tratamiento o entran al estudio al mismo tiempo.

El estudio de la supervivencia, el análisis de los datos puede ser realizado utilizando técnicas paramétricas y no paramétricas.

Paramétricas (las más frecuentes):

- Distribución Exponencial.
- Distribución de Weibull
- Distribución Log normal

No paramétricas:

- Método Actuarial
- Método de Kaplan-Meier
- Método Logrank
- Método de Regresión de Cox (Semiparamétrico)

Los métodos estadísticos más utilizados son los no paramétricos. Así, las curvas de supervivencia por lo general se producen usando uno de dos métodos: el análisis actuarial o el método del límite de producto de Kaplan-Meier.

Por ejemplo, el método Kaplan-Meier calcula la supervivencia cada vez que un paciente muere. El análisis actuarial divide el tiempo en intervalos y calcula la supervivencia en cada intervalo. El procedimiento Kaplan-Meier da proporciones exactas de supervivencia debido a que utiliza tiempos de supervivencia precisos; el análisis actuarial da aproximaciones, debido a que agrupa los tiempos de supervivencia en intervalos. Antes de



que se extendiera el uso de computadoras, el método actuarial era más fácil de usar para un número muy grande de observaciones.

1.3.3 Estimación no paramétrica de la supervivencia

Pruebas de Hipótesis

Una hipótesis estadística es una suposición hecha con respecto a la función de distribución de una variable aleatoria, o bien; para establecer la verdad o falsedad de una hipótesis estadística con certeza total, será necesario examinar toda la población. En la mayoría de las situaciones reales no es posible o práctico efectuar este examen, y el camino más aconsejable es tomar una muestra aleatoria de la población y con base en ella, decidir si la hipótesis es verdadera o falsa.

En la prueba de una hipótesis estadística, es costumbre declarar la hipótesis como verdadera si la probabilidad calculada excede el valor tabular llamado el nivel de significación y se declara falsa si la probabilidad calculada es menor que el valor tabular.

La prueba a realizar dependerá del tamaño de las muestras, de la homogeneidad de las varianzas y de la dependencia o no de las variables.

Si se quiere decidir entre dos hipótesis que afectan a un cierto parámetro de la población, a partir de la información de la muestra se usará el **contraste de hipótesis**, cuando se opte por una de ellas se ha de conocer una medida del error cometido, es decir, cuántas veces de cada cien se equivoca.

En primer lugar, se indica cómo se deben de escribir las hipótesis que se desean contrastar:

- **H0** se llama **hipótesis nula** y es lo contrario de lo que se sospecha que va a ocurrir (suele llevar los signos igual, mayor o igual y menor o igual).
- **H1** se llama **hipótesis alternativa** y es lo que se sospecha que va a ser cierto (suele llevar los signos distinto, mayor y menor).

Los contrastes de hipótesis pueden ser de dos tipos:

- **Bilateral:** En la hipótesis alternativa aparece el signo distinto.
- **Unilateral:** En la hipótesis alternativa aparece o el signo $>$ o el signo $<$.



Puede existir el caso en que se acepte una hipótesis cuando en realidad no es cierta, entonces se comete uno de dos tipos posibles de error:

- **Error de tipo I:** Consiste en aceptar la hipótesis alternativa cuando la cierta es la nula.
- **Error de tipo II:** Consiste en aceptar la hipótesis nula cuando la cierta es la alternativa.

Estos errores se aceptarán si no son muy grandes o si no nos importa que sean muy grandes.

- **Alfa:** Es la probabilidad de cometer un error de tipo I.
- **Beta:** Es la probabilidad de cometer un error de tipo II.

De los dos, el más importante es alfa, el cual se llama **nivel de significación** e informa de la probabilidad de estar equivocado si se acepta la hipótesis alternativa.

Debido a que los dos errores anteriores a la vez son imposibles de controlar, se fijarán solamente en el nivel de significación, éste es el que interesa, ya que la hipótesis alternativa de interés en probar y no se quiere aceptar si en realidad no es cierta. Es decir, si se acepta la hipótesis alternativa se desea equivocarse con un margen de error muy pequeño.

El nivel de significación lo determina o lo marca el que realiza la prueba. Si es grande es más fácil aceptar la hipótesis alternativa cuando en realidad es falsa. El valor del nivel de significación suele ser un 5%, lo que significa que 5 de cada 100 veces se acepta la hipótesis alternativa cuando la cierta es la nula.

Estimación de la supervivencia

Partiendo de la base de que algunos contrastes de hipótesis dependen del supuesto de normalidad, muchos de estos contrastes siguen siendo aproximadamente válidos cuando se aplican a muestras muy grandes, incluso si la distribución de la población no es normal. Sin embargo, muchas veces se da también el caso de que, en aplicaciones prácticas, dicho supuesto de normalidad no sea sostenible. Lo deseable entonces será buscar la inferencia en contrastes que sean válidos bajo un amplio rango de distribuciones de la población. Tales contrastes se denominan no paramétricos.



Los contrastes no paramétricos son generalmente, válidos para cualquiera que sea la distribución de la población. Es decir, dichos contrastes pueden ser desarrollados de manera que tengan el nivel de significación requerido, sin importar la distribución de los miembros de la población.

Por lo tanto, se denominan **pruebas no paramétricas** aquellas que no presuponen una distribución de probabilidad para los datos, por ello se conocen también como de distribución libre (*distribution free*). En la mayor parte de ellas los resultados estadísticos se derivan únicamente a partir de procedimientos de ordenación y recuento, por lo que su base lógica es de fácil comprensión. Cuando se trabaja con muestras pequeñas ($n < 10$) en las que se desconoce si es válido suponer la normalidad de los datos, conviene utilizar pruebas no paramétricas, al menos para corroborar los resultados obtenidos a partir de la utilización de la teoría basada en la normal.

En estos casos se emplea como parámetro de centralización la mediana, que es aquel punto para el que el valor de X está el 50% de las veces por debajo y el 50% por encima.

Existen otras muchas pruebas estadísticas diseñadas para situaciones en las que no se cumplen las suposiciones críticas o que involucran datos cuantitativos o categóricos.

Las pruebas no paramétricas no necesitan suposiciones respecto a la composición de los datos poblacionales. Las pruebas no paramétricas son de uso común:

1. Cuando no se cumplen las suposiciones requeridas por otras técnicas usadas, por lo general llamadas pruebas paramétricas.
2. Cuando es necesario usar un tamaño de muestra pequeño y no es posible verificar que se cumplan ciertas suposiciones clave.
3. Cuando se necesita convertir datos cualitativos a información útil para la toma de decisiones.

Existen muchos casos en los que se recogen datos medidos en una escala nominal u ordinal.

Las pruebas no paramétricas tienen varias **ventajas** sobre las pruebas paramétricas:

- Por lo general, son fáciles de usar y entender.
- Eliminan la necesidad de suposiciones restrictivas de las pruebas paramétricas.
- Se pueden usar con muestras pequeñas.
- Se pueden usar con datos cualitativos.



También las pruebas no paramétricas tienen **desventajas**:

- A veces, ignoran, desperdician o pierden información.
- No son tan eficientes como las paramétricas.
- Llevan a una mayor probabilidad de no rechazar una hipótesis nula falsa (incurriendo en un error de tipo II).

Las pruebas no paramétricas son pruebas estadísticas que no hacen suposiciones sobre la estructura de los datos de la población.

Por lo general, las pruebas paramétricas son más poderosas que las pruebas no paramétricas y deben usarse siempre que sea posible. Es importante observar, que aunque las pruebas no paramétricas no hacen suposiciones sobre la distribución de la población que se muestrea, muchas veces se apoyan en distribuciones muestrales como la normal o la χ^2 cuadrada.

Método Actuarial

Con el método actuarial, los tiempos de supervivencia se agrupan en intervalos. La longitud del intervalo depende de la frecuencia con que ocurre el suceso de interés. Los intervalos no necesitan ser de la misma longitud. El método de la tabla vital o análisis actuarial se conoce en la bibliografía médica como el método de Cutler-Ederer.

El método actuarial implica dos premisas en los datos: la primera es que todos los abandonos durante un intervalo dado ocurren aleatoriamente durante dicho intervalo. Esta premisa es de escasa importancia cuando se analizan intervalos de tiempo cortos, sin embargo, puede haber un sesgo importante cuando los intervalos son grandes, si hay numerosos abandonos o si los abandonos no ocurren a mitad del intervalo. El método Kaplan-Meier supera estos problemas. La segunda premisa es que aunque la supervivencia en un tiempo dado depende de la supervivencia en todos los periodos previos, la probabilidad de la misma en un periodo de tiempo es independiente de la probabilidad de supervivencia en los demás periodos.

Este método asume que:

1. Las retiradas y las pérdidas (censuras) se distribuyen homogéneamente en el intervalo. Por tanto, el número de personas a riesgo en un intervalo es igual al



número de personas que entra menos la mitad del número que se pierde o retira del intervalo.

2. Las personas que se retiran del estudio tienen un destino parecido a las que se quedan.
3. El periodo de tiempo durante el cual una persona entra en el estudio no tiene efecto independiente en la respuesta.

El estimador de la probabilidad de supervivencia (no experimentar el evento estudiado) en el tiempo i es:

$$p_i = 1 - q \quad \dots\dots\dots 1.3.3.1$$

Donde q es el complemento de p , o sea, el estimador de la probabilidad de experimentar el evento estudiado. Este estimador se calcula como:

$$q = \frac{d}{n - \frac{w}{2}} \quad \dots\dots\dots 1.3.3.2$$

donde:

- d = Número de eventos experimentados durante el intervalo.
- n = Población al inicio del intervalo.
- w = Número de censuras.

Método de Kaplan-Meier

El análisis de supervivencia puntual, pierde la información proporcionada por los datos censurados anteriores al horizonte, pues los convierte en datos faltantes y no se utilizan para nada. Sin embargo, un dato censurado grande tendrá más probabilidades de pertenecer a un individuo que sobrevive al horizonte que un dato censurado pequeño.

El método de Kaplan-Meier (estimador producto de la función de supervivencia) conocido también como del “límite del producto”, tiene en cuenta ese hecho y corrige ligeramente los valores de supervivencia.



La característica distintiva del análisis con este método, es que la proporción acumulada que sobrevive se calcula para el tiempo de supervivencia de cada individuo y no se agrupan los tiempos de supervivencia en intervalos. Por esta razón, es especialmente útil para estudios que utilizan un número pequeño de individuos. El método de Kaplan-Meier incorpora la idea del tiempo al que ocurren los eventos.

El método de Kaplan-Meier se utiliza cuando la muestra es menor de 30 y también para muestras mayores de 30, y se conocen los tiempos individuales de los censurados y no censurados.

La validez de este método descansa en dos suposiciones:

1. Las personas que se retiran del estudio tienen un destino parecido a las que quedan.
2. El periodo de tiempo durante el cual una persona entra en el estudio no tiene efecto independiente en la respuesta.

El modelo establece los diferentes intervalos de tiempo y, en consecuencia, los cambios de la curva, en cualquier momento en que se produce al menos un suceso. Para calcular la probabilidad numérica, el método tiene en cuenta la probabilidad de haber llegado al momento anterior, es decir, se trata de una probabilidad condicionada. En el instante inicial, como es fácil de entender, la probabilidad de supervivencia es de 1.0.

Este método es no paramétrico (no asume ninguna función de probabilidad) y por máxima verosimilitud, es decir se basa en maximizar la función de verosimilitud de la muestra. Una muestra aleatoria de tamaño n , extraída de una población, estará formada por k ($k=1,2,\dots, n$) tiempos $t_1 < t_2 < \dots < t_k$ en los que se observan eventos. En cada tiempo t_i existen h_i "individuos en riesgo" (elementos de la muestra para los que el evento muerte puede ocurrir) y se observan d_i eventos. Además en el intervalo $[t_i, t_{i+1})$ se producen m_i pérdidas. Se puede demostrar que la *función de verosimilitud* para toda la muestra es:

$$L = \prod_{i=1}^k \left(\frac{d_i}{h_i} \right)^{d_i} \left(\frac{h_i - d_i}{h_i} \right)^{m_i} \dots \dots \dots 1.3.3.3$$

Para construir esta función se ha asumido que la información contenida en las pérdidas es que, para cada una de ellas, el evento ocurre en un tiempo mayor que el tiempo en que se observa la pérdida. Maximizando esta función se encuentra que el estimador de la *función de riesgo* es:



$$h = \frac{d_i}{n_i} ; i = 1, 2, \dots, k \dots\dots\dots 1.3.3.4$$

y para la función de supervivencia, el denominado estimador *producto límite* o de *Kaplan-Meier* es:

$$S(t) = \prod_{i: t_i \leq t} \left(\frac{r_i - d_i}{r_i} \right) \dots\dots\dots 1.3.3.5$$

Expuesto de otra manera, la curva de supervivencia de Kaplan Meier, supone que; los tiempos de supervivencia, incluyendo las observaciones censuradas después de entrar al estudio (ordenados por aumento de la duración) del grupo de n sujetos son t_1, t_2, \dots, t_n .

La proporción de individuos, $S(t)$, que sobreviven después de cualquier tiempo t_p es estimado por:

$$S(t) = \frac{r_1 - d_1}{r_1} \cdot \frac{r_2 - d_2}{r_2} \cdot \dots \cdot \frac{r_p - d_p}{r_p} \dots\dots\dots 1.3.3.6$$

donde t_p es el tiempo de supervivencia más grande, menor o igual a t , y r_i es el número de sujetos vivos justo antes del tiempo t_i (el tiempo de supervivencia ordenados por el elemento i -ésimo), d_i denota al número de individuos que murieron en el tiempo t_i , donde i puede ser cualquier valor de entre 1 y p . Para el caso de las observaciones censuradas $d_i = 0$.

La gráfica a partir del método

Ordenando los tiempos de supervivencia por el incremento de la duración iniciando por el más corto. En cada evento i está dado por el número de sobrevivientes inmediatamente antes del evento r_i . Antes del primer evento todos los individuos están vivos y $S(t)=1$. Si se denota el inicio del estudio como t_0 , donde $t_0=0$, entonces se tiene $S^{t_0} = 1$. Ahora se

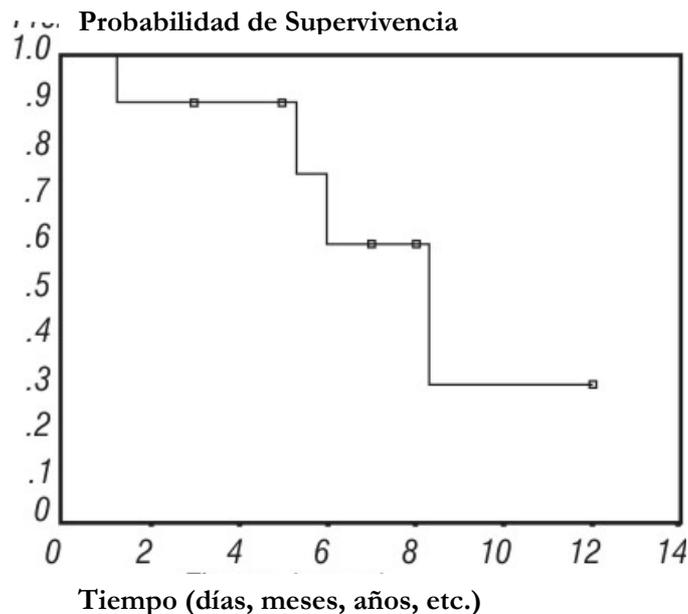


puede calcular los tiempos de supervivencia t_i para cada valor de i , desde 1 a n por medio de la siguiente formula. Dado el número de eventos (muertes), d_i , en el tiempo t_i y el número de individuos vivos, r_i , justo antes de t_i se calcula:

$$S = \prod_{i=1}^n \left(1 - \frac{d_i}{r_i} \right) \quad \dots \dots \dots \quad 1.3.3.7$$

Se hace esto sólo para los eventos y no para las observaciones censuradas. La curva de supervivencia no se altera en el tiempo de una observación censurada, pero en el próximo evento después de la observación censurada, el número de personas “en riesgo” se reduce por el número de censurados entre los dos eventos. La siguiente gráfica muestra la curva de supervivencia de Kaplan-Meier. En el eje de las abscisas se representa la probabilidad de mantenerse libre del suceso o evento (supervivencia) y en el de ordenadas, el tiempo de seguimiento (observación) determinados en periodos de tiempos iguales (meses, años, etc.). Al inicio la probabilidad es 1.0 y en cada momento en el que se produce algún fallo, la curva hace un escalón, que será más pronunciado cuantos más fallos sucedan. Al final, cuando no hay más fallos, la curva se hace plana.

Figura 1.3.4 Curva de supervivencia de Kaplan-Meier.



□ Observación censurada



Para un tiempo concreto, la confianza de que el verdadero valor de la supervivencia esté entre los límites del intervalo es del 95%.

Existen tablas de supervivencia que proporciona Kaplan-Meier que no son nada interesantes, a no ser de que se disponga de muy pocos datos. Es Mejor utilizar el método de Berkson-Gage (tablas de vida), basado en agrupar los datos por intervalos de tiempo.

Método de Regresión de Cox

Dada una variable cuyos valores corresponden al tiempo que transcurre hasta que ocurre un determinado suceso final y un conjunto de una o más variables independientes cuantitativas o cualitativas, la regresión de Cox consiste en obtener una función lineal de las variables independientes que permitan estimar, en función del tiempo, la probabilidad de que ocurra dicho suceso.

Este método es de tipo semiparamétrico⁸ que permite estudiar datos de supervivencia, pudiendo resultar de utilidad en muchas situaciones habituales. Modeliza la función de azar⁹ de cada individuo como un producto de dos factores:

$$h(t) = h_0(t) \exp(b_1 X_1 + \dots + b_p X_p) \dots\dots\dots 1.3.3.8$$

El primer factor es una función de azar común a todos los individuos, conocida como azar base, y a la que no se le pone ninguna restricción. Esta es la parte no paramétrica del modelo. El segundo factor es una función de las covariables del individuo, por lo que tomará un valor distinto para cada individuo. Esta es la parte paramétrica del modelo. En la regresión de Cox, a diferencia de los métodos anteriores, se supone que existe un conjunto de variables independientes, X_1, \dots, X_p , cuyos valores influyen en el tiempo que transcurre hasta que ocurre el suceso final. Si se define la función de riesgo, $h(t)$, como el límite, cuando Δt tiende a cero, de la probabilidad de que el suceso final ocurra en un pequeño intervalo $[t, t + \Delta t]$, puesto que no ha ocurrido antes del instante t , el modelo que se postula es:

⁸ El método de regresión de Cox es de tipo semiparamétrico porque el modelo está formado por dos funciones; la función de azar "h" y la de supervivencia que involucra un conjunto de variables, una de tipo paramétrico y otra no paramétrico, respectivamente.
⁹ La función de azar es la tasa instantánea de muerte: La probabilidad de morir en el instante siguiente al tiempo t, dado que se ha vivido al menos hasta el tiempo t.



$$h(t/X) = h_0(t)g(X) \dots\dots\dots 1.3.3.9$$

donde:

h(t/X): Función de riesgo, considerando la información de la variable $X = X_1 + \dots + X_p$

h_0(t): Función de riesgo sin considerar el efecto de la variable

$X = X_1 + \dots + X_p$

Es decir, se supone que la función de riesgo se puede expresar como el producto de una función de t y otra función que únicamente depende de $X_1 + \dots + X_p$. En particular, si:

$$g(X) = \dots\dots\dots 1.3.3.10$$

siendo Z la combinación lineal:

$$Z = \sum_{j=1}^p b_j X_j = b_1 X_1 + \dots + b_p X_p \dots\dots\dots 1.3.3.11$$

Se tiene el modelo de Regresión de Cox. El análisis consistirá en estimar los parámetros desconocidos b_1, \dots, b_p . Por ello, una vez estimados los parámetros del modelo, además de la estimación de la función de riesgo se obtendrá la estimación del valor de la función de supervivencia para cada instante de t .

Tablas de Vida

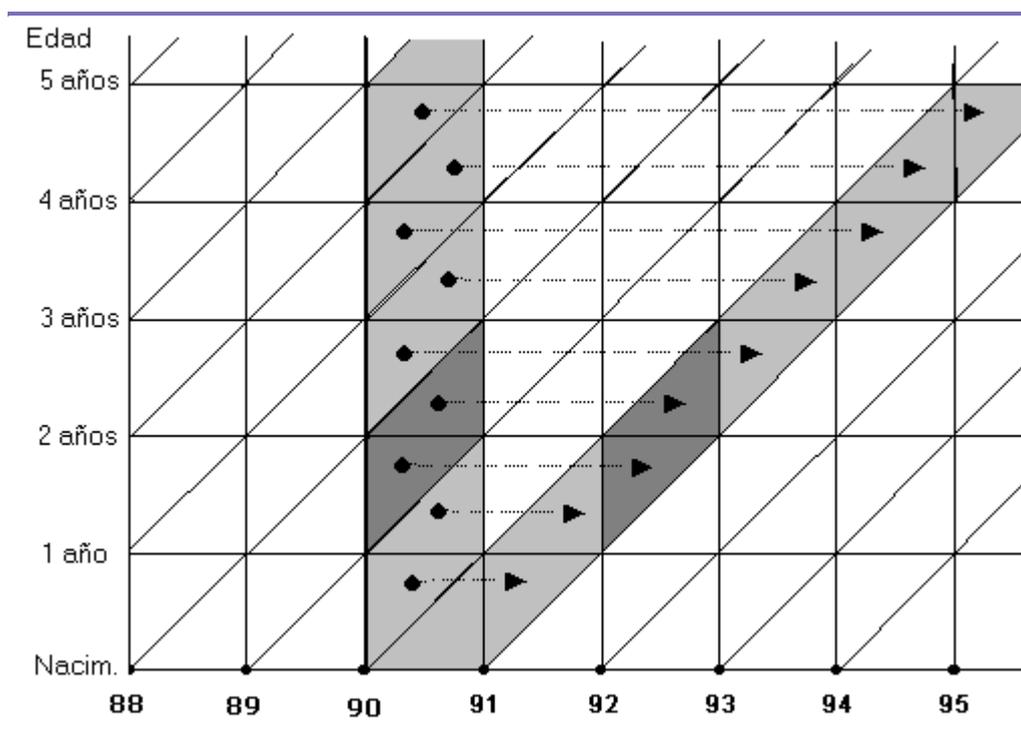
Una tabla de vida o tabla de mortalidad, es un modelo teórico que describe la extinción de una cohorte hipotética o ficticia. Permite determinar las probabilidades de sobrevivir o de morir a una edad exacta " x " o entre edades " x " y " $x+n$ ". Se considera como la herramienta más completa para el análisis de la mortalidad de una población en un momento dado. Los supuestos fundamentales para la creación de una tabla de vida son:



- Es un modelo teórico que describe, numéricamente, el proceso de extinción por muerte de un grupo inicial, generalmente una cohorte de recién nacidos (base de la tabla).
- La ley de extinción, corresponde a la mortalidad experimentada por una población durante un periodo de tiempo específico, relativamente corto (generalmente un año).
- La mortalidad se plantea en función de la edad y sus patrones (tasas de mortalidad) se consideran constantes en el tiempo.

En realidad la tabla de vida es un análisis transversal, dado que se basa en el patrón de mortalidad actual, observada sobre los miembros de una población real, por lo que se refiere a un análisis transversal. Por esta razón se le llama **tabla de contemporáneos**, a diferencia de una **tabla de generaciones**, la que se basa en un análisis longitudinal de la mortalidad de una generación específica, desde su nacimiento hasta su extinción completa. En este último caso, se requiere de un periodo de al menos 100 años para concluir el estudio, lo cual lo hace improbable e ineficiente. En la tabla de contemporáneos, los patrones de mortalidad para la cohorte en estudio, corresponden en realidad a las distintas generaciones en el mismo momento, tal como lo muestra el siguiente diagrama de Lexis de la figura 1.3.5 para el año 1990.

Figura 1.3.5 Diagrama de Lexis.





El diagrama por medio del análisis transversal puede simular el comportamiento longitudinal de la generación de 1990. Por ejemplo, las defunciones de la generación de 1988 ocurridas en el año 1990, van a representar las defunciones de la cohorte de 1990 y que ocurren en el año 1992. Del mismo modo se efectúa una simulación de las defunciones en las restantes cohortes.

Las tablas de vida se caracterizan por:

- Permiten describir el comportamiento de la mortalidad por edades y hacer comparaciones por sexo.
- Permiten obtener probabilidades de mortalidad, las que son más apropiadas que las tasas de mortalidad para realizar diferentes análisis demográficos.
- Permite calcular la esperanza de vida para las diferentes edades o grupos de edad. Ésta es una de las principales medidas resumen de mortalidad, pues no está afectada por la estructura por edades de la población.
- Puede ser llevada a un modelo teórico de población, llamado población estacionaria, la cual se logra, manteniendo constantes en el tiempo la mortalidad y la natalidad. En ella la tasa de natalidad es igual a la tasa de mortalidad y la tasa de crecimiento es 0.
- Permite efectuar diversas aplicaciones en gran variedad de problemas, tales como: estimación del nivel y tendencia de la mortalidad, evaluación de programas de salud, estudios de fecundidad y migración, estudios socioeconómicos como fuerza de trabajo, población escolar, regulación en sistemas de jubilaciones, etc.

Como se ha mencionado, se pueden crear tablas de vida para edades simples o para grupos de edad. Cuando se trabaja por grupos, el más común es el quinquenal; sin embargo, debido a las fuertes diferencias en mortalidad que se dan en los primeros años de vida, se recomienda que el primer grupo se presente en forma individual, especialmente a la edad 0.

Las funciones (elementos) consideradas para una tabla de mortalidad son:

- Función de Supervivientes
- Función de Defunciones
- Función de Probabilidad de Muerte
- Función de Probabilidad de Supervivencia
- Función de Tiempo Vivido



- Función de tiempo vivido entre “x” y “w” (w es el horizonte de observación del estudio)
- Función esperanza de vida a la edad x: e_x
- Número de años vividos desde el nacimiento hasta w: $x + e_x$
- Relación de supervivencia: ${}_n P_x, x+n-1$

Cada una de estas funciones tiene muchas aplicaciones dentro del campo demográfico, por lo que conviene tener una clara comprensión de ellas, así como su fórmula de cálculo y su interpretación.

Diagramas de Lexis

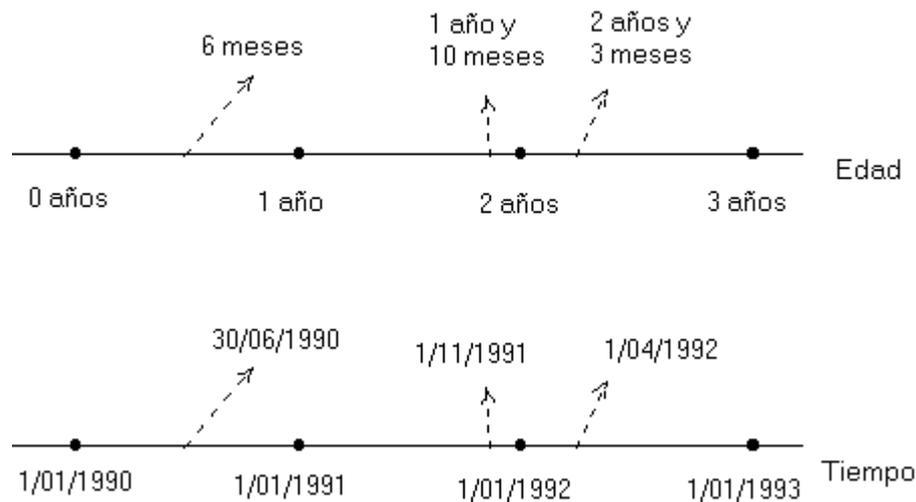
El estudio del comportamiento de todas las características demográficas está asociado a la variable tiempo, ya sea en un momento particular o en un intervalo. Los diagramas de Lexis consisten en una estrategia gráfica, que permiten representar fenómenos demográficos en el tiempo y facilitar la comprensión de diferentes medidas. Este tipo de diagramas fue introducido por el estadístico alemán Wilhem Lexis, en un libro titulado "Introducción a la Teoría Estadística Demográfica", que fue escrito en 1875.

Los diagramas de Lexis, son un importante recurso que permite la representación de fenómenos demográficos en el tiempo; pero además, facilita la interpretación de diversas tasas e indicadores.

Antes de entrar a analizar el diagrama completo, se procederá a conocer algunos de sus componentes. Considérese una recta y en ella una sucesión de puntos equidistantes y numerados secuencialmente. El principio básico consiste en que a cada punto de la recta le corresponde un instante en el tiempo. De este modo un intervalo de tiempo correspondería a un intervalo de puntos en la recta numérica. El siguiente diagrama (figura 1.3.6) consiste en dos líneas de tiempo, la primera representa la edad de una persona, por lo que, cada punto a partir de los 0 años es un instante de su vida. La segunda recta será el tiempo medido con el calendario habitual. Entonces, cada punto de la recta es un instante del tiempo que puede ser representado por una fecha y una hora específica.



Figura 1.3.6 Componentes del diagrama de Lexis.



El diagrama de Lexis completo, consiste en un plano cartesiano en donde los ejes coordenados representan líneas de tiempo; las abscisas, momentos del tiempo medidos con el calendario habitual y las ordenadas, edades. Si se presentan los años exactos en cada una de las rectas, tal como se hizo en el diagrama anterior, las rectas perpendiculares a estos puntos, permiten formar cuadrantes tal como lo muestra la figura 1.3.7.

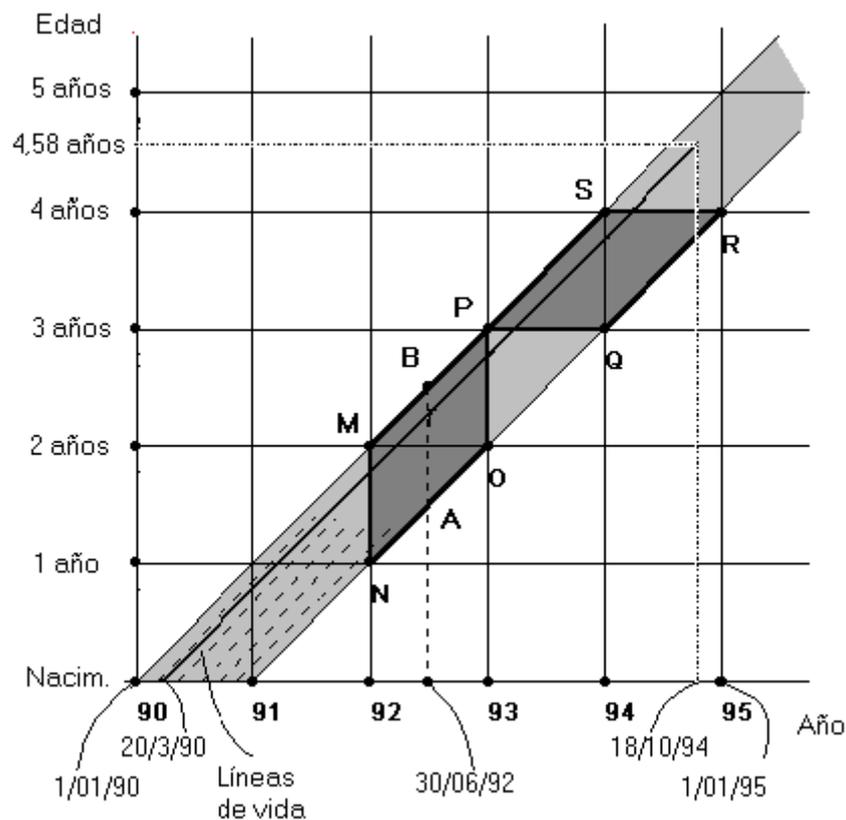
A modo de ejemplo, se supone que una persona nació el 20 de marzo de 1990, entonces le corresponde un punto particular en el eje de las abscisas, que es el punto de partida de su línea de vida. Conforme transcurra el tiempo y aumente la edad, su línea de vida avanzará en el diagrama, tal como se muestra, de manera que llega con vida a su cuarto cumpleaños, pero muere el 18 de octubre de 1994 y su línea de vida se interrumpe. Para ese entonces su edad exacta es de 4 años, 6 meses y 28 días, que equivale aproximadamente a 4,58 años. Al igual que esta persona, todos los demás individuos pertenecientes a la generación de 1990 (nacidos en 1990), tienen su propia línea de vida, las cuales se representan por la parte sombreada del gráfico. Cada vez que una línea de vida corta uno de los ejes horizontales, la persona habrá cumplido un año más y cada vez que corta un eje vertical habrá llegado con vida a un nuevo año calendario. A continuación se detallan algunas interpretaciones de mucho interés:

- El segmento **MO**, representa a todas las personas de la cohorte de 1990, que llegaron con vida a su segundo cumpleaños.
- El segmento **MN**, representa el número de personas de la generación de 1990 que llegaron con vida al primero de enero de 1992.



- El segmento **AB**, representa a las personas de la cohorte de 1990, que llegaron con vida al 30 de junio de 1992.
- Para una persona de esta cohorte de 1990, si su línea de vida se detiene dentro del paralelogramo **MNOP**, significa que murió durante el año 1992.
- Toda línea que quede interrumpida en el interior del paralelogramo **PQRS**, corresponderá a una persona de la cohorte de 1990, que murió a los tres años cumplidos.
- Toda línea que sea interrumpida dentro el triángulo **MNO**, representa a un niño de la generación de 1990, que murió en 1992, cuando tenía un año cumplido.
- Cada línea que se detiene en el interior del triángulo **MOP**, representa a un niño de la generación de 1990, que murió en 1992 a la edad de 2 años cumplidos.

Figura 1.3.7 Diagrama de Lexis completo.



Además de los análisis de mortalidad de las generaciones, los diagramas de Lexis pueden ser utilizados para estudiar otros fenómenos. Se puede analizar la permanencia de una generación de inmigrantes dentro de un pueblo, supervivencia de un grupo de personas a alguna enfermedad, permanencia dentro del matrimonio de un grupo de parejas, la deserción de una generación de estudiantes dentro de un sistema educativo, etc.



Capítulo II

SERVICIO PROFESIONAL DE CARRERA

2.1 Introducción

En todos los rincones del orbe, sin faltar México, las transformaciones han afectado usos y costumbres modificando ritmos y estilos de vida, obligando a pueblos y dirigentes a buscar alternativas para hacer frente a las nuevas perspectivas y retos. A fin de enfrentar estos retos y aprovechar las nuevas oportunidades, México decidió volverse participante activo, no espectador pasivo de los procesos de cambio en el mundo.

Es la modernización la base de apoyo en todo el proceso de reestructuración de la administración y sus respectivas relaciones. Los valores en que se funda son: eficiencia, agilidad, productividad y la simplificación. Aunque para esto, quienes estén involucrados deben dejar atrás estilos, mitos y tabúes, transformar los hábitos prácticas que no permiten incorporarse a la nueva realidad que se vive.

Es ahora, en este sexenio, cuando la modernización de la administración se efectúa más profundamente. Es mayor el intento por lograrlo, aunque claro, el interés siempre ha existido desde la Reforma Administrativa (1982-1989), hasta la Reforma del Estado y Modernización Administrativa (1989-1994). Es a estas dos últimas reformas a las que se



refiere específicamente dicha modernización, porque en estas es donde se instaura el Servicio Civil de Carrera.

Los esfuerzos realizados por el Estado para fortalecer y planear la actividad económica, han transcurrido en forma paralela con los dos esfuerzos realizados por prestar mayor atención a los programas de desarrollo y bienestar del personal al servicio del Estado. Resultado de todo esto, ha sido el surgimiento del Servicio Civil de Carrera como un medio seguro para atraer los procesos de desarrollo integral de la Administración Pública.

Un Estado moderno, requiere de la planeación como requisito documental para obtener un grado de desarrollo económico y social, que permita programar el manejo óptimo de los recursos disponibles del país, adecuado a ello, se ha instrumentado en el Servicio Civil de Carrera, para que en forma sistemática, justa, continua y dinámica aplique y coordine en su implantación de métodos de investigación social, los principios que le rigen y las técnicas más modernas que se han desarrollado en la capacitación y en materia de administración y economía. Todo ello con el fin de garantizar a cada individuo la realización de sus potencialidades y su contribución más eficaz al desarrollo cultural, social u económico del país.

El Servicio Civil de Carrera o Profesionalización, como algunos le llaman, del sector público desde su origen (27 de junio de 1983), es un instrumento de control de la modernización de la administración pública, y en su naturaleza pretende hacer garantizar la estabilidad y seguridad en el empleo, promover la responsabilidad, diligencia y eficacia mediante una motivación adecuada, elevando así la eficiencia y la agilidad, además de promover la capacidad permanente del personal federal, contribuir a asegurar la lealtad a la institución en un marco de eficiencia y honradez, y con esto desaparecer las condiciones generales de trabajo al ser sustituidas por este servicio.

Este instrumento de control de la modernización de la administración pública, conjuga el interés por analizarlo debido a su importancia cada vez mayor en el sector público principalmente.

2.2 Antecedentes

La Federación dio el primer paso al promulgar el estatuto de los trabajadores al servicio de los poderes de la unión en 1938, reconoció el carácter de asalariados de estos trabajadores.



El derecho de sindicalización, de huelga (con las modalidades respectivas que implica la función pública), el derecho de un tribunal para resolver los conflictos entre estos trabajadores y el Estado.

El nivel estatutario de este ordenamiento es impugnado por la burocracia estatal y solicitó su elevación a rango Constitucional, la solicitud fue aprobada a partir de la adición al artículo 123 constitucional en 1960, de un apartado especial para los trabajadores al servicio de los Poderes de la Unión y del Gobierno del Distrito Federal, en virtud de esta reforma, se expidió en 1963 la Ley Federal de los Trabajadores al Servicio del Estado.

Cabe hacer notar que la disposición sólo se refería a los trabajadores al servicio de los Poderes Federales y de ninguna manera a los trabajadores de los Estados y Municipios. Como esta facultad es explícita para la Federación, de acuerdo al artículo 124 Constitucional, se tenía reservada a los Estados; por tanto, varias Entidades Federativas expidieron sus leyes del servicio administrativo, que regulaban la relación de los Estados y Municipios y sus trabajadores.

Por regla general, en cuanto a los contenidos de estas leyes estatales, existe disparidad entre ellas mismas y la Ley de los Trabajadores de los Poderes de la Unión, que trae consigo la no contemplación de derechos consagrados en la Norma Federal.

2.3 El Servicio Civil de Carrera (SCC)

Se entiende como Servicio Civil de Carrera a:

La Racionalización de todos los procesos de administración de personal al servicio del Estado, llevados a rango de ley a fin de garantizar su vigencia y aplicación permanente con el propósito de propiciar y fomentar en los trabajadores la realización de una auténtica carrera como servidores públicos.

