

Asesoría	Actualización de la valoración actuarial del pasivo por pensiones a cargo de la empresa en el marco NIIF (NIC 19).
Cliente	Lotería de Medellín.
Contenido	Informe Final

Medellín, 26 de diciembre de 2018

Juan Alberto Garcia Garcia
Lotería de Medellín
Tel: 511 58 55 Ext. 1501
financiera@loteriademedellin.com.co

Asunto: *Valoración actuarial del pasivo por pensiones a cargo de la empresa en el marco NIIF (NIC 19).*

En el presente documento se expone la información financiera relativa a la actualización del Valor Actuarial Presente (VAP) por concepto de pensiones a cargo de la empresa. Se presenta el valor del pasivo en cuestión y se ilustran las razones que llevan a obtener estas cifras de acuerdo a lo dictado en las Normas Internacionales de Información Financiera - NIIF, particularmente la norma NIC 19 concerniente a beneficios a empleados a largo plazo.

Atentamente,

Equipo de valoración actuarial
MathDecision, *Decisiones precisas para su empresa o proyecto*
Decisiones precisas para su empresa o proyecto
Carrera 63B # 32E-25 Oficina 201.
Mall Ejecutivo Balcones del Cerro. Medellín Antioquia.
Tel: (574) 444 5762
www.mathdecision.com

Índice

1. Valoración actuarial de pensiones a cargo de la empresa	3
1.1. Planteamiento del problema de valoración	3
1.1.1. Objetivo	3
1.1.2. Condiciones del beneficio	3
1.1.3. Información suministrada	5
1.2. Valor actuarial presente del pasivo pensional	5
1.2.1. Valores totalizados por concepto de pensiones a cargo de la empresa	6
1.2.2. Valores por beneficiario por concepto de pensiones a cargo de la empresa	6
1.2.3. Flujos anuales proyectados	6
1.2.4. Revelaciones NIC 19	7
1.2.5. Análisis de sensibilidad	8
2. Valoración actuarial de bonos pensionales a cargo de la empresa	8
2.1. Planteamiento del problema de valoración	8
2.1.1. Objetivo	8
2.1.2. Condiciones del beneficio	8
2.1.3. Información suministrada	10
2.2. Valor actuarial presente del pasivo por bonos pensionales	10
2.2.1. Valores totalizados por concepto de bonos pensionales a cargo de la empresa	10
2.2.2. Flujos anuales proyectados	11
2.2.3. Valores totalizados por tipo de bonos pensionales	11
2.2.4. Análisis de sensibilidad	12
2.2.5. Revelaciones NIC 19	12
2.3. Entregables	13

Índice de figuras

1. Curva cero cupón títulos soberanos denominados en pesos al 11 de diciembre de 2018	5
2. Curva de supervivencia laboral	15

Índice de tablas

1. Variación histórica del IPC.	4
2. Variación histórica del SMMLV.	4
3. Valor actuarial presente.	6
4. Flujos anuales proyectados.	7
5. Variaciones del VAP respecto a diciembre 2017.	7
6. Análisis de sensibilidad	8

7.	Valor actuarial presente.	10
8.	Flujos anuales proyectados.	11
9.	Valor actuarial presente por tipo de jubilado.	12
10.	Análisis de sensibilidad	12
11.	Análisis de sensibilidad	12
12.	Variaciones del VAP respecto a diciembre 2017.	13

1. Valoración actuarial de pensiones a cargo de la empresa

1.1. Planteamiento del problema de valoración

1.1.1. Objetivo

Establecer el valor presente de todas las obligaciones futuras por concepto de jubilaciones a 31 de diciembre de 2018, según las bases técnicas para la elaboración de los cálculos actuariales mencionados en el Decreto 2783 de 2001 y los parámetros establecidos en el artículo 2º del Decreto 2984 de agosto 12 de 2009. Lo anterior con el fin de establecer la provisión del ejercicio contable y proveer los datos necesarios para la remisión de la información al ente regulador.

1.1.2. Condiciones del beneficio

Mesada básica. Los incrementos en las mesadas se aplicaron según las directrices que rigen los reajustes pensionales. Estos lineamientos se encuentran en el artículo 14 de la Ley 100 de 1993. Cabe destacar que de acuerdo a los artículos 35, 40 y 48 de la misma ley, el monto de la pensión no debe ser inferior al Salario Mínimo Mensual Legal Vigente (SMMLV).

