Un Estudio de la función de Costos de las Operadoras de Pensiones Complementarias en Costa Rica

Dr. Alexander Monge Naranjo
Department of Economics, Pennsylvania State University

Estudio Comisionado por la Super Intendencia de Pensiones de Costa Rica (SUPEN)

Noviembre, 2008.

Contents

1. Introducción

El objetivo de este trabajo es estimar y analizar la función de costos de operación de las Operadoras de Pensiones Complementarias (OPCs) en Costa Rica y, con base en los resultados obtenidos, presentar una propuesta para la Superintendencia de Pensiones (SUPEN) para la fijación de tarifas máximas. El trabajo presentado a continuación se basa en el Cartel de Licitación 2008LA-000017-ODM y cumple con lo estipulado en la oferta de servicios con la cual dicha licitación fue otorgada.

La esencia de este trabajo está en el uso de herramientas estándar estadísticas y econométricas tomadas de la literatura económica para entender la estructura de costos de los OPCs en Costa Rica. En este trabajo se considera una gran variedad de especificaciones econométricas, lo que permitió obtener las tarifas mínimas para la operación de las OPC a partir de muchas alternativas. Debe aclararse que las limitantes en los datos disponibles (pocos períodos y mucho menos operadores) impidieron el uso de métodos no-paramétricos que permiten gran flexibilidad en las formas funcionales. El problema es que la flexiblidad funcional de dichos métodos tienen como contraparte el requerir de mucha variación, no sólo en el tiempo sino en el corte transversal para poder arrojar estimados confiables. En su lugar, en este trabajo presentamos el resultado de una gran variedad de modelos paramétricos. Asimismo, se adjunta un programa de Matlab que permite, de una forma automatizada, rápida y eficiente, la estimación de muchas más variedades de modelos. En su forma actual, el programa permite estimar más de 128 variaciones del modelo, y con ajustes sencillos se podrían estimar muchísimos más.

Cabe resaltar que, a pesar de las marcadas diferencias en la estructura de los modelos estimados, todos presentan un panorama muy similar con respecto a los costos de las OPCs. En todos los modelos se encuentra evidencia fehaciente de economías de escala con respecto al *flujo* total de aportes (la suma de cotizaciones sin incluir el rendimiento sobre saldos anteriores) y de importantes diferencias en los costos entre las distintas operadoras. En particular, los mejores modelos de las distintas especificaciones econométricas arrojan una misma visión sobre los costos promedios. A su vez, la similitud en el comportamiento de los costos promedios da lugar a un panorama muy robusto acerca de las tarifas que permitirían a las OPCs alcanzar su punto de equilibrio y operar factiblemente. Los resultados indican que, dado el volumen y composición promedio de los aportes de cada una, las OPCs en su gran mayoría cubrirían los costos con una tarifa de 1.8% sobre los aportes del período. De hecho, los distintos modelos indican que el 25% de las operadoras (2 OPCs) más eficientes podrian operar factiblemente con una tarifa del 1.4% y que el 75% (6 OPCs) lo harían con sólo el 1.8%.

Creemos, sin embargo, que las tarifas máximas podrían ser aún más bajas. Primero que todo, nótese que los estimados se basan en los costos efectivos de, y reportados por, las OPCs y por lo tanto las estimaciones presuponen que las OPCs operan con plena eficiencia X y eficiencia asignativa. Es difícil, sin embargo, determinar la sobre-estimación que dichos supuestos arrojan sobre la estructura efectiva de costos eficientes. Segundo, como ya se dijo, los resultados implican la existencia de economías de escala a nivel de flujos de aportes o cotizaciones captada por la OPC (la suma de cotizaciones sin incluir el rendimiento sobre saldos anteriores). Esto significa que si una OPC logra aumentar el monto total de los aportes, los costos totales aumentarían pero menos que proporcionalmente con el aumento en la captación y esto conllevaría a una reducción significativa de los costos promedios (i.e. por unidad) por la administración de cada aporte colón aportado. Esto es importante, debido a que se puede preveer que los aportes totales de las OPCs activas tienden a aumentarse por dos razones. Primero, el crecimiento del mercado, tanto en los ingresos per-capita como también por el aumento de los cotizantes. Segundo, la posibilidad de reducir el número de OPCs mediante la salida o la fusión de las operadoras existentes, con lo cual, aunque el mercado agregado mantenga su escala, el monto disponible a cada OPC aumentaría.

En efecto, la presencia de economías de escala da lugar a que, si no existiera regulación de la SUPEN u otra institución pública, privada o mixta, la industria de las pensiones complementarias en Costa Rica fuese un monopolio o al menos fuese concentrada en un número muy bajo de operadores. Esto es consistente con la observación que al igual que el grueso de América Latina, la industria de las OPCs en Costa Rica está compuesta por un pequeño número de operadoras, y en lugar de observarse entrada de nuevos operadores, más bien se observa tendencias a la salida, a las fusiones y a la concentración de la industria.

La posibilidad de imponer tarifas máximas y ajustadas a los costos promedios empíricos permitiría que a pesar que la industria vea aumentar su concentración opere más eficientemente, i.e. que tarifas menores para el aportante. Es posible que reducir el máximo que pueda cobrarse por administrar las pensiones genere que algunos operadores sea vean en la necesidad de fusionarse para poder aumentar su volumen y poder mantenerse financieramente viable. En el tanto la industria esté debidamente regulada, a pesar de ser un monopolio natural, el mayor grado de concentración no tiene por que dar lugar a prácticas monopólicas. Queremos advertir contra la tentación de llevar la explotación de las economías de escala a un extremo que sólo una empresa pueda operar factiblemente. Creemos que la presencia de varios actores, quizás 4 o 5, puede dar lugar a que la competencia en otras dimensiones beneficie a los cotizantes costarricenses. Aunque teóricamente es difícil establecer la relación de compromiso (trade-off) entre ganancias por economías de escala y los incentivos a la competencia, la experiencia en otras industrias señala que la presencia de competencia genera incentivos a la innovación y adopción de mejoras técnicas y mercadotécnias que no se logran obtener en un sistema de monopolio. Más aún, la competencia entre OPCs puede generar beneficios en cuanto a la proximidad a los distintos clientes, calidad de servicio, flexibilidad, y por supuesto, diferentes opciones de rendimiento y de riesgo.

Un aspecto que nos resultó sorprendente es lo oneroso que la que les resulta a las OPC la recaudación de los aportes de los trabajadores. En efecto, el Sistema Centralizado de Recolección (SICERE) impone una comisión a las OPC de 1% sobre los aportes de los trabajadores. Desde el punto de vista técnico tal cobro resulta excesivo, pues en principio –y en la práctica– una vez establecidas las cuentas y los registros necesarios, las dichas transacciones de recolección de los aportes deberían generar costos mínimos. Al final del trabajo prsentamos algunos cálculos donde mostramos que para un trabajador representativo el costo actual de las comsiones del SICERE son muy desproporcionados. Instamos a la SUPEN y a las autoridades

El resto del trabajo procede de la siguiente forma. En la próxima sección revisamos los principales conceptos sobre las funciones de costos provenientes de la teoría económica sobre empresas e industrias en general. En la tercera sección discutimos distintas especificaciones econométricas para estimar las funciones de costos a partir de datos de panel. En la cuarta sección nos abocamos a la industria de las OPCs en Costa Rica, incluyendo los distintos regimenes y los datos a utilizar para la estimación. En la quinta sección presentamos los resultados de los distintos modelos aplicados a las OPCs durante el período de muestra. En la sexta sección computamos los costos promedios que el modelo implica y estimamos los costos mínimos que, de acuerdo a la imputación de cada modelo, cada una de las OPCs ha registrado durante el período de los datos. En la séptima sección discutimos las implicaciones de distintas tarifas máximas y proponemos un esquema para ser implantado por la SUPEN. Finalmente, en el apéndice se reproduce el texto de los programas de MATLAB que permiten hacer los cálculos.

2. Funciones de Costos y determinación de Precios

El objetivo central de este estudio es caracterizar la estructura de costos de las operadoras de pensiones complementaries (OPC) en Costa Rica. La función de costos es un objeto central dentro de la teoría económica, en particular, dentro de la literatura de la firma y del comportamiento de la industria. En esta sección revisamos los conceptos centrales en abstracto, y en las subsiguientes secciones nos enfocamos en el caso de las OPC.

2.1. Funciones de Costos

Sea $Y \in R_+^J$ un vector de productos y sea $x \in R_+^N$ el vector de insumos (i.e. materiales, trabajo, capital, energía) que se requieren para producir dichos bienes o servicios Y. La función de producción $F : R_+^N \to R_+^J$ determina la cantidad de producto(s) que se puede(n) obtener a partir de una canasta de insumos x en un período de tiempo. Finalmente, sea $p \in R_+^N$ el vector de precios p_n de mercado de los insumos

La función de costos totales se define como

$$CT\left(Y,p\right) = \min_{\{x\}} \left\{ p'x = \sum_{n=1}^{N} p_n x_n \text{ tal que. } Y \geq F\left(x\right) \right\}, \tag{2.1}$$

y establece el valor del flujo de recursos que se necesita, como mínimo, para producir los bienes y servicios Y.

Una función de costos, por lo tanto, se define bajo el supuesto que las empresas productoras no desperdician recursos ni en el sentido técnico (i.e. no contratan y le pagan a un trabajador y no lo ponen a trabajar) ni en el sentido económico (i.e. no utilizan combinaciones de insumos que resultan más onerosas que otras igualmente productivas). Es conveniente tener en mente dichas condiciones, debido a que en la práctica, la estimación econométrica de las funciones de costos es muy probable que sobre-estimen los costos, pues dichas estimaciones se basan en los datos efectivos reportados, que no necesariamente coinciden con los costos mínimos posibles.

De igual forma, a partir de su propia definición, una función de costos necesariamente tiene que satisfacer un propiedad básica, a saber, que sea homogénea de grado uno (HG1) en el vector de precios p de los insumos. Es decir, para cualquier re-escalamiento $\mu \geq 0$, debe cumplirse que $CT(Y, \mu p) = \mu CT(Y, p)$. En palabras, si todos los precios aumentan en un porcentaje, los costos deben moverse en el mismo porcentaje, dado que sin cambios en los precios relativos, no puede ser posible reoptimizar la combinación óptima de los insumos x para producir el mismo vector de Y.

En el tanto los bienes y servicios en Y sean "bienes económicos," deben tener un costo positivo de producción. Dicha idea es capturada con la noción que $CT(Y, p)$ debe ser positiva, y más aún debe ser creciente. Es decir, producir más de alguno o todos los bienes en Y debe tener un costo de oportunidad en término de los recursos utilizados x.

2.2. Economías de Escala y de Alcance

El comportamiento de la función de costos totales es fundamental para la determinación del comportamiento de la empresa individual y de la industria como un todo. La clave es en cuan rápido aumentan los costos con la escala de producción y con el alcance o amplitud de la canasta de bienes o servicios ofrecidos. Por lo tanto, el interés está no en si $CT(Y,p)$ es creciente o no en Y, pues debe serlo, sino en la tasa a la que cambia. En particular, se dice que hay rendimientos crecientes a escala si aumentos proporcionales en Y generan aumentos menos que proporcionales en los costos totales. Considése re-escalar Y por un factor $\mu \geq 1$. Se dice que hay rendimiento crecientes a escala si $CT(\mu Y,p) \leq \mu CT(Y,p)$, pues producir cada unidad resulta menos costoso. Consecuentemente, se dice que hay rendimientos constantes o decrecientes a escala si, respectivamente, la relación es de igualdad o si la desigualdad se revierte.

Un concepto relacionado es el de economías de ámbito o de alcance, o sea, el hecho que producir más de un bien puede reducir el costo por unidad de producir otros bienes. Por ejemplo, considerese el caso de dos productos. Sean dos números $0 < y_1 < y_2 < \infty$, $Y_1 \equiv [y_1, y_2]$ y $Y_2 \equiv [y_2, y_1]$. Entonces, hay economías de alcance si $CT(Y_1 + Y_2, p) \leq CT(Y_1, p) + CT(Y_2, p)$, o sea, conviene agrupar, no separar la producción de los dos bienes.

Un caso clásico de economías de escala o de alcance, es cuando existen costos fijos en la producción. Costos fijos se refieren al costo que se incurre durante el período por el simple hecho de producir algún monto positivo, cualquiera que este sea. Con el afán de ser precisos es necesario determinar el comportamiento de los costos, no sólo en el margen de aumentos en el producto sino también en el margen de si uno, varios o todos los productos se ofrecen del todo. Consideremos primero el caso de aumentos en el margen intensivo, o sea, cuanto afectan los costos aumentos en la producción de uno o varios bienes, dado que la empresa está produciendo todos, i.e. $Y > 0$, ó. $Y_j > 0$ para todo j. El costo marginal de producir una unidad adicional del bien j esta dado por,

$$CMg_j = \frac{\partial CT\left(Y,p\right)}{\partial Y_j}, \tag{2.2}$$

i.e. la derivada parcial de la función de costos con respecto a Y_j.[1] El costo marginal debe ser positivo si Y_j es efectivamente un bien. Sin embargo, el costo marginal puede ser creciente o decreciente.lo cual también puede ser utilizado para determinar la existencia de economías de escala. Si CMg_j es decreciente, i.e. si $\frac{\partial CMg_j}{\partial Yj} = \frac{\partial^2 CT(Y,p)}{\partial Y_j^2} < 0$, entonces hay economías de escala en la producción de Y_j. Igualmente, hay economías de alcance para un par (j,k)

$$\frac{\partial CMg_j}{\partial Y_k} = \frac{\partial^2 CT\left(Y,p\right)}{\partial Y_j \partial Y_k} < 0, \tag{2.3}$$

pues al aumentar la producción del bien k reduce el costo de producir el bien j.

Para caso de un firma uniproducto, el costo medio se define como:

$$CMe = \frac{CT\left(Y,p\right)}{Y}. \tag{2.4}$$

[1] Por el teorema del máximo, la función $CT\left(Y,p\right)$ es contínua. En esta discusión vamos a suponer que es dos veces continuamente diferenciable, pero todos los resultados se generalizan a condiciones mucho menos extremas.

Si bien los costos marginales son fundamentales para definir el comportamiento óptimo y de equilibrio de las empresas, los costos medios también son de suma importancia pues definen el precio mínimo necesario para que las empresas puedan cubrir sus costos de operación y sean finacieramente sostenibles. En lo que sigue, utilizamos costos medios para establecer las tarifas que los distintos OPCs requieren para sostenerse y ser factibles.