En otras palabras y si se toma en cuenta que se refiere a servicios civiles, la finalidad del SCC, es la racionalización de todos los procesos de administración de personal al servicio del Estado, por medio de un conjunto de normas legales, políticas y procedimientos administrativos, basados en las técnicas de administración de personal, con el objeto de un correcto manejo de los recursos humanos de la administración pública, y así



propiciar y fomentar en los trabajadores la realización de una auténtica carrera como servidores públicos.

Este servicio se inserta dentro de la administración pública como una estrategia fundamental que permitirá modernizar los sistemas de administración de personal, teniendo siempre presente que es la acción cotidiana de los trabajadores al servicio del Estado lo que permite la consecución de los objetivos y metas del gobierno federal.

La aceptación y práctica del Servicio Civil de Carrera es una realidad que está presente en muchos países desarrollados, donde se empieza a vislumbrar esta política gubernamental que, si bien es cierto ha obedecido a una iniciativa de la parte oficial, también constituye el resultado de una política pública sustentada en una ciudadanía más exigente de ser atendida con eficacia y eficiencia, con mayor honestidad y profesionalismo en su interacción con el ente administrativo.

Este servicio se encuentra en países de los más variados sistemas de economías, costumbres, razas, etc. Por citar a algunos que cuentan con un sistema debidamente integrado están: Inglaterra, Alemania, Canadá, Estados Unidos, Suiza, Francia y Japón, con resultados sobresalientes.

Dentro de los esquemas de administración pública de dichos países operan modelos con el fin de estimular la permanencia en sus cargos de los servidores públicos, obteniendo la continuidad en planes y programas, propiciando la generación y aprovechamiento de experiencias que se traducen en la consecución de metas y objetivos a plazos más cortos y con menores recursos.

Principios del Servicio Civil de Carrera

Este sistema incluye a todos los servidores públicos y se puede extender a todas las administraciones públicas, y se basa en los valores de la ética, lealtad, imparcialidad, profesionalismo, eficiencia, responsabilidad, equidad, honestidad, legalidad, transparencia y medición de resultados.

Características del Servicio Público Civil

- Desarrolla sistemas coherentes de gestión del personal público: reclutamiento y selección, evaluación, ascenso horizontal y vertical, capacitación y certificación, incentivo, sanciones y despido.



- Establece una diferencia entre el puesto y la persona.
- Crea la posibilidad de ascenso por mérito sin vacantes.

Beneficios del SCC

El Servicio Civil de Carrera es un sistema integral de desarrollo del capital humano de las administraciones públicas que corresponden a un triple enfoque.

En primer lugar los *servidores públicos* se benefician por este sistema:

- Les permite a través de pruebas de selección modernizadas, entrar al sistema, permanecer y ascender en el mismo mediante concursos y listas elegibles.
- Da estabilidad, siempre y cuando se cumpla con los requisitos de la evaluación integral y permanencia del desempleo, con las obligaciones de la capacitación e inducción, y las otras obligaciones que prevé la ley federal de responsabilidades administrativas de los servidores públicos.
- Cumplen con las aspiraciones legítimas de los seres humanos de desarrollar su situación personal y económica, en el marco de un reglamento preestablecido y transparente. Este sistema de desarrollo se establece en el marco de tres conceptos, que son la evaluación del desempeño, la capacitación y la antigüedad.

Para las *instituciones*, el SCC es un sistema de mejora de la gestión pública:

- Permite lograr el óptimo funcionamiento del sector público con medición de resultados a través de criterios objetivos.
- Es también una herramienta de lucha contra la corrupción, los servidores públicos estando desempeñando sus funciones en el marco de una ética de institución y no de grupo interdependiente.
- Da continuidad a los planes y programas de políticas públicas a favor de la ciudadanía por la estabilidad relativa de los servidores públicos. No es un cambio total de personal con experiencia cada tres o seis años y un desperdicio de capital humano. En el peor de los casos, el sistema permitirá a los servidores, considerando el carácter global de la administración pública reubicarse en otra institución sin pérdida de nivel por el servidor y sin pérdida de capital humano por lo que es la administración pública.



- Se tiene que considerar al sistema de servicio civil de carrera como un sistema de Estado y no de gobiernos.
- Contribuye en la optimización de la organización por la contratación de servidores preparados y capaces de laborar en varios ámbitos de la administración, por el carácter amplio del sistema de selección y por el sistema de cuerpos equivalentes; que pueden llevar varias funciones del mismo nivel de responsabilidad.

Brian Bacon dijo en su presentación, que uno de los elementos más importantes en el líder actual es saber reconocer en los demás a la organización. Querer conocer y fomentar los valores de la organización. El servidor público de carrera forma parte de la organización pública por sus valores, su forma de ingresar y su forma de desarrollarse. De tal manera que los funcionarios electos, puedan jugar el papel de líderes en materia de cambio de paradigma para mejorar cada día más los resultados de su gestión.

Bacon agregaba: “hay que descubrir los cambios de paradigmas antes que no sean necesarios. Identificar los puntos de inflexión donde sea necesario, contar las nuevas herramientas que permitan a nuestra organización crecer, siempre en una medida mayor a los estándares planeados por los paradigmas caducos o en vías de serlo”.

La **comunidad** podrá beneficiarse de la implementación del Servicio Civil de Carrera:

- A través de procesos transparentes de selección, ofrece la posibilidad a los ciudadanos ingresar a los empleos públicos y poder colaborar en la administración pública sin la obligación de pertenecer a un grupo político o de influencia.
- El Servicio Civil de Carrera contribuye a la mejora de la calidad de las prestaciones ofrecidas al público por el profesionalismo de los servidores, la adaptabilidad de las políticas y la mejora continua de las organizaciones.
- El profesionalismo de los servidores públicos combinado con el papel del líder, que van a jugar los funcionarios electos en un concepto totalmente transparente, posibilitará la medición de resultados dando al ciudadano un verdadero rol de control social en las políticas públicas y en la administración de recursos.
- En este esquema la rendición de cuentas de las administraciones será una tarea administrativa, transparente y basada en la ética del servicio público.



Marco jurídico del Servicio Civil de Carrera

Los instrumentos jurídicos relacionados con el Servicio Civil de Carrera son los siguientes:

- a) ***Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos***. Artículo 123, que establece que toda persona tiene derecho al trabajo digno y socialmente útil, al efecto se promoverán la creación de empleos y la organización social para el trabajo conforme a la Ley.
- b) ***Ley Federal de los Trabajadores al Servicio del Estado***. Esta Ley reglamenta los derechos consignados en el apartado "b" del Artículo 123 Constitucional, además de que regula lo relacionado con las obligaciones de los trabajadores y de los titulares de las dependencias y entidades. La organización colectiva de los trabajadores, las condiciones generales de trabajo, los riesgos profesionales y enfermedades no profesionales.

Bases Jurídicas que permiten su instrumentación

- a) ***Ley Orgánica de la Administración Pública Federal (APF), Artículo 32 Fracción X***. Esta ley facultaba a la Secretaría de Programación y Presupuesto para establecer normas, lineamientos y políticas en materia de administración, remuneraciones, capacitación y desarrollo de personal, así como coordinar y vigilar la operación del sistema general de administración y desarrollo de personal del Poder Ejecutivo Federal.
- b) ***Ley de Planeación***. Artículo 14 de la ley, que señala las atribuciones de la Secretaría de Programación y Presupuesto en cuanto a coordinar las actividades de la planeación nacional de desarrollo, tomando en cuenta la opinión de las dependencias y proyectar y coordinar la planeación regional, entre otras.
- c) ***Ley del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores al Servicio del Estado***. En este ordenamiento se garantiza la seguridad social del trabajador en una forma integral, que comprende desde el ingreso al servicio hasta el periodo post-empleo mediante la pensión activa, que es el concepto moderno de seguridad social.



- d) **Ley Federal de Responsabilidades de los Servidores Públicos.** En esta base jurídica se consignan los diversos tipos de responsabilidades que pueden originar la mala actuación de todo servidor, es un ordenamiento congruente con la tesis de renovación moral del Presidente de la República.
- e) **Ley de Premios, Estímulos y Recompensas Civiles.** Esta ley establece los premios y estímulos que el gobierno otorga a los servidores públicos, que se hacen acreedores a los mismos por una destacada actuación en el servicio público, constituye uno de los elementos que permiten motivar una mayor responsabilidad y eficiencia en el servicio.
- f) **Reglamento Interior de la Secretaría de Programación y Presupuesto.** Este ordenamiento se atribuye a la Coordinación General de Modernización de la APF, entre otras funciones la de diseñar, coordinar, supervisar y evaluar el sistema del Servicio Civil de Carrera del personal del poder Ejecutivo Federal, así como implementar, analizar e integrar la información básica necesaria.

2.4 El Servicio Profesional de Carrera (SPC)

El SPC es un sistema que sirve para garantizar la igualdad de oportunidades en el acceso a la función pública, con base en el mérito y con el fin de impulsar el desarrollo de la función pública para beneficio de la sociedad. De igual forma, este servicio sirve para atraer, retener, motivar y formar a las mejores mujeres y hombres en el servicio público, garantizando que la administración pública transite en los distintos cambios de gobierno con el mínimo trastorno y la máxima eficacia, asegurando que siendo políticamente neutra, sea un factor estratégico de la competitividad del país.

El escenario de gobernabilidad democrática hacia la que se dirige el país, requiere de una administración pública profesional y eficaz, que esté más allá de todo cambio político o alternancia partidista. El imperativo de contar con servidores públicos profesionales responde a la necesidad de garantizar a los ciudadanos la prestación de servicios públicos de calidad, la continuidad de políticas y programas, y sobre todo seguridad jurídica.



Objetivos del Servicio Profesional de Carrera

- Crear un banco de talentos en las administraciones.
- Mejorar el servicio prestado a la ciudadanía.
- Impulsar un verdadero espíritu de servicio público.

Beneficios de pertenecer al SPC

- Que la estabilidad laboral no se vea afectada durante los cambios de administración y de equipos de trabajo que se den en las dependencias.
- La identificación real de oportunidades para ocupar puestos en forma horizontal y vertical, que reditúen en mejores salarios.
- Que ante el desempeño satisfactorio y sobresaliente existan una serie de estímulos y reconocimientos.
- Es la oportunidad de conciliar la vocación de servicio y el proyecto de vida con una carrera profesional en el servicio público, orientada a construir un buen gobierno que dé resultados positivos a la sociedad.

Diferencia entre Servicio Civil de Carrera y Servicio Profesional de Carrera

En esencia, ambos conceptos atienden al mismo espíritu: el ingreso por mérito, la igualdad de oportunidades y la estabilidad en el empleo. La diferencia sustancial consiste en que el SPC representa en muchos sentidos la versión moderna del servicio civil, ya que incorpora instrumentos de carácter gerencial en la gestión de recursos humanos. Por ejemplo, la evaluación del desempeño, con la cual la certidumbre laboral está en función del buen desempeño orientado a resultados, la certificación de capacidades y las nuevas tecnologías. A partir de estos nuevos elementos, el Servicio Profesional de Carrera trata de superar algunos de los problemas típicos de los servicios civiles tradicionales que con el tiempo derivaron en la rigidez de las estructuras burocráticas y en la inamovilidad de los servidores públicos. En resumen, se puede afirmar que el SPC, representa una etapa superior en



materia de gestión de recursos humanos en comparación con los servicios civiles tradicionales.

Relación del SPC con el combate a la corrupción

La experiencia en otros países que cuentan con servicio civil o profesional de carrera ha comprobado que hay una relación directa entre la presencia de esta figura y la reducción de la corrupción.

Una de las hipótesis prevalecientes sobre los factores que promueven la corrupción, se refiere a los efectos de la ausencia de un SPC; es decir, cuando no hay estabilidad de los servidores públicos y no está garantizada su permanencia ante cualquier cambio de titular o de gobierno, estos son proclives al mal uso de su cargo, e inclusive a utilizarlo para obtener recursos adicionales al sueldo que perciben.

Al existir reglas claras del juego en la gestión de recursos humanos y la promoción de valores, el servidor público encuentra como incentivo el elegir una carrera profesional de largo plazo, en lugar de elegir el botín en lo inmediato o en el corto plazo.

¿Cómo se va a evitar que el SPC se convierta en un cuerpo inamovible de burócratas?

La esencia de la Ley es la profesionalización; para evitar la inamovilidad promueve, entre otros aspectos, la evaluación del desempeño como condición indispensable para la estabilidad y el desarrollo, la orientación a resultados, la continua capacitación, la innovación, la creatividad, y la satisfacción ciudadana. Todo ello en el marco de la construcción de un cambio cultural mediante la promoción de valores como la eficiencia y la legalidad.

¿Un servidor público en funciones tiene que renunciar a su plaza para concursar en el SPC?

No es una condición necesaria renunciar para concursar por una plaza del SPC.



Fundamento jurídico del SPC

El SPC se basa en la Ley del Servicio Profesional de Carrera en la Administración Pública Federal, que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de abril de 2003; entró en vigor el 7 de octubre del mismo año.

Su implantación gradual inició el 5 de abril de 2004, fecha en la que entró en vigor el Reglamento de la misma. La operación plena del SPC se dará en el año 2006.

Naturaleza jurídica de la Ley del SPC en la APF

Se trata de un ordenamiento jurídico administrativo en el que los principios de legalidad, eficiencia, objetividad, calidad, imparcialidad, equidad y competencia por mérito, regirán el ingreso, desarrollo y permanencia de los servidores públicos del SPC.

Dicho ordenamiento, cuenta además con disposiciones de carácter presupuestal y laboral, las que prevén particularmente la implantación del SPC, y aspectos relativos a política salarial, prestaciones, estímulos, recompensas e incentivos, así como la separación de los servidores públicos de carrera.

Implicaciones del Reglamento de la Ley del SPC

El Reglamento de la Ley del SPC, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 2 de abril de 2004, implica la puesta en marcha del SPC. Es decir, a partir de su publicación, ninguna persona deberá ingresar a la APF en los puestos de Enlace a Director General, sino es mediante su participación en un concurso por convocatoria pública y abierta, y en la que los interesados acrediten que tienen el perfil y las capacidades que el puesto en concurso requiere.

De igual manera, este Reglamento, explica la forma de implantar los siete subsistemas que contempla el Sistema, así como el nivel de coordinación que tendrá la Secretaría de la Función Pública (SFP) con las demás dependencias de la APF responsables de su implantación. La Unidad pretende buscar el balance entre qué centralizar y qué descentralizar. Por un lado, se busca centralizar la normatividad y la tecnología para contar



con mejores prácticas estandarizadas. Por el otro, se busca descentralizar la operación y la decisión para responder de manera oportuna a las necesidades de las dependencias.

Complemento o contraposición de la Ley del SPC a la Ley Federal de Trabajadores al Servicio del Estado

La Ley del SPC viene a llenar un vacío jurídico en relación con los servidores públicos de confianza, los cuales son expresamente excluidos por la Ley Federal de los Trabajadores al Servicio de Estado. Con ello los servidores públicos de confianza que adquieran el carácter de servidores públicos de carrera titulares, tendrán estabilidad en su empleo, siempre y cuando cumplan con las condiciones que establece la Ley del SPC.

Subsistemas que compone el Sistema del SPC

El Sistema del SPC se compone de siete subsistemas que son:

1. **Subsistema de Planeación de Recursos Humanos.** Determinará en coordinación con las dependencias, las necesidades cuantitativas y cualitativas de personal que requiera la APF para el eficiente ejercicio de sus funciones.
2. **Subsistema de Ingreso.** Regulará los procesos de reclutamiento y selección para que la APF cuente con personal calificado que tenga los conocimientos, experiencia, habilidades y competencias, así como los requisitos necesarios para incorporarse al Sistema.
3. **Subsistema de Desarrollo Profesional.** Contendrá los procedimientos para la determinación de planes de carrera individualizados de los servidores públicos, con el fin de identificar claramente las posibles trayectorias de desarrollo, permitiéndoles ocupar cargos de igual o mayor nivel jerárquico y sueldo, si cumplen los requisitos establecidos en la Ley.
4. **Subsistema de Capacitación y Certificación de Capacidades.** Establecerá los procesos mediante los cuales los servidores públicos de carrera serán inducidos, preparados, actualizados y certificados en sus capacidades para desempeñar un cargo en la APF.



5. **Subsistema de Evaluación del Desempeño.** Su propósito es establecer los mecanismos de medición y valoración del desempeño, y la productividad de los servidores públicos de carrera, que serán a su vez los parámetros para obtener ascensos, promociones, premios y estímulos, así como garantizar la estabilidad laboral.
6. **Subsistema de Separación.** Se encargará de atender los casos y supuestos mediante los cuales un servidor público deja de formar parte del Sistema o se suspenden temporalmente sus derechos.
7. **Subsistema de Control y Evaluación.** Su objetivo es diseñar y operar los procedimientos y medios que permitan efectuar la vigilancia y, en su caso, corrección de la operación del Sistema.

Niveles de puestos que comprenden la Ley del SPC y el Reglamento y el ámbito de aplicación de los mismos

El *artículo 5* de la Ley establece que los puestos sujetos a la misma son los niveles siguientes: Director General, Director General Adjunto, Director de Área, Subdirector de Área, Jefe de Departamento y Enlace.

El ámbito de aplicación de la Ley es la Administración Pública Federal Centralizada, descrita en el *artículo 2* de la Ley Orgánica de la APF, que comprende a las Secretarías de Estado, con la excepción de la Secretaría de la Defensa Nacional, y los Órganos Desconcentrados que las integran dependientes de las mismas.

El *artículo 8* de la Ley dicta que el Sistema NO comprenderá al personal que preste sus servicios en la Presidencia de la República, los rangos de Secretarios de Despacho, Jefes de Departamento Administrativo, Subsecretarios, Oficiales Mayores, Jefe o Titular de Unidad y cargos homólogos; los miembros de las Fuerzas Armadas, del sistema de Seguridad Pública y Seguridad Nacional, del Servicio Exterior Mexicano y asimilado a éste; personal docente de los modelos de educación preescolar, básica, media superior y superior; de las ramas médica, paramédica y grupos afines, los gabinetes de apoyo, así como aquellos que estén asimilados a un sistema legal de Servicio Civil de Carrera; y los que presten sus servicios mediante contrato, sujetos al pago de honorarios en las dependencias.



Órganos responsables de la dirección y gestión del Sistema del SPC

De acuerdo con el artículo 2 de la Ley, el Sistema dependerá del Titular del Poder Ejecutivo Federal y será dirigido por la SFP, correspondiendo su operación a cada una de las dependencias de la APF. De acuerdo con el artículo 16 del Reglamento, para programar, dirigir, coordinar, evaluar y dar seguimiento a la operación y funcionamiento del Sistema, la Secretaría se apoyará en la Unidad de Servicio Profesional y Recursos Humanos de la APF. En cada una de las dependencias (secretarías y órganos desconcentrados) se integraron Comités de Profesionalización y Selección como órganos especializados para implantar y operar los subsistemas en las dependencias. Asimismo, se contempla la presencia de un Consejo Consultivo como un órgano de apoyo y opinión para el Sistema, compuesto por el Titular de la Secretaría de la Función Pública (SFP), quien lo preside, por los presidentes de los Comités Técnicos de Profesionalización, por un representante de la Secretaría de Gobernación, de la SHCP, de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, por el Titular de la Unidad, como Secretario Técnico y representante de los subsistemas y, por un representante de los sectores social, privado y académico.

Comités Técnicos de Selección y Profesionalización

Estos comités son los órganos encargados de la implantación, operación y evaluación del Sistema en cada una de las dependencias y órganos desconcentrados de la APF. Cuentan con el apoyo de las áreas de recursos humanos o sus homólogas. Actualmente se cuenta con 83 Comités Técnicos de Profesionalización instalados en los plazos legales establecidos y en funcionamiento. Éstos operarán tanto en calidad de Comités de Selección como en calidad de Comités de Profesionalización. Operan como Comités de Selección cuando llevan a cabo los procesos de reclutamiento y selección para el ingreso y la promoción de los servidores públicos en el Sistema.

Son Comités de Profesionalización, al operar como cuerpos especializados que establecen las particularidades que debe tener el SPC en el ámbito de su competencia, de acuerdo con las atribuciones, funciones y facultades que le son propias. Entre sus funciones más importantes están:

- Aprobar los proyectos de estructura orgánica.



- Aprobar los proyectos de descripción, perfiles y valuación de puestos.
- Revisar proyectos de profesionalización.
- Diseñar y desarrollar los procesos de capacitación y certificación de capacidades conforme a la definición de cursos tanto obligatorios como optativos, de acuerdo con el perfil de los puestos.
- Definir los requerimientos técnicos para la celebración de convenios con instituciones educativas y el otorgamiento de becas, para la asignación de puntos, criterios y aplicación de modelos para la documentación y aprovechamiento del conocimiento.
- Reportar trimestralmente a la Unidad de Servicio Profesional y Recursos Humanos de la APF los avances en el cumplimiento de los programas anuales.
- Aprobar los programas de apoyos institucionales y becas para los servidores públicos de las respectivas dependencias.
- Determinar los métodos para la evaluación del desempeño de acuerdo con los lineamientos emitidos por la Secretaría.
- Comunicar al Titular de la dependencia u órganos desconcentrados las separaciones de servidores públicos.
- Dictaminar sobre la autorización de licencias y a su vez, de ser el caso, autorizar la ocupación temporal de plazas.

¿Cómo adquiere la calidad de servidor público de carrera un servidor público en funciones?

Para que un servidor público que ocupa un cargo dentro de los rangos de Enlace a Director General, pueda obtener el carácter de servidor público de carrera titular, tendrá que aprobar diversas evaluaciones, de acuerdo con lo que establecen los artículos Tercero Transitorio de la Ley y Décimo Transitorio del Reglamento.

Para que un servidor público de carrera en funciones que ocupe un cargo de Enlace a Director General, con las excepciones previstas en la propia ley, pueda ser considerado servidor público de carrera titular tendrán que aprobar la evaluación del desempeño del año 2005, así como la certificación de sus capacidades, consistentes en tres gerenciales (dos para el nivel de Enlace), la técnica transversal relativa a nociones generales de la APF, y 2 técnicas específicas.



Se podrá ser servidor público de carrera titular con fecha posterior al 7 de octubre del 2005, conforme al artículo tercero transitorio de la Ley.

Resistencias que pueden existir en la implantación del SPC

Las resistencias podrían ser de diversa índole, de las más importantes se destacan las de carácter cultural, por ejemplo, en el ingreso a la administración pública, ya que implica un cambio importante mediante el establecimiento de un sistema de mérito e igualdad de oportunidades en contraposición con el sistema anterior, que durante muchos años persistió caracterizado por el amiguismo, compadrazgo y parentesco. Esto sin duda alguna, afectará muchos intereses de carácter personal o de grupo. Están también las resistencias de carácter administrativo, que pueden darse en las áreas de recursos humanos al cambiar su forma de trabajo para ahora ejercer una verdadera gestión de recursos humanos en el marco de un SPC, y no como simples áreas tramitadoras. Y están las resistencias de los servidores públicos que, por desconocimiento, temor o incertidumbre ante un fenómeno distinto y nuevas reglas del juego traten de evadirlas.

Razones por las cuales no se había establecido un SPC en México

Desde inicios del siglo pasado existen antecedentes de realizar un esfuerzo de esta naturaleza. En décadas recientes –1983– se creó la Dirección General de Servicio Civil perteneciente a la extinta Secretaría de Programación y Presupuesto con facultades para fijar políticas sobre la gestión de recursos humanos en la APF. En ese mismo año, se creó la Comisión Intersecretarial de Servicio Civil, que tendría la función de formular un programa de servicio civil para la propia administración. Durante el gobierno de Ernesto Zedillo, se contempló también la necesidad de establecer esta figura en la agenda presidencial a través de la Unidad de Servicio Civil de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y el Programa de Modernización de la APF 1995-2000 a cargo de la extinta Secretaría de la Contraloría y Desarrollo Administrativo.

No obstante los ejemplos señalados, es hasta la actual administración del Presidente Vicente Fox Quesada que se han dado las condiciones necesarias para implantar un Sistema Profesional de Carrera. Al respecto, se considera que el fenómeno de la alternancia política



partidista en el marco de un sistema democrático, ha jugado un papel de primer orden, a partir de la idea de construir desde ahora una burocracia profesional, que esté más allá de todo interés partidario y que garantice la continuidad en las políticas y servicios para la ciudadanía. Tales condiciones han derivado en la creación de una Ley en la materia, proveniente del Poder Legislativo impulsada por el Poder Ejecutivo Federal y consensuada por todos los partidos políticos para consolidar la instauración de un SPC en México.

El decreto con el que se expide la Ley del Servicio Profesional de Carrera en la APF contempla la transformación de la Secretaría de la Contraloría y Desarrollo Administrativo en la Secretaría de la Función Pública (SFP). Y dentro de esta nueva secretaría, se ha creado la Unidad de Servicio Profesional y Recursos Humanos de la APF encargada de coordinar los esfuerzos para su implantación.

Número de servidores públicos que ingresarán en el SPC

En forma directa en número de servidores públicos que entrarán al SPC, serán alrededor de 46,000 de un total de 532,334 servidores públicos de la APF; sin embargo, es muy posible que esta cifra sea mayor porque se prevé la suscripción de convenios de adhesión con diferentes organizaciones públicas (otros órdenes de gobierno, paraestatales) y privadas. Asimismo, todos los servidores públicos y personas interesadas, podrán acceder al Sistema a través del proceso de ingreso mediante concurso público.

¿Cómo será el periodo de transición?

- Al entrar en vigor la Ley y su Reglamento, todos los servidores en funciones sujetos a la Ley serán considerados de libre designación, no habrá ningún servidor público de carrera hasta que se evalúen sus capacidades.
- Se iniciará un periodo de registro y de evaluación que se determinará la Secretaría de la Función Pública en coordinación con las dependencias.
- Las dependencias impartirán cursos de capacitación en las materias relacionadas con puestos que desempeñen los servidores públicos.
- Cada dependencia iniciará, en forma gradual, el proceso de instrumentación del SPC.



- El Sistema deberá operar en su totalidad en un periodo que no exceda tres años a partir del inicio de la vigencia de la Ley (7 de octubre de 2003).

2.4.1 Servicios Profesionales en México

El cuadro siguiente muestra algunas de las instituciones gubernamentales mexicanas que rigen la administración pública por medio del Servicio Civil de Carrera.

Tabla 2.1 Servicios Civiles en México

<i>Institución</i>	<i>Servicio de Carrera</i>
Comisión Nacional del Agua	Sistema de Especialistas en Hidráulica
Instituto Federal Electoral	Servicio Profesional Electoral
Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.	Sistema Integral de Profesionalización
Procuraduría Agraria	Servicio Profesional Agrario
Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal.	Instituto de Formación Profesional
Procuraduría General de la República	Carrera de Agente del Ministerio Público Federal
Secretaría de Educación Pública	Carrera Magisterial
Secretaría de Relaciones Exteriores	Servicio Exterior Mexicano
Servicio de Administración Tributaria (Secretaría de Hacienda y Crédito Público).	Servicio Fiscal de Carrera

Enfoques de Sistemas Profesionales de Carrera de Instituciones Mexicanas

Institución: Servicio de Administración Tributaria (SAT), Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Servicio de Carrera: Servicio Fiscal de Carrera.

El Servicio Fiscal de Carrera tiene el propósito de impulsar y mejorar la preparación, desarrollo, el desempeño, y la estabilidad del cuerpo de directivos, especialistas y técnicos del SAT, de tal forma que en el mediano plazo esto redunde en la consolidación de un organismo con un alto nivel de eficiencia en su función recaudadora y con elevada calidad en sus servicios y atención a los sectores de contribuyentes.



Institución: Secretaría de Educación Pública (SEP).

Servicio de Carrera: Carrera Magisterial.

Carrera magisterial es un sistema de promoción horizontal, integrado por cinco niveles de estímulos ("a", "b", "c", "d" y "e"), que permite al docente de educación básica superarse profesionalmente. La incorporación o promoción en el programa son un reconocimiento expreso a su vocación, entrega al servicio, preparación, experiencia, eficacia en el desempeño y permanencia en la función, sin menoscabo de sus derechos laborales, así mismo propicia el arraigo y busca elevar la calidad de la educación.

Tiene entre sus objetivos contribuir a elevar la calidad de la educación, reconociendo y estimulando la labor de los mejores profesores, asimismo, refuerza el interés por la actualización y superación permanente de los docentes, promueve el arraigo y la vocación magisterial y apoya a los profesores que prestan sus servicios en zonas de bajo desarrollo, escasa atención educativa y los que trabajan con alumnos que requieren mayor atención.

Es conveniente destacar que carrera magisterial ha tenido una amplia aceptación por parte del magisterio y ha logrado promover el interés de los docentes por su preparación y la superación profesionales. Ello puede constatarse por el número de profesores que participan en las evaluaciones.

Institución: Instituto Federal Electoral (IFE).

Servicio de Carrera: Servicio Profesional Electoral.

El Servicio Profesional Electoral se define como un sistema de personal de carrera, integrado por dos cuerpos de funcionarios especializados, que tienen por objeto proveer al Instituto del personal calificado necesario para prestar el servicio electoral y, de esta forma, contribuir al desempeño profesional de sus actividades.

Con el profesionalismo del personal se pretende que los funcionarios electorales se apeguen a los principios rectores de los procesos electorales federales plasmados en la Constitución Política, a saber: certeza, legalidad, imparcialidad, objetividad e independencia.

Institución: Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal.

Servicio de Carrera: Instituto de Formación Profesional.



La estrategia del Instituto de Formación Profesional es fomentar en su alumnado el apego a los principios y responsabilidades del servidor público, así como transparencia, honestidad y lucha frontal contra la corrupción.

El propósito principal del programa de trabajo del Instituto de Formación Profesional es apoyar al personal sustantivo de la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal, con el objetivo de incrementar la eficiencia para servir mejor a la sociedad. Sus actividades se han estructurado desde la planeación de seminarios y coloquios sobre tópicos muy puntuales, hasta diplomados en diversas disciplinas y asignaturas.

Para su desarrollo se cuenta con una planta de instructores propia, enriquecida con funcionarios, mandos y especialistas comisionados por la Procuraduría, no sólo para impartir las lecciones, sino esencialmente incorporando su experiencia profesional en la docencia, así como con profesores y ponentes externos destacados en su ocupación profesional o ampliamente reconocidos en su materia.

En conclusión el Servicio Profesional de Carrera (SPC), es un medio o instrumento de los Estados para acelerar el desarrollo de los pueblos. No se involucra solamente con el conjunto de normas, técnicas y procedimientos de la administración de personal, sino que su alcance es más profundo. Tiene que ver con un conjunto de cambio de conductas, de actitudes, de moral pública. Normas jurídicas y éticas son inseparables, así como las técnicas son inseparables de las actitudes y la moral pública de los procedimientos.

En otro sentido complementario, el SPC tiene que ver también con la cultura y el desarrollo organizacional planeado y dirigido tendiente a lograr una profesionalización, compromiso institucional y lealtad al Estado y a la sociedad como un todo indivisible.

Es por eso que las organizaciones gubernamentales que aplican este tipo de preparación en sus trabajadores, están comprometidos y obligados a la vez a tener un correcto y eficiente control de la administración de los recursos humanos y materiales disponibles, mas aún si se centra en los primeros recursos, es visible que requiere de mayor concentración y atención en el trabajo de administrar, puesto que son personas que difieren en sus necesidades y uno de los objetivos del servicio profesional de carrera es que todos estén satisfechos con el apego a dicha administración.

2.4.2 Planeación de recursos humanos

Registro Único del Servicio Público Profesional (RUSP)



El RUSP es un padrón que contiene información básica y técnica de todo el personal de la APF y se establece con fines de apoyar el desarrollo del servidor público dentro de las dependencias.

Se prevé que el RUSP contenga información relacionada con los siguientes aspectos: datos personales y curriculares, datos relacionados con el ingreso o reingreso, cursos de capacitación, certificación de capacidades, plan de carrera, promociones, puntuación y movimientos laterales, resultados de las evaluaciones del desempeño, licencias, incapacidades médicas, historia laboral, intercambios, compatibilidades, autorizaciones y separaciones.

Cada dependencia a través de su Dirección General de Recursos Humanos (DGRH) registrará en el RUSP los movimientos que se generen en su estructura, dentro los treinta días naturales siguientes al inicio del movimiento, a partir de los criterios que en su momento emita la SECRETARÍA DE LA FUNCIÓN PÚBLICA.

¿Qué sucederá con secretarías como Relaciones Exteriores, Marina y Hacienda y Crédito Público, que cuentan con un servicio de carrera para cierto número de servidores públicos, pero que excluyen parte de su personal administrativo? ¿Es posible que la Ley del SPC regule a estos últimos?

Tal como sucede en otros países en los que existe una situación similar, lo que se prevé es que operarán dos ordenamientos jurídicos al interior de la propia dependencia; el destinado a regular el servicio profesional previo o específico, como es el caso del personal del servicio exterior o del Sistema de Administración Tributaria (SAT), y el referente al personal sujeto a la Ley.

¿Cuál será el papel de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) en materia de servicios personales; estructuras y plazas; sueldos y prestaciones; condiciones generales de trabajo o contratos colectivos y negociación sindical?

La SHCP concentrará su función en el control presupuestario, por lo tanto su relación con estructuras, plazas, sueldos, prestaciones, condiciones generales de trabajo, contratos colectivos y negociación sindical, será con ese fin. Esto significará una mayor coordinación



con la SECRETARÍA DE LA FUNCIÓN PÚBLICA para lograr un eficiente control. Es decir, la SHCP determinará las bolsas globales de presupuesto que corresponderán para cada concepto de gasto en materia de servicios personales.

2.4.3 Ingreso

Procedimiento y requisitos para ingresar al SPC

Procedimiento:

1. Se genera una vacante o una plaza de nueva creación.
2. Se emite una convocatoria pública y abierta, para concursar la plaza vacante.
3. Los aspirantes se registran en el concurso, a través de los medios que se establezcan.
4. Se cubren las fases del concurso que comprenden la acreditación de la revisión curricular, la acreditación de las evaluaciones sobre capacidades y las entrevistas.
5. Se define al finalista, y se emite su nombramiento.

Requisitos:

1. *Legales:* Señalados en el artículo 21 de la Ley.
 - a) Ser ciudadano mexicano en pleno ejercicio de sus derechos.
 - b) En caso de ser extranjero, que su condición migratoria permita la función a desarrollar.
 - c) No haber sido privado de la libertad a causa de delito doloso.
 - d) No pertenecer al estado eclesiástico, ni ser ministro de algún culto.
 - e) Tener aptitud para el desempeño del servicio público.
 - f) No estar inhabilitado para el servicio público, ni encontrarse con algún otro impedimento legal.

2. Escolaridad.

Cumplir con el nivel de estudios requerido en el área solicitada, así como contar con certificado de estudios completo, título de grado académico, cédula profesional o en su caso carta de pasante.



3. *Capacidades*. Referidas a:

- Visión del servicio público (valores éticos).
- Las capacidades gerenciales y técnicas que determinen los Comités de Profesionalización respectivos, como las más importantes para el desempeño del puesto de que se trate, de acuerdo con la descripción del mismo.

Al respecto, es conveniente precisar que tales requisitos están sujetos al perfil del puesto que la dependencia determine.

Por último, en el caso de que extranjeros quieran participar en las convocatorias públicas, además de acreditar su condición migratoria que les permita desarrollar la función y cumplir con los requisitos anteriormente señalados, deberán acreditar que sus estudios cuentan con la revalidación y equivalencia oficiales.

Criterios principales para seleccionar al personal

1. Acreditar el cumplimiento de los requisitos.
2. Cubrir el perfil del puesto.
3. Contar con las capacidades de visión del servicio público, gerenciales y técnicas requeridas.
4. Aprobar las etapas del proceso de reclutamiento y selección.

¿Es obligatorio pertenecer al SPC?

Sí, únicamente cuando se está ocupando alguno de los puestos comprendidos en la Ley.

¿Se puede ingresar al SPC si se ha trabajado siempre en la iniciativa privada?

Sí, el SPC no discriminará a la gente que haya trabajado en la iniciativa privada, ya que uno de sus propósitos es atraer los mejores hombres y mujeres para que se desarrollen profesionalmente en el gobierno en igualdad de oportunidades, independientemente del sector en que hayan laborado.



¿Se puede concursar sólo por una plaza o por varias a la vez?

Se podrá participar en los concursos de las dependencias que tengan vacantes que sean afines al perfil que presente el aspirante, pero la limitante reside en que no se podrá participar por más de una vacante en la misma convocatoria y dependencia.

¿Los jubilados pueden concursar para una vacante?

Sí, siempre y cuando cubran los requisitos y perfil requerido para ocupar el puesto. Si resultan seleccionados para ocupar un puesto del SPC, y gozan de una pensión por jubilación conforme a las disposiciones de la Ley del Instituto de Seguridad Social y Servicios de los Trabajadores del Estado, deberán solicitar licencia en lo que respecta a su pensión.

Una vez que se es seleccionado ¿se adquiere la calidad de servidor público de carrera con todos los derechos que marca la Ley?

Una vez que se da el fallo positivo del Comité Técnico de Selección, por medio del cual un candidato es seleccionado y dependiendo del nivel del puesto se procede de la siguiente manera:

1. Cuando la plaza es de primer nivel o Enlace se le entrega su nombramiento como servidor público eventual, a efecto de que al transcurrir un año sea evaluado en su desempeño, el cual de ser al menos satisfactorio (equivalente a una calificación de 75.0 a 89.9), le otorga el derecho a recibir su nombramiento de servidor público de carrera titular.
2. Cuando la plaza en concurso corresponde a un nivel de Jefe de Departamento a Director General, es nombrado como servidor público de carrera titular sujeto a los derechos y obligaciones que establece la Ley.



2.4.4 Desarrollo profesional

¿Existe la posibilidad de intercambios de servidores públicos de carrera entre la Federación, Estados y Municipios, así como con otros organismos?

Sí, la SFP a través de la Unidad, emitirá lineamientos para la celebración de convenios de intercambio, entendiendo estos como los instrumentos jurídicos que podrán celebrar las dependencias con entidades federales, estatales, municipales y del Distrito Federal y organismos públicos o privados para el ingreso o el intercambio de recursos humanos.

Dichos convenios contribuirán como forma alternativa de ingreso y desarrollo de los servidores públicos. Esto último, por la experiencia que adquirirán los servidores públicos diferente a la del lugar o ámbito de procedencia.

En el marco del SPC, ¿se respetarán la antigüedad y la experiencia?

Se respetarán la antigüedad y la experiencia del personal. Sin embargo, éstas no serán consideradas como factores que contribuyan por sí solos al desarrollo profesional o cambios de puesto del servidor público en el Sistema.

