



# **CURSO DE PREPARACIÓN PARA EL EXAMEN DE CERTIFICACIÓN DE ACTUARIOS EN PASIVOS LABORALES**

## **Métodos de financiamiento**

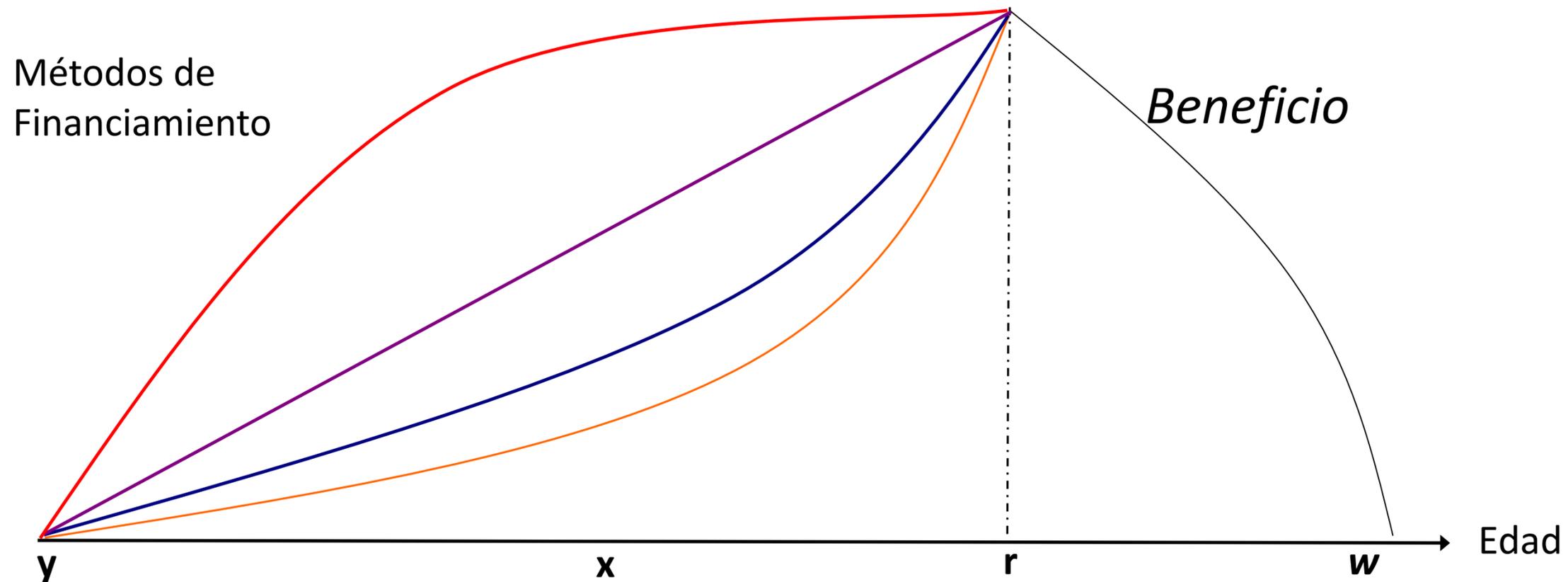
Curso especialmente diseñado para Willis Towers Watson

27 de mayo de  
2022



# Métodos de financiamiento/costeo

- Método de Costeo o Financiamiento Actuarial: Es una forma ordenada de acumular los costos necesarios de un plan con el objetivo de generar los recursos suficientes en un fondo o reserva para cubrir el pago de los beneficios.
- Existen varios métodos de costeo cuya diferencia depende con la rapidez con la que se generen las reservas o los fondos.