Sin embargo, debemos sortear otro problema y es que, como explicaremos prontamente, las OPCs son empresas multiproductos y definir costos medios para empresas multiproducto es más complicado, pues requiere asignar los costos totales entre los distintos productos. También puede complicarse pues requiere comparar unidades del bien j con unidades del bien k, lo cual no necesarimente se puede hacer libre de ambiguedades o de entremezclar aspectos de demanda con aspectos de oferta. En el caso que se pueda especificar que cada uno de los bienes Y_j esté dado por $Yj = \omega_j y$ donde ω_j es la fracción de Y_j en el total y y escribimos $Y = \omega y$. En ese caso, podemos variar la escala de producción mediante cambios en el producto total y, lo cual es una sola dimensión. En este caso, podemos averguar el comportamiento de los costos medios de producción

$$CMe = \frac{CT\left(\omega y, p\right)}{y}. \tag{2.5}$$

Para cerrar esta sección, recordemos que los costos fijos son fuentes clásicas de rendimientos crecientes a escala y de economías de ámbito. Es deseable que las especificaciones econométricas a usar permitan la estimar y docimar (testear) hipótesis con respecto a los costos fijos.

Los costos fijos generan economías de escala, pues entre mayor sea el número de unidades producidas, menor es el monto que cada una tienen que asumir del costo. Costos fijos generan economías de ámbito pues entre mayor sea el número de tipos de bienes producidos, menor también es el monto que cada tipo tiene que asumir en promedio. Sin embargo, en el contexto de empresas multiproductos, la estructura de costos fijos puede ser mucho más rica y lo cual permite generar muchos patrones de economías y deseconomías de alcance, pues el producir o no un bien puede afectar el costo fijo de producir o no otro bien.

2.3. Costos y Precios Optimos y de Equilibrio

Las funciones de costos determinan los precios que hacen factible la operación de cada una de las empresas potenciales y el comportamiento de la industria como un todo. Dada la curva de demanda, los costos también determinan los precios óptimos de los productos.

El modelo estándar de equilibrio competitivo considera hay un único producto y I empresas que pueden producirlo con rendimientos *decrecientes* a escala, i.e. $CT^i\left(y^i\right)$.es creciente y convexa. En dicho modelo, la función inversa de demanda está dada por $P\left(Y\right)$, una función positiva pero decreciente en $Y = \sum y^i$. Suponiendo que cada empresa es competitiva, i.e. toma el precio de los productos y de los insumos como dados, entonces, en equilibrio cada empresa produce de acuerdo a $CM_g^i(y^i) = P = P\left[\sum y^i\right]$ para todo j.[2] Dicha solución es plausible en caso que el número de firmas I sea alto y que no hayan diferences muy marcadas en las funciones de costos de forma que el mercado no termine siendo muy concentrado en una o dos firmas. Bajo dichas condiciones, consideraciones estratégicas entre las empresas pueden obviarse.

La anterior asignación de recursos es también eficiente. Para ver esto, considérese el problema de asignar optimamente los recursos desde el punto de la sociedad como un todo, es decir maximizar la diferencia entre el bienestar de los consumidores, $\int_0^Y P(Y)\,dY$, y el costo de producción de Y, $\sum CT^i(y^i)$. Bajo el supuesto que *todas* las funciones $CM_g^i(y^i)$ son crecientes, i.e. todas las posibles I empresas están sujetas a deseconomías de escala, entonces el óptimo social también está dado por la condición $CM_g^i(y^i) = P = P\left[\sum y^i\right]$.

Un caso igualmente importante, especialmente para los propósitos de este trabajo, es el comportamiento de la industria cuando, al menos una de las empresas tiene rendimientos crecientes a escala, i.e. si para al menos algún j $CM_e^i(y^i)$ es decreciente. En dicho caso, la solución competitiva no es factible, pues en este caso $CM_e^i(y^i) < CM_e^i(y^i)$ y los costos totales son mayores a los ingresos totales de cada empresa, lo cual implica que las empresas no son financieramente sostenibles. Este es el caso de "monopolio natural", i.e. el caso en el que, sin ninguna intervención del gobierno ni ninguna barrera extra a la entrada, el equilibrio de la industria

[2] Suponemos que $\lim_{x\downarrow 0} CM_g^i(x)$ es lo suficientemente bajo, y por lo tanto todas las I firmas estarían activas. De no ser así, igulamente la condición de precio igual a costos marginales se mantiene, pero el número activo de empresas de equilibrio podría ser menor que I.

apunta hacia un único productor. Dependiendo del comportamiento global de las funciones de costos $CT^i(\cdot)$ y de demand $P(\cdot)$, pueden darse equilibrios de varias formas, entre ellos: (i) monopolio estándar, en el cual único productor cobra un precio alto (más alto que el competitivo) y ofrece cantidades (más bajas que las competitivas) satisfaciendo $(1+\eta_P)P = CM_g(Y)$, donde $\eta_P < 0$ es la elasticidad del precio con respecto a cantidades; (ii) un equilibrio de precios predatorios, donde un único productor cobra precios que mantienen afuera a los otros productores potenciales, y (iii) equilibrios oligopólicos, cuya descripción van mucho más allá del objetivo de este trabajo.

Consideremos ahora la asignación eficiente, o socialmente óptima de recursos en caso de economías globales crecientes a escala. En este caso, la sociedad escogería una única técnología i y maximizaría el valor de $\int_0^Y P(Y)\,dY - CT^i(Y)$. Una condición necesaria para dicha maximización es $P(Y) = CM_g^i(Y)$ y que la curva de costo marginal corte o intersecte la curva de demanda por debajo. Pueden haber varias maximos locales, y la maximización global escoge entre la mayor de todas ellas. Sin embargo, independientemente, con economías crecientes a escala se obtiene que la solución no es autosostenible financieramente pues $P = CM_g^i(Y) < CM_e^i(Y)$, y los costos totales superan a los ingresos totales. Una solución es que el gobierno imponga un subsidio ("subsidio de Pigou") igual a $[1+\eta_P]-1$ por unidad del bien al monopolista. Si bien dicho subsidio reestablecería la eficiencia en el "primer mejor" (first-best). Sin embargo, dicha solución no sólo puede ser fiscalmente imposible, sino también políticamente objetable.

Consideremos ahora la posibilidad de regular los precios con el objetivo de maximizar el bienestar de los consumidores, sujeto a que las empresas productoras del bien o proveedoras del servicio sean financieramente autosostenible. En dicho caso, la maximización se convierte en escoger una tecnología de las $j \in I$ disponibles y maximizar $\int_0^Y P(Y)\,dY - CT^i(Y)$ sujeto a $P(Y)\,Y \geq CT^i(Y)$. En este caso, la condición de local de optimalidad es $P(Y) = CM_e^i(Y)$, y que la curva de la derecha corte a la curva de la izquierda por debajo. El óptimo global sería simplemente el optimo local que arroje el mayor valor, lo cual generalmente es el mayor de dichos máximos locales.

Por lo tanto, dado conocimiento de la curva de demanda y de las funciones de costos, un regulador puede alcanzar la eficiencia restringida (segundo mejor o "second best") imponiendo precios máximos en una industria que de otra manera convergiría en un monopolio natural. Nótese la enorme importancia que tiene el conocimiento de la curva de demanda y de las funciones de costos para que el regulador pueda lograr dicho objetivo.

Finalmente, supongamos que el regulador no conoce la curva de demanda (o su inversa) pero que sí conoce las estructuras de costos, y que estas exhiben rendimientos crecientes a escala, i.e.$CM_e^i(Y)$ son decrecientes. Supongamos también que el regulador observa un precio P^O y las cantidades y^i producidas o proveídas por cada una de las I empresas de una industria. También supongamos que el regulador piensa, correctamente, que la función de demanda agregada (o su inversa $P(Y)$) es decreciente. ¿Que tipo de intervención puede implementar un regulador *con la información disponible* que quiera maximizar el bienestar de los consumidors *manteniendo la auto-sostenibilidad financiera de las empresas de la industria*?

La respuesta a esta pregunta depende del significado específico que se le de a la condición "*manteniendo la auto-sostenibilidad financiera de las empresas de la industria.*" Si dicha condición se refiere a mantener la auto-sostenibilidad financiera de *todas* las empresas observadas, entonces el regulador puede fijar un precio máximo $P^* = \max_j \{CM_e^j(y^j)\}$. Debido a que $P^* \geq CM_e^j(y^j)$, entonces, con el mismo nivel de producto en observado y^j todas y cada una de las empresas son auto-sostenibles. Más aún, debido a que $P^* \leq P^O$, entonces la cantidad agregada de producto con la intervención, $Y(P^*)$,va a ser mayor que la observada. Por lo tanto, existe margen para que las cantidades y^j de cada empresas aumenten, y, dado que hay rendimientos a escala, los costos CM_e^j bajen, aumentando el margen de sustenibilidad de cada empresa. Finalmente, el bienestar de los consumidores aumenta, pues, como minimo, el monto $\left[P^O - P^*\right] Y$ representaban rentas monopólicas que los consumidores traspasaban a los productores, y que ahora mantiene debido a los menores precios. El bienestar del consumidor puede aumentar aún más si la elasticidad precio de la demanda es positiva y la cantidad agregada de producto con la intervención, $Y(P^*)$,va a ser mayor que la observada.

El regulador, sin embargo, puede aumentar aún más el bienestar de los consumidores. Supóngase que la condición "*manteniendo la auto-sostenibilidad financiera* *de las empresas de la industria"* se refiere a las empresas que se mantengan activas posterior a la intervención. En efecto, el regulador puede imponer un precio máximo igual a $P^{**} = \min_j \left\{ CM_e^j \left(Y \right) \right\}$ el cual puede ser sustancialmente menor a P^*. Básicamente, este precio toma a la empresa más eficiente de la industria y evalúa el costo promedio cuando dicha empresa satisface la industria entera, el cual es el más bajo dado que hay economías de escala. A este precio, la empresa más eficiente es la única que se mantiene activa, pero no extrae rentas monopólicas de los consumidores pues el regulador impone un precio máximo P^{**}. Con dicho esquema, las ganacias en el excedente del consumidor es de al menos $\left[P^O - P^{**} \right] Y$ y puede ser mayor si la curva de demanda es elástica al precio. Más, es posible que la empresa ofreciendo el servicio obtenga rentas iguales a $Y \left(P^* \right) \left[P^{**} - CM_e^{\min} \left(Y \left(P^* \right) \right) \right]$, las cuales son positivas cuando hay economías de escala.

3. Especificaciones econométricas

La discusión anterior mostró muy claramente la enorme importancia de conocer las funciones de costos de las empresas para entender el comportamiento de una industria y, para los efectos del presente trabajo, para un ente regulador. En esta sección nos dedicamos a discutir métodos econométricos y sus limitaciones para estimar las funciones de costos a partir de datos observados.

Desde el punto de un econometrista, los costos observados en la empresa i durante el período t es una función de variables observadas, variables no observadas y errores de medición de costos. Para nuestros propóstios específicos, sean $CT^{i,t}$ e

$Y^{i,t}$el costo observado y el vector de productos de la operadora i durante el período t, p^t el vector de precios de los insumos necesarios que son observables y medibles, y sea $\varepsilon^{i,t}$ un término estocástico que incluye también errores de medición, variables (precios y cantidades) no observadas por el economestrista. Con dichos objetos se define la función de costos de la siguiente forma:

$$CT^{i,t} = CT\left(Y^{i,t}, p^t, \varepsilon^{i,t}\right).$$

En el contexto de una base de datos con una estructura de panel (i.e. que se pueda seguir un grupo de empresas a lo largo de varios períodos) se pueden incluir también efectos fijos por operadora (elementos que afectan los costos de un operador individual en todos los períodos) y efectos período (elementos que durante cada periodo afecta a todos los operadores). Denotándo los efectos fijos y los efectos período, respectivamente, como x^i y x^t, la función de costos a estimar se convierte en

$$CT^{i,t} = CT\left(x^i, x^t, Y^{i,t}, p^t, \varepsilon^{i,t}\right). \tag{3.1}$$

La tarea del econometrista consiste, por lo tanto en usar métodos estadísticos y condiciones econométricas y económicas aplicados a los datos $\{CT^{i,t}, x^i, x^t, Y^{i,t}, p^t\}_{i=1,t=1}^{I,T}$.

Existe una gran variedad de métodos econométricos que pueden ser utilizados para la estimación, los cuales varían desde métodos que no imponen ninguna estructura o forma funcional para CT, métodos que imponen sólo parcialmente una forma funcional, y los métodos más comunes y populares que imponen una estructura funcional fija. Sin embargo, tal y como explicamos con más detalle en la próxima sección, las dimensiones del panel disponible son muy limitadas y prácticamente impiden el uso confiable de métodos no-paramétricos o semiparamétricos. La flexibilidad funcional de dichos métodos se basan en las aproximaciones locales a cualquier función, y por lo tanto necesitan muchas observaciones en todos los rangos de los datos para poder proveer una estimación creíble de la función de costos. Para el caso bajo estudio, sólo disponemos de 8 operadoras con observaciones mensuales para menos de 7 años. Por ese motivo, nos centraremos exclusivamente en métodos paramétricos. Sin embargo, en lugar de adoptar una forma funcional como modelo único, vamos a explorar y comparar los resultados de una cantidad considerable de especificaciones.

3.1. Modelo en niveles

En primera instancia, la especificación más básica y obvia para estimar la ecuación (3.1) es el modelo lineal general $CT^{i,t} = \alpha + \sum_{j=1}^{J} \theta_j Y_j^{i,t} + \sum_{n=1}^{N} \delta_n p_n^t + \varepsilon^{i,t}$, donde J y N es el número de productos y de insumos, respectivamente, y $\varepsilon^{i,t}$ es un componente estocástico que se supone que tiene media cero y es ortogonal a $Y_j^{i,t}$ y a p_n^t. Bajo el lente de dicho modelo, los datos deberían arrojar que $\theta_j > 0$ y $\delta_n > 0$, pues a mayor cantidad de producto o mayor precio de insumos, mayores deberían ser los costos de las empresas. Por otro lado, el estimado de α directamente arroja un estimado de los costos fijos en las operaciones de las OPCs. En caso que α sea estadísticamente mayor que cero, el modelo implicaria que hay un costo fijo, y a pesar que los costos variables sean proporcionales al volumen de producción, la tecnología exhibiría rendimientos crecientes a escala.

