

**IMPACTO DE LAS INVERSIONES EN TECNOLOGÍA DE LA
INFORMACIÓN EN LA EFICIENCIA DE LOS BANCOS.
EL CASO DE LA ARGENTINA^I
IMPACT OF INVESTMENTS IN INFORMATION
TECHNOLOGY IN THE EFFICIENCY OF BANKS.
THE CASE OF ARGENTINA**

Ángel Agustín Argañaraz^{II}

Resumen

Las tecnologías de información (TI) constituyen para las organizaciones una herramienta indispensable para el logro de ventajas competitivas en un contexto sumamente cambiante. Resulta necesario conocer el impacto de la utilización de la TI sobre la *performance* de los bancos con el fin de poder justificar sus inversiones y sustentar ventajas competitivas como fuertes impulsores del desarrollo económico de los países. El propósito de este trabajo consiste en desarrollar un modelo para analizar el impacto de las inversiones en TI en la eficiencia operativa de los bancos comerciales argentinos. Se aplicó el método de investigación operativa con la aplicación de la técnica *data envelopment analysis* (DEA) y el índice de Malmquist, sobre los datos obtenidos de los estados contables. De los resultados obtenidos se observa que los

^I El presente artículo es un resumen de la Tesis Doctoral en Ciencias de la Administración, defendida el 20-03-2014, director Antonio Maçada, supervisora local Anahí Briozzo. Disponible en: <https://drive.google.com/open?id=0B3LQ5P7lhWTvN0xRQWQwazg2X2c&authuser=0>

^{II} Universidad Nacional del Sur, Departamento de Ciencias de la Administración, Argentina.
E-mail: agustin.arganaraz@uns.edu.ar

Ángel Agustín Argañaraz

bancos han mejorado su frontera de eficiencia debido a su innovación tecnológica y de escala, logrando ser más eficientes y productivos.

Palabras clave: bancos, tecnologías de información, eficiencia, DEA.

Abstract

Information technology (IT) is an indispensable tool for organizations to achieve competitive advantages in a rapidly changing environment. It is necessary to understand the impact of the use of IT on the performance of banks in order to justify their investments and sustain competitive advantages as strong drivers of economic development of countries. The purpose of this work is to develop a model to analyze the impact of IT investments in the operational efficiency of commercial Banks in Argentina. The operations research method was applied to the implementation of the technical data envelopment analysis (DEA) and the Malmquist index on data from the financial statements. The results obtained show that banks have improved their efficiency frontier due to technological and scale innovation, managing to be more efficient and productive.

Keywords: banks, information technology, efficiency, DEA.

JEL: M150

1. Introducción

En pocos años, el progreso en las tecnologías de la información (TI) —en *hardware* de computadoras, *software* y redes— ha sido tan rápido y sorprendente que los avances en algunas áreas inesperadas han tenido importantes implicancias para los gerentes y las organizaciones (Brynjolfsson & McAfee, 2012).

Las empresas invierten tiempo, dinero y su propio futuro en TI, en la búsqueda de mayor eficiencia en la forma de gerenciar sus negocios (Shafer & Byrd, 2000) y para garantizar su supervivencia en el escenario de integración global de nuestros mercados. Varios autores sostienen que el nivel de competencia entre las organizaciones, a través de productos y servicios más baratos y eficientes, es la principal razón que justifica la elevada inversión en TI (Nolan & Croson, 1996).

La aparición de nuevas generaciones de tecnología y sistemas que permiten desarrollar nuevos productos y servicios se ha tornado un aspecto estratégico para los bancos. Las estrategias de negocios de las instituciones bancarias se interrelacionan cada vez más con las inversiones en TI (Business News America, 2011). Por eso, en el año 2010 las inversiones llegaron a 22 billones de reales en Brasil, y demostraron un crecimiento del 15% respecto del año anterior. En el 2009, el incremento alcanzó un 4% para México, Chile, Colombia, Perú y la Argentina, de acuerdo al estudio efectuado por la consultora Business News America (BNamericas).

El uso de las TI ha tenido un enorme crecimiento en las industrias de servicios; el caso más tangible es el de la industria bancaria (Shirley & Sushanta, 2006), a través del uso de productos relacionados a la TI: banca de internet, pagos electrónicos, inversiones en seguridad e intercambio de información (Berger, 2003). En la actualidad, la tecnología es vital para posibilitar casi todo lo que ocurre dentro de los bancos.

El sector bancario es sumamente dinámico e integrador de estructuras informáticas, reflejando el pulso económico y tecnológico de cada país. Las entidades financieras se encuentran entre los principales usuarios de las TI, habiéndose caracterizado por la rapidez para implementar las novedades

informáticas y de telecomunicaciones, valiéndose de las ventajas que las mismas ofrecen para mejorar su productividad.

La industria bancaria necesita aplicar recursos en la búsqueda de información y técnicas para medir la eficiencia de sus organizaciones, que le permitan identificar fortalezas y debilidades, determinar las mejores prácticas en entornos altamente competitivos y lograr ventajas competitivas (Yang J. B., Wong, Xu, Liu, & Steuer, 2010).

La búsqueda de la eficiencia no termina nunca para los ejecutivos, quienes siempre estarán bajo la presión de mejorar el desempeño de sus organizaciones. Un sistema financiero eficiente fortalecerá el sistema económico financiero de cualquier país (Sharma, Sharma, & Barua, 2013). En las empresas comerciales, la competencia global ha intensificado las presiones competitivas. En este contexto, la evaluación de la eficiencia es un elemento clave para el éxito de las organizaciones.

Las mejoras en la eficiencia de las empresas no son inmediatamente cuantificables y resultan de difícil medición. La dificultad de cuantificar esas mejoras no significa que las inversiones deben ser reducidas, sino que se deben desarrollar instrumentos más sofisticados para medir tales beneficios (Nolan y Croson, 1996).

El análisis de la eficiencia de los bancos ha sido objeto de numerosas investigaciones desde los primeros trabajos hechos por Greenbaum (1967) y Benston (1965), entre otros. Un gran número de estudios intentan medir el impacto financiero de la integración de la TI en las organizaciones (Kim, Xiang, & Lee, 2009). Kaplan y Norton (1996) enfatizan la importancia de medir los beneficios generados por las inversiones en las firmas, argumentando que “si no lo puedes medir, no lo puedes administrar”.

Por todo lo expuesto, el objetivo del presente trabajo de investigación consiste en identificar los impactos de las inversiones en TI en la eficiencia de las entidades bancarias argentinas y estudiar la evolución de su productividad durante el período 2008-2012, dado que el sistema bancario resulta un campo de estudio interesante para investigar si las entidades bancarias pueden alcanzar su objetivo de una mayor eficiencia a través de sus inversiones en TI (Business News America, 2011). Además las medidas de

eficiencia sirven de indicador importante para los bancos para competir de un modo más eficiente en un mercado globalizado.

Como herramienta de medición de la eficiencia se utilizó la técnica DEA aplicada al análisis de datos obtenidos de los estados contables e información adicional de entidades bancarias de la República Argentina.

1.1. Justificación

1.1.1. Fundamentos de la investigación

En la economía moderna, los bancos constituyen elementos cruciales en el mercado financiero y, por tanto, es vital que operen de modo eficiente. Básicamente, el sistema bancario juega un papel importante al financiar a individuos y organizaciones de cualquier tipo; y como nervio principal del desarrollo financiero en términos del crecimiento de la economía (Andersen & Tarp, 2003).

Los autores Izquierdo y Navarro (2001) destacan que la importancia que se le da a la estimación de la eficiencia en el sistema bancario reside en la opinión generalizada de que un sistema eficiente fortalecerá el sistema económico financiero de cualquier país (Sharma, Sharma, & Barua, 2013), debido a su rol relevante de intermediario financiero de la economía.

Se considera relevante estudiar el tema de la eficiencia del sector bancario en particular por tres razones. Desde el punto de vista de la economía de los países, porque tienen un rol importante en la estructuración y en el desarrollo de la economía (Sharma, Sharma, & Barua, 2013). Desde el punto de vista de los clientes, por su relevancia social, es conveniente que se logre eficiencia por parte de los bancos, porque de lo contrario los recursos utilizados en exceso implican un mayor costo, que en definitiva es soportado por los usuarios mediante el pago de mayores tasas de interés y comisiones más altas, y desde el punto de vista de los bancos, dada su doble actividad de intermediación financiera y de servicios.

No hay estudios concluyentes que identifiquen qué factores son los determinantes de los niveles de eficiencia del sistema bancario (Gee, 2010), los resultados de investigación sobre si los efectos son positivos o negativos, están

fundamentados en cuestiones como la productividad y el retorno económico (Sircar, Turnbow, & Bordoloi, 2000).

Conocer las inversiones en TI y su impacto en los resultados del sector bancario resulta importante, dado el ambiente fuertemente competitivo en el que estas organizaciones se encuentran inmersas, y el hecho de que cada vez más de sus productos y servicios se basan en estas tecnologías. Si bien este sector es uno de los que más ha invertido, y la inversión en TI resulta cada vez más significativa (Michael, 2007; Balieiro, 2008), las decisiones acerca de su adopción, implementación y gestión son todavía complejas (Lunardi, Becker, & Maçada, 2009) e inadecuadas.

Los ejecutivos bancarios precisan técnicas que les permitan dimensionar el impacto de sus inversiones en los resultados de las organizaciones, e identificar las fallas de eficiencia de las inversiones realizadas. Los bancos tienen una dependencia a las TI, con un volumen de gastos creciente, que llega a representar cerca de un 11% de su patrimonio neto (Meirelles, 2010).

La conjunción de factores como las elevadas inversiones en TI, la utilización de recursos tecnológicos de punta, el dinamismo del sector, asociados a la carencia de estudios sobre los principales países de Latinoamérica que analicen los impactos de las inversiones en TI y su relación con el resultado operativo (The Banker, 2012), hacen de la industria bancaria un nicho de estudio extremadamente atrayente e interesante para esta investigación.

1.1.2. Impacto de la TI en bancos

Se destaca el valor estratégico de las TI para el sector, además de la ayuda que proporciona a nivel operativo como alternativas de procesamiento, almacenaje y distribución de información. Si bien los niveles de inversión son elevados, las decisiones y los resultados no siempre han sido adecuados, de modo que es necesario contar con herramientas para mejorar su gestión (Ou, Yen, & Hung, 2009).

Algunos países latinoamericanos han pasado por dramáticas transformaciones a través de los últimos quince años como resultado de un proceso financiero de liberación e integración internacional. Una de las

grandes respuestas a estos cambios ha sido el acelerado proceso de consolidación de su sistema financiero y, como resultado, un sector bancario más concentrado y competitivo. En el período 1997-2005, muchos países de la región experimentaron una profunda reducción en el número de sus bancos comerciales: por ejemplo, un 15% en Argentina y un 26% en Brasil (Chortetas, Garza-García, & Girardone, 2011).

Las inversiones en TI y su influencia en los resultados de las organizaciones bancarias tienen su importancia por el valor de los recursos financieros y no financieros invertidos, y por la relevancia estratégica de esas inversiones en el sector bancario. Para corroborar este hecho, una investigación publicada por *Business News América* (2011) expresa que las inversiones en TI han crecido en el año 2012, y seguirán aumentando, debido a que son el único medio para la generación de nuevos productos y servicios; también se dice que son un *driver* diferenciador para alcanzar los objetivos organizacionales y su posicionamiento estratégico (PriceWaterHouseCoopers, 2011).

Las múltiples razones que justifican la adopción de TI comprenden: el desarrollo de productos, servicios y canales de distribución más sofisticados; la racionalización y la gestión de costos; la orientación al cliente, conociéndolo en detalle y ofreciéndole productos según su perfil; el cumplimiento de la normativa y los requerimientos de los entes reguladores; y la internacionalización de las firmas, a la cual tienden en especial los bancos de América Latina (Becalli, 2007).

El sector bancario, conforme lo expresan Pires y Marcondes (2003), es altamente dependiente de la TI en virtud de que sus productos y servicios son desarrollados, sostenidos y funcionan gracias a la tecnología.

El uso de cajero automáticos –*automated teller machines* (ATM)– es una de las innovaciones más visibles y ampliamente adoptadas en la industria bancaria (Valverde, Humphrey, & López del Paso, 2004), que permiten reducir los costos operativos de las oficinas físicas y los costos laborales (Hung, Yen, & Liu, 2009; Floros & Giordani, 2008), alcanzar economías de escala, a la vez que reduce los costos de adaptación, canalización de productos y servicios, segmentación de mercados y mejora el servicio al cliente (Peffer & Dos Santos, 1996). En efecto, el crecimiento potencial de la banca electrónica es enorme (Guerra, 2011), y está presionando a los bancos de la región a

efectuar inversiones en TI. Autores como Floros y Giordani (2008) han observado que los bancos con mayor número de ATM son más eficientes. En tal sentido, con el objetivo de lograr una mayor eficiencia, los bancos argentinos han aumentado su red de ATM en un 155% en el período de 1999 a 2010 (Banco Central de la República Argentina, 2010), a un total de 10.695 salas de ATM.

Especialistas en TI, conforme el sitio *web* ITworld (2011), critican las limitaciones de los estudios tradicionales para la medición del retorno de la inversión que evalúan los impactos de la TI en las organizaciones. El planteo se justifica diciendo que los cálculos de retorno de las inversiones son diferentes y que, entre ellos, hay diferentes grados de credibilidad. Los métodos tradicionales para la evaluación de presupuesto de capital no son apropiados para evaluar las inversiones en TI, visto que sus beneficios difieren de las inversiones en tecnología industrial tradicional, y no asumen la forma de flujos de fondos incrementales.

En este sentido, se busca validar un instrumento para evaluar e identificar los impactos de las inversiones en TI, con base en la percepción de los ejecutivos de los bancos en la selección de las variables de *input* y *output* para construir un modelo de eficiencia, teniendo en cuenta que su aplicación posibilitará identificar a los bancos con las mejores eficiencias y su comparación con sus competidores.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

El objetivo es identificar los impactos de las inversiones en TI en la eficiencia de las entidades bancarias argentinas y estudiar la evolución de la productividad de las mismas durante el período 2008-2012.

1.2.2. Objetivos específicos

1. Elaborar un modelo que permita evaluar los efectos de las inversiones en TI en la eficiencia de los bancos comerciales.
2. Identificar los bancos líderes (*benchmarks*), eficientes y empresas ineficientes, analizando las causas de ineficiencia, mediante un estudio transversal y la utilización de DEA.
3. Estudiar la evolución de la productividad y su relación con las inversiones en TI y los tipos de bancos, según el origen de su capital.
4. Validar el modelo de forma que permita ayudar a los ejecutivos de los bancos en la toma de decisiones de inversión en TI y permita determinar cuáles serán más eficientes para el resultado operativo.

2. Revisión de la literatura

En la década del 90, diversas investigaciones fueron realizadas sobre los efectos de las inversiones en TI de las empresas. Brynjolfsson y Hitt (2003) realizaron investigaciones midiendo la relación entre las inversiones en TI y la productividad, y crearon el término de “paradoja de la productividad”, que expresa la dificultad de verificar la influencia positiva de las inversiones en TI en la productividad de la organización, y la existencia de efecto “tardío” de la TI, o sea, la diferencia temporal entre los gastos en TI y las ganancias en los resultados de la empresa. Para la paradoja de la productividad, las inversiones en TI se muestran con retornos negativos o cero en la relación entre estas y la productividad o rentabilidad (Dehning & Richardson, 2002).

