

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**POSGRADO EN ARTES Y DISEÑO**  
**FACULTAD DE ARTES Y DISEÑO**



**UN ESTUDIO DE LOS ASPECTOS DE IMPRESIÓN  
DEL PAPEL MONEDA EN MÉXICO**

**TESIS**  
**QUE PARA OPTAR EL GRADO DE**  
**DOCTOR EN ARTE Y DISEÑO**

**P R E S E N T A:**  
**EDUARDO ARTURO MOTTA ADALID**

**T U T O R   P R I N C I P A L :**  
**DR. JAIME ALBERTO RESÉNDIZ GONZÁLEZ**  
**FACULTAD DE ARTE Y DISEÑO**

**MIEMBROS DEL SÍNODO:**  
**DR. JOSÉ DE SANTIAGO SILVA (FAD)**  
**DRA. OLGA AMÉRICA DUARTE HERNÁNDEZ (FAD)**  
**MTRO. MANUEL ELÍAS LÓPEZ MONROY (FAD)**  
**DRA. EDITH GERALDINE RUIZ LOZADA (FAD)**

Ciudad de México, septiembre de 2019.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIA

A la memoria de mi amado hijo Eduardo Andrés,  
porque el solo recuerdo de su optimismo y fortaleza  
es ejemplo y estímulo día con día. Con profundo amor  
para ti, que siempre estarás en mi corazón.

A la memoria de mi padre Eduardo Martín Motta Muñoz,  
por creer y tener siempre fe en mí, y principalmente por  
introducirme en el apasionante ámbito de las Artes Gráficas.

A mi esposa Ivonne por su amor y apoyo incondicional,  
y a mi adorada hija Romina, luz constante en mi vida,  
amores que dan sentido a mi existir.

## AGRADECIMIENTOS

Mi más profundo agradecimiento al Dr. Jaime Alberto Reséndiz González, tutor principal de esta investigación, por su apoyo y respaldo en todo momento. Así como a los integrantes del sínodo: Dr. José De Santiago Silva, Dra. Olga América Duarte Hernández, Mtro. Manuel Elías López Monroy y Dra. Edith Geraldine Ruiz Lozada porque gracias a la confianza depositada y su apoyo incondicional pude llevar a cabo la conclusión de este documento.

Agradezco sinceramente a Alejandra Valenzuela Marín, Jefa de oficina de Servicios Escolares del Posgrado, por su apoyo y disposición en todos los trámites relativos al proceso de estudios de Doctorado.

A la Ing. Leticia Mora Herrera, por su apoyo incondicional a mí y a mi familia en una tan difícil etapa, por su invaluable calidad humana y sobre todo por su amistad.

## ÍNDICE

	Página
<b>Introducción</b> .....	13
 <b>CAPÍTULO 1</b>	
EL DINERO, LA MONEDA, EL PAPEL MONEDA: REFERENCIAS HISTÓRICAS.	
<b>1.1. El dinero y el papel moneda. Definiciones</b> .....	19
<b>1.2. Datos históricos sobre el origen del dinero, la moneda y el papel moneda</b> .....	22
<b>1.2.1. La moneda</b> .....	23
<b>1.2.2. El papel moneda</b> .....	26
<b>1.3. El papel moneda en México</b> .....	31
 <b>CAPÍTULO 2</b>	
NOMENCLATURA, MATERIALES Y SISTEMAS DE IMPRESIÓN EN EL PAPEL MONEDA	
<b>2.1. Soportes</b> .....	49
<b>2.1.1. Papel</b> .....	49
<b>2.1.2. Polímero</b> .....	53
<b>2.1.3. Papel moneda híbrido</b> .....	59
<b>2.2. Tintas</b> .....	62
<b>2.2.1. Fluorescentes UV</b> .....	65
<b>2.2.2. Ópticamente variables</b> .....	66
<b>2.2.3. Metáméricas</b> .....	68
<b>2.2.4. Iridiscentes</b> .....	70
<b>2.2.5. Magnéticas</b> .....	71
<b>2.2.6. Metálicas</b> .....	72
<b>2.2.7. Fotocromáticas y Termocromáticas</b> .....	73
<b>2.3. Sistemas primarios de impresión</b> .....	73
<b>2.3.1. Offset (sistema litográfico)</b> .....	76
<b>2.3.2. Calcografía (sistema de huecograbado)</b> .....	80
<b>2.3.3. Imprenta (sistema tipográfico)</b> .....	86
<b>2.4. Sistemas secundarios de impresión</b> .....	89
<b>2.4.1. Rotograbado</b> .....	91