Dos aspectos importantes deben agregarse en este modelo. Primero, los efectos fijos y los efectos período, los cuales pueden ser estimados en una forma flexible y económica con variables categóricas (variables dummy) una para cada año $\varkappa_t$ y una para cada OPC $\varkappa_i$. Segundo, se pueden introducir no linealidades permitiendo que términos cuadráticos y productos cruzados entre las variables explicativas sean parte de la regresión. Con dichas extensiones, la regresión a estimar es

$$\begin{aligned} CT^{i,t} &= \sum_{i=1}^{I} \alpha_i \varkappa_i + \sum_{t=1}^{T} \beta_t \varkappa_t + \sum_{j=1}^{J} \theta_j Y_j^{i,t} \\ &+ \sum_{n=1}^{N} \delta_n p_n^t + \sum_{j=1}^{J} \sum_{k=1}^{J} \phi_{k,j} Y_j^{i,t} Y_k^{i,t} \\ &+ \sum_{n=1}^{N} \sum_{m=1}^{N} \gamma_{n,m} p_n^t p_m^t + \sum_{j=1}^{J} \sum_{n=1}^{N} \eta_{j,n} Y_j^{i,t} p_n^t + \varepsilon^{i,t}. \end{aligned} \tag{3.2}$$

Dicha especificación puede verse como una aproximación de Taylor de segundo orden a una función de costos que tiene una forma funcional arbitraria. Recuérdese que cualquier función contínua puede aproximarse con aproximaciones de Taylor. Los estimados de los términos de segundo orden $\{\phi_{k,j}\}, \{\gamma_{n,m}\}, \{\eta_{j,n}\}$ permiten que los costos variables no sean proporcionales a la escala de producción y por lo tanto que sean convexos o cóncavos. Los términos de segundo orden permiten, por lo tanto, ver si el comportamiento de los costos variables refuerza o reduce las economías de escala que puedan surgir a partir de los costos fijos. Por ejemplo, si CT is globalmente cóncava, entonces, aunque los costos fijos sean cero, la tecnología exhibiría rendimientos crecientes a escala.

Por otro lado, existen dos limitaciones que la teoría económica impone sobre las funciones de costos. Primero, tal y como explicamos en la sección anterior, las funciones de costos deben ser homogéneas de grado uno en los precios de los insumos. Segundo, el valor estimado y proyectado de los costos debe ser positivo. Desafortunadamente, la especificación (3.1) no tiene una manera de restringir los parámetros del modelo de forma tal que homogeneidad de mantenga, esto por cuanto los precios entran de forma aditiva. Sin embargo, dado que nuestro interés no está en el efecto de los precios relativos entre los distintos insumos, entonces podemos imponer homogeneidad directamente estimando

$$\begin{aligned} \frac{CT^{i,t}}{P^t} &= \sum_{i=1}^{I} \alpha_i \varkappa_i + \sum_{t=1}^{T} \beta_t \varkappa_t + \sum_{j=1}^{J} \theta_j Y_j^{i,t} \\ &\quad + \sum_{j=1}^{J} \sum_{k=1}^{J} \phi_{k,j} Y_j^{i,t} Y_k^{i,t} + \varepsilon^{i,t}, \end{aligned} \tag{3.3}$$

donde P^t es un índice general de precios y los productos $Y_j^{i,t}$ están expresados en términos reales, i.e. también deflatados por el mismo índice de precios. Con respecto a la segunda restricción, no hay manera de imponerla directamente sin perder la factibilidad analítica del modelo. Sin embargo, una vez estimado el modelo, se pruede verificar muy fácilmente si la función de costos de convexa, en cuyo caso la restricción no es un problema, o cóncava, en cuyo caso se puede verificar el rango de valores de $\left\{Y_j^{i,t}\right\}$ para los cuales el modelo es válido.

Con dichas restricciones y las advertencias, la ecuación (3.3) da lugar a la primer familia de modelos base ("modelo en niveles") en nuestra estimación de la función de costos de las OPCs en Costa Rica. Ua vez estimados los regresiones anteriores, procedemos a estudiar el comportamiento que el modelo implica para los costos medios. Para ilustrar dicho cálculo, tomemos el modelo multiproducto y fijemos la operadora i en el período t. Supongamos que el producto Y_j representa una fracción ω_j del producto total Y, i.e. $Y_j = \omega_j Y$. Los costos totales estimados, dado la escala Y, están dados por $\frac{CT(Y)}{P} = \alpha_i + \alpha_t + \left[\sum_{j=1}^{J} \theta_j \omega_j\right] Y + \left[\sum_{j=1}^{J} \sum_{k=1}^{J} \phi_{k,j} \omega_j \omega_k\right] Y^2$. En función de la escala Y, y suponiendo que las ponderaciones ω_j no cambian, los costos promedio de la operadora son

$$\frac{CT\left(Y\right)/P}{Y} = \left(\alpha_i + \alpha_t\right)/Y + \left[\sum_{j=1}^{J} \theta_j \omega_j\right] + \left[\sum_{j=1}^{J} \sum_{k=1}^{J} \phi_{k,j} \omega_j \omega_k\right] Y \qquad (3.4)$$

y son decrecientes con la escala Y si $(\alpha_i + \alpha_t) > 0$ (costos fijos positivos) y/o $\sum_{j=1}^{J} \sum_{k=1}^{J} \phi_{k,j} \omega_j \omega_k < 0$ (costos variables totales concavos).

3.2. Modelo en logaritmos

La segunda clase de modelos que consideramos se basa también en la ecuación (3.1). Sin embargo, para lidiar con la no negatividad de los costos, y, en principio, para poder lidiar directamente con la homogeneidad de primer grado en precios, la ecuación y (3.2) se define en logaritmos. Es decir, en lugar de los costos $CT^{i,t}$, la variable dependiente es el logaritmo natural $\ln\left(CT^{i,t}\right)$ y, asimismo, en lugar del nivel de productos o servicios $Y_j^{i,t}$ y el nivel de precios de insumos p^t, las variables dependientes son el logaritmo natural de dichas variables, respectivamente.

Dicha especificación es la conocida función "translogarítimica" la cual es muy popular en estudios de estimaciones de costos. Como lo que se estima es el logaritmo de la función de costos, la no negatividad del nivel de costos está automáticamente asegurada. Por la misma razón, imponer homogeneidad de precios es relativamente fácil, pues solamente requiere que los parámetros satisfagan $\sum_{n=1}^{N} \delta_n = 1$ y $\sum_{n=1}^{N} \sum_{m=1}^{N} \gamma_{n,m} = \sum_{j=1}^{J} \sum_{n=1}^{N} \eta_{j,n} = 0$. Por la misma razón, verificar si existen economías o deseconomías de escala es muy sencillo. Para que hayan economias de escala debe cumplirse que $\sum_{j=1}^{J} \theta_j = 1$ y que $\sum_{j=1}^{J} \sum_{k=1}^{J} \phi_{k,j} = \sum_{j=1}^{J} \sum_{n=1}^{N} \eta_{j,n} = 0$.

Debido a que ni nuestro interés no está en los precios relativos de los insumos, y los datos disponibles tampoco permiten estudiarlos, procedemos a simplificar las especificaciones econométricas imponiendo homogeneidad directamente. Específicamente, la segunda familia de modelos ("modelo en logaritmos") se basa en la ecuacion

$$\begin{aligned} \ln\left[\frac{CT^{i,t}}{P^t}\right] &= \sum_{i=1}^{I} \alpha_i \varkappa_i + \sum_{t=1}^{T} \beta_t \varkappa_t + \sum_{j=1}^{J} \theta_j \ln\left[Y_j^{i,t}\right] \\ &+ \sum_{j=1}^{J} \sum_{k=1}^{J} \phi_{k,j} \ln\left[Y_j^{i,t}\right] \ln\left[Y_k^{i,t}\right] + \varepsilon^{i,t}. \end{aligned} \tag{3.5}$$

y como en la otra clase de modelos, $Y_j^{i,t}$ es en términos reales, deflatado por el mismo índice general de precios P^t. Con los parametros estimados de dicho modelo, la función estimada de costos totales de este modelo, para la OPC i en el período t, que provee servicios $\{Y_j\}$ está dado por la función $exp(\cdot)$ evaluada en el valor asumido por la expressión (3.5), y por lo tanto, es siempre positiva para cualquier escala y composición de los producto de una empresa.

Sin embargo, esta especificación tiene un limitante muy fuerte que no tiene el modelo en niveles. Por el mismo hecho que lo que se estima es el logaritmo de la función de costos, dicha especificación implica que los costos fijos de cada operadora son cero, pues $\lim_{x \downarrow 0} = -\infty$. Peor aún, dicha especificación en el modelo multiproducto implica que aunque los niveles de productos sean positivos para todo J excepto para un sólo j, si $\theta_j > 0$ o $\phi_{k,j} > 0$ para algún k, entonces la empresa puede operar a cero costos con sólo no producir Y^j. En general, si existieran costos fijos, el modelo translogarítimico los interpretaría como costos variables promedios decrecientes, lo cual puede ser un error para los efectos de extrapolación de los costos.

Las anteriores son limitantes que el modelo en niveles no tiene. Conversamente, arriba discutimos limitantes del modelo en niveles que el modelo en logaritmos no tiene. Es por esta razón que en este trabajo procedimos a estimar los costos de producción de las OPCs utilizando ambos modelos.

Con dichas restricciones y las advertencias, exploramos muchas varias bifurcaciones para ambas familias de modelos. Dichas bifurcaciones y variaciones son las siguientes:

- **Modelo multiproducto o modelo reducido (uniproducto):** En el primer caso permitimos que los distintos productos $Y_j^{i,t}$ entren separadamente y en el segundo caso corremos la regresión con un solo producto agregado, i.e. $Y^{i,t} = \sum_j Y_j^{i,t}$.

- **Modelo lineal o modelo cuadrático:** En el primer caso se restringe todos los términos $\phi_{k,j} = 0$ y en el segundo se permite que sean estimados de los datos.

- **Modelo MCO ordinario o con Efectos fijos de operadora y de período.** Exploramos el modelo en el cual en lugar de efectos fijos y de período, sólo inclúimos una constante. También reportamos el caso con efectos fijos solamente.

También exploramos y reportamos otras dos variaciones:

- **Modelo con dummies por cambios en la regulación:** En lugar de introducir todos los efectos período$\{\varkappa_t\}_{t=1}^{T}$, estimamos el modelo con sólo dos dummies que recogen cambios en la regulación que se dieron en el periodo muestral.

- **Modelo con stock de administrado:** Finalmente, también reportamos los resultados para una ecuación que incorpora el *stock* administrado por cada OPCs. Dicha variable puede ser relevante si existen efectos de aprendizaje (learning-by-doing), y por lo tanto, economías de escala dinámicas, o si por el contrario, los aportes del pasado generan costos en el presente.

4. Datos sobre las OPCs en Costa Rica

En esta sección describimos los datos utilizados para estimar las funciones de costos de las OPCs en Costa Rica. Utilizamos básicamente dos tipos de datos. El primero son datos de la economía costarricense como un todo, sobre el nivel de precios y las tasas de interés. El segundo tipo son datos específicos de las ocho OPCs que functionan en Costa Rica, y que obtuvimos directamente de la SUPEN.

El tiempo muestral de ambos tipos de datos se restringió de Agosto del 2001 a Junio del 2008, debido a que los datos sobre los resultados financieros de las operadoras de pensiones están disponibles a partir del 2001. Más aún, para varias operadoras los datos están disponibles para fechas posteriores a Enero del 2001. Agosto del 2001 es el mes a partir del cual tenemos datos de todas las ocho operadoras de pensiones operando en el país. Junio del 2008 refleja el hecho que los datos se recolectaron en su forma final a finales de Julio y principios de Agosto del corriente año 2008.

Cabe señalar que debido a lo limitado en el número de años, procedimos a usar datos mensuales, pues es la frecuencia más alta, i.e. el período de tiempo mas corto, con que se disponía de los datos. Ambos grupos de datos están en los archivos de Excel adjuntos "BaseMadre.xls", "Aportes.xls", y "DatosRegresion.xls".

4.1. Datos sobre la economía de Costa Rica.

Nivel General de Precios. Como explicamos arriba, nuestro interés no es en obtener una visión detallada del impacto de los precios relativos de los insumos de producción, i.e. trabajo calificado, trabajo no calificado, equipo, estructuras, etc, en los costos de operación de las OPCs, en parte por que tenemos vamos a enfrentar serias limitantes en los datos disponibles.

Por lo tanto, el enfoque de las estimaciones econométricas está en las variables reales, deflactadas por un índice agregado de precios. Para este estudio recolectamos y probamos las siguientes series:

- Indice de Precios al Productor
- Indice de Precios de Servicios
- Indice de Precios de Bienes Industriales
- Indice de Salarios Mínimos
- Indice de Salarios Promedio
- Indice de Tipo de Cambio Real Multilateral.

Si bien se utilizaron todas las series en distintas especificaciones de los modelos, por razones de relevancia y de espacio, sólo vamos a reportar los resultados usando los resultados con el Indice de Precios al Productor. Dicho índice es utilizado para expresar en términos reales tanto los costos de las OPCs como los aportes y montos administrados en los distintos regímenes.[3] En las tablas de resultados no es necesario señalar esta variable de precios, pues se usa sólamente para obtener los valores reales

[3] También experimentamos con las especificaciones econométricas que permitían que los salarios, y los precios de servicios y el tipo de cambio real entraran como variables explicativas. Sin embargo, esa introducción no mejoraba el ajuste de las regresiones e introducía problemas de multicolinealidad.

Tasa de interés.

Otra variable de la economía costarricense en general que necesitamos en este estudio es la tasa de interés. La tasa de interés indica el costo de uso de capital, y para los efectos de este estudio se utiliza para incluir el costo del uso del patrimonio de cada una de las operadoras en cada uno de los períodos.

Idealmente, el costo del uso del capital de cada operadora debería ajustarse por el valor de mercado del riesgo de del capital. Para esto, se podría utizar la versión básica del modelo de valorización de activos de capital (capital asset pricing model, o CAPM) o alguna de sus extensiones, incluyendo modelos multifactoriales. Sin embargo, para su implmentación dicho modelo requería datos sobre el valor de mercado de las acciones de las OPCs, lo cual, desafortunadamente, no están disponibles.

La serie que utilizamos es la de la tasa de interés básica pasiva. Dicha serie está disponible para diferentes frecuencias, incluída la frecuencia mensual, para el período de muestra de este estudio. La serie publicada está anualizada, y para los efectos de este estudio se utilizó la tasa equivalente para cada mes. Esto es, si en el mes t, la tasa anual es i_t^A, entonces la tasa mensualizada que utilizamos para el mes t es $i_t^M = \left(1 + i_t^A\right)^{1/12} - 1$.

Las series de tasas de interés y de precios fueron obtenidas directamente de la pagina web del Banco Central de Costa Rica,.http://www.bccr.fi.cr/.

4.2. Datos sobre las OPCs en Costa Rica.

Ahora describimos los datos utilizados para medir los costos y los productos (o servicios provistos) por las operadoras de pensiones en Costa Rica. Todos estos datos fueron obtenidos directamente de la SUPEN y cubren información comparable para las ocho OPCs que operan actualmente en Costa Rica, a saber:

BAC-SJ: Operadora de pensiones del Banco BAC-San José.

BCR-OPC: Operadora de pensiones del Banco de Costa Rica.

BN-VITAL: Operadora de pensiones del Banco Nacional de Costa Rica.

CCSS-OPC: Operadora de pensiones de la Caja Costarricense de Seguro Social.

IBP: Operadora de pensiones de los Bancos Interfin y Banex.

INS-Pens: Operadora de pensiones del Instituto Nacional de Seguros.

Popular: Operadora de pensiones del Banco Popular.

VidaPlena: Operadora de pensiones del Magisterio Nacional.