La *performance* de los bancos ha sido examinada usando varios métodos y técnicas, desde el tradicional análisis de *ratios* hasta herramientas más complejas basadas en un enfoque de frontera de eficiencia, que permite identificar fortalezas y debilidades (Kisielewska, Guzowska, Nellis, & Zarzecki, 2005) y determinar las mejores prácticas en entornos altamente competitivos (Yang Z., 2005). A su vez, ayuda a mejorar la comprensión de la situación de las empresas, y su desempeño ante condiciones de mercado cada vez más exigentes.

En los estudios sobre la relación entre las inversiones en TI y las medidas de productividad de las firmas, se ha encontrado que las relaciones existen, pero la productividad esperada y los retornos de la inversión se obtienen en el largo plazo, o cuando las inversiones en TI están relacionadas a estrategias de negocio complementarias (Ellis & Casey, 2002).

Algunos investigadores concluyen que las inversiones en TI contribuyen positivamente a la productividad de las organizaciones (Ou, Yen, & Hung, 2009). En efecto, tales inversiones brindan y sustentan ventajas competitivas (Melville, Kraemer, & Gurbaxani, 2004), facilitan el cumplimiento de los regímenes de regulación, imponen condiciones para aumentar el nivel de control en el sector, apoyan la internacionalización de los bancos y posibilitan el desarrollo de nuevos productos y servicios (Lunardi, Maçada, & Becker, 2002).

En los últimos años, se han efectuado diversos estudios sobre la medición de eficiencia de bancos mediante la aplicación de la técnica DEA, bajo diversos enfoques y diferentes selecciones de variables, utilizando técnicas de fronteras de eficiencia paramétricas y no paramétricas (Pasiouras, 2007); no hay antecedentes de estudios de investigación de este tipo que analicen las inversiones en TI para el sistema bancario argentino. Asimismo, en los países en desarrollo hay un faltante de literatura sobre los nuevos paradigmas en eficiencia bancaria (Sharma, Sharma, & Barua, 2013).

Como se ha expresado en estudios internacionales, las inversiones en TI tienen una relación negativa con la productividad. De todos modos, se ha encontrado fuerte evidencia que soporta la idea de que las inversiones en TI mejoran la productividad en países desarrollados, pero reduce la productividad en países recientemente considerados como desarrollados y en países en vías de desarrollo (Dewan & Kraemer, 2000). Por otra parte, un estudio reciente de la consultora Celent (2011) expresa que las inversiones en TI son y continuarán siendo una parte considerable de los gastos de las empresas.

En ese sentido, el presente trabajo de investigación pretende aportar un modelo de análisis de eficiencia inédito en su selección de variables y abordar un área poco investigada para el sector bancario argentino, dado que se han encontrado un número limitado de estudios. Y en particular, con respecto al

análisis de las inversiones en TI de los bancos argentinos, no se han hallado estudios previos.

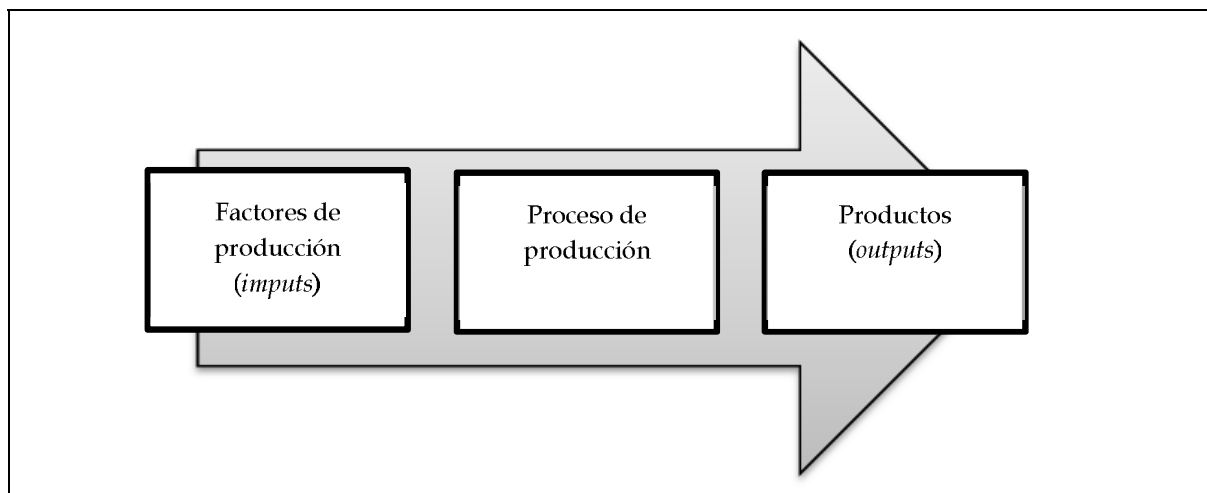
2.1. Teoría base. Teoría de la producción

El presente trabajo está basado en el enfoque de la teoría económica de la empresa, también conocida como la *teoría de la firma o de la producción*. El creador de esta teoría fue Benston (1965).

La teoría de la producción es utilizada para evaluar la productividad de diferentes *outputs* empresariales como: capital, trabajo, gastos con investigación y desarrollo (Berndt, 1991). Numerosos estudios, que buscan analizar los impactos de las inversiones en TI en relación con la eficiencia, han tenido la teoría de la producción como teoría de base. Se pueden citar los estudios de Brynjolfsson y Hitt (1998) que fueron exitosos en demostrar los resultados positivos de las inversiones en TI en relación con la productividad de la empresa. Más recientemente, la teoría fue utilizada en el trabajo de Ko, Clark y Ko (2008).

A continuación, se representa gráficamente el funcionamiento de la teoría:

Figura 1. Teoría económica con enfoque a la producción



Fuente: Benston (1965).

El proceso comercial bancario tiene su descripción en razón de *inputs* y *outputs* (Sufian, 2009). Se espera que los *inputs* generen en forma indirecta mayores resultados, a través de un crecimiento de depósitos y préstamos, y por ende que haya una creación de valor.

Para lograr estos objetivos, se establece el concepto de *función de producción*, que muestra la cantidad máxima de *output* que se puede lograr mediante la combinación de diversas cantidades de *input*.

La función de producción permite identificar cuantitativamente las inversiones más eficientes, permitiendo a los administradores el acceso a información valiosa en el proceso de toma de decisiones.

2.2. Eficiencia y productividad

La *eficiencia* se refiere a la capacidad que tiene una empresa o un ente para lograr determinados objetivos con el menor costo posible (Villarreal Azúa, 2009). Por el contrario, la *ineficiencia* se produce cuando el mismo objetivo se podría haber logrado con un ahorro de recursos, implicando que ha existido un desperdicio o derroche en la obtención del mismo.

La razón entre los *inputs* y *outputs* es la cantidad de recursos empleados en la producción de un *output* organizacional, como la cantidad técnica de una organización para minimizar los costos en transformar *inputs* específicos en *outputs* aceptables (Katz & Kahn, 1977).

En términos teóricos, las medidas de eficiencia pueden clasificarse en dos grupos: los índices parciales de productividad y las medidas de frontera. Los primeros con cocientes entre el producto obtenido y la cantidad empleada de unos de los factores utilizados en su producción, de fácil cálculo e interpretación.

Las técnicas sobre medidas de eficiencia utilizan la metodología de la frontera eficiente, la cual analiza todas las empresas de un sector en términos relativos y establece la "frontera eficiente de producción", a partir de la combinación de procesos óptimos. Las empresas eficientes son las que se sitúan sobre dicha frontera, produciendo el máximo *output* para cada nivel de *inputs*, o bien, minimizando el nivel de *inputs* necesarios para obtener un determinado *output*. Las que se sitúan fuera de la frontera serán ineficientes,

teniendo la posibilidad de mejorar sus prácticas en términos de eficiencia y productividad (Quiroga García, Suárez Álvarez, & López Mielgo, 2009). Las estimaciones de los niveles de eficiencia se basan en la distancia de cada observación con respecto a la frontera de eficiencia.

Por otra parte, se conoce como *productividad* al *ratio* entre productos generados e insumos utilizados por una unidad productiva. La productividad incluye factores tales como la tecnología imperante, las economías de escala existentes en el sector y la eficiencia técnica (Sanin & Zimet, 2003). De modo tal que un cambio en la productividad responde al movimiento de la frontera de eficiencia en su conjunto (cambio técnico), al movimiento sobre la frontera de eficiencia (cambio en las economías de escala), y al acercamiento o el alejamiento con respecto a la frontera de producción (cambio en la eficiencia técnica).

Existen dos tipos de orientación del modelo de frontera para la medición de la eficiencia, de acuerdo con la forma en que se puedan relacionar los recursos utilizados y los resultados obtenidos: a) la orientación al *input*, donde la función describe el menor número de insumos necesario para alcanzar cierto nivel de producción y b) la orientación de los resultados obtenidos, en la que la función describe cuánto se pueden aumentar los resultados obtenidos sin modificar los insumos dados (Villarreal Azúa, 2009).

Las organizaciones deben crecer, pero de modo eficiente, en mayor proporción que los competidores para no perder participación de mercado (Schneider, López, & Argañaraz, 2010); en el mismo sentido, se considera que poseer altos niveles de eficiencia debería repercutir en la obtención de beneficios y en la creación de valor para los consumidores (Grönroos & Ojasalo, 2004).

Las técnicas de medición de la eficiencia son importantes en la gestión de las organizaciones, dado que deben ayudar a las empresas en general, y a las bancarias en particular, a determinar cuán eficientemente se encuentran trabajando y detectar oportunidades de mejora.

2.2.1. Técnicas de medición

Como se ha dicho anteriormente, las medidas de eficiencia pueden clasificarse en dos grupos: los índices parciales de productividad y las medidas de frontera.

Estimar la eficiencia, en la industria bancaria, requiere identificar la frontera de eficiencia como una medida de comparación para medir la *performance* relativa de los bancos. Los métodos para identificar la frontera de eficiencia se pueden agrupar en dos categorías: paramétricos y no-paramétricos.

El enfoque paramétrico utiliza una forma de la función de producción que “parametriza” la relación entre los niveles de *inputs* y *outputs* en el análisis (Yildirim, 2002). Este enfoque tiene como su mayor desventaja que presupone la forma de la frontera imponiendo una función particular y asociando el comportamiento de supuestos; esto puede llevar a una estimación errónea cuando la función de producción es malinterpretada por las medidas de eficiencia por errores específicos (Faria & Paula, 2009).

El enfoque no-paramétrico no requiere *a priori* ninguna especificación funcional sobre la relación entre *input* y *output* (Favero & Papi, 1995), pues impone una menor estructura en la frontera de eficiencia, no permite un error aleatorio, por lo que si este error existe, la eficiencia medida puede ser confundida con este desvío de la verdadera frontera eficiente. Esta característica del enfoque es particularmente ventajosa para estimar la eficiencia en el sector bancario, que no tiene definida una función de producción (Holod & Lewis, 2011). La ventaja más importante de este enfoque es que no hace supuestos sobre la forma de la frontera de producción; esto es, porque la función de producción emerge empíricamente de las observaciones de *inputs* y *outputs* (Norman & Stoker, 1991).

Se ha considerado las ventajas de un enfoque no-paramétrico y su difusión en la medición de eficiencia de los bancos, para seleccionar el DEA para el objetivo de esta investigación.

2.2.1.1. Análisis envolvente de datos –*data envelopment analysis (DEA)*–

El método DEA tiene como base para su funcionamiento el concepto de *economía del bien*, creado por Vilfredo Pareto. De acuerdo con su teoría, la eficiencia de un bien podría ser alcanzada solamente cuando no fuese posible aumentar algún componente del vector de utilidades sin que se reduzca cualquiera de los otros componentes (Aréas, 2005).

En el año 1978, Charnes, Cooper y Rhodes (1978) desarrollaron el método DEA, el cual es una técnica de programación matemática, no-paramétrica. Utiliza una función de producción individual en el análisis del relacionamiento de insumo-producto-eficiencia, tomando como base un conjunto de datos observados en diversas organizaciones homogéneas – con las mismas tareas y objetivos –, denominadas DMU (Decision Making Units). Dichas unidades son responsables de convertir los *input* en *output* (Cooper, Seiford, & Tone, 2007), y el método se centra en comparar las performances de las DMU en las cantidades de *input* consumidos y los *output* producidos.

Desde la utilización original del DEA hace más de treinta años, midiendo la eficiencia de las DMU, se ha dado un rápido y continuo crecimiento en su empleo, focalizado en la aplicación de DEA para la determinación de eficiencia y productividad en actividades tanto del sector público como privado (Emrouznejad, Parker & Tavares, 2008).

El uso creciente de DEA se basa en que esta herramienta pone a disposición un conjunto importante de posibilidades de análisis de los datos recolectados. Algunas razones que motivan el intenso uso de la aplicación son: las pocas técnicas disponibles para evaluar la eficiencia de las organizaciones, la confianza por parte de los investigadores en los resultados obtenidos de su utilización, la facilidad de su utilización, la posibilidad de identificar las organizaciones eficientes y las no eficientes a través de un conjunto de *inputs* y *outputs* (Maçada, 2001) y, además, la posibilidad de determinar cuantitativamente la eficiencia relativa, la identificación de los orígenes y las cantidades de ineficiencia relativa de cada una de las DMU (Siems & Barr, 1998).

Las medidas de eficiencia pueden ser estimadas con orientación al *input* o al *output*. El enfoque de orientación al *input* es la habilidad de una DMU de obtener un nivel de *output* con la combinación mínima de los factores de producción. En este contexto, el enfoque de orientación al *input* fue utilizado para analizar la habilidad que tienen los bancos de generar sus *outputs* con el mínimo uso de *inputs*.

En la presente investigación, se utiliza la técnica DEA-CCR (Charnes *et al.*, 1978) que asume retornos constantes a escala, considerando, por ejemplo, que un incremento en el doble del *input* repercutirá en que la unidad duplique los *outputs*. En su utilización se consideró la aplicación desde la orientación del *input*, a fin de analizar un empleo mínimo de un *input* dado un nivel de *output*, debido a que las inversiones en TI de los bancos es observada a partir de los *input* "inversiones en TI" y de cómo ese factor ayuda en la transformación del *output*. Conforme Sanjeev (2007), cuando el *output* no puede ser controlado, se debe preferir una orientación al *input*.

Dentro de las ventajas más significativas en la utilización de DEA, se pueden destacar: utiliza múltiples variables de *input* y *output* sin requerir una hipótesis de forma funcional que las relacione, las DMU son comparadas directamente en pares o combinación de pares, los *input* y los *output* pueden estar expresados en diferentes unidades de medida (Maçada, 2001), permite valores cero de *output* y opera valores cero de *input* (Damar, 2006) y además las inversiones en TI no necesitan ser normalizadas y pueden explícitamente indicar la eficiencia del proceso de producción relacionado con TI (Wang *et al.*, 1997).

Asimismo, en el uso de DEA se deben contemplar las siguientes limitaciones: es una técnica no paramétrica, los errores en las medidas pueden causar problemas significativos, sus resultados son sensibles a los *outliers* y al ruido estadístico (Wu, Yang, & Liang, 2006) y la eficiencia estimada para las DMU es relativa.

