



*Las opiniones y los contenidos de los trabajos publicados son responsabilidad de los autores, por tanto, no necesariamente coinciden con los de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad.*



Esta obra por la Red Internacional de Investigadores en Competitividad se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 3.0 Unported. Basada en una obra en riico.net.

## Modelación numérica de esquemas de pensiones alternativos a los esquemas tradicionales

*Denise Gómez-Hernández<sup>1</sup>*

*Humberto Banda-Ortiz\**

### Resumen

El objetivo de este trabajo es la simulación numérica de un plan de pensión alternativo a los tradicionales llamados de contribución definida colectiva. Para el cumplimiento de este objetivo se realizaron diversos escenarios para la simulación de un fondo de pensiones tomando como base a los trabajadores de una institución. Al final de cada periodo, el valor de la tasa de reemplazo para cada trabajador se calcula con un objetivo del 30% de su último salario y, como el plan funciona de forma colectiva, los excedentes y déficits se reparten de forma uniforme entre los miembros del plan. Los resultados son que es posible alcanzar una tasa de reemplazo del 70% de forma vitalicia, con 30 años de servicio, una tasa de contribución del 15% del salario del trabajador; y con un portafolio de inversión de 60% de activos invertidos en instrumentos de renta variable y 40% en renta fija.

**Palabras clave:** pensiones, contribución definida, esquemas colectivos, simulación, tasa de reemplazo.

### Abstract

The objective of this work is the numerical simulation of an alternative pension plan to the traditional ones called collective defined contribution. In order to fulfill this objective, various scenarios were carried out for the simulation of a pension fund based on the workers of an institution. At the end of each period, the value of the replacement rate for each worker is calculated with a target of 30% of last salary and, as the plan works collectively, surpluses and deficits are distributed uniformly among the members of the plan. The results are that it is possible to achieve a replacement rate of 70% for life, with 30 years of service, a contribution rate of 15% of the worker's salary and with an investment portfolio of 60% of assets invested in equities and 40% in bonds.

**Keywords:** pensions, defined contribution, collective schemes, simulation, replacement rate.

---

<sup>1</sup> \*\*Universidad Autónoma de Querétaro.

## Introducción

El diseño de un plan de pensiones que garantice una pensión adecuada a los trabajadores sin comprometer su sostenibilidad financiera para las instituciones resulta de mayor importancia en estos tiempos de crisis financiera en el ámbito de pensiones. Por mencionar un ejemplo, diversos medios han publicado desde hace varios años que las universidades públicas en México se encuentran en bancarrota técnica por la falta de solvencia financiera para hacer frente a sus pasivos laborales o pago de pensiones (Blancas Madrigal, 2018; Mendoza, 2017; Martínez, 2010). Tan sólo en el 2004 los pasivos actuariales de las 32 universidades públicas ascendían a 250,000 millones de pesos (USD\$12 133 millones), lo cual representaba el 3% del PIB (Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, 2004). Una situación similar podemos observar en otros países como por ejemplo en Francia que se espera que para 2027 se tenga un déficit de 12 mil millones de euros (USD\$13 700 millones) (Consorci d'Estudis, Mediació i Conciliació a l'Administració Local, 2019). Para España, se asume que entre 2019 y 2050 el efecto sobre el déficit público será abrumador para la economía española a menos que se tomen medidas tales como una combinación de elevar la edad de jubilación, una congelación de beneficios, aumentos de impuestos y mayores contribuciones (Córdoba-Bueno, et al., 2016).

Los Esquemas de Contribución Definida Colectiva (CDC) se consideran una solución para este tipo de instituciones que sufren la insolvencia financiera para hacer frente a sus pasivos actuariales. Según British House of Commons (2017), un plan CDC tiene las siguientes características principales: “1. Colectividad: los riesgos asociados a cualquier esquema de pensiones (por ejemplo, longevidad, inversión y riesgo de inflación) se comparten colectivamente entre los miembros del plan en lugar de ser absorbidos individualmente. 2. De contribución definida: los montos de contribución del empleado y el empleador se definen con anticipación, sin obligación adicional de absorber gastos para cubrir los déficits (p. 6)”. Es por ello que se menciona que los planes CDC ofrecen a sus miembros la posibilidad de mejores pensiones, comparadas con un esquema tradicional de contribución definida, a través de la absorción de riesgos colectivos. En ese sentido, estos planes son atractivos para los trabajadores que desean un ingreso adecuado al momento de la jubilación y atractivos para las instituciones que desean ofrecer pensiones dignas pero que no están dispuestos a asumir pasivos laborales potencialmente altos como en los planes de beneficios definidos.

De acuerdo con Melbourne Mercer Global Pension Index (2018), los planes de pensiones CDC se colocan primero y segundo lugar en los últimos cuatro años, debido a que éste es considerado un sistema de pensión robusto y de primera clase, así como de ofrecer buenos beneficios y que estos beneficios son sostenibles y tienen un alto nivel de integridad. Es por ello que diversos países a nivel mundial han adoptado estos planes. Por ejemplo, en los Países Bajos, el plan CDC es obligatorio y el

Banco Central lo regula; y en Dinamarca, el plan CDC es complementario a la pensión estatal obligatoria.

Además, de acuerdo con Aon (2015), la pensión promedio de un plan CDC es mayor que la de los planes de contribución definida; es decir, en promedio, la pensión de CDC es de hasta el doble que la de un plan de contribución definida. Asimismo, que la pensión de los planes CDC únicamente varía entre el 20% y el 30% del salario y evita grandes oscilaciones de un periodo a otro; mientras que en un plan de contribución definida oscila entre 15% y hasta 50% del salario.

Cabe mencionar que, para el caso de Reino Unido, se sugiere que es factible diseñar planes de este tipo porque los miembros asumen colectivamente los riesgos asociados con la inversión (entre otros) y que éstos pueden esperar recibir una pensión promedio más alta que la de un plan de contribución definida. Además, que las pensiones acumuladas son más estables y predecibles para los miembros de dichos planes (British House of Commons, 2017).

El objetivo de este trabajo es, por lo tanto, proponer un diseño de plan de pensión alternativo a los tradicionales, mediante la modelación numérica de los planes de contribución definida colectiva que sea una alternativa financiera y actuarialmente sostenible. Para el cumplimiento de este objetivo, se presenta en este trabajo en la sección 2 una revisión de la literatura sobre el tema, en la sección 3 la metodología definida para realizar la modelación numérica, en la sección 4 los resultados de esta modelación, en la sección 5 una propuesta de diseño de un plan de contribución definida colectiva y la sección 6 las conclusiones del trabajo.

### **Revisión de la literatura**

Ante la situación que se mencionó previamente del incremento en el monto del pasivo actuarial que enfrentan varios países e instituciones, se han planteado varios planes de pensiones que buscan solucionar estos problemas, los cuales se les cataloga como mixtos. Algunos de estos son esquemas de contribución definida individual, contribución definida individual colectiva y de contribución definida colectiva. Se debe destacar, que la colectivización de los esquemas de pensión permite afrontar de mejor manera los retos a los que se enfrentan los planes tradicionales, en comparación con los esquemas mixtos individuales. En esta línea se ha propuesto a los planes de pensión de contribución definida colectivos (Van Meerten y Schmidt, 2018; Wesbroom et al., 2013; Boelaars y Broeders, 2019; Gómez Hernández, 2015; Valero, et al., 2011; Martínez-Aldama, 2013; Martínez et al., 2014; Van der Zwan et al., 2019; Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2009; Arends et al., 2015; Wiman, 2019; Bams et al., 2016; Balter, et al., 2018; Bennett y Van Meerten, 2019; Thurley y Davies, 2020).