2.4.2. Serigrafía .....	93
2.4.3. Flexografía .....	94
2.4.4. Hot Stamping (impresión por calor) .....	96

### CAPÍTULO 3

#### ELEMENTOS DE IDENTIFICACIÓN Y SEGURIDAD EN EL PAPEL MONEDA

<b>3.1. Dispositivos de seguridad en el soporte.....</b>	<b>103</b>
<b>3.1.1. En Papel.....</b>	<b>104</b>
3.1.1.1. Tamaño .....	104
3.1.1.2. Marcas de agua .....	104
3.1.1.3. Trama de la malla .....	108
3.1.1.4. Fondos de seguridad .....	109
3.1.1.5. Fluorescencia del soporte .....	110
<b>3.1.2. En Polímero.....</b>	<b>111</b>
3.1.2.1. Ventana transparente (WinTHRU®) .....	111
3.1.2.2. Media ventana (Half Windows) .....	112
3.1.2.3. Tinta ópticamente variable (G-switch®) .....	112
3.1.2.4. Elemento óptico difractivo (WinDOE®).....	113
3.1.2.5. Ventana con embosado de impresión.....	114
calcográfica (WinBOSS®) .....	114
3.1.2.6. Imágenes de sombra (SHAD H2O Switch®) .....	114
3.1.2.7. Hilo de seguridad (MAGread®) .....	115
<b>3.2. Dispositivos de seguridad en las impresiones.....</b>	<b>116</b>
3.2.1. Intaglio .....	116
3.2.2. Microimpresiones y microtextos .....	117
3.2.3. Imagen latente .....	119
3.2.4. Estampados en seco .....	120
3.2.5. Perforaciones microscópicas .....	120
3.2.6. Registro perfecto o Tercera imagen .....	121
3.2.7. Numeraciones especiales .....	123
3.2.8. Identificación para ciegos .....	124
3.2.9. Guilliches .....	125
<b>3.3. Dispositivos de seguridad en otros elementos.....</b>	<b>126</b>
3.3.1. Hilo de seguridad .....	126
3.3.2. Fibras de seguridad .....	131
3.3.3. Planchettes, confetis y plaquetas hexagonales .....	132

3.3.4. Hologramas y kinegramas .....	133
3.3.5. Códigos de barra .....	135
3.3.6. Scrambled Indicia .....	135

### CAPÍTULO 4

#### CARACTERÍSTICAS DEL PAPEL MONEDA EN MÉXICO

<b>4.1. La producción del papel moneda en México.....</b>	<b>141</b>
<b>4.2. Tipos de billetes en México.....</b>	<b>145</b>
4.2.1. Billetes de los Tipos AA y A .....	145
4.2.2. Billetes Tipo B .....	150
4.2.3. Billetes Tipo C .....	151
4.2.4. Billetes Tipo D .....	153
4.2.5. Billetes Tipo D1 .....	154
4.2.6. Billetes de los Tipos F y F1 .....	156
4.2.7. Billetes conmemorativos del Centenario y Bicentenario .....	159
<b>4.3. Revisión de los elementos de seguridad en los billetes más recientes desde el contexto de los Sistemas de impresión.....</b>	<b>163</b>
4.3.1. Sistema de impresión Offset .....	163
4.3.2. Sistema de impresión Calcográfico .....	168
4.3.3. Sistema de impresión Tipográfico .....	171
4.3.4. Sistema de impresión Serigráfico .....	172
4.3.5. Sistema de impresión Flexográfico .....	174
4.3.6. Sistema de impresión de Rotograbado .....	174
4.3.7. Elementos de seguridad en el soporte papel .....	176
4.3.8. Elementos de seguridad en el soporte polímero .....	179
<b>Anexo.....</b>	<b>187</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>191</b>
<b>Fuentes de consulta.....</b>	<b>197</b>

## Introducción

El papel moneda es el paradigma del documento moderno, ya que además de ser un diseño de identidad para una nación, en él se incorporan innovaciones tecnológicas que luego se trasladan a otros documentos bancarios, comerciales o de identidad. El interés ha sido emprender una investigación sobre los sistemas de impresión que lo hacen posible, mismos que son indispensables para la actividad profesional del diseño y la comunicación visual.

Es así, que además de atender los aspectos técnicos de los sistemas de impresión que intervienen en la producción del papel moneda, se abordan los momentos históricos clave en el desarrollo del mismo. Considerando que existe abundante bibliografía sobre el análisis iconográfico del diseño del papel moneda, éste será un aspecto que se dejará de lado en esta investigación. Sin embargo, de lo que no se encuentra bibliografía suficiente, es aquella relacionada con la variedad de sistemas de impresión que intervienen en la elaboración del papel moneda en tanto soporte impreso de uso cotidiano, en el cual se producen desarrollos e innovaciones día a día.

Por ello me parece importante comenzar a delinear desde esta perspectiva, siendo el interés visualizar cómo la incorporación de diversos sistemas de impresión y la inserción de nuevos materiales o sustratos, tintas o motivos de seguridad, fueron integrándose en la producción del papel moneda. Es relevante incidir en la importancia de los sistemas de impresión, ya que es un área del Diseño gráfico que no se valora en la medida adecuada. Dicha importancia radica en que, a partir de la incorporación de los avances tecnológicos, la invención e incorporación de nuevos materiales o sustratos para la impresión, se ha contribuido en el desarrollo tanto del diseño gráfico, como de la propia Historia.

Investigar sobre la producción de papel moneda no fue una tarea sencilla, ya que los bancos centrales encargados de la emisión de los billetes únicamente brindan información respecto a las medidas de seguridad implementadas en las distintas denominaciones que emiten. Las imprentas encargadas de llevar a cabo el proceso de producción no tienen la potestad de difundir información sobre los billetes que producen. Además, las referencias bibliográficas son escasas. Por ello, esta investigación se sustenta primordialmente en la información encontrada en los aportes que brindan tres disciplinas: la numismática, el diseño gráfico y la documentología. Ya que la numismática es una de las disciplinas que se encarga de estudiar el papel moneda, y es un ámbito que ofrece muy buena información sobre la producción de papel moneda, aunque en sus investigaciones el aspecto histórico tiene un peso más representativo que el técnico y científico.