Para cada todas estas ocho OPCs disponemos de datos a partir del 2001 Sin embargo, dentro de ese año, el mes a partir del cual la SUPEN dispone de información varía entre las distintas OPCs. En este estudio usamos datos a partir de Agosto, 2001 y hasta Junio, 2008. La primera es la fecha a partir de la cual todas las variables para todas las OPCs están disponibles, y la segunda refleja la fecha en la cual se terminó de recolectar la información. De todas maneras, los programas de Matlab adjuntos se pueden ajustar muy fácilmente para ser usados con muestras más recientes y que incoporen nuevos mese. Como ya mencionamos arriba, utilizamos datos mensuales, que es la máxima frecuencia disponible, con el afán de maximizar los grados de libertad en la estimación econométrica de las funciones de costos.

4.2.1. Medición de los Costos

La medición de los costos se basa en los reportes del Balance de Resultados y del Balance de Situación de cada una de las OPCs tal y como se reportan a la SUPEN. Para medir los costos de las OPC en cada mes, tomamos las siguientes mediciones:

Gastos Generales (GG) Los gastos generales del período, para cada OPC, incluyendo pago por promoción y pagos al Sistema Centralizado de Recaudación (SICERE).

Costos Económicos (CE). Se definen como los gastos generales más los intereses implícitos (del mes) sobre el patrimonio social (tomado del Balance de Situacion de cada mes, de cada operadora) computados de acuerdo a la tasa de interés mensual, tal y como se definió arriba.

Cabe reiterar, que tanto GG como CE se expresaron en términos reales, utilizando el índice general de precios al productor. Como normalización (la cual no afecta los resultados) se utilizó Junio 2008 igual a 1, i.e. 100%. Igualmente, para el modelo en logaritmos se utilizó el logaritmo natural de cada una de las series.

4.2.2. Medición de los Productos

Los productos o servicios provistos por las OPCs son, esencialmente, la administración de las pensiones complementarias. Dichos productos consisten en recolectar e invertir los aportes de ley para la pensión de los trabajadores. Obviamente, en el tiempo dichos aportes y los rendimientos acumulados sobre dichos aportes generan el saldo para cada uno de los aportantes, y para la OPC como un todo. Presuntamente, la administración de dichos saldos también requieren del uso de recursos por parte de las OPCs, y por lo tanto afectan los costos incurridos por la OPCs.

Conceptualmente, sin embargo, es mucho más limpio y claro el definir los costos de una OPC en función de las transacciones que realice en cada período. Para este fin, idealmente se contaríamos con datos del flujo del número y complejidad de dichas transacciones. Sin embargo, dicha información no está realmente disponible. Si bien es cierto al día de hoy existe información sobre el número de aportantes de cada OPC en cada mes, dicha información sólo está disponible para los años más recientes. Esta es la limitación en los datos que no nos permite usar el número de aportantes para las estimaciones econométricas, pues nos dejaría con muy pocos grados de libertad y con muy poco precisión estadística en los estimados.

De esta manera, para la medición de los productos o servicios provistos por las OPCs en cada período, nos vamos a basar en el *flujo* de aportes del período. Dicho enfoque tiene importantes ventajas. Primero, mide directamente flujos, y por lo tanto, coincide con la noción teórica en las función de costos. Segundo, permite expresar directamente los coeficientes en las mismas unidades de costos. Esto es, podemos usar directamente los estimados para calcular los costos marginales (en caso del modelo en niveles) o la elasticidad de los costos (en caso del modelo en logaritmos) de un colón más de aportes. Tercero, los flujos de aportes están disponibles para las ocho OPCs desde el 2001, tal y como se explicó anteriormente. Cuarto, al estimar los costos directamente en función de los flujos de los aportes se facilita grandemente el análisis y proyección de los costos a futuro. Estas ventajas apuntan directamente a la fijación de tarifas con base en los aportes mismos. Sin embargo, dicha formulación permite al mismo tiempo usar los estimados para evaluar tarifas equivalentes definidas sobre otra base, por ejemplo, sobre los saldos acumulados, y por período, por ejemplo anuales o bi-anuales.

Los aportes de las OPCs pueden ser de cuatro tipos:

ROP: Régimen obligatorio de pensiones complementarias.

RVC: Régimen voluntario de pensiones en colones.

RVD: Régimen voluntario de pensiones en dólares americanos (US$).

FCL: Fondo de capacitación laboral.

Para las estimaciones, exploramos (i) el modelo "multiproducto", donde se permite que los cuatro flujos afecten de manera separada a los costos de las OPCs, y (ii) el modelo "reducido," donde el costo de las OPCs se define en función sólo del flujo total de aportes, i.e. **Total Aportes**=ROP+RVC+RVD+FCL.

También, con el afán de controlar por los costos inducidos por servir el total de aportes acumulado, y posiblemente permitir efectos de aprendizaje (learning-by-doing), definimos la variable **Q**, que se define como el activo total administrado. Para definir Q usamos dos posibilidades, (i) la suma de los saldos de los cuatro régimenes y (ii) el activo total administrado en ROP. Ambos casos arrojan resultados similares, y por lo tanto reportamos solamente el segundo caso. Sin embargo, como veremos, no es una variable relevante.

Al igual que con las medidas de costos, todas estas distintas series de productos se expresan en términos colones reales utilizando el índice general de precios al productor. Como normalización (la cual no afecta los resultados) se utilizó Junio 2008 igual a 1, i.e. 100%. Igualmente, para el modelo en logaritmos se utilizó el logaritmo natural de cada una de las series. En algunos casos, algunas operadoras reportaban cero en alguna de estas categorías de aportes. Cuando esto ocurría, se cambiaba su valor a 1 de forma que su logaritmo fuese igual a cero.

4.2.3. Cambios en la regulación

Aparte de las variables nacionales (precios y tasa de interés) y variables propias de cada una de las OPCs, utilizamos en nuestras estimaciones dos variables que afectan el comportamiento de las industria. Específicamente, utilizamos dos variables categóricas para capturar el impacto de dos cambios en la regulación:

D1: Variable que asume el valor 0 hasta Enero del 2002, y asume el valor 1 a partir de Febrero del 2003 cuando se aprueba el reglamento de inversiones.

Este reglamento exige una infraestructura básica para administración de riesgos y autoriza inversión en el extranjero. También en Febrero 2003 se autoriza el cobro de comisión por aporte

D2: Variable que asume el valor 0 hasta Marzo del 2006 y asume el valor 1 a partir de Abril del 2006 cuando se cambia el esquema de comisión del FCL. A partir de aquí hay cobro sobre saldo administrado.

5. Resultados

Tablas 1-4 presentan los resultados de las estimaciones de las funciones de costos y son de fundamental importancia para el presente presente trabajo. Tablas 1 y 2 presentan los resultados del modelo reducido o uniproducto, donde el producto de las OPCs se define como la suma de ROP, RVC, RVD y FCL como se definieron estos arriba. Las tablas presentan, respectivamente, los resultados para el modelo en niveles y en logaritmos. Tablas 3 y 4 presentan los resultados del multiproducto, donde se consideran ROP, RVC, RVD y FCL como productos distintos de una OPC. Igualmente, la Tabla 3 presenta los resultados para el modelo en niveles y la Tabla 4 para el modelo en logaritmos.

Dentro de cada tabla, hay dos paneles (separados horizontalmente). El primer panel muestra los resultados para la versión lineal para el modelo respectivo mientras que el segundo lo hace para la versión cuadrática. Dentro de cada panel están los resultados de seis distintas especificaciones de las regresiones. La primera es la estimación por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) de la regresión asumiendo que los costos están dados por sólo los gastos generales (GG) tal y como fueron definidos arriba. La segunda es la misma regresión asumiendo que los costos están dados por CE, y por lo tanto imputa el rendimiento sobre el capital de las OPCs. La comparación entre la primera y la segunda especificación permite de una manera muy simple y directa el entender la importancia de los intereses al capital en el comportamiento de los costos.

Tabla 1: Resultados de Estimación de la función de Costos de las OPC en Costa Rica, Modelo Reducido en Niveles

Regresor\Modelo	Lineal						Cuadratico					
	GG	CE, MCO	CE, Q	CE,FE	CE,FE,D	CE,FE,TE	GG	CE, MCO	CE, Q	CE,FE	CE,FE,D	CE,FE,TE
Total Aportes	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01
	21.35	22.10	15.57	6.81	6.63	6.31	25.21	26.01	17.34	7.85	7.16	7.84
(Total Aportes)^2							0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
							-14.16	-14.47	-10.26	-5.13	-4.51	-5.59
StockROP			0.00						0.00			
			13.05						8.43			
Constante	1.1E+08	1.3E+08	1.0E+08				6.8E+07	8.3E+07	7.7E+07			
	19.89	21.12	17.47				12.01	13.15	12.75			
D1					2.8E+07						2.2E+07	
					4.66						3.74	
D2					-1.6E+07						-1.7E+07	
					-3.09						-3.22	
R^2	0.41	0.42	0.54	0.87	0.87	0.89	0.55	0.56	0.61	0.87	0.87	0.89

Tabla 2: Resultados de Estimación de la función de Costos de las OPC en Costa Rica, Modelo Reducido en Logaritmos

Regresor\Modelo	Lineal						Cuadratico					
	GG	CE, MCO	CE, Q	CE,FE	CE,FE,D	CE,FE,TE	GG	CE, MCO	CE, Q	CE,FE	CE,FE,D	CE,FE,TE
log.(Total Aportes)	0.59	0.56	0.38	0.21	0.17	0.23	-1.52	-1.93	-3.24	1.11	0.58	0.03
	25.9	26.7	17.0	11.1	8.8	9.2	-2.0	-2.8	-5.3	2.5	1.3	0.1
(log[Total Aportes])2							0.05	0.06	0.08	-0.02	-0.01	0.00
							2.8	3.6	6.0	-2.0	-0.9	0.4
log(StockROP)			0.14						0.14			
			13.4						14.4			
Constante	5.91	6.73	7.30				28.87	33.92	46.77			
	11.9	14.7	17.9				3.5	4.5	7.1			
D1					0.17						0.17	
					5.6						5.3	
D2					0.00						0.00	
					-0.2						-0.2	
R2	0.50	0.52	0.62	0.85	0.86	0.87	0.51	0.53	0.64	0.85	0.86	0.87

Tabla 3: Resultados de Estimación de la función de Costos de las OPC en Costa Rica, Modelo Multiproducto en Niveles

Regresor\Modelo	Lineal						Cuadratico					
	GG	CE, MCO	CE, Q	CE,FE	CE,FE,D	CE,FE, TE	GG	CE, MCO	CE, Q	CE,FE	CE,FE,D	CE,FE,TE
ROP	0.009	0.010	0.004	0.003	0.003	0.003	0.019	0.021	0.009	0.002	0.002	0.003
	7.2	7.3	2.9	3.7	3.3	3.0	6.4	6.6	3.0	0.6	0.6	0.8
RVC	0.051	0.061	0.052	0.014	0.0	0.015	0.057	0.085	0.063	0.006	0.0	-0.004
	13.2	14.3	13.2	4.2	4.6	4.2	6.0	8.3	6.5	0.5	0.3	-0.3
RVD	0.008	0.009	0.011	0.002	0.002	0.003	0.086	0.094	0.090	0.029	0.029	0.034
	5.7	6.0	8.2	2.4	2.7	2.8	16.1	16.2	16.9	5.4	5.3	6.0
FCL	0.023	0.026	0.010	0.008	0.0	0.006	0.031	0.033	0.012	0.029	0.0	0.027
	7.4	7.6	3.2	4.0	3.0	2.5	6.4	6.3	2.4	5.1	3.5	3.4
ROP^2							-7.E-13	-8.E-13	-3.E-13	1.E-13	1.E-13	2.E-14
							-3.5	-3.5	-1.4	0.8	0.7	0.1
ROP*RVC							-4.E-12	-4.E-12	-2.E-12	-2.E-12	-2.E-12	-2.E-12
							-3.6	-3.4	-1.9	-3.0	-3.1	-2.5
ROP*RVD							-5.E-13	-4.E-13	4.E-13	3.E-13	3.E-13	3.E-13
							-0.5	-0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
ROP*FCL							2.E-12	2.E-12	7.E-13	5.E-13	7.E-13	7.E-13
							2.1	1.8	0.7	0.6	0.9	0.9
RVC^2							-4.E-12	-6.E-12	-4.E-12	-7.E-14	6.E-14	7.E-13
							-3.4	-4.9	-3.4	-0.1	0.1	0.6
RVC*RVD							-9.E-12	-1.E-11	-1.E-11	-2.E-12	-2.E-12	-2.E-12
							-7.0	-7.7	-7.1	-1.9	-1.5	-1.8
RVC*FCL							1.E-11	1.E-11	7.E-12	7.E-12	8.E-12	8.E-12
							4.0	3.1	1.9	2.7	3.0	2.7
RVD^2							-1.E-12	-1.E-12	-1.E-12	-4.E-13	-4.E-13	-4.E-13
							-15.7	-15.8	-17.1	-5.3	-5.1	-5.9
RVD*FCL							-1.E-11	-1.E-11	-7.E-12	-4.E-12	-5.E-12	-5.E-12
							-4.8	-4.1	-2.7	-2.3	-2.5	-2.4
FCL^2							-2.E-12	-2.E-12	-9.E-13	-2.E-12	-1.E-12	-2.E-12
							-8.3	-7.2	-3.3	-6.2	-5.2	-5.0
StockROP			0.001						0.001			
			13.4						10.8			
Constante	#####	#####					5.E+07	6.E+07	7.E+07			
	11.9	14.7						8.1	10.0			
D1					3.E+07						2.E+07	
					4.6						2.9	
D2					######						-1.E+07	
					-3.0						-2.0	
R^2	0.50	0.53	0.62	0.87	0.87	0.89	0.71	0.73	0.77	0.88	0.89	0.90

Tabla 4: Resultados de Estimación de la función de Costos de las OPC en Costa Rica, Modelo Multiproducto en Logaritmos