2.2.1.2. Índice de Malmquist

El cálculo del *índice de Malmquist*, desarrollado por Malmquist (1953), es uno de los métodos más utilizados para analizar la evolución de la productividad y sus componentes a lo largo del tiempo. Dado que solamente se necesitan datos relativos a cantidades, no es necesario realizar supuestos sobre la forma funcional de la función de producción y permite descomponer la productividad total de los factores de una unidad productiva en el cambio debido a la mejora de la eficiencia técnica (y esta, a su vez, en eficiencia pura y eficiencia de escala) y al cambio técnico o progreso tecnológico (González Santín, 2009).

Este índice permite medir los cambios de productividad entre dos períodos t y $t+1$. Se basa en el cálculo de la distancia que separa a cada DMU de la tecnología de referencia en cada período (calculada mediante la técnica DEA).

El punto central del análisis de este índice es cuantificar las alteraciones de las DMU a lo largo del tiempo, permitiendo descomponer en dos los crecimientos de la productividad, mutuamente excluyentes y exhaustivos: la variación de la eficiencia técnica y la variación tecnológica. La primera permite la identificación del fenómeno *catching up*, pues mide la distancia de cada punto de producción y la frontera estimada, y la segunda se refiere al desplazamiento de la frontera, que identifica la innovación tecnológica.

El cálculo de la productividad basada en el índice de Malmquist no requiere especificación de una forma funcional para la tecnología de producción, integrándose, así, a los métodos no-paramétricos.

Algunas características que tornan el uso del índice de Malmquist ventajoso en relación con otros índices que miden la productividad son: la ausencia de la necesidad de definición previa del comportamiento de la función de producción, la comparabilidad del índice Malmquist con otros índices y la no necesidad de valores monetarios (precios) de los insumos y productos, posibilitando un análisis de mayor calidad, pues los datos relativos a precios son muy distorsivos o inexistentes. Otra ventaja se basa en la posibilidad de descomponer la variación de la productividad en dos subíndices: uno que refleja los desvíos de la unidad productiva en relación con la frontera tecnológica (*catching up*; cambios en el indicador de eficiencia

técnica) y otro que capta el desplazamiento de la propia frontera (*innovation*; progreso tecnológico a partir de las innovaciones), de modo de conocer la naturaleza de los ganancias/cambios en la productividad.

Las mejoras en la productividad se valúan con un valor índice mayor a la unidad y las disminuciones en la productividad a través del tiempo son asociadas con un índice de Malmquist menor a la unidad. El producto de los cambios de eficiencia y los cambios técnicos, que por definición son los componentes del índice de Malmquist, pueden moverse en direcciones opuestas.

2.3. Estudios de análisis de eficiencia en el sistema bancario con DEA

En los últimos años, se han efectuado diversos estudios sobre la medición de eficiencia de bancos mediante la aplicación de la técnica DEA, bajo diversos enfoques y diferentes selecciones de variables, utilizando técnicas de fronteras de eficiencia paramétricas y no paramétricas (Paisouras, 2007).

La mayoría de los estudios se focalizan en países determinados, mientras que otros lo hacen en exámenes de casos *cross country*, muchos de los cuales reconocen la importancia de considerar las variables del contexto (Lozano-Vivas, Pastor & Pastor, 2002).

En Brasil, se pueden destacar dos estudios que analizan la eficiencia relativa bancaria con relación a sus inversiones en TI. Maçada (2001) utilizó los *ratings* obtenidos a través de la técnica DEA como parte de su trabajo para medir el impacto de las inversiones en TI en las variables estratégicas y en la eficiencia de los bancos brasileños, concluyendo que los bancos brasileños que más invierten en TI son menos eficientes en la generación de activos que otorguen retornos a la organización, frente al conjunto de los bancos del mercado. Maçada, Becker y Lunardi (2005) han realizado una investigación con ejecutivos de bancos brasileños para seleccionar las variables a ser utilizadas como *inputs* y *outputs* en el análisis DEA. Llegaron a la conclusión de que 72,2% de los bancos se revelan eficientes; además constataron que los mayores inversores en TI aumentaron su eficiencia relativa en el período analizado.

Otros estudios examinan el grado de concentración y el capital promedio de la industria bancaria, ganancias y cargos por intermediación (Kasman & Yildirim, 2006), los efectos de la reforma del sector bancario (Fries & Taci, 2005), la evaluación de desempeño y la planificación en bancos con la aplicación de DEA (Yang, Wong, Xu, Liu & Steuer, 2010) y la medición de eficiencia utilizando DEA (Asmild, Paradi, Reese & Tam, 2007).

Asmild, Paradi, Aggarwall y Schaffnit (2004) analizaron la industria bancaria de Canadá en el período de 1981 al año 2000. Utilizaron índices Malmquist calculados con la técnica DEA para medir los cambios de productividad en el tiempo. Basaron su estudio en un enfoque de producción con retornos constantes a escala empleando las siguientes variables: gastos en remuneraciones, activos fijos y gastos no de intereses como *input* y préstamos, ganancias no de intereses y depósitos como *outputs*. Precisaron que en el mismo año del análisis de la frontera de eficiencia, solo se puede detectar la productividad en los puntajes de eficiencia que son menores justo antes de que se vean incrementados. Y por otro lado, observaron que la disminución de eficiencia solo se percibe cuando la misma es evidente.

Algunas investigaciones hacen comparaciones de los niveles de eficiencia a través de diferentes países (Pastor & Serrano, 2005), diferentes tipos de bancos (Staud, Souza & Tabak, 2010) y el impacto de los factores del contexto en la eficiencia (Kasmas *et al.*, 2006). Becalli, Casu y Giardone (2006) efectuaron un estudio *cross country* que evidencia una asociación positiva entre los cambios en la eficiencia en costos y los retornos anuales.

Algunas investigaciones han hecho comparaciones de los niveles de eficiencia a través de diferentes países (Pastor & Serrano, 2005), diferentes tipos de bancos (Staub, Souza, & Tabak, 2010) y el impacto de los factores del contexto en la eficiencia (Kasmas *et al.*, 2006).

Según Meepadung, Tang y Khang (2009), las inversiones en TI pueden ser consideradas como variables intermedias, es decir, como *input* y *output*; estos autores desarrollaron un modelo para evaluar la eficiencia de ganancia y de las operaciones a partir de los servicios bancarios basados en TI. La investigación fue realizada en 165 agencias bancarias tailandesas y utilizaron las TI como *input* intermedio en un modelo de dos etapas. Los autores llegaron

a la conclusión de que las transacciones basadas en TI están significativamente relacionadas con la eficiencia de ganancias en los bancos.

Autores como Kao y Hwang (2010) expresan que el rendimiento de los bancos opera indirectamente al nivel de depósitos; y el impacto aumenta cuando el presupuesto de TI es compartido con el proceso de generación de rentabilidad. Su estudio fue efectuado sobre el sistema bancario chino a través de la aplicación de un modelo DEA-CCR.

Recientemente, Paradi, Rouatt y Zhu (2011) han propuesto la utilización de un modelo de dos etapas para la evaluación de eficiencia en tres dimensiones: producción, ganancias e intermediación de los cinco mayores bancos canadienses; los autores llegaron a la conclusión de que existe una relación entre los resultados obtenidos por las agencias en cada modelo, y que las agencias con bajo desempeño en una dimensión no necesariamente obtienen un mal desempeño en la otra.

El sistema bancario latinoamericano ha sido estudiado por Chortareas, Garza-García y Girardone (2011), quienes han analizado la eficiencia de nueve países durante el período 1997 a 2005 y han llegado a la conclusión de que la razón de capitalización y el tamaño de los bancos resultan importantes y determinantes de la rentabilidad de los bancos, por lo que se evidenció una hipótesis a favor de estructura-eficiencia de mercado. Puntualmente estas aseveraciones son más robustas en los países con sistemas bancarios más grandes, como Brasil, Argentina y Chile.

Yang y Liu (2012) han analizado la eficiencia de los bancos de Taiwán a través de desarrollo de un modelo de análisis de eficiencia de dos etapas y aplicaron la técnica DEA, con una visión de que los enfoques de producción e intermediación son complementarios y deben ser analizados simultáneamente. Sus resultados indican que la eficiencia global de los bancos de tipo mixta es superior a los bancos públicos, representando las ventajas de las privatizaciones sobre los bancos públicos, y que estas tienen un efecto remedial para mejorar la ineficiencia administrativa y gerencial de los bancos públicos.

Por último, podemos referirnos al estudio efectuado por Peretto y Alberto (2013), quienes han analizado la eficiencia, la productividad y la continuidad en el mercado de las entidades bancarias argentinas de capital privado en el

período 1998 a 2004. Como variables *input* utilizaron: empleados, egresos por servicios, gastos administrativos, patrimonio neto y egresos financieros; por su parte, como *outputs* consideraron: ingresos financieros e ingresos por servicios. Encontraron que la ineficiencia e improductividad pueden afectar la continuidad.

La revisión de literatura revela algunas lagunas, como la ausencia de estudios que analicen el impacto de las inversiones en TI en la Argentina y los pocos antecedentes de análisis de eficiencia de bancos argentinos. Por lo tanto, el presente trabajo denota originalidad en la selección de las variables analizadas y el modelo desarrollado.

3. Metodología

3.1. Estrategia de investigación

El presente estudio aplica una estrategia de investigación de tipo exploratorio de tres etapas de recolección de datos: revisión de literatura, entrevistas e información financiera de los estados contables de los bancos, a fin de identificar el papel de la TI en los mismos.

La metodología seguida en este trabajo para alcanzar los objetivos propuestos es la investigación operativa, definida por Morse y Kimball (2003), por ser un método científico utilizado para construir un modelo para un sistema real.

La aplicación y la combinación de multimedios de investigación de recolección de datos son necesarios para satisfacer los objetivos de la investigación (Brewer & Hunter, 1989). En la segunda etapa de esta investigación, se realizaron entrevistas con ejecutivos de los bancos, las cuales ayudan a conocer el contexto de la investigación y comprender cómo consideran los ejecutivos de los bancos argentinos los impactos de la TI en el desempeño de los bancos. La realización de esta etapa cualitativa contribuyó para la elaboración definitiva del modelo propuesto.

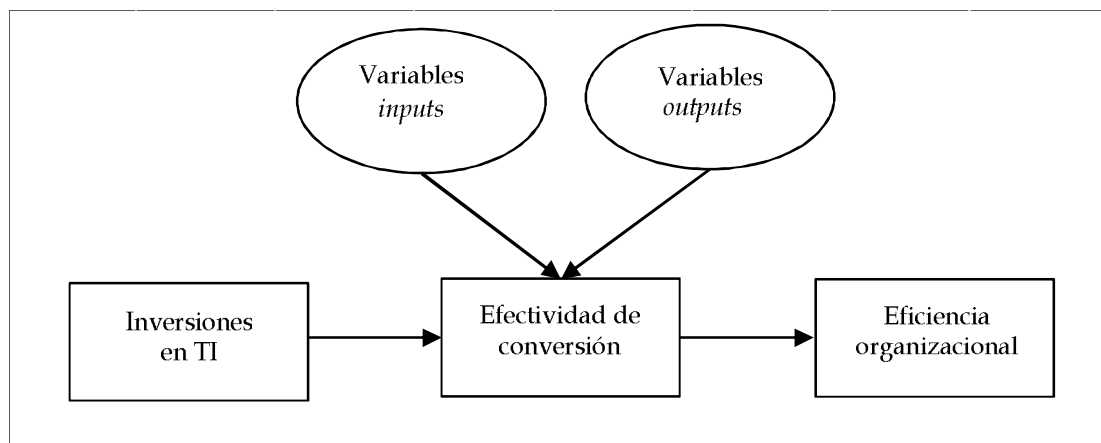
En la tercera etapa de la investigación, con las variables confirmadas, se extrajeron los datos de los estados contables de los bancos. El proceso de selección y adaptación, que generó las variables, fue realizado en las etapas 1 y

2 mediante la información recabada en la revisión de la literatura, en las entrevistas con ejecutivos y en la aplicación de *card sorting*, y la validación estadística se realizó a través del análisis de fiabilidad con alfa de Cronbach.

El presente estudio es considerado también de tipo cuantitativo, pues procura analizar el impacto de las inversiones en TI en la eficiencia de los bancos argentinos; y se clasifica como una investigación de tipo longitudinal de cinco años (2008-2012).

La figura 2 detalla el modelo usado en esta investigación para relacionar las inversiones en TI con la eficiencia de las organizaciones bancarias. La verificación de la efectividad de la conversión de los *inputs* en resultados será medido con un modelo de análisis de eficiencia de dos etapas con la aplicación de la técnica DEA.

Figura 2. Modelo de investigación



Fuente: adaptado de Mckeen, Heather y Parent (1999).

Este modelo de investigación pretende identificar la efectividad de conversión de las inversiones en TI a través de lo que tienen en mente los ejecutivos (*card sorting*) en relación con los impactos de las inversiones en TI en las variables a analizar y el modelo de análisis de eficiencia a desarrollar.

3.2. Unidad de análisis y fuentes de datos

La unidad de análisis de esta investigación son los bancos argentinos comerciales. El período seleccionado obedece a la razón de analizar los datos más recientes del sistema bancario argentino. Por su parte, la cantidad de

cinco años se determinó en función de que la capacidad de las computadoras ha crecido en gran medida mientras que sus precios han disminuido; por lo tanto, debido a estos avances tecnológicos, el estudio de un período mayor no permitiría establecer comparaciones válidas (Morantes & Miraidy, 2007).

El valor de las variables ha sido determinado con la información obtenida de los balances contables correspondientes al período 2008-2012 (BCRA, 2012) que las organizaciones bancarias presentan a su organismo de contralor. La base de datos inicial está compuesta por un total 65 bancos, con la información referida a las cuentas contables del modelo a desarrollar para los años 2008 a 2012. La elección de utilizar las cuentas de los estados contables como fuente de datos se debe a la dificultad para la obtención de información específica, como la referida a los valores de las inversiones en TI, que puede considerarse estratégica para los gerenciadore de los bancos (Bergendahl, 1998).

En resumen, en la presente investigación se tuvieron en cuenta múltiples fuentes de evidencia para la selección de variables y la definición del modelo de análisis de conversión de eficiencia, a saber: i) revisión de literatura, ii) entrevista con ejecutivos, iii) *card sorting*, iv) conocimiento práctico y v) análisis estadístico. Conforme a Riege (2003), utilizar diversas fuentes de evidencia aumenta la validez de las variables a utilizar.