El diseño gráfico es otra de las disciplinas que ha producido bibliografía sobre esta temática, pero en este caso los enfoques que predominan están ligados a la estética, iconografía y al valor del papel moneda como diseño de identidad del país emisor. Y, en el área de la documentología, los calígrafos y documentólogos estudian los billetes, pero se limitan a conocer y reconocer las características de autenticidad de los mismos con el fin de realizar estudios de autenticidad o falsedad del papel moneda.

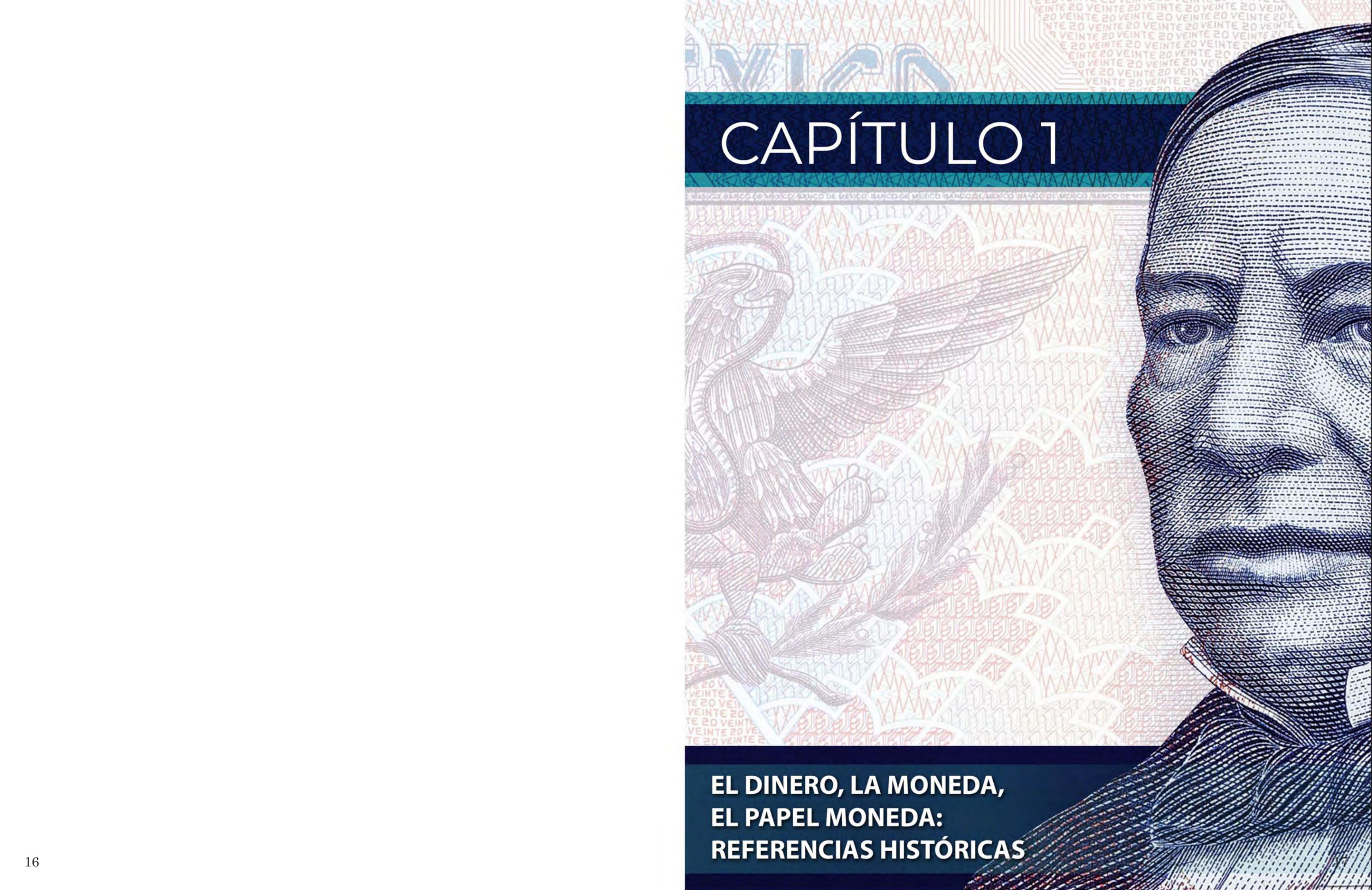
Por lo anterior, se buscó integrar un documento que sea una aportación pertinente para alumnos, colegas docentes, o aquellas personas interesadas en el tema estudiado, y como referencia para mejor comprensión de esta área en la práctica del diseño y la comunicación visual. El estudio está estructurado en el siguiente orden: En el Capítulo 1: El dinero, la moneda, el papel moneda: Referencias históricas., se revisan algunos datos históricos y definiciones de los conceptos clave, para comprender, en primera instancia la creación del dinero y del papel moneda, y se subdivide en los siguientes apartados: 1.1. El dinero y el papel moneda. Definiciones.; 1.2. Datos históricos sobre el origen del papel moneda; y 1.3. El papel moneda en México.