Regresor\Modelo	Lineal						Cuadratico					
	GG	CE, MCO	CE, Q	CE,FE	CE,FE, D	CE,FE,T E	GG	CE, MCO	CE, Q	CE,FE	CE,FE,D	CE,FE,T E
log.ROP	0.090	0.060	-0.002	0.079	0.1	0.119	1.544	1.444	1.273	0.169	0.167	0.196
	6.1	4.4	-0.1	8.2	8.0	9.5	4.3	4.5	4.1	0.7	0.7	0.7
log.RVC	-0.025	-0.018	-0.022	-0.006	-0.002	-0.010	-1.508	-1.602	-1.707	0.122	0.1	0.158
	-3.8	-3.0	-3.8	-0.4	-0.1	-0.6	-6.6	-7.8	-8.6	0.7	0.5	0.8
log.RVD	0.085	0.080	0.079	0.020	0.0	0.021	0.306	0.403	0.466	-0.382	-0.358	-0.402
	13.3	13.5	13.6	1.3	0.9	1.2	1.5	2.3	2.7	-2.4	-2.2	-2.4
log.FCL	0.402	0.408	0.378	0.113	0.114	0.155	-2.184	-1.818	-1.566	-0.285	-0.4	-0.108
	16.2	17.7	16.1	4.8	4.5	4.9	-2.9	-2.7	-2.4	-0.5	-0.6	-0.2
[log.ROP]^2							0.003	0.002	0.003	-0.002	-0.001	-0.003
							0.4	0.3	0.6	-0.3	-0.2	-0.5
log.ROP*log.RVC							0.016	0.018	0.017	0.003	0.0	0.005
							2.2	2.7	2.7	0.6	0.6	1.0
log.ROP*log.RVD							-0.027	-0.026	-0.021	-0.007	-0.008	-0.006
							-3.6	-3.9	-3.2	-1.4	-1.5	-1.1
log.ROP*log.FCL							-0.068	-0.064	-0.063	0.000	0.0	0.000
							-3.2	-3.3	-3.4	0.0	-0.1	0.0
[log.RVC]^2							0.043	0.042	0.038	-0.009	-0.010	-0.012
							13.8	15.0	13.9	-2.0	-2.1	-2.4
log.RVC*log.RVD							-0.033	-0.032	-0.032	0.021	0.0	0.022
							-11.1	-12.1	-12.6	2.7	2.9	2.7
log.RVC*log.FCL							0.014	0.018	0.031	-0.008	-0.008	-0.009
							1.1	1.6	2.7	-0.9	-0.8	-0.9
[log.RVD]^2							0.002	0.003	0.008	-0.006	0.0	-0.004
							0.7	0.9	2.8	-1.4	-1.5	-0.9
log.RVD*log.FCL							0.043	0.036	0.019	0.018	0.017	0.014
							3.4	3.2	1.7	2.0	1.8	1.5
[log.FCL]^2							0.067	0.057	0.049	0.008	0.0	0.006
							3.0	2.8	2.5	0.5	0.6	0.3
log.StockROP			0.082						0.117			
			4.9						7.3			
Constante	7.63	8.26	8.30				31.3	29.0	27.1			
	18.8	21.9	22.4				4.4	4.6	0.8			
D1					0.0						0.047	
					0.2						1.2	
D2					-0.036						0.0	
					-1.4						-0.4	
R^2	0.65	0.65	0.67	0.87	0.87	0.89	0.76	0.78	0.80	0.88	0.88	0.90

Nuestra interpretación de base es que los costos, correctamente conceptualizados y medidos, están dados por CE, y por lo tanto las restantes especificaciones econométricas usan CE como variable dependiente. La tercer especificación denotada por CE,Q extiende la especifiación dos introduciento el stock acumulado o saldo total de las pensiones, con el objetivo de permitir controlar por los costos generados por el servicio de saldos en las pensiones por encima del generado por los aportes y también por posibles efectos de aprendizaje, tal y como discutimos arriba. La cuarta especificación, indicada por CE,FE elimina la variable Q (por razones que explicamos abajo) pero introduce efectos fijos por cada OPCs, permitiendo que la constante de la regresión sea distinta para cada OPC. Por lo tanto, en el modelo en niveles, los efectos fijos de OPCs permiten que el modelo estime distintos costos fijos para cada OPC, mientras que el modelo en logaritmos permiten estimar diferencias en los costos marginales. La quinta especificación, indicada por CE,FE,D agrega las variables D1 y D2, y por lo tanto controla por cambios regulatorios que tomaron lugar durante el período de muestra. Esta quinta especificación, como explicamos a brevedad, es la especificación que vamos a tomar como base en para cada panel de las cuatro tablas. Finalmente, la sexta especificación, la cual es indicada por CE,FE,TE, elimina las variables D1 y D2 y en su lugar introduce efectos año (los cuales no pueden identificarse separadamente de D1 y D2). Con dichas especificaciones experimentamos problemas de cuasi-colinealidad, principalmente cuando ambos efectos fijos y efectos período estaban incluidos. La cuasi-colinealidad es un problema pues aunque no genera sesgos o problemas de bondad de ajuste, sí introduce imprecisión en los estimados individuales. Reportamos los estimados de esta especificación principalmente con el objetivo de mostar que la quinta especificación (CE,FE,D) es una muy buena aproximación, pues la diferencia en la bondad de ajuste es marginal, y la diferencia en los estimados de los coeficientes tiende a ser menor.

En total reportamos los estimados de 48 (cuarenta y ocho) especificaciones. Las tablas reportan los estimados para cada variable explicativa, indicando primero el coeficiente estimado (con tamaño de fuente normal) y abajo reportamos (en tamaño de fuente reducida) el valor del estadístico t-student de la hipótesis nula que el coeficiente es cero. Abajo de cada regresión reportamos el estadístíco de R^2 de bondad de ajuste. En caso de efectos fijos, no reportamos el valor de los estimados para cada uno de las OPCs por razones de espacio. A pesar de eso, el exceso de contenidos (principalmente para las tablas 3 y 4), el redondeo obligado de números no permite precisar el valor exacto de los estimados. Estos resultados, sin embargo, están disponibles también en un archivo de Excel (adjunto a este trabajo) que sí permite conocer el valor exacto de los distintos estadísticos.

El objetivo de estimar y reportar esta gran variedad de alternativas es poder concluir si existen patrones robustos en los datos. Obviamente no podemos, por razones de espacio y de importancia e interés, discutir tods y cada uno de los resultados estadísticos. Afortunadamente, sin embargo, los resultados arrojan conclusiones generales muy claras y robustas, las cuales no dependen en manera importante en una regresión en particular.

Primero, observamos que los costos del capital son muy relevantes para el estudio. En efecto, la comparación de la primera especificación con la segunda, en los dos paneles de las cuatro tablas, tiende a aumentar el estimado de la constante de regresión, aunque sea difícil de percibir en algunos, el costo marginal. No cabe duda que es importante tomar en cuenta en la estructura de costos de una OPCs el costo implícito de su uso de capital. Sin embargo, nóteses que en general, el comportamiento estadístico de ambas especificaciones tiende a ser muy similar. Por lo tanto, aunque persistan dudas nuestro uso de CE para representar los costos de las OPCs, nuestros resultados estadísticos son válidos para GG o CE.

Segundo, la comparación de CE,Q con CE, MCO parece favorecer la visión que el manejo de los saldos acumulados anteriormente afectan positivamente los costos del período, y por lo tanto no parece haber aprendizaje sobre la marcha, i.e. learning-by-doing. Sin embargo, una vez que se introducen efectos fijos la significancia estadística y cuantitative de la variable Q desaparece. Estos resultados no se presentan por razones de espacio, pero pueden ser generados sin ningún costo usando los programas de Matlab adjuntos en este estudio.

Tercero, los efectos fijos son muy significativos, no solo en la bondad de ajuste global de la regresión, la cual aumenta en manitudes importantes en todas las especificaciones en todos los dos paneles de todas las tablas, sino también en los estimados de los coeficientes de los aportes. Efectivamente, parece haber un importante grado de heterogeneidad en la estructura de costos de las distintas OPCs. Una vez que los efectos fijos son incluídos, el valor del R^2 no baja de 0.85.

O sea, como mínimos con dichas especificaciones, el modelo deja sólo un 15% de la variabilidad a factores aleatorios y no observados, lo cual es muy satisfactorio en el contexto de regresiones con una estructura de panel. Como notaremos más abajo, los efectos fijos cambian substancialmente los resultados concernientes a costos marginales y costos promedios.

Cuarto, las variables de cambios regulatorios son significativas. En general el cambio regulatorio indicado por D1 aumentó significativamente los costos de producción de las OPCs mientras que el cambio regulatorio en D2 los bajó, debido a que ambas variables aparecen significativas en la gran mayoría de los casos, con un signo positivo y negativo, respectivamente. Es importante tener en mente que las variables D1 y D2, aparte de los cambios en regulación arriba descritos, también pueden estar capturando otros cambios ocurridos durante el período muestral. De hecho, nótese que si bien la bondad de ajuste del modelo con efectos período tiende a ser mejor, la ganancia en el R^2 es muy marginal. Debido a esto, a los problemas de multicolinealidad con efectos período arriba mencionados y a que interpretar el modelo con variables de regulación es mucho más limpio y sencillo que con el modelo con efectos período, es que vamos a usar las especificaciones CE,FE,D como el modelo base de cada uno de los paneles de las cuatro tablas.

Quinto, el hallazgo más relevante para el objetivo último de este estudio, es la presencia de economías en la escala de los aportes totales recolectados por las OPCs. Como explicamos en las secciones anteriores, recuérdese que los distintos modelos tienen formas distintas de capturar la existencia o no de economías a escala.

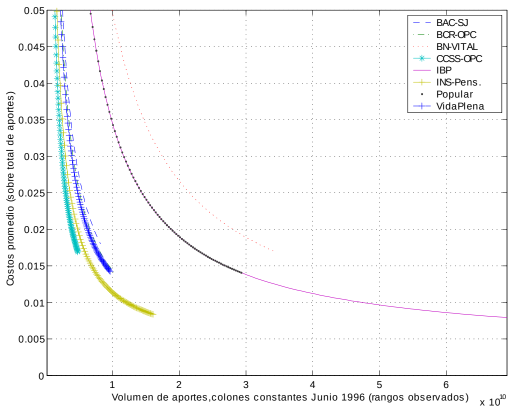
En los modelos en niveles hay dos fuerzas que indican rendimientos crecientes a escala: (i) obtenemos *costos fijos positivos* y estadísticamente significativos de la constante de regresión, que en estos casos representan estimados de los costos fijos (los efectos fijos no son reportados, pero más abajo veremos su impacto en los costos). Cuantitativamente, la magnitud de los costos fijos parece ser una fuente importante de rendimientos crecientes a escala; (ii) los modelos con términos cuadráticos generan *costos variables totales cóncavos* como función de los los aportes. Esto se puede observar por la preponderancia de los signos negativos en los términos cuadráticos.

Igualmente, en los modelos en logaritmos, obtenemos rendimientos crecientes a escala, a pesar que, por construcción, dichos modelos imponen costos fijos iguales a cero. En efecto, en los modelos lineales estimamos que la función de *costos tiene una elasticidad-producto menor que uno.* Es decir, los costos aumentan menos que proporcionalmente con la escala de aportes de las OPCs. Bajo dicha especificación, dada una elasticidad producto menor a uno, las funciones de costos son concavas per-se, pero dicho tendencia tiende a reforzarse con la aparición de estimados con signo negativo en los términos cuadráticos.

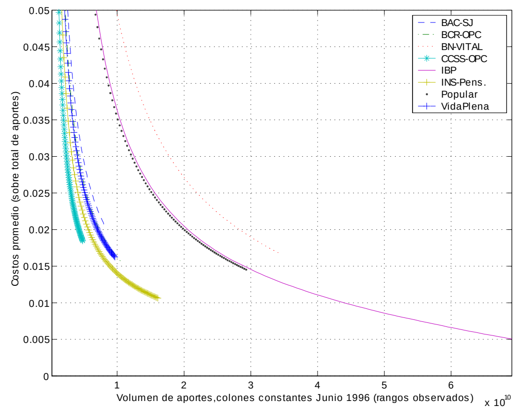
Todos estos hallazgos son comunes tanto para los modelos reducidos o uniproductos como también para los modelos multiproductos. Por desgracia, los modelos multiproductos contienen muchos más parámetros, lo cual dificulta en gran manera el poder analizar estos modelos a partir de los resultados de las tablas. Con el afán de presentar de manera diáfana los resultados de los modelos utilizados, en los Gráficos 1 y 2 presentamos el comportamiento que todos los modelos implican para los *costos promedios* (la razón de costos totales a productos totales) de dichos modelos.

Los gráficos 1 y 2 representan los costos promedios para las especificaciones CE,FE,D, que son las de base en los ocho modelos principales, i.e. para cada uno de los paneles en cada una de las tablas. Gráfico 1 contiene los resultados para el modelo uniproducto o modelo reducido, tanto en niveles (los dos paneles de arriba) como en logaritmos (los dos paneles de abajo), tanto en las especificaciones lineales (paneles de la izquierda) como las cuadráticas (paneles de la derecha). Gráfico 2 hace exactamente lo mismo pero para el modelo multiproducto.

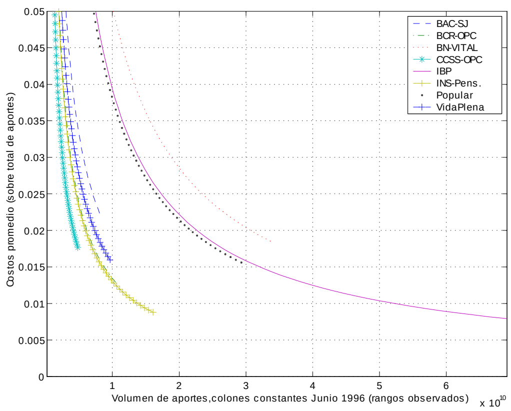
En cada uno de los paneles en Gráficos 1 y 2, se presentan ocho curvas de costos promedios, una para cada una de las OPCs activas en Costa Rica. Las curvas difieren entre sí debido a los efectos-fijo para cada OPCs que de esta especificación. El dominio de cada una de dichas curvas se grafica en función del volumen observado de captación de aportes durante el período muestral, expresados en colones constantes de Junio del 2008. En los casos de los modelos multiproductos, utilizamos la composición promedio observado por cada una de las OPCs. Es decir, permitimos que cada OPC tenga un *"mix"* distinto dentro de sus aportes totales. Finalmente, todos los gráficos fueron generados con $D1 = D2 = 1$, pues es el valor relevante al día de hou.