¿Cómo se van a otorgar las becas para los servidores públicos de carrera?, ¿Con base en qué criterios?

La SFP, a través de la Unidad, emitirá lineamientos para el otorgamiento de becas y apoyos institucionales, en las que se definirán las condiciones para su otorgamiento.

Los Comités de Profesionalización aprobarán los programas de apoyos institucionales y becas a los servidores públicos de su dependencia, tomando en consideración la disponibilidad presupuestaria, así como el dictamen favorable de la SHCP y lo previsto en la norma emitida por la Secretaría.

El servidor público titular que esté interesado en recibir apoyo institucional o alguna beca para realizar estudios profesionales o de postgrado, deberá solicitarlo al Comité de Profesionalización y acreditar ante éste que cuenta por lo menos con dos años de



antigüedad en el Sistema, y que los estudios que pretende realizar están contemplados en su plan de carrera.

En caso de que los estudios a que se refiere el párrafo anterior requieran la participación de tiempo completo del servidor público titular, éste deberá tramitar la solicitud de apoyo o beca, conjuntamente con la licencia respectiva, en los términos establecidos en la Ley y el Reglamento.

Tipos de licencia que existen en el SPC y tiempo de duración

Existen dos tipos de licencia:

1. Licencia con goce de sueldo, la cual no podrá ser mayor a un mes y sólo se autorizará por causas relacionadas con la capacitación del servidor público vinculadas al ejercicio de sus funciones o por motivos justificados a juicio de la dependencia.
2. Licencia sin goce de sueldo, la cual no será mayor a seis meses y sólo podrá prorrogarse en una sola ocasión por un periodo similar, salvo cuando la persona sea promovida temporalmente al ejercicio de otras comisiones o sea autorizada para capacitarse fuera de su lugar de trabajo por un periodo mayor.

Plan de carrera

Un plan de carrera es el conjunto de propuestas acordadas por un servidor público con su jefe inmediato y aprobadas por el Comité de Profesionalización de su dependencia, sobre las posibles trayectorias de promoción verticales o de especialidad y horizontales o laterales del servidor público de carrera, considerando sus intereses, así como las necesidades y los recursos presupuestarios con que cuente la dependencia.

El plan de carrera debe ser acompañado por el proyecto individual de desarrollo propuesto para fortalecer las capacidades y el desempeño del servidor público de carrera.

Proyecto individual de desarrollo

Es el plan diseñado para cada servidor público que se representa en objetivos y se concreta a través de cursos de capacitación y formación, que son seleccionados por éste y le



permiten fortalecer sus capacidades y conocimientos para la posible ocupación a futuro de otros puestos.

Movimientos de personal contemplados por el SPC

El SPC contempla tres tipos de movimientos:

1. Los *laterales*, que consisten en el cambio a otra plaza con iguales características y perfil, es decir, puestos del mismo grupo y nivel, en la misma u otra dependencia.
2. Los *horizontales*, que consisten en promociones o trayectorias de los servidores públicos de carrera en la estructura de niveles del tabulador de percepciones ordinarias, dentro del mismo puesto.
3. Los *verticales*, que consisten en promociones o trayectorias de los servidores públicos de carrera hacia un puesto jerárquicamente superior, en los términos que establece el Reglamento y que se obtienen a través de los procesos de reclutamiento y selección correspondientes.

Circunstancias para dar una promoción

Para promociones horizontales se requerirá que el servidor público tenga los puntos previstos en el sistema de puntuación y que cubra los requisitos establecidos en los lineamientos respectivos. El Comité de Profesionalización, previo dictamen favorable de la disponibilidad presupuestaria, podrá autorizar anualmente las promociones correspondientes.

Por último, para que un servidor público pueda obtener una promoción vertical deberá resultar seleccionado para ocupar un puesto sujeto a los procesos de reclutamiento y selección correspondientes.

Aspectos tomados en cuenta para una promoción

El perfil requerido por el puesto a ocupar, así como el interés individual del servidor público y sus resultados en los concursos correspondientes, sus evaluaciones del desempeño y el cumplimiento de su proyecto individual de desarrollo.



¿Cuántos ascensos o promociones verticales puede tener un servidor público al año?

Eso dependerá principalmente de que los interesados ganen los concursos de ingreso para la ocupación de plazas vacantes, previo cumplimiento de los requisitos que se establezcan en las convocatorias.

2.4.5 Capacitación y certificación de capacidades

¿Qué son las capacidades o competencias?

Son los conocimientos, habilidades, actitudes y valores expresados en comportamientos, requeridos para el desempeño de un puesto dentro del Sistema.

¿Cuántos tipos de capacidades existen?

En el SPC se consideran los siguientes cuatro tipos o grupos de capacidades:

I. *De Visión del servicio público*

Consisten en los valores éticos que posean y deben practicar los servidores públicos de carrera. A la fecha, estos son: integridad, transparencia, rendición de cuentas y bien común).

II. *Gerenciales o directivas*

Consisten en los conocimientos, habilidades o actitudes que, de manera general y por el nivel de responsabilidad, deben tener los servidores públicos de carrera para el desempeño de sus funciones. Las capacidades que la SECRETARÍA DE LA FUNCIÓN PÚBLICA, a través de la Unidad, ha acordado con las dependencias para este tipo de capacidades son: visión estratégica, liderazgo, orientación a resultados, negociación, y trabajo en equipo.

III. *Técnicas transversales*

Consisten en los conocimientos y habilidades que son útiles para la generalidad de los puestos del Sistema, en aspectos o materias tales como nociones generales de la APF, informática, idiomas u otras.



IV. Técnicas específicas

Consisten en conocimientos y habilidades de carácter técnico-especializado que son requeridos para el desempeño de un puesto en el Sistema. Por ejemplo: un director de sistemas informáticos requerirá conocimientos especializados en el área de informática.

¿Quién definirá las capacidades para el SPC?

La Secretaría de la Función Pública, a través de la Unidad de la APF, coordinará con las dependencias la elaboración y descripción de las capacidades gerenciales o directivas y técnicas transversales de los puestos del Sistema; asimismo determinará la vigencia de las certificaciones respectivas y definirá los niveles de dominio correspondientes.

Las dependencias elaborarán y describirán las capacidades técnicas específicas de sus puestos de carrera y establecerán la vigencia de las certificaciones respectivas, así como sus niveles de dominio, con base en la guía metodológica que para tal efecto emita la Secretaría, a través de la Unidad.

Las capacidades y niveles mencionados serán registrados en el Catálogo General de Capacidades administrado por la Unidad.

Certificación de capacidades

Esta certificación, es el proceso por el cual se determinan aptitudes, se confirma el nivel de dominio de los conocimientos y habilidades de un servidor público de carrera, así como sus actitudes, mediante la evaluación de las conductas propias de cada capacidad.

Cabe agregar que la SFP tiene previsto emitir lineamientos y guías para la descripción, evaluación y certificación de capacidades de los servidores públicos de carrera.

¿Para qué servirá la certificación de capacidades?

Para que los servidores públicos puedan comprobar de manera objetiva sus conocimientos, habilidades y actitudes –independientemente de cómo las hayan adquirido–, y puedan ser valorados tanto en su puesto como en otros de mayor responsabilidad.



Cuando un servidor público titular no obtenga la certificación de las capacidades que conforme a lo anterior sean requeridas para el puesto que desempeña, será evaluado nuevamente dentro de los doce meses siguientes a la primera evaluación que hubiere presentado. En caso de no aprobar esta segunda evaluación, su nombramiento dejará de surtir efectos sin responsabilidad para la dependencia.

Por otra parte, la certificación de capacidades le permitirá al servidor público de carrera acumular puntos que le puedan dar acceso a posibles promociones horizontales y le serán considerados cuando participe en concursos para ocupar un puesto vacante que represente una promoción vertical, conforme a lo establecido en el Reglamento de la Ley y en los lineamientos y criterios correspondientes.

¿Qué vigencia tienen las certificaciones?

La certificación de una capacidad tendrá, de acuerdo con su naturaleza, una vigencia determinada, por lo que una vez que ésta concluya el servidor público será evaluado para efectos de certificarla nuevamente, lo cual deberá suceder al menos cada 5 años conforme a lo establecido en el artículo 52 de la Ley.

¿Tendrá validez oficial la certificación?

Se buscará que la certificación de capacidades tenga validez cuando menos para el SPC entre las instituciones de la APF, con base en criterios generalmente aceptados en la iniciativa privada y otros países.

¿Cómo se evalúan las capacidades?

Las capacidades se evaluarán a través de exámenes en línea o por escrito mediante los cuales el aspirante o el servidor público demuestren los comportamientos incluidos en la descripción de las capacidades evaluadas. Por este medio se identificará el nivel de dominio correspondiente.



Para el caso de Directores Generales y Directores Generales Adjuntos estos exámenes consisten en simulaciones de situaciones de trabajo en las que demuestren los comportamientos en cuestión, con el método denominado *assessment center*, que puede ser en línea o presencial.

La Secretaría, a través de la Unidad, en coordinación con las dependencias establecerá los mecanismos y criterios de evaluación y de certificación de las capacidades gerenciales y técnicas transversales, así como los de evaluación para las capacidades de visión del servicio público. Por su parte, los mecanismos y criterios de evaluación y certificación de las capacidades técnicas serán determinados por los respectivos Comités de Profesionalización.

Una vez siendo servidor público de carrera, la Ley establece al menos cinco años para certificarse en una determinada capacidad. Sin embargo, la periodicidad se determinará en los lineamientos y guías para la descripción, evaluación y certificación de capacidades de los servidores públicos de carrera.

¿La capacitación es obligatoria u optativa?

Hay cursos de capacitación obligatorios y optativos, de acuerdo con los siguientes criterios generales y considerando las condiciones y necesidades particulares de cada dependencia:

a) *Obligatorios*

Los referentes al nivel de dominio de conocimientos y capacidades requeridas para la certificación del servidor público de carrera en el puesto que ocupa.

b) *Optativos*

Aquellos que se enfoquen al desarrollo de conocimientos o capacidades no requeridos para la certificación del servidor público de carrera en el puesto que ocupa.

Adicionalmente, la Secretaría emitirá normas y lineamientos que contendrán los criterios específicos para determinar, en función del perfil de los puestos, cuáles cursos serán obligatorios y cuáles optativos.



¿Cómo se deberá elaborar el Diagnóstico de Necesidades de Capacitación basado en capacidades?

Se hará con base en las normas y guías que para tal efecto emita la SECRETARÍA DE LA FUNCIÓN PÚBLICA. Para la realización del Diagnóstico de Necesidades de Capacitación, la dependencia debe considerar la información derivada de los siguientes elementos:

- Las descripciones y perfiles de cada puesto que incluyen las capacidades.
- Los resultados del servidor público obtenidos en evaluaciones de ingreso y de capacidades, así como de cursos anteriores de capacitación.
- Las calificaciones de evaluación del desempeño del servidor público.
- Los proyectos individuales de desarrollo del personal.
- Las actualizaciones de los procedimientos y los cambios tecnológicos.
- El ambiente de trabajo y los cambios organizacionales, en general.

Objetivos de la capacitación de los servidores públicos de carrera

La capacitación debe ser el instrumento mediante el cual el servidor público alcance un mayor nivel de desarrollo, que le permita encontrar mejores formas de hacer su trabajo, con mayor creatividad, orientado a resultados y que sea productivo. Es la oportunidad que tiene el servidor público para alcanzar un mejor desarrollo personal y profesional y así aspirar a otros cargos o simplemente mejorar en el que ostente, con el interés de dar una mejor respuesta a las demandas de la sociedad. Adicionalmente la capacitación servirá como base para el proceso de cambio cultural que la administración pública requiere.

¿Deben los cursos de capacitación y actualización cumplir con algún requisito de calidad?

Sí, el artículo 51 del Reglamento establece como los requisitos de calidad conforme a los cuales se impartirá la capacitación y actualización, los siguientes:



I. De carácter académico:

- a) En cuanto a diseño instruccional, deberá haber consistencia entre los diversos elementos del curso, tales como objetivos, temario, capacidades a desarrollar, información y seguimiento proporcionados al participante sobre sus resultados en ejercicios, evaluaciones y plan curricular.
- b) En cuanto a estándares operativos de diseño instruccional, deberán comprender el uso de diferentes técnicas y metodologías adecuadas conforme al contenido temático, con el fin de fortalecer el aprendizaje.

2. De carácter técnico:

- a) En cuanto a estándares para formato, que implica el diseño gráfico y el lenguaje apropiados para fortalecer el proceso de aprendizaje;
- b) En cuanto a estándares operativos de interacción, que prevean las facilidades que se le proporcionan al participante para ubicarse y desplazarse entre temas, unidades y módulos dentro del curso, y
- c) En cuanto a cursos electrónicos, deberán cumplir las características operativas de compatibilidad, acceso y funcionalidad para los participantes.

Tales estándares o requisitos de calidad estarán definidos en la norma que al efecto emita la SFP.

En atención al requisito de calidad, es importante señalar la necesidad de que las dependencias favorezcan la impartición de cursos que demuestren un impacto positivo en el trabajo cotidiano del servidor público y que se refleje en beneficios tangibles tanto al interior de la propia institución, como en los servicios que se ofrecen a la ciudadanía.

¿La capacitación representará un costo para el servidor público?

La capacitación no representará un costo para el servidor cuando se trate de cursos obligatorios o de programas que correspondan a su plan de carrera.

La capacitación no relacionada con el plan de carrera del servidor público o referida a la realización o finalización de estudios de grado, tales como preparatoria, licenciatura, maestría o doctorado, sí correrá por cuenta del servidor público.



¿Qué efectos tendrán los cursos en la trayectoria profesional del servidor público cuando los tome por su cuenta?

Cuando el servidor público acredite la aprobación de estos cursos y estos resulten en un certificado o título, serán registrados en su expediente y en el Registro Único del Servicio Profesional y serán considerados en la trayectoria académica del mismo. De igual forma, estos serán válidos cuando el servidor público concurre para ocupar una vacante. Cabe agregar que, en los casos especificados por las normas y lineamientos que al respecto emita la Secretaría de la Función Pública, con tal titulación el servidor público de carrera podrá recibir puntos.

De igual manera, los cursos que el servidor público tome por su cuenta pueden serle de utilidad para fortalecer sus capacidades, en preparación para la evaluación y certificación de las mismas. Estos cursos no estarán sujetos al criterio de aprobación establecido por los artículos 53 y 60 fracción VI de la Ley.

2.4.6 Evaluación del desempeño

La evaluación del desempeño es el proceso por medio del cual se asigna un valor integral al conjunto de resultados y comportamientos profesionales de un servidor público en un periodo específico, en función de sus capacidades y del perfil determinado para el puesto que ocupa. Busca reconocer el talento y favorecer el desempeño sobresaliente y el mérito a partir del cumplimiento de los objetivos y metas institucionales.

La evaluación del desempeño será parte de un sistema de evaluación completo, transparente, objetivo y certero, que incluirá la valoración de metas de desempeño colectivo, estándares de actuación profesional y, en su caso, las actividades extraordinarias y las aportaciones realizadas por los servidores públicos de carrera de la APF.

La evaluación del desempeño es la mejor oportunidad para establecer un diálogo entre el jefe y su colaborador, en la que juntos establecen las metas (derivadas de las metas institucionales) para que éste, en un periodo determinado, pueda alcanzarlas. Este ejercicio permitirá detectar necesidades de capacitación, tomar medidas para estimular el desempeño, orientar a resultados y reconocer el talento de las personas.



¿Cómo se garantizará que la evaluación del desempeño tenga el mismo nivel de exigencia en las dependencias?

La Secretaría establecerá los lineamientos para la evaluación del desempeño de los servidores públicos. Estos lineamientos contendrán los criterios para la determinación de los métodos de evaluación que podrán ser utilizados, los criterios de valoración y puntuación, así como la forma en que se desplegarán las metas de desempeño individual y las metas de desempeño colectivo por unidad administrativa.

¿Cuántas evaluaciones del desempeño tendrán que cumplir los servidores públicos al año?

Serán aplicadas dos evaluaciones del desempeño por año: en los meses de enero y febrero de cada año, se aplicará la evaluación del desempeño respecto de todo el ejercicio fiscal anterior y en los meses de julio y agosto se aplicará la evaluación del desempeño en relación con el primer semestre del ejercicio fiscal de que se trate.

¿Cuáles son los mecanismos que se prevén para que se realice una evaluación del desempeño de carácter objetivo?

Para realizar una evaluación del desempeño objetiva, los métodos que determinen los Comités Técnicos de Profesionalización deberán contemplar diversas características:

- Que sean sencillos, operables y permitan su aplicación oportuna.
- Que involucren al menos dos evaluadores, especialmente en la valoración de los estándares de actuación profesional.
- Que involucren metas e indicadores susceptibles de medición u operacionalización y que sean realistas y objetivos.
- Que se diseñen de acuerdo con las características y metas de la dependencia.
- Que involucren indicadores desarrollados con la participación y conocimiento previo de los servidores públicos que se sujetarán a ellos.



- Que promuevan el seguimiento de los resultados de la evaluación del desempeño para la mejora continua de los servidores públicos.

Aspectos a evaluar en los servidores públicos

En la evaluación del desempeño de los servidores públicos, se considerarán por lo menos:

- a) El cumplimiento de las metas individuales.
- b) El cumplimiento de las metas de desempeño colectivo.
- c) La valoración de estándares de actuación profesional.
- d) Actividades extraordinarias.
- e) Las aportaciones destacadas que hubiere realizado el servidor público.
- f) Los demás elementos que, en su caso, fije la dependencia de acuerdo al método seleccionado por el Comité de Profesionalización y registrados en la Unidad.

Efectos de la evaluación del desempeño

La evaluación del desempeño contempla diversos fines y efectos: el principal es asegurar que los puestos estén ocupados por los mejores servidores públicos. Permitirá detectar, ubicar y reconocer el talento, para tomar decisiones respecto al mejoramiento del desempeño, fijación de metas, retroalimentación, desarrollo laboral, necesidades de capacitación, decisiones de compensación (estímulos, incentivo y recompensas) y separación del servicio (por obtener dos desempeños no aprobatorios consecutivos o por desempeños deficientes).

Además, se llevarán a cabo sesiones de seguimiento del desempeño durante el mes siguiente a la fecha en que se hagan del conocimiento de los servidores públicos titulares los resultados de la evaluación de su desempeño. En dichas sesiones participarán el evaluado y los evaluadores, con el objeto de comentar los aspectos en los que el evaluado puede mejorar su desempeño y con ello lograr el cumplimiento de metas del periodo siguiente.



¿Quién propone la forma de evaluar?

Los Comités Técnicos de Profesionalización con base en los lineamientos emitidos por la Secretaría.

¿Las dependencias u órganos desconcentrados podrán auxiliarse de evaluadores externos?

Sí, siempre y cuando se apeguen a los lineamientos para determinar los métodos de evaluación que emita la SFP y cuenten con la disponibilidad presupuestaria.

¿Qué garantiza que existirán evaluadores calificados?

El estricto apego a los lineamientos que para el efecto se emitan. La Secretaría de la Función Pública, a través de la Unidad de la APF dará seguimiento y evaluará el funcionamiento del Sistema en las dependencias.

2.4.7 Separación

¿Cuáles son las causales de separación y en qué consiste el procedimiento para separar a los servidores públicos del Sistema de SPC?

Las causas de separación de los servidores públicos titulares se encuentran establecidas en el artículo 60 de la Ley y son las siguientes:

- a) renuncia formulada por el servidor público
- b) defunción
- c) sentencia ejecutoriada que imponga al servidor público una pena que implique la privación de la libertad
- d) por incumplimiento reiterado e injustificado de cualquiera de las obligaciones que la Ley le asigne



- e) hacerse acreedor a sanciones establecidas en la Ley Federal de Responsabilidades Administrativas de los Servidores Públicos que impliquen separación del servicio o reincidencia
- f) no aprobar en dos ocasiones la capacitación obligatoria o su segunda evaluación, y
- g) cuando el resultado de su evaluación del desempeño sea deficiente, en los términos que señala el Reglamento. A su vez el Reglamento en los artículos del 75 al 78 desarrolla los tres procedimientos para la separación de dichos servidores, dependiendo de la causal que se actualice.

¿Van a tener los mismos derechos los servidores públicos de carrera y los de libre designación en relación con la seguridad social?

Sí, se mantienen las mismas prestaciones que a cada servidor público le corresponden, con independencia de pertenecer al Sistema o ser de libre designación.

2.4.8 Control y evaluación

¿A través de qué mecanismos participará la sociedad civil en el control y evaluación del SPC?

A través de encuestas, estudios de opinión, índice de satisfacción de servicios públicos, participación directa como observadores en los procedimientos de ingreso, evaluación del desempeño, manifestando sus quejas y participando en foros que se organicen, entre otros.

En caso de que se considere que no se está aplicando la normatividad que rige el SPC, ¿ante qué instancia se pueden presentar quejas por irregularidades detectadas?

Ante los órganos internos de control en las dependencias y ante la Secretaría de la Función Pública y la Unidad de la APF.



¿Cuánto se va a tardar la sociedad en percibir un beneficio?

El camino lo hemos empezado ya. Hoy un ciudadano puede concursar por una plaza en la APF, mediante el sistema de mérito y la igualdad de oportunidades. Sin embargo, es importante mencionar que una reforma de este tipo implica un cambio cultural gradual, cuyo impacto se reflejará de manera más evidente en el largo plazo.



Capítulo III

MÉTODO DE REGRESIÓN DE COX

3.1 El Método

Dada una variable cuyos valores corresponden al tiempo que transcurre hasta que ocurre un determinado suceso final y un conjunto de una o más variables independientes cuantitativas o cualitativas, la regresión de Cox consiste en obtener una función lineal de las variables independientes que permita estimar, en función del tiempo, la probabilidad de que ocurra dicho suceso. La Regresión de Cox es un método semiparamétrico que estima el valor de la supervivencia en un tiempo específico "t", pudiendo resultar de utilidad en muchas situaciones habituales. Modeliza la *función de azar* de cada individuo como un producto de dos factores:

$$S = \lambda_0 \exp(-\sum_{p=1}^p b_p X_p) \dots\dots\dots 3.1.1$$

El primer factor es una función de azar común a todos los individuos, conocida como azar base, y a la que no se le pone ninguna restricción. Esta es la parte no paramétrica del modelo. El segundo factor es una *función de las covariables* del individuo, por

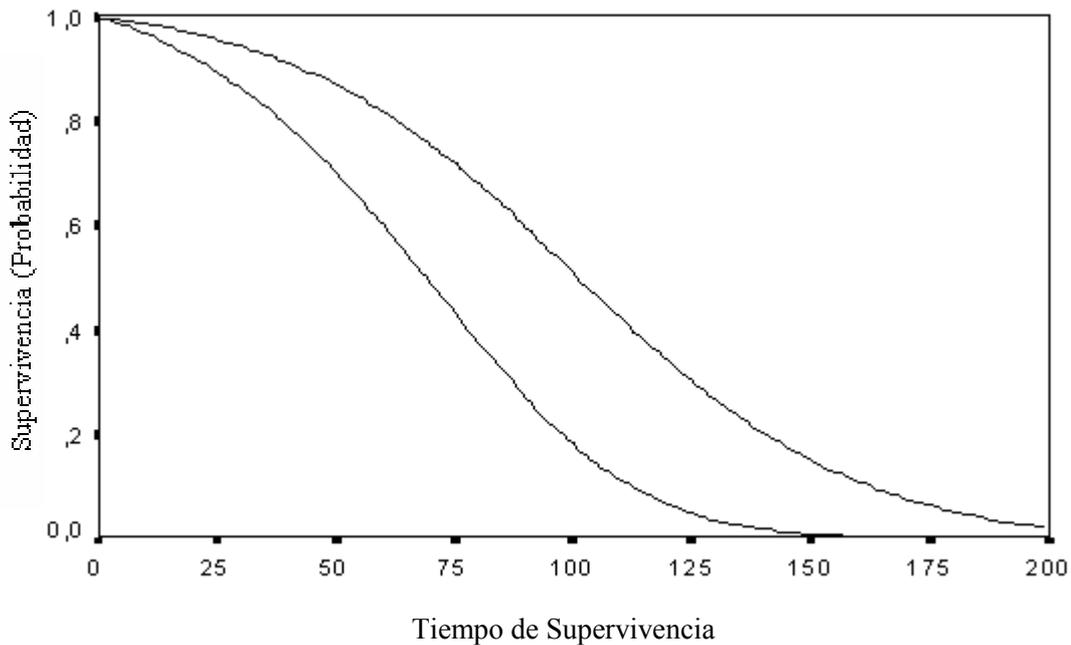


lo que tomará un valor distinto para cada individuo. Esta es la parte paramétrica del modelo.

Así, para un individuo para el que $\hat{a}^{b_1 X_1 + \dots + b_p X_p} = 2.54$, su función de supervivencia será $S(t) = h_0(t)(2.54)$, donde $h_0(t)$ es la función de supervivencia base y se estima por métodos similares a Kaplan-Meier. Los coeficientes de las covariables se estiman maximizando la verosimilitud parcial, a la cual se referirá mas adelante. La gráfica de la figura 3.1.1 ilustra dos curvas de supervivencia diferentes.

En el eje de las abscisas se representa la probabilidad de mantenerse libre del suceso o evento de fallo (supervivencia) y en el de ordenadas, el tiempo de seguimiento (observación) determinado en periodos iguales (meses, años, etc.). Al inicio la probabilidad es 1.0 y en cada momento en el que se produce algún fallo, la curva hace un escalón, que será más pronunciado cuantos más fallos sucedan. Al final, cuando no hay más fallos, la curva se hace plana.

Figura 3.1.1 Ejemplos de funciones de supervivencia.

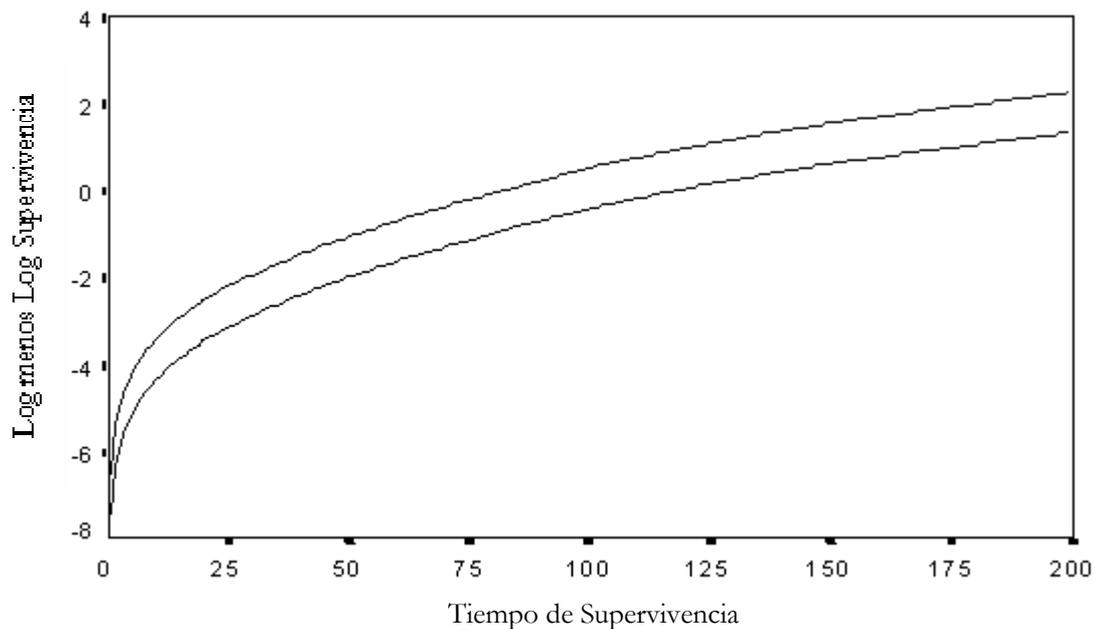


Si se cumplen las hipótesis de la Regresión de Cox, *razas proporcionales*¹⁰, entonces las *funciones log menos log*¹¹ de supervivencia de todos los individuos deben ser paralelas. Para las curvas de supervivencia anteriores, esas gráficas son mostradas en la figura 3.1.2.

¹⁰ Conocido como test de Mantel-Haenszel, "test Log Rank" y "test de Mantel-Cox". Más adelante en este capítulo se profundizará en esta prueba para la comparación de curvas de supervivencia.



Figura 3.1.2 Ejemplos de funciones log menos log de supervivencia.



3.2 Conceptos Introductorios

Función de Azar

La función de azar es la tasa instantánea de muerte: la probabilidad de morir en el instante siguiente al tiempo t , dado que se ha vivido al menos hasta el tiempo t . Un ejemplo de ésta se muestra en la figura 3.2.1. Para definir y entender de forma concisa la función de azar, se recurre a la siguiente explicación de forma matemática.

Primeramente, se supone \mathbf{T} como una variable aleatoria real, continua, con función de Densidad $\mathbf{f}(\bullet)$ y función de distribución $\mathbf{F}(\bullet)$. Además de estas formas matemáticamente equivalentes de representar la distribución de \mathbf{T} , existen otras funciones particularmente útiles en análisis de supervivencia, como lo es la misma función de supervivencia o la función de razón de fallo (función de azar). *La función de supervivencia* se representa por $\mathbf{S}(t)$ y

¹¹ Logaritmo del logaritmo negativo de la función de supervivencia. (Como dicha función tiene un valor comprendido entre 0 y 1, su logaritmo es negativo y, por lo tanto, el negativo de su logaritmo es positivo. Logaritmo de este último valor).



se define como la probabilidad de que hasta el tiempo de fallo T sea superior al tiempo t , es decir:

$$S(t) = P(T > t) \quad \dots\dots\dots 3.2.1$$

De la definición de función de distribución $F(\bullet)$ y de su relación con la función de densidad $f(\bullet)$ se tiene que:

$$f = \frac{dS}{dt} \quad \dots\dots\dots 3.2.2$$

La función de azar, que también es conocida como “razón de fallo”, “fuerza de mortalidad”, “función de intensidad” o “función de riesgo” se presenta por $h(\bullet)$ y se define como:

$$h_0 = \lim_{D_t \rightarrow 0} \frac{P(T \leq t + D_t | T > t)}{D_t} \quad \dots\dots\dots 3.2.3$$

Lo anterior dice que el valor de la función de azar, entendido como la probabilidad de morir en el instante siguiente al tiempo de sobrevivencia “ t ”, es igual al límite del incremento del tiempo “ t ” cuando tiende a 0 de la probabilidad “ P ” siendo que existe un tiempo de fallo “ T ” que es mayor o igual al valor sobrevivido “ t ”, pero menor a un incremento “delta de t ” del tiempo anterior, tal que el valor de fallo sea mayor o igual al de sobrevivencia “ t ”. Todo esto entre el valor del incremento del tiempo “ t ”. Por la definición de probabilidad condicionada se tiene que:

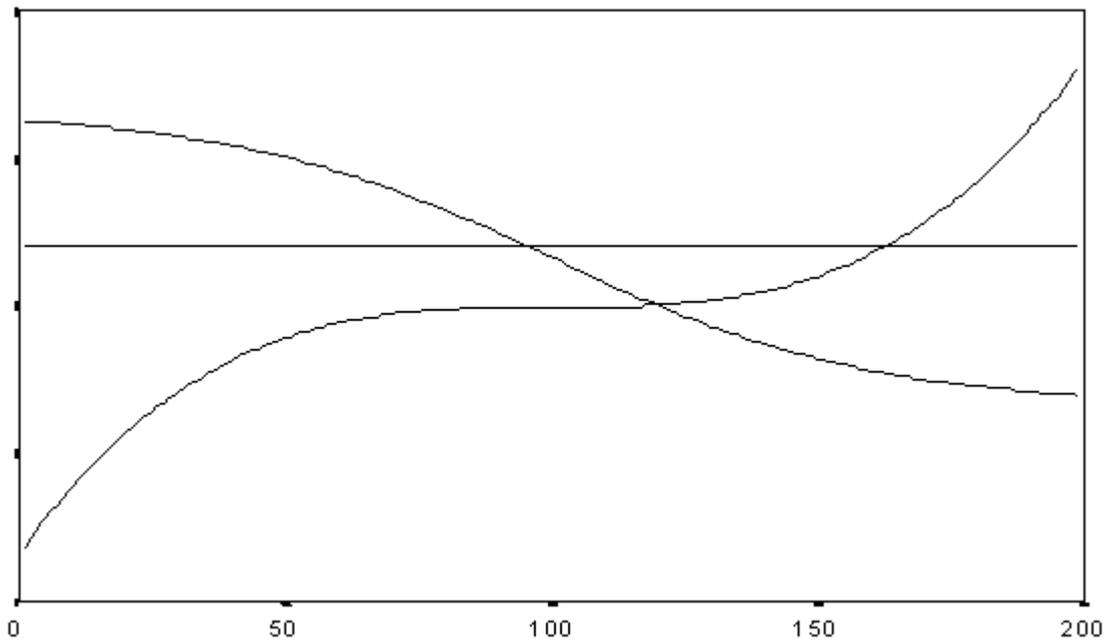
$$h = \frac{f}{S} = \frac{dF}{S} \quad \dots\dots\dots 3.2.4$$

Si la variable T mide el tiempo de fallo, la función $h(\bullet)$ es una medida de la predisposición de fallo como una función del tiempo, en el sentido en que h representa la proporción esperada de individuos que, sobreviviendo al tiempo t , fallan en el intervalo $[t, t + \Delta t]$. De esta forma, puede ser interpretada como el riesgo instantáneo de



fallo en cada instante t , sabiendo que el último fallo se ha producido en el instante 0. En muchas situaciones prácticas es evidente que el conocimiento de la función de razón de fallo de una variable en estudio supondría grandes ventajas, de ahí el interés de estimar dicha función. Para tal propósito, el primer planteamiento que surge es considerar una familia paramétrica de distribuciones (Weibull, Gamma o Exponencial son algunos de los modelos más utilizados en casos prácticos) y, utilizando un conjunto de observaciones $X_1 + \dots + X_n$ de la variable X , estimar el vector de parámetros desconocidos (beta, para el caso de Cox). Sin embargo, en muchos casos no se dispone de información suficiente para precisar la familia de distribuciones a la que pertenece la variable en estudio. En tales situaciones es deseable disponer de métodos no paramétricos para estimar la razón de fallo a partir de la información que proporciona un simple conjunto de observaciones $X_1 + \dots + X_n$, como lo es el caso de la estimación de la supervivencia por medio del método de regresión de Cox.

Figura 3.2.1 Función de azar.



Las funciones de azar pueden ser constantes o decrecientes. Una *función de azar constante* significa que el riesgo de muerte no varía a lo largo del tiempo. Una *función decreciente* muestra una disminución del riesgo de muerte.

Las funciones de azar se utilizan para modelizar los tiempos de supervivencia, y así poder construir test paramétricos para su estudio. Esto es posible ya que existe una relación



conocida entre la función de azar y la función de supervivencia: conociendo una de esas funciones se puede deducir matemáticamente la otra. Sin embargo, ninguno de los modelos paramétricos propuestos hasta ahora pueden utilizarse regularmente, pues sólo se ajustan adecuadamente a los datos en contadas ocasiones.

Por ello los métodos utilizados habitualmente en el estudio de datos de supervivencia son no paramétricos. Estos métodos, sin embargo, presentan algunos inconvenientes. Así por ejemplo, con métodos no paramétricos resulta muy difícil estudiar el efecto de covariables sobre la supervivencia.

Hipótesis de azares proporcionales

El modelo de Cox supone que las funciones Log menos Log de todos los individuos son paralelas, y las curvas de supervivencia que predice este modelo cumplen esa condición. Antes de utilizar los resultados obtenidos por la Regresión de Cox, se debe comprobar si se cumple esa restricción. Con las covariables categóricas¹², se pueden incluir en el modelo como estratos y dibujar sus funciones Log menos Log. Si éstas son aproximadamente paralelas, la hipótesis de azares proporcionales será creíble. La hipótesis de azares proporcionales, se cumple en muchas situaciones habituales en la Regresión de Cox y resulta ser un método de análisis muy útil. Sin embargo, cuando no se cumpla no debemos utilizar Regresión de Cox.

3.3 Formulación del Modelo

En la regresión de Cox, a diferencia de otros métodos, el modelo supone que existe un conjunto de variables independientes, $x_1 + \dots + x_p$, cuyos valores influyen en el tiempo que transcurre hasta que ocurre el suceso final. Si se define la función de riesgo o de azar, $h_0(t)$, como el límite, cuando Δt tiende a cero, de la probabilidad de que el suceso final ocurra en un pequeño intervalo $[t, t + \Delta t]$, supuesto que no ha ocurrido antes del instante t , el modelo de supervivencia $S(t/X)$ dado un conjunto de variables X que se postula es:

¹² Las covariables categóricas, son variables que actúan de manera simultánea con otra u otras variables con más de dos categorías.



$$S(t/X) = h_0(t)g(X) \dots\dots\dots 3.3.1$$

donde:

h(t/X): Función de riesgo o de supervivencia, considerando (dado) la información del conjunto de variables $X = X_1 + \dots + X_p$

h_0(t): Función de riesgo o de azar base, sin considerar el efecto del conjunto de variables $X = X_1 + \dots + X_p$

Es decir, se supone que la función de riesgo se puede expresar como el producto de una función de **t** y otra función que únicamente depende de $X = X_1 + \dots + X_p$. En particular, si:

$$g(X) = \exp(\beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p) \dots\dots\dots 3.3.2$$

siendo **Z** la combinación lineal:

$$Z = \sum_{j=1}^p \beta_j X_j = \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p \dots\dots\dots 3.3.3$$

se tiene el **modelo de Regresión de Cox**:

$$S(t/X) = h_0(t) \exp(\beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p) \dots\dots\dots 3.3.4$$

El análisis consistirá en estimar los parámetros desconocidos β_1, \dots, β_p . Se observa que, si las estimaciones de todos los parámetros fueran nulas, significaría que las variables $X_1 + \dots + X_p$ no influyen en el tiempo transcurrido hasta que ocurre el suceso final. En dicho caso, la función **g(X)** sería igual a 1 y, en consecuencia, **S(t/X)** coincidiría con **h_0(t)** (ver formula 3.3.1). La función de supervivencia, probabilidad de que el suceso final no ocurra hasta pasado un periodo de tiempo superior o igual a **t**, puede obtenerse, mediante una relación matemática, directamente a partir de la función de riesgo **S(s/X)**.



Por ello, una vez estimados los parámetros beta del modelo de la ecuación 3.3.4, además de la estimación de la función de riesgo $h_o(t)$ se obtendrá la estimación del valor de la *función de supervivencia* $S(t)$ para cada instante de t^{13} .