# Métodos de financiamiento/costeo

## Tipos de métodos de financiamiento

- Individuales
  - Crédito unitario tradicional
  - Crédito unitario proyectado
  - Crédito unitario prorrateado
  - Edad de entrada – Monto nivelado
  - Edad de entrada – Porcentaje nivelado
- Agregados o grupales
  - Agregado
  - Pasivo inicial congelado



# Métodos de financiamiento/costeo

## Sus componentes

Todos los métodos de financiamiento tienen los siguientes componentes:

$VPOT_t =$  Valor presente de obligaciones totales

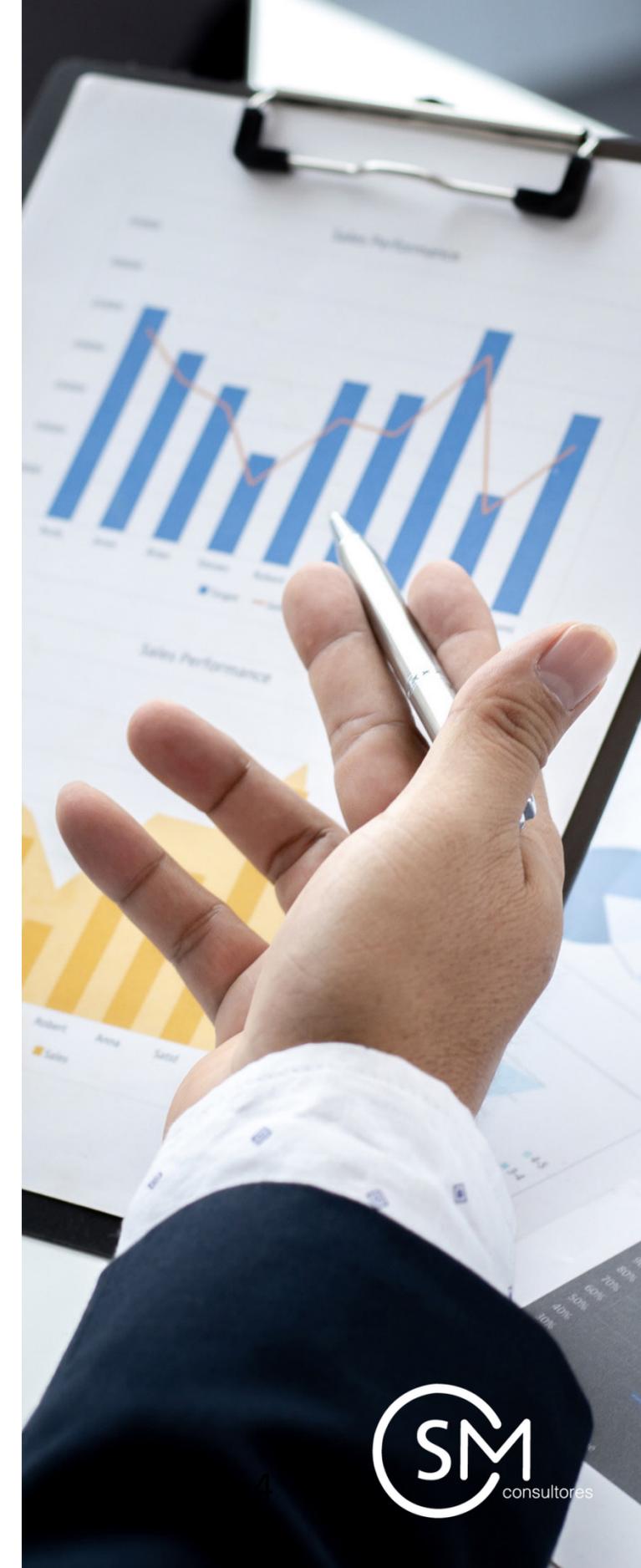
$AL_t =$  Pasivo acumulado

$UAL_t =$  Pasivo no financiado  $AL_t -$  Fondo

$NC_t =$  Costo Normal

$C_t =$  Contribución

$G/L =$  Pérdidas o ganancias actuariales =  $UAL_t(Expectado) - UAL_t(Real)$



# Métodos de financiamiento/costeo

## Método de crédito unitario

Todos los métodos de financiamiento requieren establecer un cierto monto de los activos del plan para pagar tanto los beneficios actuales como los futuros, en un tiempo determinado. En el caso del Método de Crédito Unitario, es el valor deseado de los activos, el cual es equivalente al valor de los beneficios acumulados de todos los participantes.

$$AL_t = \sum_t B_t(x) * {}_r p_x^{(\tau)} v^{r-x} * \ddot{a}_r^{(12)}$$

Y por definición, el Costo Normal ( $NC_t$ ) es el valor presente del beneficio acumulado por un año más de servicio.

