



**Universidad**  
Zaragoza

# Trabajo Fin de Grado

Revisión técnica e histórica del cajero automático y  
análisis económico de su impacto en las cajas de  
ahorro españolas

Autor

Carmelo Carbonell Domínguez

Director

Sergio Palomas Doña

Escuela de Ingeniería y Arquitectura  
Ingeniería Electrónica y Automática  
Abril de 2017



# **RESUMEN DEL TRABAJO:**

## **REVISIÓN TÉCNICA E HISTÓRICA DEL CAJERO AUTOMÁTICO Y ANÁLISIS ECONÓMICO DE SU IMPACTO EN LAS CAJAS DE AHORRO ESPAÑOLAS.**

En los últimos años y con la entrada del presente milenio, se ha dejado notar la importancia que tiene la automatización de tareas en nuestras vidas. Hábitos cotidianos y formas de trabajar han variado sustancialmente a consecuencia de todas las inventivas y tecnologías acumuladas desde la Primera Revolución Industrial, destacando el desarrollo de la electrónica de mitad del siglo pasado. La robótica y equipamiento inteligente han propiciado un nuevo clima en la sociedad que ha acarreado un aumento de la calidad de vida para los países desarrollados.

Industria y Servicios se han visto afectados por las nuevas metodologías de trabajo: replanteamiento de la plantilla humana, redistribución del espacio físico o cambios en la producción han sido consecuencias inmediatas de esta nueva era tecnológica, caracterizada por las tecnologías de la información.

Un claro ejemplo dentro del sector Servicios es el mundo financiero y la automatización en la banca. Nuevos soportes comenzaron a introducirse allá por los años cincuenta y siguieron innovando hasta nuestros días. Así, una indudable representación de la tecnología bancaria recae en el cajero automático, un elemento vital para la banca mundial.

Por ello este trabajo se adentra en la automatización bancaria en general y en este elemento denominado ATM, en particular. Comenzando por un estudio histórico de cómo la automatización llegó al sector financiero y terminando con un análisis numérico que ayude a comprender el impacto que ha tenido dicha tecnología en la banca española haciendo especial insistencia en el impacto del ATM, se podrá contar con toda una ejemplificación de la adopción exitosa de una nueva tecnología en un sector tan puntero en la actualidad.

## **AGRADECIMIENTOS:**

En estas líneas quiero reconocer el esfuerzo de todas aquellas personas que de alguna manera, directa o indirectamente, han participado en este Trabajo de Fin de Grado. También a todos aquellos que me han ayudado en cada momento de mi etapa universitaria en Zaragoza.

En primer lugar, agradecer al departamento de Dirección y Organización de empresas por ofrecerme la valiosa oportunidad de realizar un proyecto de su área. En especial quiero mostrar mi agradecimiento a mi director de proyecto D. Sergio Palomas Doña por su incesable e intensa dedicación y sus valiosas pautas y consejos, pese a la dificultad de que no haya podido ser de manera presencial.

También quiero nombrar a mi familia, sobre todo a mi hermano. Todos ellos que, aunque no puedo identificar la manera de agradecerles todo su apoyo, han estado impulsándome constantemente para lograr todos los éxitos que me han hecho llegar a este punto.

Por último, no podría terminar este agradecimiento sin dedicar unas líneas a todos mis amigos, sobre todo a aquellas personas que han estado día a día en contacto conmigo influenciándome y ayudando a forjar un vínculo que incurre, además de la relación profesional, mucho afecto. Todos ellos han conseguido también formarme a nivel personal.

**A todos ellos, muchas gracias.**



# ÍNDICE DE CONTENIDOS.

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN. ....</b>  | <b>3</b>  |
| 1.1. De la automatización en la industria a la automatización en los servicios. ....              | 3         |
| 1.2. Sobre el cajero automático. ....   | 7         |
| 1.3. Descripción del trabajo y objetivos. ....  | 10        |
| 1.4. Descripción de la memoria. ....  | 11        |
| <b>2. ANTECEDENTES. ....</b>  | <b>12</b> |
| 2.1. Antecedentes del cajero automático. ....   | 12        |
| 2.2. Evolución tecnológica del cajero automático. ....  | 14        |
| <b>3. AUTOMATIZACIÓN DEL CAJERO AUTOMÁTICO. ....</b>  | <b>15</b> |
| <b>4. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA AUTOMATIZACIÓN EN EL SECTOR BANCARIO. ....</b>                 | <b>16</b> |
| 4.1. Justificación del contexto empírico. ....  | 16        |
| 4.2. Indicadores del sistema. ....  | 18        |
| <b>5. ESTUDIO MACROECONÓMICO. ....</b>  | <b>21</b> |
| 5.1. Eficacia. ....   | 21        |
| 5.2. Eficiencia. ....   | 23        |
| <b>6. ESTUDIO MICROECONÓMICO. ....</b>  | <b>25</b> |
| 6.1. Actividad en el sector bancario: enfoque de intermediación. ....                             | 25        |
| 6.1.1. Análisis de la eficiencia: productividad. ....   | 26        |
| 6.1.2. Análisis de la eficacia: valor creado para el cliente. ....                                | 27        |
| 6.2. Resultados. ....   | 28        |
| <b>7. CONCLUSIONES. ....</b>  | <b>31</b> |
| <b>ANEXO A. BREVE DESCRIPCIÓN HISTÓRICA DE LAS REVOLUCIONES INDUSTRIALES Y TECNOLÓGICAS. ....</b> | <b>32</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ANEXO B. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL SECTOR SERVICIOS Y DEL BANCARIO. ....</b> | <b>36</b> |
| <b>ANEXO C. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL ATM. ....</b>  | <b>42</b> |
| <b>ANEXO D. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL ATM. ....</b>  | <b>50</b> |
| D.1. Hardware del ATM.....   | 50        |
| D.2. Software del ATM. ....  | 61        |
| <b>ANEXO E. BREVE DESCRIPCIÓN DE LA DESREGULARIZACIÓN BANCARIA ESPAÑOLA. ....</b>                  | <b>67</b> |
| <b>ANEXO F. DETALLE DE LOS RESULTADOS MACROECONÓMICOS.....</b>                                     | <b>71</b> |
| F.1. Eficacia. ....  | 71        |
| F.2. Eficiencia. ....  | 72        |
| <b>ANEXO G. METODOLOGÍA EN EL ESTUDIO MICROECONÓMICO. ....</b>                                     | <b>74</b> |
| G.1. Manipulación de los datos. ....   | 74        |
| G.2. Metodología.....  | 75        |
| G.3. Heteroscedasticidad y autocorrelación.....  | 76        |
| G.4. Informes STATA.....   | 77        |
| <b>REFERENCIAS.....</b>  | <b>80</b> |

# 1. INTRODUCCIÓN.

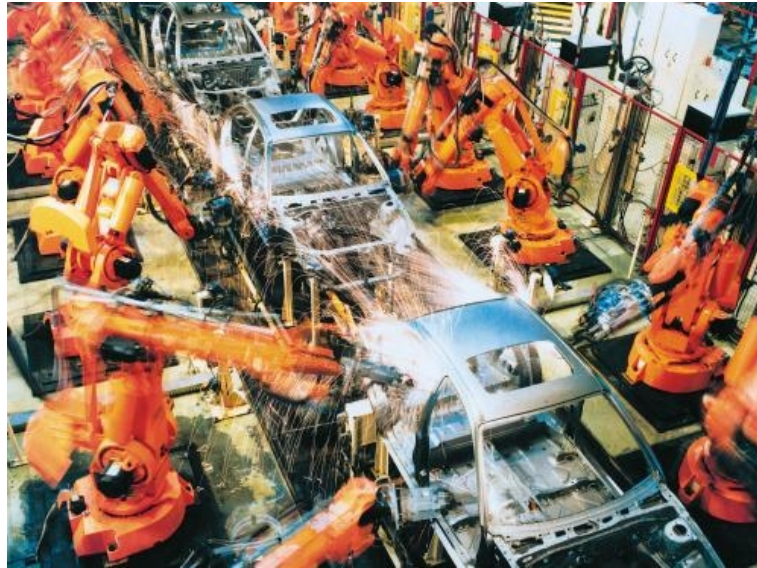
## 1.1. De la automatización en la industria a la automatización en los servicios.

En nuestros días estamos inmersos en un gran apogeo tecnológico. Existe gran cantidad de información disponible en formato digital de manera muy cómoda, a bajo coste, para cualquier tipo de usuario y en cualquier parte del mundo. Internet y las mejoras de las comunicaciones, junto con los avances en los dispositivos electrónicos y en computación, han propiciado que las tecnologías de la información estén fuertemente presentes tanto en la vida doméstica como en el ámbito productivo. Es por eso que se habla ya de la Cuarta Revolución Industrial, también denominada Revolución de las Tecnologías de la Información por basarse en la importancia que tiene la información y los medios tecnológicos en nuestros tiempos [1].

Las mejoras tecnológicas que han propiciado esta era no han llegado solas. Así, el sistema económico y social se ha visto profundamente afectado. Ciertamente ha habido cambios en la metodología de producción pero también han cambiado otros aspectos, como las políticas que la regulan o los hábitos de los consumidores. Un claro ejemplo de esta revolución es la automatización de tareas, tan presente en el mundo actual. A lo largo del tiempo la automatización ha ido implantándose cada vez más en todos los ámbitos, facilitando el trabajo y las actividades del día a día de los países desarrollados. Actualmente hacemos uso de la automatización en la mayoría de las actividades cotidianas, ya sea directa o indirectamente y casi sin percatarnos de ello. Así, la automatización de procesos está presente desde que leemos la prensa en nuestra *tablet* en la hora del desayuno hasta que compramos unas entradas para un concierto a través de internet. Nos encontramos dentro de la era tecnológica y de la información, donde la calidad de vida dista mucho de la de nuestros antepasados debido al desarrollo técnico de las últimas décadas.

La tecnología de automatización que existe en la actualidad tiene su origen en la Revolución Industrial. Ya en el siglo XVIII se produjo la mecanización de las tareas y comenzó a usarse la máquina de vapor. Seguidamente apareció la electricidad y el motor de combustión interna. Así, después de una sucesión de hitos en la tecnología, se cuenta con multitud de habilidades, conocimientos y recursos que promovieron hace unos años la tercera revolución industrial y lo hacen ahora con la cuarta. Actualmente existen plantas industriales totalmente automatizadas en las que el alto rendimiento es el punto fuerte (*Figura 1.1*).

La automatización en la industria viene acompañada de la reducción de tiempos y costes además de un aumento en la flexibilidad, calidad y seguridad, lo que genera mayor producción, beneficios y competitividad. De esta manera se puede hacer frente al mercado continuamente cambiante.



*Figura 1.1. Planta industrial automatizada del sector automovilístico.*

Además de en la industria, en muchos otros sectores también se está haciendo uso de estas tecnologías para automatizar sus tareas y abandonar paulatinamente otras formas mecánicas o manuales de realizar su actividad. Procesos propios del trabajo de recogida de materias primas constan también de maquinaria que los automatiza. Por ejemplo, la automatización agrícola con equipos de gran precisión y la robótica presente en las actividades mineras para detectar yacimientos son ejemplos de esta implantación.

De la misma manera, la automatización de los procesos también ha ido tomando fuerza dentro del sector servicios. Cuando vamos a repostar nuestro coche utilizando una tarjeta de crédito en un surtidor automático o cuando compramos nuestras entradas de cine en una máquina dispensadora estamos haciendo uso de la tecnología de automatización, pasando desapercibida para nosotros por formar parte intrínsecamente de nuestra vida cotidiana. He aquí el cambio social que viene de la mano de esta implantación, un cambio en nuestros hábitos, aunque los cambios más significativos han sido en las estructuras económicas.

Dicha automatización de las actividades terciarias deriva en una mayor implicación del cliente y una disminución del personal en la empresa, ocasionando, si se mantiene la calidad del servicio, una disminución de costes a favor del cliente [2]. Se podría argumentar que un menor contacto entre el

usuario del servicio y el personal de la empresa llevaría a una menor calidad en el servicio, por tratarse de una atención menos personalizada. Sin embargo, la automatización propicia un grado de intimidad mayor para el cliente, aspecto muy valorado hoy en día. Todo ello dota a los servicios automatizados de una gran flexibilidad sin perder la calidad. Además, la revolución de la información existente en nuestros días, que supone una cantidad casi ilimitada de información al alcance de todos, a coste reducido, y en formato portable, es un aliciente para esta revolución de los servicios.

Son muchos los campos del sector servicios que constan de una fuerte automatización. En el departamento de radiología de un hospital, el escáner genera informes médicos digitales que se mandan al especialista para que los pueda examinar. Las aulas de los centros educativos actuales están equipadas con pizarras digitales y ordenadores constituyendo así una nueva metodología en la educación. El mundo financiero y los servicios bancarios funcionan hoy en día gracias a la electrónica y las bases de datos, dónde cada gestión se realiza de manera digital. Todos ellos son ejemplos de servicios automatizados que serían un objeto de análisis interesante. En este trabajo nos centraremos en el último de los servicios mencionados: la automatización en la banca.

Teniendo en mente la reestructuración del sector financiero con la tecnología existente, los avances tecnológicos en la banca han supuesto nuevos canales para realizar las transacciones. Así, la banca por internet o cualquier medio electrónico como ordenadores, tablets o smartphones evidencia mucho más que la banca electrónica es un recurso muy usado. Pero si se ha de destacar un elemento de la automatización de la banca, este será sin duda en el cajero automático (o ATM, por sus siglas en inglés, *Automated Teller Machine*). Este dispositivo es capaz de reemplazar la mayor parte de las actividades fundamentales de banca minorista que se prestan en una oficina bancaria, y es la opción dominante para automatizar tareas. Por ello, resulta un objetivo clave como ejemplo de la automatización dentro del sector financiero, y será el tema principal del presente proyecto.

El ATM (*Figura 1.2*) es uno de los pilares de la banca electrónica y su aparición supuso numerosas facilidades para el usuario de la banca minorista. La flexibilidad para que el cliente pueda realizar sus transacciones cuándo quiera, la mayor rapidez a la hora de obtener dinero en efectivo o la cantidad de funciones que este soporte brinda, son algunas de las grandes ventajas de la implantación del cajero automático en la sociedad [3].



*Figura 1.2. Visión general de los ATM del banco Barclays.*

La aparición del ATM ha supuesto un cambio en la metodología de las transacciones bancarias, sustituyendo la forma tradicional que era acudir a una ventanilla y tener un contacto directo con el personal del banco, contacto mucho más lento e ineficiente. Así, debido al gran uso que posee el ATM actualmente, se ha desarrollado tanto que existen cajeros con reconocimiento de voz, iris o huellas dactilares (biométricos) en aras de aumentar al máximo la integridad y seguridad de los datos bancarios de los usuarios.

Este dispositivo tiene actualmente un uso masivo, ya que existen unos 2.3 millones de cajeros aproximadamente en todo el mundo [5] y es digno de ser estudiado. Veremos el impacto tanto social como económico del cajero automático en la población y en la banca, respectivamente. Para ello cuantificaremos dicho impacto y podremos corroborar todo lo que estamos afirmando sobre las tecnologías de la automatización en un sector tan concreto como es el financiero.

Previamente tenemos que entender el marco teórico de este elemento, el ATM. Para ello veremos los orígenes y la evolución de este dispositivo a lo largo de la historia y explicaremos en detalle toda su parte técnica.

## 1.2. Sobre el cajero automático.

Tal es el punto de expansión de la automatización, tal es el extremo de implantación de las innovaciones y de la tecnología novedosa que se están comenzando a procesar actividades sin intervención humana alguna, lo que puede ser el brote de algún aspecto negativo de esta era tecnológica.

La prensa actual habla del riesgo del Estado de Bienestar por la amenaza que representa la inteligencia artificial y la robótica en la automatización, sobre todo industrial. Consiste en la preocupación general, y que ya ha pasado a estudiarse por comités oficiales, por la pérdida del empleo debido a la maquinaria tecnológica [6]. Ya ha habido propuestas por parte de los eurodiputados en el Comité Europeo para poner tasas a los robots y que sean los empleados que han perdido su empleo debido a ellos los que se benefician. También se ha aprobado una propuesta que da dinero en forma de renta básica a los ciudadanos para poder convivir con este mundo laboral reducido por los avances tecnológicos, programa probado por primera vez en Finlandia.

La automatización de las tareas puede ocasionar la pérdida de los puestos de trabajo tradicionales, ya que no se necesita personal para realizarlos, sino que se sustituyen con máquinas. Por contra, asegura otros tipos de puestos de trabajo, ya que se necesita personal con formación específica para la gestión de las tecnologías implantadas, lo que quiere decir que se crean oportunidades de trabajo pero con mayor valor añadido. La realidad es que la automatización desplaza a los trabajadores a otros puesto de trabajo que requieren otras habilidades, sin llegar a eliminar completamente el empleo [7]. Al automatizar las operaciones, los puestos de trabajo desaparecen pero la mano de obra se abarata. Así existe más demanda del producto porque el precio en el mercado también es más barato. La consecuencia es la necesidad de mayor fabricación del producto es decir, más plantas industriales y por consiguiente más empleo. Por ello, se habla del desempleo tecnológico como un problema actual, aunque en realidad sólo es una amenaza para el futuro no inmediato.

En el caso de la banca, se comenzaron a desarrollar nuevas tecnologías para aumentar la capacidad de procesamiento de los bancos, expandir los servicios y ser capaz de abarcar más clientes [8]. Esto cambió por completo la metodología en la prestación de los servicios bancarios, ahora son los propios clientes los que realizan todo el proceso.

La inserción del cajero automático hizo que ya no se necesitase tanto personal humano. Sin embargo, la mayor participación en el mercado de los bancos hizo que se abrieran más sucursales, por lo que se mantuvo el número de empleos humanos. Tomando como ejemplo EEUU, el número en media de cajeros humanos por oficina que hizo falta tras la instalación de los

ATM cayó a casi la mitad pero aumentó a casi el doble el número de estas oficinas. En España, el número de cajeros automáticos ha crecido desde 44851 a 51142 entre el año 2000 y la actualidad, lo que supone un crecimiento de un 12% aproximadamente [9]. Además se cuenta con casi 1.7 millones de terminales de punto de venta (TPV) españoles, situando así a España dentro de los países con más cajeros y puntos de venta del mundo [10]. Sin embargo, tal y como muestra la CECA [11], el empleo en las cajas de ahorro españolas desde 1995 ha caído solo un 4%, de 84866 a 81431 empleados. Como se ve, los cajeros automáticos no han eliminado el empleo en los bancos.

Este dispositivo es, a grandes rasgos, un computador que funciona normalmente con una tarjeta plástica y sirve para realizar transacciones bancarias. Dicha tarjeta es única y exclusiva para cada usuario y contiene información de seguridad, como el PIN (número secreto identificativo). El ATM permite realizar diversas operativas de manera rápida y sencilla para el usuario. Control de los cobros, ingresos y movimientos en general de las cuentas bancarias, comprobación de saldo disponible en dichas cuentas, ingresos de dinero en efectivo a través de sobres, realización de transferencias bancarias a otras cuentas, revisión de actividades en curso como por ejemplo préstamos, recuperación de contraseñas olvidadas, compra de entradas, recarga de tarjetas de telefonía o transporte, pago de servicios o tasas públicas y por supuesto la retirada de dinero en efectivo son operaciones disponibles en un cajero convencional [4]. Además, cada usuario tiene normalmente una tarjeta de crédito o débito asociada con la que puede realizar compras. La supervisión de los movimientos de estas tarjetas y las gestiones referentes a ellas, como el cambio del número personal, pueden llevarse a cabo también desde un ATM. Los cajeros pueden dividirse en *Full* y *Cash*, el primero de ellos suele estar dentro de la oficina y permiten tanto extraer como depositar dinero. Los segundos, también llamados extrabancarios, suelen ser secundarios y únicamente permiten extraer dinero de ellos. Suelen estar en estaciones, parques, supermercados, etc. En España particularmente, la inmensa mayoría de los cajeros son instalados en oficinas bancarias (i.e., tipo *Full*).

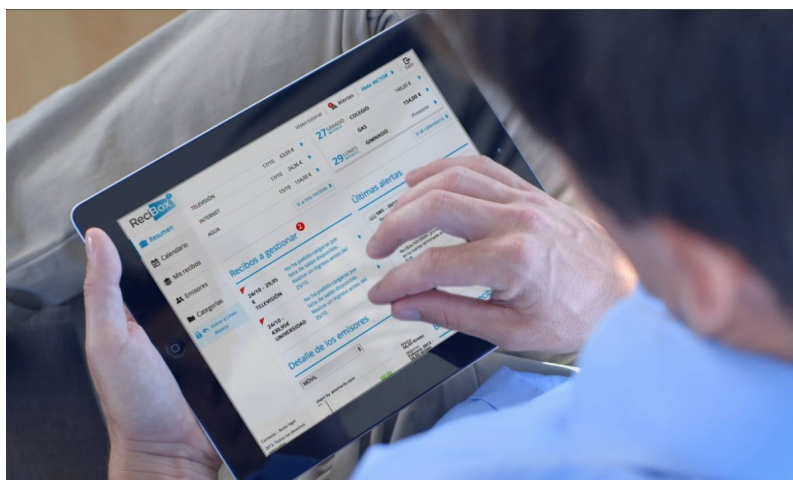
Existen redes interbancarias que conectan cajeros para que el usuario pueda realizar sus gestiones sin importar ni el banco al que pertenezca ni el lugar dónde se encuentre. Algunos de estas redes son *Banred*, *Nexo*, *NYCE*, *Pulse Cirrus*, *AFNN* o *Maestro*. En España está presente *Servired*, constituida por 102 entidades financieras y 32105 cajeros, *Euro6000*, integrada por 34 cajas de ahorro y más de 16400 cajeros, yendo además a la cabeza en tema de seguridad contra fraudes electrónicas, y *Telebanco 4B*, con más de 12000 cajeros.

Otras innovaciones relevantes en el contexto del ATM son las tarjetas de crédito o débito, que permiten la compra sin dinero. Con la primera de ellas, el usuario puede disponer de dinero al instante que después debe devolver a la



entidad financiera o banco. La segunda permite compras con cargo directo en la cuenta del cliente. En España, se han realizado en 2016 más de 2200 millones de operaciones de pago en puntos de venta con un movimiento de más de 100000 millones de euros. Además, en la sociedad española hay en circulación más de 73 millones de tarjetas bancarias siendo de crédito unos 48 millones y el resto de débito. Las nuevas tecnologías están haciendo posible además la eliminación de un factor que encarecía el uso de las tarjetas de crédito. Consiste en la aparición de redes de intermediarios entre el cliente y el banco, como entidades financieras. Estas relaciones tienen como resultado una aplicación de intereses sobre el precio del producto. Por ello, en la actualidad existe también una revolución en la relación con el cliente en cuanto a abaratar costes se refiere. De esta manera, únicamente el 4 por ciento de las comisiones del sistema financiero español provienen de las tarjetas de crédito. Otro aspecto importante contra el que lucha la tecnología actual es el fraude electrónico, posible autor de usurpaciones de cuentas bancarias. Delitos como la piratería de claves (*phishing*), la clonación de tarjetas (*carding*), la usurpación de identidad o el robo se intentan evitar con la seguridad que proporciona la tecnología en la banca actual. Así, del importe total que mueven las tarjetas bancarias, únicamente un 0.04 por cien es defraudado en España. Como ejemplo, *Bancard* es una empresa que gestiona tarjetas de crédito *Visa*, *Mastercard* o *Magna*.

En cuanto a la banca on-line (*Figura 1.3*), puede decirse que es un canal que, aunque todavía sigue suscitando cierto temor al fraude en el pago electrónico, sigue siendo año a año cada vez más utilizado [12]. La creciente implantación de internet en el hogar y la rapidez en la conexión afectan positivamente al uso de este recurso, hasta el punto de que en España un 47 por cien de la población era partícipe de la compra por internet en el año 2014.



*Figura 1.3. Aplicación de la banca online instalada en una tablet.*

Como se ve la automatización en el sector bancario está fuertemente implantada en la sociedad. Tanto ATM, como tarjetas de crédito, como internet son recursos muy conocidos y usados a nivel mundial. Las causas apuntan a ser una mayor comodidad y seguridad para el usuario y los costes más baratos. Precisamente en la búsqueda de causas de esta índole se centra el presente trabajo. Necesitaremos cuantificar el impacto del cajero automático y la automatización en general en la banca. De esta manera, podremos hablar de efectos, puntos a favor y en contra de esta banca automatizada que, sin duda, es un punto muy fuerte en el actual sector financiero.

### **1.3. Descripción del trabajo y objetivos.**

El presente proyecto tiene una doble vertiente. Por un lado se realizará un análisis sobre la automatización del sector financiero, con especial énfasis en el cajero automático. Para ello se revisarán textos científicos, patentes, documentos y libros para trazar la historia que ha tenido la revolución de los servicios financieros. Después se hablará de la cronología que ha seguido el desarrollo del cajero automático tal y como lo conocemos en nuestros días, citando todos sus antecedentes.