3.4 Selección de Variables

En los estudios observacionales se considera siempre un número elevado de covariables, pretendiendo encontrar entre ellas las de mayor valor de pronóstico.

La incorporación de muchas covariables en un modelo estadístico es problemática. Por una parte, el número de datos (individuos distintos) necesarios para obtener resultados estadísticamente significativos crece muy rápidamente con el número de covariables. (Por ejemplo, 10 covariables tienen 45 coeficientes de correlación; 20 covariables, 190 coeficientes de correlación. Eso sin mencionar las correlaciones múltiples o las parciales). Por otra parte, las covariables que estén muy correlacionadas entre ellas no van a aportar información complementaria y van a potenciar la inestabilidad del modelo resultante.

Por ello, la primera etapa en todo proceso de selección de variables debe ser un análisis univariante, y relaciones entre variables dos a dos. En los estudios de supervivencia debemos utilizar comparación de curvas de Kaplan Meier con las variables categóricas y Regresión de Cox con las variables continuas, para hacer una primera selección de las variables que pueden influir en la supervivencia. También es aconsejable realizar estudios parciales con bloques de variables que se supone que dan una información similar sobre la supervivencia; de esta forma se obtiene un equivalente a las correlaciones parciales.

El objetivo de esa primera etapa es reducir el número de covariables hasta un valor razonablemente pequeño, que permita estudiarlas conjuntamente. Existen métodos

¹³ La notación utilizada para describir la función de supervivencia $S(t)$ es la misma que $S(t/X)$, solo que cambia de la primera a la segunda para referir el conjunto de variables X dadas o involucradas en el modelo y se puede decir que es la notación completa, aunque esto en realidad es intuitivo con la notación $S(t)$. Para el caso de $Sup(t/X)$ se escribe de esta manera para diferir de las anteriores de esta última. De aquí en adelante se adoptará la notación $S(t)$ para referir de forma general a la función de supervivencia.



secuenciales de selección de variables, como el método STEPWISE, que minimiza el número de covariables del modelo. Existen otros métodos que pueden comenzarse desde el modelo sin ninguna covariable, *métodos Adelante*, o desde el modelo con todas las covariables incluidas, *métodos Atrás*. Existe además el método *Enter*, que en vez de eliminar alguna variable o una de sus categorías éstas ingresan en el modelo de forma “acoplada” y se ajustan con la ayuda de un método de estimación eficiente de los parámetros de ajuste, como lo es el de máxima verosimilitud. Este método se recomienda utilizar cuando se busca un modelo explicativo no predictivo.

. También hay estadísticos para la comparación de modelos, el más aconsejable es LR aunque también es el más lento, aunque no son necesarios explicarlos ya que no se utilizarán.

Encontrar el mejor modelo es prácticamente imposible. Para ello habría que comparar todos los modelos, además, habría que considerar todas las posibles transformaciones de las variables y los términos de interacción, con lo que la lista de modelos que se podrían construir sería interminable.

Por otra parte, los modelos construidos a partir de un banco de datos y evaluados utilizando esos mismos datos siempre parecen ser mejores de lo que realmente son. Deberían utilizarse bancos de datos distintos para la construcción y la evaluación del modelo.

3.4.1 Tipo de variables

VARIABLES CUALITATIVAS EN LA REGRESIÓN DE COX: CONVERSIÓN DE DATOS

Si entre las variables independientes, se encuentra alguna variable cualitativa, sus valores serán recodificados, mediante la creación de nuevas variables, a valores numéricos que correspondan en algún sentido a las categorías originales. En el caso de variables con dos categorías, sus valores se recodificarán a valores 0 y 1. El valor 1 indicará la presencia de la cualidad correspondiente a una de las dos categorías, y el 0, la ausencia de dicha cualidad (en consecuencia, la presencia de la otra). Cuando una variable presente más de dos categorías, se generarán tantas variables como el total de categorías menos uno. Cada nueva variable tomará valor 1 para una determinada categoría y 0 en el resto, de tal forma que los individuos en una misma categoría tomarán valor 1 en una misma variable y 0 en el resto. La categoría no considerada, o categoría referencia, estará representada por el valor 0 en



todas las nuevas variables. Mediante este esquema de codificación, los coeficientes de las nuevas variables reflejarán el efecto de las categorías representadas respecto al efecto de la categoría referenciada. Si se deseara comparar el efecto de una determinada categoría respecto al efecto promedio de las demás, otro posible esquema de codificación sería, considerando dicha categoría referencia, mantener el esquema anterior y asignar a la categoría referencia, en cada una de las nuevas variables, el valor -1. De esta forma, el coeficiente para la categoría referencia sería el negativo de la suma de los coeficientes correspondientes a las restantes categorías.

Covariables dependientes del tiempo

Así como existen covariables cuyo valor, para cada individuo, se observa al principio del estudio y permanece constante a lo largo del mismo, en ocasiones hay que considerar covariables que varían a lo largo del estudio.

Introducir una covariable que dependa del tiempo puede servir también para contrastar la hipótesis de azares proporcionales en una covariable cuantitativa, introduciendo un término de interacción entre el tiempo y la covariable.

Considerar este tipo de covariables complica excesivamente el modelo, que será difícil de explicar y utilizar, y se necesitarán grandes bancos de datos para poder analizarlo. Tampoco pueden obtenerse las gráficas de las funciones de supervivencia, pues las variables dependientes del tiempo son desconocidas al principio de la evolución de cada individuo. Tan solo se puede medir el "riesgo relativo" asociado a cada covariable.

3.4.2 Métodos de selección de variables

Para la construcción de la función Z del modelo de Regresión de Cox, podrá seleccionarse aquel conjunto de variables independientes que más información aporte sobre la probabilidad de que, para cada posible valor de t , el suceso final no ocurra hasta pasado un periodo de tiempo $t + \Delta t$, supuesto que no ha ocurrido antes de t . Para una adecuada selección de variables y la eliminación de aquellas no necesarias para el modelo, existen (además de los métodos citados anteriormente) los criterios basados en la puntuación de Rao y el estadístico de Wald.



Estadístico de Wald

El estadístico de Wald, para las variables incluidas en la ecuación de regresión de Cox, juega exactamente el mismo papel que en la regresión logística¹⁴. Es decir, para cualquier variable independiente X_j seleccionada, si b_j es el parámetro asociado en la ecuación de regresión, el estadístico de Wald permite contrastar la hipótesis nula:

¹⁴ Dada una variable dependiente dicotómica y un conjunto de una o más variables independientes cuantitativas o cualitativas, la regresión logística consiste en obtener una función lineal de las variables independientes, que permita clasificar a los individuos en una de las dos subpoblaciones o grupos establecidos por los dos valores de la variable dependiente.

A partir de $\{X_{i1}, \dots, X_{ip}\}, i = 1, \dots, n$, muestra de n observaciones de las variables independientes X_1, \dots, X_p , en los dos grupos de individuos establecidos por los dos valores de la variables dependiente Y , se trata de obtener una combinación lineal de las variables independientes que permita estimar las probabilidades de que un individuo pertenezca a cada una de las dos subpoblaciones o grupos. La probabilidad de que un individuo pertenezca a la segunda subpoblación, p , vendrá dada por:

$$P = \frac{e^{aZ}}{1 + e^{aZ}} \quad \text{o, equivalentemente,} \quad P = \frac{e^{-aZ}}{1 + e^{-aZ}}$$

Siendo Z la combinación lineal:

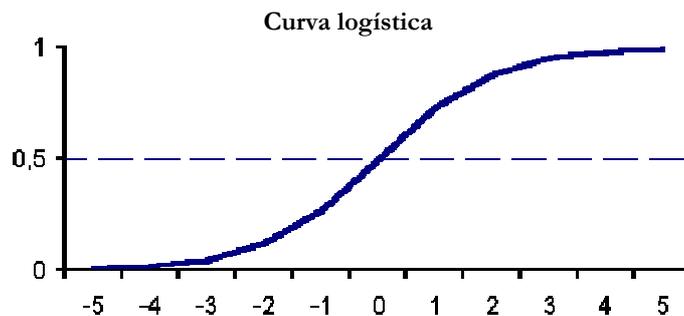
$$Z = b_1 X_1 + \dots + b_p X_p + b_0$$

Donde b_0, b_1, \dots, b_p son parámetros desconocidos a estimar. En particular, la probabilidad de que el i -ésimo individuo de la muestra pertenezca a la segunda subpoblación será:

$$P = \frac{1}{1 + e^{-a(b_1 X_1 + \dots + b_p X_p + b_0)}}$$

Si dicha probabilidad es superior o igual a 0.5, el individuo será clasificado en la segunda subpoblación; en caso contrario, será clasificado en la primera.

El modelo de regresión logística, por tanto, modeliza la probabilidad de un proceso binomial como la función logística de una combinación lineal de la(s) variable(s) dependiente(s).





$$H_0: \mathbf{b}_j = 0$$

La interpretación de dicha hipótesis es que la información que se perdería al eliminar la variable \mathbf{X}_j no es significativa. Si el p-valor asociado al estadístico de Wald es menor que α se rechazará la hipótesis nula al nivel de significación α . Bajo este punto de vista, en cada etapa del proceso de selección de variables, la candidata a ser eliminada será la que presente el máximo p-valor asociado al estadístico de Wald. Será eliminada si dicho máximo es mayor que un determinado valor crítico prefijado (si no se indica lo contrario, 0.1).

Puntuación eficiente de Rao

Si el estadístico de Wald en la regresión de Cox juega el mismo papel en la regresión logística para las variables incluidas en la ecuación, la Puntuación eficiente de Rao juega exactamente el mismo papel que en la regresión logística para las variables no incluidas en la ecuación de regresión de Cox. Supongamos que \mathbf{b}_j es el parámetro asociado a la variable \mathbf{X}_j , supuesto que entrara en la ecuación de regresión en el siguiente paso. El estadístico Puntuación eficiente de Rao permite contrastar la hipótesis nula:

$$H_0: \mathbf{b}_j = 0$$

La interpretación de dicha hipótesis es que, si la variable \mathbf{X}_j fuera seleccionada en el siguiente paso, la información que aportaría no sería significativa. Si el p-valor asociado al estadístico eficiente de Rao es menor que α , se rechazará la hipótesis nula al nivel de significación α . Bajo este punto de vista, en cada etapa del proceso de selección de variables, la candidata a ser seleccionada será la que presente el mínimo p-valor asociado al estadístico Puntuación eficiente de Rao. Será seleccionada si dicho mínimo es menor que un valor crítico prefijado (si no se indica lo contrario, 0.05).

Métodos adelante (Forward) y atrás (Backward)

Este es un tipo de método de los que comienzan el proceso de selección con o sin variables seleccionadas. Si el método inicia sin alguna variable seleccionada (*método adelante*) los pasos a seguir son:



1. En el primer paso se introduce la variable que presente el mínimo p-valor asociado al estadístico Puntuación eficiente de Rao, siempre y cuando verifique el criterio de selección. En caso contrario, el proceso finalizará sin que ninguna variable sea seleccionada y, en consecuencia, no será posible construir la función **Z** a partir de la información de las variables independientes.
2. En el segundo paso se introduce la variable que presente el mínimo p-valor asociado al estadístico Puntuación eficiente de Rao, siempre y cuando verifique el criterio de selección. En caso contrario, el proceso finalizará y la función **Z** se construirá a partir de la información de la variable independiente introducida en el primer paso.
3. En el siguiente paso se introduce la variable que presente el mínimo p-valor asociado al estadístico Puntuación eficiente de Rao, siempre que verifique el criterio de selección. Si, al introducir una variable, el máximo p-valor asociado al estadístico de Wald para las variables previamente incluidas verifica el criterio de eliminación, antes de proceder a la selección de una nueva variable, se eliminará la variable correspondiente.
4. Cuando ninguna variable verifique el criterio de eliminación, se vuelve a la etapa 3. La etapa 3 se repite hasta que ninguna variable no seleccionada satisfaga el criterio de selección y ninguna de las seleccionadas satisfaga el de eliminación.

Si el proceso comienza con una o más variables seleccionadas (*métodos atrás*), en el primer paso se analizará la posibilidad de seleccionar a las que no lo están.

3.5 Estimación de los parámetros

Una vez teniendo las variables que estarán involucradas en el modelo, se procede a estimar los parámetros (coeficientes beta). Recapitulando que, a partir del modelo de regresión de Cox, dado el conjunto de variables independientes $X = X_1 + \dots + X_p$, el límite, cuando Dt tiende a cero, de la probabilidad de que el suceso final ocurra en un pequeño intervalo $[t, t + \Delta t]$, supuesto que no ha ocurrido antes del instante t , vendrá dado por:

$$S(t) = \exp\left(-\int_0^t \lambda(u) du\right) \dots \dots \dots 3.5.1$$



Siendo Z la combinación lineal:

$$Z = b_1 X_1 + \dots + b_p X_p \quad \dots\dots\dots 3.5.2$$

y b_1, \dots, b_p parámetros desconocidos a estimar. El criterio para obtener los coeficientes B_1, \dots, B_p , estimaciones de los parámetros desconocidos b_1, \dots, b_p es el de máxima verosimilitud. A partir de B_1, \dots, B_p , la estimación de la función Z será:

$$Z = B_1 X_1 + \dots + B_p X_p \quad \dots\dots\dots 3.5.3$$

y en consecuencia, la estimación de $g(X)$ será:

$$g(X) = \frac{1}{\sigma} \left[B_1 X_1 + \dots + B_p X_p \right] \quad \dots\dots\dots 3.5.4$$

Luego para los valores fijos de los restantes términos, cuando mayor sea el coeficiente B_i mayor será la estimación de $g(X)$ o, lo que es equivalente, la de $S(t)$. En otras palabras, mayor será la probabilidad estimada de que el suceso final ocurra en un pequeño intervalo $[t + \Delta t, t + \Delta t + \Delta t]$, supuesto que no ha ocurrido antes del instante t .

3.5.1 Estimación Eficiente: Máxima Verosimilitud

El criterio de máxima verosimilitud consiste básicamente en suponer una distribución y, a partir de ésta, estimar los parámetros que hagan máxima la probabilidad de que determinada muestra pertenezca a dicha distribución. La relación entre la distribución supuesta inicialmente y la muestra con que se cuenta, se da a través de un modelo estadístico (forma estructural).

Dentro de este modelo se tienen ciertos parámetros que son magnitudes desconocidas. El principio de máxima verosimilitud consiste en escoger aquellos valores de los parámetros de tal forma que la muestra se parezca lo más que se pueda a la distribución supuesta inicialmente. En este sentido lo que se busca es hacer lo más verosímil (creíble) posible el supuesto inicial respecto de la distribución de probabilidades de la cual se partió.



En otras palabras, lo que se busca es maximizar la probabilidad de ocurrencia de la muestra. Se sabe que la probabilidad se calcula a partir de una función de probabilidad específica, por lo que es crucial partir tomando en cuenta una de ellas.

Planteamiento general

Teniendo una idea más concreta de lo que significa el principio de máxima verosimilitud, se puede generalizar su planteamiento para luego centrarse en las propiedades de este tipo de estimadores.

En una distribución continua, la analogía con respecto a la de una distribución discreta de probabilidad de observar la muestra dada no es exacta, puesto que una muestra concreta tiene probabilidad cero. Sin embargo, el principio es el mismo. La función de densidad conjunta de las “n” observaciones, que pueden ser univariantes X_1, X_2, \dots, X_n , es el producto de las funciones de densidad individuales.

Para esto, se supone que la muestra X_1, X_2, \dots, X_n que ha sido extraída de una función de distribución $P(X_i/\beta)$ donde β representa al conjunto de parámetros que determina la función de densidad de X . Se supone también que cada elemento de la muestra se distribuye independientemente con función de distribución $P(X_i/\beta)$. De esta forma, la *función de distribución conjunta*, definida como función del vector de parámetros desconocidos β , de toda la muestra vendría dada por:

$$P(X_1, X_2, \dots, X_n / \beta) = P(X_1/\beta) P(X_2/\beta) \dots P(X_n/\beta) \dots\dots\dots 3.5.1.1$$

$$= \prod_{i=1}^n P(X_i/\beta) \dots\dots\dots 3.5.1.2$$

Los valores de la muestra (X_i) son dados, por lo que el problema se reduce a preguntar; cuál es el valor de β que maximiza la probabilidad de ocurrencia de los valores observados (X_i). En este sentido tenemos que la *función de verosimilitud* vendría dada por:

$$L = \prod_{i=1}^n P(X_i/\beta) \dots\dots\dots 3.5.1.3$$



Como se puede apreciar la forma de la función de verosimilitud y la función de probabilidad son iguales, lo único que cambia es el enfoque. En la función de probabilidad lo que se supone como dado es el parámetro y de allí se generan los datos mientras que en la función de verosimilitud lo que se considera fijo son los datos y debe hallarse el valor de los parámetros que hacen que la probabilidad de la muestra sea la mayor posible, es decir; aquellos valores que hacen lo más verosímil posible el hecho de que la muestra haya sido generada por dicha función de probabilidad.

Resulta más conveniente trabajar con el logaritmo de la función de verosimilitud el cual se reduce a:

Log L(β) = ... 3.5.1.4

La función anterior (que recibe el nombre de función log-verosímil) es precisamente aquella que se busca maximizar en términos de β. Esta transformación puede realizarse debido a que las funciones de probabilidad son monótonicas crecientes y por tanto cualquier transformación de este tipo no altera los resultados de los puntos de maximización¹⁵.

Dicho de otra forma, el valor de los parámetros que maximiza esta función es el estimador de máxima verosimilitud. Puesto que la función logarítmica es una función monótona, los valores que maximizan L son los mismos que aquellos que maximizan LogL. La función de verosimilitud y su logaritmo, evaluados en β, son generalmente designados como L(β) y Log[L(β)], respectivamente. La condición necesaria para maximizar Log[L(β)] es:

¹⁵ Si las observaciones son independientes entre sí, la probabilidad de que un sujeto experimente el suceso "muerte" en la estimación de la supervivencia es independiente de lo que le ocurra a cualquier otro, por lo que la probabilidad conjunta se calcula como el producto de las probabilidades individuales y de esa forma se obtiene la función de verosimilitud, que tiene en cuenta todos los datos de forma global, y será función únicamente de los coeficientes beta (para el caso del modelo de regresión de Cox). Al combinar observaciones independientes, en el cálculo de la función de verosimilitud interviene el producto de las probabilidades individuales, por lo que habitualmente interesa tomar logaritmos, ya que estos transforman los productos en sumas y los cocientes en restas. Así habitualmente (y para el presente caso de estudio) se verán en las salidas de los programas de ordenador el término log-likelihood (LL), que no es más que el logaritmo de la verosimilitud. Al tratarse de productos de probabilidades la función de verosimilitud será siempre menor que 1 y por tanto su logaritmo será negativo.



$$\frac{\partial \log L}{\partial \mathbf{b}} = 0 \quad \dots \quad 3.5.1.5$$

esta ecuación es conocida como la *ecuación de verosimilitud*.

Este es el procedimiento matemático para determinar el punto máximo o mínimo de una ecuación, que consiste en calcular la derivada de la función e igualar a cero. Se trata en realidad de determinar, de forma matemática, la pendiente en cada punto (eso es la derivada) y en el punto máximo se sabe que la pendiente es cero, en donde el valor de los coeficientes beta son los que maximizan la función o el valor de la supervivencia.

Propiedades del estimador de máxima verosimilitud

Una de las ventajas de la estimación por máxima verosimilitud, es que resulta bastante atractiva debido principalmente a lo general de su planteamiento y a sus propiedades asintóticas. Si se supone que se cumplen las condiciones de regularidad se puede verificar las siguientes *propiedades asintóticas*¹⁶:

- P₁. Consistencia : $\text{Plim}_{MV} \hat{\mathbf{b}} = \mathbf{b}$
- P₂. Normalidad Asintótica : $\sqrt{N}(\hat{\mathbf{b}} - \mathbf{b}) \xrightarrow{D} N(\mathbf{0}, \mathbf{V})$
- P₃. Eficiencia Asintótica
- P₄. Invarianza : el estimador de máxima verosimilitud de $\mathbf{a} = \mathbf{c}(\\mathbf{b})$

Estas propiedades se tornan atractivas, este tipo de estimadores son especialmente para el análisis de muestras grandes. Con el fin de explorar más a fondo las propiedades enunciadas anteriormente, resulta necesario considerar algunas características de la función de densidad $P(\mathbf{X}_i, \theta)$ ($L(\mathbf{X}_i, \theta)$), si se considera desde la perspectiva de máxima verosimilitud; ambas serán utilizadas indistintamente). Para la definición de dichas características se requiere el cumplimiento de ciertas condiciones conocidas como las *condiciones de regularidad*:

¹⁶ Para mayor información sobre las propiedades, condiciones de regularidad y características de la condición de regularidad R2 de los estimadores de máxima verosimilitud, consulte la siguiente bibliografía: Green, William H., Análisis Económico, Editorial Prentice Hall, 3a. Edición, España, 1999, pp. 118-129.



R1. Las primeras tres derivadas de $\log L(\mathbf{X}_i, \boldsymbol{\beta})$ con respecto a $\boldsymbol{\beta}$ son finitas para casi todo \mathbf{X} y $\boldsymbol{\beta}$. Esto garantiza la posibilidad de realizar aproximaciones a través de series de Taylor y la existencia de una varianza finita para $\log L$.

R2. Es posible obtener la esperanza de la primera y segunda derivada de $\log L(\mathbf{X}_i, \boldsymbol{\beta})$.

R3. Para todos los valores de $\boldsymbol{\beta}$,

$$\sum_j \sum_k \sum_l \frac{\partial^3 \log L(\mathbf{X}_i, \boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_j \partial \beta_k \partial \beta_l} = 0 \quad \dots \quad 3.5.1.6$$

es menor a una función con esperanza finita. Esta condición permite truncar la serie de Taylor. A partir de estas condiciones se pueden derivar las siguientes características:

C1. $\log L(\mathbf{X}_i, \boldsymbol{\beta})$

$$S = \sum_i \log L(\mathbf{X}_i, \boldsymbol{\beta})$$

$$H_i = \frac{\sum_j \frac{\partial^2 \log L(\mathbf{X}_i, \boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_j \partial \beta_j}}{\sum_j \frac{\partial \log L(\mathbf{X}_i, \boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_j}}$$

C2. $E \left[\frac{\partial \log L(\mathbf{X}_i, \boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_j} \right]$

C3. $\text{Var} \left[\frac{\partial \log L(\mathbf{X}_i, \boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_j} \right]$

Bondad de ajuste

Comprobar la bondad de ajuste es analizar cuán probables son los resultados muestrales a partir del modelo ajustado. La probabilidad de los resultados obtenidos se denomina *verosimilitud*. Para comprobar si la verosimilitud difiere de 1 (que el modelo se ajusta perfectamente a los datos) se utiliza el estadístico:

$$-2LL = (-2) \text{ (Logaritmo de la verosimilitud)}$$

Cuanto más próximo a 0 sea el valor del estadístico $-2LL$, más próxima a 1 será la verosimilitud y mejor será el modelo.



Para todas las variables introducidas en la función **Z** del modelo de Cox (formula 3.3.3) se tiene la garantía de que, por el criterio de eliminación en el proceso de selección de variables, el p-valor asociado al *estadístico de Wald* es menor que 0.1 o, lo que es equivalente, la hipótesis nula, que el parámetro correspondiente es igual a cero puede ser rechazada al nivel de significación 0.1. En este sentido, para comprobar que el modelo es adecuado, una alternativa sería contrastar, en una única hipótesis nula, de que todos los parámetros correspondientes al conjunto de variables incluidas en el modelo son iguales a cero. En la regresión de Cox, al igual que en la regresión logística, para contrastar la hipótesis nula de que, en cada etapa, para todas las variables incluidas en el modelo, todos los parámetros asociados son nulos, se utilizará el estadístico *Ji-cuadrado global* para el modelo. En este caso, se evalúa el cambio que se produce en el estadístico $-2LL$.

3.6 Pruebas Estadísticas del Modelo

3.6.1 Comparación de curvas de supervivencia

Cuando se desea comparar la supervivencia de dos o más grupos de individuos se puede utilizar un test estadístico global, que responde a la pregunta: *¿Todos los grupos presentan la misma supervivencia?*

Si el p-valor asociado a ese test es pequeño, lo que permite suponer que no todos los grupos son iguales, se tiene que plantear una nueva pregunta: *¿Qué grupos son distintos?*

Para responder a esa pregunta se pueden realizar todas las comparaciones dos a dos, siempre que se utilice algún procedimiento para corregir al alza los p-valores obtenidos (problema de comparaciones múltiples). Utilizando la *corrección de Bonferroni*¹⁷, únicamente se han de multiplicar los p-valores observados por el número de comparaciones realizadas.

¹⁷ En el uso de pruebas estadísticas, para comprobar que las hipótesis sugeridas por los datos sean válidas, las probabilidades o p-valores deben ser utilizados únicamente como guías, y a su vez los resultados obtenidos han de ser considerados como *orientativos*, hasta que sean confirmados en próximos estudios. Una práctica muy útil para comprobar varias hipótesis es utilizar la corrección de Bonferroni. Si se desea comprobar "n" hipótesis independientes, se debe utilizar un nivel de significación de $0,05/n$ para cada una de ellas. Es decir, si se realizan 2 pruebas de hipótesis, se declarará haber obtenido un resultado estadísticamente significativo sólo si $p < 0,025$. También se debe hacer la pregunta: ¿los datos son independientes o apareados? En algunos casos esto puede ser difícil de decidir. Como regla general, aquellos datos que se han medido sobre el mismo individuo, o provenientes de estudios apareados, nunca serán independientes.

Generalmente, el análisis que se realiza sobre los datos, debe reflejar el diseño que se ha utilizado a la hora de recoger la información. Por lo tanto, un diseño apareado tiene que ir seguido de un análisis para datos apareados. Se debe poner especial cuidado en el análisis de los datos medidos en diferentes periodos de tiempo, ya que uno de los errores más frecuentes a la hora de analizar los datos es tratar las observaciones dependientes como independientes.



Para comparar si las diferencias observadas en dos curvas de supervivencia pueden ser explicadas o no por el azar, se debe realizar un test estadístico. Si no hubiese observaciones censuradas la prueba no paramétrica de **suma de rangos de Wilcoxon** (también llamado test de Breslow o de Gehan) podría ser apropiada para comparar dos muestras independientes. Como la mayoría de las veces hay datos censurados se deben utilizar otras técnicas.

La **prueba de la t de Student** para datos independientes comparando la supervivencia en uno y otro grupo tampoco es apropiada, pues los tiempos de supervivencia no presentan una distribución normal.

Hay diversas pruebas para comparar distribuciones de supervivencia. El **test de Mantel-Haenszel** (también llamado test *Log Rank*, test de azares proporcionales, y test de Mantel-Cox) ha sido y es el más utilizado. Es muy potente para detectar diferencias cuando los logaritmos de las curvas de supervivencia son proporcionales (lo que es equivalente a decir que los azares son proporcionales).

Sin embargo, si las curvas de supervivencia se cortan, el test Log Rank tiene problemas para detectar diferencias. En esos casos es más útil el test de Breslow o Wilcoxon, que prima de forma especial las diferencias detectadas al principio de la curva. Por ello, no resulta útil para detectar diferencias a largo plazo. Un test intermedio entre los dos anteriores es el test de Tarone-Ware.

Existen más pruebas no paramétricas de entre las que a continuación sólo se mencionan pero no se profundizará, las más habituales son:

- Prueba de Kruskal-Wallis para comparar K muestras
- Prueba de Friedman para comparar K muestras pareadas (bloques)
- Coeficiente de correlación de Spearman para rangos
- Prueba de rachas de Wald-Wolfowitz
- Prueba de Mann-Whitney para muestras independientes

Test de Cochran-Mantel-Haenszel (Log Rank)

Esta prueba compara en esencia el número de eventos (muertes, fracasos) en cada grupo con el número de fracasos que podría esperarse de las pérdidas en los grupos combinados. Se emplea la prueba de la chi-cuadrada para analizar las pérdidas observadas y esperadas.



Para el cálculo se disponen los datos de tal forma que se objeive en cada grupo y en cada mes (años, etc.) los individuos en riesgo y los eventos presentados.

Para efectuar los cálculos se ordenan cronológicamente las observaciones de los dos grupos de forma combinada, como si de un solo grupo se tratase, al igual que se hace para el cálculo de la curva de supervivencia. Para cada instante en el que se observa algún suceso se determina el número total de individuos que continúan en el estudio r , y cuántos son del primer grupo a . Si el número de sucesos que se observan en ese instante es d , el número esperado E para el primer grupo es:

$$E_A = \frac{a_i \cdot d_i}{r_i} \dots\dots\dots 3.6.1.1$$

con el subíndice i se indica que este cálculo se repite para todos los instantes de tiempo en los que se produce algún suceso, pero no para aquellos en los que sólo hay observaciones incompletas, que sólo contribuirán a reducir el número de individuos expuestos a considerar en el siguiente momento en el que se producen sucesos. Se calcula finalmente la suma de todos los sucesos esperados E para el grupo A :

$$E_A = \sum E_A \dots\dots\dots 3.6.1.2$$

Si D es el número total de sucesos observados en el estudio, considerando ambos grupos, el número de sucesos esperado para el grupo B se puede calcular por diferencia:

$$E_B = D - E_A \dots\dots\dots 3.6.1.3$$

Para contrastar la hipótesis nula (hipótesis de que el riesgo es el mismo en ambos grupos) se calcula:

$$C^2 = \frac{\frac{O_A - E_A}{E_A} + \frac{O_B - E_B}{E_B}}{\dots\dots\dots} 3.6.1.4$$

que se distribuye como una χ^2 con 1 grado de libertad. Este método es también válido para comparar más de dos grupos.



$$C^2 = \frac{\sum_t \frac{U_t^2}{n_t} - \frac{(\sum_t U_t)^2}{\sum_t n_t}}{\sum_t \frac{n_t}{2}} ; t = i \dots\dots\dots 3.6.1.5$$

El procedimiento de prueba de Cochran-Mantel-Haenszel tiene la desventaja de que no hace ninguna corrección por censura. Si los intervalos construidos son anchos, esto puede originar un sesgo en las conclusiones. Por esta razón, se prefieren utilizar los intervalos de tiempo más pequeños posibles, al igual que con el estimador de Kaplan Meier. En este caso, sin embargo, se combinan los intervalos más pequeños proporcionados por las dos cohortes.

Debe notarse que la prueba log-rank asume que los riesgos de sufrir el suceso de muerte (evento) por parte de las dos cohortes son proporcionales (azares proporcionales). Es decir, asume que el cociente de los dos riesgos es una constante que no depende del tiempo. Cuando hay evidencia de que este supuesto es falso, se prefiere utilizar una *prueba log-rank ponderada*, la cual usa el estadístico de prueba:

$$W = \frac{\sum_t w_t \frac{U_t^2}{n_t} - \frac{(\sum_t w_t U_t)^2}{\sum_t w_t n_t}}{\sum_t \frac{w_t n_t}{2}} ; t = i \dots\dots\dots 3.6.1.6$$

donde w_t , es un conjunto de ponderaciones, uno para cada intervalo. Bajo la hipótesis nula de que el factor de riesgo y la ocurrencia del evento son independientes, y con muestras suficientemente grandes, este estadístico sigue teniendo aproximadamente una distribución chi-cuadrada con 1 grado de libertad.

Cuando $w_t = n_t^{(1)} + n_t^{(2)}$, es decir, cuando w_t es el número total de individuos en riesgo en el instante de tiempo t , la prueba log-rank se conoce como la prueba de **Breslow**, o la prueba de **Wilcoxon generalizada**. Esta prueba le da mayor peso a los intervalos de tiempo con mayor número de individuos en riesgo, los cuales son inevitablemente los primeros intervalos. La otra prueba ponderada es la de **Tarone-Ware**, para contrastar la igualdad de distribuciones de supervivencia. Los intervalos temporales se multiplican por la raíz cuadrada del número de casos bajo riesgo que hay en dichos intervalos, esta prueba utiliza las ponderaciones:

$$W_t = \sqrt{n_t^{(1)} + n_t^{(2)}} \text{ donde } t = i \dots\dots\dots 3.6.1.7$$

Prueba log-rank estratificada



La prueba log-rank permite hacer ajustes para evitar los efectos indeseados de variables de confusión¹⁸. Para hacer ajustes por variables de confusión, los sujetos se dividen de acuerdo a los estratos definidos por los niveles de las variables de confusión. Por ejemplo, si se tienen dos variables de confusión, cada una con 3 niveles, entonces los sujetos se dividen de acuerdo a cada una de las 3×3=9 combinaciones de niveles de las dos variables. Cada una de estas combinaciones sería un estrato. A continuación, el numerador y el denominador del estadístico log-rank se calculan para cada estrato. Sean E_j y V_j el numerador y denominador del estadístico log-rank, respectivamente, calculados sólo con los datos de los sujetos del estrato j -ésimo. Entonces, el estadístico log-rank, ajustado por variables de confusión, es:

$$\frac{\sum_j E_j}{\sum_j V_j} \dots \dots \dots 3.6.1.8$$

donde las sumas se hacen a través de todos los estratos. Este estadístico también tiene una distribución aproximada chi-cuadrada con un grado de libertad, cuando la hipótesis nula de independencia del factor de riesgo y el suceso del evento específico es correcto, y cuando el tamaño muestral es suficientemente grande.

Test de Breslow o Wilcoxon

Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

Esta prueba permite comparar datos con una mediana teórica. Se supone M_0 a la mediana frente a la que se va a contrastar los datos, y sean $X_1, X_2 \dots X_n$ los valores observados. Se calcula las diferencias $X_1-M_0, X_2-M_0, \dots, X_n-M_0$. Si la hipótesis nula:

$$H_0: med = 0$$

fuera cierta, estas diferencias se distribuirían de forma simétrica en torno a cero. Para efectuar esta prueba se calculan las diferencias en valor absoluto $|X_i-M_0|$ y se ordenan de

¹⁸ Una variable de confusión es una variable que puede explicar completa o parcialmente la relación entre el factor de riesgo y el evento final, y que por lo tanto hace creer que el factor de riesgo es lo que explica las diferencias observadas entre las curvas de supervivencia, sin ser así.



menor a mayor, asignándoles su rango (número de orden). Si hubiera dos o más diferencias con igual valor (empates), se les asigna el rango medio (es decir, que si se tiene un empate en las posiciones 2 y 3 se les asigna el valor 2.5 a ambas). Ahora se calcula R^+ (la suma de todos los rangos de las diferencias positivas), aquellas en las que X_i es mayor que M_0 y R^- (la suma de todos los rangos correspondientes a las diferencias negativas). Si la hipótesis nula es cierta, ambos estadísticos deberán ser parecidos, mientras que si los datos tienden a ser más altos que la mediana M_0 , se reflejará en un valor mayor de R^+ , y al contrario si son más bajos. Se trata de contrastar si la menor de las sumas de rangos es excesivamente pequeña para ser atribuida al azar, o, lo que es equivalente, si la mayor de las dos sumas de rangos es excesivamente grande.

Prueba de Wilcoxon de la suma de rangos

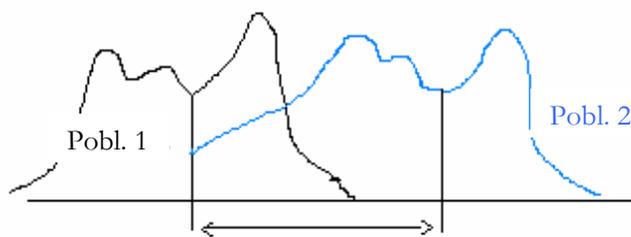
Dada dos muestras: X_1, \dots, X_n de la población 1; Y_1, \dots, Y_m de la población 2. Sea R_i el rango de Y_i , ordenadas todas las $N = n+m$ observaciones de la más pequeña a la más grande.

Para la prueba de la hipótesis:

$$H_0: \Delta = 0 \text{ (más intervalo de confianza)}$$

Se usa la estadística $W = \sum_{i=1}^m R_i \rightarrow$ tablas, software.

Figura 3.6.1 Supuesto de las distribuciones de las dos poblaciones o grupos que tienen la misma forma. Solamente se distinguen por un cambio de sitio.



$\Delta =$ cambio de sitio = diferencia entre medias y medianas



Capítulo IV

CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE SUPERVIVENCIA

4.1 Descripción de la Base de Datos

Los datos utilizados para la realización del análisis de supervivencia pertenecen a la base de datos del Censo Nacional de Recursos Humanos elaborada a nivel nacional por el Servicio de Administración Tributaria (SAT), dependencia de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), en el año 2002.

Es importante mencionar, que se tomaron algunas variables de la base de datos del censo para el análisis, también se seleccionaron la mayoría de los datos llegando a un total de 29,051¹⁹ (cifra menor al total de los datos existentes) registros.

Las variables incluidas en el modelo son:

1. Sexo
2. Estado civil
3. Nivel máximo de estudios

¹⁹ Este total comprende a los casos que resultaron válidos para el estudio, de aquí en adelante a este total se hará referencia.



4. Régimen o tipo de contratación
5. Tipo de subunidad administrativa
6. Nivel de mando
7. Pretensión de cambio de lugar de trabajo
8. Pretensión de cambio de puesto laboral
9. Grupos de edad en años al ingresar al Gobierno Federal
10. Grupos de edad en años al ingresar al SAT
11. Tiempo en meses desde el ingreso al Gobierno Federal hasta el ingreso al SAT

El modelo (análisis de supervivencia) estima el tiempo que tardan los empleados en ingresar a la dependencia del SAT desde que iniciaron a laborar en el Gobierno Federal (variable dependiente), o bien; la probabilidad de pasar de un estado a otro, dependiendo del efecto de las variables: género, estado civil, nivel máximo de estudios, tipo de contratación y subadministración en la que laboran, nivel de mando, pretensión de cambio de puesto y lugar laboral y grupos de edad en años al ingresar al Gobierno Federal y al SAT (variables independientes de tipo categóricas).

A continuación se describe en qué consiste cada una de ellas, las categorías que poseen, su objetivo y la relación que tienen sobre el modelo.

Para tener una idea de la distribución de la base de datos, se presenta una serie de estadísticas descriptivas y gráficas que muestran de manera porcentual los datos de acuerdo a las variables y la relación entre ellas, con la finalidad de elaborar un diagnóstico demográfico que servirá de antecedente para tener una visión más objetiva de su comportamiento. De esta manera, se podrá inferir en cuestiones que ayuden a encontrar una explicación al modelo para la obtención de conclusiones que validen este estudio.

Por razones de seguridad, las estadísticas están mostradas en referente al total antes citado y sólo se presentarán de manera porcentual.