3.3. Diseño de la investigación

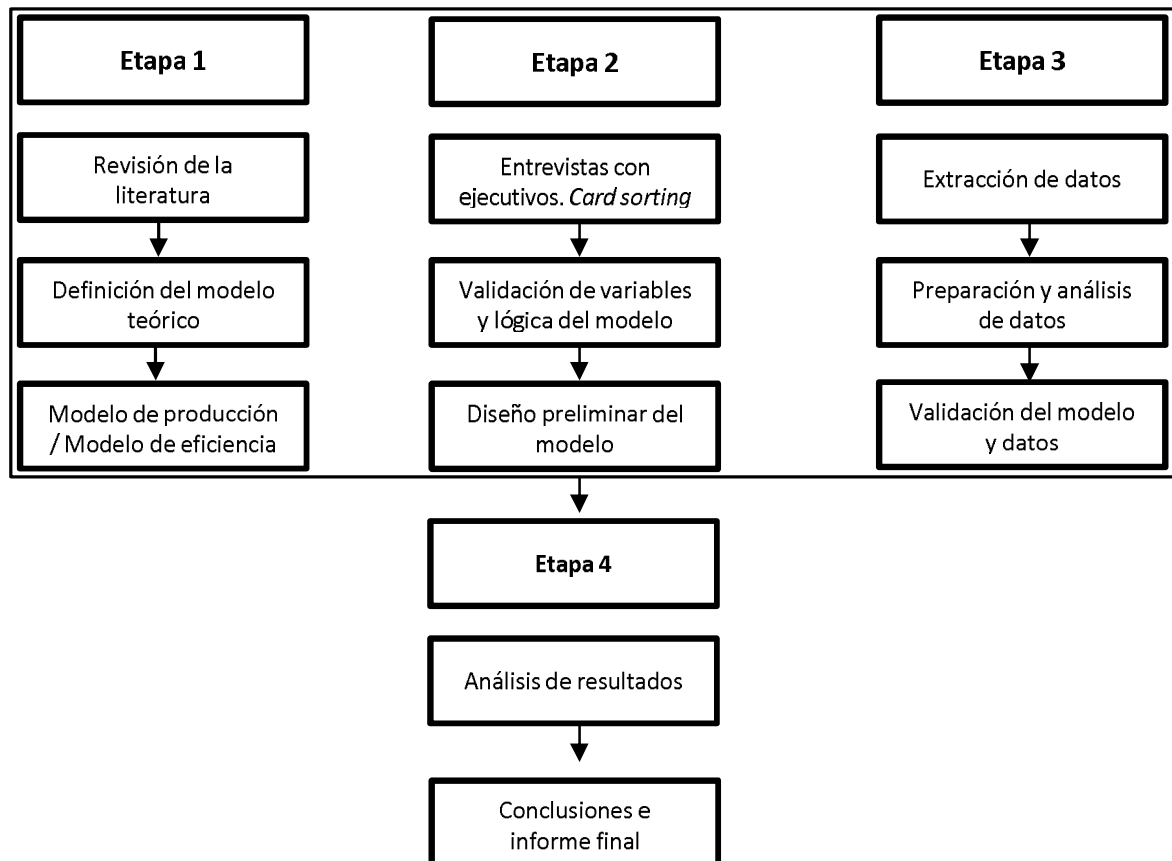
El presente trabajo de investigación pretende desarrollar un modelo que explique el impacto de las inversiones en TI y la eficiencia de los bancos argentinos. Tiene como objetivo principal analizar las características del fenómeno y establecer relaciones entre las variables analizadas (Bickman, Rog, & Hedrick, 1997) con el fin de estudiar la relación de eficiencia de las inversiones en TI del sector bancario.

La Fuente: elaboración propia. representa el diseño de la investigación con sus diferentes etapas. En la etapa 1, se realizó una revisión de la literatura con el objetivo de profundizar los conocimientos sobre cómo son evaluados los impactos en TI en los resultados de las organizaciones bancarias. Para ello, se llevó a cabo una revisión bibliográfica de los trabajos que aplican DEA e índices de Malmquist a las organizaciones bancarias y se analizaron los

supuestos que utilizan los autores en la construcción de sus modelos, como fundamentan su utilización y que hallazgos obtienen.

Además, fue necesario buscar en la teoría de la producción los elementos para la especificación del modelo elaborado en esta investigación, que contenga una relación de factores, proceso y productos.

Figura 3. Diseño de la investigación



Fuente: elaboración propia.

En la etapa 2, se realizaron entrevistas con los ejecutivos de los bancos a fin de conocer el contexto de la investigación –de la industria bancaria– y para comprender cómo los ejecutivos de los bancos argentinos perciben los impactos de las inversiones en TI en las variables analizadas en el presente estudio. De esta manera, ha sido posible identificar cuáles son las variables más relevantes. La realización de esta etapa incluye la realización de la técnica de *card sorting* que ha contribuido a la elaboración del instrumento de armado

del modelo, y para finalmente contar con el diseño preliminar del modelo, con una validación conceptual por parte de los ejecutivos.

En el proceso de construcción de las variables en factores de *input* y *output*, fueron identificados en las cuentas contables de los bancos; la elaboración del modelo se hizo a través de las entrevistas con los ejecutivos y la revisión de la literatura. En la realización de esta etapa, fueron utilizados algunos documentos para ayudar a los ejecutivos en el proceso de adaptación de las cuentas contables en variables de *input* y *output*: las listas de variables y sus significados, el modelo de análisis de la eficiencia desarrollado por Yang y Liu (2012) con el objetivo de ejemplificar cómo cada *input* y *output* puede ser posicionado en el modelo que se pretende desarrollar y en el plan y el manual de cuentas del BCRA.

De esta forma, y en conjunto con la etapa 1, se seleccionan las variables adecuadas como *input* y *output* para la construcción del diseño preliminar del modelo de medición de eficiencia del sistema bancario argentino. Con la información relevada también se evaluó la utilización de rendimientos constantes o variables a escala y la orientación hacia el *input* o el *output* en la aplicación del DEA-CCR, que asume retornos constantes a escala.

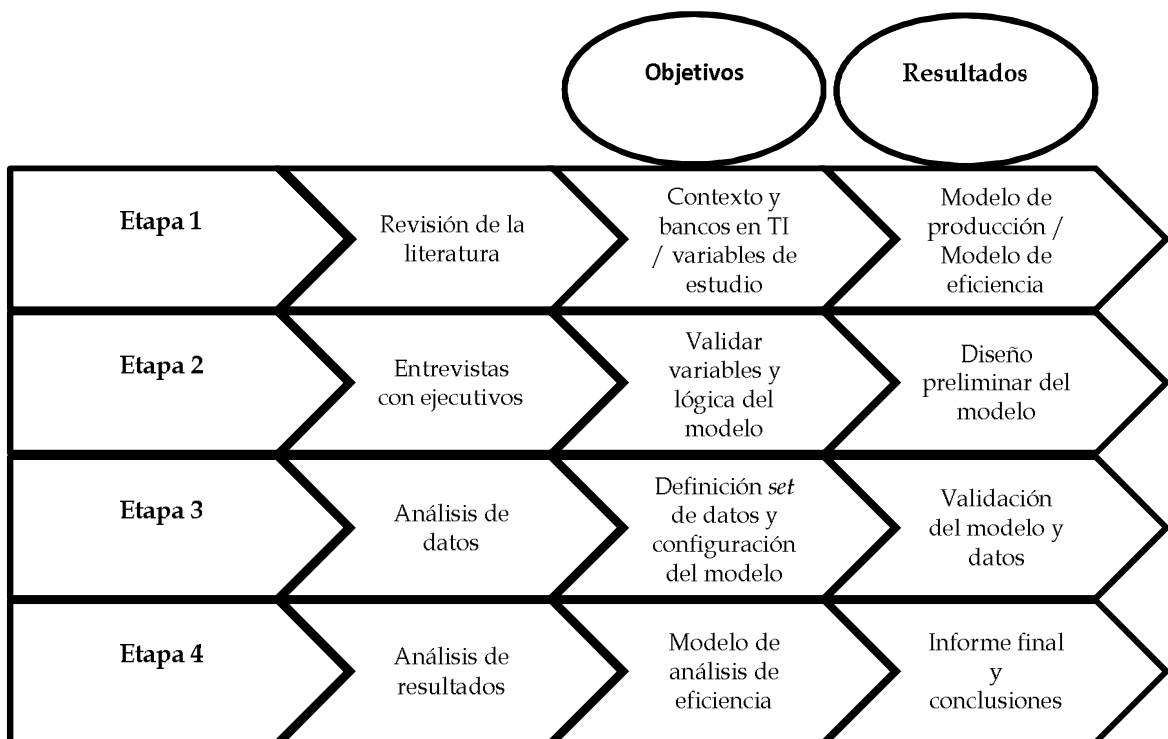
La etapa 3 comprende la extracción, el análisis y la preparación de datos proveniente de la base de datos del BCRA. Mediante el análisis de datos y herramientas estadísticas ha sido validado el modelo y los datos preparados.

En la etapa 4, se realizaron los análisis propuestos en la sección de objetivos general y específicos de esta investigación. Se han hecho estudios sobre la eficiencia en la etapa 1, en la etapa 2 y en la etapa global del modelo de análisis de eficiencias, se evaluó el impacto de las inversiones en TI en la eficiencia de los bancos, por tipo de banco, se efectuó un análisis longitudinal con aplicación de índice Malmquist en el período de 2008 al 2012 para observar los cambios en la productividad de los distintos bancos. Además se ha efectuado el análisis de cómo el funcionamiento de cada variable contribuye a la mejora (*target*) de la eficiencia.

Se ha utilizado dicha técnica sobre un modelo de análisis de eficiencia para evaluar la efectividad de conversión de las inversiones en TI, basada en la transformación de un *input* en *output*. Esa transformación se efectiviza comparando un *mix* de factores utilizados en cada banco con otros. Para la

aplicación de la herramienta se deben considerar tres fases: 1) definición y selección de DMU para su análisis, 2) determinación de factores de *input* y *output* que son relevantes y apropiados para evaluar la eficiencia relativa de las DMU seleccionadas y 3) aplicación de la técnica DEA y análisis de los resultados.

Figura 4. Objetivos y resultados de las etapas de investigación



Fuente: elaboración propia.

En la figura 4 se presentan las cuatro etapas de investigación con la temática que abarca cada una de ellas, sus objetivos y sus resultados en cada etapa. En la etapa 1 el objetivo es contextualizar el tema de investigación y determinar las posibles variables de *input* y *output* que serán consideradas para efectuar el estudio; como resultado se obtiene un modelo de producción de conversión insumo-producto para el análisis de eficiencia.

En la etapa 2, se realizaron entrevistas con ejecutivos con el objeto de validar las variables seleccionadas en la revisión de la literatura y comprobar la lógica del modelo de base, es decir, si su funcionamiento tiene una lógica

de mercado y comercial para los ejecutivos bancarios; como resultado de esta etapa se pretende elaborar el diseño preliminar del modelo.

Luego, en la etapa 3, se desarrolló la extracción, el análisis de los datos, las pruebas estadísticas y la construcción de variables a través de las cuentas contables de los estados contables de los bancos, a fin de validar matemáticamente los datos del modelo.

Por último, en la etapa 4, se analizaron los resultados dados; conforme a los objetivos propuestos en el presente estudio, a base del modelo definido y a las variables seleccionadas se aplicó, sobre la muestra, DEA, a fin de efectuar un análisis de tipo transversal, es decir, entre organizaciones bancarias en un único período para buscar cuáles son las más recientes y sus características. Luego se aplicó para cada banco o grupo de ellos el índice de Malmquist en un estudio de tipo longitudinal de cinco años para medir los cambios en la productividad total en el tiempo. Finalmente, se arribó a una conclusión.

3.3.1. Modelo de conversión de eficiencia inicial

Para analizar la eficiencia relativa de las inversiones en TI en los bancos, se tomó como punto de partida el modelo propuesto por Yang y Liu (2012), presentado en la figura 5, que utiliza la técnica de análisis envolvente de datos –CCR–, con orientación al *input*. Utilizar esta orientación significa decir que las ineficiencias encontradas se refieren al uso excesivo de insumos, esto es, que existe la posibilidad de producir los mismos *outputs* utilizando menos *inputs*.

Figura 5. Modelo de referencia

Gastos en remuneraciones. Gastos operativos. Gastos de intereses.	ETAPA 1	Depósitos.	ETAPA 2	Ganancia de intereses. Ganancias por comisiones. Ganancias por transferencia de fondos.
---	---------	------------	---------	---

Fuente: Yang y Liu (2012).

El modelo propuesto por Yang y Liu (2012) analiza los efectos de los gastos en remuneraciones, operativos y de intereses y el nivel de depósitos (etapa 1), como representación de los bancos en ser competitivos y caracterizados por los recursos empleados como *input* para el incremento de activos financieros (depósitos); la etapa 2 es considerada la responsable de la generación de ganancias considerando el nivel de depósitos alcanzados; por último, la etapa global se caracteriza por la generación de ganancias provenientes de los recursos empleados (gastos en remuneraciones, operativos y de intereses), y como transforma los *inputs* de la etapa 1 en los *outputs* de la etapa 2.

3.3.2. Modelo propuesto

Como resultado de la revisión de literatura, las entrevistas realizadas, el *card sorting* y la validación estadística efectuada, se definió utilizar una combinación de variables seleccionadas por Maçada (2001) y Kao y Hwang (2010); por su parte, de acuerdo al resultado del *card sorting* efectuado en las entrevistas y su validación estadística, se decidió utilizar el modelo de Yang y Liu (2012).

El modelo desarrollado en la figura 6 adopta el modelo de retornos constantes a escala (CCR), ya que en un contexto con retornos a escala variables, el índice de Malmquist no mide con precisión los cambios de productividad (Tortosa-Ausina, Grifell-Tatjé, Armero, & Conesa, 2008). El CCR considera que los *outputs* cambian en proporción directa a los cambios en los *inputs* y se aplica también cuando hay varias DMU de diferentes tamaños a fin de igualarlas en su comportamiento (Avkiran N. K., 2011). En el presente estudio, se adoptó una orientación al *input*, que busca encontrar la ponderación para cada factor de producción (*input*), de forma que la combinación lineal de los productos sea máxima (Havrylchyk, 2006) y al menor costo posible.

Figura 6. Modelo propuesto de conversión de eficiencia

	Productividad	Modelo propuesto	Rentabilidad	
Inversiones en T_t Gastos en remuneraciones _t Activos fijos _t Otros gastos no de intereses _t	ETAPA 1	Depósitos _t /Producto intermedio/	ETAPA 2	Resultados financieros _t Resultados por servicios _t

Fuente: elaboración propia.

Nota: t indica el período de análisis.

Es un modelo de producción de dos etapas, con un producto intermedio que actúa como *input-output*, por lo que el impacto de la TI en los resultados de los bancos termina siendo un producto indirecto, y, por lo tanto, debe ser medido a partir de un proceso de producción intermedio (Maçada, Becker, & Lunardi, 2005).

En la primera etapa del modelo, se mide el grado de conversión de inversiones en TI, gastos en remuneraciones, activos fijos y otros gastos no de intereses en la mayor cantidad de depósitos posible con la mínima cantidad de *inputs*.

En la segunda etapa del modelo, se mide el grado de conversión del nivel de depósitos en resultados financieros y por servicios; es decir, si los resultados obtenidos por las entidades financieras se explican por el nivel de depósitos alcanzados.

Y por último, se considera la conversión de eficiencia a nivel global, es decir, con la mínima cantidad de *inputs*: inversiones en TI, gastos en remuneraciones, activos fijos y otros gastos no de intereses, lograr la mayor cantidad de *outputs*: resultados financieros y por servicios.

3.4. Población y muestra

En esta investigación fue utilizada una población de 56 bancos comerciales de primer grado. Se consideraron solo este tipo de bancos, dado que son aquellos que reciben depósitos, realizan transacciones de crédito y efectúan operaciones tradicionales de la banca universal.

No todos los datos de los bancos tienen información válida completa, por lo que la muestra final seleccionada es de un total de 34 bancos para analizar, representando el 99,25% del total de activos (cuentas de activos por transacciones financieros u otros activos) de la base de datos completa.

Los bancos son identificados con números cardinales que no siguen una clasificación u orden específico de acuerdo con la codificación del BCRA, tal como se expone en la tabla 1.