Siguiendo con el análisis teórico, indagaré en documentos técnicos para dar con la tecnología usada en los cajeros automáticos actuales. Hablaré de software y hardware usado, recursos, materiales, electrónica, automática, etc.

Finalmente, el trabajo tomará un enfoque más económico. Ya se ha citado la necesidad de realizar un análisis más exhaustivo del impacto del cajero automático en la banca para dar con conclusiones exactas. Para ello se tomarán indicadores varios que representen distintos factores en la implantación de esta tecnología punta, tanto la automatización bancaria como el cajero automático. Después, y tras la toma de datos de diferentes fuentes oficiales, se cuantificarán dichos indicadores mediante la realización de un análisis numérico de estos datos.

En resumen, los objetivos de este proyecto son los siguientes:

- Estudio histórico tanto de la revolución de los servicios y su automatización como del desarrollo del cajero automático. Se revisarán artículos científicos o documentos técnicos para poder analizar los antecedentes y la cronología de los hechos.
- Estudio técnico del software y hardware presente en la automatización del cajero y bancas mediante revisión de textos científicos y técnicos.

- Fijación de unos indicadores que reflejen el impacto de la automatización en los servicios y el cajero automático.
- Análisis estadístico mediante STATA de los indicadores de impacto del cajero en la banca a nivel económico y operativo. Para ello se habrán recogido previamente datos procedentes de Banco de España, del Instituto Nacional de Estadística y de la Confederación Española de Cajas de Ahorro.

### **1.4. Descripción de la memoria.**

La memoria del proyecto ha sido planteada en seis capítulos.

En el Capítulo 2 se tomará el estudio de los antecedentes de la automatización en el sector industrial y de servicios. Después se analizará el desarrollo del cajero automático para conformar una cronología en los hechos.

El Capítulo 3 será específico para la parte técnica del cajero automático. En él se desplegará información sobre programación y componentes del cajero. También se hablará de la parte técnica fuera del cajero, en tarjetas, internet o redes bancarias.

En el Capítulo 4 se introducirá el análisis numérico a realizar. Se explicará el enfoque tomado para dicho análisis y se establecerán los indicadores que se cuantificarán en la parte numérica del trabajo. Además, se explicará la importancia de cada uno de ellos y por qué se han escogido.

Con el Capítulo 5 y 6 se analizarán numéricamente los datos disponibles y se realizará el estudio estadístico de los indicadores anteriores, mostrando y comentando los resultados obtenidos.

Por último, con el capítulo 7 se resaltarán las conclusiones más significativas del trabajo.

## **2. ANTECEDENTES.**

### **2.1. Antecedentes del cajero automático.**

En este capítulo desarrollaré una breve historia de la automatización como sucesivas revoluciones tecnológicas para terminar hablando de los orígenes y la evolución de esa automatización en el sector financiero, destacando la del ATM.

La competencia global, caracterizada por los cambios en la demanda del mercado, la presión entre empresas o las grandes innovaciones, hace que la industria adopte nuevas estrategias para poder soportar la fuerte sensibilidad del mercado actual [13]. Las plantas industriales deben adaptarse rápido a los cambios en la fabricación de nuevos productos, modificando procesos y equipos en busca de menores costes de producción. Para ello es necesaria una gran flexibilidad en los procesos industriales que, actualmente, se busca mediante la aplicación de las nuevas tecnologías y la electrónica. Los sistemas inteligentes usados en la industria aseguran un gran aumento en la eficiencia y estabilidad del proceso productivo. La reducción de la intervención humana en las tareas automatizadas hace que se reduzca el coste de mano de obra. También se garantiza el aumento en la calidad del producto, es decir, sin defectos, ya que es mucho más alta la tasa de error del trabajador humano que la de una máquina. Además la producción es mucho más rápida y segura. Todo ello aboca en una fuerte revolución tecnológica que hace posible un mundo tan automatizado en todos los campos.

Las innovaciones comenzaron a desarrollarse en la segunda mitad del siglo XX [14]. Puede establecerse un parangón entre la presente revolución tecnológica y las Revoluciones Industriales de la Historia, en cuanto a cómo surgieron y se desarrollaron. Al igual que la Primera y Segunda Revolución Industrial, las revoluciones tecnológicas de los últimos años han surgido por una necesidad de progresar en alguna tarea específica y suponen un cambio notable en la sociedad.

Además, todas las tecnologías actuales son un cúmulo de avances y descubrimientos desde dichas Revoluciones Industriales. Fijarse en cómo evolucionó la Revolución Industrial puede ayudar a comprender la lógica de las actuales revoluciones tecnológicas. Así, debido a que las Revoluciones Industriales constituyen las bases del conocimiento técnico actual, no hubiera sido posible tal punto de expansión tecnológica sin esos primeros progresos de mecanización de tareas o sin la importante invención de la máquina de vapor o de la electricidad, por ejemplo.

En el *Anexo A* se da una breve descripción histórica del progreso industrial y los puntos en común de todas las revoluciones tecnológicas.

De igual manera que el sector industrial ha adoptado una nueva metodología en la producción a través de las nuevas tecnologías, el sector terciario o de los servicios también ha visto un cambio en la forma de prestar el servicio al cliente gracias a los avances tecnológicos, lo que se denomina Revolución Terciaria o de los servicios.

El valor que posee un servicio prestado por una empresa sólo se manifiesta cuando el cliente acude a dicha empresa a solicitarlo, es decir, cuando se produce el contacto entre empresa y cliente y se cubre la necesidad. Precisamente es esta forma de contacto la que se ha alterado con la inclusión de los medios tecnológicos [15]. Así, se ha sustituido parcialmente el personal físico en la empresa y la interacción humana con el cliente por soportes informáticos y automatizados que son capaces de dar servicio al cliente con muchas menos dificultades de horario, lugar o tiempo invertido, dando lugar así al concepto de autoservicio (*self-service*). Además, tampoco se pierde calidad en el servicio prestado ni supone un aumento de costes para el usuario.

En este trabajo me interesa destacar la relevancia precisamente de la automatización en este sector, el terciario y su revolución de los servicios de la segunda mitad del siglo XX. Más particularmente me centraré en el sector financiero, con gran importancia en la economía de cualquier sociedad y época.

Los primeros movimientos financieros datan de hace 4000 años en la agricultura [16], con el trueque de mercancías o el préstamo de semillas para el cultivo. A lo largo de los siglos ha evolucionado notablemente, sofisticándose y convirtiéndose en un elemento vertebrador fundamental de la actividad económica y su desarrollo. Sin embargo, no es hasta mediados del siglo XX, junto a la Revolución Terciaria y la Tercera Revolución tecnológica, cuando se producen avances de calado en el sector financiero, dominado tradicionalmente por el trabajo manual.

Como se puede observar en el *Anexo B*, una serie de innovaciones tecnológicas dentro de este sector son las responsables de la gran automatización que posee actualmente. Los años 50 fueron la plataforma de despegue para todo el desarrollo del sector Servicios que le sigue. Innovaciones pioneras como los primeros contadores de dinero de 1948 o el sistema mecánico de transacciones de los años 50 dieron pie a la transición desde las actividades manuales a la mecanización de las mismas. Los años 60 traen consigo la adopción de centros de procesamiento en los bancos a través de computadores. La creación de las bandas magnéticas para tarjetas de crédito en 1965, la digitalización de la banca a partir de los años 70, el cambio de la estructura interna de la sucursal, la digitalización de cuentas en los años 80 o la aparición de la banca online en los 90 estructuran la historia de este sector financiero.

Sin duda, de entre todos los elementos que condicionan el desarrollo del sector en nuestra época, la entrada en escena del ATM en la banca juega un papel primordial. Supuso ese contacto directo del cliente con el servicio que la nueva revolución terciaria traía consigo. Hoy en día, el usuario de un ATM puede realizar cualquier función a través de él de una manera totalmente automatizada, resultado de una sucesión de avances en la corta pero intensa historia del cajero automático.

## 2.2. Evolución tecnológica del cajero automático.

Tras haber analizado con detalle el rápido progreso de la tecnología bancaria, nos vamos a centrar en el caso paradigmático de la automatización en la banca minorista: el cajero automático.

Desde el primer dispositivo engendrado en 1939 y que cumplía las especificaciones de lo que es un dispensador de dinero, ha habido una gran fusión de avances [17]. El Sistema Chubb MD2, la máquina DACS de 1967, el primer ATM instalado en el banco *Barclays* en 1972 o el posterior desarrollo que desempeña algunas empresas de cajeros como *NCR* son algunas pinceladas de la densa historia técnica de este dispositivo. En el *Anexo C*, se ve en detalle toda esta evolución tecnológica y las consecuencias que ha ocasionado.

El cajero automático ejemplifica a la perfección la automatización de tareas específicas dentro del sector financiero. La evolución desde los trabajos manuales hasta el ATM de nuestros días, pasando por las diferentes etapas que ha sufrido la automatización bancaria, no tiene otro trasfondo más que los avances tecnológicos que han ido dejando las investigaciones, descubrimientos e invenciones a lo largo de la historia. Así, funcionalidades del cajero automático como la retirada en efectivo, las transferencias y los ingresos, la consulta de últimos movimientos o el trabajo en red evitan circunstancias como largas esperas en ventanilla, manejo de cheques o grandes cantidades de dinero, tenencia de libretas y libros de registro o errores en los ordenadores de la oficina, respectivamente.

La banca minorista ha optado completamente por esta forma de automatización, ya que los usuarios la prefieren por comodidad y bajo coste. Además se sigue investigando sobre la tecnología del ATM para innovar todavía más si cabe. Por ello, no puede entenderse actualmente una entidad bancaria sin su red de cajeros, sus servicios de banca online o cualquier tipo de tecnología novedosa para este sector. Evidentemente y como vengo diciendo durante todo el trabajo, el ATM es el elemento clave. Además de ser totalmente práctico para el usuario, deriva las funciones típicas de una oficina bancaria para pasar a realizarse automáticamente. Así, Labores como pagos, ingresos o consulta de cuentas corrientes se pueden ejecutar en este soporte.

### 3. AUTOMATIZACIÓN DEL CAJERO AUTOMÁTICO.

Una vez concluido el estudio histórico sobre el cajero automático, me introduciré con otro estudio científico, esta vez orientado a la parte técnica y la tecnología que usa un ATM. Para ello, me es necesario un cambio significativo en la temática, giro que llevo a cabo en el presente capítulo.

Adentrándonos en la ingeniería con la que se equipa un ATM, podremos terminar de comprender lo que venía diciendo desde el anterior capítulo, una transición desde las primeras y rudimentarias mecanizaciones en la banca hasta el gran abanico de diferentes tecnologías que integra un cajero automático actual. Para este estudio, escindo la gran amalgama de temas a comentar en dos grandes bloques. Por un lado, la parte tangible del cajero automático y de los soportes tecnológicos físicos de los que precisa (*hardware*) y por otro, toda la parte de programación de los mismos que tanta importancia tiene en los sistemas bancarios en general y en las redes de cajeros automáticos en particular (*software*).

Son muchos los tipos de cajeros automáticos existentes, sus formas, tamaños o apariencia. Los hay más rudimentarios, más cuadrados y menos vistosos pero también hay cajeros instalados con un aspecto más vanguardista. Sea cual fuere el tipo de carcasa externa que tenga el cajero automático, todos disponen de un equipamiento electrónico muy similar. Dichos componentes también pueden diferir en su tecnología, pero las funciones principales vienen siendo las mismas.

Son varios los módulos físicos que conforman un ATM, siendo todos ellos indispensables para realizar las transacciones. El lector de tarjetas, el dispensador de dinero, el teclado o el ordenador interno del cajero automático trabajan coordinados para realizar correctamente su función [18]. En el *Anexo D.1* puede apreciarse una breve descripción del aspecto técnico del hardware de un ATM.

La gran calidad que brindan los cajeros automáticos y la red bancaria en la que están inmersos no podría ser posible sin la programación tan exhaustiva ni los niveles de seguridad con los que se caracterizan todos los cajeros del mundo. Diferentes capas de software con gran eficacia conforman un sistema fácil de usar y con grandes funcionalidades a la par que seguro [19]. Todo ello se explica en el *Anexo D.2*, sobre la parte del software del ATM.

## 4. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA AUTOMATIZACIÓN EN EL SECTOR BANCARIO.

Tras haber desarrollado el estudio histórico y técnico del cajero automático, me adentraré en un análisis de carácter numérico para verificar el impacto de la automatización en la banca en general, haciendo hincapié en el ATM en particular. En este capítulo discutiré el enfoque de dicho estudio y expresaré unos indicadores que representen ese impacto del que hablo, comenzando así la segunda parte del trabajo, una parte mucho más empírica.

### 4.1. Justificación del contexto empírico.

La adopción de métodos automatizados trae consigo mejoras referentes a la eficiencia (e.g., consumo de recursos por unidad de producto) y a la eficacia (e.g., capacidad de satisfacer necesidades). No va a ser menos en el sector servicios, dónde la automatización mejora la calidad del servicio prestado y acerca el producto mucho más a los clientes.

El objetivo en el presente trabajo es evaluar el efecto de la automatización dentro del sector financiero, como caso particular de los servicios. En dicho sector, las numerosas innovaciones técnicas que se han ido adoptando a lo largo del tiempo han supuesto un avance económico, pues han mejorado notablemente la calidad de sus servicios. Además han propiciado un cambio social ya que han afectado al empleo, área recurrentemente condicionada por el nivel de automatización del sector. Así, la tecnología en la banca ha liberalizado puestos de trabajo, en parte debido a que los métodos automatizados sustituyen trabajos humanos por completo en algunas ocasiones.

Resulta de total pertinencia entonces realizar un estudio estadístico para cuantificar el efecto de la automatización en dicho sector bancario. Para ello, he de dirigirme a las distintas entidades bancarias, las cuales disponen de información detallada sobre la actividad en el sector y otros muchos datos. Debido a la fuerte disponibilidad de información, tomaré el territorio español como área de estudio.

Para poder realizar conclusiones completas derivadas de mi estudio, necesito escindir el análisis en dos partes complementarias que representen en conjunto el desarrollo del sector bancario español: un nivel *macroeconómico* y otro *microeconómico*.



## EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA AUTOMATIZACIÓN EN EL SECTOR BANCARIO

A nivel *macroeconómico* puede analizarse la actividad bancaria en rasgos generales con objetivo de observar los efectos de la automatización en el sector bancario globalmente. Dichos efectos podrán dar idea de hasta qué punto se ha desarrollado el sector mediante la automatización en general. Por ello, resulta necesario tomar todas las entidades bancarias españolas en conjunto como fuente de información.

Después, concentrándome en el objetivo del trabajo, analizaré el caso del ATM. Este representa un ítem vertebrador del sector y por ello supone un análisis más particular que el anterior, en este caso referente a un soporte tan característico en la banca como es el ATM. Llevando a cabo este segundo horizonte de estudio *microeconómico* podré dar con resultados no sólo a nivel de pequeñas y medianas empresas individuales sino de clientes particulares.

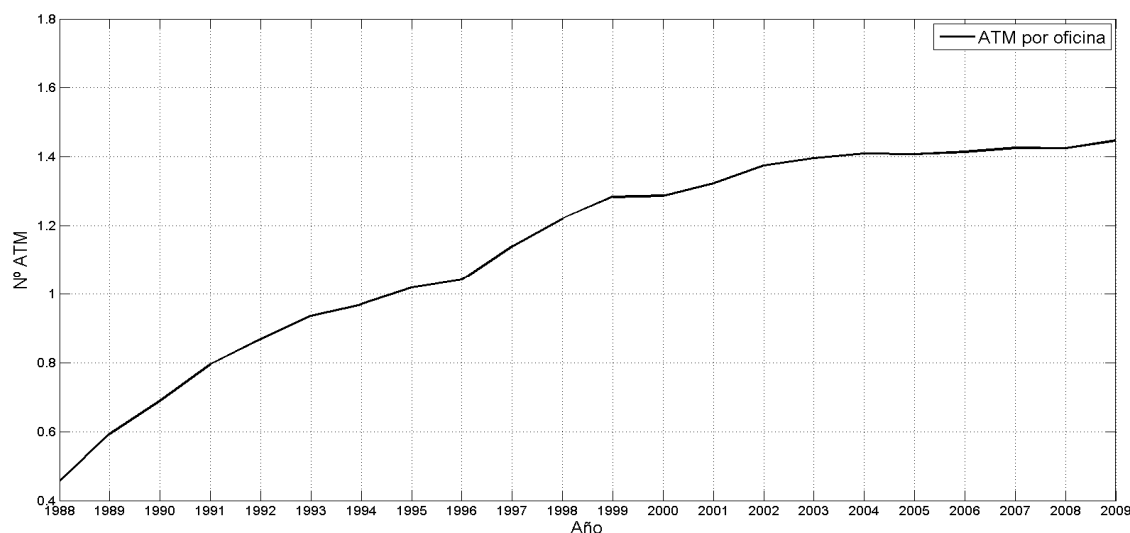
En este estudio *microeconómico* debe de haber una selección más rigurosa de las fuentes a analizar, dadas las particularidades del ATM y su relación con las actividades bancarias. Escogeré las Cajas de Ahorro como las entidades más representativas del ATM por dos fuertes motivos que se explican a continuación.

El primero de ellos es la naturaleza minorista que desde siempre han mostrado las Cajas de Ahorros, que es el tipo de actividad bancaria donde la automatización resulta más importante. Puedo remontarme a las últimas décadas del siglo pasado para entenderlo, cuando Cooperativas de Crédito, Cajas Rurales, Bancos y Cajas de Ahorro operaban en el sector, pero eran éstas últimas las que siempre han tenido esa vocación minorista, más enfocadas hacia el cliente particular o pequeñas empresas. Por contra, los bancos o las cajas rurales eran más especializados en grandes empresas o gremios específicos, respectivamente. Esta diferenciación entre entidades comenzó a flaquear con la llegada de la *desregularización* bancaria hacia los años ochenta [20]. Una serie de leyes liberalizadoras hicieron que la banca fuese mucho más homogénea y que las cajas de ahorro tuviesen un carácter minorista mucho más marcado. A modo de ejemplo, algunos hitos del camino a la liberalización bancaria van desde la flexibilización para la creación de entidades bancarias del 62, la capacitación de los bancos para realizar operaciones comerciales del 74, una eliminación de barreras con el exterior de las Cajas de Ahorro en el 77 o la creación de bancos extranjeros del 78, hasta la liberalización total para la apertura de oficinas del 85 o la liberalización total de los tipos de interés en el 87. En el *Anexo E*, puede verse en detalle este fenómeno de la desregularización.

El segundo motivo por el cual selecciono las Cajas de Ahorro es por la necesidad de mejorar su eficiencia que se hizo hueco tras dicha liberalización bancaria. A este hecho se le sumó el gran auge tecnológico de la Tercera Revolución Tecnológica (véase Capítulo 2) que permitía el uso de otros soportes y metodologías bancarias para poder llevar a cabo dicha expansión.

## EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA AUTOMATIZACIÓN EN EL SECTOR BANCARIO

Todo ello hizo que la oportunidad tan idónea de instaurar el ATM, que se ajustaba perfectamente a las tareas bancarias, se fusionara con la necesidad de las Cajas de Ahorro por competir. Así, estas entidades bancarias resultan las más representativas para estudiar el impacto del ATM desde sus orígenes a la actualidad. En la *Gráfica 4.1* puede observarse la evolución que ha tenido la implantación del ATM en las Cajas de Ahorro españolas según informes de las mismas.



*Gráfica 4.1. Evolución del número de ATM por oficina*

Además conviene situar el punto histórico de los datos para todo el análisis en general desde el inicio de este boom bancario, allá para los años ochenta, hasta nuestros días.

### 4.2. Indicadores del sistema.

Para cada uno de los dos niveles del estudio, he de seleccionar unos indicadores que reflejen lo mejor posible los impactos que se están intentando cuantificar. En ambas partes, trataré dos ámbitos importantes que representen bien el sistema estudiado: la *eficacia* y la *eficiencia*. Tanto el análisis macroeconómico como el microeconómico los estudiarán.

Se debe entender por eficacia a la capacidad para alcanzar los objetivos, que en términos del sector bancario será la capacidad de servicio de cada unidad productiva. La eficiencia, por su parte, se refiere al volumen de recursos consumidos para alcanzar estos objetivos. En este caso se corresponde con el consumo de recursos necesario para prestar cada unidad de servicio. Así,

## EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA AUTOMATIZACIÓN EN EL SECTOR BANCARIO

cuantificando ambos términos en los dos niveles de estudio de este proceso podré destacar la mejoría en el sector bancario español debida a la automatización.

En el análisis macroeconómico identificaré la capacidad de servicio de las oficinas con la eficacia del sistema y el consumo de empleo en el sector bancario con la eficiencia.

En cuanto a la capacidad de servicio, ésta se puede medir con algún indicador que de una idea aproximada de la cantidad de servicio por cada unidad productiva. Servirá para cuantificar cuán importante ha sido el sector bancario a lo largo de los años y cuánta productividad ha tenido. Algunos indicadores que usaré para mostrar esta información son los siguientes: el número de oficinas bancarias, su ratio con la población total, la evolución de los créditos y depósitos como medida de la actividad bancaria y su ratio con el número de oficinas. También puede compararse la actividad de dicho sector con la actividad económica nacional (*PIB, Producto Interior Bruto*) y comprobar su importancia.

En lo que concierne al consumo de recursos, indicadores tales como empleados por oficina, ratio entre el número de empleados bancarios y el total de población en edad de trabajar o entre la población total, me ayudarán a conformar una conclusión a nivel macroeconómico.

Por otro lado, en el segundo análisis ya a nivel microeconómico, puede también escindirse la perspectiva de los efectos del ATM. Se realizará un análisis de sensibilidad de la eficiencia y eficacia con variables dependientes de los ATM por oficina y por empleado. Se estudiará como varía la productividad y calidad del servicio con esos parámetros.

Respecto a la productividad se puede pensar en los créditos. En cuanto a la calidad del servicio, habrá que aproximar el valor de las comisiones y tomar ingresos por comisiones.

La *Tabla 4.1* muestra de manera resumida los indicadores según su nivel y que tomaremos en el siguiente capítulo para cuantificarlos y extraer resultados.

# EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA AUTOMATIZACIÓN EN EL SECTOR BANCARIO

| Nivel                 | Aspecto  | Indicador  |
|-----------------------|--|--|
| <b>Macroeconómico</b> | Eficacia: capacidad de servicio de las oficinas. | Nº de oficinas.  |
|                       |  | Habitantes por oficina.  |
|                       |  | Depósitos y créditos.  |
|                       |  | Créditos y depósitos sobre PIB.                                  |
|                       |  | Créditos y depósitos por oficina.                                |
| <b>Macroeconómico</b> | Eficiencia: empleo en el sector bancario.        | Nº empleados bancarios respecto a población en edad de trabajar. |
|                       |  | Nº de empleados por oficina.                                     |
|                       |  | Habitantes por empleado bancario.                                |
|                       |  | Productividad por oficina y empleado.                            |
|                       |  | Comisiones e ingresos por oficina y empleado.                    |
| <b>Microeconómico</b> | Eficiencia: productividad y costes.              | Productividad por oficina y empleado.                            |
|                       | Eficacia: Valor añadido para los usuarios        | Comisiones e ingresos por oficina y empleado.                    |

Tabla 4.1. Indicadores del impacto de la tecnología bancaria.

## 5. ESTUDIO MACROECONÓMICO.

En este capítulo realizaré un repaso de los resultados extraídos de los datos tomados para el nivel macroeconómico y estableceré conclusiones explicativas. Además, podrá complementarse la información con el *Anexo F* donde se dispone de un análisis de los datos mucho más exhaustivo.

### 5.1. Eficacia.

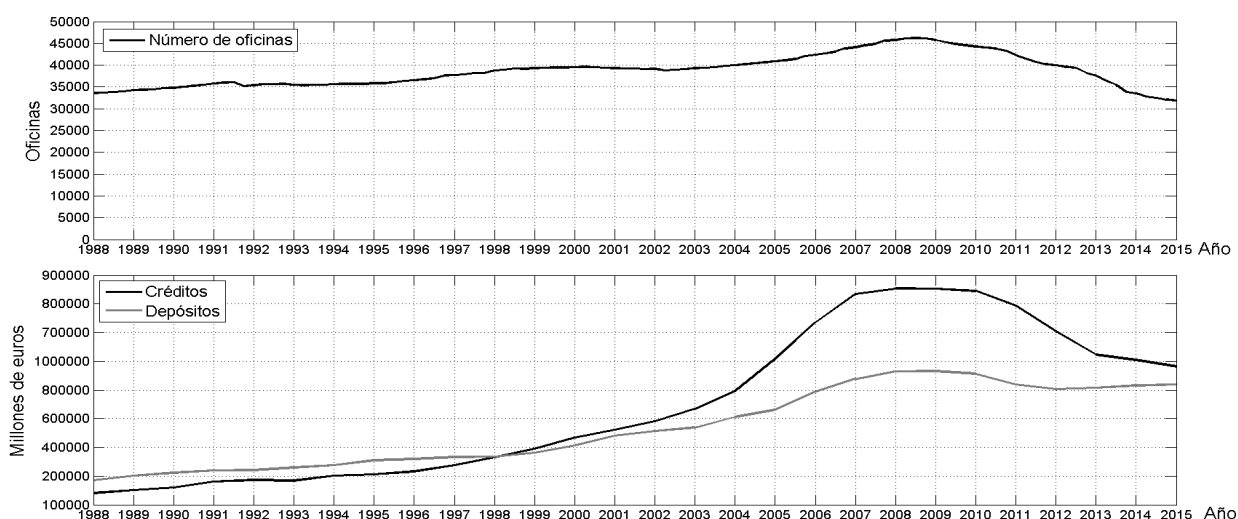
Los datos manejados en esta parte provienen del Instituto Nacional de Estadística (*INE*) y del Boletín Estadístico del Banco de España. El año de inicio de las representaciones en este apartado queda fijado a 1988, siendo la serie de la población la limitante en los datos. En el límite superior tomaré el año 2015 ya que no existe información más reciente en algunos campos.