Los planes de pensión de contribución definida colectivos son acuerdos institucionales, donde las contribuciones que realizan los miembros del plan es fijado, al igual que en los planes de contribución definida. Pero, estas contribuciones se juntan en un solo fondo o bolsa colectiva, el cual se invierte de manera colectiva con el objeto de financiar un monto de pensión para su jubilación. Esto en lugar de que el fondo se mantenga de manera individual para cada trabajador. Asimismo, a los beneficiarios del plan al momento de jubilarse, se les da una pensión, la cual, no está garantizada y puede variar en función del rendimiento que tenga el fondo (Wesbroom et al., 2013; Boelaars y Broeders, 2019; Royal Mail Group, 2020; Department for Work and Pensions, 2019; Royal Mail Group y Communication Workers Union, 2018; British House of Commons, 2017).

Las principales características de los esquemas de contribución definida colectivos son que las aportaciones de los individuos se reúnen todas en un solo fondo colectivo; el monto de la pensión que recibe el beneficiario al momento de su jubilación no está garantizado, se permiten las inversiones de largo plazo; se comparten varios riesgos, entre ellos, el del riesgo de longevidad; que el miembro del plan no toma decisiones, estas quedan a cargo del administrador del fondo (que debería ser un profesional); la pensión que el sujeto reciba estará principalmente en función del rendimiento que tenga el fondo de pensión o el valor de los activos; y, que las contribuciones que realicen los miembros del plan y el patrocinador se basan en tasa fijas, que pueden expresarse como porcentaje fijo o un monto fijo (Boelaars y Broeders, 2019; Royal Mail Group, 2020; Department for Work and Pensions, 2019; Royal Mail Group y Communication Workers Union, 2018; Wesbroom et al., 2013; British House of Commons, 2017; Wesbroom et al., 2013; Arends et al., 2015; Wiman, 2019; Bams et al., 2016; Bennett y Van Meerten, 2018, 2019; Thurley y Davies, 2020).

Una ventaja que los planes CDC tienen en comparación a otros tipos de planes colectivos es que no se compran los beneficios a través de anualidades en el mercado asegurador, si no que los beneficios que reciben los miembros del plan los costea el mismo fondo. Esto permite conservar los activos por más tiempo, lo que provoca que se puedan conseguir resultados superiores a los esperados y que se ahorran costos, como el margen de beneficio de la aseguradora al comprar la anualidad. De esta forma, los planes CDC pueden dar mayores beneficios de pensión en comparación a otros tipos de esquemas colectivos. También, se puede destacar que la combinación de riesgos de los planes CDC, permite que se optimicen los retornos de inversión en el largo plazo, de esta forma, se evita que la toma de decisiones responda a problemas a corto plazo (Wesbroom et al., 2013; British House of Commons, 2017; Thurley y Davies, 2020).

Algunos de los motivos por los cuales se menciona que los planes CDC pueden dar mayores beneficios que un plan de contribución definida individual son los siguientes. La agrupación de los activos permite una gestión colectiva que hace que se gestionen mejor y que se administren de forma

óptima los diversos riesgos. Se tiene la posibilidad de realizar inversiones de largo plazo obteniendo menos costos y promueven beneficios menos volátiles en comparación con los planes de contribución definida individual debido a que se comprobó que los planes de pensiones CDC obtienen mayores beneficios, son más justos y son más estables en comparación a un plan de contribución definida individual (Wesbroom et al., 2013; Arends et al., 2015). Por su parte Bams et al., (2016) llega a las mismas conclusiones agregando que los planes CDC son más estables y se sostienen mejor a largo plazo que los esquemas tradicionales de beneficio definido.

Otra posible desventaja es la posibilidad de no tener justicia intergeneracional y resultar confusos, ya que los miembros del plan pueden desconocer o no entender ciertos conceptos como que su pensión no está garantizada. Por ello, se ha dicho que es importante que el miembro del plan conozca que los beneficios no están garantizados y que puedan ser menores a lo que se esperaba. Ante este tipo de riesgo, se ha sugerido que, al diseñar un plan de contribución definida colectiva, se puede instrumentar un mecanismo que ayude a que las fluctuaciones de las pensiones no sean tan severas. Este mecanismo permite disminuir la posibilidad de que el plan de pensiones tenga que disminuir el beneficio de pensión futuro; pero, también podrían limitar el incremento del pago de pensión cuando este amortiguador requiera capital adicional (Thurley y Davies, 2020; Department for Work and Pensions, 2019; Royal Mail Group, 2020; Wesbroom et al., 2013; Bennett y Van Meerten, 2019).

Algunos de los países en los que se ha optado por la implementación de estos planes de contribución definida colectiva son los Países Bajos, Dinamarca y el Reino Unido. Este último de particular atención, debido a que ya se ha estudiado si los planes de contribución definida colectiva (CDC) podrían operar. En este sentido, autores como Wesbroom et al., (2013) y Arends et al., (2015), han utilizado modelos para analizar el uso de estos planes en Reino Unido. Estos autores han comprobado que, si se diseñan correctamente políticas de inversión y procesos de control, los esquemas de pensión CDC para el caso de Reino Unido, podrían ser exitosos.

Sin embargo, el principal apoyo y por el cual se inició el proceso para crear una legislación en Reino Unido de estos planes, son los sindicatos. Dos de estos sindicatos que han promovido los planes de pensiones de Contribución Definida Colectiva (CDC) en Reino Unido son: la Royal Mail y la Communication Workers Union (CWU). Estas organizaciones destacan que este tipo de planes se adaptan perfectamente a los fines de estas organizaciones; entre ellas, proveer jubilaciones futuras sostenidas, accesibles y seguras para los trabajadores de estas organizaciones. También, consideran que los planes de pensión de contribución definida colectiva (CDC), tienen un mejor diseño que por ejemplo los planes de Contribución Definida Individual (CDI). De esta forma, estas organizaciones se comprometieron a trabajar unidas para solicitar al gobierno introducir la legislación necesaria que permita la introducción de los planes de pensiones de Contribución Definida Colectiva (CDC), a

través de la House of Commons y el Work and Pensions Committee (Thurley y Davies, 2020; Royal Mail Group y Communication Workers Union, 2018; House of Commons y Work and Pensions Committee, 2018). De esta forma, el acuerdo entre la CWU y la Royal Mail se formalizó en noviembre de 2018 y tiene dos elementos importantes que son el uso de un plan de pensiones de CDC y una suma de beneficio definido en la jubilación. Este plan de pensiones que utilizan ambas instituciones está supervisado y operado por los fideicomisarios, como se estableció en la escritura de fideicomisos y reglas.

En este sentido en la sección de pensión de la CDC se muestra que, a los trabajadores, se les otorgará una pensión cuando éstos se jubilen. En esta sección se encuentra la definición legal de los planes CDC; la cual, a su vez, es aprobado y registrado por el regulador de pensiones. Asimismo, los fideicomisarios tienen la obligación de presentar un plan actuarial, con el objeto de asesorar sobre las valoraciones empleadas para establecer los incrementos anuales de las pensiones y mostrar las opciones con las que cuentan los miembros del plan (Thurley y Davies, 2020; Royal Mail Group y Communication Workers Union, 2018).