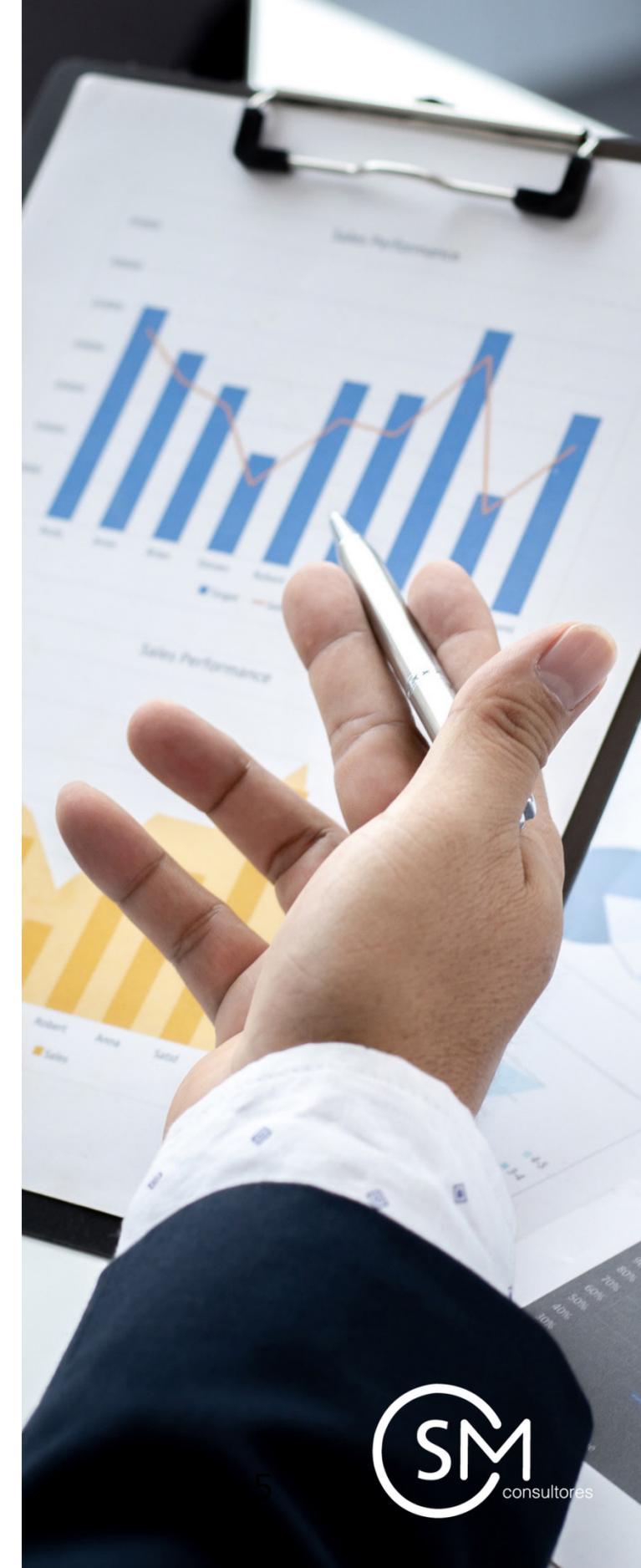
$$NC_t = \sum_t \Delta B_t(x) * {}_r p_x^{(\tau)} v^{r-x} * \ddot{a}_r^{(12)}$$