Mesadas adicionales. Se incluyeron las mesadas adicionales de junio y diciembre de cada año, reconocidas y reglamentadas en los artículos 50 y 142 de la Ley 100 de 1993.

Auxilio funerario. Los artículos 51 y 86 de la Ley 100 de 1993 crearon la prestación económica denominada auxilio funerario. El beneficio de auxilio funerario se circunscribe al caso del fallecimiento del pensionado o el afiliado. Para el caso del pensionado, su valor será equivalente al último salario base de cotización, con la limitación de que no podrá ser inferior a cinco SMMLV ni superior a diez veces dicho salario. Para la valoración, se incluye el valor actual del auxilio funerario por un valor de \$ 3.906.210 (5.0 SMMLV) para los casos en que aplica.

Incremento salarial proyectado. Se proyecta el incremento salarial asumiendo que la norma que rige la variación de las mesadas pensionales permanecerá estable para futuros pagos (Artículo 60 del decreto ley 4108 de 2011).

Tasa de incremento del beneficio. Para incrementos atados al IPC en el periodo 2018 - 2019 se tomará la inflación estimada para 2018 (3,27%)¹. Para incrementos atados al IPC en años posteriores se tomará la meta de inflación a

¹Ya que a la fecha de reporte se desconoce el valor de la inflación acumulada para 2018, se realiza una regresión respecto a los incrementos mensuales de 2017 para su estimación. El coeficiente de regresión en este caso es 1,004

largo plazo fijada por el Banco de la República (3%). La información está soportada en el histórico de la variación del IPC suministrados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE.

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Estimado 2018	Proyección largo plazo
3,73%	2,44%	1,94%	3,66%	6,77%	5,75%	4,09%	3,27%	3,00%

Tabla 1: Variación histórica del IPC.

Para efectos de la estimación del Salario Mínimo Mensual Legal Vigente (SMMLV) a largo plazo se tomará el promedio observado de su variación en el período 2010-2019 (5,11%). El incremento en 2019 estará dado por la variación estimada del IPC durante 2018 más el spread promedio del IPC anual y el incremento del SMMLV en los último 8 años (4,68%). Los datos fueron tomados de la serie histórica en pesos del SMMLV, emitidos por el Ministerio del Trabajo y soportados por decretos del Gobierno Nacional.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Estimado 2019	Proyección largo plazo
Variación absoluta	3,60%	4,00%	5,80%	4,02%	4,50%	4,60%	7,00%	7,00%	5,90%	4,68%	5,11%
Variación real	1,57%	0,80%	2,00%	1,55%	2,51%	0,91%	0,22%	1,18%	1,74%		

Tabla 2: Variación histórica del SMMLV.

Tasa de descuento. De acuerdo a los lineamientos prescritos por la NIC 19, para efectos de descuento se emplea la tasa de bonos corporativos de alta calidad cuyo vencimiento esté acorde a los beneficios establecidos. Sin embargo, el mercado colombiano no tiene la suficiente liquidez y profundidad en este tipo de bonos, razón por la cual se toman como referencia los títulos soberanos denominados en pesos vigentes a 11 de diciembre de 2018. La información relacionada a cada título público fue extraída del plataforma virtual de la Bolsa de Valores de Colombia. Tanto la curva TES empleada, como los títulos y precios usados para su estimación se adjuntan a este reporte.

Supervivencia física. Se emplearon las Tablas de Mortalidad de Rentistas discriminadas por sexo, aprobadas por la Superintendencia Financiera según Resolución No. 1555 de julio 30 de 2010. Para los grupos en los cuales entra personal inválido se utilizaron las Tablas de Mortalidad de Inválidos aprobadas por la Superintendencia Bancaria (hoy Superintendencia Financiera de Colombia), según la Resolución 0585 de abril 11 de 1994.