Otra cuestión es que los trabajadores de la Royal Mail Group (RMG), están inscritos automáticamente en el plan de pensiones cuando éstos tengan 12 meses continuos laborando para la institución. Por otro lado, se establece que las contribuciones del plan CDC son fijadas al 15.2% del salario; el cual, está dividido en una aportación de la RMG del 11.2 % y del trabajador activo con el 4% (Royal Mail Group y Communication Workers Union, 2018).

Las pensiones de este plan están en función de los montos de los activos, los cuales, podrían ser afectados de manera negativa o positiva, dependiendo del mecanismo de ajuste de las pensiones el cual es anual y así las pensiones se reequilibran de forma automática. También, se indica que cada año, se realiza una valuación actuarial que tendrá como fin determinar el nivel de aumento de las pensiones de ese año. Asimismo, se crea un fondo de reserva para los gastos operativos del plan de pensiones (Royal Mail Group y Communication Workers Union, 2018).

En su plan de pensiones, la Royal Mail Group señala que, en caso de una jubilación temprana o anticipada, la pensión se reduciría debiendo ser actuarialmente equivalente. Sin embargo, cuando un miembro tuviera problemas de salud, el plan CDC se pagaría de forma anticipada sin reducción (Royal Mail Group y Communication Workers Union, 2018). De acuerdo con el plan de contribución definida colectiva de la Royal Mail Group, su plan de pensiones cuenta con portafolios de inversión que dividen a los activos del fondo en instrumentos de inversión que busquen tener rendimientos adecuados, pero con bajo riesgo. Para determinar el perfil del portafolio de inversión, éste se puede realizar bajo dos vertientes: la primera basándose en la valuación actuarial de pasivos y la segunda

basándose en las decisiones establecidas por los fideicomisarios y un asesor de inversiones (Royal Mail Group y Communication Workers Union, 2018).

En su plan de pensiones la Royal Mail Group, presenta una serie de supuestos, reglas y requisitos que el plan actuarial deberá de tener en consideración. Una de ellas es que el plan actuarial debe valorar los pasivos actuariales utilizando supuestos de estimación que no contengan prejuicios intencionados de prudencia u optimismo. Otra regla es que el plan actuarial debe tomar en consideración las opiniones de los asesores de inversiones del plan, del actuario nominado por los sindicatos, de los expertos del tema y otros. Por último, que se debe entregar una justificación por cada supuesto actuarial que se tenga en cuenta para la elaboración del plan actuarial a los fideicomisarios (Royal Mail Group y Communication Workers Union, 2018).

Como se indicó previamente, a todos los miembros del plan, su pensión cada año se ajustará ya sea de forma negativa o positiva, esto es por el mecanismo de ajuste. Este mecanismo de pensiones de forma resumida es como sigue. Primero, se analiza la cantidad actual de activos y se compara con el costo de financiar el pago de las pensiones acumuladas durante toda la vida de los pensionados, esto, partiendo de que no existieran aumentos de las mismas. En caso de que se encuentre el fondo por encima de las obligaciones que tiene y que se presente un margen positivo, entonces las pensiones aumentan de acuerdo a la tasa de incremento que se decida. En caso contrario, es decir, que el fondo este por debajo o no le alcance a éste para pagar las pensiones, se realiza un recorte de las mismas. Para realizar este recorte hay varios mecanismos, uno de ellos, por ejemplo, es aplicar un recorte del 5% a las pensiones o menos en una sola exhibición (Royal Mail Group y Communication Workers Union, 2018).

En este sentido, los administradores del plan de pensiones CDC (fideicomisarios), están obligados a informar anualmente ya sea el aumento o la disminución de las pensiones a los miembros del plan. Asimismo, estos deberán explicar el posible cambio que las pensiones podrían tener en un futuro, siendo que las pensiones pueden cambiar ya sea de forma positiva o negativa. Por último, los miembros del plan de pensiones, deberán recibir el estado de cuenta de su pensión y recordándoles que éste puede variar (Royal Mail Group y Communication Workers Union, 2018).

En la siguiente sección se define la metodología que se utilizará para modelar numéricamente un plan de contribución definida colectiva (CDC) basado en algunos de los diferentes autores que se expusieron en esta sección. Principalmente en las características propuestas por Aon (2015) para estos planes en la sección 3 y en Royal Mail Group y Communication Workers Union (2018) para la comparación que se realizará con el diseño propuesto en este trabajo en la sección 5.

## Metodología

Para elaborar un modelo que simule el valor del fondo a través del tiempo de cada individuo miembro del plan, se recurre a Nederlandsche Bank (2019), cuyo documento menciona que este tipo de planes deben reunir algunas de las características que se describen a continuación y que son la base para la modelación de este trabajo. Primero, que debe existir un conjunto de activos con un valor de mercado en un momento del tiempo determinado. Segundo, que para cada trabajador debe existir un nivel de beneficio, para que cuando este trabajador llegue a la edad de jubilación reciba un pago de beneficios o pensión continuo. Así, cuando el trabajador fallece, el pago del beneficio se da por terminado. Tercero; que, para cierto periodo de tiempo, el fondo acumulado sirve para determinar el valor presente regulatorio (pasivos), el cual se calcula descontando todos los pagos de pensiones que se deben hacer en el futuro asumiendo que los niveles de beneficio antes mencionados son constantes y también asumiendo una tasa de descuento aproximada a la real en el tiempo determinado.

Es así que, basado en las características para la modelación de los planes CDC señaladas anteriormente; recurrimos a la ecuación (1) planteada en Booth, et al. (2005) para la modelación de planes de contribución definida.

$$f(T) = f(0)(1 + i)^T + (1 - e_1) \sum_{t=1}^T c(t)(1 + i)^{T-t} \quad (1)$$

Donde:

$f(T)$  es el valor real del fondo acumulado en el periodo  $T$

$c(t)$  es la contribución real en el periodo  $t$

$T$  es el número de periodos a edad de retiro

$i$  es la tasa real de rendimiento por cada periodo

$e_1$  es el porcentaje de comisión

Dado que la ecuación (1) plantea el valor del fondo al final del periodo de acumulación  $T$ , en este trabajo se define la ecuación (2) para calcular el valor del fondo  $f_i(t)$  para un trabajador  $i$  y a un periodo cualquiera en el tiempo  $t$  (adaptada de Gomez-Hernandez, D. y F. Stewart, 2008). En este trabajo se han asumido tres supuestos iniciales: no existen comisiones de ningún tipo ( $e_1 = 0$ ), el valor inicial del fondo es cero ( $f(0) = 0$ ) para todos los trabajadores miembros del plan y que la tasa de rendimiento se asume variable en el tiempo ( $i = j_t$ ).

$$f_i(t) = f_i(t - 1)(1 + j_t) + C_i(t)(1 + j_t) \quad (2)$$

Donde:

$f_i(t)$  es el valor real del fondo para el trabajador  $i$  en el periodo  $t$

$C_i(t)$  es la contribución real para el trabajador  $i$  en el periodo  $t$

$j_t$  es la tasa real de rendimiento en el periodo  $t$

Al término del periodo de acumulación del fondo de pensiones, se calcula la pensión real proyectada mostrada en las ecuaciones (3) y (4), las cuales corresponden a la conversión del valor del fondo final a una anualidad para determinar el beneficio de pensión que le corresponde al individuo o empleado y que se adaptaron de Booth, et al. (2005) y Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2017).

$$PRP_{T,i} = \frac{f_i(T)}{\ddot{a}_{R_i} g_i(s)} \quad (3)$$

Donde:

$PRP_{T,i}$  es la pensión real proyectada para el trabajador  $i$  al momento de retiro  $T$

$\ddot{a}_{R_i}$  es el valor proyectado de la anualidad vitalicia anticipada a edad  $R$  del trabajador  $i$

$g_i(s)$  es una función del salario del trabajador  $i$  (la cual puede ser la carrera salarial, el último salario, etc.)

$$PRP_{t,i} = \frac{f_i(t)}{{}_{T-t}|\ddot{a}_{x_{t,i}} g_i(s)} \quad (4)$$

Donde:

$f_i(t)$  es el valor del fondo acumulado para el trabajador  $i$  en el periodo  $t$

${}_{T-t}|\ddot{a}_{x_{t,i}}$  es el valor de una anualidad vitalicia anticipada diferida a  $T - t$  años a edad  $x$  en el periodo  $t$  para el trabajador  $i$

$T - t$  es el tiempo restante para que el trabajador  $i$  alcance el año de retiro.