Tabla 1. Bancos seleccionados en la muestra

Código	Nombre	Tipo	Código	Nombre	Tipo
7	Banco de Galicia y Bs. As. S.A.	BLCN	93	Bco. de la Pampa Soc. de Econ. M.	BPU
11	Banco de la Nación Argentina	BPU	94	Banco de Corrientes S.A.	BPU
14	Banco de la Provincia de Buenos	BPU	97	Banco Provincia del Neuquén S.A.	BPU
15	Standard Bank Argentina S.A.	BLCE	150	Hsbc Bank Argentina S.A.	BLCE
16	Citibank N.A.	BCEFE	191	Banco Credicoop Coop. Ldo.	BLCN
17	BBVA Banco Francés S.A.	BLCE	247	Banco Roela S.A.	BLCN
20	Bco. de la Provincia de Córdoba S.A.	BPU	259	Banco Itaú Argentina S.A.	BLCE
27	Banco Supervielle S.A.	BLCN	268	Bco. Provincia de Tierra del Fuego	BPU
29	Bco. de la Ciudad de Buenos Aires	BPU	269	Banco de la Rep. O. del Uruguay	BCEFE
34	Banco Patagonia S.A.	BLCE	277	Banco Saenz S.A.	BLCN
44	Banco Hipotecario S.A.	BLCN	285	Banco Macro S.A.	BLCN
45	Banco de San Juan S.A.	BLCN	299	Banco Comafi S.A.	BLCN
60	Banco del Tucumán S.A.	BLCN	301	Banco Piano S.A.	BLCN
65	Banco Municipal de Rosario	BPU	303	Banco Finansur S.A.	BLCN
72	Banco Santander Río S.A.	BLCE	305	Banco Julio S.A.	BLCN
83	Banco del Chubut S.A.	BPU	306	Bco. Privado de Inversiones S.A.	BLCN
86	Banco de Santa Cruz S.A.	BLCN	309	Nuevo Banco de La Rioja	BLCN

Fuente: elaboración propia.

Los bancos en funcionamiento pertenecen a los siguientes tipos de segmentos, clasificándose según el origen de su capital en bancos públicos (BPU), bancos locales de capital nacional (BLCN), bancos locales de capital extranjero (BLCE) y bancos de sucursales de entidades financieras del exterior (BCEFE).

3.5. Entrevistas y *card sorting*

Se realizaron cinco entrevistas a ejecutivos de diferentes bancos argentinos de diferentes orígenes del capital, a saber: un gerente zonal del mayor banco público del país, un jefe de fusiones y adquisiciones de un banco local de capital nacional, un gerente de sistemas de un banco local de capital nacional, un gerente local de otro banco público y a un ejecutivo del BCRA.

El instrumento de recolección de datos en esta investigación fue el *card sorting*, considerado por Maurer (2009) como fiable y económico para encontrar el patrón acerca de cómo los usuarios esperan encontrar el contenido o la funcionalidad.

La selección de las variables que fueron etiquetadas para el estudio se realizó sobre la base de la revisión de literatura y de estudios previos elaborados por el autor de la presente investigación. Dicho instrumento, que consiste en pedirle al entrevistado que agrupe y asocie entre sí las tarjetas etiquetadas con los diferentes conceptos desarrollados en la entrevista, permitió verificar la lógica del modelo de conversión de eficiencia que los ejecutivos de los bancos tienen en sus mentes.

En las entrevistas se proporcionaron once tarjetas etiquetadas con las siguientes categorías: inversiones en TI, activos fijos, gastos en remuneraciones, otros gastos no de intereses, depósitos, resultados financieros y resultados por servicios, y además otras cuatro tarjetas de variables *dummies*: gastos internacionalización, activos de transacciones financieras, préstamos recuperados y ganancias, las cuales no fueron utilizadas por ninguno de los ejecutivos entrevistados.

Las tarjetas fueron ordenadas todas las veces de igual forma, dando un resultado de frecuencia de ubicación del 100%. A su vez, se puede observar que las variables fueron ubicadas en tres categorías: etapa 1 como *input* a las variables *inversiones en TI*, *gastos en remuneraciones*, *activos fijos* y *otros gastos no de intereses* y *depósitos* como variable intermedia; y en la etapa 2 como *output* los *resultados financieros* y *por servicios*.

La utilización de la técnica de *card sorting* permite confeccionar un diseño preliminar del modelo de acuerdo a lo indicado por los ejecutivos bancarios, que confirmaron la selección de variables y la lógica del modelo.

3.6. Selección y definición de variables

La selección de las variables *input* y *output* de este trabajo se dieron a partir de la revisión de otros modelos utilizados por investigadores que emplearon la técnica DEA en bancos, presentados en la sección de revisión de literatura, adaptándolas al contexto y al objetivo de esta investigación, luego fueron confirmadas mediante las entrevistas a ejecutivos y, por último, gozaron de validez estadística.

La muestra seleccionada de 34 bancos cumple con la regla general recomendada por Cooper, Seiford y Tone (2007), la cual indica que el número de DMU estudiadas debe ser igual o superior al máximo entre el triple de las variables empleadas en el modelo y la multiplicación del número por el número de productos.

La tabla 2 representa las cuentas contables que componen cada una de las variables del modelo y su codificación contable. Sobre la base de una revisión minuciosa de estados financieros, normativas, circulares, plan y manual de cuentas (Banco Central de la República Argentina, 2010), se seleccionaron las cuentas contables incluidas en la tabla mencionada.

Tabla 2. Definición operativa de las variables *inputs* y *outputs*

	Nombre de la variable	Código cuenta contable	Nombre cuenta contable
INPUTS	Inversiones en TI	+ 1.8.0.0.2.1	Máquinas y equipos valor orig. actualizado
		- 1.8.0.0.2.4	Máquinas y equipos depreciación acumulada
		+ 5.6.0.0.3.9	Electricidad y comunicaciones
	Gastos en remuneraciones	+ 5.6.0.0.0.3	Remuneraciones
		+ 5.6.0.0.0.6	Cargas sociales s/remuneraciones
Activos fijos	+ 1.8.0.0.0.3	Inmuebles valor original actualizado	
	- 1.8.0.0.0.6	Inmuebles depreciación acumulada	
Otros gastos no de intereses	+ 5.6.0.0.3.3	Alquileres	
	+ 5.6.0.0.2.1	Servicios de seguridad	
	+ 5.6.0.0.4.2	Propaganda y publicidad	
Variable intermedia	Depósitos	3.1.0.0.0.0	Depósitos
OUTPUTS	Resultados financieros	+ 5.1.0.0.0.0	Ingresos financieros
		- 5.2.0.0.0.0	Egresos financieros
Resultados por servicios	+ 5.4.0.0.0.0	Ingresos por servicios	
	- 5.5.0.0.0.0	Egresos por servicios	

Fuente: elaboración propia.

Las cuentas contables fueron identificadas como *inputs* (variables de entrada) y *output* (variables de salida) para la definición operativa de las variables del modelo desarrollado. A continuación, se describen las más significativas¹:

- **Las inversiones / gastos en TI como variable de entrada (*input*):** se definen como el costo incurrido en cualquier adquisición de *hardware* de computadoras, servicios de red, compra de *software* o cualquier desarrollo propio de *software* (Khallaf, 2012).
- **Depósitos (3.1.0.0.0 - Depósitos) como variable de salida –*outputs*– (etapa 1) y de entrada –*inputs*– (etapa 2):** comprende las sumas de dinero y los títulos públicos a favor de terceros entregados por ellos a la entidad o acreditados por esta en cuentas abiertas en sus registros, que pueden ser retirados a simple solicitud de los clientes o restituidos en un plazo convenido.

3.7. Actualización de valores a moneda homogénea

Debido a que el valor actual del peso argentino no es comparable durante el período de análisis del 2008 al 2012 conforme a los altos niveles de inflación, por tratarse de una base de datos extensa de cinco años y considerando que desde el año 2003 se ha discontinuado la actualización de los estados contables para reflejar las variaciones en el poder adquisitivo de la moneda (conf. Resolución n.º 287/2003 de la Federación Argentina de Consejos Profesionales de Ciencias Económicas); siguiendo a Asmild, Paradi, Aggarwall y Schaffnit (2004), se deben corregir los valores aplicando el índice de precios al consumidor (IPC). De esta manera, todos los valores históricos han sido ajustados con el IPC hacia su valor de monetario equivalente al año 2012².

Desde el año 2007 el gobierno argentino publica índices de inflación, a través de Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), que no resultan aceptables a nivel internacional, para la generalidad del mercado y población, debido a que las mediciones independientes sobre la inflación de mercado coinciden en una inflación del doble a la estimada por el INDEC.

Por esta razón, se decide no considerar el índice oficial publicado por el INDEC para el tratamiento de los datos, optando por el IPC elaborado por

la Dirección Provincial de Estadística y Censos de la Provincia de San Luis (2012) por encontrarse en niveles cercanos a los *ut supra* indicados. Es decir, 14,70% (2008-2009), 28% (2009-2010), 23,70% (2010-2011), y 23,20% (2011-2012); con un acumulado en el período de 89,60% y un promedio anual de 22,40%.

3.8. Alfa de Cronbach

Con el objetivo de evaluar la fiabilidad de los datos existentes en las variables seleccionadas, se calculó el alfa de Cronbach, también conocido como índice de consistencia interna, que se utiliza para efectuar análisis de fiabilidad de los datos.

Se analizó la fiabilidad de cada variable utilizada con respecto a la variable de inversiones en TI con todos los datos del período bajo análisis: 2008-2012. En primer lugar, se analizó la fiabilidad de cada variable por separado y luego la fiabilidad a nivel global. Los coeficientes están en el intervalo del 0,835 al 0,952. Un coeficiente del 0,95, para el instrumento, es garantía total de fiabilidad conforme lo expresado por Pedhazur y Schmelkin (1991).

3.9. Software

Durante el transcurso del presente trabajo de investigación se utilizaron diferentes *softwares* de acuerdo a sus etapas y objetivos, que permitieron mayor agilidad en la realización del estudio. Para aplicar DEA y el índice de Malmquist, se utilizó *software Banxia® Frontier Analyst© v4.2* y para la validación estadística de la base de datos se utilizaron *Microsoft® Excel© (versión Office 365), SPSS v.20 y Stata v.12.*

4. Análisis de los resultados

4.1. Análisis de eficiencias

4.1.1. Análisis de eficiencia. Etapa 1

En la presente sección se efectuará un análisis de las mediciones de eficiencia del modelo propuesto. En primer lugar, se analizará la etapa inicial del modelo de eficiencia que consiste en efectuar la medición del grado de conversión de *inversiones en TI, gastos en remuneraciones, activos fijos y otros gastos no de intereses* en la mayor cantidad *depósitos* posible con la mínima cantidad de *inputs*.

Tabla 3. Resultados del modelo DEA. Etapa 1. Año 2012

Código	Nombre	Tipo	Etap1	Código	Nombre	Tipo	Etap1
7	Banco de Galicia y Bs. As. S.A.	BLCN	40,13	93	Banco de la Pampa Soc. de Ec. M.	BPU	31,61
11	Banco de la Nación Argentina	BPU	100	94	Banco de Corrientes S.A.	BPU	47,17
14	Bco. de la Provincia de Buenos Aires	BPU	41,57	97	Banco Provincia del Neuquén S.A.	BPU	14,66
15	Standard Bank Argentina S.A.	BLCE	29,62	150	Hsbc Bank Argentina S.A.	BLCE	99,21
16	Citibank N.A.	BCEFE	24,99	191	Banco Credicoop Coop. Ldo.	BLCN	70,41
17	BBVA Banco Francés S.A.	BLCE	42,33	247	Banco Roela S.A.	BLCN	10,2
20	Bco. de la Provincia de Córdoba S.A.	BPU	28,94	259	Banco Itau Argentina S.A.	BLCE	25,44
27	Banco Supervielle S.A.	BLCN	100	268	Bco. Provincia de Tierra del Fuego	BPU	23,68
29	Banco de la Ciudad de Buenos Aires	BPU	50,12	269	Banco de la Rep. O. del Uruguay	BCEFE	6,66
34	Banco Patagonia S.A.	BLCE	36,77	277	Banco Saenz S.A.	BLCN	47,52
44	Banco Hipotecario S.A.	BLCN	31,61	285	Banco Macro S.A.	BLCN	34,22
45	Banco de San Juan S.A.	BLCN	100	299	Banco Comafi S.A.	BLCN	67,41
60	Banco del Tucumán S.A.	BLCN	62,12	301	Banco Piano S.A.	BLCN	50,6
65	Banco Municipal de Rosario	BPU	23,07	303	Banco Finansur S.A.	BLCN	30,63
72	Banco Santander Río S.A.	BLCE	45,5	305	Banco Julio S.A.	BLCN	37,97
83	Banco del Chubut S.A.	BPU	59,07	306	Bco. Privado de Inversiones S.A.	BLCN	10,55
86	Banco de Santa Cruz S.A.	BLCN	41,13	309	Nuevo Banco de La Rioja	BLCN	23,67

Fuente: elaboración propia.

De la tabla 3, se puede decir que los bancos de códigos 11, 27 y 45 son eficientes en la primera etapa del modelo; con esto se interpreta que son capaces de invertir un nivel adecuado mínimo de recursos –*inputs*– y logran maximizar los niveles de depósitos. En este caso, podemos ver que los “bancos locales de capital nacional” son el tipo de entidad que logra los mejores niveles de eficiencia.

Se puede advertir que mayores inversiones en TI no garantizan una conversión en altos niveles de depósitos. Las entidades que más invierten son del tipo “bancos privados de capital nacional” (72, 7, 285) y los “bancos públicos” (11, 14, 20). Con esto, se puede decir que el nivel de las inversiones en TI no tiene correlación con la eficiencia de los bancos en la etapa 1, es decir, con el nivel de depósitos alcanzados. Conforme se expone en el Apéndice³, de acuerdo con el coeficiente de correlación de Pearson no hay correlación entre las inversiones TI y la eficiencia de la etapa 1 para el año 2012.

4.1.2. Análisis de eficiencias. Etapa 2

Luego, se analiza la segunda etapa del modelo de eficiencia que consiste en efectuar la medición del grado de conversión del nivel de depósitos en resultados (financieros y por servicios); es decir, si los resultados obtenidos por las entidades financieras se explican por el nivel de depósitos alcanzados.