Primero destacaré los resultados referentes a la eficacia del sistema. Como primera aproximación, la evolución del número de oficinas bancarias (*Gráfica 5.1.a.*) da una idea de cómo la desregularización bancaria de los años ochenta disparó la apertura de sucursales en casi un 40 por ciento hasta 2008, momento en que cesó el boom. Posteriormente se dio un giro y se comenzó a cerrar oficinas de manera muy brusca, con una reducción de aproximadamente el 33 por ciento de las mismas en siete años.

La explicación a esta reducción de oficinas podría encontrarse en la crisis que comienza en 2008. Esto, sin embargo, no es lo que sugieren los datos sobre el total de la actividad bancaria que se lleva a cabo por el sector bancario (*Gráfica 5.1.b.*). En primera instancia, el número de oficinas podría verse relacionado con la cantidad de actividad bancaria, ya que ambas magnitudes aumentan hasta aproximadamente el año 2008 y decrecen a partir de ahí. Pero mirando en detalle su evolución puede observarse cómo el descenso brusco de las oficinas bancarias a partir de ese año 2008, no se refleja en un descenso similar de la actividad bancaria.

Numéricamente se puede comparar el aumento ya citado de las oficinas bancarias de casi un 40 por ciento con un 507 por ciento de crecimiento en los créditos y un 207 por ciento en depósitos. Sin embargo a partir de aquí, las oficinas se reducen en un 33 por ciento, como ya se ha mencionado, pero los créditos lo hacen sólo en un 31.8 y los depósitos en un 8.4 por ciento. En otras palabras: la gran reducción del número de oficinas bancarias de principios de milenio no coincide con una caída similar en la actividad bancaria. Cabe destacar que las cifras monetarias de actividad bancaria para los créditos y

depósitos han sido corregidas en este análisis con un factor derivado de la inflación resultando así cifras deflactadas, es decir, euros constantes de 1988.

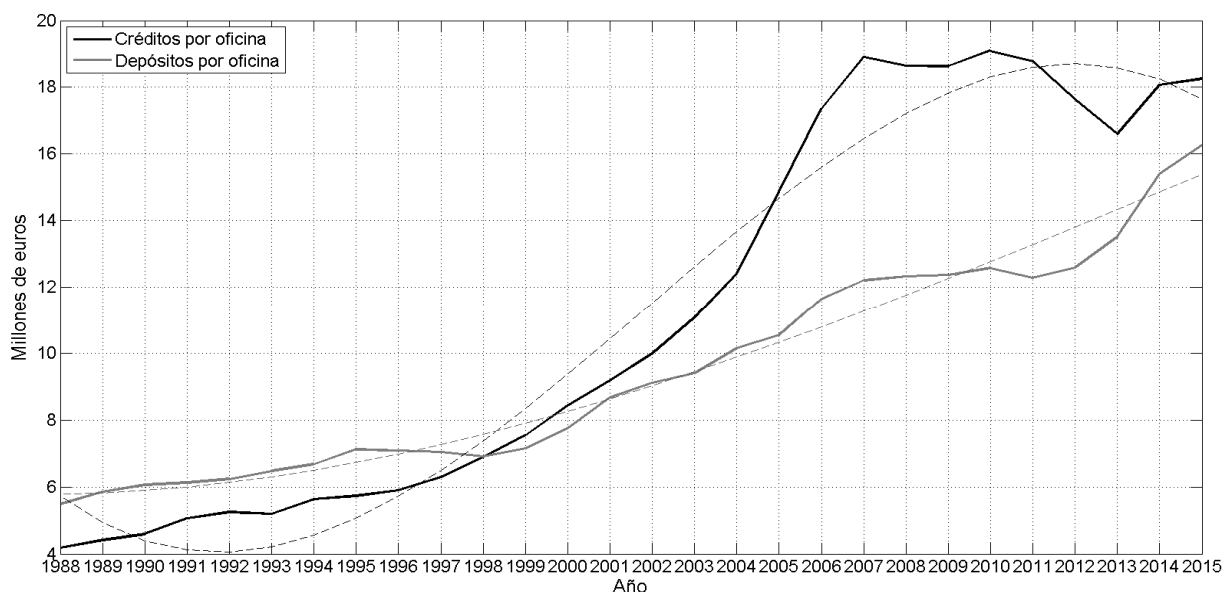


Gráfica 5.1.a.(arriba). Evolución del número de oficinas bancarias. / Gráfica 5.1.b. (abajo). Evolución de los créditos y depósitos.

Unificando estos resultados, la reducción de oficinas a partir del año 2008, que acaece al mismo tiempo que se da un aumento de la actividad bancaria, ocasiona un aumento también de la actividad bancaria en cada oficina, es decir, de créditos y depósitos por oficina. Esto puede verse reflejado en la Gráfica 5.2, dónde los créditos y depósitos por oficina tienden a ser una curva de "S". Las líneas discontinuas de la gráfica se corresponden con la tendencia que siguen los créditos y depósitos por oficina respectivamente, de manera cúbica.

Una curva de este estilo, denominada sigmoideal, muestra el ciclo de vida de una tecnología y está definido por tres límites bien marcados: una entrada en el mercado, un crecimiento y una etapa de madurez y capitalización [21].

En este caso, esa tendencia de "S" lleva intrínseca la evolución de la tecnología bancaria, conformando un cúmulo de cada una de las tecnologías existentes. Por ello, esta curva es más bien representativa de la capacidad de mejora que ha seguido la automatización bancaria. Puede verse que la introducción de la tecnología en la banca perdura aproximadamente hasta un punto entre 1995 y 1997, ya que la actividad por oficina no crece desmesuradamente. Entonces, la etapa de crecimiento entra en escena con un gran incremento de la actividad. No es hasta aproximadamente el año 2012, cuando comienza la supuesta etapa de madurez, donde ya no hay tanto crecimiento y se da la saturación, quedando a la espera de una nueva tecnología.



Gráfica 5.2. Créditos y depósitos por oficina.

Puedo establecer entonces una conclusión respecto a estos indicadores de eficacia del sistema. *Los datos confirman que no hay una relación directamente proporcional entre el número de oficinas y la actividad bancaria. Además se extrae que aunque se reduzca la red de sucursales, el aumento en la capacidad de servicio de cada oficina ha aumentado la capacidad total del sistema bancario. Por lo tanto el sistema ha aumentado considerablemente su eficacia gracias a la automatización bancaria y lo ha hecho de la manera esperada para la evolución tecnológica acumulada, confirmándolo así las curvas de "S" anteriores.*

## 5.2. Eficiencia.

Para continuar lo haré con los resultados macroeconómicos correspondientes al estudio del consumo de recursos o eficiencia del sistema. En este apartado se puede verificar un descenso del número de empleados requeridos por el sistema bancario desde la desregularización bancaria. A nivel general, y observando la representación que han tenido los empleados de la banca respecto a la población española en edad de trabajar (de 16 a 65 años), existe una reducción significativa en dicha representación. Esto supone una disminución en la plantilla de los empleados bancarios que se cuantifica en casi un empleado menos por oficina en los últimos 28 años. En consecuencia, aumenta la carga o densidad de trabajo por empleado, es decir, cada trabajador

asume más número de tareas correspondientes a más número de clientes. Por ello, comparando los empleados bancarios con la población total, también el número de empleados bancarios por cada mil habitantes se reduce considerablemente, en casi dos empleados menos por cada grupo de mil personas de la población total.

*Acaece pues de la misma manera, un descenso del porcentaje de población que debe dedicarse a la actividad bancaria, coincidiendo en el tiempo con el notable incremento de actividad ya destacado en el apartado anterior. Esta evidencia refuerza la gran eficiencia del sistema, ya que incluso se ha necesitado menos recursos para aumentar la productividad gracias a la automatización. Por ello, tampoco existe relación directa entre el personal bancario y la actividad del sector.*

*Como conclusión final del estudio macroeconómico se desvela que la productividad bancaria ha ido independizándose del número de oficinas bancarias y del número de empleados, en los últimos años. La banca ha sido capaz de generar mucha actividad pese a contar con menos personal y menos puntos físicos de oficinas bancarias. Y no es otro motivo sino la implantación de la automatización el que ha generado esta situación.*

*La automatización en la banca ha propiciado que cada trabajador pueda atender más transacciones y clientes y que cada oficina, por lo tanto, pueda generar más actividad. De esta manera, la implantación de la tecnología bancaria es responsable de la creación de valor y riqueza del país además de la liberación de puestos de trabajo para otras funciones.*



## 6. ESTUDIO MICROECONÓMICO.

### 6.1. Actividad en el sector bancario: enfoque de intermediación.

Continuando el estudio numérico con el análisis microeconómico podré completar las conclusiones obtenidas del macroeconómico. Este análisis se encuentra particularizado en las Cajas de Ahorro por su carácter minorista y por haber sido estas las mayoritarias tomadoras de la tecnología bancaria, sobre todo el ATM. Estudiaré la eficiencia y la eficacia como dos ámbitos complementarios. En este capítulo pues explico la metodología a usar y expongo los resultados pertinentes. Con ellos terminaré de formalizar los conceptos extraídos de este proyecto acerca de cómo la automatización bancaria afecta sobre la banca española, en concreto centrándome en el impacto del ATM en las Cajas de Ahorro.

El proceso productivo, en el cuál se transforman una serie de materias primas (entrada) perdiendo su identidad para convertirse en un producto (salida), es un concepto que enseguida aboca a pensar en el sector industrial por su fuerte carácter productivo. Pero también el Sector Servicios y en concreto el sector financiero constan de estos procesos para realizar su actividad. Un texto que trata a la perfección el proceso productivo en las entidades bancarias de múltiples referencias es el de *Sealey y Lindley* [22], el cuál resumo en las siguientes líneas.

Las tarea fundamental de una entidad bancaria en el sistema económico es, esencialmente, la prestación de créditos. El principal input del proceso productivo de cualquier entidad bancaria son los depósitos que recibe, por los que debe asumir unos gastos para los clientes, gastos que consisten en los costes que supone al banco la tenencia, disponibilidad o actualización de los fondos. A partir de esos depósitos, la transformación productiva que lleva a cabo el banco concluye con la prestación de fondos y tiene como salidas todos los servicios financieros que proporciona a sus clientes tanto depositantes como deudores. Estas salidas se adjetivan como técnicas por explicar esa mera transformación de bienes. Así pues, puede considerarse como salida o producto del proceso productivo de una entidad bancaria a los créditos prestados por la misma junto con los servicios financieros dados, siendo la entrada al proceso los depósitos de los clientes.

Para la realización de cualquier proceso de transformación son indispensables tres factores productivos: la materia prima, el capital humano (empleados) y el capital productivo (edificios o maquinaria), los que los

economistas clásicos denominaban tierra, trabajo y capital, respectivamente. Todos ellos actuando conjuntamente hacen posible la transformación de las materias primas correspondientes para conseguir un producto o servicio al final del proceso.

En este análisis microeconómico conviene identificar cada factor productivo que interviene en el proceso de producción de una entidad bancaria. Ya se ha mencionado que al principio de dicho proceso de transformación se presentan los depósitos de la clientela, por ello las materias primas que usaré para el análisis será el volumen de depósitos de las Cajas de Ahorro españolas. En cuanto al capital humano tengo dos opciones: o bien tomar el gasto en personal de las Cajas de Ahorro o bien el número de empleados de las mismas. Opto por la segunda opción, ya que es un valor mucho más objetivo. Si tomase el gasto en personal podría estar infravalorando la productividad, ya que las fluctuaciones de los sueldos del personal no reflejarían únicamente el factor de capital humano, sino que también incorporaría los aumentos de salario debidos a la productividad. Por último, como capital productivo tomaré las inversiones en inmovilizado material de uso propio que han ido teniendo las Cajas de Ahorro en España.

#### **6.1.1. Análisis de la eficiencia: productividad.**

La primera parte del estudio consiste en realizar una análisis de la sensibilidad que tiene la productividad o eficiencia de las Cajas de Ahorro españolas con la inserción de la automatización en la banca. Como elemento cuantificador de dicha productividad tomaré el volumen de créditos que han ido teniendo las Cajas de Ahorro a lo largo de los años. Aquí me surge el primer problema, que consiste en la falta de homogeneidad de los datos a partir del año 2009. Resulta difícil tomar datos en este período debido al número tan cambiante de Cajas de Ahorro que existen en España, con una considerable variación del mismo de un año a otro. Puede explicarse mediante la crisis económica acaecida en esta época y la cantidad de cambios de nombre de las entidades, lo que me obliga a desechar este último periodo en mi análisis. Por tanto, el intervalo de estudio que llevaré entre manos recae del año 1988 al 2009. Además, los datos tomados para esta parte de productividad los extraeré de los balances públicos de las Cajas de Ahorro publicados por los informes anuales que genera la *CECA (Confederación Española de Cajas de Ahorro)*. Puede repasarse con detalle la manipulación de los datos en el *Anexo G.1*.

En este punto necesito una función de producción que se adecúe al contexto. Por simplicidad en el modelo y en el uso me servirá la función de *Cobb Douglas*, que considera que los factores productivos se relacionan en forma geométrica.

Para este análisis aumentaré la función de Douglas incluyendo una variable más para poder observar el efecto del cajero en la productividad de la entidad. Será mi variable objetivo y es precisamente la que voy a estudiar en este apartado. Es interesante ver con esta función la variación que sufre la productividad con dos variables objetivo: los cajeros automáticos por oficina y los cajeros automáticos por empleado. Resultan interesantes estas variables ya que los cajeros automáticos se instalan mayoritariamente en oficinas bancarias y tienden a hacer la labor de sustituir al personal de las mismas. Además, usaré el programa informático *STATA*, el cual realiza una regresión con los datos utilizando la técnica de los *Mínimos Cuadrados Ordinarios*. Un estudio algo más detallado de ésta última técnica y de la función de Cobb-Douglas se encuentra en el *Anexo G.2*.

### 6.1.2. Análisis de la eficacia: valor creado para el cliente.

Por otro lado, y conformando la segunda parte del estudio, es de total relevancia el análisis de la sensibilidad de la eficacia del sistema con la adopción de la automatización bancaria, análogamente a lo realizado con la productividad.

La calidad propiamente dicha que proporcionan las entidades bancarias puede cuantificarse mediante unidades monetarias. Las comisiones cobradas de los clientes por las entidades debido a los servicios bancarios que prestan junto con las comisiones e intereses pagados por las entidades pueden dar idea de calidad de servicio. También podría complementarse la información con factores subjetivos sobre la satisfacción del cliente, pero resulta inabordable en este proyecto.

Realizaré de la misma manera que en la parte de productividad una regresión de las variables objetivo de cajeros por oficina y por empleado para observar su influencia en la eficacia de las entidades. Esta eficacia vendrá dada por un indicador de lo que las entidades ganan en relación con su propio precio, que consiste en:

$$\text{Indicador eficacia} = \frac{\text{com. cobradas} - \text{com. pagadas} - \text{int. pagados}}{\text{créditos}}$$

Los datos necesarios para este apartado de eficacia residen en las cuentas de pérdidas y ganancias de las Cajas de Ahorro, con un único problema de ausencia de datos. Consiste en que para los primeros ocho años, los datos disponibles son algo menores que los que hay en los balances públicos. Se trata de, como máximo, una veintena de entidades no datadas y que hacen que la muestra sea aproximadamente del 93 por ciento del total de las Cajas de Ahorro, hecho que no ocasiona ningún problema de validez.

## 6.2. Resultados.

Realizando una primera regresión para las variables objetivo que trato, compruebo que resultan valores anómalos, con parámetros y significatividades estadísticas demasiado altas. Se debe a que no existe una variación igual año a año en los datos y por lo tanto se da una dispersión no homogénea, generando heterocedasticidad y autocorrelación de los datos (el *Anexo G.3* detalla más el fenómeno). El resultado es una menor eficiencia en el cálculo y con ello un cálculo erróneo. La solución consiste en realizar una corrección de la regresión a través de la inserción de una tendencia en la variación de los datos y mediante ajustes en los errores estándar, que hacen la inferencia más conservadora pero más fiable.

El software genera unos informes de texto en los que residen todos los resultados (véase *Anexo G.4*). En este documento de salida se reflejan unas tablas en las que cada fila contiene indicadores referentes a cada elemento de la función de Douglas. Los indicadores que me van a proporcionar información son el coeficiente (que indica la variación con el parámetro), el error estándar (que indica la desviación estándar en los datos) y el P-valor (que da una idea de cuán fiable son los resultados).

Comenzaré exponiendo lo obtenido para el análisis de la relación de la productividad de las Cajas de Ahorro con la automatización bancaria. STATA brinda algún resultado interesante para este apartado pero hay que tener en cuenta para este caso que en las tablas resultantes están representados los valores como logaritmos. Para poder obtener el valor hay que hacer la transformación correspondiente (exponencial del valor menos uno).

Se extrae entonces del coeficiente la influencia de los distintos factores en la productividad. Así, los coeficientes correspondiente a depósitos, inmovilizado material y número de empleados son elasticidades que al ser su suma mayor que la unidad, me encuentro ante un ejemplo de economía de escala. Se observa que la influencia del factor de cajeros por oficina sobre la productividad es de un 10.54 por ciento. Esto quiere decir que el aumento de un ATM en una oficina es el responsable de un aumento del 10.54 por ciento en su productividad (véase *Tabla 6.1*).

De la misma forma, el resultado para la influencia de los cajeros por empleado sobre la productividad es de un 32.64 por ciento, es decir, que si a cada empleado le correspondiera un ATM más, la productividad aumentaría un 32.64 por ciento. Esta cifra puede parecer excesiva pero hay que valorar que, en realidad, a cada empleado bancario no le corresponde un ATM sino menos. Por tanto, con ese ratio entre cajeros y empleados en mente, ya no resulta tan disparatado el dato anterior.

|                              | <b>Coefficiente (tanto por uno)</b> | <b>Error estándar (tanto por uno)</b> | <b>P valor (tanto por uno)</b> |
|------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Ln (depósitos)</b>        | 0.219                               | 0.397                                 | <0.001                         |
| <b>Ln (Inmov. material.)</b> | 0.022                               | 0.007                                 | 0.003                          |
| <b>Ln (nº empleados)</b>     | 0.836                               | 0.434                                 | <0.001                         |
| <b>ATM por oficina</b>       | 0.100                               | 0.184                                 | <0.001                         |
| <b>Tendencia</b>             | 0.054                               | 0.002                                 | <0.001                         |

|                              | <b>Coefficiente (tanto por uno)</b> | <b>Error estándar (tanto por uno)</b> | <b>P valor (tanto por uno)</b> |
|------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Ln (depósitos)</b>        | 0.224                               | 0.040                                 | <0.001                         |
| <b>Ln (Inmov. material.)</b> | 0.020                               | 0.008                                 | 0.008                          |
| <b>Ln (nº empleados)</b>     | 0.840                               | 0.044                                 | <0.001                         |
| <b>ATM por empleado</b>      | 0.283                               | 0.122                                 | 0.020                          |
| <b>Tendencia</b>             | 0.055                               | 0.002                                 | <0.001                         |

*Tabla 6.1.a (arriba): resultados para la eficiencia con la variable ATM por oficina. / Tabla 6.1.b (abajo): resultados para la eficiencia con la variable ATM por empleado.*

Puede observarse además que la tendencia para ambos casos es algo superior al cinco por ciento, lo que indica que en la regresión se ha tomado ese valor porcentual como variación interanual tanto para los cajeros por oficina como por empleado. Es una cifra perfectamente representativa para el crecimiento de los ATM.

Continuaré con los resultados obtenidos del valor añadido, expuestos en la *Tabla 6.2*. Se observan en las tablas dos factores que se han incluido en la regresión, el material por volumen de créditos y de depósitos. Son importantes porque aproximan la calidad del servicio proporcionado al cliente.

No es necesario en esta serie de datos realizar una transformación logarítmica de los resultados ya que la función de regresión se toma como lineal. Además estos resultados hay que asimilarlos no como el porcentaje de variación de la variable de salida sino como los puntos porcentuales de variación en dicha variable de salida.

Centrándome en la influencia de las variables estudiadas sobre la eficacia del sistema, se puede comprobar cómo el aumento de un ATM en una oficina supondría un aumento de 1.2 puntos porcentuales en la eficacia correspondiente. De la misma manera, se ve que el aumento de un ATM por empleado se refleja en un aumento de 6.95 puntos porcentuales de la eficacia.

Por último, fijándome en los P-valores puede comprobarse que como máximo son algo superiores al 5 por ciento, lo que es un claro indicador de fiabilidad en los resultados.

|                              | <b>Coefficiente (tanto por uno)</b> | <b>Error estándar (tanto por uno)</b> | <b>P valor (tanto por uno)</b> |
|------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Material por crédito</b>  | 0.025                               | 0.016                                 | 0.113                          |
| <b>Material por depósito</b> | 0.046                               | 0.024                                 | 0.057                          |
| <b>ATM por oficina</b>       | 0.012                               | 0.04                                  | 0.002                          |
| <b>Tendencia</b>             | 0.005                               | 0.003                                 | <0.001                         |

|                              | <b>Coefficiente (tanto por uno)</b> | <b>Error estándar (tanto por uno)</b> | <b>P valor (tanto por uno)</b> |
|------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Material por crédito</b>  | 0.026                               | 0.016                                 | 0.1                            |
| <b>Material por depósito</b> | 0.046                               | 0.239                                 | 0.054                          |
| <b>ATM por empleado</b>      | 0.69                                | 0.028                                 | 0.13                           |
| <b>Tendencia</b>             | 0.005                               | 0.001                                 | <0.001                         |

Tabla 6.2.a (arriba): resultados para la eficacia con la variable ATM por oficina. / Tabla 6.2.b (abajo): resultados para la eficacia con la variable ATM por empleado.

A modo de conclusión del análisis microeconómico, puedo corroborar lo que venía diciendo desde el estudio macroeconómico: la automatización en la banca permite un aumento de la productividad y de la calidad del servicio. Esta vez visto a nivel de empresa con las Cajas de Ahorro españolas, se ha visto cómo el aumento del ratio de cajeros por oficina y por empleado bancario, lleva consigo un aumento notable de la productividad y de la eficacia del sistema. Aunque no un aumento abismal, ya que no todo el crecimiento bancario depende de la automatización, si que se ha visto que el ATM como tal es un elemento totalmente vertebrador en la banca minorista, ya que de él depende en parte la eficiencia y eficacia del sistema bancario minorista español.

## 7. CONCLUSIONES.

El inicio de la automatización de tareas extendido por todo el siglo pasado, afectó enormemente en el mundo industrial y en el Sector Terciario. De hecho, se habla de una Revolución Terciaria actualmente debido a al auge de la información, fruto de la fácil accesibilidad a la tecnología.

El sector de los servicios que tomó con más intensidad la automatización fue el bancario. La importancia que tiene la tecnología bancaria hoy en día se la debe a todo el conjunto de innovaciones técnicas que han ido acaeciendo desde, ya incluso, la Primera Revolución Industrial del siglo XVIII. En los años cincuenta, coincidiendo con los mayores avances en microelectrónica, se implantaron los primeros dispositivos automatizados. Ahora, infinitud de bases de datos y de soportes informáticos hacen posible redes bancarias mundiales

Es de unanimidad que el soporte electrónico más significativo de la automatización en el mundo bancario es el cajero automático o ATM. Este dispositivo comenzó su andadura a principio de los años setenta en Europa para convertirse en un ítem muy consolidado en cualquier entidad bancaria.