La ecuación (3) corresponde al cálculo de la pensión real proyectada para un trabajador que alcanzó su periodo de acumulación final, mientras que la ecuación (4) corresponde a un trabajador que todavía no ha alcanzado su periodo de acumulación final. Las fórmulas para el cálculo de las anualidades se obtienen de Bowers, et al. (1997) y se definen en las ecuaciones (5) y (6).

$$\ddot{a}_x = \sum_{k=0}^{\infty} v^k {}_k p_x \quad (5)$$

$${}_n|\ddot{a}_x = \sum_{k=n}^{\infty} v^k {}_k p_x \quad (6)$$

Donde:

$\ddot{a}_x$  es el valor de una anualidad vitalicia anticipada para un trabajador de edad  $x$

${}_n|\ddot{a}_x$  es el valor de una anualidad vitalicia anticipada diferida para un trabajador de edad  $x$  diferida a  $n$  años

$v^k$  se refiere al factor de descuento de una anualidad cierta y que se define por  $(1 + i)^{-k}$  con  $i$  el valor de la tasa de interés anual

${}_k p_x$  es el valor de la probabilidad de muerte de un individuo a edad  $x$  y que se encuentra en la tabla de mortalidad EMSSA 09

Los supuestos que se llevan a cabo para realizar las simulaciones del valor del fondo de pensiones  $f_i(t)$  en la ecuación (2), son adaptados de Aon (2015), quienes proponen la modelación de planes de contribución definida colectiva y que a continuación se enlistan:

- Todos los trabajadores miembros del plan obtendrá una pensión después de laborar por 30 años consecutivos en la empresa, esta pensión es independiente de la edad del trabajador.
- Las contribuciones del plan son del 10% del salario del participante, pagado únicamente por el empleador.
- El beneficio objetivo del plan se basa en 1% por cada año trabajado del salario promedio del participante, es decir, la tasa de reemplazo objetivo para todos los trabajadores es del 30% del salario promedio del trabajador.
- En este trabajo se asume un salario del trabajador en términos reales, es decir, que éste se incrementa de acuerdo con la inflación.
- Se asume una política de inversión del fondo de 60% de los activos invertidos en instrumentos de renta variable y el 40% restante en bonos gubernamentales a largo plazo.
- El valor de las tasas de rendimiento se asumen estocásticas simuladas bajo el método de bootstrap sampling (Forsyth y Vetzal, 2019) con 1 000 simulaciones y asumiendo un vector de rendimientos histórico del índice de precios y cotizaciones de México, así como de bonos gubernamentales a largo plazo en un periodo de 2004 a 2021.
- Una tasa de descuento de 2.5% para el cálculo de las anualidades.
- Al finalizar cada periodo de tiempo, se realiza la siguiente revisión del valor de las tasas de reemplazo calculadas para cada individuo siguiendo el siguiente proceso: 1) Si las tasas de reemplazo obtenidas

son mayores al 30%, entonces el excedente se reparte de manera equitativa o lineal entre los miembros del plan que tengan una tasa de reemplazo menor a este valor (colectividad que caracteriza a estos planes CDC). El excedente se suma directamente al valor del fondo de cada uno de los trabajadores de forma proporcional, es decir, se suman los excedentes a cada trabajador para que alcancen el 30% estipulado en las reglas del plan. Si existiera el caso en que el excedente no alcanzara para que los demás trabajadores alcancen el valor objetivo del 30%, se suman de forma que todos reciban la misma cantidad a su fondo. 2) Si las tasas de reemplazo obtenidas no son mayores al 30%, el excedente de los trabajadores que no están en condiciones de jubilación, se reparte con los que sí lo están, para que estos alcancen el porcentaje estipulado del 30%. Si existiera el caso en que no existiera excedente o éste no lograra que la tasa de reemplazo alcanzara el 30%, entonces los trabajadores que se jubilan, lo harán con su tasa de reemplazo obtenida, aunque sea menor.

Mediante este proceso descrito; cada periodo de tiempo  $t$ , que en este trabajo se asumen periodos de tiempo anuales, los trabajadores que se jubilan dejan de acumular un fondo por lo que inician su periodo de desacumulación. La siguiente sección muestra los resultados de este proceso descrito.

### **Resultados**

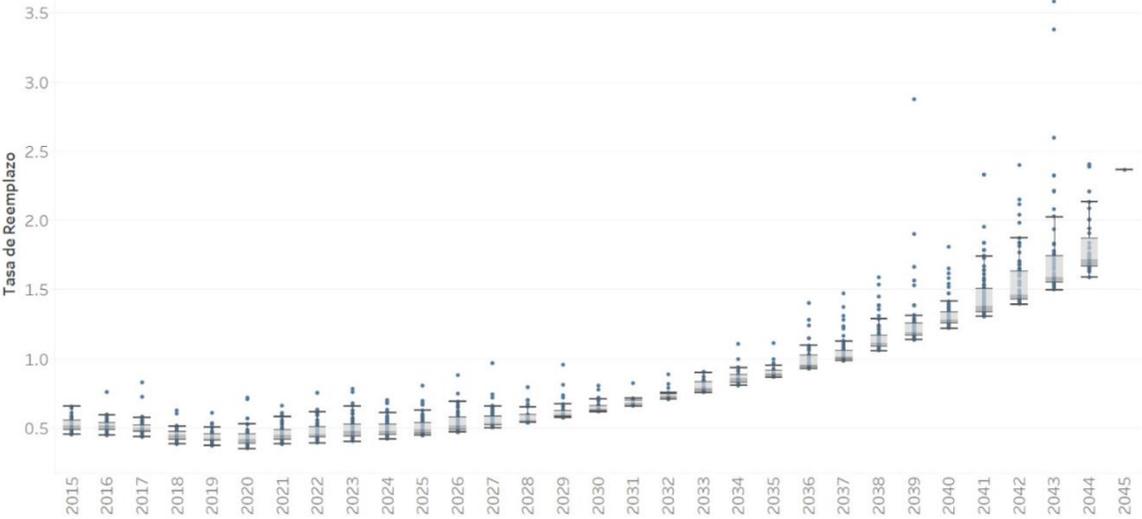
Para obtener los resultados de esta sección, se obtuvo una base de datos de 1 990 trabajadores de una institución con las características de edad actual, salario actual, antigüedad y género. Todos estos datos efectivos al año 2015. Podemos mencionar que esta base de datos de trabajadores es equitativa en cuanto a género dado que 55% son hombres y 45% son mujeres. También se observa que 90% de los trabajadores se encuentran en edades de 17 a 44 años y la mayoría se encuentra en un rango de edad de 25 a 33 años. En cuanto a la distribución del salario, ésta se encuentra sesgada, dado que se encuentra que 12 trabajadores perciben un salario considerablemente mayor al resto. Esto es, la mayoría percibe un salario anual entre \$33,000 y \$63,000 pesos mexicanos; mientras que el resto alcanza hasta los \$813,000 pesos mexicanos. Estas características se consideran adecuadas, dado que para que los resultados se consideren robustos, una base de datos con características de los trabajadores heterogénea es deseable.