En el Capítulo 2, titulado: Nomenclatura, materiales y sistemas de impresión en el papel moneda, se atienden propiamente, tanto los materiales del papel moneda, como los sistemas de impresión: 2.1. Soportes; 2.2. Tintas; 2.3. Sistemas primarios de impresión y 2.4. Sistemas secundarios de impresión.

El Capítulo 3. Elementos de identificación y seguridad en el papel moneda, se continúa revisando los sistemas de impresión, pero ligados a los elementos de seguridad, propios para evitar la falsificación del papel moneda, este capítulo se subdivide en: 3.1. Dispositivos de seguridad en el soporte; 3.2. Dispositivos de seguridad en las impresiones; y 3.3. Dispositivos de seguridad en otros elementos.

Finalmente, en el Capítulo 4: Características del papel moneda en México, como su nombre indica, se concluirá concentrándonos en analizar el papel moneda en nuestro país. Este capítulo se divide en: 4.1. La producción del papel moneda en México; 4.2. Tipos de billetes en México; y, 4.3. Revisión de los elementos de seguridad en los billetes más recientes desde el contexto de los Sistemas de impresión.

Como es posible percibir, la presente investigación va de lo general a lo particular, con el objetivo de visualizar el desarrollo del papel moneda y el preponderante papel de los sistemas de impresión que hacen posible su manufactura.



# CAPÍTULO 1

**EL DINERO, LA MONEDA,  
EL PAPEL MONEDA:  
REFERENCIAS HISTÓRICAS**

## 1.1. El dinero y el papel moneda. Definiciones.

El dinero es cualquier medio de cambio aceptado para el pago de bienes y servicios. Sirve como medida del valor para tasar el valor económico, facilitando su intercambio. Sin el dinero, el comercio se reduciría al trueque o intercambio directo de un bien por otro. Recordemos que, en la antigüedad, las transacciones económicas no se saldaban con dinero. Cuando alguien quería adquirir cierta cantidad de un bien tenía que pagarlo en especie con otro bien. Resultaba una forma de intercambio efectiva cuando se intercambiaban pocos productos. Pero cuando las sociedades crecían y el número de bienes y servicios aumentó y el sistema de trueque comenzó a fallar.

Por ejemplo, si un individuo quería obtener un bien “A” a cambio de su bien “B” tenía que encontrar a otro que quisiera cambiar su bien “B” por el “A”<sup>1</sup>. Otro problema que presentaba el trueque era el de equivalencias entre los productos que se tenían y se querían intercambiar. Para solucionar este problema en pueblos aledaños a los ríos Tigris y Éufrates se creó una especie de banco, que funcionaba en los templos, allí las personas depositaban sus productos para recibir otros a cambio, de acuerdo a la cantidad dada, el producto requerido y la equivalencia entre ambos.

Las clases más importantes de dinero son el *dinero material*, el *dinero crediticio* y el *dinero fiduciario*. El valor de un bien considerado como *dinero material* es el valor del material que contiene. Los principales materiales utilizados en esta clase de dinero han sido el oro, la plata y el cobre. En la antigüedad varios artículos hechos con estos metales, así como con hierro y bronce, eran utilizados como dinero. El *dinero crediticio* consiste en un papel avalado por el emisor, ya sea un gobierno o un banco, para pagar el valor equivalente en metal. Y, el papel moneda no convertible en ningún otro tipo de dinero y cuyo valor está fijado meramente por decreto gubernamental es lo que se conoce como *dinero fiduciario*<sup>2</sup>. La mayoría de las monedas en circulación son también un tipo de dinero fiduciario, porque el valor del material con el que están hechas suele ser inferior a su valor como dinero<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> En una economía de trueque, una persona que tiene algo con lo que comerciar ha de encontrar a otra persona que quiera eso mismo y que tenga algo aceptable para ofrecerle a cambio. En una economía monetaria, el propietario de un bien puede venderlo a cambio de dinero, que se acepta como pago, y así evita gastar el tiempo y el esfuerzo que requeriría encontrar a alguien que le ofreciese un intercambio aceptable. Por lo tanto, el dinero se considera como la pieza clave de la vida económica moderna.

<sup>2</sup> El dinero fiduciario, cuando surgió, era normalmente una medida de urgencia para tiempos de guerra. Los bancos privados fueron sustituidos paulatinamente por bancos centrales como autoridades emisoras de papel moneda.

<sup>3</sup> Tanto el crediticio como el fiduciario son formas de dinero que generalmente se han aceptado tras un decreto gubernamental según el cual todos los prestamistas tienen que aceptar el dinero como pago de lo que se les debe; el dinero se denomina entonces medio de curso legal. Si la oferta de papel moneda no es excesiva en relación con las necesidades del comercio y tanto la industria como la gente confían en la estabilidad de la situación, es probable que la moneda se acepte generalizadamente y mantenga relativamente estable su valor. Sin embargo, si esa moneda

En la actualidad la mayor parte de los sistemas monetarios del mundo son fiduciarios, en los cuales no se permite la libre convertibilidad de la moneda en metales, y el dinero tiene valor gracias a un decreto gubernamental y no por su contenido en oro o plata. Los sistemas modernos también se describen como sistemas de dinero gerencial, porque el valor de las unidades monetarias depende, en gran medida, de la gestión gubernamental y de las políticas económicas<sup>4</sup>.