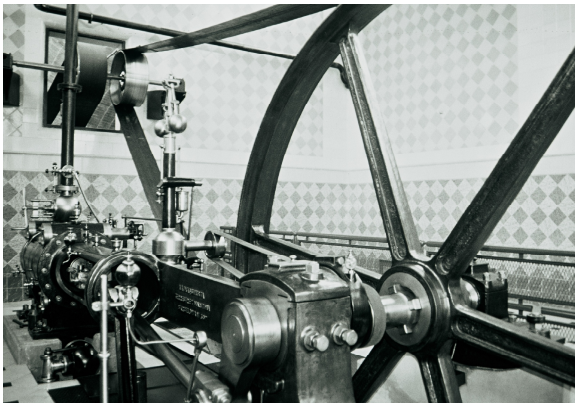
Este aparato, en línea con la red de cajeros, se basa en diversos periféricos con diferentes tecnologías. Su función comienza mediante una tarjeta plástica con diversos terminales de lectura para la identificación de usuario. Esta cuestión de seguridad es donde más se está invirtiendo actualmente investigando sobre nuevas formas para identificarse y evitar la usurpación de datos. Así, lectores biométricos que usan rasgos físicos del cliente o líneas mejoradas del software interno del cajero revolucionan la seguridad bancaria, dotando de gran calidad al servicio.

La inserción de la tecnología en la banca ha seguido una evolución concreta. En España, los efectos comenzaron a verse a partir de los años ochenta, tras la desregularización bancaria que liberalizó el sector. Con el nuevo milenio, comenzó a crecer desmesuradamente la productividad bancaria en aproximadamente un 500 por ciento debido a la automatización. Este crecimiento cesó en el 2012 para estabilizarse. Este hecho vino acompañado por un consumo de menos recursos, como la reducción de un empleado por oficina o la disminución del número de oficinas en más de un 30 por ciento.

También a nivel de las Cajas de Ahorro españolas, dónde hay un carácter más minorista y el ATM está más presente, se ha dejado notar el efecto. Así, la productividad en una oficina aumenta sobre un diez por ciento si se instala un ATM más. Afecta igualmente sobre la calidad del servicio ya que abarata los costes a la entidad bancaria y al cliente, mejorando la eficacia del sistema bancario.

# ANEXO A. BREVE DESCRIPCIÓN HISTÓRICA DE LAS REVOLUCIONES INDUSTRIALES Y TECNOLÓGICAS.

La Primera Revolución Industrial comenzó en Inglaterra a finales del siglo XVIII como consecuencia de unas características propicias en el entorno. Así, la mejora de la eficiencia en las labores agrícolas y el crecimiento demográfico fueron clave en la industrialización inglesa en el año 1780. La invención de la máquina de vapor en 1808 hizo que se mejorara enormemente la manera de transportar las materias primas. Las primeras décadas de la revolución contaron con los sectores de vanguardia en las industrias textiles del algodón (*Figura A.1*), las industrias siderúrgicas y la sustitución de herramientas por máquinas, es decir, la mecanización, más generalmente. Después se fueron extendiendo todos los avances por Europa, EEUU o Japón. La principal fuente de energía era el carbón.



*Figura A.1.a (izquierda). Máquina de vapor industrial. / Figura A.1.b (derecha). Máquina de vapor en industria textil.*

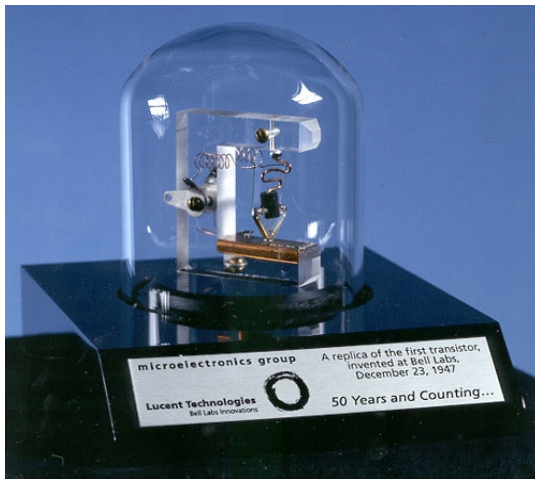
Unos cien años más tarde, hacia 1850, se produjo otra serie de innovaciones que constituyeron la Segunda Revolución Industrial, basada más en el conocimiento científico que existía en la época y que duró hasta 1950 aproximadamente. Se desarrolló el motor de combustión y se comenzó a usar el petróleo y sus derivados como fuentes de energía, en vez del carbón. Comenzó el uso de la electricidad, se desarrollaron exponencialmente la industria química y las comunicaciones como el telégrafo y después el teléfono y se creó el automóvil.



Entre 1945 y 1970 hubo un periodo que constituyó la antesala de lo que hoy llamamos la Tercera Revolución Industrial o Revolución Científica y Tecnológica. En esos años se desarrollaron investigaciones orientadas mayormente al conocimiento de la estructura de la materia y su manipulación [23]. Gracias a instrumentos de investigación como el microscopio electrónico, los investigadores ampliaron su alcance en el estudio de diferentes ramas productivas. El detonante que sitúa el inicio de esta revolución se dio en 1973, cuando la OPEP (Organización de Países Exportadores de Petróleo) elevó drásticamente el precio del crudo. Esto obligó a las empresas a reorientar sus tecnologías de fabricación hacia aquella que fuese lo más eficiente posible, es decir, con menos gasto de materias primas y energía. De esta manera, las universidades empezaron a tomar mucha fuerza en colaboración con las empresas. Empezó a generarse la figura de trabajador técnico especializado de alto nivel, y comenzaron a crearse equipos para gestionar la producción y la maquinaria. Se formó así la llamada I+D (investigación y desarrollo), que aprovechaba todos los avances en la ciencia y tecnología con fines productivos. Tuvo especial relevancia en este momento la imprenta, que hacía factible la posibilidad de difundir el conocimiento existente a las masas.

La Tercera Revolución Industrial inmersa en la era del conocimiento dio lugar a una nueva época en el desarrollo humano. Campos como la robótica, las telecomunicaciones o la bioingeniería están en auge como consecuencia del gran desarrollo de la electrónica en esta época.

Ya existía algún predecesor tecnológico en esta época, como el teléfono de Bell en 1876, la radio de Marconi en 1898 o el primer computador de 1943, pero no fue hasta los años 50 cuando se dieron los grandes saltos en electrónica. El procesamiento de impulsos eléctricos a alta velocidad y la comunicación entre máquinas fue posible gracias a la invención en 1947 del transistor (*Figura A2.a*) con materiales semiconductores en los laboratorios *Bell*, Nueva Jersey. *Texas Instruments* en Dallas y *Fairchild Semiconductors* en Silicon Valley, inventaron procesos y descubrieron materiales novedosos para la electrónica entre 1953 y 1959. Unos años después, el ingeniero Jack Kilby inventó el circuito integrado. A partir de aquí, y hasta los años 70, se produjo una bajada en los precios de los semiconductores y un gran aumento de la producción de circuitos integrados, siendo cada vez más poderosos y rápidos. El paso definitivo en esta revolución electrónica lo dio Ted Hoff, un ingeniero de *Intel*, en 1971 con la invención del microprocesador. Este nuevo elemento concentraba todo el computador en un solo chip en cualquier parte. Aquí comenzó la competición por integrar el mayor número de circuitos en un solo chip. Así, la tecnología de integración ha permitido introducir cada vez más transistores por chip hasta el punto de que actualmente, la microelectrónica está presente en cualquier aparato del hogar, como el microondas, a un precio cada vez menor.



*Figura A.2.a (izquierda). Réplica del primer transistor de la historia. / Figura A.2.b (derecha). Apple II, uno de los primeros PC comerciales.*

En 1975, un ingeniero construyó una caja alrededor de un microprocesador que hacía el papel de computadora rudimentaria. Sirvió de inspiración para la creación en 1976 de la primera microcomputadora por *Apple* (Figura A.2.b) y para el lanzamiento por *IBM* en 1981 de la Computadora Personal (PC), tan presente en nuestros días. Fue también a mediados de los 70, cuando Bill Gates comenzó a crear software para PC, fundando *Microsoft*. Además, los avances en redes y telecomunicaciones de estos años hicieron posible el trabajo en red.

El legado de invenciones, investigación, conocimiento y técnicas engendrado desde el siglo XVIII hasta la actualidad a través de todas las revoluciones tecnológicas que se han dado en la historia es el responsable de la era en la que las generaciones actuales nos encontramos. Una cuarta revolución tecnológica, propia del siglo XXI, ha traído consigo una digitalización del saber, de la información [24]. Una revolución de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) que gracias a los avances en microelectrónica ha venido acompañada de grandes mejoras en comunicaciones, almacenamiento de información e informática. Una inmensa cantidad de datos (llamada *Big Data*) accesibles desde cualquier parte del mundo en tiempo real que está cambiando hábitos y costumbres, y por lo tanto, la forma de pensar de la sociedad en cuanto a conocimiento y comunicación. Centros educativos, empresas o instituciones amplían sus barreras gracias a esta nueva revolución tecnológica.

Lo que caracteriza a esta nueva tecnología no es tanto la centralidad del conocimiento sino su aplicación a la generación del mismo, una especie de retroalimentación que se vale de las innovaciones. Un ejemplo se da cuando, tras lanzar una aplicación, el usuario adquiere conocimientos de ella y puede sugerir cambios o mejoras. Como consecuencia hay una reconfiguración de

dicha tarea, por lo que usuarios y fabricantes pueden participar en el producto. Incluso pueden hacerse con el control de esa tecnología, como es el caso de Internet que cuenta con casi la mitad de la población mundial como usuarios [25]. Además, avances en neurociencia y robótica inteligente, uso de drones para casi cualquier actividad, la inteligencia artificial o la domótica son algunos ejemplos que muestran que esta revolución no tiene un efecto directo en la industria, sino que también afecta a los servicios y la vida doméstica [26].

Todas las revoluciones tecnológicas mencionadas mantienen puntos comunes en cuanto a su desarrollo, que comento en los siguientes párrafos. Las dos revoluciones industriales consistieron en la aplicación de nuevas metodologías tecnológicas que surgieron inesperadamente y que cambiaron los procesos de creación y distribución. Además posicionaron el poder mundial en una cantidad de países. Así, la primera de ellas, se centraba más en Inglaterra y algún país Europeo como Francia o Alemania. Supuso un cambio económico y social en el país. La segunda de las revoluciones se produjo más en Alemania y EEUU, y supuso la entrada del capitalismo en la sociedad. Del mismo modo, la Tercera y la Cuarta revolución tecnológica suponen, como se ha visto, un cambio en los hábitos y la calidad de vida de la sociedad.

Evidentemente, todo este carácter revolucionario de las zonas que fueron pioneras en la industrialización y que ha dejado una superioridad tecnológica acumulada en dichas zonas se deja ver ya que las nuevas tecnologías industriales están precisamente vinculadas a Inglaterra, Europa Occidental, Norteamérica o Australia.

La industria actual tiene la necesidad de adaptarse al mercado cambiante generando así un crecimiento económico y mejorando el nivel de vida. De la misma manera, en la Revolución Industrial se necesitaba mejorar la agricultura ocasionando la mejora poco a poco de todo lo demás y cambiando por completo la sociedad. Por ello, estas revoluciones tienen algo en común y es que reflejan todas ellas un estado de conocimiento, una mentalidad, unas habilidades, un ambiente en general, además de alterar la sociedad.

Un último punto en común de todas las revoluciones tecnológicas citadas, es que existe una fuerza central en cada una de ellas, un núcleo alrededor del cual se conforman todos los demás adelantos. Así, la esencia de la Primera Revolución Industrial es la máquina de vapor y, con ella de base, surgió el ferrocarril y todas las demás máquinas que permitieron todo el avance industrial, como la tejedora. En la Segunda Revolución Industrial, a pesar de verse involucrada la máquina de combustión interna, la electricidad supuso el sustento para que todos los inventos que giraban en torno a ella pudiesen conectarse, como el teléfono. La tercera revolución tecnológica de la segunda mitad del siglo pasado tiene como núcleo principal el microprocesador, padre de toda la era tecnológica actual.

## **ANEXO B. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL SECTOR SERVICIOS Y DEL BANCARIO.**

El sector servicios no comenzó a evolucionar hasta el siglo XIX y XX, ya que la aparición de nuevas tecnologías propició su desarrollo. Anteriormente, las actividades terciarias eran consideradas como no productivas o residuales, por no pertenecer a la industria o agricultura [27]. A partir de 1930 hubo un progreso técnico débil en el sector, con muy baja productividad. En los años 60 se da la explosión del terciario, se extiende por los países desarrollados, comienza a dar empleo y se generan las sociedades de consumo. Con la crisis del petróleo de 1973, el sector terciario se desarrolla incentivado por la revolución tecnológica [28] y el nuevo enfoque científico y económico que realiza estudios dirigidos a la compresión de este sector servicios, enfoque anteriormente centrado en la industria. Hacia 1980 se dio un periodo de fertilidad en el sector terciario, dónde se desentrañó la necesidad de estudiarlo a fondo. Ese gran impulso continúa presente en nuestros días, ya que desde los años 90 hubo un significativo desplazamiento del empleo desde los sectores primario y secundario a la producción de servicios. Así, se cambió a una economía de servicios, dónde hay que reformular el entendimiento del sector y el tipo de relaciones que mantiene con los demás. Hoy en día es el sector líder en los países desarrollados, representando alrededor del 70 por ciento del producto interior bruto (*PIB*) y altamente influenciado por las tecnologías de la información y sus grandes innovaciones.

En el sector servicios ocurrió un proceso similar al de los sectores de vanguardia en la industrialización. El papel de empresas que acogieron las nuevas tecnologías en el caso del sector terciario lo desempeñaron principalmente los servicios financieros y de negocios, en centros financieros como Londres. Los bancos asumieron las nuevas tecnologías ya que sus funciones tradicionales no eran suficientes. Así, se ha evolucionado hasta el punto de que la banca ha creado un nuevo rango de productos y de canales de contacto apoyados en soportes físicos [29].

La Revolución Terciaria ha hecho que en el sector financiero haya grandes niveles de inversión tecnológica y aumento en la productividad. Por ello, el núcleo principal de la banca actualmente lo conforma las tecnologías de la información.

Una buena parte de las estrategias bancarias que aseguran ventajas competitivas están centradas en las nuevas tecnologías. Estas técnicas

consisten en adoptar la tecnología en el mejor momento de las innovaciones acordes con el entorno competitivo. Aunque las oficinas seguirán siendo el eje principal de la banca minorista, se tiende hacia a la sustitución de estas por los canales automatizados. En consecuencia, hay una reducción del personal humano dedicado a tareas elementales de banca minorista, aunque se ve compensada por la incorporación de personal dedicado a otras funciones de mayor valor añadido, como el marketing u otras que requieren personal altamente cualificado. Todas estas técnicas de adopción tecnológica en el sector bancario suponen la eliminación de las barreras geográficas y temporales.

Las innovaciones financieras que dan comienzo al nuevo arquetipo tecn-económico se dan en los años 50. Las tareas bancarias se realizaban a mano y resultaban ser lentas y demasiado tendentes a error. En 1948 se incorporó un nuevo sistema de conteo mecanizado en Belfast (*Figura B.1*) que muchos bancos españoles comenzaron a introducir en los siguientes años [30]. Así, las primeras innovaciones estaban dedicadas a evitar tareas administrativas repetitivas, mecanizando tareas de contabilidad y archivo tales como el conteo de monedas o billetes [31] y solían realizarlas personal femenino. Por entonces, sólo una pequeña parte del espacio de los locales comerciales bancarios se dedicaba a atender al cliente, y era por medio de cajeros humanos. El resto de espacio se reservaba para la oficina y la administración. En esta área había elementos como máquinas de escribir, armarios, calculadoras mecánicas o máquinas electromecánicas de transacciones. En 1953 comenzó en España el sistema mecánico de transacciones que permitía gestionar los movimientos bancarios de una semana en tan solo una hora por un solo trabajador. En 1959 se introdujo la mecanización de cuentas bancarias mediante la introducción de maquinas que eran capaces de procesar grandes cantidades de efectivo como la *Burrroughs P600* o la *NCR Class 31*, que calculaba también el interés acumulado y que podía multiplicar.

Durante los años 60 en España, la banca toma como prioridades estratégicas la mejora de la productividad, la reducción de costes y el aumento de la seguridad, pero se enfrenta a la falta de personal cualificado y las limitaciones informáticas [32]. Se comienzan a usar los ordenadores para problemas muy específicos y aparecen los centros de proceso de datos (*DPC*). Grandes compañías informáticas como *IBM* o *Honywell* desarrollaron ordenadores para los sistemas de gestión que se disponían en grandes instalaciones o *mainframes* [33]. Se desarrolló un lenguaje de programación para el mundo financiero en 1959 denominado *Cobol*, que todavía sigue usándose. Otro hito importante en esta época fue la introducción del equipo *IBM mainframe S/360* (*Figura B.2*), que supuso un avance para la informática transaccional. En estos años los bancos disponían de libros de registro que supervisaba el personal humano pero también se contaba de información del cliente en los sistemas electromecánicos a través de tarjetas de registro con contraseñas para

usarlas en las máquinas de transacciones. Un ejemplo de estas tarjetas personales fueron las tarjetas perforadas de 1962 en Londres, que contenían información como el número de cuenta (para entonces de diez dígitos) y el valor de las transacciones realizadas. Además comenzaron a crecer la cantidad de transacciones bancarias realizadas en este tipo de máquinas por el usuario. Se cambió la forma de administrar la información al procesamiento por lotes. Además, aparece en Inglaterra el primer cajero automático como tal hacia finales de esta época.



*Figura B.1. Sucursal bancaria del banco de Belfast, 1948.*

Más tarde, en los 70, hay una reconfiguración de la zona de la sucursal. Ahora, el director tiene un despacho individual y el resto de personal pasa a estar en oficinas al lado de las máquinas que usan los clientes, ganando intimidad de los mismos. En estos años, existe un cambio en el entorno competitivo y los bancos comienzan a hacer más presente la automatización en el día a día. Se introduce en la banca el teleproceso en aras de mejorar el servicio que se ofrecía a los clientes y conseguir mayor rapidez, aunque seguía habiendo limitaciones en el sistema de telecomunicaciones. En 1971 nace el pago directamente en la propia cuenta bancaria.

Con la llegada de los años 80 se tenía como propósito conseguir una mayor autonomía, con más puntos de venta, con la introducción de los sistemas de información como la ofimática. Las cartillas bancarias todavía seguían actualizándose a mano hasta mitad de esta década, momento en que se empezaron a digitalizar las cuentas. Aparece entonces el sistema de banca electrónica pero acompañado de problemas técnicos en la telemática y compatibilidad de equipos. Comienza a cambiar la metodología en las

operaciones bancarias y pasan a estar mucho más automatizadas. Cambia también el papel de las sucursales, su equipamiento y la estructura organizativa.

Es a partir de 1990 cuando comienza a implantarse el concepto de banca online o virtual, que busca precisamente la reducción de puntos de venta, descentralización de funciones y comunicación en red, aunque sigue habiendo problemas en la cualificación del personal. Hacia 1995, con la consolidación de la telefonía, se dieron las primeras incursiones en la banca a distancia a través del teléfono [34]. Con la llegada del nuevo siglo y los grandes avances en las tecnologías de la información, la banca ha ido avanzando hasta su máximo esplendor. Nuevos canales como internet sirven para realizar cómodamente desde casa cualquier tipo de transacción bancaria. En España, fue el banco *Banesto* y el *Central Hispano* los que incorporaron en 1995 la banca online únicamente como medio de consulta [35].

Un componente importantísimo en la banca electrónica es la tarjeta de crédito, que permite el pago sin efectivo. El concepto de crédito apareció en la época medieval, cuando generalmente a los representantes de la iglesia católica se les solicitaba crédito para las actividades agrícolas. Con el tiempo nace la banca como institución para realizar la labor de intermediación monetaria.



Figura B.2. Mainframe IBM System 360.

El origen de las tarjetas de crédito se remonta al año 1914 cuando la *Western Union* emitió una tarjeta de crédito con una placa metálica para sus clientes en particular que les permitía diferir el pago, ejemplo seguido por otras entidades como hoteles o empresas de ferrocarriles [36]. Una de las primeras entidades en emitir una tarjeta de crédito fue la *General Petroleum Corporation*



en 1924. Las tarjetas de crédito dejaron de evolucionar durante un tiempo debido al martes negro de octubre de 1929 y el derrumbe de la bolsa en Nueva York y no es hasta 1932, en una época de optimismo, cuando algunas empresas retoman el uso de la tarjeta de crédito. Un hito importante en estos años es el sistema de tarjeta de crédito *Bell* creado por *American Telephone & Telegraph*. Con la Segunda Guerra Mundial en 1942, se vuelve a retrasar el desarrollo de la tarjeta de crédito, hasta que en 1946 comienza la verdadera revolución de este dispositivo en Estados Unidos, cuando el *Flatbush Bank* emite vales para sus clientes bajo el plan *charge-it* (una tarjeta monedero recargable).

Después, hacia los años cincuenta se dio el hecho que puede considerarse como la concepción de la tarjeta de crédito. Dos abogados cenaban en un restaurante y comprobaron que se habían olvidado su dinero en efectivo, con lo que se les ocurrió firmar una declaración para retrasar el pago. Apareció entonces la tarjeta *Diners Club* que era aceptada por una variedad de comercios. Un año después un banco Americano lanzó una tarjeta de crédito aceptada por comercios locales y otros cien bancos. Joe Williams, el gerente del *Bank of America*, lanzó más de sesenta mil tarjetas de crédito hacia 1958 en California, dónde la población le dio un gran uso. Pronto desaparecieron este tipo de tarjetas ya que no daban los beneficios económicos deseados, pero esta idea fue tomada por los bancos norteamericanos para sustituir el cheque por tarjetas.

En los años 60 se pidió expedir tarjetas de crédito en toda la zona norteamericana, surgiendo las grandes formas de tarjetas como *Mastercard Internacional* o *Visa Internacional*. Un acontecimiento a destacar es la invención en 1965 de la banda magnética por *IBM*, con investigación también por parte de empresas inglesas de ingeniería como *Speytec* o el *National Physical Laboratory* (NPL).

Más y más programas de tarjetas fueron definidos en los demás países del mundo. Hoy en día es el medio de pago más usado después de la transferencia directa y siendo Estados Unidos uno de los países que van a la cabeza en el uso de este tipo de tecnología, con una media de seis tarjetas por habitante.

La *Tabla B.1* muestra, en orden cronológico, un resumen de los acontecimientos más importantes en el desarrollo tecnológico de sector financiero relacionados con la automatización de tareas.



| Año     | Innovaciones  | Descripción  | Área de trabajo afectada                    |
|---------|---|--|---|
| 1914    | La <i>Western Unión</i> lanza una tarjeta metálica.   | El cliente podía diferir el pago (concepto de crédito).  | Formas de pago                              |
| 1924    | La <i>General Petroleum Corporation</i> emite tarjetas de crédito.  | Tarjetas de clientes para pago sin efectivo.   | Formas de pago                              |
| 1946    | El <i>Flatbush Bank</i> americano emite tarjetas a sus clientes.  | Sistema <i>charge-it</i> basado en tarjetas recargables o monedero.  | Formas de pago                              |
| 1948    | Conteo mecanizado (Belfast).  | Máquina mecánica para conteo de efectivo.  | Recuento de caja                            |
| Años 50 | Paso de las actividades manuales a la mecanización de tareas.   | Elementos como máquinas de escribir o calculadoras agilizaban el trabajo.  | Gestión de operaciones                      |
| 1950    | Aparece la tarjeta Diners Club y más de cien bancos americanos lanzan tarjetas de crédito.  | Comienza a haber en circulación cada vez más cantidad de tarjetas de crédito.  | Formas de pago                              |
| 1953    | Sistema mecánico de transacciones (España).   | Se facilita la gestión de los movimientos bancarios.   | Gestión de cuentas.                         |
| 1959    | Mecanización de cuentas bancarias. Lenguaje de programación <i>Cobol</i> .  | Máquinas capaces de manejar grandes cantidades de efectivo y de realizar operaciones ( <i>Burrroughs P600</i> o <i>NCR Class 31</i> ). | Gestión de cuentas.                         |
| Años 60 | Procesamiento por lotes. Centros de procesamiento de datos ( <i>DPC</i> ). Nacen las redes bancarias <i>Mastercad</i> o <i>Visa</i> . | Uso de ordenadores para actividades específicas (compañías como IBM o Honeywell y equipos como el <i>IBM mainframe S/360</i> ).        | Gestión de cuentas.                         |
| 1962    | Tarjetas de cliente perforadas (Londres).   | Tarjetas con información personal bancaria.  | Formas de pago.                             |
| 1965    | IBM crea la banda magnética.  | Nuevo medio físico para la identificación personal.  | Gestión de la identidad.                    |
| Años 70 | Automatización más presente. Reconfiguración de la sucursal. Primeros cajeros automáticos.  | Estructura de la sucursal orientada al autoservicio del cliente.   | Gestión interna.                            |
| 1971    | Transferencias.   | Pago directo desde la propia cuenta.   | Gestión de cuentas.                         |
| Años 80 | Digitalización de cuentas.  | Cambio en la estructura interna de las oficinas.   | Gestión interna. Operaciones de ventanilla. |
| Años 90 | Banca <i>online</i> .   | Posible uso de los servicios bancarios sin acudir a la oficina.  | Operaciones de ventanilla.                  |
| 1995    | Banca telefónica. Banca por internet (España).  | Operativas bancarias desde casa.   | Operaciones de ventanilla.                  |

Tabla B.1. Hitos importantes en el desarrollo del sector financiero.