4.2 Descripción por género

Esta variable podría decirse que es la más importante de todas, ya que en esta época de transición de ideales sobre la mujer en todos los aspectos de la vida política, económica y social en México y el Mundo ha sido trascendental, y principalmente en el campo laboral ha representado un factor determinante en los servicio civiles públicos y privados, es por esto,

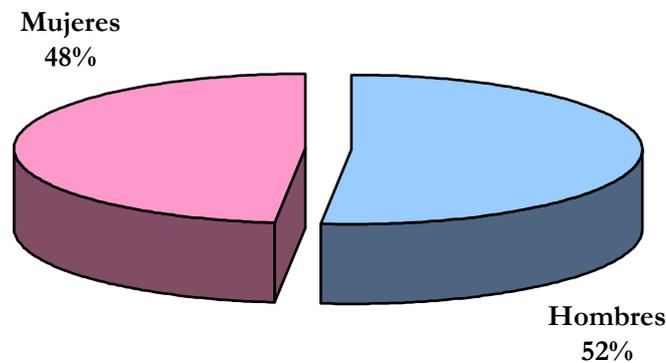


que es relevante hacer la distinción de funcionarios por género que son contratados en la dependencia gubernamental del Servicio de Administración Tributaria (SAT), donde los principios como formas de alcanzar mejores oportunidades del Servicio Profesional de Carrera, ofrecen equidad de género en la contratación del personal y sólo distinguen a los méritos escolares y laborales.

El porcentaje de empleados en hombres y mujeres es 48% y 52% respectivamente, como lo muestra la figura 4.1. No se observa una diferencia significativa entre estos porcentajes que haga pensar que haya una distinción en la selección de personal de contratación en el SAT prioritaria sobre un determinado sexo de la población.

Las razones del porqué dicha población laboral está equilibrada se expondrán en el transcurso del capítulo o se podrá discutir en cuestión del sexo, o mas adelante al analizar algunas relaciones con otras variables como el estado civil, el nivel máximo de estudios, los grupos de edad de ingreso a la dependencia de la SHCP, el nivel de mando, entre otras. Estas variables de alguna manera afectan o determinan el ingreso de personas a la institución, ayudando así a explicar y entender este equilibrio del género de la población.

Figura 4.1 Distribución porcentual por sexo de empleados del SAT.



4.3 Estado civil

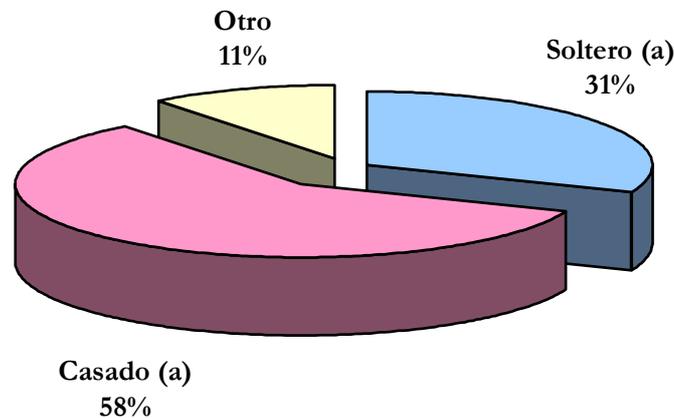
La distribución de la población en estudio por estado civil es 31% para solteros (as), 58% casados (as) y el 11% se encuentra en otro estado civil²⁰.

²⁰ El estado civil “otro” agrupa los estados civiles de viudo (a), divorciado (a), unión libre y separado (a), ya que la población que representa cada uno de ellos del total es mínima en comparación de los estratos de solteros y casados, los cuales son más grandes.



La gráfica que se aprecia en la figura 4.2, muestra que la mayor parte de las personas que laboran en la institución gubernamental son casados y el estrato que le siguen en proporción es el de solteros. El estado conyugal de casado es al momento de ser censado, no se puede saber cual era su status al entrar al evento de contratación, es decir, esta condición se debe tomar como transitoria. La variable grupos de edad al ingresar al Gobierno Federal y al SAT ayudaría a explicar este fenómeno, y de esta manera hacer la relación del tipo de personas por estado civil (principalmente solteros o casados) contratada por esta dependencia, y principalmente verificar si tiene o no importancia esta variable en la probabilidad de incorporación.

Figura 4.2 Distribución porcentual de empleados SAT por estado civil.



4.4 Nivel máximo de estudios

El nivel máximo de estudios representa uno de los aspectos más importantes que se consideran en la contratación de una persona en cualquier área laboral, sector privado, público o de otra índole, además de que determina el puesto que puede ocupar y el régimen de contratación al que estará sujeta. La tabla 4.1 muestra la distribución porcentual de esta variable.

El nivel escolar máximo que tiene la mayoría de la población trabajadora del SAT es de licenciatura con el 57.3%, siguiéndole en proporción los de bachillerato y carrera corta



después de la secundaria, con 13.5% y 13.1% respectivamente. El estrato con una población mínima son los de doctorado, con 0.1% del total²¹.

Tabla 4.1 Distribución de los empleados del SAT, según nivel máximo de estudios alcanzado.

<i>Categoría</i>	<i>Porcentaje</i>
Primaria	1.7
Secundaria	5.7
Carrera corta después de la Secundaria	13.1
Bachillerato	13.5
Carrera corta después del Bachillerato	4.5
Licenciatura	57.3
Maestría	4.2
Doctorado	0.1

La figura 4.3 muestra el porcentaje del nivel máximo de estudios alcanzados de los empleados en hombres y mujeres del SAT. La gráfica revela que la población masculina es la que posee la mayor parte de la preparación escolar en cada nivel de estudios, excepto para los que tienen carrera corta después de la secundaria, en donde las mujeres son las que dominan dicho estrato de educación. Con esto, se infiere que los trabajadores del SAT, los hombres son los que más nivel educativo tienen y probablemente tengan mayores oportunidades para el Servicio Profesional de Carrera.

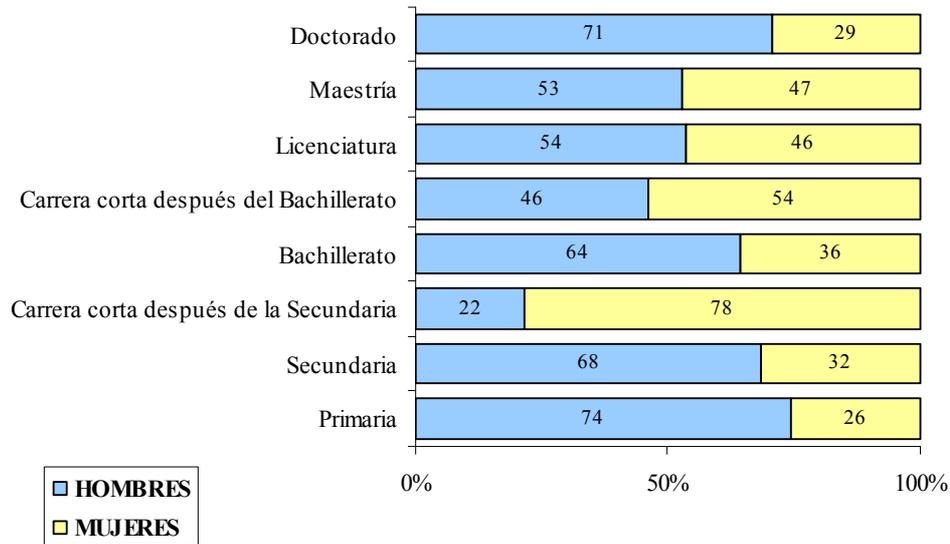
Es importante remarcar que las personas con doctorado representan una pequeña población dentro de la categoría de puestos laborales, puesto que la mayoría de estas personas ocupan los puestos más altos y estos son muy pocos a comparación de los demás (ver Tabla 4.2). Los grupos que contienen una población medianamente grande son las personas con carrera corta después de la Secundaria y con bachillerato, 5.7% y 13.5% respectivamente, esto se debe al tipo de puesto al que estas personas son asignadas²². La tabla 4.2 muestra la distribución porcentual de las categorías de los niveles de estudio de la población, el nivel de mando que tienen además del género.

²¹ Cabe aclarar que la pregunta del nivel máximo de estudios, considera el nivel máximo de escolaridad que poseía un empleado en el momento del censo, no importando si el nivel lo obtuvo ya contratado o lo está cursando o si sea pasante, titulado o trunco.

²² Probablemente ocupan puestos de administración general y en el caso de las mujeres sean secretarías.



Figura 4.3 Porcentaje del máximo nivel de estudios por sexo del SAT.



De manera general, de los que declararon tener licenciatura el 53.5% son hombres y el 46.5% son mujeres, en el caso de los de bachillerato 64.3% y 35.7% respectivamente. De igual manera es la población masculina la predominante.

Obsérvese que en el caso de las personas con licenciatura de los que tiene un mando medio el 59% son hombres y el 41% son mujeres. La distribución porcentual de los de licenciatura por nivel de mando en cada sexo, para los hombres representa el 27.5% y para las mujeres el 22%.

Por nivel de estudio (ultima columna), la licenciatura representa el 57.3% del nivel máximo de estudios de la población mientras que el bachillerato sólo representa el 13.5% del total, pero los hombres que controlan los mandos medios son el 72.7% con bachillerato, cantidad mayor a los que poseen licenciatura, aunque en las mujeres con bachillerato es menor el porcentaje (59%) en comparación a las de licenciatura. Por otro lado, del nivel bachillerato en los mandos medios; el 4.4% son hombres y 3% son mujeres, las cuales son cifras menores con respecto a los que tienen el nivel licenciatura.



Tabla 4.2 Cruce de las variables nivel máximo de estudios, nivel de mando y sexo.

NIVEL MÁXIMO DE ESTUDIOS	NIVEL DE MANDO	SEXO				% Total del Nivel de Mando	% del Nivel Máx. de Estudios
		Hombres		Mujeres			
		% Nivel de Mando	% Sexo	% Nivel de Mando	% Sexo		
Primaria	Funcionario Superior	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7
	Funcionario Superior Homologado	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Mando Medio	60.0	1.7	40.0	3.0	2.1	
	Mando Medio Homologado	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Enlace	72.7	6.9	27.3	6.8	6.9	
	Operativo	72.6	91.4	27.4	90.2	91.1	
	SUBTOTAL SEXO		72.3		27.7		
Secundaria	Funcionario Superior	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7
	Funcionario Superior Homologado	100.0	0.1	0.0	0.0	0.1	
	Mando Medio	61.1	1.9	38.9	2.7	2.2	
	Mando Medio Homologado	75.0	0.5	25.0	0.4	0.5	
	Enlace	65.0	11.3	35.0	13.1	11.9	
	Operativo	68.9	86.1	31.1	83.8	85.4	
	SUBTOTAL SEXO		68.3		31.7		
Carrera corta después de la Secundaria	Funcionario Superior	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.1
	Funcionario Superior Homologado	33.3	0.2	66.7	0.1	0.2	
	Mando Medio	44.2	6.4	55.8	2.2	3.1	
	Mando Medio Homologado	25.0	0.6	75.0	0.5	0.5	
	Enlace	26.9	18.2	73.1	13.6	14.6	
	Operativo	19.7	74.5	80.3	83.5	81.6	
	SUBTOTAL SEXO		21.6		78.4		
Bachillerato	Funcionario Superior	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.5
	Funcionario Superior Homologado	75.0	0.1	25.0	0.1	0.1	
	Mando Medio	72.7	4.4	27.3	3.0	3.9	
	Mando Medio Homologado	55.6	0.4	44.4	0.6	0.5	
	Enlace	61.6	13.0	38.4	14.5	13.5	
	Operativo	64.4	82.1	35.6	81.8	82.0	
	SUBTOTAL SEXO		64.3		35.7		
Carrera corta después del Bachillerato	Funcionario Superior	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5
	Funcionario Superior Homologado	100.0	0.7	0.0	0.0	0.3	
	Mando Medio	66.3	10.2	33.7	4.4	7.1	
	Mando Medio Homologado	71.4	1.7	28.6	0.6	1.1	
	Enlace	50.5	16.2	49.5	13.5	14.7	
	Operativo	42.7	71.3	57.3	81.5	76.8	
	SUBTOTAL SEXO		46.0		54.0		
Licenciatura	Funcionario Superior	66.7	0.0	33.3	0.0	0.0	57.3
	Funcionario Superior Homologado	72.2	4.3	27.8	1.9	3.2	
	Mando Medio	59.0	27.5	41.0	22.0	24.9	
	Mando Medio Homologado	51.1	0.8	48.9	0.9	0.8	
	Enlace	52.6	21.5	47.4	22.3	21.9	
	Operativo	50.0	46.0	50.0	52.9	49.2	
	SUBTOTAL SEXO		53.5		46.5		
Maestría	Funcionario Superior	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4.2
	Funcionario Superior Homologado	63.3	15.5	36.7	10.1	12.9	
	Mando Medio	56.7	47.5	43.3	40.6	44.2	
	Mando Medio Homologado	45.5	0.8	54.5	1.0	0.9	
	Enlace	44.4	17.3	55.6	24.3	20.6	
	Operativo	46.7	18.9	53.3	24.1	21.3	
	SUBTOTAL SEXO		52.8		47.2		
Doctorado	Funcionario Superior	100.0	8.3	0.0	0.0	5.9	0.1
	Funcionario Superior Homologado	83.3	41.7	16.7	20.0	35.3	
	Mando Medio	75.0	25.0	25.0	20.0	23.5	
	Mando Medio Homologado	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Enlace	50.0	8.3	50.0	20.0	11.8	
	Operativo	50.0	16.7	50.0	40.0	23.5	
	SUBTOTAL SEXO		70.6		29.4		
TOTAL	% Sexo		51.6		48.4		100.0



4.5 Régimen o tipo de contratación

Existe una clasificación usada de manera común en los textos legales para quienes ejercen la función pública (servidores públicos²³) dividiéndolos en *empleados de confianza y empleados de base*, siendo los primeros los *funcionarios* y los segundos los *empleados*. Los distintos criterios legales que se utilizan para diferenciar a unos y a otros son:

- a) *Artículo 123 constitucional; apartado B*, que al texto dice, los cargos de confianza serán aquellos que determine la ley, mencionando al respecto como parte principal la que deja a salvo los derechos en materia de seguridad social y de salarios de este tipo de empleados.
- b) *Artículo 5º de la Ley Federal de los Trabajadores al Servicio del Estado*, donde enlista a aquellos trabajadores que se consideran de confianza, la plantilla presidencial y los que requieran de autorización del presidente; los que manejan fondos y valores con la capacidad de disponer o tomar decisiones sobre ellos; los secretarios particulares de altos funcionarios por ejemplificar a algunas de las 14 reglas que marca este artículo, dejando por exclusión a los que se considera de base.
- c) *Artículo 110 constitucional*, que los distingue señalando como empleados de confianza a aquellos cuyas responsabilidades se determinan mediante juicio político y empleado de base a los que se les sigue el procedimiento común.

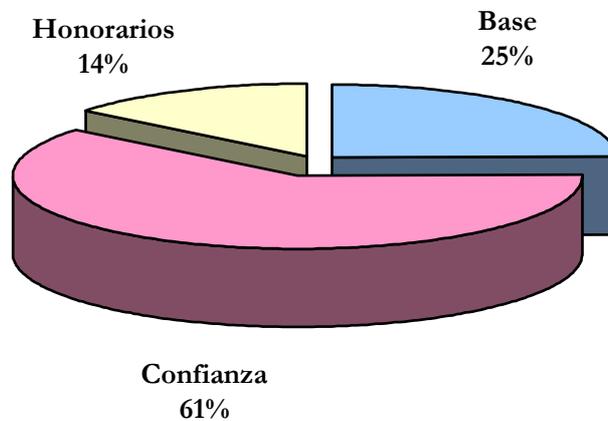
Finalmente, los *empleados de honorarios* son aquellos trabajadores contratados por cierto lapso de tiempo para realizar un trabajo, el cual puede alargarse o no en el tiempo, pero sin tener los beneficios o necesitar los requerimientos de un empleado de confianza o de base. Uno de los requisitos que el Servicio Profesional de Carrera requiere para su ingreso en un área solicitada, es tener un nivel de estudios meritorio para el puesto al que aspira, así pues, es también determinante para el tipo de contratación al que puede estar sujeto un empleado. Es por eso que se cree que esto también influye en el tiempo que transcurre para llegar a laborar en el SAT.

²³ Artículo 108 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Se entiende por servidor público como a toda persona que desempeña un empleo, cargo o comisión de cualquier naturaleza dentro de la administración pública sea esta Federal o del Distrito Federal, incluyendo a los representantes de elección popular, a los miembros del Poder Judicial, esto es, el término servidor público se maneja indistintamente para toda persona al servicio del Estado, este concepto rebasa la relación entre el Estado y el particular englobado en lo que es la función pública por lo que para el objeto de estudio es necesario clasificarlos de acuerdo a la doctrina por su nivel jerárquico o grado de responsabilidad en; empleado, funcionario y alto funcionario.



En la población de estudio, la mayoría de empleados son de confianza, 61%, en contraste con los de honorarios que representan el mínimo porcentaje (14%) del tipo de contratación de la población. Esto probablemente se debe a que dado que es una dependencia gubernamental y por estar relacionada con ingresos nacionales monetarios, se requiere de gente confiable en las áreas de trabajo y de esta manera gozar de una mayor seguridad en los trabajadores por medio de la ética profesional, por ejemplo. La gráfica 4.4 muestra la distribución del tipo de contratación que tienen los empleados en el SAT en el 2002.

Figura 4.4 Distribución del régimen o tipo de contratación de los empleados del SAT.



Haciendo el cruce del tipo de contratación y nivel educativo, se encontró que para el caso de los empleados con doctorado, el 94% son de confianza y el 6% contratados por honorarios. Para los que tienen primaria el 71% son de base, el 28% de confianza y solo 1% de honorarios.

El efecto del nivel de preparación escolar en los empleados del SAT, se puede entender por el tipo de trabajo que realizan, ya que quizá para algunos puestos no requieren de un mayor preparación como lo podría ser para un trabajo de mandos superiores. Más adelante se analizan los niveles de mando.

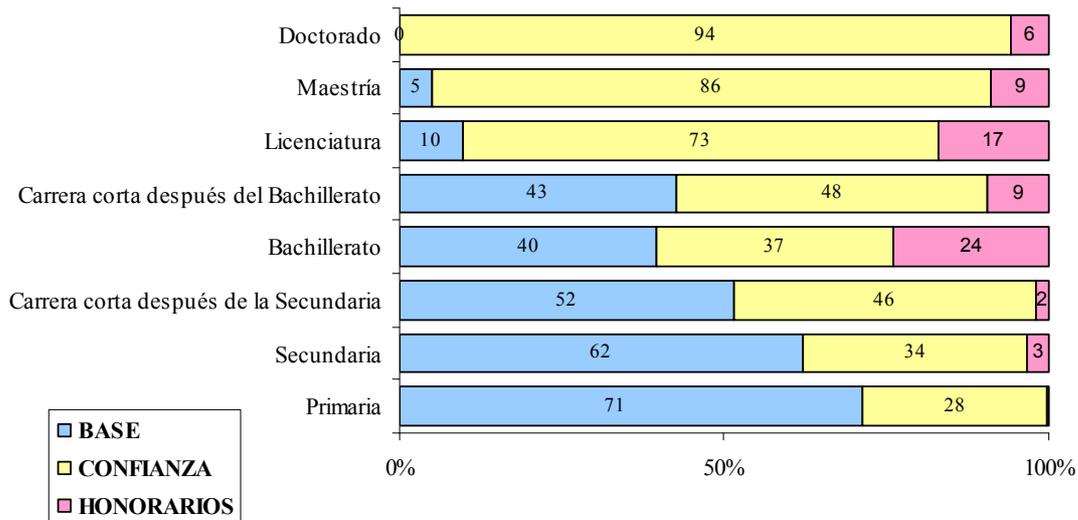
En la figura 4.5 se analiza la distribución porcentual del tipo o régimen de contratación de los empleados según su nivel de estudios.

Es notorio que el tipo de contratación de confianza es para empleados con doctorado, maestría y licenciatura, en contraste con los de “bajos grados de estudios”; carrera corta después de la secundaria, secundaria y primaria, los cuales tienen contrato de tipo base y en mínima proporción por honorarios. Cabe resaltar también que los niveles



que se encuentran en equilibrio en el tipo de contratación son los “niveles medios” de estudio, es decir, los de bachillerato y en cierto modo los de carrera corta después del bachillerato, que se encuentran también en un “buen” tipo de contratación por ser pocos los contratados por honorarios en comparación con los otros tipos de contratos.

Figura 4.5 Porcentaje por cada nivel máximo de estudios y el tipo de contratación de los empleados de Servicio de Administración Tributaria.



4.6 Tipo de subunidad administrativa

El Servicio de Administración Tributaria está dividido en administraciones centrales y locales, las centrales se encuentran ubicadas en el Distrito Federal y Área Metropolitana²⁴, y las locales se distribuyen al interior de los estados de la República Mexicana, a la vez cada tipo de administración está organizada por subadministraciones.

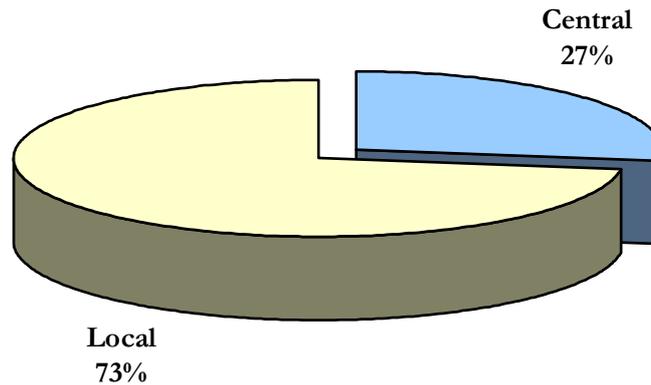
El porcentaje de cada una de ellas es 73% para las locales y 27% para centrales. Esto denota que casi tres cuartas partes del personal del SAT está localizado o distribuidos en interior de la República (véase gráfica 4.6), sin embargo por el gran número de personal e instituciones concentradas en la zona centro, se infiere que esta dependencia gubernamental tiene un régimen centralista.

²⁴ El Área Metropolitana comprende a las 16 delegaciones del Distrito Federal y a la corona de municipios conurbados del Estado de México, ver anexo 1.



El tipo de subunidad administrativa ayudará a establecer que todos los individuos que aspiran a trabajar en el SAT, tengan la misma oportunidad de hacerlo en una administración de tipo central a la de una local, tal como lo establece el Servicio Profesional de Carrera en el principio de la equitativa oportunidad de trabajo.

Figura 4.6 Porcentaje de empleados del SAT según su localización laboral.



4.7 Nivel de mando

Los niveles de mando que se tomaron en cuenta fueron 6: mando superior, superior homologado, mando medio y medio homologado, enlace y operativo. Estos mandos están homologados con la mayoría de las secretarías de Estado.

Las personas que tienen un mando superior son por lo general los administradores generales, y a partir de éste se dan los puestos. El superior homologado son los administradores centrales de las dependencias.

En los mandos medios se encuentran los administradores y su homologado, que ocupan los puestos de subadministradores. Finalmente en los mandos de bajo nivel (enlace y operativo), poseen altos niveles de responsabilidad por ser los encargados de la maquila recaudadora de impuestos, caso del SAT de Hacienda.

Es importante resaltar, que no existe diferencia porcentual entre la población concentrada en el nivel operativo y la de enlace, la única diferencia que existe radica en que el 100% del personal de base (sindicato) es operativo, mientras que en presupuestal y honorarios se da en todos los niveles.

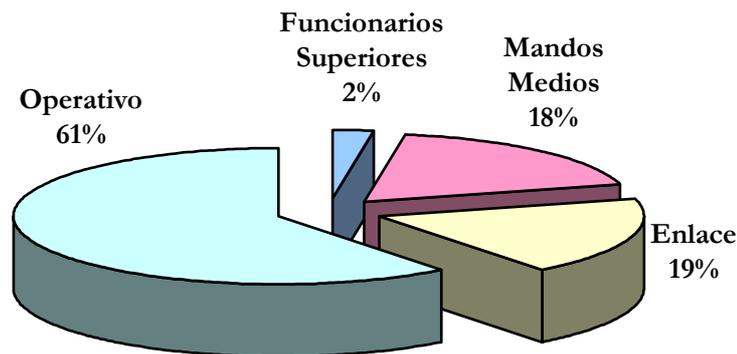


Las estadísticas demostraron que el mando que requiere de mayor demanda de atención en la dependencia gubernamental SAT es el operativo con 61% del total, puesto que como ya se mencionó anteriormente es una administración que se basa en la recaudación de impuestos, por lo que requiere servicio personalizado en la mayoría de casos aunque no requiere de una mayor preparación escolar.

Los estratos que siguen al operativo es el de enlace con 19% y los “mando medios” con 18%, agrupando en esta última los mandos medio y medio homologado.

Los “funcionarios superiores” agrupan los mandos: superior y superior homologado, que posee la mínima cantidad porcentual del total, 2%, dado que siempre serán menores los mandos que se encargan de la toma de decisiones que los que brindan el servicio de atención al cliente, por ejemplo. Lo anterior es revelado por la figura 4.7.

Figura 4.7 Distribución porcentual de los niveles de mandos en el SAT.



4.8 Pretensión de cambio de lugar de trabajo

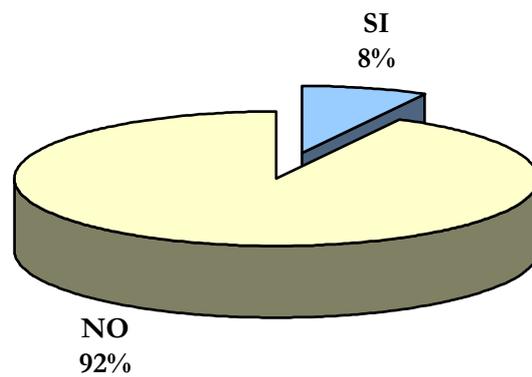
Uno de los cuestionamientos incluidos en el censo de recursos humanos del SAT, fue el deseo de cambiar el actual lugar de trabajo, el 92% reveló este deseo de forma negativa, en contraposición del 8% que sí lo requería o lo deseaba. Los motivos que conllevaron a tomar esta determinación son ajenos al conocimiento de la información manejada. Estos porcentajes se pueden visualizar en la figura 4.8.

Esta variable es importante, ya que muestra la aspiración del crecimiento profesional de un empleado que labora en dependencias gubernamentales no importándole



su desplazamiento geográfico. Muy probablemente este podría ser el caso para personas solteras, y de preferencia hombres, ya que son menores sus responsabilidades en comparación a las de una persona casada para el cual el desplazo o el cambio de lugar de trabajo puede dificultarse por la situación familiar, que ancla la realización de sus actividades cotidianas en lugares específicos.

Figura 4.8 Porcentaje del deseo de cambio de lugar de trabajo.

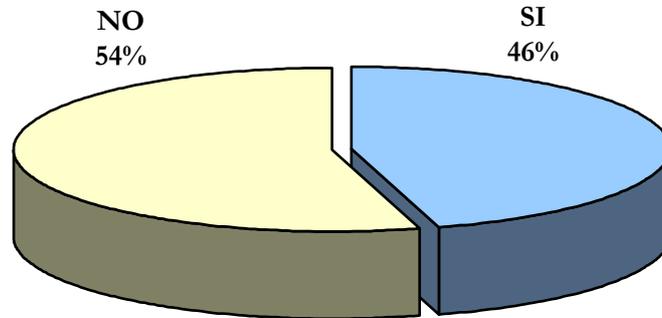


4.9 Pretensión de cambio de puesto laboral

Al igual que la variable anterior, la figura 4.9 indica que 46% de la población trabajadora del SAT quería cambiar de puesto laboral y el 54% no lo deseaba. Es trascendente que el porcentaje del deseo de la población por cambiar su puesto es poco diferente, es decir, que la pretensión de cambio es casi la misma a favor y en contra. Por lo anterior, se puede decir que una importante cantidad de empleados estaba inconforme con su puesto de trabajo en ese momento y que posiblemente estaban dispuestos a mejorar.



Figura 4.9 Distribución porcentual de la pretensión de cambio del puesto laboral de los empleados del SAT.



4.10 Grupos de edad en años al ingresar al Gobierno Federal

Para explicar esta variable y la siguiente se utiliza la herramienta demográfica de apoyo denominada *pirámides de población*²⁵, la cual se basa en los mismos grupos de edad para ambas variables. Para la definición de los intervalos de edad se echó mano principalmente de una serie de análisis cualitativos, como el máximo nivel escolar de un empleado, su estado civil, las concentraciones de personal en los puestos de trabajo y otras cuestiones relacionadas. A continuación se exponen una serie de razones antes citadas de la elección de los grupos.

En el grupo más joven; de 18 a 23 años, se agrupo de esta manera ya que aquí se concentran los empleados que en el peor de los casos aun están estudiando la licenciatura y en el mejor de los casos la han concluido, ya sea con título o sin él, es por esto que las

²⁵ Una pirámide de población, corresponde a una representación gráfica de la distribución por sexo y edad, de la población de una localidad o país, en un momento particular en el tiempo. Está constituida por dos histogramas, uno correspondiente a cada género. En el eje de las abscisas se representa la población total o porcentaje de población según corresponda, mientras que en el eje de ordenadas, se representa la edad simple o grupo de edades. Los histogramas se ubican en posición contraria uno del otro, usando como referencia el eje de las ordenadas. Se utiliza por convención que el sexo masculino se muestre a la izquierda.

Este tipo de representaciones, permite hacer un análisis visual, del comportamiento de los componentes de la dinámica demográfica y de la presencia de ciertos hechos, que pueden haber afectado la población (guerras, epidemias, migraciones selectivas por edad o sexo, aumento de la fecundidad, etc.). Además son una excelente herramienta para establecer comparaciones en la evolución de una población, analizando las pirámides en diferentes momentos en el tiempo o para comparar distintas poblaciones en un mismo año.



instituciones gubernamentales requieren de este tipo de personal para laborar, y esto se ve reflejado en el estatus escolar de los empleados del SAT.

Para el grupo 23 a 30 años, se eligió este intervalo porque para estas personas se tiene una mayor seguridad de que los empleados cuenten con licenciatura terminada (al menos la educación requerida para un puesto medio) o pueden seguir estudiando un postgrado en el mejor de los casos, ya sea maestría, especialización, diplomado u otro. Existe además también una mayor seguridad de que una persona cambie de estado civil, siendo este el más certero de soltero a casado, la cual demanda más responsabilidades y obligaciones.

El grupo de 30 a 35 años fue agrupado así, dado que estas personas tienen un mínimo de estudios de licenciatura y en su mejor caso de postgrado; en pocas palabras, con un nivel considerablemente alto de escolaridad, aptitudes y por supuesto por contar con experiencia laboral, además de que es propenso a ascender a otros puestos, esto es, las expectativas de crecimiento son mayores para este grupo de edad.

Para el grupo de 35 a 40 años, se tomó este rango porque la mayoría de las personas que ocupan los mandos superiores se ubican dentro de este grupo de edad, que al menos tienen 15 años de experiencia, pero las probabilidades de capacitación para ellas son mínimas.

Resulta interesante hacer notar que los empleados que se ubican en los grupos anteriores, son personas que a esa edad pueden alcanzar el nivel máximo de desarrollo laboral. Una vez saliendo de estos grupos, los empleados entran al siguiente grupo (de 40 a 45 años), el cual comienza a perder una serie de beneficios, puesto que ya no tienen posibilidades de capacitación, aunque en realidad se considera una persona joven para desempeñar actividades laborales, pero las estadísticas del capítulo anterior demuestra que para la dependencia de gobierno SAT estos empleados se empiezan a “descartar” de la ascensión a otros puestos superiores. Finalmente el grupo de empleados que poseen más de 45 años, se concentran en buscar una mayor seguridad, estabilidad y garantías en su trabajo, tal como lo es la jubilación, y el número de las personas que componen este estrato es mínimo.

La pirámide de población de la figura 4.10 del estudio revela que, los grupos de edad de “18-23” y “23-30” años, son los más grandes en proporción en ambos sexos, ya que suman el 82% y 87% para hombres y mujeres respectivamente, siendo mínima la cantidad porcentual en los demás grupos de edad y sexo.

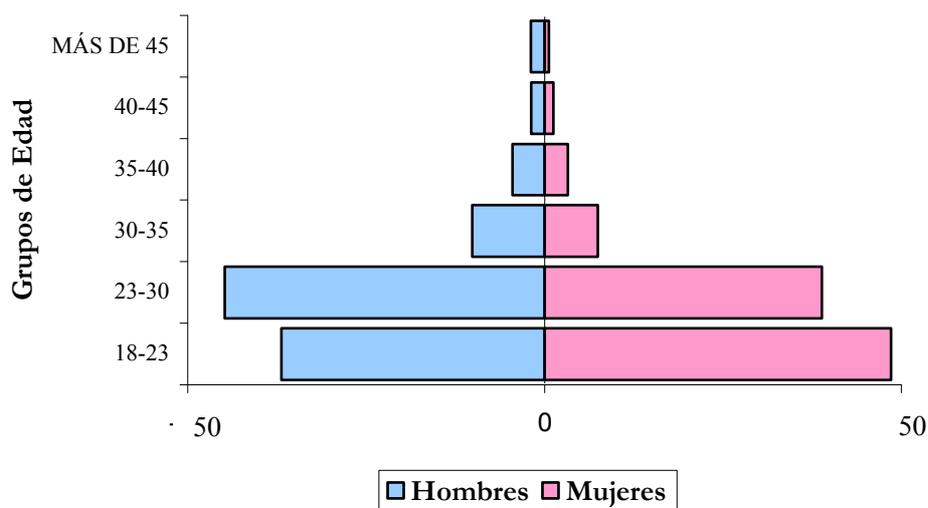


El grupo de edad con mayor propensión de ingreso laboral al Gobierno Federal es, el grupo de 23 a 30 años para los hombres, con 45% del total del género masculino, y con el 49% en el grupo de 18 a 23 años para las mujeres.

Esto nos lleva a pensar que los grupos “más jóvenes” tuvieron mayor probabilidad de ser contratados en el SAT, es decir; entre más edad tenga un empleado del Gobierno Federal, menor es la posibilidad de ingreso al Servicio de Administración Tributaria, la cual demanda personal más joven. Por lo anterior, esta dependencia del gobierno requirió de personal con poca experiencia “relativamente hablando”, ya que, de acuerdo al nivel máximo de estudios de los empleados, las personas de 18 a 23 años su nivel de escolaridad máxima era de licenciatura, pero con experiencia laboral mínima, concordando así con las estadísticas realizadas a estas variables anteriormente, en donde la mayor población empleada del SAT su preparación es dicho nivel.

Sin embargo, cabe mencionar que el Servicio Profesional de Carrera establece que cualquier persona de cualquier edad (mayor de edad y con capacidades de trabajo) tiene las mismas oportunidades laborales, siempre y cuando se cumpla con los requisitos de ingreso. Con base a lo anterior, es muy notorio que los mayores de 35 años tienen muy poca probabilidad de entrar a trabajar al SAT aún siendo una persona muy joven (laboralmente hablando), cuestión que no concuerda en gran medida con lo planteado por dicho servicio, aunque desgraciadamente no se tiene conocimiento de los requerimientos de ingreso para cada puesto y nivel laboral, además de que no compete al estudio.

Figura 4.10 Grupos de edad en años de empleados al ingresar a laborar en el Gobierno Federal.





Con la finalidad de profundizar aún más acerca del nivel de estudios que tiene un empleado a una determinada edad, se analiza la tabla 4.3, que muestra la distribución porcentual del cruce de estas dos variables, agregando el género de los empleados.

En esta tabla de referencia se puede constatar que efectivamente la mayoría de empleados que ingresan al SAT son de licenciatura con un 57.3%, y de estos el 53.5% son hombres y 46.5% son mujeres. Los hombres y las mujeres del grupo B, de 23 a 30 años, es el que concentra la mayor población de este nivel de educación con 51.2% y 47.6% de cada género de todos los grupos de edad en este nivel respectivamente. Así pues el 55.3% y el 44.7% son los porcentajes correspondientes de hombres y mujeres en el grupo B de edad del nivel licenciatura.

4.11 Grupos de edad en años al ingresar al SAT

En figura 4.11 se visualiza la pirámide de los grupos de edad en años de empleados al ingresar al SAT una vez que han ingresado a trabajar al Gobierno Federal.

Los empleados del SAT que tienen de 23 a 30 años, son los que tienen más posibilidad de ingresar a laborar en la dependencia, ya que en proporción porcentual son los más grandes con 39% para hombres y mujeres.

De lo anterior, se puede inferir que la mayor población empleada del SAT es joven y dado que los del Gobierno Federal también son los mismos, entonces el tiempo que transcurre en dicho proceso de cambio es muy pequeño, y si esto es cierto, será revelado en los resultados de la ejecución del modelo de regresión de Cox al estimar la supervivencia de cambio. Como consecuencia de esto, en esta pirámide de la figura 4.11, la concentración de población en el grupo de 18 a 23 años ha disminuido, en relación a la de la figura 4.10.

Este efecto, del corto tiempo transcurrido en el proceso de cambio de un estado a otro, se puede deber a que los empleados que pertenecen a estos grupos de edades ingresan directamente al SAT y por consecuente en ese momento pasan a pertenecer al Gobierno Federal, pero este fenómeno se analizará en el siguiente capítulo. Esto conlleva a cuestionar quién requiere del personal joven: el Gobierno Federal o la dependencia de la SHCP.



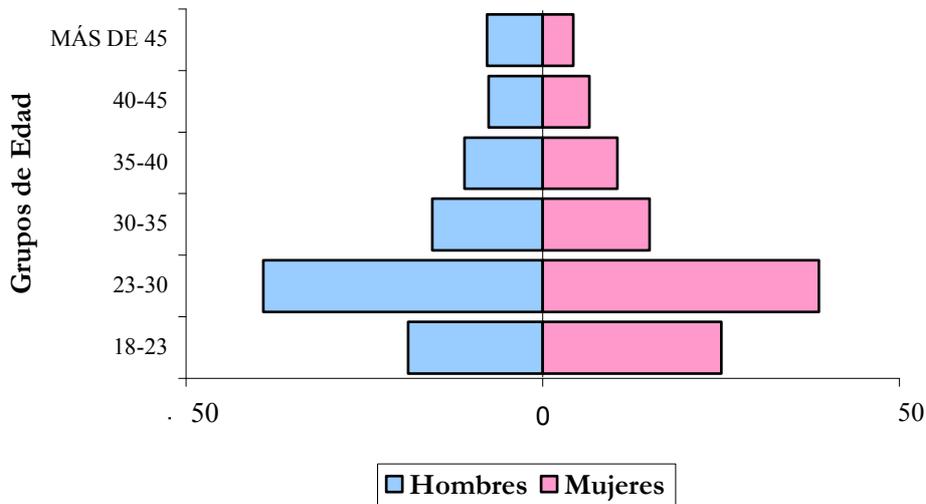
Tabla 4.3 Cruce de las variables nivel máximo de estudios, grupos de edad al ingresar al Gobierno Federal y sexo.