Para mostrar si el objetivo de este trabajo se cumple, se muestra el valor de la tasa de reemplazo con la que se jubilan los trabajadores después de acumular su fondo durante 30 años y con las características antes descritas. Cada resultado se muestra por año de jubilación en forma agregada e iniciando en el año 2015 (año en que la información es efectiva). La figura 1 muestra los resultados en un primer escenario con el cálculo de la tasa de reemplazo en las ecuaciones (3) y (4), en donde la función para  $g_i(s)$  se asume como último salario percibido; aunque este supuesto es indistinto dado que el incremento al salario se asume en términos reales.

En la figura 1 se puede observar la relación entre el año de jubilación (eje x) y el valor de la tasa de reemplazo en valor decimal (eje y). Por cada año de jubilación, se muestra un diagrama de caja correspondiente al número de trabajadores que se jubilan en ese año y con su respectiva tasa de reemplazo. Los resultados muestran que todos los trabajadores alcanzan la tasa de reemplazo objetivo del 30% de su último salario percibido, después de 30 años de servicio y con una contribución por parte del empleador o institución donde labora del 10% de su salario. Este resultado muestra que los planes de contribución definida colectiva bajo las características propuestas, son viables y sostenibles financiera y actuarialmente en el largo plazo. Cabe destacar que, dado que se considera a un plan de pensión cerrado a nuevos miembros, los resultados en los últimos años de jubilación son valores extremos irreales. Esto es, para los últimos trabajadores en condiciones de jubilarse bajo este esquema, la tasa de reemplazo que alcanzarían sería extremadamente alta dado que el excedente se acumula en sus cuentas.

**Figura 1**

*Tasa de reemplazo por año de jubilación (objetivo de 30% y contribución del 10%).*



*Fuente:* elaboración propia.

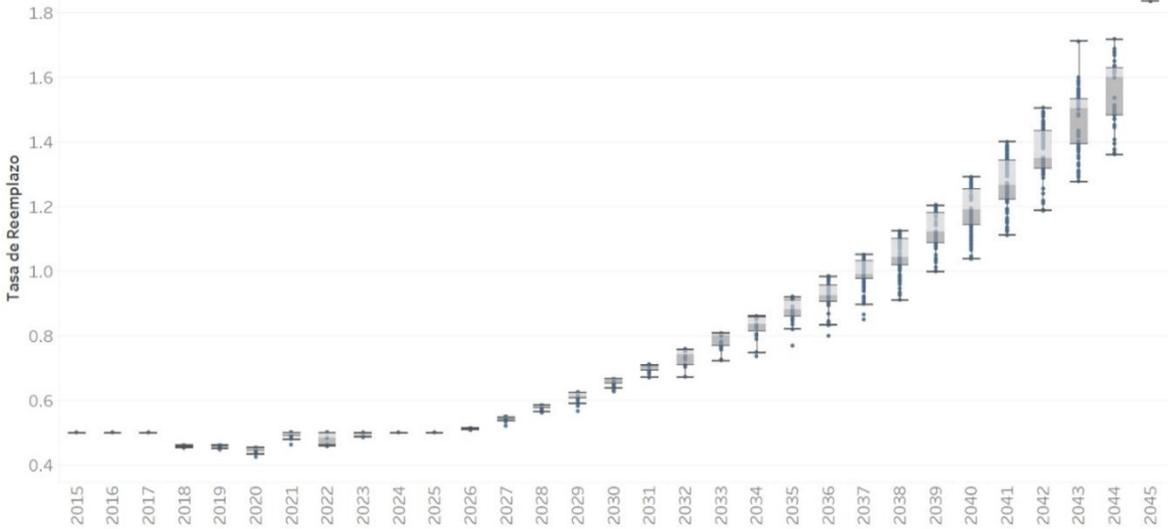
Aunque los resultados de la figura 1 muestran una viabilidad de estos planes, desde el punto de vista económico, una tasa de reemplazo del 30% del último salario percibido por el trabajador no es un ingreso adecuado al momento de retiro. De acuerdo con Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2016, 2017, 2019), una tasa de reemplazo adecuada es de al menos 60 o 70% del salario del trabajador, por lo que se consideró aumentar el valor de la tasa de reemplazo en las simulaciones. Las figuras 2 a la 4, muestran los resultados bajo el mismo escenario anterior, pero

considerando una tasa de reemplazo objetivo en el plan de 50, 60 y 70% del último salario del trabajador.

Los resultados muestran que a medida que aumenta la tasa de reemplazo objetivo en el plan, los valores en el eje y disminuyen, como se esperaba. Esto es, a mayor tasa de reemplazo, los valores extremos disminuyen dado que la tasa de contribución permanece fija. Así, con una contribución del 10% por parte del empleador, si es posible alcanzar una tasa de reemplazo objetivo del 50%, más no del 60 ni del 70%. Esto porque en las figuras 3 y 4, se puede observar que para algunos de los valores del eje y no se alcanza un valor de 0.60 ni de 0.70, respectivamente. Se puede concluir que es posible otorgar a los trabajadores de este plan de pensiones de contribución definida colectiva, una tasa de reemplazo del 50% de su último salario después de laborar 30 años en la institución, aportando el 10% del salario del trabajador por parte del empleador.

**Figura 2**

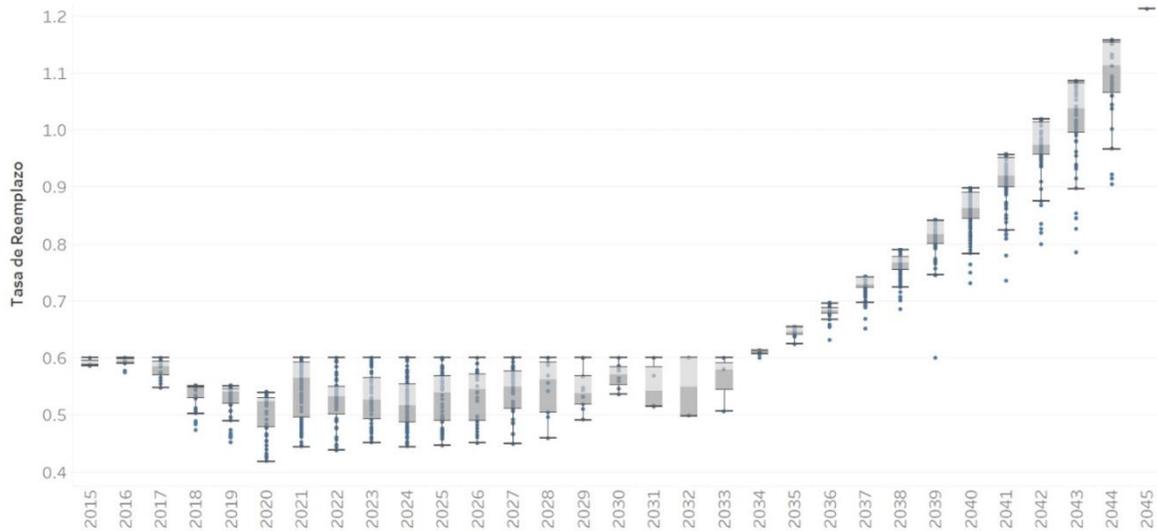
*Tasa de reemplazo por año de jubilación (objetivo de 50% y contribución del 10%).*



Fuente: elaboración propia.