Por otra parte, el pasivo acumulado esperado del año  $t+1$  ( $PAL_{t+1}$ ) es expresado de la siguiente forma:

$$AL_{t+1}^e = (AL_t + NC_t) * (1 + i) - P_t \left(1 + \frac{i}{2}\right)$$

De la misma forma, podemos estimar los fondos  $F_t$  al año  $t+1$

$$F_{t+1}^e = F_t * (1 + i') - P_t \left(1 + \frac{i'}{2}\right) + C_t \left(1 + \frac{i'}{2}\right)$$



# Métodos de financiamiento/costeo

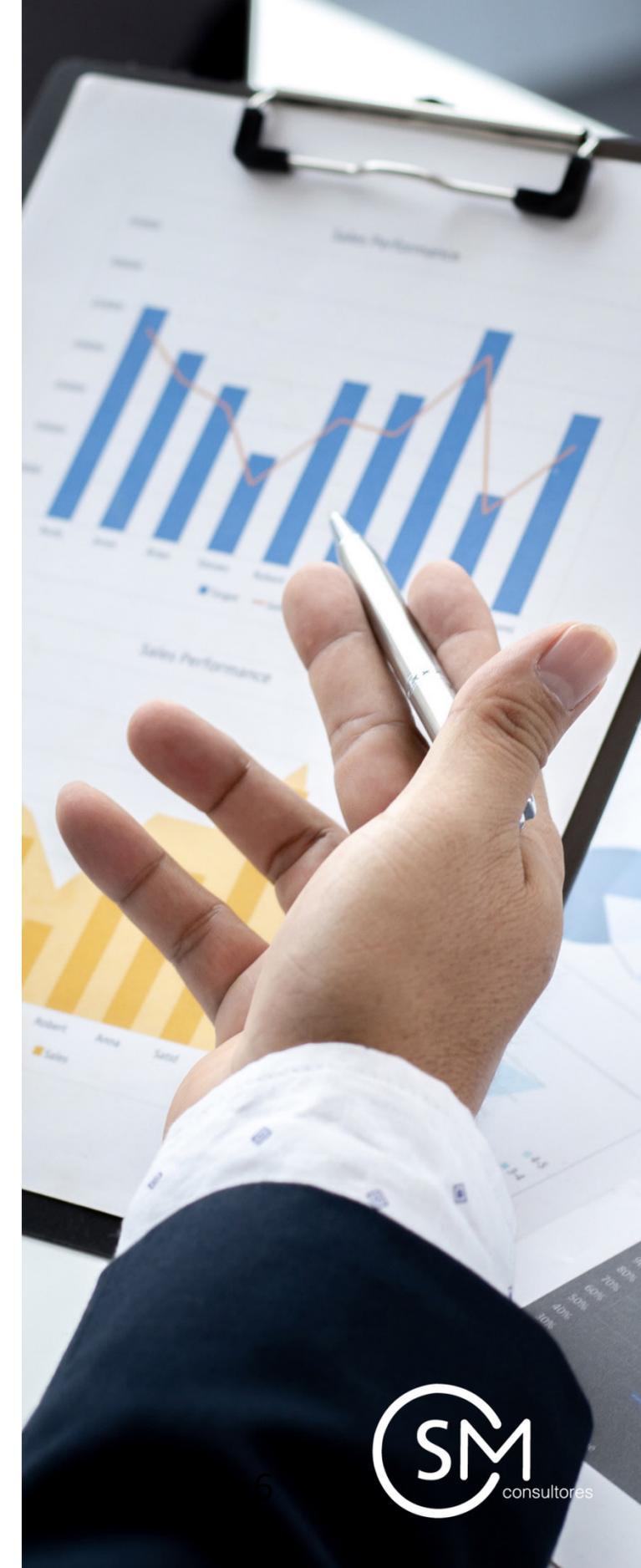
## Método de crédito unitario (Continuación)

La diferencia entre el pasivo acumulado y los activos del Plan se le conoce como Pasivo acumulado no financiado  $UAL_t$ .