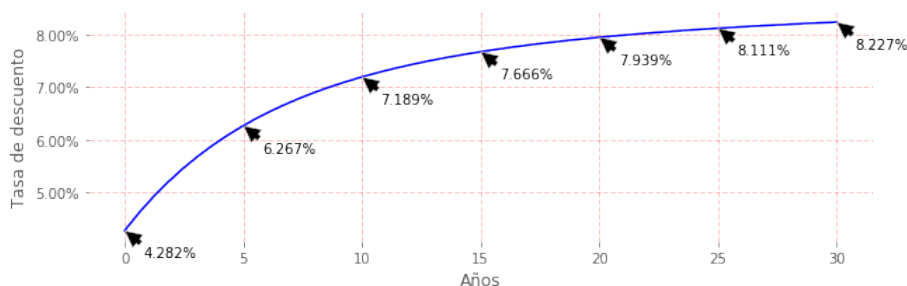


Figura 1: Curva cero cupón títulos soberanos denominados en pesos al 11 de diciembre de 2018. Interpolación Nelson Siegel.

Fuente plataforma virtual de la Bolsa de Valores de Colombia.

Fecha de valoración. La fecha de valoración empleada es **31 de diciembre de 2018**.

1.1.3. Información suministrada

Lotería de Medellín suministró a Math Decision la información básica de 82 jubilados activos en la nomina pensional, a corte 2018. Dicha información comprende:

- Identificación única del empleado.
- Fecha de nacimiento.
- Género.
- Fecha de ingreso.
- Valor de la mesada.
- Si está en condición de invalidez.
- Si tiene posibles beneficiarios de sobrevivencia.
- Información básica de los posibles beneficiarios.
- Novedades pensionales a la fecha de corte.

1.2. Valor actuarial presente del pasivo pensional

El *Valor Actuarial Presente (VAP)* es el valor razonable de la deuda adquirida al pactar u ofrecer esta bonificación a los empleados de la empresa. Este concepto se puede interpretar como el precio mínimo (sin considerar gastos y utilidad) por el cual un tercero estaría dispuesto a adquirir este pasivo, si el

comportamiento del contingente obedece efectivamente al modelo utilizado para la estimación de este valor.

A continuación presentamos los valores totalizados del valor actuarial presente del beneficio para la nomina pensional actual.

1.2.1. Valores totalizados por concepto de pensiones a cargo de la empresa

De acuerdo a las hipótesis actuariales presentadas, el siguiente es el valor presente actuarial del pasivo pensional para los 82 pensionados activos:

Valor actuarial dic. 2018
\$ 5,793,243,704

Tabla 3: Valor actuarial presente.

1.2.2. Valores por beneficiario por concepto de pensiones a cargo de la empresa

En el archivo de excel adjunto *Resultados por empleado.xls* se encuentra discriminado el VAP para cada pensionado. Igualmente, en el archivo de excel adjunto *Flujos detallados.xls* se encuentra el detalle de cada uno de los pagos contingentes para cada pensionado.

1.2.3. Flujos anuales proyectados

En la siguiente tabla se presentan los flujos futuros anuales proyectados por desembolso de los beneficios valorados ².

²Estos flujos ya tienen en cuenta las suposiciones actuariales: probabilidad física, incrementos salariales y demás suposiciones aplicables. Se presentan a valor presente descontados con la curva de rentabilidad descrita en la sección 1.1.2

Año	Pagos proyectados (Valor presente)	Pagos proyectados (Valor futuro)
2019	\$ 533.891.213	\$ 547.878.583
2020	\$ 512.980.650	\$ 554.575.437
2021	\$ 487.154.905	\$ 558.977.673
2022	\$ 457.984.066	\$ 560.962.959
2023	\$ 426.753.536	\$ 560.441.970
2024	\$ 394.777.423	\$ 557.759.857
2025	\$ 362.537.984	\$ 552.487.449
2026	\$ 330.627.149	\$ 544.569.598
2027	\$ 299.527.082	\$ 534.033.283
2028	\$ 269.600.039	\$ 520.938.695
2029	\$ 241.113.698	\$ 505.383.360
2030	\$ 214.251.128	\$ 487.484.891
2031	\$ 189.145.628	\$ 467.422.139
2032	\$ 165.881.517	\$ 445.417.841
2033	\$ 144.504.580	\$ 421.742.712
Total primeros 15 años	\$ 5.030.730.600	\$ 7.820.076.447

Tabla 4: Flujos anuales proyectados.