## ANEXO C. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL ATM.

Lo que actualmente conocemos como cajero automático tiene su origen en las máquinas expendedoras que se empezaron a fabricar a principios del siglo XX. Ese concepto de máquina dispensadora de productos abocó en la creación, en los años 60, de una máquina que dispensaba también dinero, los llamados *cash dispensers*, que hoy en día podemos definir como antepasados del ATM. Estas máquinas realizaban la función primitiva de lo que actualmente es un cajero automático, suministrar dinero efectivo en el momento.

No obstante, puede haber una confusión en la terminología, siendo algo complicado la diferenciación de un dispensador de dinero con un ATM, sus funciones comunes y sus diferencias. Podemos pensar que han sido dos dispositivos diferentes con funcionalidades diferentes, ya que un ATM tiene muchísimas más funcionalidades que los primeros dispensadores de dinero. No obstante, no han sido sino los avances tecnológicos a lo largo del siglo XX los responsables de la evolución de esta máquina denominada dispensador de dinero (*cash dispenser*) con tecnología analógica al mundialmente conocido ATM, que realiza el procesamiento por lotes de la información, con grandes redes para que se pueda trabajar en línea y en tiempo real. Fue a ambos lados del Atlántico, especialmente en Inglaterra y Estados Unidos, dónde los avances tecnológicos más relevantes emergieron. Una convergencia de innovaciones provenientes de diferentes sectores que pueden resumirse en avances informáticos y electrónicos, en procesamiento de datos y arquitectura de redes pero también en programación y bases de datos.

El concepto, que no la idea específica, de lo que hoy se conoce como un ATM puede establecerse en la invención de Luther Simjian en 1939. Hizo el primer dispensador de dinero instalado en Nueva York en el banco *City Bank of New York* [37], aunque su mala aceptación por la sociedad ocasionó que únicamente durara en escena seis meses. Este inventor, que también realizó trabajos en máquinas de autoservicio para fotografías, gasolineras o máquinas limpiadoras instauró el concepto de automatización orientada al cliente en un servicio. Sus invenciones abocaron en una patente que realizó en Estados Unidos en 1959, llevando a cabo un aparato que realiza el control de los suscriptores de algún servicio para validar su identificación [38]. Dicha máquina hacía uso de componentes como lámparas, rollos de papel, motores eléctricos, pulsadores o cámaras entre otras cosas.

A continuación, especialistas en ingeniería de *Smiths Industries* junto con *Chubb & Son* en Inglaterra, desarrollaron lo que se denominó la máquina *Chubb* que se ocupaba de la problemática que suponía la seguridad de los equipos y maquinaria en las aperturas de los bancos los sábados por la mañana. La empresa *Chubb*, con años de experiencia en la seguridad de instituciones financieras desde 1818, fue capaz de realizar el encapsulado de los componentes mecánicos del dispensador de dinero. Después, los laboratorios de Kelvin Hughes en Hillington (Escocia) desarrollaron todavía más estos conocimientos, con el ingeniero James Goodfellow a la cabeza. Goodfellow se pasó años estudiando los sistemas de manejo de datos y en 1964 creó unas tarjetas para el uso de tanques de carburante en base al uso de números de identificación. Consistía en un número público (*PAN*) seguido de uno personal (*PIN*) que identificaban cada tarjeta. Así, se conformó su concepción de dispensador de dinero que resultó en una patente en 1966 del primer dispensador de monedas, con una gran influencia en la industria. Chubb creó el sistema *Chubb MD2* (Figura C.1) para dispensadores de dinero con sistemas de números identificativos, sistema que sirvió de referencia para el mercado de dispensadores de dinero, con marcas como *NCR* o *IBM*. El sistema Chubb comenzó a instaurarse en el banco inglés *Westminster* en julio de 1967, despertando el interés en otros bancos por esta nueva tecnología motivado en la reducción de costes. Los clientes disponían de una tarjeta plástica que se insertaba en la máquina y el usuario tecleaba su código de seguridad.



Figura C.1. Dispensador de dinero Chubb MD2.

Más innovaciones vinieron de la mano de otra figura, Shepherd-Barron, director de *De La Rue Instruments* y empleado de *De La Rue Automatic Cash System (DACs)*, empresas dedicadas al desarrollo de automatización bancaria y

de cheques bancarios, respectivamente. Estas empresas tomaron conocimiento del carbono-14 para poder patentar mecanismos en la automatización del servicio al cliente, como máquinas de auto-venta. Un ejemplo de ellas fueron las máquinas de distribución de combustible fuera de horario comercial. Barron pensó en la problemática del horario al público de los bancos y, al igual que estaba haciendo *Chubb* con su sistema, firmó un contrato con el banco inglés *Barclays* en el cual acordaban desarrollar una flota de 250 de sus dispensadores de dinero, probando seis de esas máquinas primero a modo de proyecto piloto. Así, la máquina de *DACS* fue el primer cajero automático como tal instalado el 27 de julio de 1967 en Enfield, lidiando con el sistema Chubb. Este nuevo equipo fue publicitado por el banco como *Barclaycash* y referenciado en la prensa como cajeros robóticos.

A partir de aquí, *De La Rue* centró todas sus investigaciones en los sistemas de verificación del usuario más que en la propia tecnología de dispensar dinero. Su trabajo resultó en una patente en 1971 que usaba tarjetas codificadas con cuatro números personales como dispositivo en el dispensador, lo que fue el primer ATM patentado. No fue hasta este año cuando se había probado la eficacia de esta tecnología y los bancos comenzaron a cerrar los sábados por la mañana para dejar operativo el cajero. Otras entidades bancarias comenzaron a adoptar esta nueva tecnología. Así, el banco *Martins* de Liverpool o el banco *Piccadilly* en Manchester se hicieron con el sistema Chubb en 1967 y 1968, respectivamente. También el banco *Royal Bank of Scotland (RBS)* en Escocia, adoptó este sistema para introducir por primera vez en la banca un dispensador de dinero disponible las 24 horas del día. Ocho meses después del lanzamiento de estos sistemas, las máquinas suministradas por De La Rue al banco Barclays ascendieron a un total de 75 para llegar en el año 1973 a los 250 dispensadores de dinero acordados anteriormente. Para entonces, De La Rue creó un nuevo diseño que usaba señales luminosas en los dispensadores para comunicarse con los usuarios y Chubb usó acero inoxidable en sus máquinas para poder instalarlas en el exterior.

Todos estos avances fueron tomados por compañías norteamericanas como *NCR*, *IBM* o *Burroughs* y japonesas como *Fujitsu*. Poco a poco y debido a la falta de experiencia en el desarrollo de componentes electrónicos, De La Rue se convirtió en una empresa proveedora de componentes para NCR. Fue entonces cuando apareció el ATM como tal, ya que se adaptó la tecnología para que no importara el banco al que se perteneciese para poder usar cualquier ATM. La metodología consistía en que el usuario introducía su tarjeta en el cajero y si era de otra entidad, se le informaba de la transacción. Además, los cajeros automáticos tenían una zona donde se alojaban separada de la oficina. De esta manera, en 1977 el banco *Westminster* contaba ya con 506 máquinas automáticas y 75000 tarjetas operativas.

El salto definitivo, en cuanto a terminología se refiere, del dispensador de dinero al ATM o cajero automático se produjo en diciembre de 1972 cuando el banco *Lloyds* introdujo el primer cajero on-line, contando con tan sólo 24 dispensadores de lo que ellos llamaban la primera generación de máquinas. Esta nueva concepción de un cajero on-line hacía referencia a aquel que se podía conectar con el sistema de contabilidad informatizada de la oficina para consultar la información de cuentas bancarias existente en el banco de cada usuario. Para que fuera posible una verificación de la cuenta previa a la transacción por el cajero, era necesaria la creación de un sistema de bases de datos (*DBMS*). Además requería la creación de software y hardware que hiciera posible la comunicación entre servidores y la migración a formato electrónico de toda la información existente.

*Lloyds* creó una intensa relación con IBM y se realizaron 500 cajeros automáticos que contenían funcionalidades como posibilidad de retirada de cantidades variables de efectivo, lector de bandas magnéticas para tarjetas o teclados. Además, nació el concepto de *cashpoint* fuera de las oficinas bancarias, habiendo en funcionamiento 630 cajeros exteriores en 1976. Estos cajeros on-line comenzaron a desplazar a los cajeros de *La Rue*, apareciendo en 1973 un informe del departamento de servicios de administración para el comité de automatización que consideraba estos últimos cajeros insatisfactorios y con funcionalidad limitada. Fue entonces cuando *Barclays* decidió actualizar sus cajeros con las nuevas generaciones de cajeros. Para ello tuvo que construir otro centro de control, tuvo que mejorar las redes de intercambio de datos y el equipo en general, con un costo total de unos 93 millones de libras y un periodo de realización de unos 18 meses.

En junio de 1975 *Barclays* lanzó sus cajeros más sofisticados, los *Barclaybank*, máquinas que operaban on-line y con tarjetas de banda magnética. Tres meses después fue el banco *Westminster* quien introdujo su primer *NCR 770*, diseñado en Estados Unidos y capaz de manejar cheques, de operar las 24 horas y de dar información del balance de la cuenta, aunque únicamente en el horario de 8.00 a 18.00 horas. Primero eran únicamente para el personal del banco y en 1977, había 100 de estos cajeros operativos.

La planta de producción de los cajeros de *NCR*, que originariamente se encontraba en Dayton (EEUU) desde 1946, pasó a localizarse en Dundee (Escocia) durante los setenta por estrategias de producción y se construyó en *NCR 1780* en el año 1978, que ya disponía de un monitor. Entonces, esta relocalización suponía una oportunidad para el desarrollo de la ingeniería electrónica en el ATM pero había que realizar una reconfiguración en la producción. Así, Jim Anderson, jefe de la planta de Dundee, centró la producción en los componentes de cajero automático, además de realizar labores en la moral de los trabajadores. Así, los años ochenta hicieron que el ATM se expandiera con gran velocidad. En el año 1981, el modelo 1780 de *NCR* permitía

transferencias o pagos y disponía de teclado, sonidos audibles, impresora, diseño modular para realizar la transacción necesaria y encriptación de datos y puerta transparente para aumentar la seguridad. Tres años más tarde, otro modelo, el 5070 de NCR, fue el primer cajero considerado como completo, ya que también disponía de impresora para tickets. La planta en Dundee de NCR se convirtió en el principal proveedor de tecnología del ATM del mundo y hacia 1990, NCR fabricó su cajero número diez mil para el banco Barclays. Chubb compró a la empresa *Gross cash Registers* y conformaron *Chubb Cash*, responsable de la manufactura de la seguridad en los cajeros. En ese mismo año, el banco *Williams & Glyn* dio por primera vez el servicio de dinero electrónico con el *IBM 3624*. En conclusión, el gran incremento de cajeros automáticos en los ochenta, pudiendo cuantificarlo en un 64 por ciento en 1981, junto con el uso de la tecnología on-line, hizo imprescindible ese cambio en la tecnología del cajero, dotándolos de mejores funcionalidades y ocasionando su gran expansión por todo el mundo. A partir de aquí el crecimiento fue masivo, pasando de 112 unidades de ATM en 1983 a 2072 en el año 1987.

Este proceso de crecimiento fue reforzado por la consolidación de entidades bancarias que creaban redes compartidas de cajeros automáticos. Por ejemplo, en febrero de 1985 se creó en Inglaterra la red *LINK* por *Abbey National*, *Nationwide Building Society* o *American Express*, entre otras. *LINK* produjo que unos seis millones de usuarios pudieran tener acceso en 1000 máquinas, daba servicio a bancos como Westminster o TSB y se convirtió en la red más activa del mundo en 1998. En esta red, se ponía un pago por su uso denominado *MIF* (Multilateral interchange fee). Una segunda red inglesa importantísima de ATM fue creada en 1986 bajo el nombre de *MATRIX* por *Woolwich* y permitía peticiones de balances y depósitos usando un sistema denominado *cashbase*. Esta red creció y se encontró con 8.1 millones de clientes y 346 cajeros, con uso por parte de bancos como Barclays o Lloyds. En los Estados Unidos, comenzaron a crecer las redes de ATM cuando los intermediarios financieros se dieron cuenta de sus ventajas, llegando a ser unas 200 para estos años. Así, las redes de ATM sirvieron para que no existiera tanta competitividad entre entidades bancarias y pudiera darse la gran evolución tecnológica de este dispositivo. Además, se ha evaluado que cuanto más grande y número de usuarios tiene una red, más atractiva es para los nuevos usuarios. También se puede indicar que la implantación del ATM produjo un desplazamiento del personal humano. Este hecho no solo fue incentivado por los cajeros, sino que toda la demás tecnología bancaria ayudó a hacerlo.

Las ideas de expansión del cajero automático no acabaron aquí. Hacia 1986 nació el *RTC* para uso en los sábados, habiendo unos 900 y sirviendo de base para que, más tarde, en 1994 el banco Westminster instalara cajero en zonas dónde no había oficinas bancarias, como estaciones o supermercados, sistema controlado por el *IAD* (Independent ATM Deployers). Surgió la idea de

acuerdos compartidos entre dos entidades que hacía mucho más directas las transacciones. Emergieron redes importantes como *Visa*, *Plus*, *Cirrus*, *Mastercard* o *Eurocheque*. Esto hizo posible que el banco *Midland-Royal* en Inglaterra pudiese establecer conexión con bancos Españoles y de otros cuantos países.

Redes, cajeros y banca en general han ido evolucionando de la mano de la revolución tecnológica presente en nuestros días. Las últimas innovaciones en ATM hacen referencia al nivel de seguridad para el cliente, y consisten en la adopción de cajeros biométricos que disponen de reconocimiento de patrones fisiológicos que se alojan como información digitalizada en bases de datos. Con ello, se lucha contra ataques de usurpación de identidad bancaria como el *surfing* o el *skimming* (clonación de tarjetas o lectura del PIN, respectivamente) [39]. Se trata de sistemas con diferentes sensores y metodologías para identificar al usuario por rasgos corporales o ADN. Por ejemplo, la identificación por huellas dactilares, por geometría de la mano o por el iris son métodos tecnológicos que están teniendo muy buena acogida en países como Japón, Colombia, Irak o Rusia. En Europa puede establecerse en 2010 al banco *BPS* de Polonia como el primero en instalar un ATM biométrico permitiendo la retirada de efectivo con un solo dedo. España todavía no ha introducido este tipo de sistemas de seguridad, aunque si que se esta abogando por los mejores sistemas antifraude.

Lo que hace unos años parecía ciencia ficción, en la actualidad se está llevando a la realidad gracias a los grandes avances tecnológicos. Por ejemplo, en 2011 el banco español *La Caixa* junto con *Visa*, implantaron el primer cajero *contactless* que permite disponer de dinero en efectivo acercando la tarjeta bancaria al ATM sin que exista un contacto directo en aras de reducir el tiempo de uso del cajero [40]. También, a través de la aproximación de los *smartphones* a dispositivos de puntos de venta (*TPV*) se pueden realizar compras cómodamente.

En nuestros días no es razón de asombro los datos que nos podemos encontrar respecto al sector financiero. Casi el 99 por ciento de los hogares españoles disponen de una cuenta bancaria y hacia el 63 por ciento, de una tarjeta de crédito. Se cuenta aproximadamente con un 30 por ciento de población que usa la banca electrónica por internet, teniendo en cuenta que un 70 por ciento de la población es internauta. De los miles de millones de tarjetas de crédito y débito que existe en el planeta, aproximadamente 70 millones de ellas se encuentran en España. De igual manera, unos 60000 cajeros automáticos de los más de dos millones de ellos que existen en el mundo, están en España [41].

Como vemos, el ATM, este soporte electrónico adoptado por la banca y que tan usado es por cualquiera de nosotros facilita las tareas financieras e

introduce en nuestras vidas nuevos hábitos para llevar nuestras cuentas económicas personales o laborales de una manera mucho más precisa, rápida y cómoda. Así, a través de todos los avances tecnológicos que han ido cobrando relevancia a lo largo del tiempo, el ATM o cajero automático se ha convertido en un claro ejemplo de cómo la automatización en el sector servicios en general y en el mundo financiero en particular, mejora nuestra calidad de vida.

A continuación, y a modo de resumen, la *Tabla C.1* muestra una cronología de la evolución desde los dispensadores de dinero hasta lo que se conoce como cajero automático, una transición marcada por varios acontecimientos importantes.

| Año  | Innovaciones   | Descripción  |
|------|--|--|
| 1939 | Concepto de <i>cash dispenser</i> por Luther Simjian.  | Se instala el primer dispensador de dinero en Nueva York. Resulta ser un fracaso.  |
|      | <i>Smiths Industries</i> y <i>Chubb &amp; Son</i> desarrollan la máquina <i>Chubb</i> .            | Primera máquina orientada al servicio fuera de horario bancario.   |
| 1964 | Goodfellow desarrolla las primeras tarjetas con PIN (Escocia).                                     | Tarjetas usadas en gasolineras.  |
| 1966 | Primer dispensador de monedas patentado.   |  |
| 1967 | Sistema Chubb MD2 en banco Westminster (Inglaterra).   | Primer dispensador de dinero con tarjeta plástica identificativa.  |
|      | Barron junto con <i>De la Rue Instruments</i> realizan la máquina <i>DACS</i> (Enfield).           | Se instala en el banco <i>Barclays</i> el primer cajero automático como tal.   |
| 1968 | Otros bancos ingleses adoptan los cajeros.   | Los bancos <i>Martins</i> (Liverpool) y <i>Piccadilly</i> (Manchester) adoptan el ATM. El banco <i>Royal Bank of Scotland</i> abre el primer ATM 24 horas. |
| 1971 | <i>De la Rue</i> introduce las tarjetas identificativas con PIN de cuatro dígitos.                 |  |
| 1972 | Primer cajero online por el banco <i>Lloyds</i> .  | Primer cajero conectado a una red de cajeros.  |
| 1973 | Los cajeros IBM desplazan a los de <i>La Rue</i> del mercado por su ineficiencia.                  |  |
| 1978 | La planta de NCR pasa de Dayton (EEUU) a Dundee (Escocia) y se lanza el primer cajero con monitor. |  |
| 1981 | Modelo NCR 1780.   | Posibilidad de realizar transferencias. Se instala el teclado, sonidos e impresora.  |



|             |  |   |
|-------------|--|---|
| <b>1984</b> | Modelo NCR 5070.   | Cajero considerado como completo.                                     |
| <b>1985</b> | Red de cajeros LINK (Inglaterra).  |   |
| <b>1986</b> | Red de cajeros MIF (Inglaterra).   |   |
| <b>1990</b> | NCR fabrica su cajero número 10000 para <i>Barclays</i> .<br><i>Chubb</i> compra a <i>Gross Cash Registers</i> y conforman <i>Chubb Cash</i> . | Nueva empresa responsable de la seguridad en los cajeros automáticos. |
|             | El banco <i>Williams &amp; Glyn</i> lanza el dinero electrónico con el modelo de cajero IBM 3624.  |   |
| <b>1994</b> | El banco <i>Westminster</i> instala cajeros fuera de la oficina bancaria.  |   |
| <b>2010</b> | El banco <i>BPS</i> instala el primer cajero biométrico en Europa (Polonia).   | Cajero con identificación basada en rasgos físicos de los clientes.   |
| <b>2011</b> | Primer cajero <i>contactless</i> por el banco <i>La Caixa</i> (España).  | Identificación con tarjeta sin contacto físico con el cajero.         |

Tabla C.1. Cronología de la evolución desde el dispensador de dinero hasta el ATM.

# ANEXO D. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL ATM.

## D.1. Hardware del ATM.

Existe un estándar para la fabricación e instalación de cajeros automáticos denominado *UL-291* [42]. En él se reconocen aspectos como que un ATM debe de instalarse en lugares accesibles y con la señalización de las entidades a las que está afiliado visibles. Habla de normas de seguridad a la hora de su instalación y de aspectos de seguridad como los materiales permitidos, las ventilaciones que debe de haber en el habitáculo que lo albergue o la necesidad de cámaras de seguridad orientadas a la máquina. También considera puntos como los ángulos idóneos de inclinación de la pantalla o el teclado para evitar reflejos o actividades ilegales por terceros, respectivamente.

Los módulos que conforman un ATM actual poseen dos tipos de naturaleza, bien de entrada de información o bien de salida (*Figura D.1*). Los primeros de ellos son el teclado, el lector de tarjetas, el lector de códigos de barras, el depositario y los sensores de captación biométrica como los lectores de huellas dactilares o la cámara de captura de imágenes, entre otros. Estos elementos de entrada de información se entienden como aquellos que proporcionan datos o instrucciones de entrada al sistema que son necesarios para realizar cualquier transacción y que los da el usuario. Como dispositivos de salida está el monitor, el altavoz, las señales luminosas, la impresora y el dispensador de dinero. Se llaman dispositivos de salida debido a que son los responsables de dar instrucciones al usuario y de proporcionar los extractos y el dinero físico. Los dispositivos de entrada y salida, en conjunto, estructuran la que es llamada interfaz de usuario, metodología utilizada para la interacción con el cliente. Todos estos elementos que están en contacto con el exterior se sitúan en la parte delantera del cajero, en la placa frontal que recibe el nombre, según su anglicismo, de *fascia*.

Además, se cuenta con un tercer tipo de dispositivos que son de comunicación entre todas las partes del cajero. Estos últimos son elementos propios del control del ATM, donde reside toda la programación y los protocolos de comunicación con la red de cajeros en la que está inmerso el cajero automático. Son el procesador, las memorias, el módem y todos los módulos que hacen posible que el cajero automático se comporte como un computador en red.

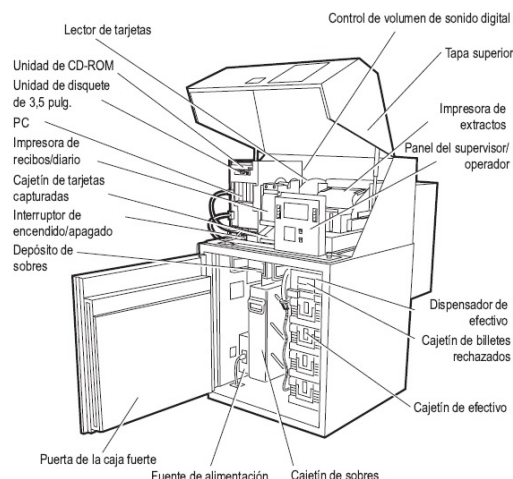
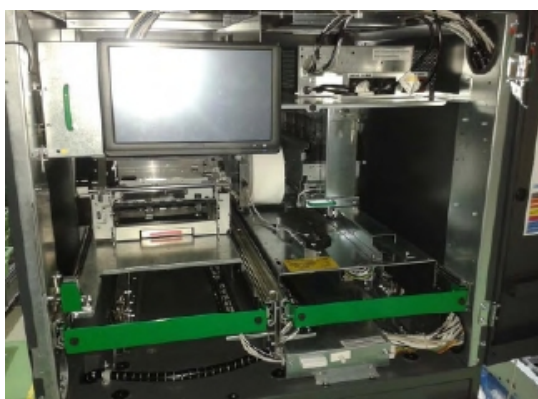


Figura D.1.1.a (izquierda). Interior de un cajero automático Fujitsu, serie 100. Figura D.1.1.b (derecha). Principales módulos de un ATM NCR Personas 86.

A continuación voy a estudiar con más detalle la tecnología de cada uno de los elementos mencionados. Comenzando con los módulos de entrada (*input*), el lector de tarjetas puede considerarse como el más importante de estos.

Normalmente, cualquier transacción en un cajero automático comienza con la identificación del usuario mediante una tarjeta plástica de PVC con unos contactos para la lectura y escritura. El proceso se inicia cuando el usuario aproxima su tarjeta al borde de la ranura del lector de tarjetas. En ese momento un sensor magnético de cabecera, situado en dicho borde, detecta si la tarjeta posee una banda magnética. En caso de que no la tenga, el lector no acepta la tarjeta, es decir, no la considera una tarjeta bancaria identificativa (todas las tarjetas bancarias deben de llevar una banda magnética con información de acceso del cliente). Si se detecta la banda magnética, el proceso continúa y unas guías sin fin introducen la tarjeta dentro del lector. Existen lectores que en vez de sensor de banda magnética, poseen sensores ópticos para detectar las dimensiones de la tarjeta. Cabe destacar que el tamaño estándar de una tarjeta de crédito es de 86 x 54 mm, con un grosor de 0.76 mm (tamaño estándar CR-80 o formato ID-1).