$$UAL_t = AL_t - F_t$$

Las Pérdidas o Ganancias actuariales es la diferencia entre el pasivo acumulado no financiado esperado al final del año (t+1) menos, el pasivo acumulado real al tiempo (t+1)

$$G/L_{t+1} = UAL_{t+1}^e - UAL_{t+1}^r$$



# Método de financiamiento/costeo actuarial

## Crédito Unitario

$$VPOT = \sum_{At} \sum_{k=x}^r B'(k) * \ddot{a}_k^{(12)} * \frac{l_r^{(t)}}{l_k^{(t)}} * V^{r-k} * q_k$$

$$AL_{t\text{Calculado}} = \sum_{At} \sum_{k=x}^r B'(k) * \ddot{a}_k^{(12)} * \frac{l_r^{(t)}}{l_k^{(t)}} * V^{r-k} * q_k$$

$$AL_{t\text{Prorratedo}} = \sum_{At} \sum_{k=x}^r B'(k) * \ddot{a}_k^{(12)} * \frac{l_r^{(t)}}{l_k^{(t)}} * V^{r-k} * q_k * \frac{(k-y)}{(r-y)}$$

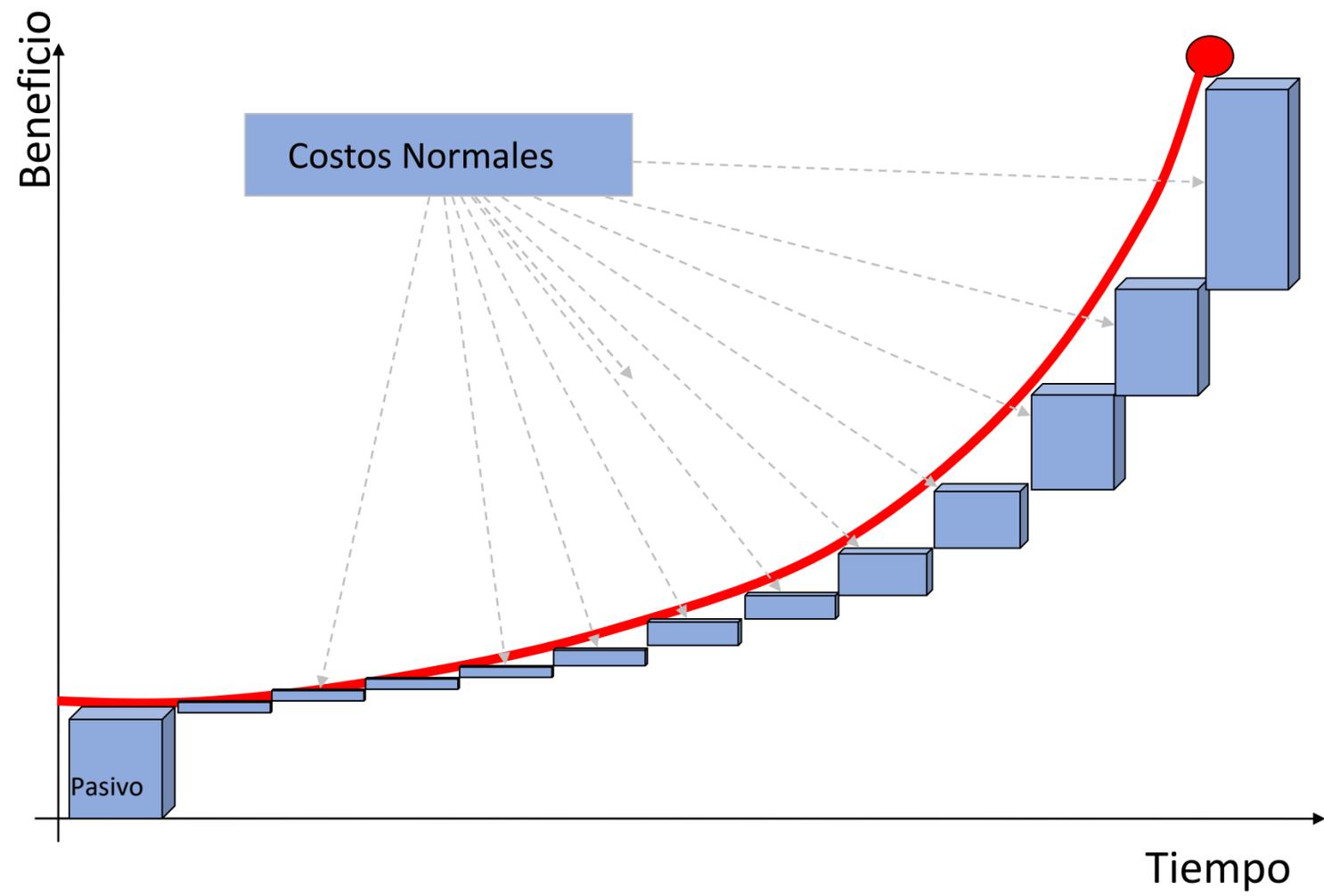
$$CN_{\text{Calculado}} = \sum_{At} \sum_{k=x}^r [B'(k+1) - B'(k)] * \ddot{a}_k^{(12)} * \frac{l_r^{(t)}}{l_k^{(t)}} * V^{r-k} * q_k$$