**Figura 3**

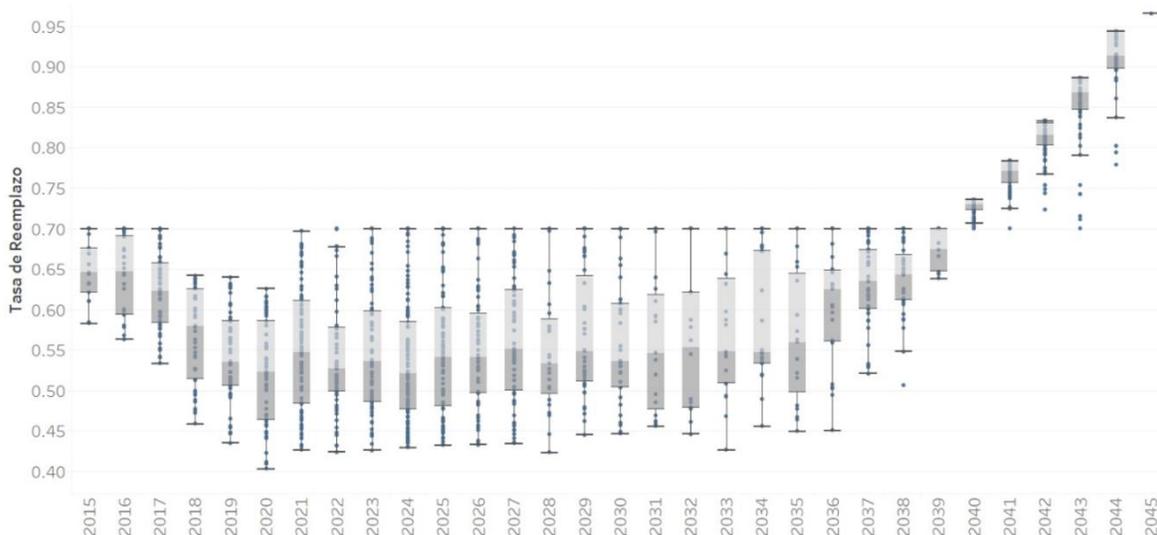
*Tasa de reemplazo por año de jubilación (objetivo de 60% y contribución del 10%).*



*Fuente:* elaboración propia.

**Figura 4**

*Tasa de reemplazo por año de jubilación (objetivo de 70% y contribución del 10%).*

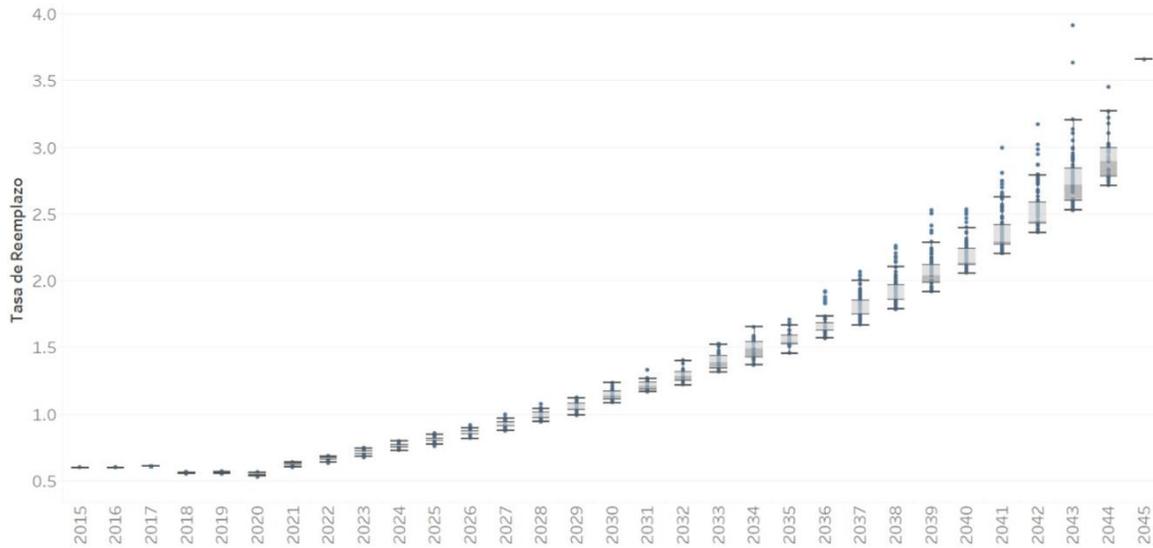


*Fuente:* elaboración propia.

Bajo la misma afirmación anterior, una tasa de reemplazo del 50% todavía se podría considerar insuficiente, por lo que para aumentar la tasa de reemplazo objetivo se recurre a aumentar la tasa de contribución por parte del empleador. Las figuras 5, 6 y 7 muestran los resultados para una contribución del 15% y tasas de reemplazo del 60, 70 y 80%; respectivamente.

**Figura 5**

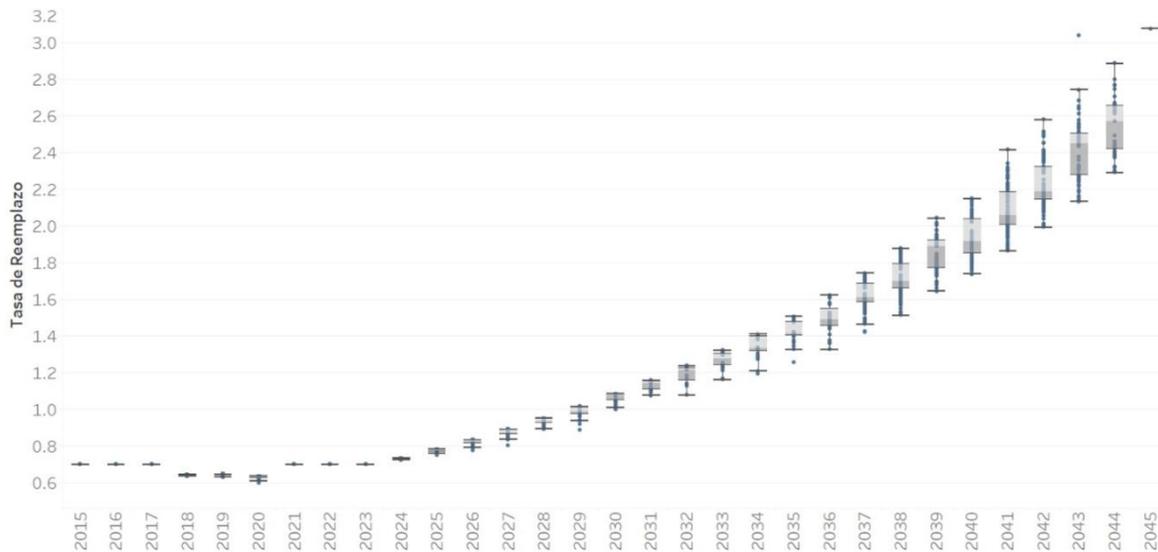
*Tasa de reemplazo por año de jubilación (objetivo de 60% y contribución del 15%).*