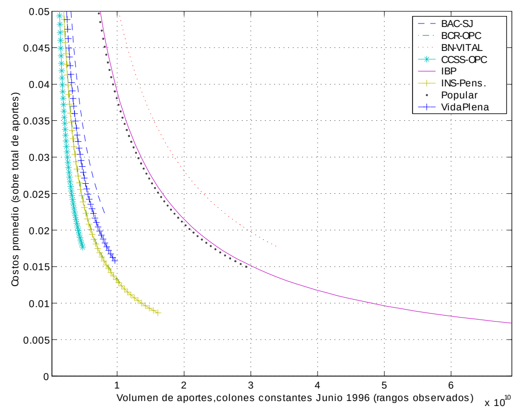
Modelo en niveles, lineal



Modelo en niveles, cuadrtico

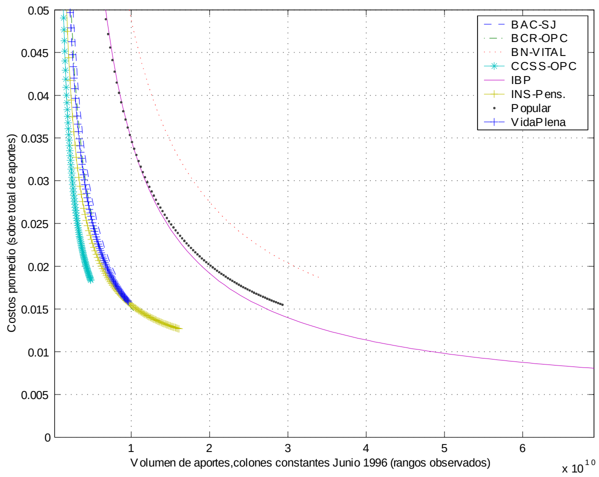


Modelo en logaritmos, lineal

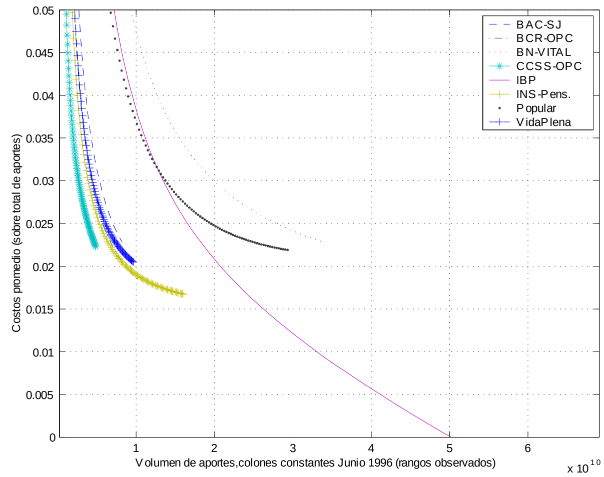


Modelo en logaritmos, cuadrtico

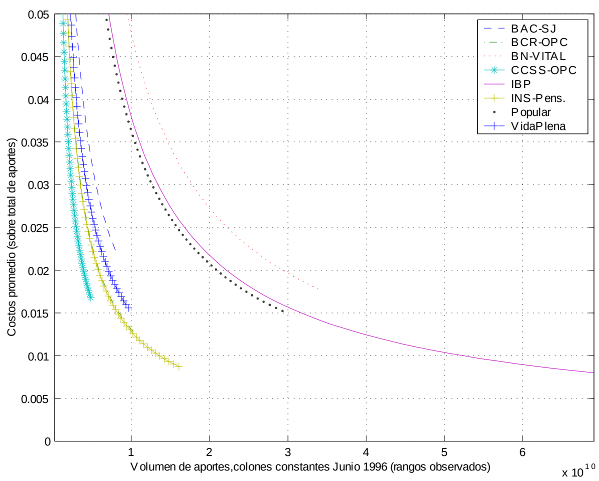
Figura 1: Costos Promedios inducidos por distintas versiones del modelo reducido



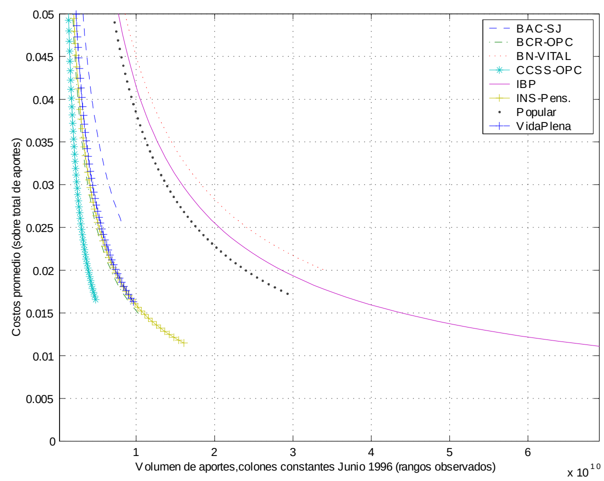
Modelo en niveles, lineal



Modelo en niveles, cuadrtico



Modelo en logaritmos, lineal



Modelo en logaritmos, cuadrtico.

Figura 2: Costos Promedios inducidos por distintas versiones del modelo multiproducto.

Uno de los hallazgos más sorprendentes, notables e importantes de este estudio es la enorme coincidencia de los distintos modelos en cuanto a sus predicciones de sus costos promedios. A pesar de la enorme diferencia en la estructura de los distintos modelos econométricos, todos ellos arrojan una visión casi idéntica acerca del comportamiento de los costos promedios. Este resultado es muy reconfortante con respecto a la solidez de los hallazgos centrales de este estudio, pues muestra que no dependen en ningún sentido relevante en el modelo que hallamos escogido, de todos los posibles aquí estudiados–que por lo demás son muchos.

Lo gráficos son sorprendentemente similares, y en algunos casos casi indistinguibles. En general, los costos promedio, por unidad de aportes, son decrecientes en el volumen total de aportes recibidos por las OPCs. Esto muestra, fehacientemente, la existencia de las economías a escala, tal y como recién discutíamos. Más aún, a pesar que la formulaciones en logaritmos y las cuadráticas en niveles no lo imponen, todos los costos promedios son funciones convexas.

Otro aspecto que resalta a la vista de los gráficos es que los distintos modelos son muy consistentes en cuanto a la heterogeneidad en la función de costos de las distintas OPCs. Por ejemplo, los costos de BN-Vital parecen ser consistente y significativamente más altos que el promedio, mientras CCSS-OPC parece tener una función de costos menor. Igualmente, hay importante variación en la escala de aportes totales de las distintas OPCs.

Con variaciones en los números precisos, los estimados de las funciones de costos para todas las OPCs parecen indicar que, todas y cada una de ellas, durante el período muestral, han sido capaces de alcanzar costos promedios menores del 2% del flujo de aportes. En algunos casos ese mínimo es mucho menor (véase Tabla 5 de la próxima sección).

Más aún, dadas las economías de escala y un mercado creciente de aportes en pensiones complementarias, se puede proyectar que, a menos que hayan cambios regulatorios adversos, los costos efectivos promedios de las OPCs pueden llegar a ser significativamente menores. Dicha proyección es bastante fuerte, dada la fuerte coincidencia en del gran número y variedad de los modelos considerados aquí. de la variedad de

6. Recomendaciones

En la sección anterior encontramos evidencia muy fuerte sobre la existencia de economías de escala, en el flujo de aportes, para la industria de las pensiones complementarias en Costa Rica. Más aún, encontramos que, en su gran mayoría, muy distintos modelos coinciden en mostrar funciones de costos promedio estrictamente decrecientes, convexos, y que indican que, con muy contadas excepciones, las OPCs activas en Costa Rica, durante el período muestral, fueron capaces de operar con costos promedios menores al 2% de los aportes totales recibidos.

Tabla 5: Costos Promedio Mínimos Estimados por los distintos modelos econométricos OPC activas en Costa Rica, Agosto 2001 a Junio 2008

(% de los aportes totales del periodo)

Operador	Modelo en Niveles				Modelo en logaritmos			
	Reducido		Multiproducto		Reducido		Multiproducto	
	Lineal	Cuadratico	Lineal	Cuadratico	Lineal	Cuadratico	Lineal	Cuadratico
BAC-SJ	1.80	2.04	1.86	2.28	2.21	2.21	2.18	2.55
BCR-OPC	1.39	1.58	1.46	1.83	1.29	1.28	1.26	1.47
BN-VITAL	1.71	1.69	1.87	2.28	1.83	1.77	1.77	2.00
CCSS-OPC	1.69	1.85	1.84	2.23	1.77	1.77	1.68	1.66
IBP	0.79	0.50	0.81	-0.95	0.79	0.73	0.80	1.11
INS-Pens	0.84	1.06	1.27	1.67	0.88	0.87	0.87	1.15
Popular	1.41	1.45	1.55	2.19	1.56	1.50	1.52	1.72
VidaPlena	1.42	1.63	1.58	2.05	1.60	1.58	1.56	1.63
Promedio	1.38	1.47	1.53	1.70	1.49	1.46	1.46	1.66
Mediana	1.41	1.60	1.57	2.12	1.58	1.54	1.54	1.64
Cuartil 25%	1.25	1.36	1.41	1.79	1.19	1.18	1.16	1.39
Cuartil 75%	1.69	1.73	1.84	2.24	1.78	1.77	1.70	1.79

Notas (1): Números computados de acuerdo a los aportes observados. Para el modelo multiproducto se usa la composición promedia observada para cada una de las OPC en los cuatro régimenes. En todos se presupone que el valor de las variables dummy es igual a uno, tal y como eran para Agosto, 2008. (2) El modelo cuadrático en niveles genera una curva de costos totales eventualmente decreciente con la escala, lo cual explica el estimado negativo para IBP por ese modelo.

En la Tabla 5 presentamos los costos promedios mínimos que los ocho modelos base estiman para cada una de las OPCs durante el período muestral de este estudio. El panel superior de la tabla reporta el valor de dichos mínimos, los cuales tambien se pueden inferir a partir de los gráficos 1 y 2, y que son computados usando la composición promedio de los aportes entre los distintos regímenes, ROP, RVC, RVD y FCL.

Tal y como se desprende de los gráficos, los números provenientes de los diferentes modelos son sorprendentemente similares, dadas las marcadas diferencias en la estructura y detalles de los distintos modelos. Existen sin embargo, algunas diferencias importantes. Por ejemplo, los modelos logarítimicos, por su propia construcción aseguran que los costos estimados sean positivos, mientras que una concavidad marcada en el modelo por niveles puede hacer posible que los costos estimados sean negativos como ocurre en el modelo multiproducto cuadrático en niveles para una de las OPCs.

El promedio de las cotas para los costos promedios mínimos observados varían del 1.38%al 1.70%, siendo el promedio más bien cercano al 1.5%. Las medianas arrojan un panorama parecido. En general, los modelos indican que con mucha plausibilidad, las OPCs pueden alcanzar costos promedios en el rango de 1.4% y 1.8% de los aportes de los trabajadores. Creemos que ese es un rango muy razonable para la fijación de comisiones máximas por parte de la SUPEN. Obsérvese que dicho rango es muy conservador, pues está determinado por los costos observados en el pasado y tomando como dado un número fijo de OPCs. En realidad, proyectaríamos que los costos pueden ser significativamente menores por dos razones. Primero, el volumen de los aportes va creciendo en el tiempo, dado que la población laboral y la productividad promedio de los trabajadores van creciendo en el tiempo. Segundo, omite la posibilidad de eliminar costos fijos reduntantes, consolidando y reduciendo el número de OPCs activas en el mercado.

En efecto, en la Sección 2, basado en teoría microeconómica básica y estándar, concluímos que, enfrentado a una industria con rendimientos crecientes a escala, un regulador maximizaría el bienestar del consumidor si concentrada la producción en un sólo productor pero imponiendo una tarifa máxima igual al costo promedio de satisfacer a la industria como un todo. De esta manera, la sociedad evitaría duplicar costos fijos innecesariamente y permitiría reducir los costos marginales de servir a cada consumidor.

En este trabajo, no proponemos llegar a ese extremo. Creemos que el modelo estándar puede estar obviando aspectos importantes de la dinámica competitiva en una industria, y que la existencia de varias OPCs es deseable, pues puede permitir flexibilidad en la industria y generar incentivos a la innovación que no están incorporados.

Proponemos que la SUPEN cambie el esquema actual de comisiones a uno en el cual, los trabajadores paguen solamente un comisión en un rango entre 1.4%. y 1.8% de cada aporte mensual. Con dichas tarifas, de acuerdo a los datos recabados y a los modelos estimados en este estudio, una pluralidad de las OPCs activas son financieramente factibles y estaríamos acercándonos a la maximización del bienestar de los aportes, objetivo último de las acciones de la SUPEN.

Somos conscientes que comisiones sobre aportes no son las más populares en los distintos mercados de pensiones complementaries en el mundo. Por lo tanto, en la siguiente subsección, calculamos y proponemos comisiones sobre saldos (aportes acumulados más rendimientos compuestos) que son equivalentes a las propuestas aquí.

6.1. Tarifas Equivalentes sobre Saldos

Como explicamos anteriormente, una función de costos se define en función de los productos de la empresa. En este trabajo hemos estimado dicha función argumentando que los la principal actividad productiva de una OPCs está en la recepción y administración de los aportes del período. Con los resultados econométricos pudimos derivar de una manera directa y sencilla una propuesta para la fijación de comisiones máximas en términos de los aportes del período.

En dicho esquema, los trabajadores pagan sobre cada colón (o dolar americano) en su balance sólo una vez, en el período en el que dicho colón (o dolar americano) es aportado. Obviamente, dicho esquema es actuarialmente equivalente a muchos otros. Uno de esos esquemas es cobrar una tarifa sobre saldos, i.e., el monto acumulado de aportes y sus rendimientos compuestos. En dicho esquema, la base sobre la cual se cobra la tarifa va creciendo por la acumulación de los aportes y sus rendimientos, y no sólo por la posibilidad que el flujo de aportes sea creciente en el tiempo, debido a la experiencia laboral del contribuyente.

Para poder calcular las tasas equivalentes es necesario poder calcular el valor presente neto esperado de los distintos pagos definidos por los distintos esquemas. En esta última sección mostramos la relación de equivalencia entre las comisiones sobre el flujo de aportes y las comisiones sobre saldos, y las calculamos ante distintos escenarios de crecimiento, inflación, rendimientos y horizonte de contribución.

6.1.1. Equivalencia de comisiones sobre aportes y sobre saldos

Los ingresos nominales de un contribuyente, en promedio, pueden representarse por

$$y_t = P_0 y_0 \left(1+g\right)^t \left(1+\pi\right)^t, \tag{6.1}$$

donde g es la tasa promedio de crecimiento de los ingresos reales de cada contribuyente y π es la tasa de inflación. Aquí P_0 es el nivel de precio e y_0 el nivel de ingresos del trabajador en el período cero. Denotemos también $0 < \delta < 1$ la tasa de contribución al fondo de pensiones, y por lo tanto, el flujo de aportes a_t del individuo en cada uno de los $T > 0$ períodos de su vida laboral es igual a $a_t = \delta y_t$. Como veremos próximamente, el nivel de δ, y_0 y P_0 no tienen ningún impacto en el calculo de la relación de equivalencia entre la tasa de comisiones o tarifas sobre el flujo de aportes, τ^A, y la tasa de comisiones o tarifa sobre el saldo, τ^S.

Cuando la comisión es sobre los aportes, el valor present neto de las comisiones cobradas por la OPC al trabajador, el saldo de la cuenta de un trabajador al final de cualquier período t, está dado por

$$S_t = \left(1-\tau^A\right) c_t + \left(1+R^P\right) S_{t-1.} \tag{6.2}$$

Aquí R^P denota el rendimiento nominal de los fondos de pensiones, los cuales, para mayor generalidad, estamos suponiendo pueden diferir (pero no necesariamente) de la tasa de interés nominal con que las OPCs valoran los flujos futuros de recursos. Más aún, el rendimiento real r^P de los fondos de pensiones está definido implícitamente por el rendimiento nominal R^P y la tasa de inflación, i.e. $r^P = (1+R)/(1+\pi) - 1$.