1.2.4. Revelaciones NIC 19

La siguiente tabla informa las revelaciones establecidas por la Norma Internacional de Contabilidad 19 para el caso de pensiones a cargo de la empresa.

Concepto	Valor actuarial
Resultados dic. 2017	\$ 5.857.684.244
Costo de interés	\$ 346.879.591
Pagos	-\$ 534.797.312
Perdidas y ganancias actuariales (reajuste por experiencia)	\$ 379.447.498
Perdidas y ganancias actuariales (efecto macroeconómico)	-\$ 255.970.317
Resultados dic. 2018	\$ 5.793.243.704

Tabla 5: Variaciones del VAP respecto a diciembre 2017.

El *costo de interés* corresponde a la capitalización de la reserva de acuerdo a la tasa de descuento utilizada en cada flujo contingente, las ganancias o pérdidas actuariales recogen los efectos financieros y demográficos ocasionados por el comportamiento real de la población y el cambio en las hipótesis actuariales.

1.2.5. Análisis de sensibilidad

La siguiente tabla permite visualizar la influencia de las variables macroeconómicas inflación y curva de rentabilidad TES, sobre el valor actuarial presente por concepto de pensiones a cargo de la empresa.

Variables	Inflación (-1 %)	Inflación Actual	Inflación (+1 %)
TES (-1 %)	\$ 6.429.837.392	\$ 6.242.834.515	\$ 7.518.020.756
TES Actual	\$ 5.959.281.126	\$ 5.793.243.704	\$ 6.912.928.675
TES (+1 %)	\$ 5.546.016.134	\$ 5.397.751.024	\$ 6.386.640.960

Tabla 6: Análisis de sensibilidad del valor actuarial.

2. Valoración actuarial de bonos pensionales a cargo de la empresa

2.1. Planteamiento del problema de valoración

2.1.1. Objetivo

Establecer el valor actuarial presente de las obligaciones futuras por concepto de bonos pensionales a 31 de diciembre de 2018, según las bases técnicas para la elaboración de los cálculos actuariales mencionados en la Ley 100 de 1993, Ley 1299 de 1994 y en los decretos 1748 de 1995, 1314 de 1994, 4937 de 2003, 1474 de 1997, 1158 de 1994 y 1513 de 1998. Lo anterior con el fin de establecer la provisión del ejercicio contable y proveer los datos necesarios para la remisión de la información al ente regulador.

2.1.2. Condiciones del beneficio

Bonos pensionales. Los bonos pensionales constituyen recursos destinados a la conformación del capital necesario para financiar las pensiones de los afiliados del Sistema General de Pensiones. Entre los tipos de bonos pensionales posibles, Benedan solo tiene a cargo las siguientes modalidades:

- Bono tipo A modalidad 1.
- Bono tipo A modalidad 2.

- Bono tipo B

Los hechos observados sugieren que existe un diferencial de tiempo entre la fecha de referencia y el momento en el que se paga el bono, el cual para efectos de este documento se llamará tiempo de pago contingente. Con el objeto de incluir esta apreciación en el modelo y así obtener un cálculo más ajustado a la realidad de la contingencia analizada (lo cual es el espíritu de NIIF), se incorpora el estudio de la distribución del tiempo de pago contingente. La metodología empleada en la estimación de esta distribución se encuentra explicada completamente en el Apéndice A del presente documento.

Capitalización y actualización. Se supone que a la fecha de pago contingente los bonos han sido capitalizados desde la fecha de corte del bono hasta la fecha de referencia de acuerdo a la Tasa de Rendimiento Real (TRR) y actualizados de acuerdo al IPCP (Índice de Precios al Consumidor Pensional) desde la fecha de corte del bono hasta la fecha de pago contingente. Para proyectar el IPCP a fechas futuras se emplea el promedio de las variaciones del índice de precios del consumidor de los años 2009 a 2015 (3.387%) registrados por el Departamento Nacional de Estadística DANE.

La TRR se tomó de la siguiente manera:

1. Para bonos Tipo A cuya fecha de corte es igual o anterior al 31 de diciembre de 1998, la TRR será igual al 4%.
2. Para bonos Tipo B la TRR será del 4%.
3. Para los demás bonos la TRR será igual al 3%.