Impacto de las inversiones en tecnología de la información en la eficiencia de los bancos.
El caso de la Argentina

Tabla 4. Resultados del modelo DEA. Etapa 2. Año 2012

Código	Nombre	Tipo	Etap2	Código	Nombre	Tipo	Etap2
7	Banco de Galicia y Bs. As. S.A.	BLCN	18,83	93	Banco de la Pampa Soc. de Ec. M.	BPU	20,46
11	Banco de la Nación Argentina	BPU	4,42	94	Banco de Corrientes S.A.	BPU	22,4
14	Bco. de la Provincia de Buenos Aires	BPU	13,27	97	Banco Provincia del Neuquén S.A.	BPU	27,21
15	Standard Bank Argentina S.A.	BLCE	24,01	150	Hsbc Bank Argentina S.A.	BLCE	9,43
16	Citibank N.A.	BCEFE	33,29	191	Banco Credicoop Coop. Ldo.	BLCN	10,25
17	BBVA Banco Francés S.A.	BLCE	24	247	Banco Roela S.A.	BLCN	48,96
20	Bco. de la Provincia de Córdoba S.A.	BPU	24,68	259	Banco Itau Argentina S.A.	BLCE	22,73
27	Banco Supervielle S.A.	BLCN	17,92	268	Bco. Provincia de Tierra del Fuego	BPU	18,3
29	Banco de la Ciudad de Buenos Aires	BPU	7,67	269	Banco de la Rep. O. del Uruguay	BCEFE	19,64
34	Banco Patagonia S.A.	BLCE	21,31	277	Banco Saenz S.A.	BLCN	100
44	Banco Hipotecario S.A.	BLCN	23,91	285	Banco Macro S.A.	BLCN	25,14
45	Banco de San Juan S.A.	BLCN	6,02	299	Banco Comafi S.A.	BLCN	13,41
60	Banco del Tucumán S.A.	BLCN	8,75	301	Banco Piano S.A.	BLCN	29,91
65	Banco Municipal de Rosario	BPU	17,87	303	Banco Finansur S.A.	BLCN	21,1
72	Banco Santander Río S.A.	BLCE	31,4	305	Banco Julio S.A.	BLCN	10,4
83	Banco del Chubut S.A.	BPU	6,76	306	Bco. Privado de Inversiones S.A.	BLCN	100
86	Banco de Santa Cruz S.A.	BLCN	16,45	309	Nuevo Banco de La Rioja	BLCN	16,43

Fuente: elaboración propia.

De la tabla 4, se puede decir que los bancos de código 277 y 306 son eficientes en la segunda etapa del modelo del año 2012; de esto se interpreta que cuentan con un adecuado nivel de depósitos y con ello logran maximizar sus resultados. En este caso, se puede ver que los “bancos locales de capital nacional” son el tipo de entidad que logra los mejores niveles de eficiencia. Asimismo, se observa que un alto nivel de depósitos no basta para ser eficientes ni un efecto de *lag time* de las inversiones en TI para poder cristalizar sus beneficios.

4.1.3. Análisis de eficiencia. Eficiencia global

En esta sección se analizará la eficiencia global del modelo propuesto; es decir, en qué medida los bancos logran transformar sus *inputs*: *inversiones en TI*, *gastos en remuneraciones*, *activos fijos* y *otros gastos no de intereses en resultados*

financieros y por servicios, y en qué medida las inversiones en TI impactan en esta conversión de insumo-producto.

Tabla 5. Resultados del modelo DEA. Eficiencia global. Año 2012

Código	Nombre	Tipo	Ef. global	Código	Nombre	Tipo	Ef. global
7	Banco de Galicia y Bs. As. S.A.	BLCN	39,76	93	Banco de la Pampa Soc. de Ec. M.	BPU	56,45
11	Banco de la Nación Argentina	BPU	100	94	Banco de Corrientes S.A.	BPU	100
14	Bco. de la Provincia de Buenos Aires	BPU	50,18	97	Banco Provincia del Neuquén S.A.	BPU	35,15
15	Standard Bank Argentina S.A.	BLCE	55,4	150	Hsbc Bank Argentina S.A.	BLCE	48,65
16	Citibank N.A.	BCEFE	100	191	Banco Credicoop Coop. Ldo.	BLCN	34,3
17	BBVA Banco Francés S.A.	BLCE	76,96	247	Banco Roela S.A.	BLCN	42,5
20	Bco. de la Provincia de Córdoba S.A.	BPU	43,13	259	Banco Itau Argentina S.A.	BLCE	59,6
27	Banco Supervielle S.A.	BLCN	100	268	Bco. Provincia de Tierra del Fuego	BPU	61,34
29	Banco de la Ciudad de Buenos Aires	BPU	97,16	269	Banco de la Rep. O. del Uruguay	BCEFE	22
34	Banco Patagonia S.A.	BLCE	85,47	277	Banco Saenz S.A.	BLCN	100
44	Banco Hipotecario S.A.	BLCN	58,05	285	Banco Macro S.A.	BLCN	61,77
45	Banco de San Juan S.A.	BLCN	100	299	Banco Comafi S.A.	BLCN	37,52
60	Banco del Tucumán S.A.	BLCN	78,81	301	Banco Piano S.A.	BLCN	93,02
65	Banco Municipal de Rosario	BPU	47,08	303	Banco Finansur S.A.	BLCN	42,22
72	Banco Santander Río S.A.	BLCE	54,9	305	Banco Julio S.A.	BLCN	34,5
83	Banco del Chubut S.A.	BPU	54,83	306	Bco. Privado de Inversiones S.A.	BLCN	100
86	Banco de Santa Cruz S.A.	BLCN	68,11	309	Nuevo Banco de La Rioja	BLCN	68,26

Fuente: elaboración propia.

Los bancos de códigos 11, 16, 27, 45, 94, 277 y 306 son eficientes en forma global. Los más eficientes resultaron ser los “bancos locales de capital nacional”, luego los “banco públicos” y el único “banco local de capital extranjero” que resultó ser eficiente es el Citibank N.A. Le siguen los bancos 29, 34 y 301 que se encuentran muy cerca de tornarse eficientes; estos deberán efectuar pequeños ajustes en sus combinaciones de factores para convertirse en eficientes.

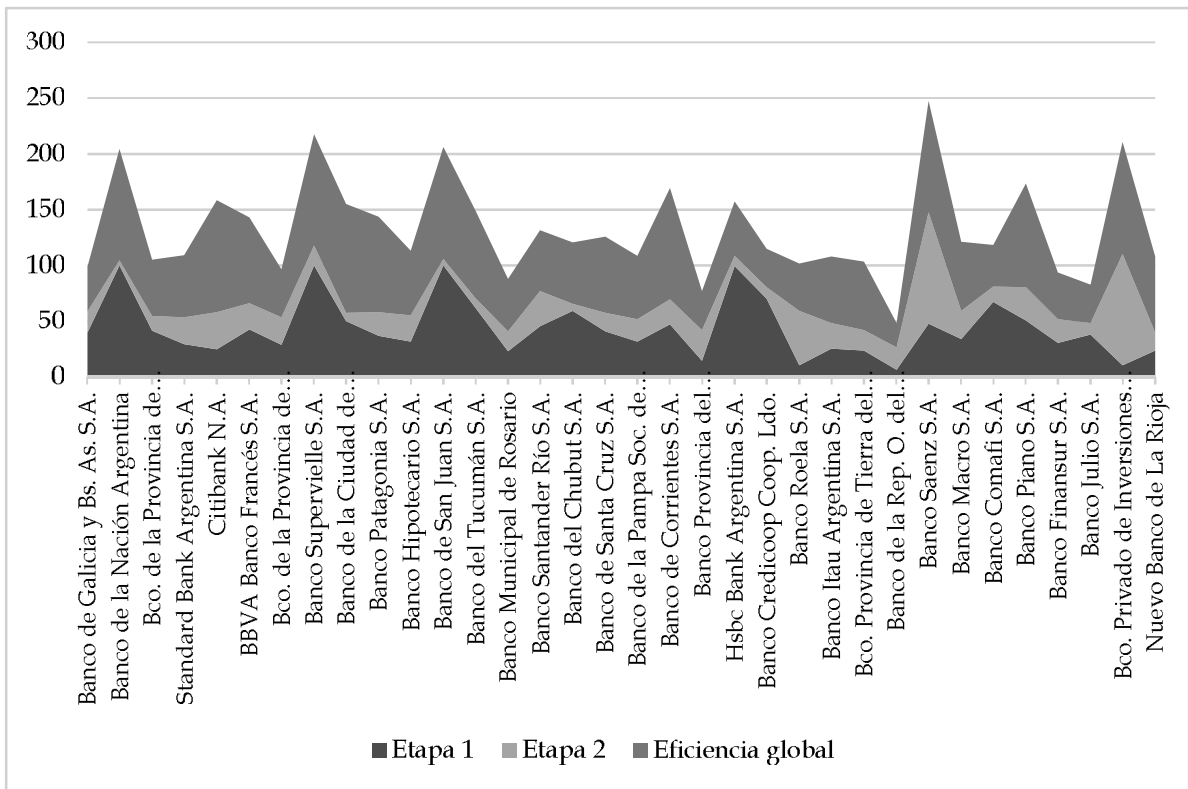
Los bancos 11, 27 y 45 también fueron eficientes en la etapa 1 y no lograron ser eficientes en la etapa 2, esto significa que tienen un adecuado

Impacto de las inversiones en tecnología de la información en la eficiencia de los bancos.
El caso de la Argentina

nivel de *depósitos* para la cantidad de *inputs* invertidos, y que estos se traducen eficientemente en los *resultados financieros y por servicios* alcanzados.

Conforme se puede observar en la Fuente: elaboración propia. , la etapa 1 y la eficiencia global tienen comportamientos muy similares, en virtud de que se logran mayores eficiencias en la etapa 1 que en la etapa 2, por ende los resultados globales son influenciados más fuertemente por los resultados de la etapa 1.

Figura 7. Comportamiento de la eficiencia en etapa 1, 2 y global. Año 2012



Fuente: elaboración propia.

De los resultados de la etapa 1 y 2 del modelo desarrollado, se observa que los bancos tienen una mayor capacidad para convertir los *inputs* de la etapa 1 en depósitos, que para convertir ese volumen de depósitos en resultados financieros y por servicios. En efecto, las inversiones en TI tienen una relación más directa con el nivel de depósitos, que con los resultados.

De la comparación de eficiencias promedio por tipo de banco con las inversiones en TI, se corrobora que no hay relación entre los niveles de eficiencia y las inversiones en TI y su clasificación por tipo de banco. Estas inversiones no tienen correlación con la eficiencia de cada año, ni con la eficiencia de años anteriores.

4.2. Resultados respecto de la inversión en TI

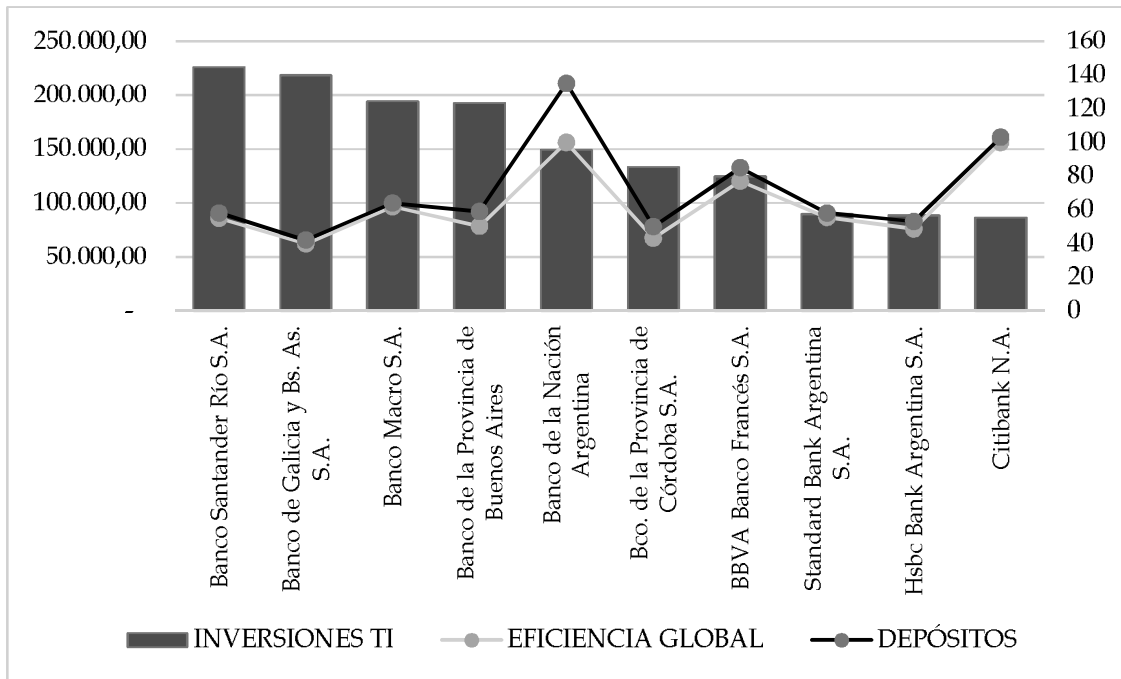
A continuación, se describirán los resultados obtenidos respecto de la relación de eficiencia bancaria e inversión en TI efectuada por los bancos en el año 2012. Los treinta y cuatro bancos de la muestra invirtieron 2.024.701 millones de pesos. Para una mejor comprensión de los resultados se consideraron los diez bancos que más invirtieron en TI, los cuales promediaron un total de 150.396 millones de pesos.

Cabe destacar que dos de los diez grandes inversores en TI, identificados con los códigos 11 (Banco de Nación Argentina) y 16 (Citibank), alcanzaron una eficiencia global del 100%.

A nivel de eficiencia global, se observa que los diez mayores inversores logran una eficiencia global de 66,75%, que es superior en 1,84 puntos al promedio general de la eficiencia global que es el 64,91%. Los resultados evidencian un grado de conversión global de las inversiones en TI y los otros *inputs* en resultados financieros y por servicios, demostrando que los bancos que más invierten en TI lo hacen mejor, en promedio, que los bancos que menos invierten en TI.

De la figura 8, se puede observar que los bancos que más invierten en TI, como los bancos: Banco Santander Río SA, Banco Galicia y Buenos Aires SA y el Banco Macro SA, no logran ser eficientes a nivel global si sus inversiones en TI no son acompañadas con una fuerte cantidad de depósitos en relación con la cuantía de la inversión en TI.

Figura 8. Eficiencia global y nivel de depósitos de los mayores inversores en TI. Año 2012



Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, se puede apreciar que los bancos que invierten menos en TI y que cuentan con buenos niveles de depósitos, resultan ser eficientes a nivel global como es el caso del Banco de la Nación Argentina, que tiene un nivel de depósitos muy alto. También es el caso del Banco Citibank, que logra ser eficiente debido a su alto nivel de depósitos.

En síntesis, cabría decir que los bancos que cuentan con importantes niveles de depósitos logran apropiarse de mejor manera los beneficios de las inversiones en TI, y logran ser eficientes. Los depósitos actúan como canalizadores de las inversiones en TI para la obtención de niveles de eficiencia global. Asimismo, estas inversiones constituyen el medio por el cual es posible administrar una gran cartera de clientes y depósitos; tanto es así que la variable “depósitos” presenta una correlación positiva con las inversiones en TI.

Cabe destacar, que las inversiones en TI son el medio por el cual es posible administrar una gran cartera de clientes y de depósitos.

Además se observa una relación entre el grado de eficiencia y el tamaño de las organizaciones, siendo las más grandes también más eficientes,

atribuyéndose esta relación a las economías de escala que logran en el desarrollo de la actividad.

4.3. Análisis longitudinal. Período 2008-2012

Un análisis de tipo longitudinal permite obtener resultados más concluyentes al considerar la influencia del factor tiempo, en la medida en que las inversiones en TI se materializan en el largo plazo. El impacto de la adopción de mecanismos tecnológicos se potencia a medida que transcurre el tiempo, madura su gestión y sus beneficios resultan más expresos.

La literatura acepta que los beneficios de las inversiones en TI pueden obtenerse transcurridos varios años posteriores a su adopción para lograr los mayores beneficios en la *performance* de la organización (Campbell, 2012); en concordancia con lo descrito anteriormente, en general los bancos son menos eficientes en la segunda etapa que en la primera.