El dinero es el medio aceptado en la economía para la realización de las transacciones de compra-venta de bienes y servicios, así como para el pago o la cancelación de las deudas; es decir, es un medio de intercambio y un medio de pago. También es un activo financiero porque permite mantener o reservar el valor de la riqueza, pero a diferencia de otros, es un activo financiero líquido porque su poder de compra puede realizarse en cualquier momento.

El dinero, para cumplir efectivamente su papel en la economía, debe tener las siguientes características: 1) Debe ser estandarizado; sus unidades tienen que ser de igual calidad, no debiendo existir diferencias físicas entre ellas; cualquier billete o moneda de la misma denominación tiene un valor exactamente igual al de los demás; 2) Debe ser ampliamente aceptado y reconocible; 3) Debe ser divisible para permitir transacciones de poco valor monetario; 4) Debe ser fácil de transportar; 5) No debe ser fácilmente deteriorable, debe poder circular en buen estado por un tiempo razonable; y 6) Debe ser de emisión controlada. En el caso específico de nuestro país, es el Banco de México el encargado de mantener la estabilidad de su valor y prevenir falsificaciones. El dinero cumple cuatro principales funciones en la economía: es una unidad de cuenta y patrón de precios, un medio de intercambio, un medio de pago y un depósito de valor<sup>5</sup>.

Lo anterior en cuanto al concepto de dinero, pero concentrémonos en el dinero impreso, como paradigma del documento moderno, ya que además de ser un diseño de identidad para una nación, en él se incorporan innovaciones tecnológicas. Su emisión está regulada por ley y no tiene, hoy en día, respaldo en oro en las arcas del Estado. Es emitido por un banco, generalmente el banco nacional o central de cada país, y que circula como medio legal de pago. Es un tipo de moneda; sin embargo, en el lenguaje cotidiano, se suele reservar el nombre de moneda para las piezas de metal y el de billete para las de papel.

se emite en exceso para financiar las necesidades del gobierno, se destruirá la confianza en la moneda y ésta perderá rápidamente su valor. Esta depreciación de la moneda suele venir seguida de una devaluación formal o reducción del valor oficial de la moneda mediante un decreto gubernamental.

4 El crédito, o la utilización de una promesa de pago futuro, es un complemento del dinero en la actualidad. La mayor parte de las transacciones económicas se hacen mediante instrumentos crediticios más que con monedas. Los depósitos bancarios se introducen generalmente en la estructura monetaria de un país; el término “oferta monetaria” refleja el dinero en circulación más los depósitos bancarios. Su aceptación y uso descansa en la confianza que tiene el público en que otros a su vez lo aceptarán a cambio de bienes y servicios.

5 Vid. JIMÉNEZ, Félix. *Elementos de Teoría y Política Macroeconómicas para una Economía Abierta*, Fondo editorial de la Universidad Pontificia del Perú, pp. 191-192.

Así, se denomina papel moneda al papel impreso (o en la actualidad, materia sintética similar) que representa un valor fiduciario. En otro tiempo, era cambiable sin limitación de tiempo por moneda metálica, y respaldado por su equivalente en metales preciosos. En la actualidad sólo circula como moneda de curso legal y no es cambiable por oro o plata. Formalmente se trata de un papel impreso, con diversos diseños, marcas y firmas que garantizan su autenticidad.

La mayoría de los países tiene su propio sistema monetario e imprime su propio dinero. Hecho de papel, este dinero tiene muy poco valor intrínseco. Como medio de curso legal, sin embargo, los billetes de papel representan un específico valor monetario decretado por el gobierno.<sup>6</sup>

El papel moneda fue originalmente una promesa de pago basada en un depósito previo de una cantidad de dinero que se le hacía a alguien como custodio. Era un recibo que representaba una cierta cantidad de moneda real, normalmente oro o plata. El papel moneda no era entonces la moneda de curso legal (impuesta por la ley de un estado), sino que tan sólo representaba un contrato por el cual se reconocía un depósito. Normalmente la razón para este tipo de contrato era el deseo de mantener el oro (o la plata) en un lugar seguro.

Cuando el oro era depositado, se emitía a cambio un recibo que admitía que se tenía la suma de dinero del depositante. Muy pronto algo empezó a ocurrir con los recibos. Si alguien quería comprar algo y tenía algunos recibos, ¿porqué cambiarlos por oro, si podía comprar directamente con los mismos? Esto último era mucho más fácil. El mercader, entonces, decidía pagarles a sus proveedores con tales recibos. Así se puso el papel moneda en circulación, aunque limitadamente. En cierto momento, aunque mucha gente podía cambiar los recibos por oro, no lo hacían todos a la vez, por lo que se podría prestar recibos por un período de tiempo, sin que nadie lo notara. Puesto que los recibos eran como el oro, se podía crear dinero de la nada y prestarlo a un interés. El principio de la banca se originó así. Los bancos empezaron a aparecer por todos lados.