*Fuente: elaboración propia.*

**Figura 6**

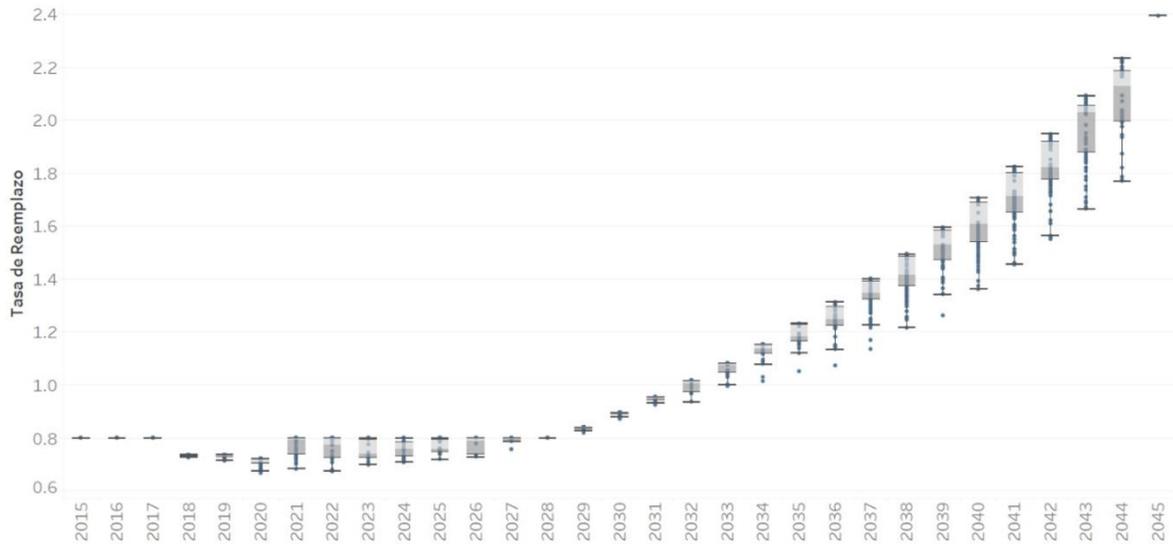
*Tasa de reemplazo por año de jubilación (objetivo de 70% y contribución del 15%).*



*Fuente: elaboración propia.*

**Figura 7**

*Tasa de reemplazo por año de jubilación (objetivo de 80% y contribución del 15%).*



*Fuente:* elaboración propia.

Los resultados anteriores muestran que con una contribución del 15% si se logra alcanzar una tasa de reemplazo objetivo de hasta 70% del último salario percibido por el trabajador (ver figura 6). La tasa objetivo de 80% no es alcanzable debido a que existen trabajadores que obtendrían una tasa menor en algunos de los años de jubilación (ver figura 7). Sin embargo, este resultado puede parecer sumamente atractivo a aquellas instituciones que quieran constituir este tipo de planes de pensión de contribución definida colectiva. En la siguiente sección se muestra una propuesta de diseño de plan con estas características.

### **Conclusiones**

En este documento se expusieron características específicas de un nuevo plan de pensión llamado de contribución definida colectiva (CDC) que surge en otros países como respuesta a la problemática financiera y actuarial que enfrentan los planes de pensiones tradicionales, tales como el de contribución definida (CD) y de beneficio definido (BD). Sin embargo, también se expuso que estos planes no han sido explorados de lleno, dado que en algunos países ya son utilizados como un diseño de plan novedoso, aunque sus resultados no han sido comprobados. Esto es, en los países donde se están explorando, sus planes son relativamente nuevos y no se ha podido comprobar que los miembros del plan realmente reciban una tasa de reemplazo objetivo, propuesta en las reglas del plan.

Es por ello que, este trabajo se exponen métodos actuariales cuantitativos que son propuestos por algunos autores para la simulación de la acumulación de un fondo de pensiones, así como las fórmulas que se utilizan en la literatura para el cálculo de la tasa de reemplazo que obtiene el trabajador al momento de su jubilación. Para lograr el objetivo de este trabajo, se adaptan las fórmulas encontradas en la literatura a los supuestos bajo los cuales operan los planes de contribución definida colectiva y que se mencionan en la literatura.

Dado que en este trabajo se buscó explorar la viabilidad financiera y actuarial de estos esquemas como una alternativa de plan de pensión tradicional, se realizaron diversos escenarios para la simulación de un fondo de pensiones de contribución definida colectiva (CDC) y analizar si bajo la colectividad que los caracteriza, éstos pueden solventar la heterogeneidad en las tasas de reemplazo recibidas por los miembros del plan al momento de su jubilación que se encuentra en otros planes de pensión. Es decir, se buscó construir una metodología que se adaptara a la metodología tradicional de la acumulación de planes de contribución definida (CD) pero con las características de los planes de contribución definida colectiva (CDC) encontradas en la literatura.

Los resultados fueron que, es posible alcanzar una tasa de reemplazo objetivo del 70% del último salario del trabajador de forma vitalicia, después de acumular un fondo por 30 años y con una tasa de contribución por parte del empleador del 15% del salario del trabajador. Los supuestos que se toman en cuenta para poder obtener este resultado son que el valor inicial del fondo es \$0 pesos, que no exista ningún tipo de comisión y que el portafolio de inversión del fondo sea 60% de los activos invertidos en instrumentos de renta variable y 40% en instrumentos de renta fija. Este resultado es la propuesta en un diseño del plan de pensión de contribución definida colectiva. Sin embargo, si el empleador o la institución no está dispuesta a asumir la contribución fija de 15% del salario del trabajador por considerarse una aportación alta, es posible alcanzar una tasa de reemplazo objetivo del 60% por parte de los trabajadores si esta contribución fuera del 10%. Ambos escenarios, se considera que son propuestas viables y sostenibles en el largo plazo y representan una alternativa a los planes tradicionales.

Este trabajo no explora el proceso para la implementación de este tipo de planes en México, lo cual es también un tema de estudio en el diseño de planes de pensiones. Como se menciona en diversas publicaciones, entre ellas Van Hekken, et al. (2022); el éxito en la implementación de reformas a los planes de pensiones tradicionales existentes, depende en gran medida de cómo reaccionan y aceptan los participantes estos cambios propuestos. Es por ello que, en estudios posteriores, se podría explorar tanto la opinión que tengan los participantes de los planes de pensión existentes en México, como las reacciones a una propuesta de un nuevo plan.