4.3.1. Eficiencia técnica

A efectos de realizar el análisis longitudinal, se utilizaron variables categóricas para los distintos años de estudio a fin de separar las unidades durante el análisis. Cada año puede ser analizado en forma separada, permitiendo que sea comparado con cualquiera de los otros años. Esto permite analizar los cambios a través del tiempo y examinar si las DMU están mejorando o empeorando.

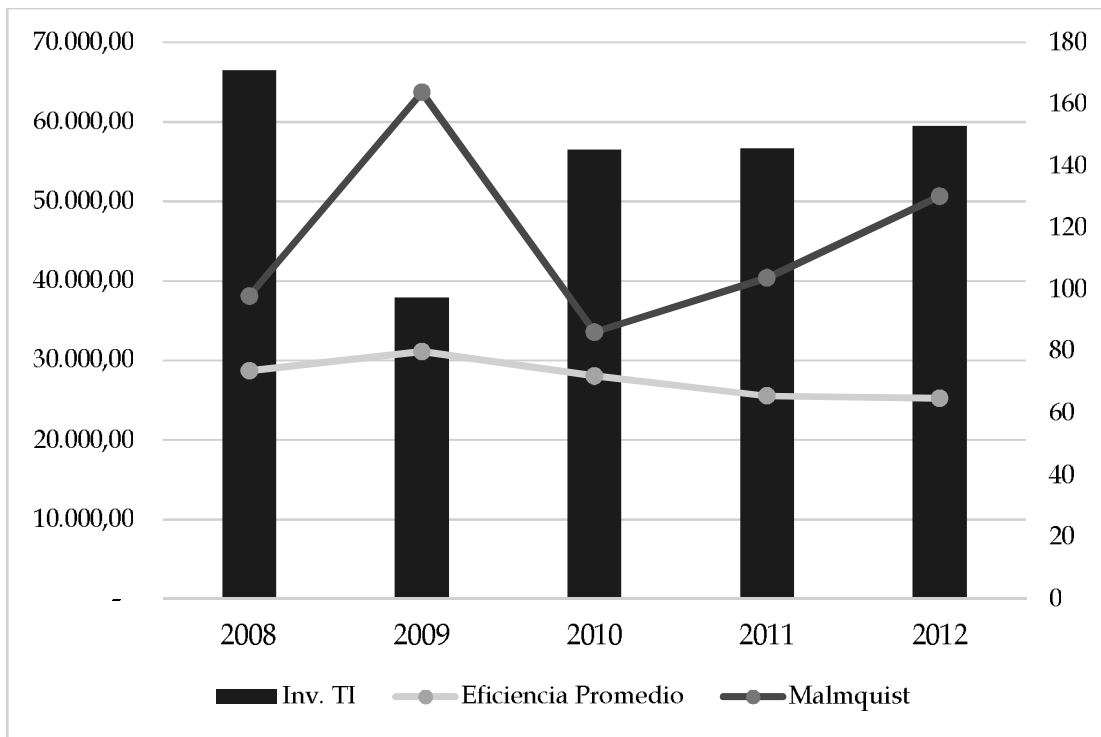
En el anexo 14^a se presentan los datos del estudio longitudinal para todo el período analizado, en el cual se presentan los índices de Malmquist para todas las DMU clasificadas por tipo de banco. El índice se compone de dos componentes, uno que mide el cambio en la eficiencia (*catching up*) y el otro que mide el cambio en la frontera tecnológica (*frontier shift*).

Como se observa, el mercado tiene un promedio de eficiencia muy bajo en el año 2012, que viene de una tendencia decreciente desde el año 2009 con una baja de 16,11 puntos porcentuales. El año de mayor eficiencia fue el año 2009 y, en contraparte, los años más estables e ineficientes son los años 2011 y 2012 con un valor promedio de 65%.

4.3.2. Índice de Malmquist. Cambio en la productividad

A continuación, se analiza el cambio en la productividad por separado. Se pueden usar para hacer análisis por segmentos o a través del tiempo (Malmquist).

Figura 9. Índice de Malmquist, eficiencia global DEA e inversiones en TI



Fuente: elaboración propia.

De la Figura 9, se puede observar que el año 2009 fue el año de mejor crecimiento de la productividad para los bancos de la Argentina, fundamentalmente por la necesidad de tornarse eficientes conforme la crisis financiera internacional y debido a las inversiones en TI efectuadas en el año anterior, dado que en el año 2008 se invirtieron 971.640 millones de pesos más que en el año 2009. En la misma línea, 2009 fue el de mejor eficiencia en promedio, en comparación con los demás años.

A pesar de que lo descrito en el párrafo anterior podría confirmar lo expresado por Radhika y Edward (2003) –a saber, que en los estudios longitudinales se encuentra evidencia de que a través de los años, la

performance de los líderes en TI es significativamente mejor respecto de sus bancos comparables que no han invertido tan fuertemente en TI—, en el presente estudio no hay evidencia de que exista una correlación positiva entre las inversiones en TI y los niveles de *performance*.

Los “bancos de capitales extranjeros con entidades financieras del exterior” fueron los que tuvieron el mayor crecimiento en su productividad en el año 2009.

En el año 2010, se da un crecimiento de la eficiencia técnica como consecuencia de que los bancos efectuaron los gastos y las inversiones no realizadas en el año anterior y las correspondientes al año 2010; mientras que en los próximos años 2011 y 2012, se visualiza una tendencia creciente en la eficiencia técnica.

Los “bancos públicos” son los que cuenta con el mayor índice de productividad en el año 2010, seguidos por los “bancos locales de capital nacional” y los “bancos locales de capital extranjero”.

Se da una tendencia al crecimiento de la productividad y en contrapartida ocurre una disminución en la eficiencia global promedio. Es decir, los bancos a partir del 2010 aumentan su escala y crecen en productividad e innovación tecnológica, pero no lo hacen eficientemente.

Cabe señalar que los “bancos de capital extranjero de entidades financieras del exterior” tuvieron un decrecimiento hasta el año 2011 como punto de inflexión y en el 2012 tuvieron el mayor crecimiento de la productividad. Esto se explica en que este tipo de bancos fueron los únicos que mantuvieron e incrementaron sus inversiones en TI durante los años 2009, 2011 y 2012, cuando todos los restantes las disminuían, lo que les permitió estar capacitados para absorber la creciente demanda, crecer en productividad y operar eficientemente.

En el año 2012 los “bancos locales de capital nacional” tuvieron mayor crecimiento que los “bancos locales de capital extranjero” y los “bancos públicos” tuvieron un crecimiento constante en su productividad durante todo el período.

5. Conclusiones

Es relevante estudiar el impacto de las inversiones en TI en los bancos por ser necesarias para mantener su posición en el mercado y lograr ventajas competitivas. Se han utilizado diferentes técnicas, algunas evidenciando impactos positivos de la TI y otras encontrando resultados negativos, por lo que deben desarrollarse instrumentos de medición más precisos.

En este estudio, se han analizado 34 bancos comerciales argentinos en el período 2008-2012; y se propone aportar un modelo de análisis de eficiencia inédito en su selección de variables y abordar un área poco investigada para el sector bancario argentino.

El análisis de eficiencia efectuado en las etapas 1 y 2 del modelo revela conclusiones interesantes. En general, los bancos son menos eficientes en la segunda etapa que en la primera. Ello indica una mayor capacidad para transformar los *inputs* de la etapa 1, al menos en forma más indirecta y en el corto plazo, que para convertir ese volumen de depósitos en resultados financieros y por servicios. Como expresó Campbell (2012), los beneficios de las inversiones en TI no se producen de manera inmediata, sino que ocurren luego de un considerable período de tiempo después de la inversión, o cuando las inversiones están relacionadas a estrategias de negocio complementarias.

Se pueden observar comportamientos muy similares en la etapa 1 y el análisis de eficiencia global, en virtud de que se logran mayores eficiencias en esa etapa que en la segunda; por ende, los resultados globales se ven influenciados más fuertemente por tales resultados. Es decir que aunque no haya una adecuada conversión de factores en *output* en la etapa 2, igualmente es posible lograr maximizar los resultados financieros y por servicios con una mínima cantidad de *inputs*, entre ellos las inversiones en TI.

El análisis de eficiencia global permite observar que los bancos que mejor desempeño tienen son los del tipo “banco local de capital nacional” con un valor del 68% seguidos por los bancos del tipo “banco público” con un 64,5%.

Los bancos que más invierten en TI no logran ser eficientes a nivel global si sus inversiones no son acompañadas con un importante nivel de depósitos en relación con la cuantía de las inversiones en TI. Las entidades bancarias que cuentan con importantes niveles de depósitos logran apropiarse de mejor

manera los beneficios de las inversiones en TI y son eficientes. El nivel de depósitos de los bancos actúa en cómo canalizar las inversiones en TI para la obtención de niveles de eficiencia global. Estas inversiones constituyen el medio por el cual es posible administrar una gran cartera de clientes y de depósitos. La variable “depósitos” tiene una correlación positiva con las inversiones en TI.

De la comparación de eficiencias promedio por tipo de banco con las inversiones en TI, se corrobora que no hay relación entre los niveles de eficiencia e inversiones en TI y su clasificación por tipo de banco, dado que en todos los años de análisis se comportan de diferente manera. Estas inversiones no tienen correlación con la eficiencia de cada año, ni con la eficiencia de años anteriores.

Sin embargo, se observa una relación entre el grado de eficiencia y el tamaño de las organizaciones, siendo las más grandes también más eficientes, atribuyéndose esta relación a las economías de escala que logran en el desarrollo de la actividad. Para los pequeños bancos será cada vez más difícil continuar compitiendo.

Los “bancos de capital extranjero de entidades financieras del exterior” fueron los únicos que mantuvieron e incrementaron sus inversiones en TI durante los años 2009, 2011 y 2012, cuando todos los restantes las disminuían, lo que les permitió estar capacitados para absorber la creciente demanda, crecer en productividad y operar más eficientemente que los otros tipos de bancos.

En el año 2012 los “bancos locales de capital nacional” tuvieron mayor crecimiento que los “bancos locales de capital extranjero” a pesar de no haber sido los que más crecieron en el nivel de depósitos. Esto se debe a la orientación al consumo que adoptó el sector bancario en los últimos años. Los “bancos públicos” tuvieron un comportamiento constante en su productividad durante todo el período. Siguieron creciendo, pero a un menor ritmo.

Una limitante del estudio realizado consiste en que una firma no debe medirse únicamente en función de información contable, dado que resulta una evaluación parcial, ya que medidas como la calidad de servicio, la satisfacción de clientes y la variedad de productos, entre otros, también son

representativos del resultado de la actividad desarrollada más allá de su eficiencia técnica.

Como contribuciones del estudio se pueden destacar la definición del modelo a partir de las cuentas contables del BCRA que componen cada una de las variables, los datos, los análisis de eficiencia y longitudinal realizados, y que proporcione una herramienta de apoyo a las decisiones de los administradores de bancos e instituciones financieras argentinas respecto de las inversiones en TI, a fin de permitir una mejor comprensión de las relaciones existentes entre el resultado financiero y los elementos de tecnología.

Referencias bibliográficas

- Andersen, T. & Tarp, F. (2003). Financial liberalization, financial development and economic growth, en LDCs. *Journal of International Development*, 15, págs. 189-209.
- Aréas, D. B. (2005). Avaliação do ensino superior da Engenharia de Produção da UFRJ usando DEA e uma abordagem qualitativa. *Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)*. Rio de Janeiro: Universidad Federal do Rio de Janeiro.
- Asmild, M., Paradi, J. C., Aggarwall, V., & Schaffnit, C. (2004). Combining DEA windows Analysis with the Malmquist Index Approach in a Study of the Canadian banking Industry. *Journal of Productivity Analysis*, 21, págs. 67-89.
- Asmild, M., Paradi, J. C., Reese, D. N., & Tam, F. (2007). Measuring overall efficiency and effectiveness using DEA. *European Journal of Operational Research*, 178, págs. 305-321.
- Avkiran, N. K. (2011). Association of DEA super-efficiency estimates with financial ratios: investigating the case of Chinese Banks. *Omega*, 39(3), págs. 323-334.
- Balieiro, S. (2008). *Empresas investem 5,7% do faturamento em TI*. Recuperado el 23 de junio de 2010, de INFOCORPORATE: <http://info.abril.com.br/corporate/noticias/052008/08052008-0.shtml>

- Banco Central de la República Argentina. (2010). *Régimen informativo. Introducción - Criterios generales de valuación*. Recuperado el 10 de julio de 2010, de <http://www.bcra.gov.ar>
- BCRA. (2010). Régimen Informativo. Introducción y criterios generales de valuación. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Superintendencia de Entidades Financieras y Cambiarias. Recuperado el 23 de octubre de 2012, de <http://www.bcra.gov.ar>
- BCRA. (2011). *Información de Entidades Financieras. Abril 2011*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Superintendencia de Entidades Financieras y Cambiarias.
- BCRA. (2012). Información de entidades financieras. Octubre 2012. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Superintendencia de Entidades Financieras y Cambiarias.
- Becalli, E. (2007). Does IT investment improve bank performance? Evidence from Europe. *Journal of Banking and Finance*, 31(7), págs. 2205-2230.
- Becalli, E., Casu, B., & Girardone, C. (2006). Efficiency and Stock Performance in European Banking. *J. Bus. Finance Account*, 33, págs. 245-262.
- Benston, G. J. (1965). Branch banking and economies of scale. *Journal of Finance*, 20, págs. 312-332.
- Bergendahl, G. (1998). DEA and benchmarks - an application to Nordic Bank". *Annals of Operations Research* (82), 233-249.
- Berger, A. N. (2003). The economic effects of technological progress: evidence from the banking industry. *Journal of Money, Credit, Banking*, 35(2), págs. 141-176.
- Berndt, E. (1991). *The practice of econometrics classic and contemporary*. Addison-Wesley, Reader, MA.
- Bickman, L., Rog, D. J. & Hedrick, T. E. (1997). Applied research design: a practical approach. En L. Bickman, & D. J. Rog (edits.), *Handbook of applied social research methods*. Sage Publications, Thousand Oaks.
- Brewer, J. & Hunter, A. (1989). *Multimethod Research: A Synthesis of Styles*. California: Sage Publications Inc.

- Brynjolfsson, E. & Hitt, L. (1998). Beyond the productivity paradox: computers are the catalyst for bigger changes. *Communications of the ACM*, 41(8), págs. 49-55.
- Brynjolfsson, E., & Hitt, L. M. (noviembre de 2003). Computing Productivity: firm level evidence. *Review of Economics and Statistics*.
- Brynjolfsson, E. & McAfee, A. (2012). Winning the Race With Ever-Smarter Machines. *MIT Sloan Management Review*, 53(2), págs. 53-60.
- Business News America (septiembre de 2011). Financial Services - Intelligence Series. *Information technology in the financial sector*.
- Campbell, M. (2012). What a difference a year makes: time lag effect of information technology investment on firm performance. *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, 22, págs. 237-255.
- Celent. (2011). IT Spending in Financial Services: A Global Perspective. Massachusetts, Boston: Celent LLC.
- Charnes, A., Cooper, W. W. & Rhodes, E. (1978). Measuring efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 1, págs. 429-444.
- Chorteaş, G. E., Garza-García, J. & Girardone, C. (2011). Banking Sector Performance in Some Latin American Countries: Market Power versus Efficiency. *Review of Development Economics*, 15(2), págs. 307-325.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2007). *DATA ENVELOPMENT ANALYSIS. A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software* (Second ed.). New York: Springer.
- Damar, H. E. (2006). The effects of shared ATM networks on the efficiency of Turkish Banks. *Applied Economics*, 38, págs. 683-697.
- Dehning, B., & Richardson, V. J. (2002). Returns on investments in information technology: a research synthesis. *Journal of information systems*, 16(1), págs. 7-30.
- Dewan, S. & Kraemer, K. L. (2000). Information technology and Productivity: evidence from country-level data. *Management Science*, 46, págs. 548-562.
- Ellis, T. S., & Casey, K. M. (2002). The impact of information technology investments on managerial decision making: Evidence from dividend payout. *The journal of applied business research*, 18(3), págs. 65-75.