Antes de continuar conviene comentar que existen varios tipos de tarjetas bancarias en el mercado [43]. Las más simples que han existido han sido las de banda magnética y comenzaron a aparecer sobre 1966 (reguladas en la ISO 7810, 7811 y 7812). Estas bandas magnéticas presentan un ancho de 1,27 cm y están constituidas de pequeñas partículas magnéticas dispersas en un substrato flexible [44]. Las partículas se orientan en una dirección u otra dependiendo de la polaridad del campo magnético aplicado por un electroimán, y esa es la forma de escribir en ellas que usan los lectores del ATM. Respecto a la lectura, el lector

del ATM va midiendo el tiempo que transcurre entre cada bit que va leyendo de la banda magnética mientras va desplazándose por el lector a una velocidad constante máxima de 250 centímetros por segundo [45]. Dependiendo de ese tiempo, que no es más que el resultado de la orientación de cada partícula, el lector registra ceros o unos.

Las bandas magnéticas, similares a las de los casete de audio, disponen de tres pistas de grabación independientes codificadas, como máximo, con 79 caracteres alfanuméricos en la primera de ellas, 40 numéricos en la segunda y otros 107 numéricos en la última [46]. En la primera pista reside el número de cuenta, el nombre (26 caracteres) y la fecha de caducidad o tipo de tarjeta y es solo de lectura. La segunda pista también es sólo de lectura y contiene, entre otras cosas, la fecha de vencimiento de la tarjeta. La tercera y última pista también permite la escritura y contiene información del PIN, país o del límite de efectivo que puede extraerse. La principal característica de esta banda magnética es la coercitividad o la fuerza magnética necesaria para codificar o borrar datos de ella. Así, cuanto mas coercitividad, más resistencia a los campos magnéticos y más vida útil para la tarjeta. La banda magnética comenzó a usarse para evitar la suplantación de identidad a través de los meros números que se marcaban en el propio plástico antes de su aparición. Al principio únicamente disponía de datos de identificación personal. Así, el número personal (PIN) que cada usuario tenía, se comparaba con el que estaba almacenado en el *host* (servidor central) una vez se había identificado al usuario a través de esos datos identificativos de la banda magnética. Sólo si coincidía el PIN introducido por teclado y el grabado en el *host* se daba permiso. Después, la banda magnética pasó a contener datos cifrados (el NA, número aleatorio, y el PA, parámetro de autenticación) para mayor seguridad. A través del algoritmo *DES* (Data Encryption Standard), se encriptaba el NA con el PIN y se grababa en la banda magnética. Con ello se evitaba en gran medida el hurto del número personal, pero no era completamente seguro. Le siguió el uso de un *offset*, dato que era el resultado de una operación con el DES del número de tarjeta y el PIN (que es el usuario quien puede elegirlo), y que se grababa en la banda magnética. Otro dato cifrado de las tarjetas es el CVV (en VISA), el CVC (en Mastercard) o el CSS (en Euro6000) que se calcula con el número de tarjeta y su fecha de caducidad, no puede ser modificado por el usuario y sirve para dotar de más seguridad al uso de la tarjeta.

Todos estos códigos únicamente identifican al usuario pero no a la tarjeta. Para que un lector de por buena una tarjeta, tiene que ser positiva la validación de la secuenciación de operaciones, protocolo utilizado para la identificación de la tarjeta en sí. Esta técnica consiste en que el *host* proporciona un número único a cada transacción, el cajero lo graba en la banda magnética y sirve para evitar duplicidades de tarjetas.

Pese a todas las medidas de seguridad, las tarjetas con banda magnética seguían tendiendo al fraude, por ello aparecieron las llamadas *smart-card* a principios de los años 90, tarjetas inteligentes que contienen un chip o circuito integrado a modo de microprocesador para la identificación (reguladas en la ISO 7816). Estas tarjetas pueden procesar datos y manejar programas, además de tener memoria. Contienen ocho contactos metálicos para realizar la comunicación con el lector, aunque el deterioro de estos contactos sea el causante de los principales fallos que dan [47]. Su arquitectura es la de la máquina de *Von Neumann*, ya que dispone de una *CPU* (unidad central de proceso), chips de memoria y dispositivos de entrada y salida por separado. Microprocesador y memoria vienen fabricados sobre el mismo chip, por lo que se gana en seguridad física. La *CPU* normalmente es de 8 bits aunque también existen las de 16 y 32, y en ocasiones dispone de la posibilidad de realizar operaciones aritméticas a través de un coprocesador criptográfico. En cuanto a la memoria, se cuenta con tres tipos: *ROM* (Read Only memory) y *EEPROM* (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) para datos permanentes del sistema operativo [48] y la *RAM* (Random Access Memory) para datos volátiles. La tecnología de memoria más cara es la *RAM*, por ello es la que menos abunda en una tarjeta inteligente, con un máximo de 10K de *RAM* frente a los 256K máximos de *ROM* o de *EEPROM*. Sigue un sistema de ordenamiento de datos comprimidos para evitar que pesen y su característica principal es que protegen el acceso a dichos datos de lecturas que no están autorizadas.

Para su lectura, se genera una señal eléctrica continua (*DC*) junto con una señal de reset y se aplica al chip desde el lector del ATM. La tarjeta genera una señal de respuesta llamada *ATR* (Answer to reset) que lleva información sobre la estructura de los datos o el protocolo de transmisión. Se inicia así una comunicación serie asíncrona de la forma maestro-esclavo, ya que si el ATM no realiza la petición, la tarjeta nunca dará una respuesta. Además, se genera una transmisión *half-duplex*, ya que sólo se dispone de un único canal y el envío y recepción de datos debe turnarse. Así, se genera un intercambio de bytes a través del protocolo *APDU* (Application Protocol Data Unit) con comandos formados por datos que indican la clase de instrucción o los resultados, entre otras cosas.

Por último y siendo las más novedosas en cuanto a comodidad, existen las tarjetas denominadas *contactless* (sin contacto), que no necesitan una lectura física ya que contienen una etiqueta y un lector RFID (Radio Frequency Identification) para su lectura mediante radiofrecuencia. Ese par de etiqueta y lector da lugar a la tecnología *NFC* (Near Field Communication), estandarizada en la ISO 14443. Tienen la ventaja de no sufrir estrés mecánico por no tener que introducirse en el lector, y por lo tanto, disfrutan de una vida útil más larga. Algo muy común es que la tarjeta sea híbrida, es decir, que posea contactos y

además tenga tecnología *contactless* o incluso duales o *combis*, que reúnen las funciones de con y sin contacto en un solo chip.



*Figura D.1.2.a (izquierda). Banda magnética de una tarjeta de crédito. / Figura D.1.2.b (centro). Smart Card, donde se puede apreciar los contactos del microchip. / Figura D.1.2.c (derecha). Lector de tarjetas con tecnología contactless.*

Los cajeros automáticos más modernos disponen de este tipo de lectores. Para la lectura y escritura se activan terminales capacitivos o inductivos aplicando una señal alterna (AC) de alta frecuencia (más de 10 MHz) sobre la tarjeta, lo que crea un campo magnético que es modulado por la tarjeta, la cuál obtiene la energía para poder comunicarse a través de ese primer campo que crea el lector del ATM. De esta manera se inicia la comunicación en menos de 0.1 segundos a través de un protocolo que consta de varias fases. El rastreo de los dispositivos y su reconocimiento, la autenticación, la negociación de parámetros tales como la velocidad de transmisión, la transferencia de datos y la confirmación de dicha transferencia son los diferentes eventos en esta comunicación. Esta tecnología permite una lectura y escritura de la tarjeta bancaria a menos de diez centímetros del ATM y con una velocidad de transmisión de 848 Kbps como máximo.

Según el tipo de tarjeta introducida se procederá a la lectura de una u otra forma. Normalmente hay varios lectores en los cajeros automáticos, uno para cada tecnología, aunque también existen los lectores conjuntos, que aplican una u otra forma de lectura tras haber realizado pruebas para determinar el tipo de tarjeta introducida. Estas pruebas consisten en lanzar la comunicación con los contactos de la tarjeta y esperar una respuesta. Si no la hay, quiere decir que hay que usar otra tecnología de lectura.

Por otro lado, el motor que mueve los raíles del lector, y que a su vez desplaza a la tarjeta, permite posicionarla para su lectura, para su recogida por el usuario o para su disposición en el compartimento de rechazo. Este último alojamiento es específico para tarjetas que no son extraídas del lector por el usuario pasado un tiempo de espera, o para aquellas que son leídas como fraudulentas.

Un ATM dispone en ocasiones de otro lector con una tecnología totalmente diferente, el lector de código de barras. Los códigos de barras se crearon en la década de 1970 para facilitar la comercialización de los productos entre países, haciendo mucho más rápida su identificación a nivel mundial. Los códigos de barras representan mediante líneas y espacios paralelos de diferente grosor un conjunto de caracteres y son de longitud variable. En 1973 se creó el primer lector de retícula para leer códigos de barras en los supermercados. Dichos lectores pueden leer códigos lineales compactos (en 1D) y se mejoraron gracias a la invención en 1982 del escáner de diodo laser por Mike Mertel [49]. Estos lectores laser omnidireccionales son con los que se equipan los cajeros automáticos para realizar determinadas transacciones, aunque esta tecnología no ha cesado aquí. Se han desarrollado códigos de barras en 2D que requieren de un sensor *CCD* (Charge Coupled Deviced) para poder ejecutar su lectura o en forma de matriz de puntos, los denominados *QR* (Quick Response).

En muchas ocasiones, el usuario realiza ingresos de efectivo en el cajero automático, con lo cual, debe de haber un periférico que se encargue de gestionar correctamente la recogida (*Figura D.1.3.a*). Para ello, los cajeros disponen de un colector de billetes que los deposita en un cajón denominado depositario, cajón supervisado día a día por el personal del banco. No obstante, es esencial que los ingresos se realicen de manera correcta y segura. Para ello, la ranura recolectora de billetes consta de un mecanismo que cuenta los billetes introducidos, con velocidades de conteo de hasta mil billetes por minuto [50]. Estos mecanismos pueden detectar billetes defectuosos, billetes con dimensiones atípicas o incluso billetes falsos. Para esta última detección utiliza tecnología de rayos ultravioletas, detección magnética o rayos infrarrojos. Así, un billete reacciona ante la radiación sin reflejarla, y si estos sensores captan cualquier reflejo, lo toman como falso.

Siguiendo ahora con los periféricos de salida del ATM (*output*), podemos destacar la impresora que permite proporcionar tickets o recibos de transacciones, una impresora de tipo térmica (*Figura D.1.3.b*). Este tipo de impresoras sin impacto utilizan una serie de agujas dispuestas verticalmente para calentar puntos en un papel especial termo sensible, formando el carácter deseado [51]. El cabezal que contiene las agujas va barriendo horizontalmente las líneas con ayuda de un rodillo de presión mientras se van calentando las agujas necesarias en cada momento. El papel utilizado, el cual se tiene en forma de rollo cilíndrico en un soporte detrás de la impresora para suministrárselo, tiene impregnado un material de color blanco que pasa a vapor a temperaturas bajas (algunos cientos de grados) y es el responsable de que se aprecie el color negro de la impresión. Este material formado por elementos químicos varios suele componerse por un colorante, un desarrollador de color o correctante y un sensibilizador o regulador del punto de fusión [52]. La dimensión de las agujas y la densidad de agujas en el cabezal suele permitir crear caracteres de un

milímetro de ancho y dos milímetros de alto. En cuanto a velocidades típicas de impresión, se ronda las 90 líneas por segundo [53].

Estas impresoras también están presentes en el dispositivo de actualización de libretas (*Figura D.1.3.c*). La libreta contiene los últimos movimientos bancarios del usuario impresos, y al igual que las tarjetas de crédito, poseen identificación mediante banda magnética. Por ello, el dispositivo de actualización de libretas fusiona un lector de banda magnética con una impresora térmica.

Resulta fundamental en un ATM la operativa de dispensar efectivo. Una serie de cajetines cerrados con seguridad y alojados en el interior de la máquina ordenan los billetes en efectivo según su valor [54]. A la hora de ser requerida por el usuario una cantidad de dinero, un sistema mecánico toma los billetes necesarios de una forma idéntica al conteo de billetes por parte del periférico recolector de billetes para los ingresos. También existe un cajón llamado bandeja de rechazo que recoge todos los billetes clasificados como falsos o defectuosos.



*Figura D.1.3.a (izquierda). Sistema de recogida de billetes G60 del ATM Fujitsu serie 100. / Figura D.1.3.b (centro). Impresora de recibos del cajero Siglo. / Figura D.1.3.c (derecha). Módulo de libretas del ATM Fujitsu serie 100.*

Por otro lado, todos los módulos que forman parte de la interfaz de usuario son indispensables para la introducción y salida de datos o instrucciones del ATM. Algunos ítems como el teclado alfanumérico posicionado junto al monitor, los altavoces, la cámara o las señales luminosas hacen mucho más fácil el uso del ATM. Acciones como teclear nombres o cantidades de dinero, usar el ATM de manera visual, escuchar instrucciones del cajero de manera audible, la captura de fotos del usuario para algunas transacciones o el uso del correspondiente módulo del ATM a través de luces identificativas, respectivamente, son posibles en la totalidad de cajeros actuales. Por profundizar un poco más, se distinguen dos tecnologías en los monitores de un ATM. Los monitores *CRT* (Cathode Ray Tube, Tubo de rayos catódicos), inventados en 1897 por Ferdinand Braun [55], utilizan electrones generados por un cátodo y enviados hacia la pantalla en el vacío mediante un campo magnético



de alto voltaje creado mediante bobinas. Estas bobinas, a su vez, dirigen el campo magnético hacia diferentes zonas de la pantalla y así envían los electrones hacia el material fluorescente, compuesto de fósforo, que la impregna. De esta manera, y barriendo varias veces por segundo la pantalla, se forman imágenes en el monitor [56]. Hoy en día, la tecnología *LCD* (Liquid crystal display) está dejando obsoleta cualquier otra forma de monitor. Su funcionamiento se basa en la aplicación de un voltaje a las moléculas de cristal líquido de tipo *Twisted nematics* con forma helicoidal y que se alojan entre dos vidrios polarizados con un ángulo de noventa grados entre sí [57]. Así, cada molécula deja pasar o no la luz dependiendo del nivel de voltaje que se le aplique, formando así las imágenes del monitor. Actualmente, los cajeros disponen de monitores táctiles.

En cuanto al sistema de procesamiento y comunicación entre todos los periféricos del ATM y los módulos de comunicación con la red de cajeros en la que está operando el ATM, puede reducirse a un computador como tal, con todos los elementos propios de un ordenador personal. Elementos como la placa base con su procesador, la tarjeta de red o las memorias están presentes en el computador que reside en el interior de un ATM. Dicho cajero automático se conecta a una red de internet mediante protocolos típicos como el cable Ethernet y así establece una conexión con el ordenador central de la red de cajeros que contiene las bases de datos necesarias para realizar las transacciones. El cajero manda solicitudes al ordenador central a través de la red, el cuál responde por el mismo canal pudiendo detener la transacción en cualquier momento debido a errores de autenticación o bancarios. Normalmente existe un elemento denominado *SIB* (Safe interface board) que controla, independientemente de los demás periféricos, el dispensador de dinero y el cajón depositario, como medida de seguridad [58]. Todos los periféricos se conectan mediante cable *USB* (Universal Serial Bus) al ordenador central del ATM o *host* principal a través de derivadores USB, que no son más que conectores múltiples [59].

Últimamente se está optando por tecnologías no tan tradicionales como las descritas hasta ahora, casi siempre por temas de seguridad. En nuestros tiempos, el tema de la tranquilidad del usuario es primordial en el mercado de la banca minorista.

Se han dado cifras de delincuencia alarmantes como por ejemplo el 70 por ciento de personas de Corea del Sur que sufrieron el robo de tarjetas de crédito en el lapso de un mes o las 16.6 millones de personas estadounidenses que sufrieron suplantación de identidad en 2012, con pérdidas financieras de 24.7 millones de dólares. En aras de evitar actos delictivos como *phising* (suplantación de identidad) o *skimming* (robo de los datos de las tarjetas bancarias) y de aumentar la confianza del usuario de la banca minorista, se está instaurando cada vez más la tecnología biométrica [60][61]. Esta novedosa metodología de identificación en los cajeros automáticos permite cerciorarse de

quién está realizando la transacción mediante elementos fisiológicos. Una de las varias maneras biométricas de autenticación, la cual está más extendida debido a su precisión y bajo costo, es el reconocimiento de huellas dactilares. Aunque cada vez son más los bancos que únicamente usan sensores biométricos en sus cajeros, normalmente la lectura de la huella dactilar va acompañada de la identificación también a través de una tarjeta plástica. Así, Asia es el continente con más uso de la tecnología biométrica en sus cajeros, con un 52 por ciento de los bancos mundiales que la usan concentrados allí. Le siguen América, Europa, África y Australia, con un 32, 9, 6 y 1 por ciento, respectivamente. Además, Japón ocupa el primer lugar de los países industrializados en el uso de esta tecnología, con más de 80 mil cajeros biométricos.

Centrándome en el reconocimiento de huellas dactilares, cabe destacar que una huella dactilar contiene numerosas minucias, que no son más que puntos singulares compuestos de crestas y valles en la piel de la yema del dedo [62]. Gracias a estas minucias y otros puntos llamados núcleos y deltas se puede identificar a una persona por su huella dactilar. El proceso comienza cuando el sensor del ATM lee una huella. Estos sensores pueden ser de varios tipos, como ópticos, capacitivos, térmicos o ultrasónicos, entre otros, y su función es crear una imagen que, evidentemente, tendrá diferente calidad según la tecnología utilizada. Después se realiza un ajuste en la imagen para poder ser analizada mediante software, además de digitalizarla. Se producen recortes de la imagen, ajustes de contraste o segmentaciones, lo que recibe el nombre de pre-procesado. A continuación, se localizan todos los puntos de interés de la imagen mediante diferentes algoritmos (un algoritmo destacado es el seguimiento de crestas de *Maio*). La ineficiencia temporal que puede acarrear la fuerte carga computacional de este paso se suele solventar mediante Hardware (circuitos integrados que implementan funciones específicas como los *ASIC*, Application Specific Integrated Circuit) o por Software, mediante mejora del algoritmo que contiene el microprocesador del sistema. El último paso es la comparación de esos puntos extraídos con los de la imagen propia del usuario que reside en la base de datos de la red de cajeros mediante correlación. Este método de correlación consiste en comparar los puntos característicos teniendo en cuenta las proximidades a ese punto, es decir, los píxeles vecinos [63]. Aplicando este proceso a todos los puntos significativos de la huella, se suele realizar un *matching* (*Figura D.1.4*), que no es más que una comparación con la huella válida. De esta manera, se rechaza o se aprueba la validez de la huella introducida para poder finalmente acceder al ATM o no.



*Figura D.1.4. Matching entre dos huellas dactilares de una misma persona.*

El reconocimiento biométrico mediante huellas dactilares es socialmente aceptado y es eficiente en un 99 por ciento. Pero la tecnología sigue avanzando y sigue habiendo alternativas en la banca como el reconocimiento de iris, de voz o de la firma. Así, una investigación realizada en 2008 verifica que un 79 por ciento de los encuestados accedería a la biometría vocal para acceder a sus servicios bancarios. También en Japón se ha innovado todavía más en la biometría y se están empezando a instalar cajeros con un escáner de las venas de las manos [64]. Dichos cajeros se fabrican actualmente en la planta que *Fujitsu* tiene en Málaga [65], siendo el principal proveedor de cajeros la empresa *NCR*, a la que le sigue la marca americana *Diebold*, que compró en 2015 a su competidor directo alemán, *Wincor Nixdorf* por 1700 millones de euros [66].

Para terminar y a modo de resumen, la *tabla D.1* muestra todos los componentes periféricos citados en este anexo.

|                 | Periférico               | Función   | Tecnología utilizada  |
|-----------------|--------------------------|---|---|
| <b>Entrada</b>  | Teclado                  | Introducción de datos alfanuméricos por el usuario        | Teclas con función de interruptores mecánicos                       |
|                 | Lector de tarjetas       | Lectura/escritura de datos en la tarjeta plástica         | Banda magnética, chip electrónico o NFC                             |
|                 | Lector códigos de barras | Lectura de códigos de barras en papel                     | Láser   |
|                 | Depositorio              | Almacenamiento de dinero en efectivo                      | Raíles mecánicos para inserción de billetes                         |
|                 | Sensores biométricos     | Identificación del usuario                                | Sensores CCD, micrófonos, ultrasonidos, sensores termográficos, etc |
|                 | cámara                   | Captación de imágenes identificativas                     | Sensores fotosensibles  |
| <b>Salida</b>   | Monitor                  | Interacción con el usuario mediante interfaz gráfica      | LCD/TFT   |
|                 | Altavoz                  | Interacción con el usuario mediante señales acústicas     | Señales eléctricas convertidas en acústicas mediante membrana       |
|                 | Señales luminosas        | Interacción con el usuario mediante luces de señalización | Bombillas   |
|                 | Impresora                | Generación de tickets y comprobantes para el usuario      | Agujas térmicas y papel térmico                                     |
|                 | Dispensador de dinero    | Facilitar dinero en efectivo                              | Conjunto de raíles mecánicos y cajas fuertes                        |
|                 |                          |   |   |
| <b>Internos</b> | PC                       | Comunicación de todos los módulos y puesta en red         | Microprocesador, tarjeta de red, puertos USB, etc                   |

*Tabla D.1. Hardware del ATM.*

## D.2. Software del ATM.

Hoy en día, no puede entenderse un ATM sin su propio computador interno que gestiona todo el sistema. Este computador contiene el procesador y las memorias correspondientes para poder realizar las funciones que se requieran. Equipado normalmente con *Microsoft Windows* (XP, XP Embedded ó 7) o con *Linux* (menos del uno por ciento de los cajeros mundiales), este ordenador es suministrado con un software específico que proporcionan diferentes entidades especializadas. A este software se le llama aplicación (*Figura D.2.1*) y sus funciones consisten en dar instrucciones a capas más bajas de software sobre transacciones requeridas por el cajero o recibir peticiones de otros elementos del software además de darles respuesta. La aplicación también contiene características de diagnóstico o test del software, seguridad y configuración de las comunicaciones. Además, es la encargada de generar documentos para el usuario como tickets, entre otras muchas funciones. Esta aplicación es la que permite al usuario navegar por todas las opciones que da el ATM a través de la interfaz gráfica que incorpora y la que hace posible que el personal técnico pueda realizar tareas de mantenimiento de todos los elementos que contiene un ATM. Esta aplicación puede ser programada para la variación del logotipo del banco, los mensajes que se dan, el idioma y otros aspectos visuales.



*Figura D.2.1. Vista general de la aplicación de los cajeros automáticos del banco La Caixa.*

La entidad que desarrolla el software para los cajeros puede dar a los fabricantes el derecho de manipular partes del código para adaptarlo a sus cajeros, como por ejemplo apariencia visual de la aplicación o temas relacionados con la seguridad. Esta necesidad se debe a que existe gran cantidad de proveedores y marcas tanto de cajeros en sí como de elementos de hardware (periféricos). Con lo cual, se hace indispensable una universalización del software desarrollado con el objetivo de que pueda implantarse en diferentes

cajeros automáticos. Por ello, con cada detalle que puede diferenciar diferentes máquinas, se necesita también modificar el código fuente del software.

Cuando se realizan cambios en el software para adaptarlo a los cajeros, éstos deben ser comunicados obligatoriamente a la entidad desarrolladora del código primario para que pueda desarrollarlo. En ocasiones, es el propio fabricante quien desarrolla también el código para sus aplicaciones.

Independientemente del desarrollador del software para los cajeros, se debe cumplir una serie de estándares legales en cuanto a la programación. Un ejemplo de estas normas, siendo el más implantado, es el protocolo *XFS* (Exchange Financial Services), desarrollado y regulado por el *CEN* (Comité Europeo de Normalización). Este sistema tiene variantes como *WOSA-XFS*, *CEN XFS* o *CEN J/XFS*, que no son más que otras acepciones del protocolo *XFS*, al que se le ha añadido modificaciones u otros lenguajes de programación por diferentes entidades o fabricantes. Cada proveedor de software dota con nombres específicos a su software, siendo un ejemplo *APTRA* de *NCR* o *INVOLVE* de *Nexus Software INC*.

Debe entenderse que entre la aplicación instalada en el sistema operativo del ordenador interno del ATM y el propio sistema operativo que se comunica con los periféricos, debe de existir una capa intermedia de software. Este software intermedio, que es lo que precisamente está regulado por el *XFS*, contiene herramientas para que sea posible la comunicación con los periféricos y su gran variedad de fabricantes y marcas. En otras palabras, contiene comandos para adaptar una determinada aplicación instalada en el ATM al hardware con el que se ha equipado ese cajero. Esta capa, que sirve de intermediaria entre la aplicación y el sistema operativo, alberga los permisos e instrucciones para la comunicación con el hardware. Además, estas capas de software contienen características clave y firmas digitales para que posteriormente, cuando se quieran realizar transacciones, se lleve a cabo una validación del software a través de la red de cajeros mediante comparación con el programa fuente del desarrollador. Todos estos estándares de software son recibidos por el sistema operativo, el cuál contiene los controladores instalados de cada periférico conectado al ordenador.