$$CN_{\text{Prorratedo}} = \sum_{At} \sum_{k=x}^r B'(k) * \ddot{a}_k^{(12)} * \frac{l_r^{(t)}}{l_k^{(t)}} * V^{r-k} * q_k * \frac{1}{(r-y)}$$

$AL_t$  Tradicional =  $AL_t$  pero sin incremento de sueldos

$AL_t$  = Obligación por beneficios Definidos





$$\frac{(-3)^2}{25} + \frac{(y-4)^2}{16}$$

$$\theta(\csc \theta - \sin \theta) =$$

$$\cos^2 \theta.$$

$$\tan \theta - \sin^2 \theta.$$

$$\sec \theta - \sin^2 \theta.$$

$$\cot \theta - \sin^2 \theta.$$

$$\sin^2 \theta.$$

Which expression

- 11.
- 12.
- 13.
- 14.
- 15.
- 16.

## • Ejercicios

# Ejercicio 1

- **Fecha efectiva del plan:** 1/1/1989
- **Beneficio a la edad normal de retiro:** 1% del salario promedio del último año por cada año de servicio
- **Número de jubilados al 1/1/2019:** 0
- **Activos del plan 1/1/1989:** \$0
- **Activos del plan 1/1/2019:** \$28,000

## Supuestos actuariales

- Tasa de interés: 6%
- Tasa de incremento salarial: 5% (pasado y futuro)
- Edad normal de retiro: 65 años de edad
- Beneficios por mortalidad y rotación antes del retiro: ninguno
- Participantes al 1/1/2019

$$12 \ddot{a}_{65}^{(12)} = 120$$

	Edad actual	Edad de ingreso	Salario anual
Empleado 1	35	30	\$10,000
Empleado 2	55	35	\$20,000

**Determinar el Costo Normal y el pasivo no financiado al 1/1/2019**

# Ejercicio 1 - Respuesta

## Cálculo del pasivo acumulado y costo normal

Empleado 1

$$AL = 1\% \times 5 \times 10,000 * (1.05)^{29} \times 10 v^{30} = \$ 3,583.30$$

$$NC = \$ 716.66$$

Empleado 2

$$AL = 1\% \times 20 \times 20,000 * (1.05)^9 \times 10 v^{10} = \$ 34,650.14$$

$$NC = \$ 1,732.51$$

$$UAL_t = (\$3,583.30 + \$34,650.14) - 28,000 = \$ 10,233.44$$

$$NC = \$716.66 + \$1,732.51 = \$ 2,449.17$$



# Ejercicio 2

• <b>Método de costeo actuarial:</b>	Crédito Unitario Proyectado
• <b>Fecha de valuación:</b>	31/12/2021
• <b>Pasivo Acumulado (31/12/2021):</b>	500,000
• <b>Activos del Plan (31/12/2021):</b>	400,000
• <b>Costo Normal para 2022:</b>	50,000 (30/sep/2022)
• <b>Contribuciones para 2022:</b>	70,000 (01/abril/2022)
• <b>Beneficios pagados 2022:</b>	24,000 (inicio de cada mes)
• <b>Pasivo acumulado al 31/12/2022:</b>	560,000
• <b>Tasa de la valuación actuarial:</b>	6%
• <b>Tasa de rendimiento de los activos:</b>	7%

¿Cuál es el valor de los activos estimado de los activos al 31/12/2022?