- Emrouznejad, A., Parker, B., & Tavares, G. (2008). Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the 30 years of scholarly literature in DEA. *Journal of Socio-Economics Planning Science*, 42(3), págs. 151-157.
- Faria, J. A., & Paula, L. F. (2009). Fusiones y Adquisiciones Bancarias y la Evolución de la eficiencia técnica de los mayores Bancos Privados en Brasil. *XXVII Encuentro Nacional de Economía de la ANPEC*. Foz do Iguazu.
- Favero, C. A. & Papi, L. (1995). Technical efficiency and scale efficiency in the Italian banking sector: a non-parametric approach. *Applied Economics*, 27(4), págs. 385-395.
- Floros, C. & Giordani, G. (2008). The case of Greece. *Banks and Banks Systems*, 25(4).
- Fries, S., & Taci, A. (2005). Cost efficiency of banks in transition: Evidence from 289 banks in 15 post communist countries. *J. Bank Finance*, 29, págs. 55-81.
- Gee, C. S. (2010). Bank efficiency in selected developing countries. Malasia: Center for Research & Post Graduate Studies, College of Arts and Sciences, Universiti Utara Malaysia.
- González Santín, D. (2009). *La Medición de la Eficiencia en el Sector Público. Técnicas Cuantitativas*. Instituto de Estudio Fiscales. Madrid: Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo.
- Greenmaum, S. I. (1967). Competition and efficiency in the banking system: empirical research and its policy implications. *Journal of Political Economy*, 75, págs. 461-481.
- Grönroos, C. & Ojasalo, K. (2004). Service productivity Towards a conceptualization of the transformation of inputs into economic results in services. *Journal of Business Research*, 57, págs. 414-423.
- Guerra, P. (16 de noviembre de 2011). *Business News Americas*. Recuperado el 1 de marzo de 2012, de BNAMERICAS: <http://www.bnamericas.com/news/technology/it-investment-seen-growing-11-this-year>
- Havrylchyk, O. (2006). Efficiency of the Polish banking industry: foreign versus domestic banks. *Journal of Banking & Finance*, 30, págs. 1975-1996.

- Holod, D. & Lewis, H. F. (noviembre de 2011). Resolving the deposit dilemma: a new DEA bank efficiency model. *Journal of Banking & Finance*, 35(11), págs. 2801-2810.
- Hung, S. Y., Yen, D. C., & Liu, F. C. (2009). Impact of ATM intensity on cost efficiency: an empirical evaluation in Taiwan. *Information & Management*, 46(8), págs. 442-447.
- ITWORLD. (14 de julio de 2011). *U. S. Banks changing out core systems for real-time processing*. Recuperado el 16 de marzo de 2012, de IT WORLD: <http://www.itworld.com/it-managementstrategy/183153/us-banks-changing-out-core-systems-real-time-processing?page=0,0>
- Izquierdo, R. S. & Navarro, A. M. (2001). Evaluación de la eficiencia de las entidades financieras en las secciones de crédito de las cooperativas. *Invest. Agr.: Prod. Prot. Ve.*, 16(1), pág. 87-103.
- Kao, C. & Hwang, S. (2010). Efficiency measurement for network systems: IT impact on firm performance. *Decision Support Systems*, 48(3), págs. 437-446.
- Kaplan, R. & Norton, D. (1996). Using the balanced score as strategic management system. *Harvard Business Review*, 74, págs. 75-85.
- Kasman, A. & Yildirim, C. (2006). Cost and profit efficiencies in transition banking: the case of new EU members. *Appl. Econ.*, 38, págs. 1079-1090.
- Katz, D. & Kahn, R. L. (1977). *Psicología Social de las Organizaciones*. México: Trillas.
- Khallaf, A. (June de 2012). Information technology investment and nonfinancial measures: a research framework. *Accounting Forum*, 36(2), págs. 109-121.
- Kim, J., Xiang, J. & Lee, S. (2009). The impact of IT investment on firm performance in China: an empirical investigation of the Chinese electronics industry. *Technological Forecasting & Social Change*, 76(5), págs. 678-687.
- Kisielewska, M., Guzowska, M., Nellis, J. G. & Zarzecki, D. (2005). Polish banking industry efficiency: DEA windows analysis approach. *International Journal of Banking and Finance*.
- Ko, M., Clarck, J. G. & Ko, D. (septiembre de 2008). Revisiting the impact of information technology investments on Productivity: an empirical

- investigation Using Multivariate adaptive regression splines (Mars). *Information Resources Management Journal*, 21, págs. 1-23.
- Lozano-Vivas, A., Pastor, J. T. & Pastor, J. M. (2002). An efficiency comparison of european banking systems operating under different environment conditions. *J. Product Anal.*, 18, págs. 59-77.
- Lunardi, G. L., Becker, J. L. & Maçada, A. G. (2009). Impacto da adopcao de mecanismos de governanca de TI no desempenho da gestao da TI: uma análise baseada na percepcao dos executivos. *XXXIII Enanpad 2009*. Sao Pablo.
- Lunardi, G. L., Maçada, A. C. & Becker, J. L. (2002). O Impacto de la tecnologia de informacao (TI) nos Bancos Brasileiro, Americanos, Argentinos, Chilenos e Uruguaios. *Enanpad*. Salvador.
- Maçada, A. G. (2001). *Impacto dos investimentos em tecnologia da informaçaõ nas variáveis estratégicas e na eficiência dos bancos brasileiros*. Recuperado el 30 de septiembre 2010, de LUME - Repositorio digital de la Universidade Federal do Rio Grande do Sul: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/1845>
- Maçada, A. G., Becker, J. & Lunardi, G. L. (2005). Efetividade de conversão dos investimentos em TI na eficiência dos bancos brasileiros. *RAC – Revista de Administração Contemporânea*, 9-33.
- Malmquist, S. (1953). Index Numbers and Indifference Curves. *Trabajos de Estadística*, 4(1), págs. 209-242.
- Maurer, D. (2009). What is card sorting. *Information & Design*, págs. 1-6.
- Maurer, D. & Warfel, T. (2007). *Card sorting: a definitive guide*. Boxes and Arrows.
- McKeen, J. D., Heather, A. S. & Parent, M. (1999). An Integrative Research Approach to Assess the Business Value of Information Technology. En M. A. Mahmood y E. J. Szewczak, *Measuring Information Technology Investment Payoff: Contemporary Approaches*. Hershey: Idea Group Publishing.
- Meepadung, N., Tang, J. C. & Khang, D. B. (octubre de 2009). IT - based services: Evaluating operating and profit efficiency at bank branches. *The Journal of High Technology Management Research*, 20(2), págs. 145-152.
- Meirelles, F. S. (2010). *Estudo dos gastos e investimentos em TI: avaliação, evolução e tendências nos principais bancos nacionais* (2.ª ed). (FGV-EAESP, Ed.) São Paulo: GVPesquisa.

- Melville, N., Kraemer, V. & Gurbaxani (2004). Review: Information technology and organizacional performance: an integrative model of it business value. *MIS Quartely*, 28(2), págs. 283-322.
- Michael, S. C. (2007). Can information technology enable profitable diversification? An empirical examination. *Journal of Engineering and Technology Management*, 24(3), págs. 167-185.
- Morantes, L., & Miraidy, E. (2007). Tecnología de información e innovación. Factores clave de la competitividad en las pequeñas y medianas empresas. *Revista de Ciencias Sociales (RCS)*, XIII(1), págs. 84-97.
- Morse, P. M. & Kimball, G. E. (2003). *Methods of operations research*. Massachusets: Dover Publications.
- Nolan, R., & Croson, D. (1996). *Destruicao criativa: un processo de seis etapas para transformar sua organizacao*. Rio de Janeiro: Campus.
- Norman, M. & Stoker, B. (1991). *Data Envelopment Analysis: the Assessment of Performance*. New York, USA: Wiley.
- Ou, C. S., Yen, D. C. & Hung, C. S. (2009). Determinants of information technology investments: The case of ATM in a emerging economy. *Advances in Internacional Accounting*, 25, págs. 278-283.
- Paradi, J. C., Rouatt, S. & Zhu, H. (2011). Two-stage evaluation of bank branch efficiency using Data Envelopment Analysis. *Omega*, 38(1), págs. 99-109.
- Pasiouras, F. (2007). International evidence on the impact of regulations and supervision on bank's technical efficiency: an application of two-stage data envelopment analysis. *Rev. Finan. Acc.* (30), págs. 187-223.
- Pastor, J. M., & Serrano, L. (2005). Efficiency, endogenous and exogenous credit risk in the banking systems of the Euro area. *Appl. Financ. Econ*, 15, págs. 631-649.
- Pedhazur, E. J. & Schmelkin, C. (1991). *Measurement, design, and analysis: an integrated approach*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Peffers, C. B. & Dos Santos, B. L. (1996). Performance effects of Innovative IT Applications Over Time. *IEEE Transactions of engineering management*, 43(4).
- Peretto, C. B. y Alberto, C. L. (2013). Entidades bancarias argentinas: eficiencia, productividad y continuidad en el mercado. XXVI ENDIO - XXIV EPIO. Córdoba.

- Pires, M. G. & Marcondes, R. (2003). *Conhecimento, a Inovacao e as Competencias Essenciais como Fundamentos da Competitividade no Sector Bancario. Encontro de estudos em estratégia*. Rio de Janeiro: ANPAD.
- PriceWaterHouseCoopers (octubre de 2011). *Reshaping the vision. Emerging stronger from market transformation*. Recuperado el 15 de marzo de 2012, de <http://www.pwc.com/transactionbanking>
- Quiroga García, R., Suárez Álvarez, E. y López Mielgo, N. (2009). Eficiencia de las empresas aseguradoras en Europa. *XVII Jornadas ASEPUMA - V Encuentro Internacional, 1*. España.
- Radhika, S., & Edward, H. (2003). Issues in linking informatin technology capability to firm performance. *MIS Quarterly*, 27(1), págs. 125-165.
- Dirección Provincial de Estadística y Censos de la Provincia de San Luis (2012). *Índice de Precios al Consumidor de San Luis (IPC-SL)*. Recuperado el 15 de abril de 2013, <http://www.estadistica.sanluis.gov.ar/estadisticaWeb/Contenido/Pagina76/File/octubre%202012/comunicado%20octubre%20IPC%202012.pdf>
- Sanin, M. E. y Zimet, F. (2003). *Estimación de una frontera de eficiencia técnica en el Mercado de seguros Uruguayo*. Universidad de la República de Uruguay, Facultad de Ciencias de Económicas y de Administración.
- Sanjeev, G. M. (2007). Does banks size matter in India? *Journal of Services Research*, 6(2), págs. 135-144.
- Schneider, D., López, M. A. y Argañaraz, A. A. (2010). *Revista Estrategas*. Recuperado el 23 de enero de 2011, de http://www.revistaestrategas.com.ar/bank/data/premio/2010/Segunda_Mencion.doc
- Shafer, S. M. & Byrd, T. A. (2000). A framework for measuring the efficiency of organizacional investments in information technology using data envelopment analysis. *Omega*, 28, págs. 125-141.
- Sharma, D., Sharma, A. K. & Barua, M. K. (2013). Efficiency and Productivity of Banking sector - A critical analysis of literature and design of conceptual model. *Qualitative Research in Financial Markets*, 5(2).
- Shirley, J. H. & Sushanta, K. M. (noviembre de 2006). The impact of Information Technology on the Banking Industry. *Theory and Empirics*, 7.

- Siems, T. F. & Barr, R. S. (1998). Benchmarking the productive efficiency of U.S. banks. *Federal Reserve Bank of Dallas, Financial Industry Studies*, págs. 11-24.
- Sircar, S., Turnbow, J. L. & Bordoloi, B. A. (2000). A Framework for Assessing the Relationship Between Information Technology Investments and Firm Performance. *Journal of Management Information Systems*, 16(4), págs. 69-97.
- Staub, R. B., Souza, G. & Tabak, B. M. (2010). Evolution of bank efficiency in Brazil: a DEA approach. *European Journal of Operational Research*, 202, págs. 204-213.
- Sufian, F. (2009). Determinants of bank efficiency during unstable macroeconomic environment: Empirical evidence from Malaysia. *Research in International Business and Finance*, 23(1), págs. 54-77.
- The Banker. (2012). *The Banker Database*. Recuperado el 15 de abril de 2013, de http://www.thebankerdatabase.com/index.cfm?fuseaction=de_maps_region
- Tortosa-Ausina, E., Grifell-Tatjé, E., Armero, C. & Conesa, D. (2008). Sensitivity analysis of efficiency and Malmquist productivity indices: An application to Spanish savings banks. *European Journal of Operational Research*, 184(3), págs. 1062-1084.
- Valverde, S. C., Humphrey, D. B. & López del Paso, R. (2004). Changing Technology and Cost Efficiency in Banking". *SUERF Colloquium*, págs. 14-16. Madrid.
- Villarreal Azúa, R. E. (2009). Evolución de la eficiencia en el sector asegurador mexicano. *XVI Premio de Investigación sobre Seguros y Finanzas 2009*. México: Comisión Nacional de Seguros y Finanzas.
- Wagner, H. M. (1986). *Pesquisa Operacional*. Rio de Janeiro: Prentice-Hall.
- Wang, C. H., Gopal, R. D. & Zionts, S. (1997). Use of Data Envelopment Analysis in assessing information technology impact on firm performance, en *Annals of Operations Research*, págs. 191-213, Baltzer Scientia Publishers.
- Wu, D., Yang, Z. & Liang, L. (2006). Using DEA-neural network approach to evaluate branch efficiency or large Canadian bank. *Expert Systems with Applications*(31), págs. 108-115.
- Yang, C., & Liu, M. (2012). Managerial efficiency in Taiwan bank branches: A network DEA. *Economic Modelling*, 29(2), págs. 450-461.
- Yang, J. B., Wong, B. Y., Xu, D. L., Liu, X. B. & Steuer, R. E. (2010). Integrated bank performance assessment and management planning using hybrid

minimax reference point - DEA approach. *European Journal of Operational Research* (207), págs. 1506-1518.

Yang, Z. (2005). DEA Evaluation of Bank Branch Performance. *IEEE*, págs. 82-85.

Yildirim, C. (2002). Evolution of banking efficiency within an unstable macroeconomic environment the case of Turkish commercial banks. *Applied Economics*, 34(18), págs. 2289-2301.

¹ La descripción de la totalidad de las variables se realizó en la tesis doctoral.

² Ver anexos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 de tesis doctoral.

³ Ver Apéndice en tesis doctoral.

⁴ Ver anexo en tesis doctoral.