Tiempo de pago del bono. Se asume que el tiempo comprendido entre la fecha de referencia y la fecha de pago del bono es una variable aleatoria que sigue una distribución Gompertz-Makeham. Dicha distribución se estima empleando el método de estimación no paramétrica de Kaplan-Meier y luego seleccionando los parámetros de máxima verosimilitud de la distribución de Gompertz-Makeham.

Probabilidad de no pago. Para efectos del cálculo se considera la posibilidad de que el bono no sea cobrado sólo en el caso en que el titular no lo haya redimido a la fecha en que cumple 90 años.

Fecha de valoración. La fecha de valoración empleada es **31 de diciembre de 2018**.

2.1.3. Información suministrada

Lotería de Medellín suministró a Math Decision la información básica de 82 jubilados activos en la nomina pensional, a corte 2018. Dicha información comprende:

- Identificación única del empleado.
- Fecha de nacimiento.
- Género.
- Fecha de ingreso.
- Valor de la mesada.
- Tipo de bono.
- Bono Total a Fecha Traslado.
- Bono Empresa a Fecha Traslado.

2.2. Valor actuarial presente del pasivo por bonos pensionales

El *Valor Actuarial Presente (VAP)* es el valor razonable de la deuda adquirida al pactar u ofrecer esta bonificación a los empleados de la empresa. Este concepto se puede interpretar como el precio mínimo (sin considerar gastos y utilidad) por el cual un tercero estaría dispuesto a adquirir este pasivo, si el comportamiento del contingente obedece efectivamente al modelo utilizado para la estimación de este valor.

A continuación presentamos los valores totalizados del valor actuarial presente del beneficio para la nomina pensional actual.

2.2.1. Valores totalizados por concepto de bonos pensionales a cargo de la empresa

De acuerdo a las hipótesis actuariales presentadas, el siguiente es el valor presente actuarial del pasivo por bonos pensionales para los 347 empleados activos:

Valor actuarial total dic. 2018	Valor actuarial empresa dic. 2018
\$ 34,582,266,842	\$ 9,990,340,383

Tabla 7: Valor actuarial presente.

2.2.2. Flujos anuales proyectados

En la siguiente tabla se presentan los flujos futuros anuales proyectados por desembolso de los beneficios valorados ³.

Año	Monto empresa actuarial	Monto total actuarial
2019	\$ 143.588.971	\$ 474.539.956
2020	\$ 163.392.196	\$ 541.450.185
2021	\$ 185.731.557	\$ 615.554.788
2022	\$ 208.761.759	\$ 698.827.244
2023	\$ 234.624.968	\$ 794.164.624
2024	\$ 263.960.534	\$ 905.813.190
2025	\$ 293.275.282	\$ 1.024.187.037
2026	\$ 326.520.345	\$ 1.159.381.564
2027	\$ 362.826.506	\$ 1.307.401.659
2028	\$ 402.937.634	\$ 1.469.296.041
2029	\$ 442.612.762	\$ 1.626.378.130
2030	\$ 483.081.057	\$ 1.780.558.482
2031	\$ 520.135.277	\$ 1.914.961.586
2032	\$ 551.362.309	\$ 2.020.331.285
2033	\$ 572.500.264	\$ 2.069.959.440
Total primeros 15 años	\$ 5.155.311.421	\$ 18.402.805.211

Tabla 8: Flujos anuales proyectados.

2.2.3. Valores totalizados por tipo de bonos pensionales

En la siguiente tabla se presentan el valor actuarial presente segregados por tipo de bonos pensionales por los beneficios valorados.

³Estos flujos ya tienen en cuenta las suposiciones actuariales: probabilidad física, incrementos salariales y demás suposiciones aplicables. Se presentan a valor presente descontados con la curva de rentabilidad descrita en la sección 1.1.2

Tipo de bono pensional	Valor actuarial total	Valor actuarial empresa del bono
TIPO A MOD1	\$ 28.244.177	\$ 28.244.177
TIPO A MOD2	\$ 807.669.948	\$ 646.868.968
TIPO B	\$ 34.314.382.936	\$ 9.883.257.457
Valor reserva preliminar preliminar 2018	\$ 35.150.297.060	\$ 10.558.370.601

Tabla 9: Valor actuarial presente por tipo de jubilado.