# Ejercicio 2 – Respuesta

- **Método de costeo actuarial:** Crédito Unitario Proyectado
- **Fecha de valuación:** 31/12/2021
- **Pasivo Acumulado (31/12/2021):** 500,000
- **Activos del Plan (31/12/2021):** 400,000
- **Costo Normal para 2022:** 50,000 (30/sep/2022)
- **Contribuciones para 2022:** 70,000 (01/abril/2022)
- **Beneficios pagados 2022:** 24,000 (inicio de cada mes)
- **Pasivo acumulado al 31/12/2022:** 560,000
- **Tasa de la valuación actuarial:** 6%
- **Tasa de rendimiento de los activos:** 7%

¿Cuál es el valor de los activos estimado de los activos al 31/12/2022?

$$\text{Activos } 31/12/2021^{(e)} = 400,000 * (1.07) + 70,000 * \left(1 + \frac{9}{12} * 0.07\right) - 24,000 * \left(1 + \frac{6}{12} * .07\right)$$

$$\text{Activos } 31/12/2021^{(e)} = 428,000 + 73,675 - 24,840 = 476,835$$



# Ejercicio 3

- **Beneficio a la edad normal de retiro:** \$20 por cada mes de año de servicio
- **Método de costeo actuarial:** Método de crédito unitario
- **Tasa de interés en la valuación:** 5% anual
- **El costo normal se registró al inicio del año**
- **Información demográfica al 01/01/2021:** 100 participantes con 55 años de edad y todos ingresaron a los 35 años de edad
- **Tenemos los siguientes valores actuariales**

$x$	$q_x$	$q_x^{(w)}$	$65 - x / a_x^{(12)}$
54	0.020	0	4.16
55	0.021	0	4.38
56	0.022	0	4.58

- Entre las valuaciones actuariales al 01/01/2021 y 01/01/2022 murieron 3 participantes.
- ¿Cuál es la ganancia por mortalidad durante 2021?



# Ejercicio 3 - Respuesta

- **Beneficio a la edad normal de retiro:** \$20 por cada mes de año de servicio
- **Método de costo actuarial:** Método de crédito unitario
- **Tasa de interés en la valuación:** 5% anual
- **El costo normal se registró al inicio del año**
- **Información demográfica al 01/01/2021:** 100 participantes con 55 años de edad y todos ingresaron a los 35 años de edad
- **Tenemos los siguientes valores actuariales**

$x$	$q_x$	$q_x^{(w)}$	$65 - x / a_x^{(12)}$
54	0.020	0	4.16
55	0.021	0	4.38
56	0.022	0	4.58

- Entre las valuaciones actuariales al 01/01/2021 y 01/01/2022 murieron 3 participantes.
- ¿Cuál es la ganancia por mortalidad durante 2021?

$$\text{Ganancia por Mortalidad} = \$20 \times 12 \times [56 - 35] \times 4.58 \times (3 - 100 \times 0.021) = \$20,774.88$$



# Ejercicio 4

- **Beneficio a la edad normal de retiro:** \$15 por cada mes de año de servicio
- **Método de costeo actuarial:** Método de crédito unitario
- **Tasa de interés en la valuación:** 6% anual
- **Resultado de la valuación actuarial:**
  - **Costo normal al 01/01** \$ 500,000
  - **Pasivo acumulado** 10,000,000
  - **Activos del plan** 2,000,000
  - Contribuciones en 2021 (1/10/2021)** 1,000,000
  - Beneficios Pagados en 2021** 300,000

En el 1/1/2022, se presentó un cambio del Plan el cual incrementó el beneficio de \$15 a \$18 por mes por año de servicio para todo el personal activo y pensionados.