Entonces, el papel moneda solía representar —a modo de promesa de pago al portador— una cantidad de oro. Luego, se crearon más recibos que dinero, y se vieron obligados a devaluar constantemente el cambio entre los recibos y la moneda. Con el tiempo, el símbolo —el papel—, devino en sí mismo en la moneda. Y, así, el símbolo se convirtió en la realidad.<sup>7</sup>

6 Vid. [https://es.wikipedia.org/wiki/Papel\\_moneda](https://es.wikipedia.org/wiki/Papel_moneda) y <http://www.definicionabc.com/historia/papel-moneda.php>

7 Vid. [www.areatecnologia.com/origen\\_del\\_dinero.htm](http://www.areatecnologia.com/origen_del_dinero.htm)

Hoy, el papel moneda moderno no tiene relación con el oro, la plata o cualquier otra mercancía, permanece por sí mismo como un medio de cambio. El estado emite el papel moneda de curso legal, que puede ser cambiado por bienes, cuyo valor está determinado por las fuerzas del mercado. Todo ello es el resultado de una evolución histórica, que aún está en desarrollo.

## 1.2. Datos históricos sobre el origen del dinero, la moneda y el papel moneda.

A lo largo de la historia se han descubierto —por todo el mundo—, aproximadamente 50.000 tipos de objetos utilizados como representación de dinero: conchas marinas, caparazones de tortuga y caracol, plumajes exóticos, cabelleras, herramientas, marfil, sal, ganado, semillas de todo tipo (los cocos, por ejemplo —usados como dinero en los mares del Sur y que hoy inclusive en algunos lugares del Pacífico se usan para ser intercambiados por otras cosas—), así como todo tipo de piedras y metales preciosos.<sup>8</sup>

Pasado el tiempo, los hombres empiezan a hacer cosas que habrían de usarse específicamente como dinero, debido a que eran duraderas y fáciles de trasladar. Está el caso de China, donde se hicieron ladrillos de té que los mercaderes llevaban consigo en sus viajes. El té era un medio de intercambio muy aceptado en todo el Oriente, y estas pastillas de té prensado duraban mucho tiempo —como todo dinero. En Norteamérica “los cobres”, en forma de escudos, eran usados como dinero por los pueblos autóctonos. En Yap, en las islas Carolinas en el Pacífico, las piedras se usaban también como dinero. Lo anterior, son algunas situaciones de intercambio que se realizaban en representación de lo que constituía un valor para determinados grupos en aquella época.

Según se fue extendiendo el comercio, la gente comenzó a desplazarse a otras partes más lejanas para poder intercambiar sus productos, descubriendo otras comunidades que producían cosas distintas y llamativas, diferentes a las que producían ellos mismos. Al principio no sabían valorar esas cosas nuevas, y podía ocurrir no saber cuánto ofrecer por esos productos nuevos.

Los metales hacen su aparición y se hacen muy populares como símbolo de dinero por su duración y, además, porque se podían hacer en distintas piezas pequeñas para cubrir diferentes necesidades. En Babilonia el oro y la plata se usaron como dinero desde el año 3000 a.C., los metales se conservaban y se iban cortando a

<sup>8</sup> Cfr. [www.ecobachillerato.com/trabajosecono/historiadineropdf](http://www.ecobachillerato.com/trabajosecono/historiadineropdf) y [https://www.uam.es/personal\\_pdi/economicas/felix/documentos/precios\\_BdE.pdf](https://www.uam.es/personal_pdi/economicas/felix/documentos/precios_BdE.pdf)

trocitos para hacer efectivos los pagos. La plata era especialmente popular ya que no era tan escasa como el oro y era mucho más dura. El cobre, el bronce y el hierro, también se usaron como formas de dinero primitivo. El hierro era fuerte y resistente, pero con el defecto de presentar un proceso de oxidación.

Los elementos de intercambio fueron remplazados por monedas metálicas de curso legal por primera vez en Mesopotamia, debido a la necesidad de buscar algo que representara un símbolo de valor, y de esta forma, pudieran utilizar este símbolo para medir los precios de todas las cosas. Lo primero que valoraron fueron las cosas más útiles, como las herramientas y armas; más tarde otras cosas se valoraron por diferentes razones: porque eran fáciles de hacer o porque se hacían de materiales que no abundaban en ese entonces.<sup>9</sup>

### 1.2.1. La Moneda

A lo largo de la historia hubo muchos bienes que fueron en algún momento dinero, el cacao en la América precolombina o la sal en África; en el actual Pakistán se han encontrado monedas que datan del 2900 a.C. y en el año 1100 a.C. circulaban en China miniaturas de cuchillos de bronce, hachas y otras herramientas utilizadas para reemplazar a las herramientas verdaderas que servían de medio de cambio. Sin embargo, puede que el primer objeto reconocido como una primitiva moneda fuera el “cauri”. Su nombre científico ya nos dice bastante: *Cypraea moneta*. Es una pequeña concha de molusco que en algunos países africanos se siguió usando hasta hace no mucho tiempo. Su uso llegó a estar muy extendido hace unos 3500 años en países de Asia y África, especialmente en China e India, también en las islas del Pacífico, América e, incluso, en Europa, como se ha descubierto en algunas tumbas anglosajonas, en Inglaterra.