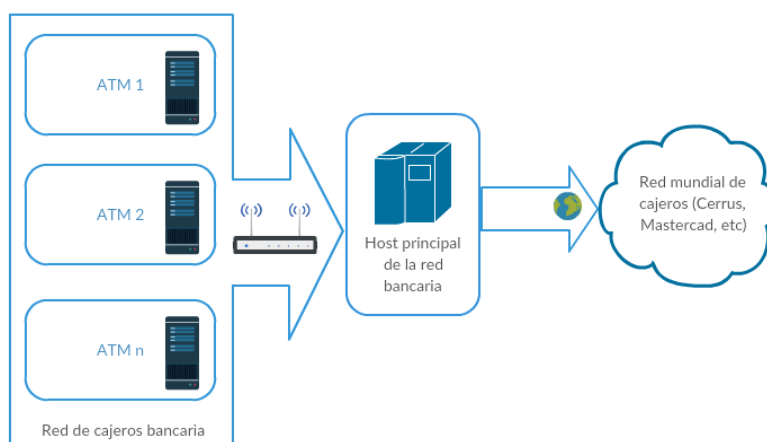
Profundizando algo más en el sistema *XFS* del software, cabe decir que contiene tres elementos clave en su arquitectura: librerías de base, interfaces para las aplicaciones e interfaces de servicios para los proveedores de hardware [67]. Así, junto con el *XFS Manager*, se permite la actuación sobre cualquier dispositivo hardware pese a que este se localice en otro punto de la red. Con ello se ha conseguido la total independencia del hardware.

A veces, se añade una capa de seguridad al sistema. Ésta, puede constar de elementos hardware, software o una unión de ambos. Consiste en validaciones dadas por una o más entidades a través de la red de cajeros para

permitir el uso de los diferentes periféricos del ATM. También la verificación del software anteriormente citada forma parte de este sistema. Normalmente, el propio procesador del ordenador se encarga de la gestión de esta capa de seguridad, pero a veces se añade otro procesador externo expresamente para ello.

Todo este sistema de software con el que se equipa un ATM no trabaja solo, véase *Figura D.2.2*. Como se ha mencionado antes, los cajeros automáticos funcionan en red, es decir, únicamente actúan como terminales comandados desde otro punto de proceso. Normalmente, todos los cajeros de una misma oficina bancaria están conectados a la red de cajeros u ordenador central del propio banco, un ordenador remoto denominado *DPC* (Data Processing Center). A su vez, este ordenador central o host está conectado con instituciones emisoras de tarjetas a nivel mundial (Cirrus, Mastercard, etc). Así, cuando un usuario solicita realizar una transacción se pone en marcha una compleja comunicación entre el ATM que demanda la transacción y la red de cajeros para poder intercambiar los permisos que acepten o denieguen las transacciones, según las condiciones bancarias del usuario.

Cabe mencionar que la entidad bancaria debe subscribirse a una entidad emisora de tarjetas para poder prestar servicio de cualquier entidad. Lo único que gestiona la entidad bancaria es la cuenta bancaria a la que está asociada cada tarjeta para poder aceptar o rechazar la transacción demandada por el usuario a través de las tarjetas de crédito o débito que emite [68]. Por ello, se puede distinguir entre las redes propias de la entidad bancaria, que solo operan con tarjetas del propio banco, y las redes internacionales de tarjetas de crédito. Hoy en día, cualquier cajero permite el uso de cualquier red de tarjetas, por el hecho de que están conectados a la red mundial de cajeros.



*Figura D.2.2. Diagrama explicativo de la puesta en red de los ATM.*

En el host central o servidor de cajeros, se toman algunas medidas de seguridad. La duplicidad de las unidades de memoria (técnica *RAID*, *Redundant Array of Inexpensive Disk*) o la interconexión de una computadora de apoyo dotan al sistema de más tolerancia al fallo. Además, la conexión de la red de cajeros con los cajeros conectados se realiza usando la técnica *TDMA* (*Time Division Multiple Acces*) que multiplexa la transmisión de mensajes según unidades de tiempo.

El proceso simplificado de esta puesta en contacto con la red de cajeros es el que se explica a continuación. Cuando el usuario demanda una transacción determinada, como por ejemplo retirar una cantidad de dinero, lo realiza a través de la aplicación instalada en el cajero. La aplicación manda mensajes a las capas inferiores de software donde están los protocolos de comunicación. La propia tarjeta de red del ordenador interno de ATM se encarga de mandar la petición al host principal, en este caso, la retirada de efectivo. La petición deriva a la red particular en la que se encuentre el cajero, por ejemplo EURO6000. Si la respuesta de la red es positiva, se devuelve al ATM y el software lo comunica al sistema operativo. Mediante los drivers correspondientes, en nuestro caso, los del dispensador de dinero, se ejecuta un proceso que terminará con la extracción del cajero los billetes correspondientes. Además, el estado del cajero puede solicitarse de forma remota por el host, estado que a través de un monitoreo del ATM con diferentes controladores internos puede ser mostrado con facilidad.

Es interesante también mencionar que el PC interno junto con la conexión *TCP/IP* que se usan en los actuales cajeros desplazaron por completo a sus antecedentes. Anteriormente se trabajaba con placas de circuito impreso (*PCB*) adaptadas con arquitectura *Intel 8086* y módems telefónicos como periféricos de comunicaciones con protocolos como el *X.25* o el *Frame Relay*. La tecnología de conexión *TCP/IP* actual está definida por el protocolo *SNMP* (*Simple Network Management Protocol*) y tiene velocidades máximas de algunas decenas de Megabytes por segundo [69].

Siguiendo con el hilo de la seguridad en el ATM, toda la comunicación con el exterior del cajero se debe realizar bajo técnicas de encriptamiento para evitar transacciones no deseadas o fraudulentas [70]. Además, los mensajes entre el computador y el host principal van acompañados de un llamado valor de chequeo o *MAC* (*Message Autentication Code*). Consiste en un código generado por el ATM con algoritmos matemáticos y recalculado en el host para validarlo. Otro equipamiento de seguridad a nivel de software consiste en el *Firewall*, que efectúa trabajos de control de acceso a la red y autenticación de servidores.

El computador interno del ATM, normalmente del fabricante *IBM*, consta de un criptoprocesador seguro que utiliza métodos como el *TRIPLE DES* (similar al *DES* ya descrito en la parte de hardware) para camuflar la información antes



de enviarla y descryptar la que le viene del host principal. La técnica DES de encriptación fue desarrollada por el FIPS (*Federal Information Processing Standard*) de los Estados Unidos y publicada por el ANSI (American National Standard Institute). El DES agrupa los datos en bloques de 64 bits usando claves de 56 bits para transformar entradas de datos, a través de 16 fases que usan permutaciones de datos, en salidas de la misma dimensión pero diferentes características. Sus cuatro modos de funcionamiento (*ECB Electronic Codebook*, *CBC Cipher Block Chining*, *CFB Cipher Feedback* y *OFB Output Feedback*) usan datos aleatorios alternados con datos encriptados para realizar la operación.

Mejorando la seguridad en la encriptación de los datos que viajan entre el ATM y la red nació el AES (*Advanced Encryption Standard*) en el Instituto nacional de estándares y tecnología (*NIST*). Este sistema novedoso que se aplica en algunos cajeros actuales, consta de mayores tamaños de claves, de hasta 256 bits. Un ejemplo reside en el módulo embebido en el teclado y llamado *EPP* (Encrypting PIN PAD), que encripta directamente la información introducida por el teclado a la hora de introducir el PIN y de almacenarlo [71]. Otros ejemplos de métodos de encriptado de datos son *IDEA* desarrollado en Suiza o el *RSA*.

Pese a todas las medidas de seguridad, todavía sigue habiendo actos delictivos en cajeros automáticos mediante la intrusión en el código fuente y su modificación fraudulenta. Dichos delitos consisten en la captura de los datos introducidos por el usuario (como números secretos) mediante falsos teclados, lectores de tarjetas o cámaras. Incluso con la introducción de un *malware* (virus informático) en el ATM y su manejo vía remota. Por ello, son varios los estándares que regulan las políticas de seguridad, algunas de ellas relacionadas con la seguridad en la parte del software. Un ejemplo de ellas es el estándar de tarjetas *EMV* (Europay MasterCard Visa), el cual, marca las normas básicas en la encriptación de los chips de las tarjetas MasterCard y Visa [72]. Otro estándar común es el *PCI DSS* (Payment Card Industry Data Security Standard) que regula la normas de protección de datos alojados en tarjetas bancarias. El *PCI DSS* lo forman marcas de tarjetas de pago como *American Express*, *Discover*, *Financia Services*, *JCB International*, *MasterCard* y *Visa Inc.* Este tipo de estándares se aplican también fuera del ámbito del cajero, como en *POS* (Point of Sale) o en cualquier sistema que requiera la mediación con un medio bancario.

Con estas normas, se establecen puntos clave que debe cumplir el software de seguridad de un ATM. Así, se normalizan aspectos como que el sistema operativo debe prevenir la instalación de cualquier software o periférico externo no autorizado. No debe de estar permitido el uso sin permisos de cualquier capa de software, ya sea la aplicación, el XFS o el SO (Sistema Operativo). Además, el sistema operativo debe estar parametrizado y registrar

cualquier evento del cajero. La red de cajeros y la comunicación con los mismos debe de estar aislada y protegida contra intrusos.

Deben existir también en el procesador del ATM mecanismos automáticos de auto test una vez al día. Respecto a la seguridad a la hora de realizar las transacciones, el cajero sólo activa los terminales periféricos necesarios para realizar la transacción en curso, los demás se desactivan.

Por última instancia respecto a la seguridad, cabe destacar la tendencia que existe a evitar usar la tarjeta inteligente para el almacenamiento de datos personales como los números de seguridad o las información biométrica. Aunque si que existen las tarjetas bancarias que contienen este tipo de datos, se aboga por trasladar estos datos a las memorias del host central y simplemente realizar comparaciones con los datos introducidos por el usuario en un determinado momento en un ATM para la identificación. Con ello, se evade la problemática que trae las pérdidas de tarjetas bancarias que contienen información tan privada y que tantas pérdidas puede llegar a ocasionar en un mundo en el que la delincuencia bancaria sigue existiendo.

Resumiendo este anexo, la *tabla D.2* muestra, según la abstracción, cada capa que conforma el software del ATM.

| Capa                       | Función  | Ejemplos                             |
|----------------------------|--|--------------------------------------|
| <b>Aplicación</b>          | Generación de instrucciones por el usuario o peticiones por el sistema. Funciones de test. Interfaz gráfica. | Propia de cada entidad bancaria      |
| <b>Software intermedio</b> | Adaptación de la aplicación a todos los periféricos  | XFS, WOSA-XFS, J/XFS, APTRA, INVOLVE |
| <b>Sistema Operativo</b>   | Comunicación directa con todos los periféricos a través de sus controladores                                 | Windows XP, Linux                    |
| <b>Seguridad</b>           | Seguridad adicional ante usurpaciones de identidad o introducción en el sistema                              | Encriptación DES o AES               |

*Tabla D.2. Capas del software de un ATM.*

## ANEXO E. BREVE DESCRIPCIÓN DE LA DESREGULARIZACIÓN BANCARIA ESPAÑOLA.

El sector bancario en el país español no puede considerarse como invariante a lo largo de la historia. No es asunto baladí la transición de la banca española que hubo hacia mediados de la década de los ochenta. Así, una serie de condiciones dieron un vuelco a este sector y lo convirtieron en uno de los más activos.

Previamente al cambio que se cita, la banca se componía por tres entidades con un objetivo de clientes diferente. Las Cooperativas de Crédito y Cajas de Ahorro Rurales cubrían el mundo rural y los gremios específicos, tales como abogados o ingenieros. Los Bancos se focalizaban más sobre grandes empresas y su creación. Por último, las Cajas de Ahorro tenían un carácter más minorista en servicios básicos y locales para particulares y pequeñas empresas. Como se ve, la banca para entonces estaba fuertemente especializada y tenía un aire mayorista, además de estar muy protegida y sometida a fuertes normas reguladoras de la actividad.

Una serie de leyes novedosas en el sector fueron poco a poco liberalizándolo y obligando a su expansión, ampliando sus límites y convirtiéndolo en un sector dinámico. Así, hacia el año 1986 se formalizó completamente la llamada *desregularización* bancaria, acontecimiento que dotó a la banca de un carácter mucho más homogéneo y minorista. La causa reside en la necesidad que tenía la banca de trabajar por sus clientes, de competir por ellos. Así, hubo un gran aumento de la actividad bancaria que se reflejó, por ejemplo, en la multiplicación de oficinas bancarias. Además, la manera de pensar de los clientes, los cuales estaban mucho más informados y con más conocimientos sobre cómo sacar mayor rendimiento a sus fondos, es otra de las causas del cambio. También, cada vez más entidades bancarias querían ser partícipes del mercado.

Consiste pues la liberalización financiera en una eliminación de barreras legales y administrativas las cuales imposibilitaban grandes niveles de eficacia del sector.

Corría para entonces un gran auge tecnológico inmerso en la Tercera Revolución Tecnológica, que fue un aliciente para el impulso que tuvo este sector. Así, las mejoras tecnológicas propiciaron automatización suficiente para el sector bancario. Computarización de las oficinas, digitalización de la información u otros soportes tecnológicos innovaron el sector. Un gran elemento

fue el ATM principalmente adoptado por las Cajas de Ahorro, y que es el eje conductor de la banca española.

El proceso de transición fue gradual y se puede resumir en alguna ley representativa. Así, la Ley de *Ordenación Bancaria* de 1921 (o Ley de *Cambó*) habla, entre otras cosas, del tratamiento unitario que se da a la banca privada. Surgieron con ella, algunas medidas de protección del ahorro depositado en los Bancos. Así, medidas como autorizaciones, precauciones para la movilización excesiva de capital o las tarifas de comisiones y sanciones fueron implantadas.

Años más tarde, con la Ley de *Ordenación Bancaria* de 1946, se aprobaron los Estatutos y Reglamentos del Banco de España. Se volvieron a regular las sanciones, se establecieron prohibiciones referentes a la profesión del banquero y se instauró un Consejo Superior Bancario.

La Ley 2/62 sobre *Bases de Ordenación del Crédito y la Banca*, escinde a la banca privada en Bancos Industriales y Comerciales. Además se hizo más flexible la creación de nuevas instituciones bancarias y oficinas, finalizando la política de *statu quo* de la postguerra y por lo tanto con las leyes de restricción para nuevas entidades bancarias. Se mejoró también el sistema de financiación, reforzando los intermediarios no bancarios además de quedar derogada alguna de las leyes anteriores.

Con este comienzo de un clima liberador en la banca, la *Reforma* del 9/8/74 (*minireforma barrera*) puede considerarse una de las primeras leyes de la desregularización, rectificando a la anterior ley del 62. Supone nuevas normas para la creación de bancos y expansión geográfica, liberaliza los tipos de interés y elimina limitaciones de los bancos industriales y de negocios para gestionar operaciones comerciales.

Con la *Reforma* de 1977 (*Fuentes Quintana*) se dio un nuevo impulso al proceso de la desregularización y a la competencia bancaria. Se liberalizan los tipos de interés a más largo plazo y se dota a las cajas de ahorro de la posibilidad para realizar las mismas operaciones que la banca privada. Además, se elimina la prohibición de las operaciones con el exterior.

Más tarde, el *Real Decreto* de 1978, regula la presencia del extranjero en España, pudiendo optar los bancos de fuera en la zona española. Así, podían establecer sus oficinas de representación para labores de información pero no podían realizar ninguna operativa. Sí que se empiezan a crear bancos extranjeros filiales, con capital extranjero. alguna normativa destacable sobre Bancos es que no podían abrir más de tres agencias durante los primeros cinco años. Después, la *Orden* de 1979, permite abrir oficinas dentro de la Comunidad Autónoma a las Cajas de Ahorro.

En 1981, con otra *Reforma*, acaece la liberación parcial de los tipos de interés, alcanzando su plenitud en 1987. También con esta Ley se fijan comisiones máximas y mínimas. Además en 1985 se liberaliza totalmente la apertura de oficinas para todos los tipos de entidades bancarias. Es en este punto dónde puede situarse la inflexión de esta transición bancaria.

A partir de aquí, nacen diferentes leyes que van homogeneizando cada vez más a la banca española, además de mejorar las relaciones con el exterior, suprimiendo barreras internacionales. La evidencia más importante de dicha expansión, es el gran número de aperturas de oficinas bancarias, habiendo casi una oficina por cada mil habitantes. Pese a los grandes gastos que esto supone, se ve compensado porque cada oficina es más pequeña y contiene pocos empleados. El número de oficinas siguió creciendo hasta 1995, momento en el que se cierran algunas pero se mantiene esta basta red de sucursales bancarias.

A continuación, en la *tabla E.1*, se detallan las diferentes leyes y cambios que conforman este proceso de desregularización bancaria española.

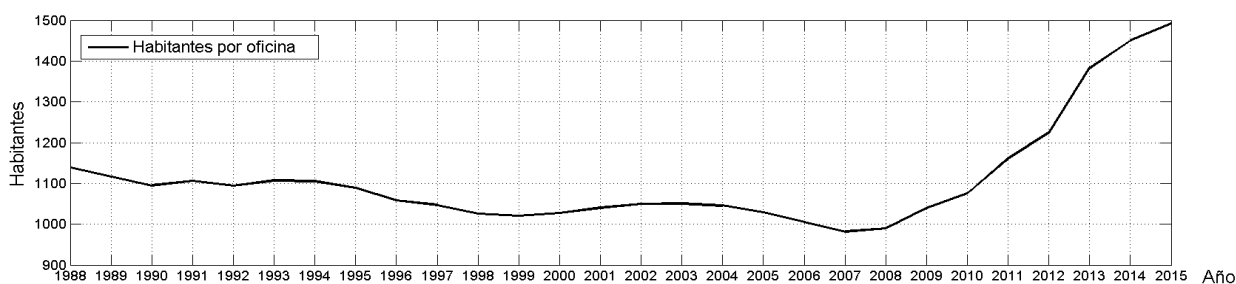
|  | Fecha             | Ley   | Evento/s  |
|--|-------------------|---|---|
| <b>Previas a la desregularización</b>  | 1921              | Ordenación Bancaria (Cambó).  | Protección del ahorro en banca privada.   |
|  | 1946              | Ordenación Bancaria.  | Consejo Superior Bancario. Refuerzo de las prohibiciones.   |
|  | 14 julio 1962     | Bases de Ordenación del Crédito y la Banca.   | Flexibilización para la creación de entidades bancarias.  |
| <b>Inicio desregularización</b>        | 9 agosto 1974     | Minireforma barrera.  | Liberalización para nuevas entidades bancarias. Bancos con capacidad para operaciones comerciales.  |
| <b>Leyes de desregularización</b>      | 1977              | Reforma Fuentes Quintana.   | Homogeneización de las cajas de ahorro. Eliminación de barreras con el exterior.  |
|  | 1978              | Real Decreto 1388/78.   | Creación de Bancos extranjeros.   |
|  | 20 diciembre 1979 | Orden.  | Permiso para abrir oficinas en Comunidad Autónoma.  |
|  | 17 enero 1981     | Reforma.  | Establecimiento de comisiones máximas y mínimas. Liberalización total de los tipos de intereses.  |
|  | 25 mayo 1985      | Ley de coeficientes de inversión, recursos propios y obligaciones de información de los intermediarios financieros. | Liberalización total de la apertura de oficinas.  |
|  | 1986              |   | Creación Segundo Mercado Bolsa.   |
|  | 1987              |   | Creación letras del Tesoro. Liberalización definitiva tipos de interés.   |
| <b>Después de la desregularización</b> | 1988              |   | Igualación de requisitos nacionales y extranjeros para formar Bancos e igualación de Cajas de Ahorro y Bancos para apertura de sucursales en territorio nacional. |
|  | 1990              |   | Certificados del Banco de España.   |
|  | 3 mayo 1991       | Real Decreto-Ley.   | Creación del Holding Corporación Bancaria de España, reorganización de Bancos públicos.   |
|  | 1992              |   | Liberalización de movimientos de capitales.   |
|  | 1994              | Ley de Subrogación y Modificación de los Préstamos Hipotecarios.  | Se propicia la competencia.   |
|  | 1999              |   | Normativa sobre inversiones extranjeras en España y españolas en el exterior.   |

Tabla E.1. Principales Leyes y cambios de la desregularización bancaria española.

## ANEXO F. DETALLE DE LOS RESULTADOS MACROECONÓMICOS.

### F.1. Eficacia.

En cuanto a la evolución anual del número de oficinas bancarias, se puede dividir en dos periodos con diferentes tendencias. En un primer intervalo que dura hasta septiembre de 2008, el número de oficinas crece casi monótonamente desde 33591 oficinas en 1988 hasta las 46221 en dicho septiembre de 2008, punto de inflexión de esta serie, generando así un crecimiento del 37.6 por ciento. Además, también puede verse una disminución con una pendiente más o menos constante, en el ratio de los habitantes con el número de oficinas (véase *Gráfica F.1.1.a.*). Los datos son 1139 habitantes por oficina en 1988 y 996 en 2008.



*Gráfica F.1.1.a. Evolución de los habitantes por oficina bancaria.*

En el segundo periodo, que va desde ese septiembre de 2008 hasta el año 2015, se adquieren pendientes contrarias a las que tenía la serie de datos. Así, el número de oficinas bancarias decrece hasta las 31155 o lo que es lo mismo, en un 32.6 por ciento. Se ve un cambio más brusco en este intervalo que en el anterior. Aunque el aumento de oficinas tratado es de casi el 40 por ciento frente al aproximadamente 33 por ciento que supone la reducción de las mismas, éste último viene dado en siete años respecto a los veinte años del primer periodo.

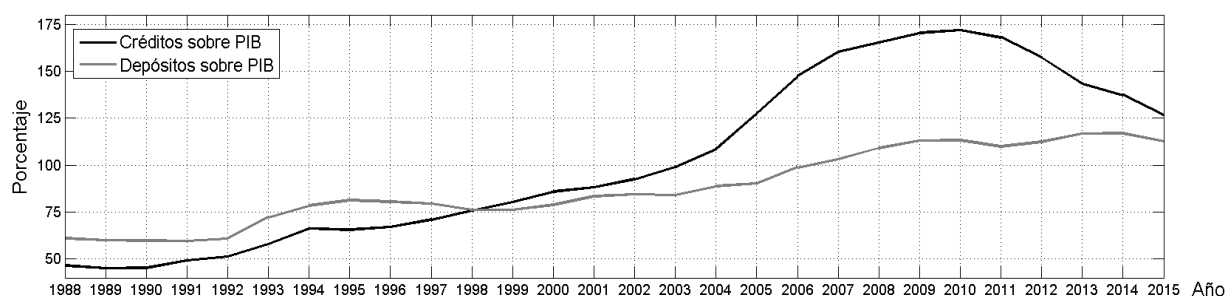
Esta evidencia de una brusca reducción de oficinas viene reforzada por un aumento, en este segundo periodo, de los habitantes correspondientes por oficina. Así, se llegan a 1603 habitantes por oficina en 2015, dejando ver así el fuerte descenso de las oficinas en comparación con la población total.

Los créditos y depósitos también siguen una estructura similar a la evolución de las oficinas bancarias, diferenciándose dos periodos igualmente.

Así, los créditos crecen desde 140581 millones de euros en 1988 hasta 853180 en 2008, para terminar en un valor más pequeño de 582035 millones de euros en 2015. Significa un aumento del 506.9 por ciento hasta 2008 y un descenso del 31.78 por ciento a partir de entonces. Además, supone que los créditos pasan de representar el 46.44 por ciento respecto a PIB nacional en 1988 a representar un 165.04 por ciento en 2008 y un 126.47 por ciento en 2015 (*Gráfica F.1.1.b*).

Algo parecido ocurre con los depósitos, los cuales fluctúan desde un valor de 184441 millones de euros y un 60.94 por ciento respecto al PIB nacional en 1988 hasta 518545 millones de euros y un 112.67 por ciento en 2015, pasando por 566143 millones de euros y un 113 por ciento en 2009. Supone un crecimiento de los mismos de un 206.95 por ciento hasta 2009 y un descenso del 8.4 por ciento a partir de ahí. Se verifica entonces el aumento gradual de la eficacia del sistema, reflejada en la mayor actividad bancaria global.

En consecuencia, al verse reducido el número de oficinas necesarias para prestar una actividad creciente, se da una mayor eficacia por oficina en los últimos años, ya que cada oficina genera más actividad.