## Referencias

- Aon (2015) *The Case for Collective DC. A new opportunity for UK pensions.* [https://www.aon.com/unitedkingdom/attachments/retirement-investment/defined-contribution/Aon\\_Hewitt\\_The\\_Case\\_for\\_CDC\\_Summary\\_2015.pdf](https://www.aon.com/unitedkingdom/attachments/retirement-investment/defined-contribution/Aon_Hewitt_The_Case_for_CDC_Summary_2015.pdf)
- Arends, M., Turnock, R., y Andy, H. (2015). Collective DC - Stability and Fairness. *Aon*.
- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (2004, enero - marzo) *Revista de la Educación Superior*. XXXIII (1), No. 129. ISSN: 0185-2760.
- Balter, A. G., Kallestrup-Lamb, M., y Rangvid, J. (2018). The Move Towards Riskier Pension Products in the World's Best Pension Systems. *NETSPAR Network for Studies on Pensions, Aging and Retirement*, 1-45.
- Bams, D., Schotman, P., y Tyagi, M. (2016). Optimal Risk Sharing in a Collective Defined Contribution Pension System. *NETSPAR Network for studies on pensions, aging and retirement*, 1-31.
- Bennett, P., y Van Meerten, H. (2018). Apples and oranges: a comparison of the key features of the legislative and regulatory framework for UK and Dutch defined benefit pension schemes (including Dutch CDC Schemes). *The Pensions Institute Cass Business School City, University of London*. Discussion Paper PI-1803, 1-26.
- Bennett, P., y Van Meerten, H. (2019). How do CDC Schemes Qualify Under the IORP II Directive? *VUZF Review*, University of Sofia.
- Blancas Madrigal, D. (2018) Diez universidades del país, en quiebra financiera. *Crónica*. <http://www.cronica.com.mx/notas/2018/1090632.html>
- Boelaars, I., y Broeders, D. (2019). Fair pensions. *De Nederlandsche Bank NV Working Paper*, 1-42.
- Booth, P., Robert C., Haberman, S., James, D., Khorasane, Z., Plumb, R. H. y Rickayzen, B. (2005). *Modern Actuarial Theory and Practice*, second ed., Chapman and Hall/crc.
- Bowers, N., Gerber, H., Hickman, J., Jones, D. y Nesbitt, C. (1997) *Actuarial Mathematics*. 1st ed. The Society of Actuaries. ISBN 0-938959-46-8.
- British House of Commons (2017) Work and Pensions Committee. Collective defined contribution pensions. *Sixteenth Report of Session*. 2017–19.
- Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro (2020, noviembre). *Estadísticas del Registro Electrónico de Planes de Pensiones 2020*. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/595577/20-11-26\\_Estadísticas\\_SIREPP\\_2020\\_DOC\\_.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/595577/20-11-26_Estadísticas_SIREPP_2020_DOC_.pdf)
- Consorci d'Estudis, Mediació i Conciliació a l'Administració Local (2019). Rentabilidad de los planes de pensiones de empleo 2018. [http://cemical.diba.cat/es/planpensiones/ficheros/CEMICAL\\_rentabilidad\\_planes\\_2018.pdf](http://cemical.diba.cat/es/planpensiones/ficheros/CEMICAL_rentabilidad_planes_2018.pdf)
- Córdoba-Bueno, M. Fernández-Avilés, G. García-Centeno, M. C. (2016) A tsunami in the Spanish economy. Epicentre. The public pension system. *The IEB International Journal of Finance*, 12, 128-145.
- Department for Work and pensions, (2019, marzo). Delivering Collective Defined Contribution Pension Schemes. Government Response to the Consultation. United Kingdom. [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/789051/response-delivering-collective-defined-contribution-pension-schemes.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/789051/response-delivering-collective-defined-contribution-pension-schemes.pdf)
- Forsyth, P. A., and Vetzal, K. R. (2019). Defined Contribution Pension Plans: Who Has Seen the Risk? *Journal of Risk and Financial Management*, 12, 70; DOI:10.3390/jrfm12020070.
- Gomez-Hernandez, D. y Stewart, F. (2008). Comparison of Costs and Fees in Countries with Private Defined Contribution Pension Systems. *IOPS Working Paper*, No. 6.

- Gómez Hernández, D. (2015). *Libro de texto para pensiones privadas, Definiciones, datos y ejemplos*. México, D.F. Primera edición. Fontamara.
- Gómez Hernández, D. (2019) *Planes de pensiones en universidades públicas de México*. Primera edición. Pearson Educación de México, S.A. de C.V. ISBN: 978-607-32-5039-9.
- House of Commons y Work and Pensions Committee (2018). Collective defined contribution pensions. *Sixteenth Report of Session*. 2017–19. <https://publications.parliament.uk/pa/cm201719/cmselect/cmworpen/580/58002.htm>
- Martínez, J., Soto, I., Cortés, V., y Romero, G. (2014). Sustentabilidad de un esquema de pensiones basado en Contribuciones Definidas Nacionales: evidencia para México de un modelo de simulación estocástica. *Ciencia y Universidad*, 7-50.
- Martínez, N. (2010). 21 Universidades en Bancarota. *El Universal*. <http://archivo.eluniversal.com.mx/notas/718651.html>
- Martínez-Aldama, A. (2013). Sistemas de pensiones: experiencia internacional. En Pensiones: una reforma medular. *Fundación de Estudios Financieros*. 157-174.
- Melbourne Mercer Global Pension Index (2018). <https://australiancentre.com.au/wp-content/uploads/2018/10/MMGPI-Report-2018.pdf>
- Mendoza, G. (2017) Siete universidades en México al borde de la quiebra. *La Opinión*. <https://laopinion.com/2017/11/13/siete-universidades-en-mexico-al-borde-de-la-quiebra/>
- Nederlandsche Bank (2019). *Annual report 2019*. <https://www.dnb.nl/media/m5eiczhm/2019-annual-report.pdf>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2009). Evaluating Risk Sharing in private pensions plans. *OCDE, Financial Market Trends*.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2016). *Estudio de la OCDE sobre los sistemas de pensiones*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264250017.es>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2017). Pensions at a Glance 2017: OECD and G20 Indicators. *OECD Publishing, Paris*. [http://dx.doi.org/10.1787/pension\\_glance-2017-en](http://dx.doi.org/10.1787/pension_glance-2017-en)
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2019). Pensions at a Glance 2019: OECD and G20 Indicators. *OECD Publishing, Paris*. DOI: 10.1787/b6d3dcfc-en.
- Royal Mail Group y Communication Workers Union (2018, noviembre). Anticipated Collective DC (“CDC”) *pension design*. *Royal Mail and CWU’s*. <https://www.royalmailgroup.com/media/10542/scheme-design-summary-booklet.pdf>
- Royal Mail Goup (2020). *Royal Mail Group*. <https://www.royalmailgroup.com/en/responsibility/our-focus-areas/our-campaign-for-cdc-pensions/>
- Thurley, D. y Davies, J. M. (2020). Collective Defined Contribution Schemes. *The House of Commons Library research*, Briefing Paper, 1-38.
- Valero, D., Artís, M., Ayuso, M., y García, J. (2011). Una propuesta de reforma del sistema de pensiones español basada en un modelo de contribución definida nacional. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 91-113.
- Van der Zwan, N., Anderson, K., y Wiß, T. (2019). Pension Funds and Sustainable Investment. Comparing Regulation in the Netherlands, Denmark, and Germany. *Netspar academic series*, 1-34.
- Van Hekken, A., Hoofs, J. y Brüggem, E. C. (2022). Pension Participants’ Attitudes, Beliefs, and Emotional Responses to the New Dutch Pension System. *De Economist*. <https://doi.org/10.1007/s10645-022-09396-7>
- Van Meerten, H., y Schmidt, E. (2018). The Legal Differences between CIDC and CDC. *The Pensions Institute, Cass Business School, City University London*. 1-8.

- Wesbroom, K., Hardern, D., Arends, M., y Harding, A. (2013). The Case for Collective DC A new opportunity for UK pensions. *Aon*.
- Wiman, H. (2019). An approach to post-growth pensions with reflections on Finland, Sweden and Denmark. *Conference paper: Towards Resilient Nordic Welfare States*.