Si aceptamos la versión del historiador Herodoto, podemos decir que las primeras monedas surgen en el Asia Menor sobre el siglo VII a.C. Se mandaron hacer para facilitar la recaudación de los impuestos, aunque es muy probable que éstas tuvieran su aparición mucho antes de este suceso. Este tipo de monedas, hechas de una aleación de oro y plata color ámbar (conocida como electro), acuñada por el rey Alyattes (c. 610-600 a.C.) en Sardes, Lidia, un pueblo en las costas del Mar Egeo —entre las costas de las actuales Grecia y Turquía—, eran un medio legal de intercambio. Esta moneda ovalada, llevaba la imagen de un león que era el símbolo del pueblo para garantizar su autenticidad. El León de Lidia es la moneda oficial acuñada más antigua que se conserva.

<sup>9</sup> Para adentrarse en este terreno, puede consultarse: EAGLETON, Catherine y Williams, Jonathan. *Historia del dinero*, Barcelona, Paidós, 2009.

Hubo otras monedas para las que se usaron metales como el cobre, el bronce y el hierro, pero se preferían las primeras por su escasez y su incorruptibilidad, ya que no se estropeaban, aunque se almacenaran mucho tiempo.

La palabra moneda deriva del latín *moneta*, que era el sobrenombre de la diosa Juno porque en su templo de Roma se acuñaban las monedas. De hecho, durante el Imperio Romano se empezó a acuñar una única moneda, igualando los tamaños, pesos y valores de todas las monedas existentes, y prohibiendo la acuñación de monedas por parte de individuos particulares, debido a que esa actividad era un monopolio del Estado. En tanto, la palabra “dinero” deriva del latín *denarium*, que era una moneda utilizada por los romanos para realizar actividades comerciales.<sup>10</sup>

El genio de los monarcas Lidios consistió en reconocer la necesidad de un lingote muy pequeño y fácilmente transportable, equivalente a no más de unos pocos días de labor o una pequeña fracción de una cosecha. Al confeccionar estos lingotes más reducidos —de un tamaño y peso estándar—, y al imprimir en ellos un emblema que indicaba su valor por medio de un símbolo, facilitaba el entendimiento para los analfabetas, además de eliminar la necesidad de pesar el oro cada vez que se realizaba una transacción, reduciendo a la vez, la posibilidad de hacer trampas con la cantidad o calidad del oro o la plata.

Durante el reinado de Creso se crearon monedas de puro oro o plata utilizándolas como medio estandarizado de intercambio. La común utilización del oro, plata y cobre para su fabricación, se justifica en las grandes riquezas del río Pactolo, en Lidia, que acarrea en sí las pepas de oro que Creso utilizaba para la acuñación de sus monedas. Al ser estos metales escasos para el común de la población, permitía un control de volumen de producción y una unidad representativa de gran valor intrínseco. A esto se llama dinero material, donde el valor de la moneda es equivalente al valor de su materia.

Para que la moneda fuera reconocida por el mayor número de gente, era necesario grabarle algo que la identificara. Los antiguos griegos ponían las cabezas de sus dioses en sus monedas y los romanos los bustos o cabezas de sus césares. De este modo las monedas eran fácilmente identificadas y la gente sabía que habían sido puestas en circulación por la más alta autoridad. Algunas de las monedas primitivas más famosas han sido la moneda de China y la Lechuza griega.<sup>11</sup> En algunas monedas griegas se veían espigas de trigo, y las monedas romanas más antiguas llevaban estampadas dibujos de cabezas de ganado. Estas formas habían sido por siglos y siglos los símbolos del dinero, y al ponerlas en una moneda, sus acuñadores no hacían sino unir una vez más las monedas con la

10 En: <http://www.bancafacil.cl/bancafacil/servlet/Contenido?indice=1.2&idPublicacion=150000000000004&id-Categoria=1>

11 *Apud.* <http://www.lechuza.org/zoo/mon01.htm>

idea —para todos familiar— de lo que era el valor de una cosa. Esto hizo que la gente aceptara y comprendiera más fácilmente el nuevo sistema monetario.

Este dinero era genuinamente *dinero material*, cuyo valor venía determinado por su contenido en metales preciosos. Predecesora directa de las monedas griegas, que a través de Roma engendró a todas las monedas occidentales.<sup>12</sup> Las monedas proliferaron rápidamente en todos los países del mundo. Tanto los monarcas como los aristócratas, las ciudades y las instituciones empezaron a acuñar dinero con su sello identificativo para certificar la autenticidad del valor metálico de la moneda.

La historia indica además que el personaje que más ayudó a diseminar el uso de las monedas de metal fue el Rey de Macedonia, Alejandro Magno, quien desde el año 335 a.C. impuso el sistema de acuñar monedas en Persia, Mesopotamia, Siria, Egipto y en varios territorios que hoy forman parte de Turquía, Afganistán, Pakistán y la India. Después de su muerte, en esos territorios se continuó con la práctica de acuñar monedas y, muchas de ellas, con el busto del propio Alejandro Magno. Se hizo frecuente estamparlas con el rostro de un soberano, la figura de un dios o algún otro símbolo. Estos sellos garantizaban su pureza y el peso del material con que se había acuñado la moneda.