*Gráfica F.1.1.b. Evolución de los créditos y depósitos sobre PIB.*

## F.2. Eficiencia.

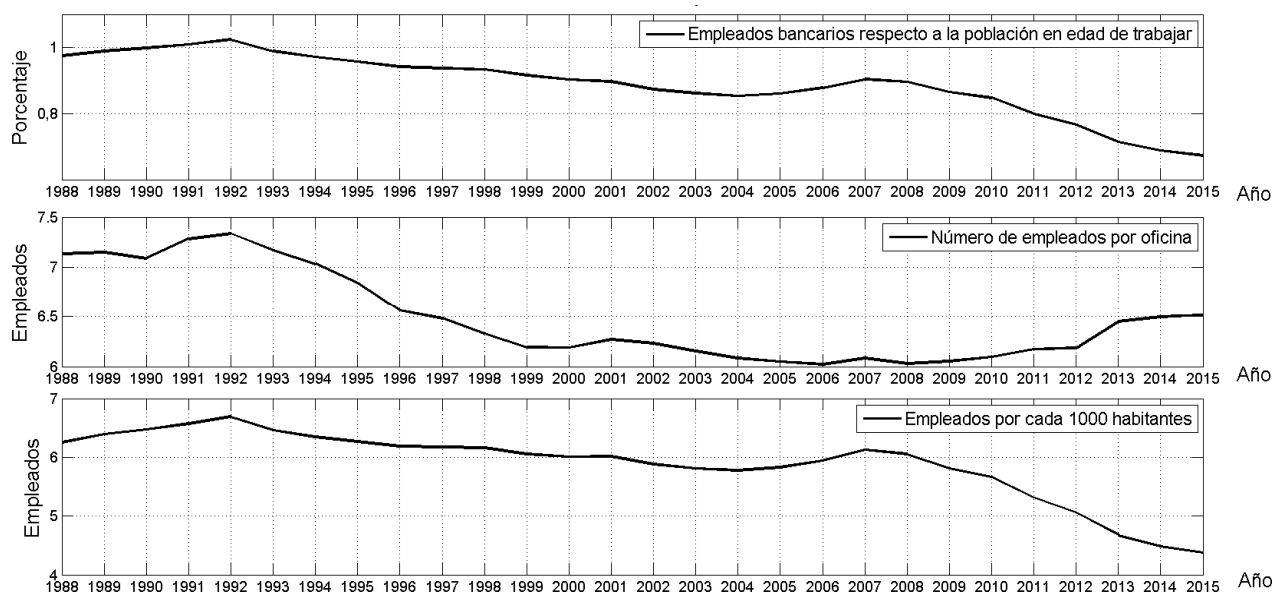
La *Gráfica F.1.2* muestra la evolución del número de empleados bancarios en varios ámbitos. En primer lugar, se puede observar una reducción de cuán representativos son los empleados bancarios respecto a toda la población española en edad de trabajar, es decir, entre 16 y 64 años. Se ve cómo dichos valores viajan desde un 0.97 por ciento en 1988 hasta un 0.67 en 2015.

Por otro lado, también se muestra el número de empleados por oficina comprobando un valor de 7.13 empleados en 1988 y 6.51 en el año 2015, alcanzando el mínimo en el año 2006 con 6.02 empleados por oficina.



Por último, en cuanto al número de empleados bancarios por cada mil habitantes, se observa una reducción desde 6.25 empleados en 1988 hasta 4.37 de los mismos en 2015.

Unificando todos estos resultados y teniendo en cuenta la conclusión anterior de que la actividad bancaria ha aumentado por cada oficina, puede confirmarse un aumento también de la eficiencia del sistema. Es así debido a que para generar esa mayor actividad, la banca no se ha valido de más empleados sino que ha consumido menos recursos de este tipo.



Gráfica F.1.2. Evolución del número de empleados bancarios.

# ANEXO G. METODOLOGÍA EN EL ESTUDIO MICROECONÓMICO.

## G.1. Manipulación de los datos.

En el presente proyecto se ha realizado un análisis a nivel microeconómico para comprobar el efecto del ATM dentro de la banca minorista española. Así, se han tomado datos de las Cajas de Ahorro españolas tanto de los balances públicos como de las cuentas de pérdidas y ganancias que publica la CECA anualmente.

El formato en los datos tiene varios puntos de corte, ya que los balances cambian la nomenclatura de las variables dos veces (en 1992 y 2004) y las cuentas de pérdidas y ganancias lo hacen una única vez en el año 1996. Este cambio de nombres se debe a una reordenación de las variables en los balances y al cambio del tipo de cuenta de pérdidas y ganancias, ya que se pasa de realizarla mediante el 'debe' y 'haber' a un formato secuencial.

Estos puntos de corte hacen que tenga que seleccionarse los datos necesarios concienzudamente. Así, para la parte de productividad se toman los créditos como la suma de los fondos que se prestan a la clientela y al Banco de España. Por ello, se toman *Caja y Banco de España e inversiones crediticias (neto)* hasta el año 1992, *Caja y Depósitos en bancos centrales* y *Créditos sobre clientes* hasta 2004 y *Depósitos en bancos centrales* y *Crédito a la clientela* hasta 2009.

Los factores productivos también varían. Así, los depósitos se toman como la suma de los depósitos de los clientes y los que suponen los intermediarios financieros. En ese orden resultan ser *Intermediarios financieros y acreedores* hasta 1992, *Entidades de crédito y débitos a clientes* hasta 2004 y *Depósitos de entidades de crédito y depósitos a la clientela* hasta 2009. El inmovilizado material no tiene más problema que el cambio de posición en la lista, ya que el nombre lo va manteniendo.

En cuanto al número de oficinas, de empleados y de ATM necesarios para realizar los indicadores de eficiencia y eficacia, se toman de una fuente única en la que el único inconveniente es la ordenación de los datos.

Por último, el gasto en personal y los valores de intereses y comisiones se toman de las cuentas de pérdidas y ganancias. Así, estos últimos valores van variando de nombre. Los intereses pagados pasan de llamarse *Costes financieros de acreedores* desde 1986, a *Intereses y cargas asimiladas* desde

1996. Las comisiones pagadas se denominan *Costes financieros de otros intereses y comisiones* hasta 1995 y *Comisiones pagadas* hasta 2009. Así mismo, las comisiones cobradas toman el nombre de *Comisiones de otros servicios bancarios y financieros* hasta 1995 y *Comisiones percibidas* hasta 2009.

Para el análisis se necesitan algunos factores más como los ATM por oficina o por empleado que directamente provienen de dividir ambas variables. Además, todos los datos que están en unidades monetarias estarían deflactados con el índice de inflación constante para el primer año estudiado.

## G.2. Metodología.

Para la realización de las regresiones con el software específico *STATA*, es necesario entender la metodología que usa. La técnica de los *mínimos cuadrados ordinarios (MCO)* utilizada es un modelo de regresión lineal que puede ser simple o múltiple dependiendo de si posee una única variable independiente o varias [73]. El problema se resume en la identificación de una recta que se ajuste lo mejor posible a la nube de puntos que conforman los datos. Este método lo hace mediante la minimización de las distancias entre dicha recta calculada y todos los puntos observados, es decir, se minimiza la suma de errores al cuadrado.

Por otro lado y conjuntamente con este método, el análisis microeconómico planteado realiza la regresión a una función denominada *Cobb Douglas*. Este tipo de función de producción es una de las más extendidas en la economía por su fácil manejo y cumplimiento de las principales propiedades económicas [74].

Paul Douglas y Charles Cobb, senador y matemático respectivamente en EEUU, descubrieron la función que calcula la producción a partir de varios factores. Su formulación es la siguiente:

$$Y = AK_1^a K_2^b L^c e^{\beta x} \quad (1), \text{ donde}$$

*Y*: producción (en este caso Créditos)

*A*: término independiente (progreso técnico exógeno)

*K*<sub>1</sub>: materia prima (en este caso Depósitos)

*K*<sub>2</sub>: capital productivo (en este caso inmovilizado material)

*L*: número de empleados en una economía

*x*: variable objetivo (en este caso ATM por oficina y por empleado)

*a, b, c* y *β*: pesos de cada factor en la distribución.

El modelo MCO requiere de una función lineal para su gestión. Por ello, es necesaria la linealización de la función de Cobb Douglas mediante logaritmos. Partiendo de (1):

$$\ln(Y) = \alpha_0 + a\ln(K_1) + b\ln(K_2) + c\ln(L) + \beta x \quad (2), \text{ donde}$$

$$\alpha_0 = \ln(A)$$

a,b y c: elasticidades.

### G.3. Heteroscedasticidad y autocorrelación.

La muestra de datos que se tiene en el análisis microeconómico resulta tan dispar que viola la principal norma que han de tener los datos para denominarse estables. Así, en el modelo los datos no mantienen una varianza ni una covarianza término a término constante, es decir, no hay una variación constante de los datos de las Cajas de Ahorro año a año. Por tanto, la propiedad de la homoscedasticidad que mantiene la distribución de los mismos como uniforme no se cumple [75]. Los datos presentan entonces heterocedasticidad en su distribución y deben ser corregidos para poder usarlos.

La forma de eliminar esta falta de uniformidad en los datos es tomar una variación término a término constante. Ese valor se crea en este modelo mediante una tendencia en la variación anual de los datos. Así, mediante esa tendencia podrá usarse el modelo MCO incluyéndola también en la función de Douglas utilizada como un término más. Partiendo de(2):

$$\ln(Y) = \alpha_0 + a\ln(K_1) + b\ln(K_2) + c\ln(L) + \beta x + \beta_t T \quad (3), \text{ donde}$$

$\beta_t T$ : término de la tendencia

Con esta rectificación se evitan resultados equívocos y además se puede corregir otros efectos en los datos como la autocorrelación. Consiste en que los datos siguen distribuciones parecidas en distintos intervalos debido a su varianza.

## G.4. Informes STATA.

Por último, se mostrarán las salidas en formato de texto (*.txt*) del software STATA que han resultado para la serie de datos tomada. También se hará referencia a los comandos utilizados en el programa y se explicará su función.

En el primer bloque de productividad, las salidas del programa informático son las que se muestran en la *Figura G.4.1*. Aparecen dos tablas correspondientes al análisis de la variable de cajeros por oficina y de cajeros por empleado respectivamente. Ambas tablas son resultados directamente dados con el comando *regress*, al cual le siguen los parámetros de entrada correspondientes a los logaritmos de la salida de la función de Douglas (créditos), de los factores productivos (depósitos, inmovilizado material y número de empleado) y la variable objetivo que tratamos. Además aparece un *if* condicional para acotar el intervalo de datos desde 1988, ya que se dispone de años anteriores. Por último, el comando *robust* se usa para realizar la corrección de la heterocedasticidad mediante la tendencia de la variación interanual.

Como resultado se obtiene una tabla en la que cada fila contiene información sobre cada elemento de la función de Douglas. Así, la segunda columna (*Coef.*) dice la variación que sufriría la salida de la función, es decir los créditos, si variase en una unidad el logaritmo de la variable del comienzo de la fila. Esta variación está dada en tanto por uno. La tercera columna es el *error estándar* que indica la desviación estándar en la distribución de los datos. Por último, la cuarta columna expone el *P valor*, cifra que refleja lo fiable que son los resultados, también en tanto por uno. Indica la probabilidad de equivocarse si se toman estos datos como buenos.

```
. regress lncred lndep lnmat lnemp cajemp trend if year>1987, robust
```

```
Linear regression                               Number of obs =    1128
                                                F(   5,   1122) = 8986.23
                                                Prob > F       =  0.0000
                                                R-squared      =  0.9752
                                                Root MSE      =  .22414
```

| lncred | Coef.    | Robust<br>Std. Err. | t     | P> t  | [95% Conf. Interval] |          |
|--------|----------|---------------------|-------|-------|----------------------|----------|
| lndep  | .2242548 | .0404078            | 5.55  | 0.000 | .1449714             | .3035382 |
| lnmat  | .0203314 | .0075987            | 2.68  | 0.008 | .005422              | .0352407 |
| lnemp  | .840243  | .0443595            | 18.94 | 0.000 | .7532061             | .9272799 |
| cajemp | .2825396 | .121567             | 2.32  | 0.020 | .0440154             | .5210639 |
| trend  | .0553582 | .0021687            | 25.53 | 0.000 | .0511031             | .0596134 |
| _cons  | 3.927069 | .2345427            | 16.74 | 0.000 | 3.466878             | 4.387261 |

```
. regress lncred lndep lnmat lnemp cajofi trend if year>1987, robust
```

```
Linear regression                               Number of obs =    1128
                                                F(   5,   1122) = 9391.87
                                                Prob > F       =  0.0000
                                                R-squared      =  0.9758
                                                Root MSE      =  .22168
```

| lncred | Coef.    | Robust<br>Std. Err. | t     | P> t  | [95% Conf. Interval] |          |
|--------|----------|---------------------|-------|-------|----------------------|----------|
| lndep  | .2195196 | .0397133            | 5.53  | 0.000 | .1415989             | .2974403 |
| lnmat  | .022188  | .0074153            | 2.99  | 0.003 | .0076385             | .0367374 |
| lnemp  | .8363903 | .0433648            | 19.29 | 0.000 | .7513051             | .9214754 |
| cajofi | .1002815 | .0184087            | 5.45  | 0.000 | .064162              | .1364009 |
| trend  | .0538111 | .0020366            | 26.42 | 0.000 | .0498152             | .0578071 |
| _cons  | 3.973044 | .2324973            | 17.09 | 0.000 | 3.516865             | 4.429222 |

Figura G.4.1. Salidas de STATA para análisis de eficiencia.

En cuanto a la segunda parte, el análisis de la eficacia (*Figura G.4.2*), primero se debe de declarar el indicador de la misma. Es el denominado *eficacy* y, al igual que el caso anterior, se estudia la variación que tiene ante las variables de cajeros por oficina y por empleado. Además se declaran dos indicadores más (*gastoservicio* y *gastoservicio2*) que consisten en el gasto de material (variable *material*) entre los créditos y los depósitos, respectivamente.

De la misma manera se realiza la regresión dando como resultado dos tablas. En este caso no se toman logaritmos en los datos porque no ha sido necesaria una linealización de la función.

```
generate gastoservicio = material/ cred
```

```
generate gastoservicio2 = material/ dep
```

```
. regress efficacy gastoservicio gastoservicio2 cajemp trend, robust
```

Linear regression

Number of obs = 1107  
 F( 4, 1102) = 274.48  
 Prob > F = 0.0000  
 R-squared = 0.3973  
 Root MSE = .04618

| efficacy       | Coef.     | Robust<br>Std. Err. | t      | P> t  | [95% Conf. Interval] |           |
|----------------|-----------|---------------------|--------|-------|----------------------|-----------|
| gastoservicio  | -.0256593 | .0155917            | -1.65  | 0.100 | -.056252             | .0049334  |
| gastoservicio2 | .0459885  | .0238678            | 1.93   | 0.054 | -.000843             | .09282    |
| cajemp         | .0694828  | .0279935            | 2.48   | 0.013 | .0145563             | .1244093  |
| trend          | .0047971  | .0003341            | 14.36  | 0.000 | .0041416             | .0054527  |
| _cons          | -.1140429 | .0026267            | -43.42 | 0.000 | -.1191969            | -.1088889 |

```
. regress efficacy gastoservicio gastoservicio2 cajofi trend, robust
```

Linear regression

Number of obs = 1107  
 F( 4, 1102) = 271.53  
 Prob > F = 0.0000  
 R-squared = 0.3989  
 Root MSE = .04611

| efficacy       | Coef.     | Robust<br>Std. Err. | t      | P> t  | [95% Conf. Interval] |           |
|----------------|-----------|---------------------|--------|-------|----------------------|-----------|
| gastoservicio  | -.0250617 | .0157907            | -1.59  | 0.113 | -.056045             | .0059215  |
| gastoservicio2 | .046016   | .0241467            | 1.91   | 0.057 | -.0013628            | .0933947  |
| cajofi         | .0120195  | .0038644            | 3.11   | 0.002 | .004437              | .0196019  |
| trend          | .0048727  | .000264             | 18.46  | 0.000 | .0043547             | .0053908  |
| _cons          | -.1142883 | .0026388            | -43.31 | 0.000 | -.1194659            | -.1091107 |

*Figura G.4.2. Salidas de STATA para análisis de eficacia.*

# REFERENCIAS

- [1] E. L. Alonso y A. Sala, *noticia de prensa El periódico de Aragón*, 16 de enero de 2017.
- [2] "Automatización integral de la empresa industrial", *Observatorio de prospectiva tecnológica industrial*, Febrero de 2008.
- [3] J. F. Salcedo y P. C. Sempértegui, "Desarrollo de una interfaz biométrica basada en la lectura de huellas dactilares para autenticación de usuarios en un cajero automático", *Escuela politécnica nacional de Quito*, Agosto de 2009.
- [4] C. E. Paredes, "El fraude en cajeros automáticos mediante clonación de tarjetas débito y crédito", *Universidad militar nueva Granada*, 2014.
- [5] J. Valero, *noticia de prensa El economista*, 12 de enero de 2017.
- [6] J. Bessen, "Trabajo y tecnología", *Fianzas y desarrollo*, marzo de 2015.
- [7] D. Consoli, "The dynamics of technological change in UK retail banking services: an evolutionary perspective", *Science direct*, 1 de febrero de 2005.
- [8] Banco de España, *Boletín estadístico*.
- [9] E. J. Veres, G. F. Escura y J. M. Pavía, "El mercado de las tarjetas bancarias en España: una panorámica", *ICE*, Febrero de 2014.
- [10] "Anuario estadístico 2015", *CECA*, 2015.
- [11] S. C. Vivanco y R. A. Piñerez, "Propuesta del modelo outsourcing aplicado al proceso de implementación de cajeros automáticos de bancolombia S.A.", *Universidad de Cartagena de Indias*, Septiembre de 2013.
- [12] M. Correa, J. R. García y A. Tabanera, "Comercio electrónico y hábitos de consumo en España: la importancia de la banca on-line", *BBVA*, 26 de enero de 2015.
- [13] F. Jammes y H. Smit, "Service-oriented paradigms in industrial automation", *IEEE*, Febrero de 2005.
- [14] M. Castells, "La revolución de la tecnología de la información".



- [15] E. Diz-Comesaña y B. Urgal, "La automatización en el sector terciario: evolución del service encounter", *Revista electrónica de ciencia administrativa*, 16 de junio de 2011.
- [16] J. S. Herrera, M. J. Manríquez y M. B. Jerez, "Los bancos y las nuevas tecnologías", *Universidad de Chile*, Marzo de 2005.
- [17] B. Bátiz-Lazo y R.J.K. Reid, "Evidence from the patent record on the development of cash dispensing technology", *IEEE*, 2008.
- [18] A. R. Kenneth y M. S. Mahsoub, "Multiple standard smart card reader", *United States Patent*, 14 de enero de 1997.
- [19] C. H. Somers, R. A. Steinmetz, R. P. Brunt y Kenneth W. Zahorec, "Automated teller machine, software and distribution method", *United States Patent*, 15 de febrero de 2005.
- [20] I. Coronado, "Entidades bancarias y sus relaciones con clientes de fondos de inversión", *Universidad de Málaga*, 2003.
- [21] M. Nieto, F. Lopez y F. Cruz, "Performance analysis of technology using the S curve model: the case of digital signal processing (DSP) technologies", *Pergamon*, 1998.
- [22] C. W. Sealey y J. T. Lindley, "Inputs, outputs and a theory of production and cost at depository financial institutions", *The journal of finance*, septiembre de 1977.
- [23] "La revolución industrial", *Libro de texto para docencia*.
- [24] H. R. González, "Las nuevas tecnologías y su impacto sociocultural y educativo", *Universidad de los Andes*, 2000.
- [25] "Informe sobre medición de la sociedad de la información 2015", *ITU*, 2015.
- [26] Dr. Ll. Guilera, "La cuarta revolución industrial", *ESDi*.
- [27] G. V. Patuzzo, "La evolución en la consideración económica del sector servicios", *Universidad de Alcalá*.
- [28] "El sector terciario", *Libro de texto para docencia*.
- [29] V. Roel, "La tercera revolución industrial y la era del conocimiento", *Universidad nacional mayor de San Marcos*, 1998.
- [30] B. Batiz-Lazo y J. C. Maixe-Altes, "Organisational change and the computerisation of British and Spanish savings banks", *Universidad de Leicester (UK) y Universidad de la Coruña (España)*, 4 de abril de 2008.

- [31] J. R. Quintas, "El sistema financiero ante el cambio tecnológico", *Universidad de la Coruña*, 1990.
- [32] F. Suárez. y V. Bustos, "Impacto de las nuevas tecnologías en el negocio bancario español", *Universidad de León*, 7 de noviembre de 2008.
- [33] E. H. Orallo y A. A. Martínez, "Las tecnologías de la información en las entidades financieras", *ACTA*.
- [34] A. M. P., "El desarrollo de la banca electrónica en España. Un análisis comparativo entre entidades online y tradicionales en España y en Estados Unidos", *Universidad politécnica de Valencia*, 2008.
- [35] "Evolución de la banca electrónica", *ADICAE*, diciembre 2002.
- [36] "Orígenes y evolución de la tarjeta de crédito", *www.marketingdireccion.com*.
- [37] B. Batiz-Lazo, "Emergence and evolution of proprietary ATM networks in the UK, 1967-2000", *MPRA*, junio de 2007.
- [38] L.G. Simjian, "Subscriber controlled apparatus", *United States Patent*, 19 de junio de 1962.
- [39] P. Viterbo, "Los bancos incrementan a seguridad con la biometría", *Dintel*, septiembre de 2009.
- [40] M. Sánchez, "El origen del cajero automático", *http://www.condusef.gob.mx/Revista*.
- [41] "Hogares y estadísticas financieras", *INE*, marzo de 2010.
- [42] "Normas para la seguridad física de los cajeros automáticos", *Superintendencia del sistema financiero (El Salvador)*.
- [43] J. R. Ibáñez, "Sistema lector de tarjetas-chip con acceso USB", *Universidad autónoma de Madrid*, enero de 2013.
- [44] "Nuevas tecnologías aplicadas a la gestión (E66)", *Universidad Jaime I*.
- [45] Especificaciones técnicas del lector de tarjeta de banda magnética marca Grabba.
- [46] S. Garrán, "Personalización y autorización de tarjetas de crédito: adaptación a EMV", *UPM*, julio de 2009.
- [47] J. M. Alonso, "Diseño e implementación de un lector PC/SC inalámbrico para tarjeta inteligente basado en plataformas móviles NFC", *Universidad de Cantabria*, marzo de 2013.

- [48] "Tarjetas inteligentes", *www.rnds.com.ar*.
- [49] "Evaluación de las tecnologías de lectura de códigos de barras", *Microscan*, 2012.
- [50] Manual de instrucciones del contador de billetes Premier MC-5363.
- [51] "Impresora térmica", *AG Electrónica S.A.*
- [52] Documentación técnica del papel Termax, *LECTA*.
- [53] Manual de instrucciones de la impresora térmica de recibos NCR Realpos 7197.
- [54] Manual de instrucciones del Single-Cassette Cash Dispenser, *Triton Systems*.
- [55] G. M. Dávila, D. H. Gálvez, J. A. Cuba y D. Z. Pumayalla, "Evolución de las tecnologías del televisor, msificación y rol social en los hogares de lima metropolitana", *SISE*, 2013.
- [56] A. Álvarez, "NTP 678: Pantallas de visualización: tecnologías (I)", *Ministerio de trabajo y asuntos sociales de España*, 2004.
- [57] "Principio de funcionamiento de las pantallas de cristal líquido (LCD)", <http://www.oocities.org>.
- [58] R. E. Hennessy, R. Frymire y C. Coover, "Automated bank transaction security system", *United States Patent*, 28 de junio de 1983.
- [59] M. Taylor, "Automated teller machine", *United States Patent*, 6 de marzo de 2001.
- [60] *Noticia de prensa: reportajes digitales de Movistar*, 27 de agosto de 2015.
- [61] N. Karp, "Biometría: el futuro de los pagos móviles", *BBVA*, 21 de julio de 2015.
- [62] J. R. González, "Sistema de identificación biométrica basado en huella dactilar mediante binarización sobre plataformas android", *Universidad Carlos III (Madrid)*, 4 de febrero de 2013.
- [63] J. López, "Algoritmo para la identificación de personas basado en huellas dactilares", *UPC*, agosto de 2009.
- [64] "Biometría", *UPM*.
- [65] *Noticia de prensa Málaga hoy*, 28 de mayo de 2013.
- [66] *Noticia de prensa El Economista*, 23 de noviembre de 2015.

- [67] J. Álvarez, A. Canabal y A. Baher, "Proyecto ATM simulator", *Universidad de la República Oriental del Uruguay*.
- [68] E. N. Guerrero, "Estudio de factibilidad de la implementación de una red de cajeros automáticos", *Escuela politécnica nacional de Quito*, diciembre de 2001.
- [69] C. E. Vásquez, "Migración de una red de cajeros automáticos a TCP/IP", *Pontificia Universidad católica del Perú*, 2006.
- [70] S. Wong, "The Encryption Technology of Automatic Teller Machine Networks", abril de 2005.
- [71] "Information supplement: ATM security guidelines", *PCI*, enero de 2013.
- [72] "The migration to EMV chip technology", *Gemalto*.
- [73] A. Sancho, G. Serrano y B. Cabrer, "Econometría. Capítulo 1: introducción", *Facultad de economía de la universidad de Valencia*.
- [74] A. Sancho, "Econometría de económicas".
- [75] D. C. Ramírez, "Heteroscedasticidad", *Universidad de los Andes*.