Sustituyendo recursivamente, al momento de retirarse al final del período $T-1$, (o al principio del período T), el trabajador tiene un saldo nominal en su cuenta de pensiones igual a

$$\begin{aligned} S_{\text{Retiro}}^{\text{COM.APORTES}} &= \sum_{j=0}^{T-1} \left(1+R^P\right)^j \left(1-\tau^A\right) c_{T-1-j} && (6.3) \\ &= \left(1-\tau^A\right) \delta y_0 P_0 \left(1+\pi\right)^{T-1} \left[\frac{\left(1+r^P\right)^T - \left(1+g\right)^T}{r^P - g}\right], && (6.4) \end{aligned}$$

donde la ultima expresión se obtiene al utilizar la ecuación de y_t, simples resultados de álgebra básica bajo el supuesto que $r^P \neq g$ y simplificar.

Consideremos ahora el esquema de comisiones sobre saldos. En este esquema, al final de cualquier período t la OPC cobra una comisión de τ^S sobre el saldo acumulado, que resulta de las contribuciones c_t del período y $\left(1+R^P\right) S_t$, el saldo acumulado hasta el período anterior más los rendimientos del período sobre ese saldo. Por lo tanto, el trabajador termina el período t con un saldo S_t neto de comisiones iguales a

$$S_t = \left(1-\tau^S\right) \left[c_t + \left(1+R^P\right) S_{t-1}\right]. \tag{6.5}$$

Nótese que una comisión sobre saldos τ^S va más allá de simplemente determinar la fracción del VPN que el trabajador transfiere a la OPC en forma de comisiones, sino que también, dado una serie de aportes, determina la tasa de crecimiento (rendimientos) de los saldos.

Sustituyendo recursivamente, al momento de retirarse al final del período $T-1$, (o al principio del período T), bajo este esquema de comisiones el trabajador tiene un saldo nominal en su cuenta de pensiones igual

$$S_{\text{Retiro}}^{\text{COM.SALDOS}} = \sum_{j=0}^{T-1} \left[\left(1+R^P\right)\left(1-\tau^S\right)\right]^{-j}\left(1-\tau^S\right) c_{T-1-j}, \tag{6.6}$$

$$= \left(1-\tau^S\right)\delta P_0 y_0 \left(1+\pi\right)^{T-1} \frac{\left[\left(1+r^P\right)\left(1-\tau^S\right)\right]^T-(1+g)^T}{\left(1+r^P\right)\left(1-\tau^S\right)-(1+g)} \tag{6.7}$$

Por lo tanto, desde el punto de vista del contribuyente las tasas τ^S y τ^A son actuarialmente equivalentes si

$$S_{\text{Retiro}}^{\text{COM.APORTES}} = S_{\text{Retiro}}^{\text{COM.SALDOS}}, \tag{6.8}$$

o sea, si

$$\left(1-\tau^A\right)\left[\frac{\left(1+r^P\right)^T-(1+g)^T}{r^P-g}\right] = \left(1-\tau^S\right)\frac{\left[\left(1+r^P\right)\left(1-\tau^S\right)\right]^T-(1+g)^T}{\left(1+r^P\right)\left(1-\tau^S\right)-(1+g)}, \tag{6.9}$$

que es la expresión resultante de eliminar el factor común $\delta y_0 P_0 \left(1+\pi\right)^{T-1}$.

Nótese que, desafortunadamente, no se puede obtener una expresión en forma cerrada de τ^S como función de τ^A. Lo que sucede, tal y como explicamos arriba, es que la comisión sobre saldos τ^S va más allá de simplemente determinar la fracción del valor que el trabajador transfiere a la OPC en forma de comisiones, sino que también, dado una serie de aportes, determina la tasa de crecimiento (rendimientos) de los saldos. Sin embargo, si podemos muy fácilmente establecer la inversa de dicha función, i.e. para una tasa τ^S, cual es la tasa sobre aportes que le es actuarialmente equivalente. Asimismo, la relación de equivalencia puede ser establecida numericamente con suma facilidad. El código de Matlab "*Equivalencia.m*" que adjuntamos puede ser utilizado con esos fines.

6.1.2. Comisiones propuestas en caso que se definan sobre saldos

Con base en los resultados econométricos y en la relación de equivalencia (6.9) derivada en la subsección anterior se procedemos a complementar nuestras recomendacione explorando cuales serían las comisiones equivalentes sobre saldos. En este paso es importantísimo observar que dicha relación está determinada por tres parámetros fundamentales: el rendimiento r^P de los fondos de pensión, la tasa de crecimiento g de los aportes de los trabajadores y el número de períodos con de contribución T. Nótese que entre mayor sea T, mayor es el saldo a acumular y, para alcanzar la equivalencia con una τ^A dada, menor sería la comisión equivalente τ^S.

Cabe destacar los datos a partir de los cuales estimamos las funciones de costos son mensuales, esto en parte para tener grados de libertad en la estimación de parámetros y discernir la bondad de ajuste de los distintos modelos. Sin embargo, convencionalmente las comisiones sobre saldos se define en términos anuales. Obsérvese sin embargo, que las comisiones sobre aportes mensuales se definen a partir de la razón del flujo de costos mensuales al flujo de aportes mensuales, y esa razón puede tomarse como muy cercana a la equivalente para años. Por lo tanto, las tasas anuales equivalentes se pueden computar usando (6.9) pero usando las tasas anuales para g y r^P e interpretando T como el número de años.

Una estimación precisa de los valores de g o r^P o de propuestas que determinen el valor de T o de r^P, cae fuera del alcance de este estudio, cuyo objetivo central estaba sólamente en la estimación de la función de costos. Sin embargo, podemos computar las tasas equivalentes τ^S para valores empíricamente plausibles de g, r^P y T, para los límites del rango recomendado para τ^A, i.e. $\tau^A = 1.4\%$ y $\tau^A = 1.8\%$. También, reportamos las tasas equivalentes ante dos escenarios que se salen de nuestro recomendación. El primero es una tasa de aportes igual a 4%, y la segunda es un plazo de equivalencia igual a $T = 5$, i.e. la la igualdad de saldos (6.8) es para sólo 5 años.

Tabla 6: Tasas de Comisión sobre saldos, equivalente a las propuestas sobre aportes

Horizonte	Tasa de crecimiento aportes	$\tau^A = 1.4\%$			$\tau^A = 1.8\%$			$\tau^A = 4\%$		
		Rendimiento Fondos Pensiones			Rendimiento Fondos Pensiones			Rendimiento Fondos Pensiones		
		r^P=2%	r^P=5%	r^P=8%	r^P=2%	r^P=5%	r^P=8%	r^P=2%	r^P=5%	r^P=8%
T=20	g=1.0%	0.13%	0.12%	0.11%	0.17%	0.15%	0.14%	0.38%	0.35%	0.32%
	g=1.5%	0.13%	0.12%	0.11%	0.17%	0.16%	0.15%	0.38%	0.35%	0.33%
	g=2.5%	0.14%	0.13%	0.12%	0.18%	0.16%	0.15%	0.40%	0.36%	0.34%
T=35	g=1.0%	0.07%	0.06%	0.06%	0.10%	0.08%	0.07%	0.22%	0.19%	0.17%
	g=1.5%	0.08%	0.07%	0.06%	0.10%	0.09%	0.08%	0.22%	0.19%	0.17%
	g=2.5%	0.08%	0.07%	0.06%	0.10%	0.09%	0.08%	0.23%	0.20%	0.18%
T=5	g=1.0%	0.47%	0.46%	0.45%	0.60%	0.59%	0.58%	1.35%	1.32%	1.30%
	g=1.5%	0.47%	0.46%	0.45%	0.60%	0.59%	0.58%	1.35%	1.33%	1.30%
	g=2.5%	0.47%	0.46%	0.45%	0.61%	0.60%	0.58%	1.36%	1.34%	1.31%

La Tabla 6 muestra tres paneles con las tasas equivalentes para los distintos niveles de tasas sobre aportes. En cada panel mostramos los resultados para tres tasas de crecimiento de los ingresos (y de los aportes) de los trabajadores para tres niveles de tasas de rendimientos de los fondos de pensiones. Finalmente, el ejercicio se realiza con tres distintos horizontes de equivalencia. Tanto $T = 20$ como $T = 35$ pueden pensarse como estimados extremos del horizonte de contribuciones en los fondos de pensiones mientras que $T = 5$ es mejor visto como un horizonte de regulación, a partir del cual la SUPEN puede re-evaluar sus políticas sobres las comisiones.

Como anticipabamos, las comisiones sobre saldos son mucho menores –un orden de magnitud menores– a las comisiones equivalentes sobre aportes. El hecho que las comisiones sobre saldos impliquen que la OPC cobre repetidamente sobre los aportes pasados hace que, para que dos tasas sean actuarialmente equivalentes, la tasa que repite cobros sea menor que la tasa en la que la OPC cobra sólo una vez por cada aporte. Nótese que entre mayor sea el horizonte que define la equivalencia, menor es la tasa sobre saldos, pues mayor es la repetición. Obviamente, entre mayor sea la tasa τ^A, mayor es la tasa equivalente τ^S. También, entre mayor sea g o menor sea r^P, mayor es la tasa equivalente τ^S.

6.1.3. Costos del SICERE

Uno de los aspecto más sorprendentes que encontramos a la hora de realizar este estudio es la altísima comsión que las OPC deben pagarle al Sistema Centralizado de Recaudación (SICERE). Las OPCs asumen un costo de 1% sobre los aportes de cada trabajador. Dicho porcentaje nos parece excesivo, pues se cargan por transacciones que una vez establecidas por primera vez, podrían o deberían ser (o efectivamente son) automatizadas, de forma tal que tengan costos mínimos.

Naturalmente, los costos de la SICERE terminan siendo traspasados de las OPCs a los trabajadores, y redundan en una pensión menor. Para darnos una idea, un trabajador que en este momento $300,000$ colones mensuales, espere cotizar por 35 años, sus ingresos crecen 2.5% en términos reales cada año y la tasa de interés y de retorno es inicie 3% anual, va terminar con un saldo a la hora de pensionarse $3,252.615$ (colones reales de hoy) menor solo por las cargas del SICERE! Equivalentemente, dicho trabajador está pagando más de un millón de colones en valor presente, específicamente $1,155.925$ colones a la hora de entrar en el mercado laboral.

Dichos números pueden ser mucho más altos. Por ejemplo, un profesional puede empezar ganando 500.000 o tener ingresos que crezcan a una tasa anual de 7%. En el primer caso, los costos definidos arriba son $5,421.025$ y $1,926.542$, respectivamente. En el segundo caso, son $7,399.334$ y $2,629.601$, respectivamente. Combinando el mayor ingreso de entrada y la mayor tasa de crecimiento, arrojan costos iguales a $12,332.224$ y $4,382.668$, respectivamente.

6.1.4. Observaciones finales

Los estimados econométricos sobre la función de costos permite obtener, directamente, un rango de comisiones sobre aportes a partir del cual las OPCs puedan operar y ser financieramente factibles. Como mostramos en la sección anterior, una vez definidos los parámetros que gobiernan el crecimiento de los aportes y de la tasa de rendimiento de los fondos de pensiones, se puede calcular de manera relativamente sencilla, comisiones sobre saldos que son actuarialmente equivalentes.

Sin embargo, los dos esquemas de comisiones difieren en aspectos importantes, los cuales, a pesar de no ser el foco de este estudio, conviene discutir a la luz de los resultados aquí presentados y propuestos.

Es sencillo observar que las comisiones sobre saldos y sobre aportes que son actuarialmente distintas difieren en aspectos financieros y de incentivos económicos. Financieramente, las comisiones sobre saldos generan cobros de comisiones crecientes en el tiempo para la operadora. Conforme el saldo de la cuenta va a aumentando con la acumulación de los aportes y con los rendimientos sobre saldos pasados, la OPC cobra sobre una base que crece a una tasa más que exponencial. Con comisiones sobre saldos, las comisiones sólo crecen a una tasa exponencial igual a la tasa de crecimiento de los aportes mismo. Por lo tanto, bajo un esquema de saldos, las OPC potencialmente necesitarían financiar sus operaciones externamente, mientras los saldos van acumulándose. Más aún, con mercados financieros imperfectos es posible que los esquemas de saldos den lugar a problemas de liquidez de corto plazo para las OPC, principalmente para las nuevas. Más aún, la necesidad inicial de liquidez de las OPCs jóvenes podrían inducirlas a incurrir en niveles de deuda los cuales generan otra gama de problemas de incentivos.

Con respecto a los incentivos para la administración de las OPCs, los dos esquemas también son diferentes. Por un lado, dado que bajo las comisiones sobre saldos se gana con los rendimientos sobre las inversiones, entonces las OPCs van a tener el incentivo de optimizar los rendimientos en sus inversiones. Estos incentivos beneficiosos no los tiene el esquema sobre aportes, pues la OPC cobra independiente de los ingresos. Sin embargo, los rendimientos determinan a la larga el volumen de aportes que una OPC recibe, y dada la magnitud de economías de escala documentadas en este estudio, esto podría ser suficiente como incentivo. Por otro lado, la comisiones sobre saldos generan el incentivo perverso entre las OPCs de intentar despojarse unas de las otras de sus clientes, especialmente aquellos que hayan acumulado fondos suficientes. Si bien la compentencia es indudablemente una fuerza positiva en el comportamiento de cualquier industria, el incentivo a hacer de "cherry-picking" el limite superior de los saldos puede generar ineficiencia por la excesiva rotación de aportantes entre OPCs, y más perjudicial aún, generar barreras a la entrada adicionales, y la posible renovación recurrente, de la industria de operadoras de pensiones.

References

[1] Aguilera, N. y Velásquez, C. (2005) Economías de escala en la industria de las administradoras de fondos de pensiones, un enfoque semiparamétrico. Premio de Pensiones. 2005

[2] Apella, I. y Maceira, D. (2004) Economías de escala y barreras a la entrada en el mercado argentino de AFPJ Argentina: CEDES.

[3] Bikker J.A. y de Dreu J. (2006) Pension Fund Efficiency: The Impact of Scale, Governance and Plan Design. DNB Working Paper N° 109.

[4] Brahmi-Belghith, B. (2006) Determinants of French structure fund ownership costs. Paris: Institut de Rescherche en Gestion et Ecole Supérieure des Affaires.

[5] Budnevich, C. et al. (2003) Economías de escala y economías de ámbito en el sistema bancario chileno [en línea]. Chile: Banco Central de Chile. Documento de Trabajo. Núm. 93.

[6] James, E., et at. (2001) Administrative costs and the organization of individual account systems: A comparative perspective. En: New ideas about old age security, Washington DC: Banco Mundial. Versión revisada en: Private pension systems - Administrative costs and reforms, Paris: OCDE, 2001.

[7] McAllister, P. y McManus, D. (1993) Resolving the scale efficiency puzzle in banking. Journal of Banking and Finance. Vol, 17, núm. 2-3, p. 389-405. Mimeo.