NIVEL MÁXIMO DE ESTUDIOS	GRUPOS DE EDAD GOB. FED.	SEXO				% Total del Grupo de Edad	% del Nivel Máx. de Estudios
		Hombres		Mujeres			
		% Grupos de Edad	% Sexo	% Grupos de Edad	% Sexo		
Primaria	Grupo A [18-23 años]	73,1	21,8	26,9	21,1	21,6	1,7
	Grupo B [23-30 años]	74,0	27,0	26,0	24,8	26,4	
	Grupo C [30-35 años]	67,3	19,0	32,7	24,1	20,4	
	Grupo D [35-40 años]	67,7	12,6	32,3	15,8	13,5	
	Grupo E [40-45 años]	69,7	6,6	30,3	7,5	6,9	
	Grupo F [más de 45 años]	83,3	12,9	16,7	6,8	11,2	
	SUBTOTAL SEXO		72,3		27,7	100,0	
Secundaria	Grupo A [18-23 años]	64,1	37,7	35,9	45,4	40,1	5,7
	Grupo B [23-30 años]	69,3	32,7	30,7	31,2	32,2	
	Grupo C [30-35 años]	72,2	13,5	27,8	11,2	12,8	
	Grupo D [35-40 años]	72,5	9,1	27,5	7,4	8,6	
	Grupo E [40-45 años]	74,6	4,4	25,4	3,2	4,0	
	Grupo F [más de 45 años]	78,4	2,6	21,6	1,5	2,2	
	SUBTOTAL SEXO		68,3		31,7	100,0	
Carrera corta después de la Secundaria	Grupo A [18-23 años]	20,1	54,6	79,9	59,8	58,7	13,1
	Grupo B [23-30 años]	24,6	28,7	75,4	24,1	25,1	
	Grupo C [30-35 años]	23,5	9,4	76,5	8,4	8,6	
	Grupo D [35-40 años]	17,9	3,6	82,1	4,6	4,4	
	Grupo E [40-45 años]	16,7	1,5	83,3	2,0	1,9	
	Grupo F [más de 45 años]	36,5	2,3	63,5	1,1	1,4	
	SUBTOTAL SEXO		21,6		78,4	100,0	
Bachillerato	Grupo A [18-23 años]	59,3	49,0	40,7	60,4	53,1	13,5
	Grupo B [23-30 años]	70,0	35,8	30,0	27,7	32,9	
	Grupo C [30-35 años]	70,6	8,9	29,4	6,7	8,1	
	Grupo D [35-40 años]	63,0	3,5	37,0	3,6	3,5	
	Grupo E [40-45 años]	66,7	1,4	33,3	1,2	1,3	
	Grupo F [más de 45 años]	88,4	1,5	11,6	0,4	1,1	
	SUBTOTAL SEXO		64,3		35,7	100,0	
Carrera corta después del Bachillerato	Grupo A [18-23 años]	39,1	42,7	60,9	56,5	50,2	4,5
	Grupo B [23-30 años]	50,6	37,3	49,4	31,1	34,0	
	Grupo C [30-35 años]	56,5	10,8	43,5	7,1	8,8	
	Grupo D [35-40 años]	52,2	4,0	47,8	3,1	3,5	
	Grupo E [40-45 años]	71,0	3,7	29,0	1,3	2,4	
	Grupo F [más de 45 años]	60,0	1,5	40,0	0,9	1,2	
	SUBTOTAL SEXO		46,0		54,0	100,0	
Licenciatura	Grupo A [18-23 años]	46,5	32,0	53,5	42,4	36,9	57,3
	Grupo B [23-30 años]	55,3	51,2	44,7	47,6	49,5	
	Grupo C [30-35 años]	62,3	9,7	37,7	6,8	8,4	
	Grupo D [35-40 años]	67,8	4,1	32,2	2,3	3,3	
	Grupo E [40-45 años]	71,0	1,5	29,0	0,7	1,1	
	Grupo F [más de 45 años]	85,8	1,4	14,2	0,3	0,9	
	SUBTOTAL SEXO		53,5		46,5	100,0	
Maestría	Grupo A [18-23 años]	47,5	34,8	52,5	43,2	38,8	4,2
	Grupo B [23-30 años]	55,5	50,6	44,5	45,4	48,2	
	Grupo C [30-35 años]	60,8	9,1	39,2	6,6	7,9	
	Grupo D [35-40 años]	40,7	1,7	59,3	2,8	2,2	
	Grupo E [40-45 años]	50,0	1,2	50,0	1,4	1,3	
	Grupo F [más de 45 años]	80,0	2,5	20,0	0,7	1,6	
	SUBTOTAL SEXO		52,8		47,2	100,0	
Doctorado	Grupo A [18-23 años]	50,0	16,7	50,0	40,0	23,5	0,1
	Grupo B [23-30 años]	75,0	50,0	25,0	40,0	47,1	
	Grupo C [30-35 años]	80,0	33,3	20,0	20,0	29,4	
	Grupo D [35-40 años]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	Grupo E [40-45 años]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	Grupo F [más de 45 años]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	SUBTOTAL SEXO		70,6		29,4	100,0	
TOTAL	% Sexo		51,6		48,4	100,0	

Es relevante notar que en los grupos de edad arriba de los 30 años disminuye un poco la discriminación de contratación de los empleados según la edad, tal como sucede el caso de la pirámide por edades de los empleados, al ingresar al Gobierno Federal, al aumentar su proporción (aunque en menor medida) en los grupos: “30-35”, “35-40”, “40-45” y “más de 45”.



Figura 4.11 Grupos de edad en años de empleados al ingresar al SAT después de entrar a trabajar en el Gobierno Federal.



4.12 Tiempo transcurrido desde el ingreso al Gobierno Federal hasta el ingreso al SAT

Anteriormente se mencionó que ésta es la variable (discreta) dependiente dada en meses. El tiempo de observación del estudio fue de 30 años, equivalente a 360 meses.

El mínimo tiempo registrado es de 0 meses, los casos que presentan este tiempo es casi el 52% con muerte instantánea (ya que no sobreviven en el tiempo e ingresan directamente al SAT del Gobierno Federal) y en el cual el valor estimado de la supervivencia es nulo, por lo cual el estudio se basará principalmente en la estimación de los casos restantes: 48% (los que registran un tiempo de supervivencia).

Del primer porcentaje, se puede decir que la mayoría de empleados que han ingresado a trabajar a Gobierno Federal lo han hecho por medio de la dependencia del SAT. El mayor tiempo registrado de ingreso a institución gubernamental desde que inició a laboral en el Gobierno Federal fue de 359 meses, es decir tardó casi los 30 años en espera de un cambio de trabajo, lapso de tiempo que es muy grande y que es contrario a lo que establece el Servicio Civil de Carrera, al precisar que el asenso de una persona a otro puesto de mejor categoría debe ser en un lapso de tiempo consideradamente no muy grande, tal como sucede en el presente caso, ya que esto forma parte de uno de los objetivos más importantes de este Sistema de Profesionalización: el hacer crecer a todo empleado



involucrado en todos los aspectos personales relacionados al sector laboral de cualquier índole.

4.13 Modelo construido

Una vez que ya se han conocido y analizado las variables que serán introducidas en el modelo de regresión de Cox para posteriormente ser ejecutado con el software SPSS en el siguiente capítulo, se escribe a continuación el modelo traducido (incluyendo todas las variables con sus categorías) a partir del modelo de Cox:

$$S(t) = h_0(t) \exp\left\{b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_p X_p\right\}$$

$$S(t) = h_0(t) \exp\left\{b_4 \text{tipo contratación} + b_5 \text{tipo población} + b_6 \text{nivel de estudio} + b_7 \text{nivel de ingreso} + b_8 \text{tipo de trabajo} + b_9 \text{tipo de puesto} + b_{10} \text{capacidad GF} + b_{11} \text{capacidad SAT}\right\} \quad 4.13.1$$

Finalmente, el valor de la supervivencia $S(t)$ a estimar es el “Tiempo transcurrido desde el ingreso al Gobierno Federal hasta el ingreso al SAT”, por lo tanto el modelo traducido totalmente es:

$$\text{Tiempo transcurrido desde el ingreso al GF hasta el ingreso al SAT} = h_0(t) \exp\left\{b_4 \text{tipo contratación} + b_5 \text{tipo población} + b_6 \text{nivel de estudio} + b_7 \text{nivel de ingreso} + b_8 \text{tipo de trabajo} + b_9 \text{tipo de puesto} + b_{10} \text{capacidad GF} + b_{11} \text{capacidad SAT}\right\} \quad 4.13.2$$

A partir de esté último modelo una vez que se ejecute, se estimará el valor de las betas que multiplican respectivamente a cada variable ajustándolas en el proceso de estimación simultáneamente con las categorías de las variables y la función de azar $h_0(t)$, obteniendo de esta manera el valor de la supervivencia $S(t)$, o bien; el tiempo transcurrido desde el ingreso al Gobierno Federal hasta el ingreso al SAT para cada valor del tiempo “t”.



Capítulo V

OBTENCIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Generalidades

La ejecución del modelo de análisis de supervivencia con el método de regresión de Cox se realizó con la ayuda del software estadístico SPSS para Windows versión 10.0.

Las variables referidas de aquí en adelante para el análisis de los resultados (tablas y gráficas) arrojadas por el método se enlistan en la tabla 5.1.1; nombres y descripción de cada una de ellas.



Tabla 5.1.1 Descripción de las variables.

<i>Nombre</i>	<i>Descripción</i>
Sexo	Sexo
Estado_Civil	Estado civil
Estudios	Nivel máximo de estudios
Contrato	Régimen o tipo de contratación
Administración	Tipo de subunidad administrativa
Mando	Nivel de mando
Cambio_Lugar	Pretensión de cambio de lugar de trabajo
Cambio_Puesto	Pretensión de cambio de puesto laboral
Grupos_GF	Grupos de edad en años al ingresar al Gobierno Federal
Grupos_SAT	Grupos de edad en años al ingresar al SAT

5.2 Tablas Básicas de Resultados

Esta primera tabla de resultados (tabla 5.2.1) muestra estadísticas generales de la variable Sexo, para la cual se analizará la supervivencia en cada estrato, y revela que el 49.85% son hombres y el 50.15% son mujeres, de los cuales no existen casos censurados (censored), ya que todos los empleados ingresan a trabajar al SAT (evento final) y por consecuencia todos experimentan la muerte de la supervivencia.

Tabla 5.2.1 Estadísticas de los estratos de la variable sexo para el análisis de la supervivencia.

Status de los Estratos [a]

Estrato	Etiqueta del Estrato	% Evento	Censurados	Porcentaje de Censurados
1	Hombre	49.85	0	0.00%
2	Mujer	50.15	0	0.00%
Total		100.0	0	0.00%

[a] Estrato de variable: Sexo



En la tabla 5.2.2 se muestra la tabla de covariables, que contiene los valores codificados de cada una de las categorías de todas las variables para que puedan interactuar entre ellas al momento de la ejecución del modelo. Esta codificación la hace el método de Regresión de Cox automáticamente por medio de una cierta metodología preestablecida (no expuesta por el software ni en este apartado), además de que existen otros que funcionan bajo ciertos criterios y se utilizan para diferentes finalidades.

Tabla 5.2.2 Codificación de las categorías de las variables (covariables).

Codificación de las Variables Categóricas [a, b, c, d, e, f, g, h, i, j]

		1	2	3	4	5	6	7
Estado_Civil	Soltero (a)	-0.167	-0.167	-0.167	-0.167	-0.167		
	Casado (a)	0.833	-0.167	-0.167	-0.167	-0.167		
	Viudo (a)	-0.167	0.833	-0.167	-0.167	-0.167		
	Divorciado (a)	-0.167	-0.167	0.833	-0.167	-0.167		
	Unión Libre	-0.167	-0.167	-0.167	0.833	-0.167		
	Separado (a)	-0.167	-0.167	-0.167	-0.167	0.833		
Estudios	Primaria	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125
	Secundaria	0.875	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125
	Carrera corta después de la Secundaria	-0.125	0.875	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125
	Bachillerato	-0.125	-0.125	0.875	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125
	Carrera corta después del bachillerato	-0.125	-0.125	-0.125	0.875	-0.125	-0.125	-0.125
	Licenciatura	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	0.875	-0.125	-0.125
	Maestría	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	0.875	-0.125
Doctorado	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	0.875	
Contratato	Base	-0.333	-0.333					
	Confianza	0.667	-0.333					
	Honorarios	-0.333	0.667					
Administración	Central	-0.5						
	Local	0.5						
Mando	Funcionario superior	-0.167	-0.167	-0.167	-0.167	-0.167		
	Funcionario superior homologado	0.833	-0.167	-0.167	-0.167	-0.167		
	Mando medio	-0.167	0.833	-0.167	-0.167	-0.167		
	Mando medio homologado	-0.167	-0.167	0.833	-0.167	-0.167		
	Enlace	-0.167	-0.167	-0.167	0.833	-0.167		
Operativo	-0.167	-0.167	-0.167	-0.167	0.833			
Cambio_Lugar	SI	-0.5						
	NO	0.5						
Cambio_Puesto	SI	-0.5						
	NO	0.5						
Grupos_GF	A	-0.167	-0.167	-0.167	-0.167	-0.167		
	B	0.833	-0.167	-0.167	-0.167	-0.167		
	C	-0.167	0.833	-0.167	-0.167	-0.167		
	D	-0.167	-0.167	0.833	-0.167	-0.167		
	E	-0.167	-0.167	-0.167	0.833	-0.167		
	F	-0.167	-0.167	-0.167	-0.167	0.833		
Grupos_SAT	A	-0.167	-0.167	-0.167	-0.167	-0.167		
	B	0.833	-0.167	-0.167	-0.167	-0.167		
	C	-0.167	0.833	-0.167	-0.167	-0.167		
	D	-0.167	-0.167	0.833	-0.167	-0.167		
	E	-0.167	-0.167	-0.167	0.833	-0.167		
	F	-0.167	-0.167	-0.167	-0.167	0.833		

[a] Codificación Simple de los Parámetros

[b] Variable categórica: Estado_Civil (Estado Civil)

[c] Variable categórica: Estudios (Nivel Máximo de Estudios)



- [d] Variable categórica: Contrato (Tipo de Contratación)
- [e] Variable categórica: Administración (Tipo de SubUnidad Administrativa)
- [f] Variable categórica: Mando (Nivel de Mando)
- [g] Variable categórica: Cambio_Lugar (Pretensión de Cambio de Lugar de Trabajo)
- [h] Variable categórica: Cambio_Puesto (Pretensión de Cambio de Puesto de Trabajo)
- [i] Variable categórica: Grupos_GF (Grupos de edad en años al ingresar al Gobierno Federal)
- [j] Variable categórica: Grupos_SAT (Grupos de edad en años al ingresar al SAT)

5.3 Método y Prueba de la Selección de Variables del Modelo

Es importante mencionar que el método de “selección de variables” que se va a utilizar es el más apropiado para este caso de estudio (Enter). Se entrecomilla este tipo de método de selección porque en realidad éste no selecciona variables (traducido como eliminar variables) sino que fuerza a que todas ingresen en el modelo de forma “acoplada”, ya que este estudio opta por un modelo explicativo no predictivo que analice, estudie y describa conjuntamente con todas las variables citadas en el capítulo IV el comportamiento que ha mostrado el Servicio Profesional de Carrera (SPC) a lo largo de 30 años.

Es por eso que no se utilizó un método que realice algún procedimiento de selección efectiva de variables tal como el Stepwise, ya que entonces el estudio tomaría otro rumbo que no sería el deseado; el análisis de la efectividad del SPC por medio de las variables: Sexo, Estado civil, Nivel máximo de estudios, Régimen o tipo de contratación, Tipo de subunidad administrativa, Nivel de mando, Pretensión de cambio de lugar de trabajo, Pretensión de cambio de puesto laboral, Grupos de edad en años al ingresar al Gobierno Federal y Grupos de edad en años al ingresar al SAT.

Bloque 0: Inicial

En el primer paso del proceso de selección de variables para el modelo, se analiza el buen ajuste del modelo (cuán probables son los resultados muestrales a partir del modelo ajustado) por medio del valor inicial del estadístico $-2LL$ (-2 por el logaritmo de la verosimilitud). Es decir; antes de introducir ninguna variable independiente en el modelo, el valor del estadístico $-2LL$ es 219917.69 (ver tabla 5.3.1).

La razón de la existencia de este valor radica en que el modelo que se está validando es el correspondiente a la función de supervivencia $S(t)$. Cuando no se consideran los



valores de las variables independientes o, lo que es equivalente, cuando son todas iguales a cero, al ser la función Z igual a 0, $g(\mathbf{X})$ será igual a 1 y, en consecuencia, $S(t)$ coincidirá con $h_0(t)$. En otras palabras, la función $S(t)$ se estimará considerando únicamente el tiempo de supervivencia observado en cada caso, sin tomar en cuenta los valores de las variables independientes. Luego el cambio detectado en el estadístico $-2LL$ en este primer paso permitirá evaluar la mejora que se produce en el modelo al incorporar, al tiempo transcurrido desde el ingreso al Gobierno Federal y al entrar al SAT, la información contenida en la variable independiente.

Tabla 5.3.1 Valor inicial del estadístico $-2LL$ (-2 por el valor del Logaritmo de Verosimilitud).

Pruebas Omnibus de los Coeficientes del Modelo

-2 Log Verosimilitud
219917.69

Bloque 1: Método Enter

La selección de variables para el modelo se hizo por medio del método Enter²⁶. El objetivo de la elección de este método es porque se desea que todas las covariables ingresen en el modelo de forma “acoplada”, esto es, el método fuerza a que el modelo adopte todas las categorías de las variables para hacer la estimación con base en todas ellas, cosa que no hacen los otros métodos citados en el marco teórico (pasos hacia delante o hacia atrás), los cuales excluyen las variables que están correlacionadas o “sobre-explicadas”, es decir; que una covariable explique a otra de manera simultánea.

En el segundo bloque (tabla 5.3.2) del método o segunda iteración de la prueba de los coeficientes del modelo, el valor $-2LL$ disminuyó a 197427.314, indicando que el ajuste del modelo es mejor, ya que cuanto más próximo sea este valor a 0, más próxima a 1 será la verosimilitud y mejor será el modelo²⁷.

²⁶ Este método no elimina variables o una de sus categorías, todas ellas ingresan en el modelo de forma “acoplada” y se ajustan por medio del método de máxima verosimilitud. Este método se utilizó ya que se busca un modelo explicativo no predictivo.

²⁷ Recordando que cuanto más próximo a 0 sea el valor del estadístico $-2LL$, más próxima a 1 será la verosimilitud y mejor será el modelo. No necesariamente el valor del estadístico tiene que estar muy cercano a 0, sino el más próximo posible.



Tabla 5.3.2 Estadísticas del bloque 2 del ajuste de los coeficientes del modelo.

Pruebas Omnibus de los Coeficientes del Modelo [a,b]

-2 Log Verosimilitud	Score del Conjunto			Cambio del Paso Previo			Cambio del Bloque Previo		
	Chi-cuadrada	gl	Sig.	Chi-cuadrada	gl	Sig.	Chi-square	gl	Sig.
197427.314	19459.776	32	0	22490.385	32	0	22490.385	32	0

[a] Bloque Inicial Número 0, función Log Verosimilitud inicial: -2 Log verosimilitud: -219917.699

[b] Bloque Inicial Número 1. Método: Enter

Dado que éste es el último bloque de pruebas de ajuste de los coeficientes del modelo, entonces el valor $-2LL$ es el que mejor describe dicho ajuste a su máxima expresión.

5.4 Interacción de las Covariables y sus valores en la Ecuación

Las covariables enumeradas dentro del paréntesis que se citan en la tabla de las variables finales para el modelo (tabla 5.4.1), indican la categoría a la que pertenecen dentro de cada variable y se refieren a lo siguiente:

Tabla 5.4.1 Descripción de las variables codificadas.

<i>Variable</i>	<i>Covariable codificada</i>	<i>Valor o descripción</i>
Estado_Civil	Estado_Civil(1)	Soltero
	Estado_Civil(2)	Casado
	Estado_Civil(3)	Viudo
	Estado_Civil(4)	Divorciado
	Estado_Civil(5)	Unión Libre
Estudios	Estudios(1)	Separado
	Estudios(2)	Primaria
	Estudios(3)	Secundaria
	Estudios(4)	Carrera corta después de la Secundaria
		Bachillerato
		Carrera corta después del Bachillerato



	Estudios(5) Estudios(6) Estudios(7)	Licenciatura Maestría Doctorado
Contrato	Contrato (1) Contrato (2)	Base Confianza Honorarios
Administración		Central
Mando	Mando (1) Mando (2) Mando (3) Mando (4) Mando (5)	Superior Superior Homologado Medio Medio Homologado Enlace Operativo
Cambio_Lugar		Si
Cambio_Puesto		Si
Grupos_GF	Grupos_GF (1) Grupos_GF (2) Grupos_GF (3) Grupos_GF (4) Grupos_GF (5)	A = 18-23 B = 23-30 C = 30-35 D = 35-40 E = 40-45 F = MÁS DE 45
Grupos_SAT	Grupos_SAT (1) Grupos_SAT (2) Grupos_SAT (3) Grupos_SAT (4) Grupos_SAT (5)	A = 18-23 B = 23-30 C = 30-35 D = 35-40 E = 40-45 F = MÁS DE 45

El método del cual se partió para hacer la codificación de las covariables empleó la técnica de comparación de éstas a partir de una categoría específica de la variable contra las restantes, ya sea enfrentando la primera o la última covariable contra las demás; en este caso fue la primera categoría contra las restantes, ya que no todas tienen el mismo peso (problema que enfrenta la categorización a presencia, ausencia; 1 y 0 respectivamente). Por ejemplo, para la variable Estado_Civil confronta a los solteros contra los casados, viudos,



divorciados, los que viven en unión libre y los separados. En el caso de las variables que poseen sólo dos categorías confronta la primera contra la segunda como en el caso de la variable Administración, la cual confronta a la categoría Central contra Local, las variables de deseo de cambio de lugar de trabajo y puesto laboral (Cambio_Lugar y Cambio_Puesto) confrontan los que contestaron que sí contra los que negaron la pregunta.

La metodología de la obtención de los respectivos valores que toman las diferentes categorías no es necesario citarla, pues el método se encarga de hacerlo de forma automática al indicar el método de codificación. El objetivo de lo anterior, es porque de esta manera se mide el efecto positivo o negativo que aportan las covariables a la estimación de la supervivencia en un tiempo específico por medio del valor de los coeficientes B (estimaciones de los parámetros desconocidos b_1, \dots, b_p de la combinación lineal de $Z = b_1 X_1 + \dots + b_p X_p$) de la función Z estimada:

$$Z = B_1 X_1 + \dots + B_p X_p$$

que forma parte de la función estimada $g(X)$ dada por:

$$g(X) = \exp\left\{ \sum_{i=1}^p b_i X_i \right\}$$

del modelo total de estimación de la supervivencia:

$$S(t) = \exp\left\{ -\lambda_0 - \sum_{i=1}^p b_i X_i \right\}$$

Entonces, cuando mayor sea el coeficiente B_i mayor será la estimación de $g(X)$ o, lo que es equivalente, aumenta el valor de la supervivencia (función $S(t)$). En otras palabras, mayor será la probabilidad estimada de que el suceso final ocurra en un pequeño intervalo $t + \Delta t$, puesto que no ha ocurrido antes del instante t .

Si el valor de B es negativo entonces al elevarlo a la exponencial ($\exp(B)$) éste es menor, en el caso opuesto (B positivo) el valor es mayor, y en el caso de que sea 0, entonces este valor no aporta un efecto de cualquiera de los dos anteriores modelos o no tiene nada que ver en la estimación de la supervivencia, aunque esto no sucedió en la tabla de resultados.

Los valores de B de todas las covariables se muestran en la tabla de las variables de la ecuación (tabla 5.4.2), al igual que los valores de B elevados a la exponencial, además del



valor EE (Error Estándar), el estadístico de Wald (Wald), los grados de libertad (gl) y el valor de la significancia (Sig.) para todas las covariables.

Tabla 5.4.2 Valores de las covariables en la ecuación de Regresión de Cox.

Variables de la Ecuación

	B	EE	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Estado_Civil			46.105	5	0	
Estado_Civil (1)	-0.125	0.021	34.782	1	0	0.883
Estado_Civil (2)	-0.323	0.075	18.316	1	0	0.724
Estado_Civil (3)	-0.088	0.044	4.061	1	0.044	0.916
Estado_Civil (4)	-0.06	0.044	1.851	1	0.174	0.941
Estado_Civil (5)	-0.092	0.066	1.956	1	0.162	0.912
Estudios			128.667	7	0	
Estudios (1)	0.094	0.07	1.8	1	0.18	1.099
Estudios (2)	0.088	0.068	1.69	1	0.194	1.092
Estudios (3)	0.172	0.068	6.449	1	0.011	1.188
Estudios (4)	0.18	0.074	5.931	1	0.015	1.197
Estudios (5)	0.353	0.067	27.949	1	0	1.423
Estudios (6)	0.33	0.08	17.178	1	0	1.391
Estudios (7)	-0.326	0.298	1.195	1	0.274	0.722
Contratato			24.423	2	0	
Contratato (1)	0.058	0.024	5.875	1	0.015	1.06
Contratato (2)	0.197	0.04	24.235	1	0	1.217
Administración	0.051	0.02	6.755	1	0.009	1.052
Mando			17.723	5	0.003	
Mando (1)	1.408	0.505	7.759	1	0.005	4.087
Mando (2)	1.387	0.503	7.592	1	0.006	4.002
Mando (3)	1.154	0.512	5.067	1	0.024	3.17
Mando (4)	1.392	0.503	7.647	1	0.006	4.022
Mando (5)	1.429	0.503	8.066	1	0.005	4.175
Cambio_Lugar	-0.095	0.035	7.444	1	0.006	0.91
Cambio_Puesto	-0.032	0.018	3.041	1	0.081	0.969
Grupos_GF			9729.282	5	0	
Grupos_GF (1)	1.772	0.023	5751.371	1	0	5.881
Grupos_GF (2)	3.735	0.045	6947.471	1	0	41.89
Grupos_GF (3)	4.261	0.064	4490.371	1	0	70.909
Grupos_GF (4)	4.723	0.09	2741.815	1	0	112.493
Grupos_GF (5)	6.181	0.11	3149.502	1	0	483.399
Grupos_SAT			14834.74	5	0	
Grupos_SAT (1)	-1.806	0.043	1732.455	1	0	0.164
Grupos_SAT (2)	-3.663	0.05	5350.331	1	0	0.026
Grupos_SAT (3)	-5.15	0.056	8396.839	1	0	0.006
Grupos_SAT (4)	-6.578	0.064	10557.01	1	0	0.001
Grupos_SAT (5)	-9.011	0.084	11395.67	1	0	0



5.5 Efectos de las Covariables en el Modelo

Para analizar y medir los efectos que tiene cada una de las covariables en la explicación de la variable independiente (tiempo en meses que tarda un empleado en pasar del Gobierno Federal al SAT), se tiene que medir el peso de cada una de ellas en el modelo, y esto conlleva a determinar qué es lo que implica que el tiempo de supervivencia (tiempo de paso de un estado a otro) sea menor o mayor.

Para la variable Estado_Civil en la cual se confrontó a los solteros contra los demás estados, se puede ver que el valor B de todos los estados civiles es negativo, dando a entender que el efecto que tienen estos últimos estados sobre el modelo es negativo en comparación con los solteros; es decir, los solteros tuvieron mayor probabilidad de cambiar de trabajo más rápido (dado que el suceso de muerte se da en un intervalo de tiempo menor) del Gobierno Federal al SAT que los casados, viudos, divorciados, los que viven en unión libre y los separados, y por lo tanto, el valor de $\exp B$ será menor en relación con los valores de los solteros.

El efecto más negativo o los que tardan más en pasar de un estado a otro son los que viven en unión libre por tener el mayor valor $\exp B$, denotando que sobreviven más tiempo en el proceso de cambio entre ambos estados (G. F. - SAT).

Pero, ¿qué hay del grupo fuerte de los casados, el cual es la mayoría de la población de la que se conforma el SAT en relación con esto último? En lo anterior no es demasiado notorio cuál es la relación de los solteros y los casados, que como se vio en el capítulo IV en la descripción de las variables, estos son los estados civiles predominantes de la población trabajadora del SAT.

Para que se pueda medir el efecto en relación a estas dos categorías (solteros y casados) de la variable estado civil, se reconstruye otro modelo en el que ahora se cambian sólo dichas covariables, agrupando a los estados: viudo, divorciados, los que viven en unión libre y los separados en el grupo de los casados, contrastando a los solteros contra estos últimos²⁸.

Así pues, ahora se puede decir que los solteros tienen un “efecto negativo” en la variable o debería decirse positivo, ya que la estimación será menor por el valor de B elevado al momio B, y por lo tanto el tiempo en meses que tarda de pasar del GF al SAT es menor, y de esta manera se puede decir que los solteros son los que tardan menos tiempo

²⁸ Los resultados de esta ejecución no se enlistan aquí, pues no es necesario y sólo se explicará lo que es de interés.



en el paso de un estado a otro, en otras palabras; el suceso de muerte se da primero en los solteros que en los casados. La explicación de por qué la población trabajadora del SAT está casada, podría ser porque contrajo matrimonio al llegar a esta dependencia, dado que no sucedió cuando permanecía en otra dependencia del Gobierno Federal, y de esta manera se lograría explicar por qué la mayoría de la población laboral del SAT está casada, y para este fin serviría de utilidad la fecha en que se da el evento “casamiento”, pero desgraciadamente esto no está disponible (problema que ya se había planteado en el capítulo anterior).

Para las categorías de la variable del nivel máximo de estudios comparando los del nivel Primaria contra los niveles restantes, los valores B son positivos y además van en ascenso (notorio también en el valor del momio B), desde el nivel Carrera Corta después de la Secundaria hasta la Licenciatura (de Estudios (2) a Estudios (5)), indicando un efecto positivo en la estimación de la variable independiente, dando a entender que a mayor nivel de estudios menor es el tiempo de pasar a trabajar del GF al SAT, excepto para el nivel de estudios Maestría y Doctorado (Estudios (6) y Estudios (7), respectivamente) los cuales tienen un efecto diferente en la respuesta del tiempo.

Los que tardaron menos tiempo en pasar del estado inicial al final o de experimentar la muerte más rápido son los que tenían licenciatura, puesto que el valor B es el más grande y por consecuente el valor de Exp B . Este efecto se puede ver reflejado el máximo nivel de estudio que poseen los empleados del SAT, el cual es del 57.3%.

Cabe resaltar que el valor de Exp B del nivel Secundaria (Estudios (1)) es casi igual que los del nivel siguiente (Carrera corta después de la Secundaria), ya que el personal de estos niveles es contratado para realizar trabajos parecidos de acuerdo a sus estudios, los cuales pueden formar parte de los mandos operativo o enlace. Algo similar sucede con el nivel de estudios maestría y licenciatura, los primeros pueden estar inmersos realizando los trabajos de los últimos, puesto que los empleados que poseen maestría son muy pocos en comparación con los de licenciatura, y esto se puede comprobar con el valor B o Exp B para ambos que es casi el mismo, y por lo tanto el tiempo transcurrido del paso de una institución a otra es el mismo, y con esto se puede decir que para la contratación de una persona con licenciatura o doctorado en ocasiones no hay distinción; es decir, para ocupar puestos específicos un empleado con licenciatura tiene la misma capacidad de desarrollarlo que uno con maestría e/o incluso con doctorado.

En el caso de empleados con doctorado el efecto que muestra en la respuesta del tiempo de paso es negativo, lo cual indica que una persona con doctorado o con un nivel



máximo de estudios tarda mucho tiempo en pasar del SAT al GF, e incluso más que los que poseen el mínimo de estudios (primaria o secundaria en todo caso), lo cual no es muy creíble o hasta cierto punto no muy lógico. Este efecto resulta así porque la tendencia de la relación de que a mayor nivel de estudios mayor es el puesto laboral a ocupar, pasa de ser creciente hasta los del nivel maestría a decreciente en el nivel doctorado (lo ideal es que esta tendencia sea creciente hasta el nivel maestría y después mantenerse asintótica con respecto al máximo nivel alcanzado), es decir, que los que poseen este nivel deben de acceder a los mejores y más altos puestos, pero debido a su poca presencia, los doctores tienden a ocupar puestos que competen a los de maestría, y en el peor de los casos a los de licenciatura.

Los valores B de las covariables del tipo de contratación del SAT, indican que los que tardan menos tiempo en pasar de trabajar del GF a esta primera institución son los de confianza y después los de honorarios, estos dos en comparación con los de base, concordando así con las estadísticas de esta variable realizadas en el capítulo anterior, que muestran que el mayor porcentaje de contratación de empleados en el SAT son los de confianza, así pues, se cree (por las estadísticas antes referidas) que los menos contratados son los de honorarios y en mayor tiempo.

Esto no quiere decir que el mayor tipo de contratación en el SAT es de confianza desde un principio, ya que en realidad esta información surge al momento del censo y no del día de la contratación para cada individuo por primera vez, la cual puede ser diferente, y lo más prudente es que pudo haber sido contratado primero por honorarios y después de confianza, o porque no; de tipo base o teniendo la posibilidad posteriormente de ser recontratado de forma base, que es lo mejor para un empleado de cualquier ámbito. Este análisis del cambio del tipo contratación, es porque resulta razonable pensar que a mayor responsabilidad laboral por parte de las dependencias de gobierno menor es el grado del tipo de contratación (tomando como el máximo y el mejor el de base, después el de confianza y por último el de honorarios) y las dependencias gubernamentales (por la situación del caso de estudio) no se comprometen en demasía con responsabilidades que implica la contratación base²⁹.

La variable Administración comparó el tipo de subunidad central contra local, y dado que el único valor B que presenta la tabla 5.4.2, variables de la ecuación, es el de central y dado que este valor es positivo, entonces se infiere que los empleados que trabajan en este tipo de subadministración pasaron menos tiempo trabajando en el Gobierno

²⁹ El personal de honorarios no entran a competir al Servicio Profesional de Carrera.



Federal que los de las locales. Esto quiere decir que, en las administraciones SAT en el D. F. y zona metropolitana existe más rotación en los trabajos gubernamentales y en los puestos que en el interior de la República, en relación al caso de estudio.

Los niveles de mando que fueron contratados por el SAT, una vez que trabajaban en la SHCP, en mayor tiempo, o los que tardaron más en ser contratados en contraste con los mandos superiores, fueron los niveles operativos y superior homologado.

Para los niveles altos, resulta que el nivel superior homologado son los que son contratados menos rápido o los que pasaron más tiempo de pasar de un estado a otro, siguiendo a éste los niveles medios y los medios homologados, obviamente todos estos después del nivel de mando bajo operativo.

El tipo de mando más contratado son los medios homologados, y esto se ve muy pronunciado en el valor de su B o su momio, los cuales la mayoría de empleados SAT poseen estudios de licenciatura, infiriendo además que estos puestos los ocupan personas con dicha preparación, lo cual es congruente con el análisis de los grupos de la pirámide de población realizada en el capítulo anterior.

La contratación mayoritaria de personas del nivel de mando medio en un tiempo menor (en relación al tiempo de los otros tipos de mando, analizando los valores B o Exp B), se puede deber a que puede existir o existió un periodo de tiempo en el que se dio una reforma en la institución y por consecuente en el personal (suponiendo, aunque esto no pasa necesariamente), siendo algunos o mejor dicho la mayoría despedida en estos mandos y a la vez demandando en gran medida empleados con niveles medios de estudios (licenciatura y en el mejor de los casos maestría) para ocupar estos puestos medios y/o medios homologados.

Para la situación de los empleados que deseaban en el momento del censo un cambio de puesto y de lugar de trabajo, estos tardaron más en ser contratados por el SAT. Es interesante ver que las personas que no deseaban cambiar estas situaciones de trabajo son los que menos tardaron en pasar de un estado a otro, y a la inversa.

Principalmente los que deseaban un cambio de puesto laboral, 46%, denotando una gran inconformidad, se puede referir al problema de las personas que cuentan con un alto nivel de preparación escolar y ocupan puestos de trabajo bajos, en pocas palabras, puestos no muy de acuerdo a su nivel de preparación.

Así pues, para los que pretenden el cambio de lugar de trabajo deben estar ubicados en las administraciones centrales, que como ya se mencionó, en esas existe también una mayor rotación en el cambio de lugar de trabajo.



Para interpretar la variable de los grupos de edad de los empleados al ingresar al Gobierno Federal, se retoma el análisis elaborado en los grupos de edad descritos en las pirámides de población del capítulo anterior, revelando que la mayor parte de la población al ingresar al Gobierno Federal era muy joven; de 18 a 30 años como máximo tanto en hombres como en mujeres, así para el análisis de la supervivencia los primeros que mueren o los que tardan menos tiempo en ser contratados por el SAT es el grupo de edad de 18 a 23 y de 23 a 30 años, certificando lo citado anteriormente. Todos los grupos fueron contrastados contra el más joven, lo que demuestra que al aumentar la edad aumenta la estimación de la supervivencia o disminuye la probabilidad de ser atraído por la dependencia gubernamental.

Este mismo efecto, como consecuente del primero, sucede para la variable de los grupos de edad al ingresar al SAT, ya que al pasar un periodo relativamente corto de tiempo, los empleados más jóvenes, de 18 a 23 y en menor grado los de 23 a 30, que trabajan en otra dependencia de Gobierno (aunque no necesariamente, ya que como se ha mencionado, pueden ingresar directamente al SAT y por lo tanto en ese momento forman parte del G. F.) son los más propensos a ser contratados, para hombres y mujeres sin distinción.

Los resultados arrojados por el análisis de supervivencia de estas dos variables - de alguna manera - era lo esperado, ya que esto fue muy notorio en las estadísticas del capítulo IV, además de que este tipo de comportamiento de contratación de gente joven es muy probable o porque no decirlo; característico en las dependencias gubernamentales, restándole importancia o discriminando no simplemente a gente de los mayores grupos de edad, por ejemplo los que poseen de 40 a 45 años, sino a grupos bastante jóvenes, 30 y 35 años, que les restan oportunidades de trabajo a muy temprana edad, refiriéndose a instituciones de trabajo que cuentan con un Servicio Profesional de Carrera el cual no está siendo aplicado correctamente por encontrar este tipo de incongruencias en el sistema de contratación.