2.2.4. Análisis de sensibilidad

La siguiente tabla permite visualizar la influencia de las variables macroeconómicas inflación y curva de rentabilidad TES, sobre el valor actuarial presente por concepto de pensiones a cargo de la empresa.

Variables	Inflación (-1 %)	Inflación Actual	Inflación (+1 %)
TES (-1 %)	\$ 38.399.154.898	\$ 44.757.583.559	\$ 52.325.329.159
TES Actual	\$ 29.942.281.790	\$ 34.582.266.842	\$ 40.055.681.475
TES (+1 %)	\$ 29.825.829.406	\$ 34.445.705.601	\$ 39.892.231.714

Tabla 10: Análisis de sensibilidad del valor actuarial total.

Variables	Inflación (-1 %)	Inflación Actual	Inflación (+1 %)
TES (-1 %)	\$ 11.231.948.656	\$ 13.256.244.383	\$ 15.689.537.443
TES Actual	\$ 8.543.600.739	\$ 9.990.340.383	\$ 11.711.836.686
TES (+1 %)	\$ 8.499.058.746	\$ 9.936.397.473	\$ 11.645.316.068

Tabla 11: Análisis de sensibilidad del valor actuarial empresa.

2.2.5. Revelaciones NIC 19

La siguiente tabla informa las revelaciones establecidas por la Norma Internacional de Contabilidad 19 para el caso del pasivo por pensiones a cargo de la empresa.

Concepto	Valor actuarial total	Valor actuarial empresa
Resultados dic. 2017	\$ 40.048.713.407	\$ 12.036.785.954
Costo de interés	\$ 2.684.822.877	\$ 809.186.347
Costo de servicio	\$ 0	\$ 0
Pagos	-\$ 603.069.218	-\$ 603.069.218
Perdidas y ganancias actuariales (reajuste por experiencia)	\$ 647.382.299	\$ 716.403.774
Perdidas y ganancias actuariales (efecto macroeconómico)	-\$ 7.627.552.305	-\$ 2.400.936.256
Valor reserva preliminar dic. 2018	\$ 35.150.297.060	\$ 10.558.370.601
Bonos pagados no identificados	-\$ 568.030.218	-\$ 568.030.218
Resultados ajustados dic. 2018⁴	\$ 34.582.266.842	\$ 9.990.340.383

Tabla 12: Variaciones del VAP respecto a diciembre 2017.

El *costo de interés* corresponde a la capitalización de la reserva de acuerdo a la tasa de descuento utilizada en cada flujo contingente, las ganancias o pérdidas actuariales recogen los efectos financieros y demográficos ocasionados por el comportamiento real de la población y el cambio en las hipótesis actuariales.

2.3. Entregables

En el archivo electrónico adjunto se entrega la siguiente información.

Concepto	Contenido	Localización
Bonos pensionales a cargo de la empresa	Detallado de cada flujo contingente	Flujos bonos detallados.xls
Pensiones a cargo de la empresa	Detallado de cada flujo contingente	Flujos detallados.xls
Pensiones a cargo de la empresa	Valor actuarial y pasivo causado por pensionado	Resultados por empleado.xls

⁴Dentro de los pagos realizados por reclamo de bonos pensionales durante el año 2018 se encontró que 11 de estos no fueron identificados dentro del listado de bonos pensionales que maneja Lotería de Medellín. Estos son retirados de la reserva directamente.

APÉNDICE A: Modelo de supervivencia de bonos para el caso de Lotería de Medellín

Para efectos del cálculo se considera la probabilidad de que cada bono sea cobrado en una fecha determinada, teniendo en cuenta que la fecha de pago puede ser anterior o posterior a la fecha de referencia. El análisis técnico define una variable aleatoria T , como el tiempo transcurrido entre la fecha de referencia de un bono y la fecha de cobro del bono (tiempo de pago contingente). Si $F(t)$ denota la distribución de probabilidad de la variable aleatoria T entonces $S(t) = 1 - F(t)$ denota la función de supervivencia de la variable aleatoria T .