[8] Mitchell, O. (1996) Administrative costs in public and private retirement systems. Cambridge, MA: NBER. Documento de Trabajo. Núm. 5734

[9] Molina, J. y Roldán, O. (2005) Las Afores, Empresas de escala reducida. Mexico: CONSAR. Documento de Trabajo. Núm. 1.

[10] Noulas, A. et al. (1990) Returns to scale and input substitution for large U.S. banks. Journal of Money, Credit and Banking. Vol. 22, núm. 1, p. 94 – 108. Mimeo.

[11] Valdés, S. (1994) Administrative charges in pensions in Chile, Malaysia, Zambia and the United States. Washington, DC: Banco Mundial. Policy Research Working Paper. Núm. 1372

[12] Valdés, S. (1999) Costos administrativos en un sistema de pensiones privatizado. Harvard Institute for International Development. Development Discussion Paper. Núm. 677. Mimeo.

[13] Whitehouse, E. (2000) Administrative charges for funded pensions: Comparison and assessment of 13 countries. Washington, DC: Banco Mundial. Social Protection Discussion Paper Series. Núm. 16.

A. Programas de MATLAB

Con el objetivo de permitir la replicación de nuestros resultados y también el poder usar otras especificaciones o el uso futuro de nuestros modelos para la estimación de costos, a continuación adjutamos el texto de los dos principales programas usados en las estimaciones estadísticas de este trabajo. Los datos que utiliza el programa están en versión txt, datos separados por comas, y también se adjuntan.

Nótese que los programas están automatizados para escoger entre las muchas opciones de estimación, tal y como se explica en detalle en el texto. Las instrucciones para escoger entre estas opciones está al inicio del programa EstimaCostos.m.

```
path(path,'f:\SUPEN\')
clear all
% warning off
format long E
clc
more on


% OPCIONES: nada mas cambiar el valor de los indices, y el programa los hac↙
e automaticamente

IL=1;         %   IL=0, modelo en niveles, IL=1, modelo en logaritmos
IP=1;         %   IP=0, suma productos (ROP+RVC+RVD+FCL), IP=1, productos se↙
parados (ROP,RVC,RVD,FCL)
IO=1;         %   IO=0, modelo en primer orden,i.e. equation lineal;IO=1, mo↙
delo en segundo orden, i.e. ecuacion cuadratica

IR=1;         %   IR=0, costos iguales a gastos generales, IR=1, costos=gast↙
os generales+intereses implicitos sobre patrimonio (usando tasa de interes ↙
pasiva)
IQ=0;         %   IQ=0, modelo en flujos, IQ=1, modelo incorporando stock pa↙
ra medir learning-by-doing y economias escala dinamicas.
IE=1;         %   IE=0, OLS, IP=1, efectos fijos
IT=0;         %   IT=0, FE solamente, sin efectos periodo, IT=1, efectos per↙
iodo
ID=1;         %   ID=0, sin incluir cambios regulacion, ID=1, cambios de reg↙
ulacion.

% Datos:
    % Periodos=83: Datos Mensuales, Agosto 2001 a Junio 2008
    % Operadores=8: [BAC-SJ,BCR-OPC,BN-VITAL,CCSS-OPC,IBP,INS-Pensiones,Pop↙
ular,VidaPlena]
T=83;          %   # meses
N=8;           %   # OPCs

% VariablesComunes: VarCom=[IndSalNom,IPProdInd,IndPServ,TCRMult,TBasPasv,T↙
BasPasvM,Cambio1,Cambio2]
load VariablesComunes.txt -ascii
    VarCom=VariablesComunes;
    Salarios  =  VarCom(:,1)./VarCom(end,1);
    Servicios =  VarCom(:,3)./VarCom(end,3);
    PrecProd  =  VarCom(:,2)./VarCom(end,2);
    D1        =  VarCom(:,end-1);  %Variables dummy de cambios en la regula↙
cion
    D2        =  VarCom(:,end);
    W1= Salarios;
    W2= Servicios;
    P = PrecProd;
```

```
% Algunas variables X que conviene definir de una vez
    U=ones(T*N,1);      % vector de unos para regeresiones OLS
    w1 = kron(ones(N,1),W1);
    w2 = kron(ones(N,1),W2);
    p  = kron(ones(N,1),P);
    d1 = kron(ones(N,1),D1);
    d2 = kron(ones(N,1),D2);
% VarIndividuales:
% Costos:
% GastosGenerales, GastosEconomicos
    load GastosOperativos.txt -ascii
        GG=GastosOperativos;
        lGG=log(GG);
    load CostosEconomicos.txt -ascii
        CE=CostosEconomicos;
        lCE=log(CE);
%  load flujos, i.e. aportes del periodo.
    load ROPf.txt -ascii
    load RVCf.txt -ascii
    load RVDfc.txt -ascii
    load FCLf.txt -ascii
        F1 =ROPf;
        F2 =RVCf;
        F3 =RVDfc;
        F4 =FCLf;
        FT =F1+F2+F3+F4;
        f1 =log(ROPf);
        f2 =log(RVCf);
        f3 =log(RVDfc);
        f4 =log(FCLf);
        fT=log(FT);
% stockFondos
    load StockROP.txt -ascii
        Q=reshape(StockROP,T*N,1)./p;
        lQ=reshape(log(StockROP),T*N,1)-log(p);
% Fixed Effects
    % A total of 8 dummies, one for each OPC
        UT=ones(T,1);
        FE=kron(eye(N),UT);
% Time Effects
    % A total of 83 dummies, one for each period
        UN=ones(N,1);
        TE=kron(UN,eye(T));
if IL==0,
    X1=F1;
    X2=F2;
    X3=F3;
    X4=F4;
    XT=FT;
```

```
    if IR==0,
        Y=GG;
    else
        Y=CE;
    end
    y=reshape(Y,T*N,1)./p;
    x1=reshape(X1,T*N,1)./p;
    x2=reshape(X2,T*N,1)./p;
    x3=reshape(X3,T*N,1)./p;
    x4=reshape(X4,T*N,1)./p;
    xT=reshape(XT,T*N,1)./p;
else,
    X1=f1;
    X2=f2;
    X3=f3;
    X4=f4;
    XT=fT;
    if IR==0,
        Y=lGG;
    else
        Y=lCE;
    end
    y=reshape(Y,T*N,1)-log(p);
    x1=reshape(X1,T*N,1)-log(p);
    x2=reshape(X2,T*N,1)-log(p);
    x3=reshape(X3,T*N,1)-log(p);
    x4=reshape(X4,T*N,1)-log(p);
    xT=reshape(XT,T*N,1)-log(p);
end
% XC es la matriz de covariates aparte de la constante o los Efectos fijo y↙
 de periodo
if IP==0,
    if IO==0,
        XC=xT;
    else
        XC=[xT,xT.^2];
    end
else
    if IO==0,
        XC=[x1,x2,x3,x4];
    else
        XC=[x1,x2,x3,x4, x1.^2,x1.*x2,x1.*x3,x1.*x4,x2.^2,x2.*x3,x2.*x4,x3.↙
^2,x3.*x4,x4.^2];
    end
end

% Incluyendo la opcion de economias dinamicas a escala.
if IQ==1
    if IL==0,
```

```
        XC=[XC,Q];
    else
        XC=[XC,lQ];
    end
end

if ID==1,
    if IP==1,
        XC=[XC,d1,d2];%,d1.*x1,d1.*x2,d1.*x3,d1.*x4,d2.*x1,d2.*x2,d2.*x3,d2↙
.*x4]; %% agregar si se quiere introducir interacciones
    else
        XC=[XC,d1,d2];%,d1.*xT,d2.*xT];  %% agregar si se quiere introducir↙
 interacciones
    end
end

[Lc, Nc]=size(XC); % Nc, numero de columnas o regresores de interes

% Min.Cuad.Ordinarios o Efect.Fijos&Efect.Tiempo
if IE==0,
    X=[XC,U];
else
    X=[XC,FE];%,TE(:,2:end)];
    if IT==1,
        X=[X,TE(:,2:end)];
    end

end

[nn,k]=size(X);
bb=inv(X'*X)*X'*y;
e=y-X*bb;
Ve=e'*e/(nn-k);
Vb=Ve*inv(X'*X);
tb=bb./sqrt(diag(Vb));
R2=1-e'*e/((y-mean(y))'*(y-mean(y)));

OPCnames = ['BAC-SJ   ';
            'BCR-OPC  ';
            'BN-VITAL ';
            'CCSS-OPC ';
            'IBP      ';
            'INS-Pens.';
            'Popular  ';
            'VidaPlena'];


disp('coef.regresores')
disp([bb(1:Nc)])
```

```
disp('t-student.regresores')
disp([tb(1:Nc)])


disp('constante o FE')
if IE==0,
    disp('constante en regresion MCO')
    disp([bb(Nc+1)])
    disp('t-student constante')
    disp([tb(Nc+1)])

else
    disp('Efectos Fijos')
%     disp([bb(Nc+1:Nc+8)])

%     figure(1)
%     plot(1:T-2,
end

disp('R2')
disp([R2])


% Report=[bb(1),tb(1),bb(2),tb(2),bb(3),tb(3),bb(4),tb(4),bb(5),tb(5),bb(6)↙
,tb(6),bb(7),tb(7),R2,nn-k]'
% Report=[bb(1),tb(1),bb(2),tb(2),R2,nn-k]'
```

```
% Graficos de costos promedios
% ponderaciones
% Presume que en la estimacion se incluyo efectos fijos

Ns=100;
oo=ones(Ns,1);
% Nivel de precios en forma matricial
PP=kron(ones(1,8),P);
pp=kron(ones(1,8),log(P));

if IL==1,
    % Modelo en logs
    v1=sum(f1-pp)./sum(fT-pp);
    v2=sum(f2-pp)./sum(fT-pp);
    v3=sum(f3-pp)./sum(fT-pp);
    v4=sum(f4-pp)./sum(fT-pp);
    lXL  =   min(fT-pp);
    lXH  =   max(fT-pp);

    for j=1:8,
    lxL=lXL(j);
    lxH=lXH(j);
    lx=linspace(lxL,lxH,Ns)';
    lXX(:,j)=lx;
if IP==1,
w1=v1(j);
w2=v2(j);
w3=v3(j);
w4=v4(j);
    if IO==1,
        ww=[w1,w2,w3,w4, w1.^2, w1.*w2, w1.*w3, w1.*w4, w2.^2, w2.*w3, w2.*↙
w4, w3.^2, w3.*w4,w4.^2, 1, 1, 1]';
        lXstack=[lx , lx, lx, lx,  lx.^2, lx.^2  ,   lx.^2,   lx.^2,  lx.^2↙
,   lx.^2,   lx.^2,  lx.^2,   lx.^2, lx.^2,oo,oo,oo];
    else
        ww=[w1,w2,w3,w4,  1,  1,  1]';
        lXstack=[lx , lx, lx, lx, oo, oo, oo];
    end
    bbE(:,j)=[bb(1:Nc);bb(Nc+j)];
    lCT(:, j)=lXstack*(ww.*bbE(:,j));
    CM(:, j)=exp(lCT(:, j)-lx);
else
    if IO==1,
        lXstack=[lx , lx.^2,oo,oo,oo];
    else
        lXstack=[lx ,oo, oo, oo];
    end
    bbE(:,j)=[bb(1:Nc);bb(Nc+j)];
    lCT(:, j)=lXstack*bbE(:,j);
```

```
    CM(:, j)=exp(lCT(:, j)-lx);
end

XX=exp(lXX);
end
figure(10)
plot(XX(:,1),CM(:,1),'--',XX(:,2),CM(:,2),'-.',XX(:,3),CM(:,3),':',XX(:,4),↙
CM(:,4),'*-',XX(:,5),CM(:,5),'-',XX(:,6),CM(:,6),'v-',XX(:,7),CM(:,7),'d-',↙
XX(:,8),CM(:,8),'^-')
legend('BAC-SJ   ','BCR-OPC  ','BN-VITAL ','CCSS-OPC ','IBP', 'INS-Pens.', ↙
'Popular','VidaPlena');



else,




% Modelo en niveles
    % estimacion ponderaciones promedio
        % para cada OPC
        V1=sum(F1.*PP)./sum(FT.*PP);
        V2=sum(F2.*PP)./sum(FT.*PP);
        V3=sum(F3.*PP)./sum(FT.*PP);
        V4=sum(F4.*PP)./sum(FT.*PP);

% a nivel agregado
VA1=sum( sum(F1.*PP))./sum(sum(FT.*PP));
VA2=sum( sum(F2.*PP))./sum(sum(FT.*PP));
VA3=sum( sum(F3.*PP))./sum(sum(FT.*PP));
VA4=sum( sum(F4.*PP))./sum(sum(FT.*PP));


XL  =   min(FT./PP);
XH  =   max(FT./PP);

for j=1:8,
xL=XL(j);
xH=XH(j);
x=linspace(xL,xH,Ns)';
XX(:,j)=x;

if IP==1,
w1=V1(j);
w2=V2(j);
w3=V3(j);
w4=V4(j);
    if IO==1,
```

```
        ww=[w1,w2,w3,w4, w1.^2, w1.*w2, w1.*w3, w1.*w4, w2.^2, w2.*w3, w2.*↙
w4, w3.^2, w3.*w4,w4.^2, 1, 1, 1]';
        Xstack=[x , x, x, x,  x.^2, x.^2  ,   x.^2,   x.^2,  x.^2,   x.^2, ↙
  x.^2,  x.^2,   x.^2, x.^2,oo,oo,oo];
    else
        ww=[w1,w2,w3,w4,  1,  1,  1]';
        Xstack=[x , x, x, x, oo, oo, oo];
    end
    bbE(:,j)=[bb(1:Nc);bb(Nc+j)];
    CT(:, j)=Xstack*(ww.*bbE(:,j));
    CM(:, j)=CT(:, j)./x;


else
    if IO==1,
        Xstack=[x , x.^2,oo,oo,oo];
    else
        Xstack=[x ,oo, oo, oo];
    end
    bbE(:,j)=[bb(1:Nc);bb(Nc+j)];
    CT(:, j)=Xstack*bbE(:,j);
    CM(:, j)=CT(:, j)./x;
end


end

figure(10)
plot(XX(:,1),CM(:,1),'--',XX(:,2),CM(:,2),'-.',XX(:,3),CM(:,3),':',XX(:,4),↙
CM(:,4),'*-',XX(:,5),CM(:,5),'-',XX(:,6),CM(:,6),'v-',XX(:,7),CM(:,7),'d-',↙
XX(:,8),CM(:,8),'^-')
legend('BAC-SJ   ','BCR-OPC  ','BN-VITAL ','CCSS-OPC ','IBP', 'INS-Pens.', ↙
'Popular','VidaPlena');


end  % logs or levels



disp('Costos Minimos Factibles Observados')
min(CM)'*100
```