De esta manera, las mayores oportunidades de ingreso al Gobierno Federal y, como consecuencia de esto al SAT, son para la gente joven de entre 18 y 30 años con un grado escolar mínimo de licenciatura y en el mejor de los casos con maestría, disminuyendo estas para la gente con posibles estudios posteriores a la licenciatura y maestría (y como mínimo estas también), con mayor experiencia pero también con mayor edad.



5.6 Curvas de Supervivencia

Con el propósito de analizar de forma particular el comportamiento de la curva de supervivencia respecto a una variables, se escogió la variable sexo, la cual grafica las curvas de supervivencia de forma diferente para empleados hombres y mujer. Se eligió dicha variable ya que, como se explicó en su descripción (capítulo IV), se considera la más importante por suponer inicialmente en la hipótesis que ésta podría causar un efecto trascendente en mayor o menor proporción respecto a la supervivencia de alguna de ellas.

Asimismo, también se hizo la distinción de curvas de supervivencia por cada grado máximo de estudios (ocho en total) y a su vez por sexo.

Para estas dos variables se muestran las gráficas de las curvas, además de las de supervivencia, de las funciones uno menos la función de supervivencia, las funciones log menos log de la supervivencia y las funciones de azar.

Los valores o estimaciones de todas las funciones relacionadas a la supervivencia para cada instante de tiempo o la probabilidad de supervivencia para cada individuo, no se proporcionan ya que estos no son necesarios para el análisis. Aun así, por razones de seguridad referidas en los datos, no es permitido enlistarlos, por eso es que sólo se mostrarán las gráficas para realizar la interpretación.

Para realizar la estimación de la función de la supervivencia en un tiempo específico, se necesita un valor o estimador que puede ser uno de tendencia central, y este puede ser la media, la moda o la mediana³⁰, el cual se evalúa sobre las medias de las variables independientes (media de las covariables). Para este caso el estimador utilizado fue la media, ya que no se tiene algún parámetro de antecedente conocido. Estos valores para las categorías de las variables en el modelo se encuentran en la tabla 5.6.1.

Los valores “Pattern” referidos en esta misma tabla, se refieren a las medias de las covariables para los 8 niveles máximos de estudios incluidos en el modelo, de los cuales se parte para hacer su respectiva curva de supervivencia.

³⁰ Este valor lo determina el usuario. El SPSS sólo dispone de la opción predeterminada media geométrica y la opción de ingresar cualquier valor a partir de cualquier criterio. Este valor es solicitado para que al momento de la ejecución del modelo se tenga un valor sobre el cual basar el de la supervivencia y ésta sea mas precisa.



Tabla 5.6.1 Valores de las medias de las covariables para la estimación de la supervivencia.

Medias de la Covariables y Valores Pattern

	Media	Valores Pattern							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Estado_Civil (1)	0.467	0.467	0.467	0.467	0.467	0.467	0.467	0.467	0.467
Estado_Civil (2)	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152
Estado_Civil (3)	-0.121	-0.121	-0.121	-0.121	-0.121	-0.121	-0.121	-0.121	-0.121
Estado_Civil (4)	-0.123	-0.123	-0.123	-0.123	-0.123	-0.123	-0.123	-0.123	-0.123
Estado_Civil (5)	-0.149	-0.149	-0.149	-0.149	-0.149	-0.149	-0.149	-0.149	-0.149
Estudios (1)	-0.055	-0.125	0.875	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125
Estudios (2)	0.035	-0.125	-0.125	0.875	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125
Estudios (3)	0.017	-0.125	-0.125	-0.125	0.875	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125
Estudios (4)	-0.073	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	0.875	-0.125	-0.125	-0.125
Estudios (5)	0.391	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	0.875	-0.125	-0.125
Estudios (6)	-0.086	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	0.875	-0.125
Estudios (7)	-0.124	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	0.875
Contratato (1)	0.313	0.313	0.313	0.313	0.313	0.313	0.313	0.313	0.313
Contratato (2)	-0.266	-0.266	-0.266	-0.266	-0.266	-0.266	-0.266	-0.266	-0.266
Administración	0.209	0.209	0.209	0.209	0.209	0.209	0.209	0.209	0.209
Mando (1)	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139
Mando (2)	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
Mando (3)	-0.159	-0.159	-0.159	-0.159	-0.159	-0.159	-0.159	-0.159	-0.159
Mando (4)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Mando (5)	0.432	0.432	0.432	0.432	0.432	0.432	0.432	0.432	0.432
Cambio_Lugar	0.432	0.432	0.432	0.432	0.432	0.432	0.432	0.432	0.432
Cambio_Puesto	0.074	0.074	0.074	0.074	0.074	0.074	0.074	0.074	0.074
Grupos_GF (1)	0.216	0.216	0.216	0.216	0.216	0.216	0.216	0.216	0.216
Grupos_GF (2)	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084	-0.084
Grupos_GF (3)	-0.132	-0.132	-0.132	-0.132	-0.132	-0.132	-0.132	-0.132	-0.132
Grupos_GF (4)	-0.154	-0.154	-0.154	-0.154	-0.154	-0.154	-0.154	-0.154	-0.154
Grupos_GF (5)	-0.158	-0.158	-0.158	-0.158	-0.158	-0.158	-0.158	-0.158	-0.158
Grupos_SAT (1)	0.153	0.153	0.153	0.153	0.153	0.153	0.153	0.153	0.153
Grupos_SAT (2)	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049
Grupos_SAT (3)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Grupos_SAT (4)	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039
Grupos_SAT (5)	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057

Retomando que para el modelo de Regresión de Cox:

$$S(t) = h_0(t)g(X)$$

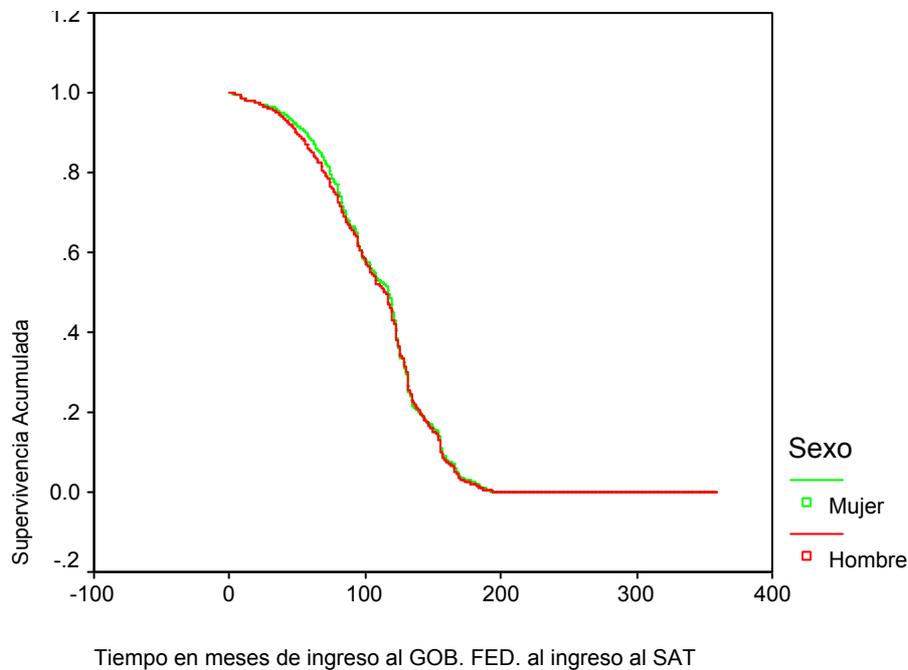
el valor de la función Z de g(X) dado por la expresión:

$$Z = \sum_{j=1}^p b_j X_j = b_1 X_1 + \dots + b_p X_p$$



Figura 5.6.1 Función de supervivencia por sexo a partir de la media de las covariables.

Función de Supervivencia de la media de las covariables



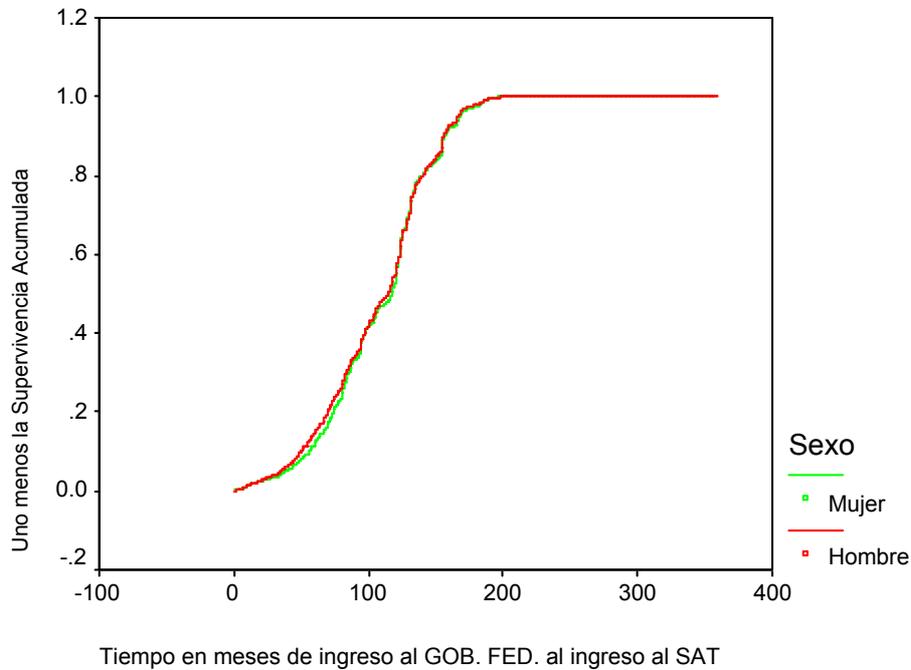
Es notable que al principio de la curva, en el tiempo 0 la probabilidad de ésta es 1, donde todos sobreviven y nadie muere (nadie ha pasado al estado SAT) y al pasar el tiempo van muriendo o ingresando varios empleados al SAT y la curva va decreciendo. Al final la curva se hace plana y asintótica, siendo el valor de la supervivencia 0 pasado un tiempo de 200 meses o 16 años (tiempo considerablemente grande) en donde se puede decir que todos ya han muerto, es decir; en donde todos ya ingresaron al SAT.

La gráfica de la figura 5.6.2 muestra la función uno menos la función de la supervivencia. Ahora el enfoque es inverso a la primera gráfica (figura 5.6.1): la probabilidad de morir en el tiempo t , en donde a partir del tiempo 0 es nula y conforme aumenta el tiempo esta probabilidad va creciendo hasta llegar al valor de 1, en donde todos mueren. Sencillamente, conforme aumenta el tiempo aumenta la probabilidad de morir o de ingresar al SAT.



Figura 5.6.2 Función log menos log de la supervivencia (uno menos la supervivencia) por sexo.

Uno Menos la Función de Supervivencia de la media de las covariables



Las figuras 5.6.3 y 5.6.5 se pueden visualizar las curvas de supervivencia de los niveles máximos de estudios para empleados SAT hombres y mujeres respectivamente, así mismo las figuras 5.6.4 y 5.6.6 muestran las curvas inversas a estas para cada estrato de la variable sexo.

Ya se ha comentado que la supervivencia por cada nivel de estudio no difiere en forma considerable en hombres y en mujeres, y esto se puede comprobar con alguna prueba para la comparación de curvas de supervivencia. Para ambos sexos y niveles escolares, los primeros en morir o en ser contratados más rápido por el SAT son los del nivel licenciatura y maestría, mientras los que tardan más tiempo en pasar de estado son los de doctorado.

De igual manera este comportamiento es igual a las funciones de azar en hombres y mujeres, figura 5.6.8 y 5.6.9 respectivamente.



Figura 5.6.3 Función de supervivencia por máximo nivel de estudios para empleados hombres.

Función de Supervivencia para los valores Pattern 1 - 8

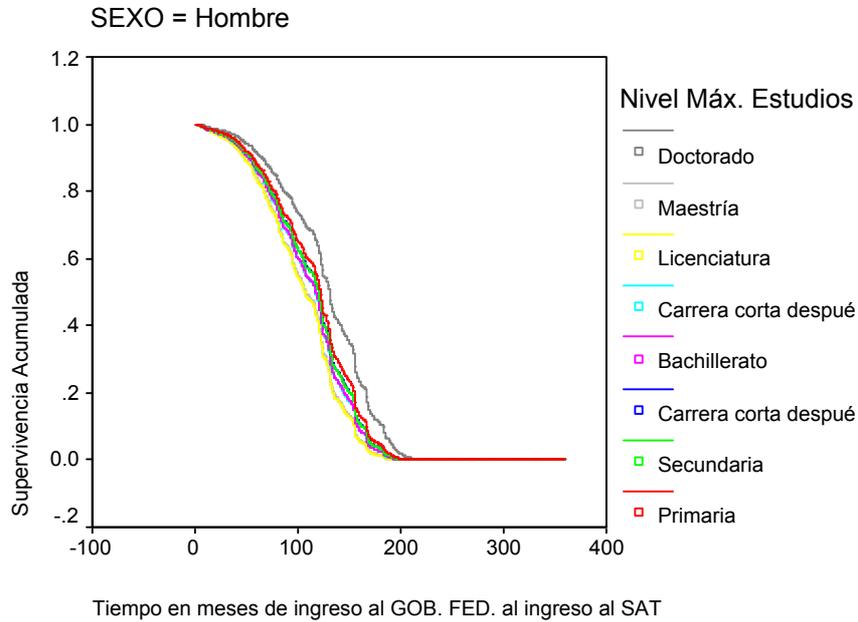


Figura 5.6.4 Función uno menos la supervivencia por máximo nivel de estudios para empleados hombres.

Uno Menos la Función de Supervivencia para los valores Pattern 1 - 8

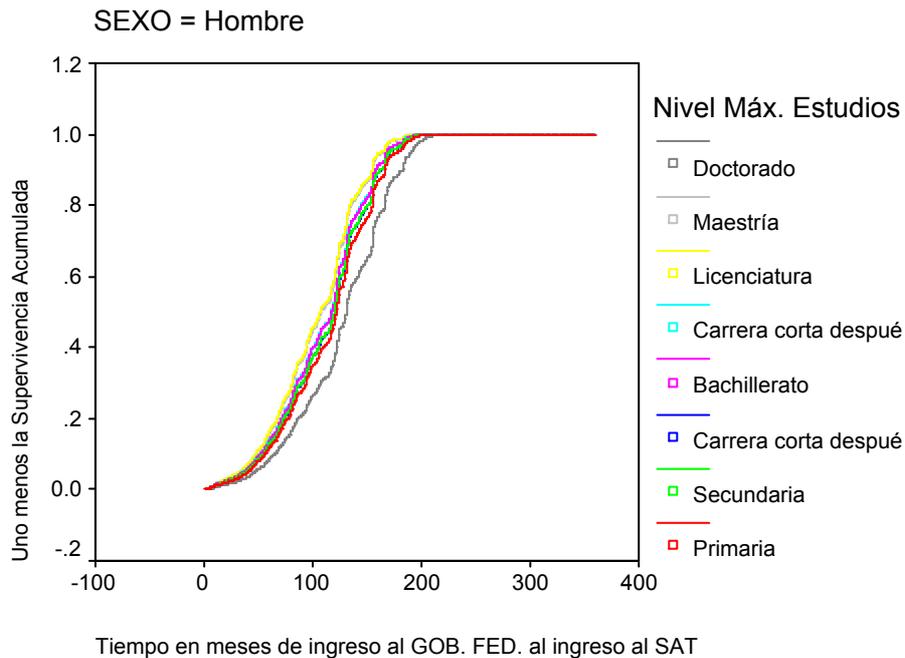




Figura 5.6.5 Funciones de supervivencia por máximo nivel de estudios para empleados mujeres.

Función de Supervivencia para los valores Pattern 1 - 8

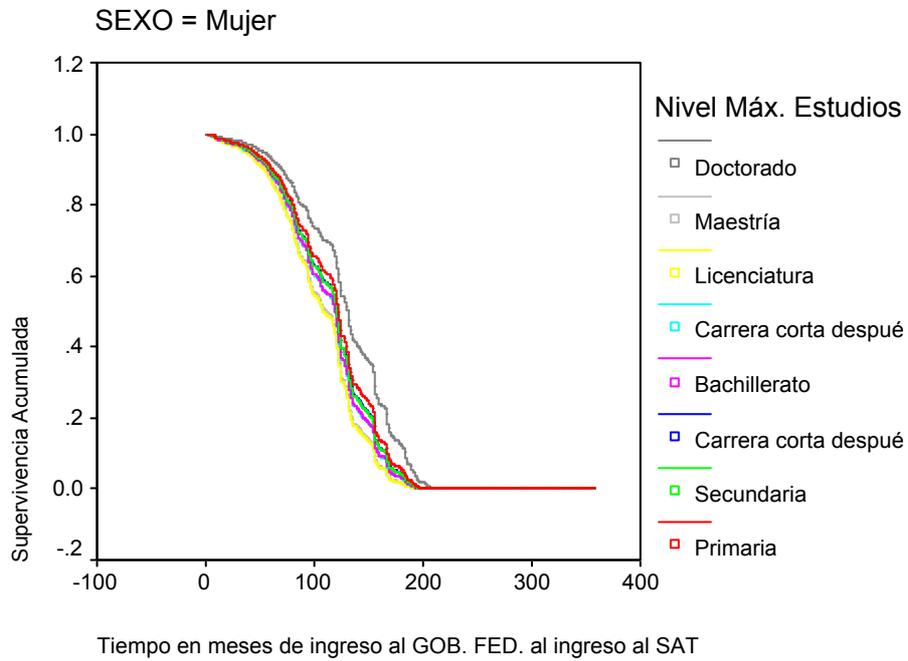
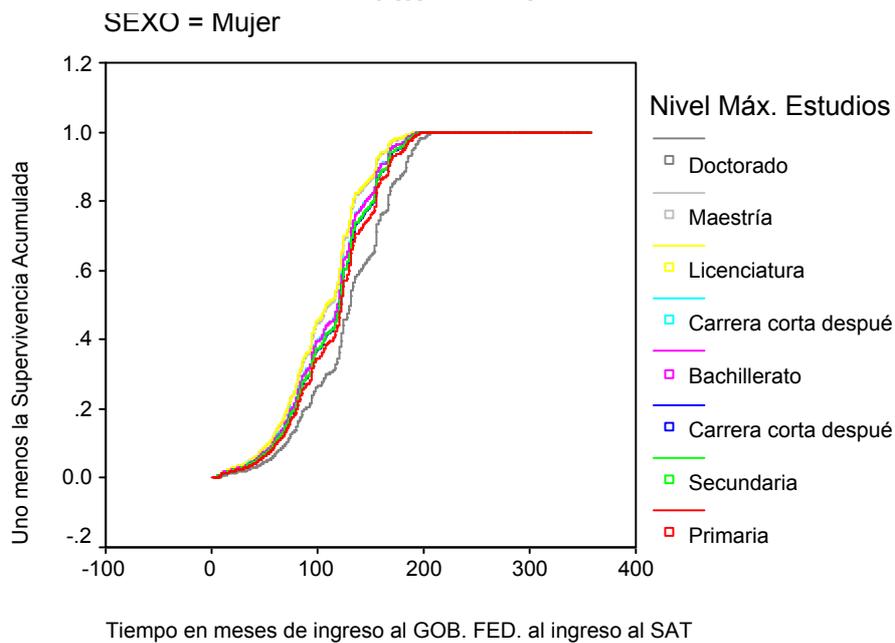


Figura 5.6.6 Funciones uno menos la supervivencia por máximo nivel de estudios para empleados mujeres.

Uno Menos la Función de Supervivencia para los valores Pattern 1 - 8





Las siguientes figuras muestran las funciones de azar $h_o(t)$ (la tasa instantánea de muerte o función de riesgo que no considera el efecto de las variables independientes) que forma parte del modelo de supervivencia:

$$S(t) = h_o(t)g(X)$$

para cada categoría de la variable sexo y nivel máximo de estudios.

Estas curvas también se obtienen a partir de las medias de las covariables.

En estas gráficas se puede observar que la tasa instantánea de muerte es mayor para las mujeres, es decir, las mujeres al azar mueren más rápido que los hombres o ingresan a trabajar en menor tiempo que los últimos. Sin embargo, este efecto no se refleja en las funciones de supervivencia debido al efecto que causan las variables independientes en el modelo.

Figura 5.6.7 Función de azar por sexo a partir de la media de las covariables.

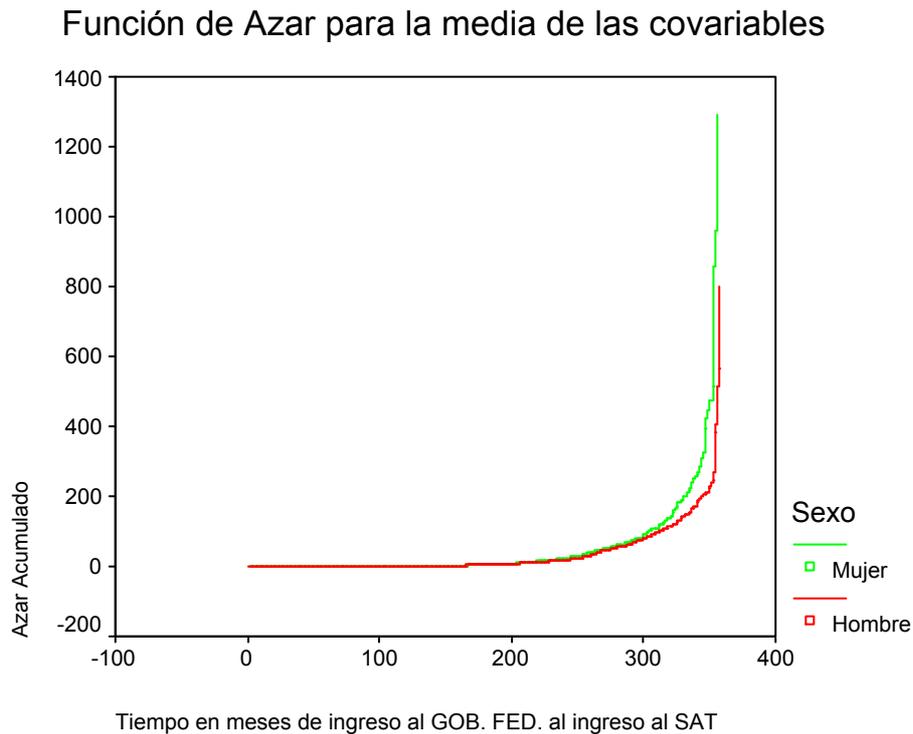




Figura 5.6.8 Funciones de azar por máximo nivel de estudios para empleados hombres.

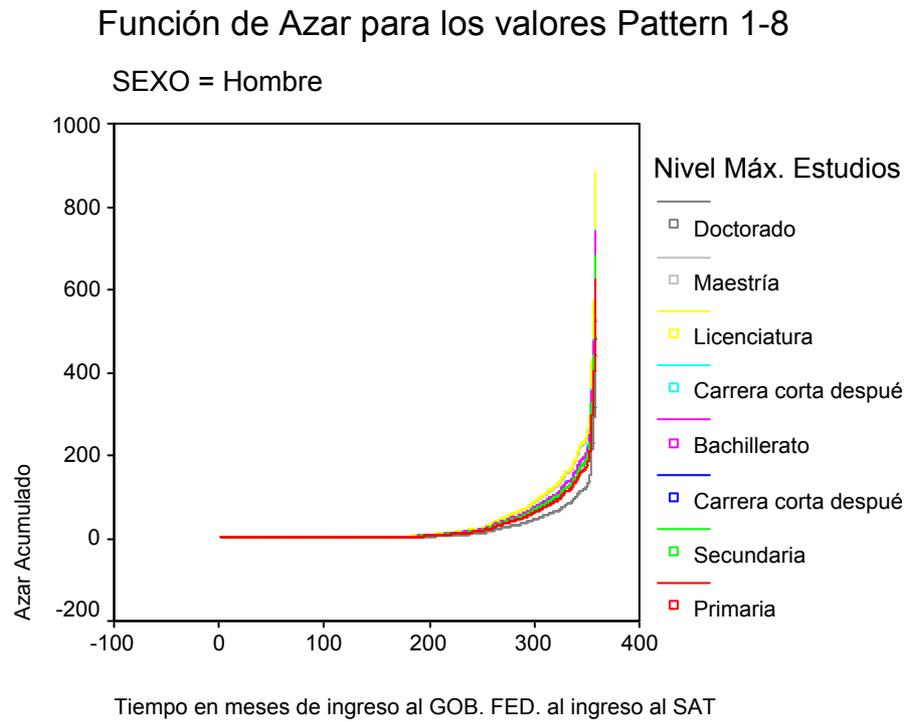
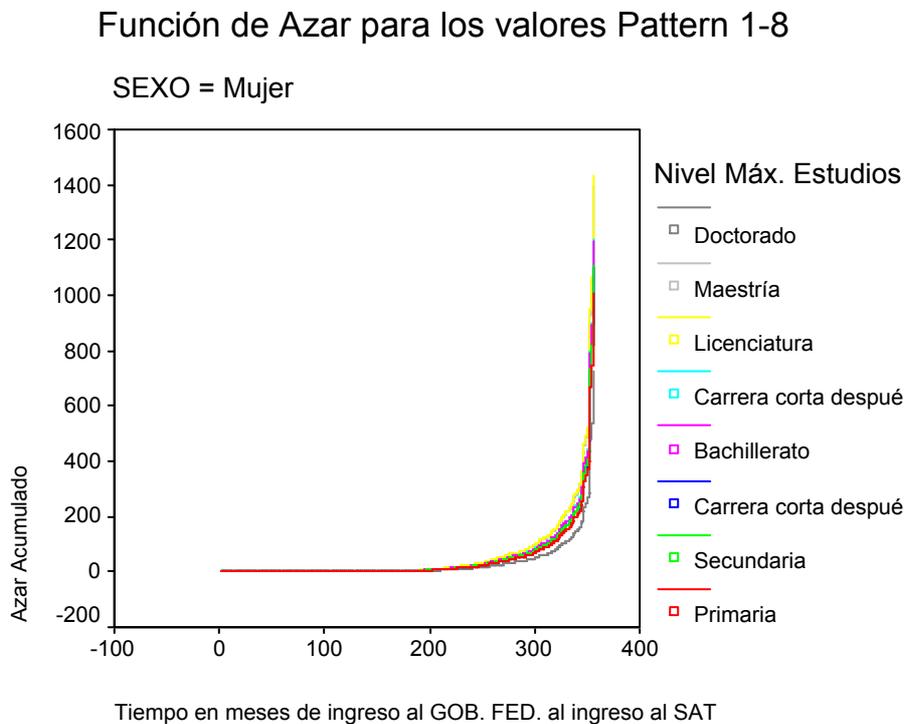


Figura 5.6.9 Funciones de azar por máximo nivel de estudios para empleados mujeres.





Finalmente, a continuación se muestran las gráficas log menos log (figuras 5.6.10, 5.6.11 y 5.6.12) a partir de las medias de las covariables, las cuales deben ser paralelas para todos los individuos para comprobar que las funciones de azar son similares para los hombres y mujeres (para el caso de las variables sexo) y para los niveles de estudios máximos.

Así pues, visualmente se puede constatar que el azar que rige la tasa instantánea de muerte son iguales para las dos variables (sexo y nivel máximo de estudios) para las que se grafican las curvas de supervivencia. De esta manera se descarta que el azar que rige la muerte de la supervivencia sea diferente para cualquiera de los estratos de las dos variables, que podría provocar anomalías en la estimación y la comparación entre ellas.

Figura 5.6.10 Funciones log menos log de la supervivencia por sexo a partir de la media de las covariables.

Función LML (Log Menos Log) de la media de las covariables

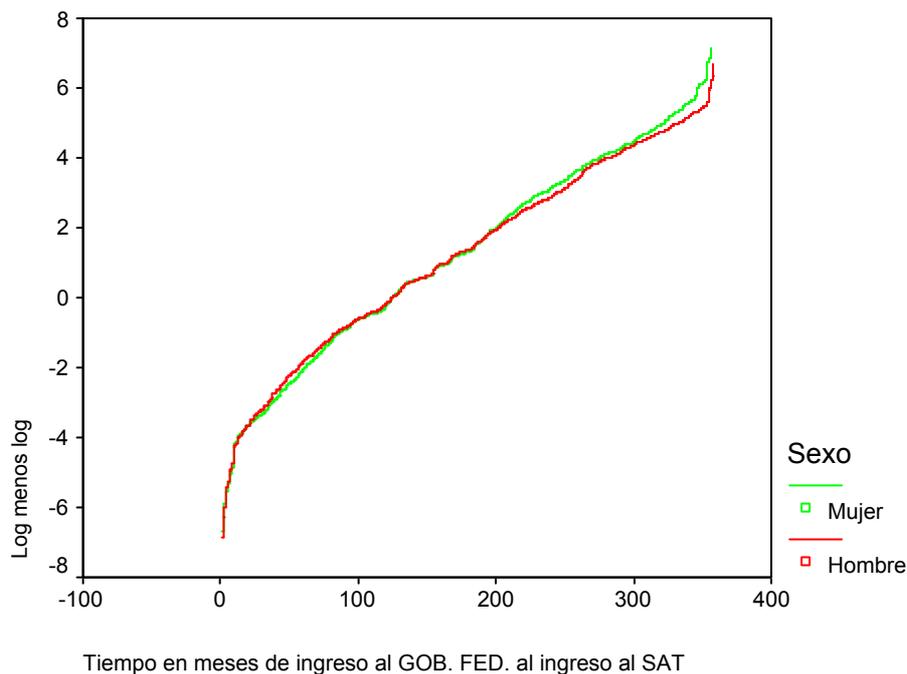




Figura 5.6.11 Funciones log menos log de la supervivencia por máximo nivel de estudios para empleados hombres.

Función LML (Log Menos Log) para los valores Pattern 1 - 8

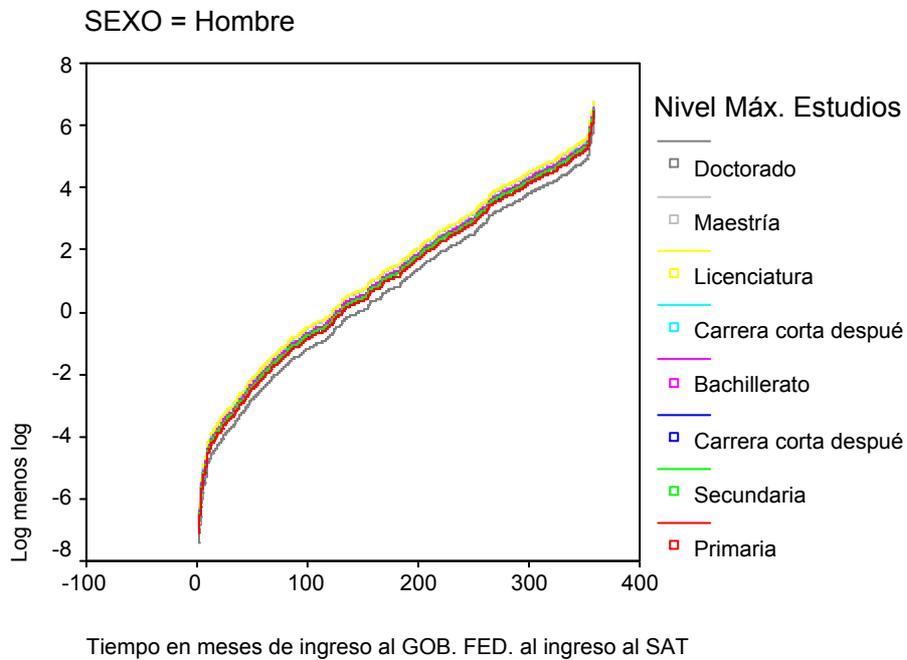
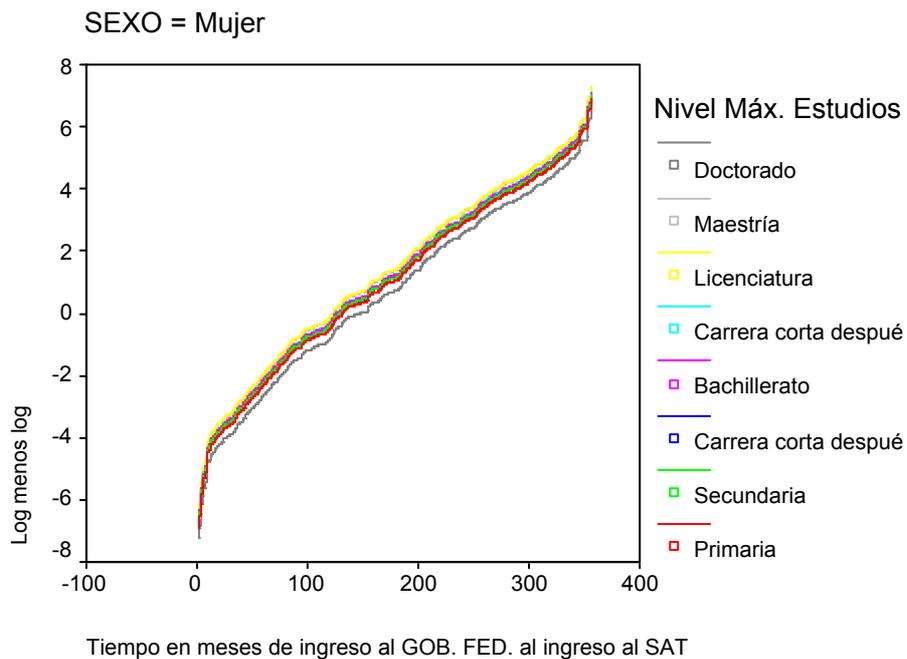


Figura 5.6.12 Funciones log menos log de la supervivencia por máximo nivel de estudios para empleados mujeres.

Función LML (Log Menos Log) para los valores Pattern 1 - 8







CONCLUSIONES

Para concluir, se hará una recapitulación de lo que se vio a lo largo de la tesis y, por supuesto, lo que se logró con la investigación demográfica al realizar un análisis transversal por medio de un “análisis de supervivencia” con la ayuda de la técnica estadística no paramétrica Regresión de Cox.

Se considera una investigación del campo de la demografía, porque se estudió a un grupo de la población a través de datos tomados de un censo (Censo Nacional de Recursos Humanos del Servicio de Administración Tributaria, SAT, dependencia de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, SHCP) elaborado en el año 2002, se realizó un estudio de tipo transversal, de los componentes demográficos de los trabajadores del SAT, y de esta manera se elaboró el análisis de supervivencia para estimar el tiempo de ocurrencia de un evento en específico (ingreso al SAT), con la ayuda del método semiparamétrico; Regresión de Cox, para estimar el tiempo de supervivencia antes de la ocurrencia de dicho evento o de la muerte³¹, considerando a la función de azar (parte paramétrica), que es el riesgo de morir en un instante dado y que no considera el efecto de variables implicadas en la supervivencia y la función de supervivencia (parte no paramétrica) que involucra una serie de factores o variables que pueden o no afectar el resultado de dicha estimación.

El problema consistió en estimar el tiempo de supervivencia, es decir, el tiempo que tardó un empleado que laboró en cualquier institución o dependencia del Gobierno Federal en ser contratado por el SAT, desde que inicia. En otras palabras, estimar la probabilidad de pasar de un estado a otro (GF-SAT), dado que el resultado de dicha estimación, se consideró que puede implicar el efecto de las variables: género, estado civil, nivel máximo de estudios, tipo de contratación y de subadministración en la que laboran, nivel de mando, pretensión de cambio de puesto y lugar laboral y grupos de edad en años al ingresar al Gobierno Federal y al SAT.

La hipótesis a comprobar consistió en: “los efectos de las variables de género y educación, provocan cambios en la probabilidad de incorporación laboral al SAT desde que inician los empleados a trabajar en el Gobierno Federal”, con el propósito de corroborar la efectividad del buen funcionamiento del Servicio Profesional de Carrera en la

³¹ La palabra “muerte” entendido como un evento en específico, se refiere cuando este se da y trunca el seguimiento del estudio en el tiempo en un instante de tiempo “t”. En el caso de la función de azar “h” se refiere cuando la función se trunca en cualquier valor de t y el modelo de supervivencia de Cox para el estudio del Servicio Profesional de Carrera, la muerte se refiere cuando un empleado que trabajaba en alguna institución del Gobierno Federal ingresó a laborar al Servicio de Administración Tributaria.



administración pública, en materia de equidad de oportunidades de ingreso laboral a instituciones gubernamentales para todo empleado y sus valores: ética, lealtad, imparcialidad, profesionalismo, eficiencia, responsabilidad, equidad, honestidad, legalidad, transparencia y medición de resultados.

Antes de concluir con los resultados de la ejecución del modelo en el SPSS, es importante mencionar que este resultó ser muy eficiente en el tratamiento de la supervivencia para la cantidad de datos que se incluyeron, además de que fue muy convincente en los resultados arrojados, pues el análisis previo en el capítulo IV de alguna manera apuntaban a la confirmación de estos en el capítulo V. Con esto no significa que se este restando eficacia e importancia a los métodos de tratamiento de la supervivencia vistos en el marco teórico del primer capítulo, como lo es el método Actuarial y el de Kaplan-Meier, aunque el de regresión de Cox fue escogido por ser uno de tipo poco convencional en el tratamiento de estos temas y porque resulta más interesante por conjugar dos funciones, una de tipo Paramétrica y otra de tipo no Paramétrica, que si bien tratadas por separado no son muy interesantes pero esta es mayor cuando se unen para formar un método de estudio de supervivencia poderoso y efectivo que involucra cualquier número de parámetros en el modelo (aunque no recomendado) que son estimados y ajustados por el magnifico método de máxima verosimilitud.

Con esto se concluye que el modelo de regresión de Cox cumplió con las expectativas matemáticas que se tenían al momento de selección del método para estudiar la supervivencia, que aunque no es nuevo pero si innovador al involucrarlo en temas no clásicos de estudio, como es el Servicio Profesional de Carrera.

Los resultado arrojados por la ejecución del modelo de Cox con el software estadístico SPSS, versión 10.0, muestran los efectos de las variables y/o covariables antes citadas en la estimación de la supervivencia. Estos resultados fueron los siguientes.

En la contratación de empleados en el SAT, el género no mostró implicación en la distinción de selección del personal sobre un determinado sexo, esto es, tanto los empleados hombres como mujeres, tardan el mismo tiempo en pasar de un estado a otro, descartando alguna discriminación por género.

El estado civil de los empleados que es más contratado por la dependencia de la SHCP es soltero, superando a casado, viudo, divorciado, unión libre y los separados. Sin embargo, la mayor población de la que se conforma esta dependencia gubernamental son casados. Lo anterior conlleva a pensar que el SAT prefiere contratar personal con pocas



responsabilidades para dedicar la mayoría de su tiempo en trabajar (solteros), pero una vez que están dentro pasan al estado civil casado.