A manera de ejemplo, suponga que un bono se emitió el 31 de diciembre de 2010 y se cobró el 31 de diciembre de 2012. Entonces la variable aleatoria T es igual a 2 años, lo que significa que el bono sobrevivió dos años (sin redimirse). Similarmente y para fines explicativos, suponga que un bono tiene fecha de referencia 16 de septiembre de 2009 y se pagó anticipadamente el 16 de septiembre de 2007. En este caso la variable aleatoria T es igual a -2 años.

La distribución de supervivencia de los bonos fue construida a partir de la base de datos suministrada por Benedan, donde se especifica la información histórica de los pagos por concepto de cuotas partes y bonos pensionales que han sido redimidos. Su estimación se llevó a cabo empleando el método estadístico de Kaplan Meier, un estimador robusto no paramétrico que permite la inclusión de datos truncados sobre ventanas de observación flexibles. Dicha estimación se ajusta al modelo de Gompertz- Makeham que permite extrapolar la supervivencia del bono a largo plazo.

La utilidad de esta función radica en que permite dar respuesta a preguntas tales como: ¿cuál es la probabilidad de que un bono que no ha sido cobrado el 1 de enero de 2014, continúe sin ser cobrado hasta el 1 de enero de 2019? o ¿cuál es la probabilidad de que un bono que no ha sido cobrado a la fecha llegue a “sobrevivir” otros cinco años sin ser cobrado?

La estimación se realizó con base a una muestra de 372 registros de bonos. A la fecha del cálculo 362 de dichos bonos no habían sido cobrados y 180 tenían redención futura o posterior al 31 de diciembre de 2014. La función de supervivencia estimada (línea continua azul) y los datos tomados de la muestra (puntos rojos) se representan en la siguiente gráfica. El ajuste se realiza penalizando el error de estimación.

De la gráfica anterior se pueden estimar las probabilidades de supervivencia de cada bono entre un par de fechas determinadas. Por ejemplo, un bono con fecha de referencia 31 de diciembre de 2014, tiene una probabilidad de 12,76% aproximadamente de ser cobrado antes del 31 de diciembre de 2017. Asimismo, un bono cuya fecha de referencia fue hace 4 años, tiene probabilidad de 11.52% de ser cobrado en los próximos 5 años.

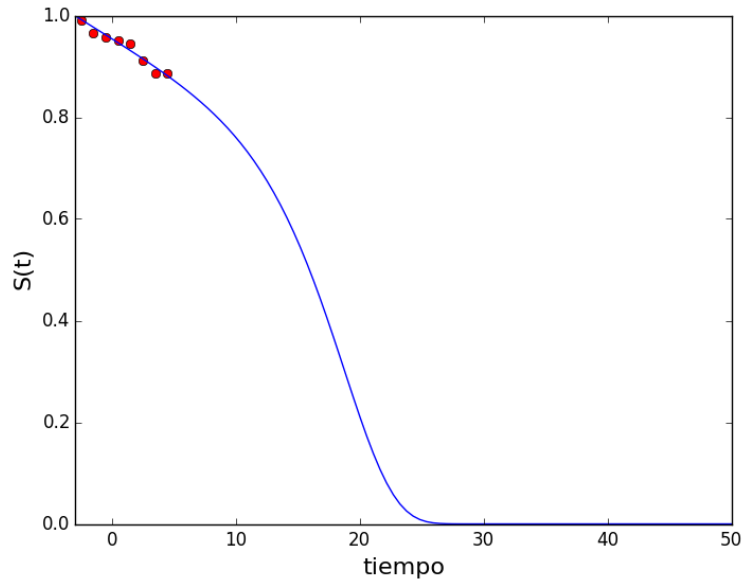


Figura 2: Curva de supervivencia laboral

El modelo de Makeham ajustado al caso de Benedan corresponde a la función de supervivencia:

$$S(t) = \exp\left(-\lambda(t - t_0) + \frac{\alpha}{\beta}(e^{-\beta(t-t_0)} - 1)\right) \quad (1)$$

donde,

$$\begin{aligned} t_0 &= -3 \\ \alpha &= 0,00078018 \\ \beta &= -0,26176857 \\ \lambda &= 0,01442167 \end{aligned}$$

La tabla completa, día a día, de supervivencia laboral se entrega en el archivo *Tabla de supervivencia.xls*.