El pasivo acumulado al 01/01/2022: \$12,000,000 y no se presentaron ganancias o pérdidas en las inversiones durante 2020.

¿Cuál es el monto de la P/G en 2021 por experiencia?



# Ejercicio 4 - Respuesta

- **Beneficio a la edad normal de retiro:** \$15 por cada mes de año de servicio
- **Método de costeo actuarial:** Método de crédito unitario
- **Tasa de interés en la valuación:** 6% anual
- **Resultado de la valuación actuarial:**
  - **Costo normal al 01/01** \$ 500,000
  - **Pasivo acumulado** 10,000,000
  - **Activos del plan** 2,000,000
  - Contribuciones en 2021 (1/10/2021)** 1,000,000
  - Beneficios Pagados en 2021 (01/07/2021)** 300,000

En el 1/1/2022, se presentó un cambio del Plan el cual incrementó el beneficio de \$15 a \$18 por mes por año de servicio para todo el personal activo y pensionados.

El pasivo acumulado al 01/01/2022: \$12,000,000 y no se presentaron ganancias o pérdidas en las inversiones durante 2020.

¿Cuál es el monto de la P/G en 2021 por experiencia?

$$AL_{t+1}^{(e)} = (10,000,000 + 500,000)(1.06) - 300,000 * \left(1 + .06 \frac{6}{12}\right) = \$ 10,821,000$$

$$AL_{t+1}^{(r)} = 12,000,000 \frac{15}{18} = 10,000,000$$

$$G = 821,000$$

# Ejercicio 5

- Un plan provee una pensión de \$50 por mes a los 65 años de edad, por cada año de servicio, hay 3 participantes cuyas edades son 25, 30 y 35 años al 01/01/2021. El pasivo acumulado total al 01/01/2021 es \$10,626. No otorga beneficios adicionales por fallecimiento el plan. El participante con mayor edad, el cual tenía 3 años de servicios al 01/01/2021 falleció el 31/12/2021. Utilizando los siguientes valores actuariales, determinar el pasivo acumulado al 31/12/2022.
- Valores actuariales:

$$p_{35} = (\text{probabilidad de supervivencia de edad 35 a 36}) = 0.97$$

$$\ddot{a}_{65}^{(12)} = 10$$

$$i = 0.07$$

$$D_{65}/D_{25} = 0.059$$

$$D_{65}/D_{30} = 0.083$$

$$D_{65}/D_{35} = 0.117$$

$$D_{65}/D_{26} = 0.063$$

$$D_{65}/D_{31} = 0.089$$

$$D_{65}/D_{36} = 0.125$$

# Ejercicio 6

- Beneficio a la edad normal de retiro: 2% de la compensación promedio de los últimos 3 años hasta los 20 años de servicio, más el 1% del promedio de los últimos 3 años por cada año servicio adicional.
- Edad de retiro anticipado: Ninguna
- Edad de retiro normal: 65 años
- Método de costeo actuarial: Crédito Unitario Proyectado (basado en el beneficio realmente acumulado hasta la fecha)
- Supuestos actuariales:
  - Tasa de interés en la valuación actuarial = 7%
  - Incremento salarial (Compensación) = 5%

### Señor A

01/01/1972  
01/01/1997  
\$50,000

### Señor B

01/01/1972  
01/01/2012  
\$50,000

- Valores conmutados

X	Dx	Nx
50	310,647	3,752,218
65	94,414	868,052

¿En qué rango se encuentra el pasivo acumulado al 01/01/2022?

- A) Menor que \$140,000
- B) Mayor a \$140,000 pero menor a \$150,000
- C) Mayor a \$150,000 pero menor a \$160,000
- D) Mayor que \$160,000 pero menor a \$170,000
- E) Mayor a \$170,000



Act. Omar Sagahon Menchaca  
SOCIO & DIRECTOR

 55 7372 3830

 55 7576 4417

 [omar.sagahon@osmconsultores.com](mailto:omar.sagahon@osmconsultores.com)

[www.osmconsultores.com](http://www.osmconsultores.com)