El nivel máximo de estudio que posee la mayoría de los empleados que son contratados por el SAT es de licenciatura, ya que el tiempo que tardan de supervivencia es menor en relación a los que poseen otro nivel de estudio. Cabe destacar que existe la posibilidad de que los empleados con este nivel de estudios son contratados indistintamente a los de mayor nivel.

El tipo de contratación que el SAT prefiere sujetar a sus empleados es el de confianza y después el de tipo base (este tipo de contratación se da en todos los niveles), siendo los menos contratados los de honorarios y en mayor tiempo (por las estadísticas anteriores). Pero esto no tiene que ser así forzosamente, ya que las estadísticas de contratación en otras dependencias gubernamentales revelan que el mayor tipo de contratación es el de honorarios, y esto pudo haber sido el caso del SAT, sólo que con el paso del tiempo los contratados fueron cambiados de tipo de contratación (por ley así se manifiesta). Resulta razonable analizar esta situación de esta manera, ya que a mayor responsabilidad laboral por parte de las dependencias de gobierno, menor es el grado del tipo de contratación (tomando como el mejor el de base, después el de confianza y por último el de honorarios).

Así pues la mayor parte de la población SAT son funcionarios, los cuales tienen mejores beneficios laborales y económicos, pero a la vez sus responsabilidades se determinan mediante juicio político, mientras que a un empleado de base se le sigue un procedimiento común. Esto es lógico, ya que dado que ésta es una dependencia de recaudación fiscal se necesita de personal de confianza para realizar estas labores, y los problemas que puedan ocasionar serán solucionados mediante una aplicación rígida de la ley.

Los empleados que se encuentran trabajando en subadministraciones locales (localizadas en el interior de la República) tardan menos tiempo en ser contratados por el SAT, de manera que; existen más oportunidades de ascensión de trabajo en las locales que en las subadministraciones centrales localizadas en el D. F. y área metropolitana. Aunque este efecto sucede así por la diferencia de población en las subadministraciones, ya que existe un poco más del doble de personal en las locales que en las centrales.

El nivel de mando con mayor demanda de trabajo es el medio y en especial el medio homologado. Esto es, los puestos de administradores y su homologado (subadministradores) son los que constantemente son cambiados, ya sea por ascenso (en el



mejor de los caos) o despido, en el peor de los casos. Esta última opción es más convincente, ya que si se da el primer caso, muchos ascenderían a puestos superiores desplazando a los que se encuentran ahí, surgiendo en ese momento otro problema: o los ascienden o los despiden, y así sucesivamente hasta llegar a los puestos más altos, lo cual resultaría un problema muy complejo a nivel de organización laboral, porque podrían estar entrometidos intereses de otro tipo no muy asociados a los laborales.

Para la situación de cambio de lugar de trabajo y puesto laboral, curiosamente resultó que las personas que estaban de acuerdo con estas dos proposiciones tardaron más tiempo en ser contratados por el SAT. Y a la inversa, es interesante observar que las personas que no deseaban cambiar estas situaciones de trabajo, fueron los que menos tardaron en pasar de un estado a otro. ¿Casualidad, suerte o “selección”?; ese es asunto de conocimiento de los que asignan estos cambios. Este resulta ser un asunto muy complicado, ya que se podría intuir que estas peticiones de deseos de cambio no fueron escuchadas o atendidas, dejando a descubierto una gran inconformidad laboral.

En los grupos de edad del análisis de la supervivencia, los que mueren más rápido o los que tardan menos tiempo en ser contratados por el SAT pertenecen al grupo de edad de 18 a 23 y de 23 a 30 años, puesto que la mayor parte de la población al ingresar al Gobierno Federal es muy joven: de 18 a 30 años como máximo tanto en hombres como en mujeres. Esto demuestra que al aumentar la edad, disminuye la probabilidad de ser atraído o contratado por la dependencia gubernamental.

Este mismo efecto, como consecuente del primero, sucede para la variable de los grupos de edad al ingresar al SAT, ya que al pasar un periodo relativamente corto de tiempo, los empleados más jóvenes, de 18 a 23 y en menor grado los de 23 a 30, que trabajan en otra dependencia de Gobierno (aunque no necesariamente, ya que como se ha mencionado, pueden ingresar directamente al SAT y por lo tanto en ese momento forman parte del G. F.) son los más propensos a ser contratados, para hombres y mujeres sin distinción.

Este tipo de comportamiento de contratación de gente joven es muy probable, o porque no decirlo, característico en las dependencias gubernamentales, restándole importancia o discriminando no simplemente a gente de los grupos de mayor edad, por ejemplo los que poseen de 40 a 45 años, sino a grupos bastante jóvenes, 30 y 35 años, que les restan oportunidades de trabajo a muy temprana edad, refiriéndose a instituciones de trabajo que cuentan con un Servicio Profesional de Carrera, el cual no está siendo aplicado correctamente por encontrar este tipo de incongruencias en el sistema de contratación.



Así pues, las características “ideales” que debe tener un empleado del Gobierno Federal que desee ingresar a laborar en el SAT con grandes oportunidades o posibilidades en un tiempo relativamente pequeño (de 4 a 5 años aproximadamente, para empleados con licenciatura), son: ser, hombre o mujer de 23 a 30 años (descartando a personas mayores de 30 años), o sea; ser muy joven, soltero (a), esto es; sin responsabilidades mayores más que las laborales, bien preparado con un grado escolar mínimo de licenciatura y/o maestría (en el mejor de los casos), estar altamente responsabilizado de su trabajo por medio de un contrato de tipo confianza que está muy bien remunerado, pertenecer a una subadministración local o laborar en el interior de la República, tener un puesto medio o medio homologado (en el peor de los casos) es decir; ser administrador general o subadministrador (puestos medianamente altos) y no pretender un cambio de puesto ni de lugar de trabajo (estar conformes con estas condiciones).

Es muy importante hacer resaltar que estas últimas dos condiciones no necesariamente fueron factores determinantes para que el tiempo de contratación sea menor o peor, ya que en realidad no se sabe con exactitud si esto fue considerado en el cambio.

Con base a todo lo anterior, ahora se puede comprobar que la hipótesis era incierta al suponer que el efecto que causaba la variable género o sexo provocaba cambios en la posibilidad de ingreso al SAT o que de este factor dependía su ingreso, ya que las oportunidades son las mismas para hombres y mujeres (el tiempo del paso de una institución a otra es aproximadamente el mismo para ambos).

Sin embargo la hipótesis es certera para el caso de la variable que incorpora los niveles de educación, es decir; la educación si provoca cambios en la probabilidad de ingreso, ya que, de acuerdo a los grados de estudios de una persona, no todos los puestos laborales están asignados con base en este factor. Para justificar la falsedad de la hipótesis respecto a esta variable, sólo se requiere de observar todo el análisis matemático del capítulo IV y V, el cual concuerda que de acuerdo a los niveles de estudio, los puestos son asignados al nivel de estudio, pero si observamos la figura 4.3 del capítulo IV y haciendo un análisis cualitativo, en donde la mayoría de los niveles máximos de educación los poseen los hombres y un menor porcentaje para las mujeres (esto es muy notorio en el nivel “carrera corta después de la secundaria”), y dado que la mayoría de puestos altos sólo los ocupan los hombres, entonces existe una discriminación en la asignación de puestos, pero ¿en donde radica el problema de los puestos de acuerdo al nivel de estudios para todo sexo, si no es en el interior de la institución?. Por lo tanto como estas estadísticas están elaboradas a partir



de los empleados censados (ya ingresados), entonces el problema surge al momento del ingreso, en donde puede existir una discriminación en la selección del personal para ocupar un puesto en específico, al existir una preselección de estos por medio del establecimiento de los requisitos que exige un perfil profesional y personal del puesto solicitado, la cual deriva en una desigualdad de oportunidades.

Este último análisis puede poner en duda la certeza de la hipótesis con respecto a la variable de la educación, y para estar seguros de esta situación es necesario realizar un análisis más profundo, caso que ya no compete a esta investigación, pero que puede ser una línea o tangente de estudio a seguir en investigaciones posteriores.

Por lo tanto es una realidad que el Servicio Profesional de Carrera está siendo aplicado en instituciones gubernamentales, al menos en el SAT de la SHCP, pero no en su máxima definición. Es fiel a los valores de responsabilidad de los empleados en sus labores, pero deja desprotegidos valores como la equidad de oportunidades de empleo (por ejemplo, la disminución de posibilidad de contratación a personas mayores a 30 años), la ética profesional y la imparcialidad de selección de personal para nuevo ingreso.

Se espera que los resultados derivados de la investigación en relación al Servicio Profesional de Carrera plasmados en estas conclusiones, se deben a la innovación de este servicio actual que aún no se ha establecido como régimen laboral y que sólo es cuestión de tiempo para corregir estos problemas graves, pero si no se lograron notables beneficios con su antecedente (Servicio Civil de Carrera) y ahora con su versión moderna no se logran, entonces, éste ya no es un problema sólo de tipo laboral, sino social, que rompe con esquemas internacionales para la mejora de la calidad humana, tendiente a la denigración de la vida social, y principalmente, laboral.



BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, A. G., (2000), *Localización Geográfica de la Cuenca de México* en Garza Gustavo (Coord.) *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio*, El Colegio de México-Gobierno del Distrito Federal, México, p. 33.
- Aranaz, Ferrán Magdalena, *SPSS para Windows Análisis Estadístico*, Editorial Osborne Mc Graw-Hill, España, 2001.
- Canavos G.C., *Probabilidad y Estadística: Aplicaciones y Métodos*, Mc Graw Hill, México, 1988.
- Courgeau, Daniel y Levievre, Eva, *Análisis Demográfico de las Biografías*, El Colegio de México, México, D. F., 2001.
- Green, William H., *Análisis Económico*, Editorial Prentice Hall, 3a. Edición, España, 1999.
- Hosmer, W. David and Lemeshow, Stanley, *Applied Survival Analysis: Regression Modeling of Time to Event Data*, Wiley-Interscience, United States of America, 1999.
- Hosmer, W. David and Lemeshow, Stanley, *Applied Logistic Regression*, Wiley-Interscience, Second Edition, EUA, 2000.
- Hubert Gérard y Wunsch Guillaume, *Demografía*, Ediciones Pirámide, Madrid España, 1973.
- Lee, T. Elisa, *Statistical Methods for Survival Data Analysis*, Wiley-Interscience, Third Edition, New Jersey, United States of America, 2003.
- Leguina, Joaquín, *Fundamentos de Demografía*, Siglo veintiuno de España, quinta edición, abril de 1992.
- Lévy, Mangin Jean-Pierre y Varela, Mallou Jesús, *Análisis Multivariante para las Ciencias Sociales*, Pearson-Prentice Hall, Madrid España, 2003.



Mendenhall W., Wackerly, D.D. y Scheaffer R.L., Estadística Matemática con Aplicaciones, Grupo Editorial Iberoamérica, México, 1994.

Pressat Roland, El Análisis Demográfico, Conceptos-Métodos-Resultados, Fondo de Cultura Económica, segunda edición en español, México D. F., 1967

Siegel, Jacob S., Applied Demographi, Applications to Bussines, Goverment, Land, and Public Policy, Academia Press, 2002.

Spiegelman, Mortimer, Introducción a la Demografía, Fondo de Cultura Económica, segunda edición en español, México D. F. 1997.

Singer, D. Judith and John, B. Willet, Applied Longitudinal Data Analysis: Modeling Change and Event Occurrence, Oxford University Press, New York, United Estates of America, 2003.

Tapinos, Georges, Elementos de Demografía, Espasa Calpe, 1988.

Referencias Electrónicas

Antoine, Tohocés Bartolomé

La implementación del Servicio Civil de Carrera en Administraciones Locales de México: conceptos y resultados de una experiencia, pp. 1-36.

Secretaría de Gobernación, Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Dirección de Capacitación y Profesionalización del Servicio Público Local.

URL: <http://www.e->

[local.gob.mx/work/resources/LocalContent/9024/1/implementacion_SCC.pdf](http://www.e-local.gob.mx/work/resources/LocalContent/9024/1/implementacion_SCC.pdf)

Ortega, Osona José Antonio

Universidad Autónoma de Madrid

Revisión de conceptos demográficos



"Contribuciones a la Economía" es una revista académica con el número Internacional Normalizado de Publicaciones Seriadas.

URL: <http://www.eumed.net/cursecon/colaboraciones/Ortega-demograf.htm>

Pita, Fernández, S.

Análisis de Supervivencia

Metodología de la Investigación

Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística. Complejo Hospitalario-
Universitario Juan Canalejo. A Coruña (España).

Fisterra

URL: <http://www.fisterra.com/mbe/investiga/supervivencia/supervivencia.htm>

Regresión de Cox

Hospital de Sagunto

URL: http://www.a3.san.gva.es/superv/superv2/T_SAGUN2.htm

Pruebas de Hipótesis, Estadística.

URL: http://descartes.cnice.mecd.es/Estadistica/Muestreo_Inferencia_Estadistica/pruebas_hipotesis.html

Econometría Moderna

URL: www.uam.es/departamentos/economicas/econapli/pdf/cap5.pdf

Gobierno de la República

Ley del Servicio Profesional de Carrera en la Administración Pública Federal

Guía rápida del Servicio Profesional de Carrera

Información del Servicio Profesional de Carrera

URL: <http://www.gob.mx>



Máxima Verosimilitud

Capítulo 5, pp. 113-138.

Descartes 2D

URL: <http://www.bmj.com/collections/statsbk/12.shtml>

Survival analysis

Statistics at Square One

Br Med J, 2001.



GLOSARIO

Aleatorio: Regido por el azar.

Análisis de cohorte: Observación del comportamiento demográfico de una cohorte a través de su vida o a través de muchos periodos; por ejemplo, examen del comportamiento reproductivo de la cohorte de personas nacidas entre 1900 y 1909 a través de todos sus años reproductivos. Las tasas derivadas de dicho análisis de cohorte son medidas de cohorte. Compárese con el análisis de un periodo.

Análisis de un periodo: Observación de una población en un periodo de tiempo específico. Dicho análisis "toma una fotografía instantánea" de una población en un periodo relativamente corto. La mayoría de las tasas derivadas de los datos correspondientes a un periodo de tiempo son tasas en un periodo. Compárese con el análisis de cohorte.

Censo: Estudio de una zona determinada que da como resultado la enumeración de toda la población y la recopilación de la información demográfica, social y económica concerniente a dicha población en un momento dado.

Cohorte o generación: es el conjunto de individuos de una población, que ha compartido el mismo acontecimiento durante un periodo de tiempo específico, generalmente un año. Normalmente una cohorte recibe el nombre de generación. Por ejemplo pueden señalarse: el conjunto de niños que ha nacido durante el año 2001, se le llama generación o cohorte de nacimientos del 2001. También, el conjunto de estudiantes de primer ingreso a una universidad en el año 2002, se le llama cohorte o generación del 2002.

Corte transversal: Este estudio es también llamado de prevalencia, ya que permite medir la prevalencia de "x" suceso; a través de este se obtiene una imagen de un punto específico en el tiempo; permite medir la magnitud de un problema en determinado lugar; se podría decir que es una radiografía de un problema de un tipo, en un lugar y tiempo específico.



Comparaciones múltiples: Ocurren cuando se realizan múltiples contrastes de hipótesis con los mismos datos, por ejemplo, en el análisis de subgrupos donde se realiza un contraste global y después se repite el análisis para ciertos subgrupos (p.e. tramos de edad). En esta situación la probabilidad de error tipo I (error que se comete cuando se rechaza la hipótesis nula, siendo cierta) aumenta con el número de contrastes. Por ello, idealmente deberían evitarse, o usar las técnicas estadísticas apropiadas (p.e. Anova o la corrección de Bonferroni).

Contraste de hipótesis: Prueba realizada para evaluar la plausibilidad de una hipótesis dada. El resultado es la probabilidad (valor p) de obtener el resultado encontrado, u otro más alejado de la hipótesis, si la hipótesis fuera cierta. Si esta probabilidad es menor o igual que un valor predeterminado (nivel de significación) se rechaza la hipótesis.

Crecimiento cero de la población: Una población en equilibrio, con una tasa de crecimiento cero, lograda cuando los nacimientos más la inmigración equivalen a las defunciones más la emigración.

Crecimiento demográfico: mide el aumento, en un periodo específico, el número de personas que viven en un país o una región. La tasa de crecimiento demográfico depende, además de la tasa de natalidad y de la tasa de mortalidad, de los movimientos migratorios. La tasa de natalidad depende a su vez de la tasa de fecundidad. La tasa de fecundidad está influida por muchos factores pero el principal es el nivel cultural de la sociedad y especialmente de las mujeres: a mayor cultura, menor número de hijos se tienen. La tasa de mortalidad depende del grado de desarrollo económico y sanitario.

Crecimiento exponencial: Una tasa constante de crecimiento aplicada durante un periodo que continúa creciendo, por ejemplo, una cuenta corriente que aumenta interés compuesto; una bola de nieve que adquiere masa; una población que crece a un 3,0 por ciento anual.

Crecimiento natural: El excedente (o déficit) de nacimientos sobre las defunciones en una población, durante un periodo determinado.



Demografía: Del griego demos [pueblo] + graphie [estudio]. El estudio científico de las poblaciones humanas incluyendo su tamaño, composición, distribución, densidad, crecimiento y otras características demográficas y socioeconómicas y de las causas y consecuencias de los cambios experimentados por esos factores.

Densidad de población: Población por unidad de superficie terrestre; por ejemplo, personas por kilómetro cuadrado, o personas por kilómetro cuadrado de tierra laborable.

Distribución de la población: El régimen de asentamiento y dispersión de una población.

Edad cumplida: número exacto de años que ha cumplido una persona.

Edad media: El promedio de edad de todos los miembros de una población.

Edad mediana: La edad que divide a una población en dos grupos numéricamente iguales, es decir la mitad de la población tiene menos edad y la otra mitad tiene más edad que la mediana. (Median en inglés.)

Edad exacta: número exacto de tiempo, en años, meses y días, transcurrido desde el nacimiento de una persona.

Esta definición se emplea en estudios muy particulares donde se cuenta con información individual es posible manejar la variable: edad exacta. Un ejemplo del uso de este concepto se puede presentar en estudios de mortalidad infantil.

Encuesta: Un análisis de personas o familias seleccionadas en una población que se utiliza de ordinario para determinar características o las tendencias demográficas de un segmento mayor o de la totalidad de la población.

Error estándar: Estadístico que indica el grado de incertidumbre con el que una estimación obtenida en una muestra se acerca al verdadero valor en la población.



Esperanza de vida: El número de años de vida que restan, término medio, a una persona de no variar la tendencia en la mortalidad. Se cita comúnmente como esperanza de vida al nacer.

Estadísticas vitales: Se refieren generalmente a la información básica o derivada correspondiente a los sucesos vitales: el nacimiento, la adopción, la muerte, el matrimonio, el divorcio, la separación, y la anulación del matrimonio. Los datos vitales suelen registrarse, por disposición legal, en el momento en que éstos suceden, a través de un sistema de registro establecido.

Estructura de la población por edad y sexo: La composición de una población de acuerdo con el número o proporción de varones y mujeres en cada categoría de edades. La estructura de la población por edad y sexo de una población es el resultado acumulativo de las tendencias retrospectivas de la fecundidad, mortalidad y migración. Para describir y analizar muchas de las otras clases de datos demográficos es esencial disponer antes de información sobre la composición de la población por edad y sexo. Véase también pirámide de población.

Estudio retrospectivo: Este tipo de estudios busca las causas a partir de un efecto que ya se presentó. Los estudios retrospectivos parten de un efecto y regresan a buscar la causa. Es como si se fuese hacia atrás, por esto es retrospectivo.

Esperanza de vida: de un tipo de persona, es la media de la duración de la vida de ese tipo de personas.

Esperanza de vida al nacer: es la tasa que mide el número de años que vivirá por término medio un individuo de 24 horas de edad. El mapa muestra la esperanza de vida en todos los países del mundo, más de 75 años en los más desarrollados, menos de 55 en los menos desarrollados.

Estandarización: Método estadístico para comparar tasas de dos grupos con potenciales factores de confusión. Típicamente se estandariza por edad y sexo.



Estimación ajustada: Opuesto a estimación "cruda". Cuando se encuentran diferencias entre las estimaciones de algún parámetro en dos grupos con diferentes factores de riesgo, no es fácil interpretar esas diferencias. Se denomina estimación ajustada a la realizada teniendo en cuenta esos factores. Los habituales son estratificación, estandarización y modelos de regresión.

Estimación cruda: Opuesto a estimación ajustada. Estimación obtenida sin tener en cuenta factores de confusión.

Estimador: Medida resumen calculada en una muestra, p.e. media, riesgo, riesgo relativo, etc. Los estimadores se usan para hacer inferencias sobre la población. Deberían ir acompañados de su correspondiente error estándar.

Estratificación: Procedimiento para calcular estimaciones o realizar contrastes de hipótesis, para cada nivel, o estrato, de una variable categórica y después calcular una estimación global para todos los estratos. El método más usado es el de Mantel-Haenszel.

Estudio crossecional o transversal: Es un diseño de estudio en el que se observa en un punto o intervalo temporal a una población definida. Exposición y resultado son observados simultáneamente.

Estudio de cohorte: Es un diseño de estudio en el que se seleccionan dos grupos (cohortes) de individuos, uno tiene la exposición de interés y el otro no y se les sigue en el tiempo para observar diferencias en el resultado de interés.

Factor de riesgo: Factor relacionado con el riesgo de que ocurra un evento (p.e. enfermar).

Fecundidad: se refiere al número promedio de hijos que tienen las mujeres. Para medirlo con precisión es necesario delimitar con precisión la variable que queremos medir ya que la cifra que la exprese será muy distinta según consideremos a todas las mujeres que viven en un momento determinado en un país, o sólo a las mujeres fértiles, eliminando las que mueren antes de alcanzar la edad fértil. Podremos estimar también tasas de fecundidad por edades o tasa de fecundidad de cohortes.



Fecundidad al nivel de reemplazo: Nivel de fecundidad en el cual una cohorte de mujeres tiene, en promedio, hijas suficientes para "reemplazarse a sí mismas" en la población. Por definición, el nivel de reemplazamiento es igual a una tasa neta de reproducción de 1,00.

Fertilidad: La capacidad fisiológica de una mujer, hombre o pareja para reproducir un hijo vivo.

Función de azar: es la tasa instantánea de muerte.

Homogeneidad: Significa "similaridad". Se dice que unos estudios son homogéneos si sus resultados no varían entre sí más de lo que puede esperarse por azar. Lo opuesto a homogeneidad es heterogeneidad.

Intervalo de confianza (IC): Es el intervalo dentro del que se encuentra la verdadera magnitud del efecto (nunca conocida exactamente) con un grado prefijado de seguridad, suponiendo que el estudio sea válido. A menudo se habla de "intervalo de confianza al 95%" (o "límites de confianza al 95%"). Quiere decir que dentro de ese intervalo se encontraría el verdadero valor en el 95% los casos.

Longevidad: La edad máxima que podrían alcanzar los seres humanos en condiciones óptimas. La longevidad del hombre parece ser de unos cien años.

Migración: El movimiento de personas a través de una división política para establecer una nueva residencia permanente. Se divide en migración internacional (migración entre países) y migración interna (migración dentro de un país).

Modelo de regresión: Modelo estadístico de dependencia entre una variable resultado (variable dependiente) y varias variables predictoras (variables independientes). Se puede usar bien para predecir la variable resultado, o bien para estimar la relación entre la variable resultado y otra controlando por potenciales variables de confusión.



Morbilidad: Frecuencia de las enfermedades en una población. Las estadísticas de morbilidad permiten conocer de que enferman o padecen los habitantes de determinada región. El conocimiento de estadísticas de morbilidad permiten calcular la población a servir con determinados programas y la demanda de servicios que su atención exigirá.

Mortalidad: Defunciones como componentes del cambio de población.

Movilidad: Movimiento demográfico de las personas.

Muestra: Grupo de individuos elegidos de un grupo más amplio (población) de acuerdo a un criterio preestablecido. Los métodos estadísticos asumen que las muestras son aleatorias.

Muestra aleatoria: Muestra elegida de tal modo que todos los individuos de la población tienen la misma probabilidad de ser elegidos y son elegidos independientemente.

Natalidad: Nacimientos como componentes del cambio de población.

Nupcialidad: La frecuencia, características y disolución de los casamientos en una población.

Paridad: El número de hijos anteriormente nacidos vivos a una mujer: por ejemplo, las "mujeres de paridad doble" son aquéllas que en ese momento ya han tenido dos hijos y las "mujeres de paridad cero" son las que todavía no han tenido ninguno.

Periodo de reproducción: En la mujer, la edad en que es capaz de procrear y que, según se ha supuesto arbitrariamente para fines estadísticos en la mayoría de los países, está comprendida entre los 15 y los 49 años de edad.

Pirámide o histograma de la población: Una clase especial de gráfico de barras que presenta la distribución de una población por edad y por sexo. La mayoría de los países caen dentro de una de las tres categorías generales de pirámides siguientes: 1) expansiva – con una base amplia, lo cual indica una proporción elevada de niños y una rápida tasa de crecimiento de la población; 2) constrictiva – con una base más estrecha que el centro de la pirámide, lo que generalmente ilustra un rápido descenso en la fecundidad; 3) estacionaria –



con una base estrecha y un número de personas aproximadamente igual en cada grupo de edades, que se estrecha con los grupos de más edad, lo que indica una proporción moderada de niños y una tasa de crecimiento lenta o nula.

Población: Un grupo de objetos u organismos de la misma especie.

Población estable: Una población cuya tasa de crecimiento y composición por edades no cambia debido a que las tasas de natalidad y mortalidad por edad permanecen constantes a través de un periodo de tiempo suficientemente largo.

Población estacionaria: Una población estable con una tasa de crecimiento cero (debido a que la tasa de natalidad es igual a la tasa de mortalidad) y una composición por edades que no cambia.

Población media: Es la población promedio en un intervalo de tiempo y sirve para poder compensar todas las entradas y salidas que se efectúan en una población dinámica, bajo el supuesto que éstas se producen en forma aleatoria a lo largo de un periodo, se ha tomado la convención de utilizar la *población a mitad de periodo*. Si este valor no se conoce, puede ser aproximado por la población media, la cual se obtiene de promediar dicha población al inicio y al final del periodo en estudio.

$$\text{Población media} = \frac{\text{Población inicial} + \text{Población final}}{2}$$

La población a la mitad del periodo o población media, es un buen aproximado del tiempo vivido, cuando el periodo de tiempo es un año, en caso contrario este valor debe ser multiplicado por la longitud, en años, del periodo de tiempo.

$$\text{Tiempos vivido} \approx \text{Población media} \times t$$

La t representa el tiempo (en años) del periodo analizado.

Probabilidad: Al igual que todas que las medidas de razón, proporción y tasa, es el cociente entre dos magnitudes. El denominador consiste en la población que al inicio del periodo está expuesta a ser afectada por un hecho demográfico y el numerador es el número de personas afectadas por este hecho demográfico en el periodo de interés.

$$\text{Probabilidad} = \frac{\text{Número de hechos demográficos ocurridos durante el período}}{\text{Población total al inicio del período}}$$



La probabilidad se interpreta como la proporción de personas de la población inicial, que fue afectada por el hecho demográfico durante el periodo de interés, o más claramente, como el riesgo que tiene una persona de ser afectada por este hecho. Por ejemplo, si la generación de estudiantes de nuevo ingreso a una universidad es de 4 320 y de ellos 3 350 continúan activos al inicio del segundo año, el resto desertó. Estas cifras indican que, para esta generación, la probabilidad que un estudiante continúe activo el segundo año es:

$$\text{Probabilidad} = \frac{3\,350}{4\,320} = 0.775$$

También quiere decir que la proporción de estudiantes de esta generación que continúa activa al año siguiente, es 0.775 o lo que es equivalente al 77.5% de ella. Por esta razón, se dice que el riesgo que tiene una persona de desertar durante el primer año es de 22.5%.

Probabilidad de supervivencia: La proporción de personas en un grupo específico (por edad, sexo, estado salud, etc.) que vivían al principio de un intervalo (por ejemplo, un periodo de 5 años) y que sobreviven al final de dicho intervalo.

Proporción: Al igual que la razón, es también el cociente de dos magnitudes, pero estas magnitudes corresponden al mismo hecho. Además el numerador representa una parte del numerador. Por esta razón, una proporción dentro de una población corresponde al peso relativo que tiene el subgrupo representado en el numerador dentro del total.

$$\text{Proporción} = \frac{A}{A + B}$$

El valor de A representa al tamaño del subgrupo y el valor de B representa el resto de la población, por lo que la población total es A + B. Por ejemplo, del total de 78 178 nacimientos registrados en México durante el año 2000, 39 627 correspondió a madres solteras, por lo que la proporción de nacimientos de madres solteras fue de:

$$\frac{39\,627}{78\,178} = 0.507$$

Para una mejor interpretación, nuevamente se puede multiplicar por 100 y, entonces, el valor 50,7 significa que del total de nacimientos registrados en México durante el año 2000, el 50.7% correspondió a madres solteras.

Razón o relación: Es la medida relativa más sencilla que se puede establecer, es simplemente el cociente de dos datos absolutos. Generalmente se basa en datos de



subgrupos distintos o de diversa naturaleza. Su interpretación se limita a señalar el número de unidades existentes de los datos del numerador por cada unidad del denominador. Por ejemplo, en México para el año 1980 se registraron 70 048 nacimientos, mientras que en el año 2000 se registraron 78 178. La razón de nacimientos en el año 2000 con respecto a los nacimientos en el año 1980 es:

$$\frac{78\ 178}{70\ 048} = 1.12$$

Esto significa que por cada nacimiento ocurrido en 1980, en el año 2000 ocurrieron aproximadamente 1.12 nacimientos. Para una mejor interpretación se puede multiplicar el valor de la razón por 100. Entonces se dice que en México, por cada 100 nacimientos en 1980, para el año 2000 se presentaron 112. Del mismo modo durante el año 2000 se registraron 14 630 defunciones. La razón del número de nacimientos al número de defunciones es:

$$\frac{78\ 178}{14\ 630} = 5.34$$

Quiere decir que, en México, por cada 100 defunciones se produjeron 534 nacimientos durante el año 2000.

Registro de la población: Un sistema oficial de recopilación de datos en el que se inscriben continuamente las características demográficas y socioeconómicas de la totalidad o parte de la población. Dinamarca, Suecia e Israel figuran entre los países que mantienen registros universales para fines demográficos, inscribiendo los eventos principales (nacimientos, nupcias, traslados, defunciones, etc.) de cada individuo de modo tal que en cualquier momento se dispone de la información actualizada sobre toda la población. Otros países, como los EE.UU., mantienen registros parciales para fines administrativos, tales como los del seguro social, inscripción de votantes, etc.

Riesgo: Probabilidad de ocurrencia de un evento dado. Se estima por la proporción de individuos en los que se observa el evento. Si en un grupo de 100 individuos se observan 15 eventos, el riesgo estimado es 0.15 o 15%.

Riesgo relativo (RR): Es el cociente entre el riesgo en el grupo tratado y el riesgo en el grupo control. Es una medida de la eficacia de un tratamiento. Si es igual a 1, el efecto del tratamiento no es distinto del efecto del control. Si el RR es mayor (o menor) que 1, el efecto del tratamiento es mayor (o menor) que el del control.



Serie de casos: Es un estudio en el que se describe un grupo de personas con el resultado de interés. No tiene grupo control.

Sesgo: Es la desviación sistemática entre el resultado obtenido y el verdadero valor, debido a la forma en que se hizo el estudio.

Significación estadística: Modo habitual de referirse al resultado de un contraste de hipótesis. Se dice que un contraste es estadísticamente significativo cuando su "valor p" es menor que un valor predeterminado (y arbitrario), habitualmente 0.005. Hay que notar que la significación estadística depende de la variabilidad de la medida y del tamaño muestral. Para muestras grandes, diferencias pequeñas pueden ser significativas. En el extremo, si se estudiara toda la población, cualquier diferencia distinta de 0 sería significativa.

Tabla de mortalidad: Una representación tabular de la esperanza de vida y la probabilidad de morir en cada edad de una población dada, de acuerdo con las tasas de mortalidad por edad predominantes. El cuadro de esperanza de vida da una idea completa y organizada de la mortalidad de una población.

Tasa: Medida que expresa la idea de riesgo en el tiempo y se fundamenta en la necesidad de generar una medida relativa a un fenómeno demográfico, que permita realizar comparaciones en el tiempo y en el espacio. Al igual que las medidas de razón y proporción, una tasa se obtiene por medio de un cociente, el denominador se expresa en personas-tiempo y el numerador en número de eventos observados, esto es; el numerador representa al número de personas afectadas por un hecho demográfico y el denominador representa la población expuesta al riesgo de ser afectada por este hecho (tiempo vivido).

$$\text{Tasa} = \frac{\text{Número de hechos ocurridos en el período}}{\text{Tiempo vivido por la población en el período}}$$

Su interpretación es entonces la frecuencia relativa con que el hecho demográfico se presenta dentro de la población en el periodo de tiempo especificado. Esta es una de las medidas más ampliamente utilizada por demógrafos en sus diferentes estudios. Desafortunadamente, el tiempo vivido por una población en un determinado periodo, resulta prácticamente imposible de conocer y se debe recurrir a la utilización de la



población a mitad de periodo o a la población media para aproximar su valor. Por ejemplo, en México la población a mitad de año, de acuerdo con el censo de población del año 2000, fue de 3 810 179, por lo que las tasas de mortalidad y natalidad para el año 2000 serían:

$$\text{Tasa de mortalidad} = \frac{14\,630}{3\,810\,179} = 0.0038$$

$$\text{Tasa de natalidad} = \frac{78\,178}{3\,810\,179} = 0.0205$$

Normalmente las tasas se multiplican por algún múltiplo de 10, para dar una mejor interpretación de su valor. El más utilizado es 1000, por lo que se hace referencia a frecuencia del hecho por cada mil personas. Entonces para México en el año 2000 se presentaron tasas de aproximadamente 4 muertes y 21 nacimientos por cada 1000 personas.

El denominador en las tasas, es un estimado de la población total expuesta a un hecho demográfico; esto convierte a los valores en medidas un tanto burdas pues, no toda la población está expuesta en igual magnitud al hecho. Por esta razón se acostumbra denotarlas como **tasas brutas**. Por ejemplo, la mortalidad varía con la edad, entonces los grupos de mayor edad están expuestos en mayor medida a la mortalidad que otros grupos. Por otro lado, únicamente las mujeres pueden dar a luz, por lo que los hombres no están expuestos directamente a este hecho. Esto ha creado la necesidad de generar tasas más refinadas, cuyo denominador incluye únicamente un subgrupo de la población y no la población total. Estas tasas reciben el nombre de **tasas específicas**. Por ejemplo, en El Salvador, en 1985 se presentaron 44 265 nacimientos, entre mujeres con edad cumplida entre 20-24 años. Además, el número de mujeres entre 20-24 años cumplidos a mitad de año eran 214 631, de este modo, la tasa específica de fecundidad para el grupo de mujeres de 20-24 años es: 206.2; esto quiere decir que, en El Salvador en 1985, por cada 1000 mujeres con edad entre 20 y 24 años cumplidos, hubo 206 nacimientos.

Tasa bruta de reproducción (TBR): El número medio de hijas que nacerían vivas durante la vida de un mujer (o grupo de mujeres), si sus años reproductivos transcurrieran conforme a las tasas de fecundidad por edad de un año determinado. Véase tasa neta de reproducción y tasa global de fecundidad.

Tasa de crecimiento: La tasa a la que una población aumenta (o disminuye) en un año determinado debido al incremento natural o a la emigración neta, expresada como porcentaje de la población base.



Tasas de natalidad y mortalidad: son el resultado de dividir el número de nacimientos o defunciones por la población total. Normalmente se expresan en tantos por mil y por año. La diferencia entre las tasas de natalidad y de mortalidad, indican el crecimiento natural o vegetativo.

Tasa neta de reproducción (TNR): El número medio de hijas que tendrá una mujer (o grupo de mujeres) si, desde que nace su vida es conforme a las tasas de fecundidad y mortalidad por edad en un año determinado. Esta tasa es análoga a la tasa bruta de reproducción, pero toma en cuenta el hecho de que algunas mujeres morirán antes de transcurridos sus años de reproducción. Una TNR de 1,000 significa que cada generación de madres tiene exactamente la cantidad suficiente de hijas para reemplazarlas en la población. Véanse tasa bruta de reproducción, tasa global de fecundidad y fecundidad al nivel de reemplazo.

Tasa de nupcialidad (o tasa bruta de nupcialidad): El número de casamientos por 1.000 habitantes en un año determinado.

Tiempo vivido: por un grupo de personas es una variable fundamental para el cálculo de varias medidas demográficas. Corresponde a la suma del tiempo vivido, en años, de cada uno de los individuos, durante los cuales los miembros de la población en estudio, han estado expuestos al riesgo de ser afectados por un hecho demográfico en un periodo dado. Por ejemplo, si se considera el tiempo vivido por la población de un país durante un año calendario, cada una de las personas que se mantuvo durante todo el año, aporta un año al tiempo vivido. Sin embargo, no todos los que iniciaron el año lo pueden culminar pues mueren o emigran. El tiempo aportado por cada uno de ellos, es el equivalente a la fracción del año que se logró mantener en la población. Por otro lado, otras personas se incorporan durante ese lapso, ya sea por nacimientos o inmigraciones; también estas personas van a aportar únicamente una fracción de año.

Urbanización: Aumento en la proporción de una población que vive en las zonas urbanas.

Validez: De un estudio; se refiere a su solidez, o rigor, en relación con el grado de aproximación a la “verdad” de sus resultados. Un estudio es válido si el modo en que ha



sido diseñado y realizado hace que los resultados no estén sesgados, es decir, nos da una “verdadera” estimación de la eficacia clínica. Por ejemplo, de una prueba diagnóstica; grado en que sus resultados se aproximan al “verdadero” diagnóstico.

Validez externa: Grado en que los resultados de un estudio son generalizables a otros individuos.

Validez interna: Grado en que los resultados de un estudio se aproximan a la “verdad” en la población estudiada.

Zona metropolitana: Una gran concentración de población: de ordinario, un área con 100.000 o más habitantes y que contiene, al menos, una cantidad de 50.000 o más habitantes y aquellas zonas administrativas limítrofes a la ciudad que están social y económicamente integradas con ella.

Zona urbana: Las definiciones de zonas urbanas varían de un país a otro. Típicamente, se considera urbana una zona con una población de 2.000 o más habitantes. El Demographic Yearbook de las Naciones Unidas publica una lista de definiciones por país.