Algunas de las primeras monedas tenían una composición muy estable, como es el caso del *dracma* emitido en Atenas en el siglo VI a.C. con un contenido en torno a los 65-67 gramos de plata fina.<sup>13</sup> En el imperio romano, se creó una moneda homogénea en las distintas regiones y unitaria en peso, tamaño y valor: el *denario* (raíz latina de la palabra dinero). La regulación se efectuaba por medio de una acuñación central y estatal que prohibía cualquier tipo de acuñaciones particulares.

No obstante, también en China hay evidencia del uso y la acuñación de monedas durante la Dinastía Zhou [también llamada dinastía Chou], que gobernó por cerca de un milenio hasta el siglo III a. C. En las ruinas excavadas se han encontrado monedas de cobre de forma circular, con un agujero cuadrado en el centro.

Una vez creadas, las monedas originaron un sistema monetario cuyas características han permanecido, en esencia, constantes durante milenios; como la redonda moneda china, *qian*, de cobre, aparecida en el siglo IV y que se mantuvo como moneda oficial durante dos mil años. Sin embargo, las monedas siempre se limaban o recortaban para sacar el metal precioso que contenían, por lo que las autoridades que las emitían estaban tentadas a rebajar

12 *Vid.*

[http://www.finanzasparatodos.es/gepeese/es/inicio/laEconomiaEn/laHistoria/momentos\\_historicos\\_economia\\_historia\\_monedas.html](http://www.finanzasparatodos.es/gepeese/es/inicio/laEconomiaEn/laHistoria/momentos_historicos_economia_historia_monedas.html)

13 <http://es.slideshare.net/dayra7068/historia-de-la-moneda-46912068>

la acuñación asegurándose beneficios a corto plazo al reducir el contenido de metales preciosos. Las monedas de baja calidad, de bronce o cobre eran, de hecho, dinero fiduciario cuyo valor dependía principalmente del número de monedas de oro o cobre por las que se podían intercambiar. Las monedas de oro y plata solían circular fuera del país que las emitía dado su valor intrínseco; de este modo, el peso de plata español, cuyo material provenía de las minas del Perú y de México, se convirtió en una moneda de uso corriente en China a partir del siglo XVI.<sup>14</sup>

## 1.2.2. El Papel Moneda

La acepción más común de *papel moneda* lo ubica como el documento impreso por las autoridades que se utiliza como medio legal de pago. Aunque en esencia no deja de ser otro tipo de moneda, en el lenguaje habitual reservamos el nombre de moneda para las piezas de metal, y el de billete para las de papel. En México, papel moneda es un término usado más en el ámbito de lo oficial, y billete más en el de lo cotidiano. El billete, en este sentido, se trata del dinero fiduciario emitido por la autoridad monetaria de un país. Estos billetes se crearon para reemplazar o complementar a las monedas metálicas, que resultan difíciles de trasladar y de almacenar en cantidades grandes, brindando una solución al momento de contar reservas o hacer negocios. La necesidad de mejorar el intercambio y la velocidad de las transacciones, propiciaron la aparición del papel moneda como un elemento facilitador.<sup>15</sup>

Hay evidencia de que en China se usó por primera vez el papel moneda en el siglo VII, aunque no se instauró su uso oficial hasta el año 812. Sin embargo, los ejemplares más antiguos que se conservan proceden del siglo XIV. En el año 845 a.C. los monarcas de la dinastía Tang emitieron un papel estatal, con un valor material muy inferior al que representaba. Su valor equivalía, por decreto, a una determinada cantidad de oro o plata.

Así, el papel moneda surgió como dinero en efectivo intercambiable por certificados emitidos por bancos privados, pero respaldado por la potente autoridad del Estado chino. Este dinero conservaba su valor en todo el imperio. Convertido en monopolio del Estado, el papel moneda pervivió durante toda la historia china a pesar de las perturbaciones causadas por los cambios políticos y de que la emisión del papel moneda no estaba respaldada ni por plata ni por otras reservas.

Los chinos llamaron a los billetes *dinero volante*, debido al escaso peso de éstos y a la facilidad con que circulaban en un área relativamente grande. Hacia el siglo X ya tenían un sistema de circulación muy bien estructurado.

<sup>14</sup> Apud. <https://es.wikipedia.org/wiki/Moneda>

<sup>15</sup> Vid. <http://www.gestiopolis.com/recursos/experto/catsexp/pagans/eco/no9/historiabilletos.htm>

Bajo la dinastía Sung, el gobierno chino emitió un papel moneda oficial, que tenía una fecha de caducidad, era escaso y se limitaba a áreas seleccionadas. El gobierno requería el reemplazo del dinero cada tres años y le aplicaba a la persona un cargo por servicio del 3% con el fin de cambiarlo por dinero nuevo. El dinero viejo nunca fue retirado o destruido, lo que condujo a una inflación galopante en 1106.

La dinastía Yuan abolió la expiración del dinero, dejó que el papel moneda igualara las tasas de las materias primas tales como el oro, plata y seda, y transfirió la antigua moneda Sung a su propia moneda. Esta dinastía también abolió el uso de las monedas metálicas en favor de la moneda de papel y exigió que los impuestos se pagaran en papel moneda. Una guerra interna provocó una inflación galopante y derrumbó la moneda por completo, conduciendo a su desaparición total en 1500.

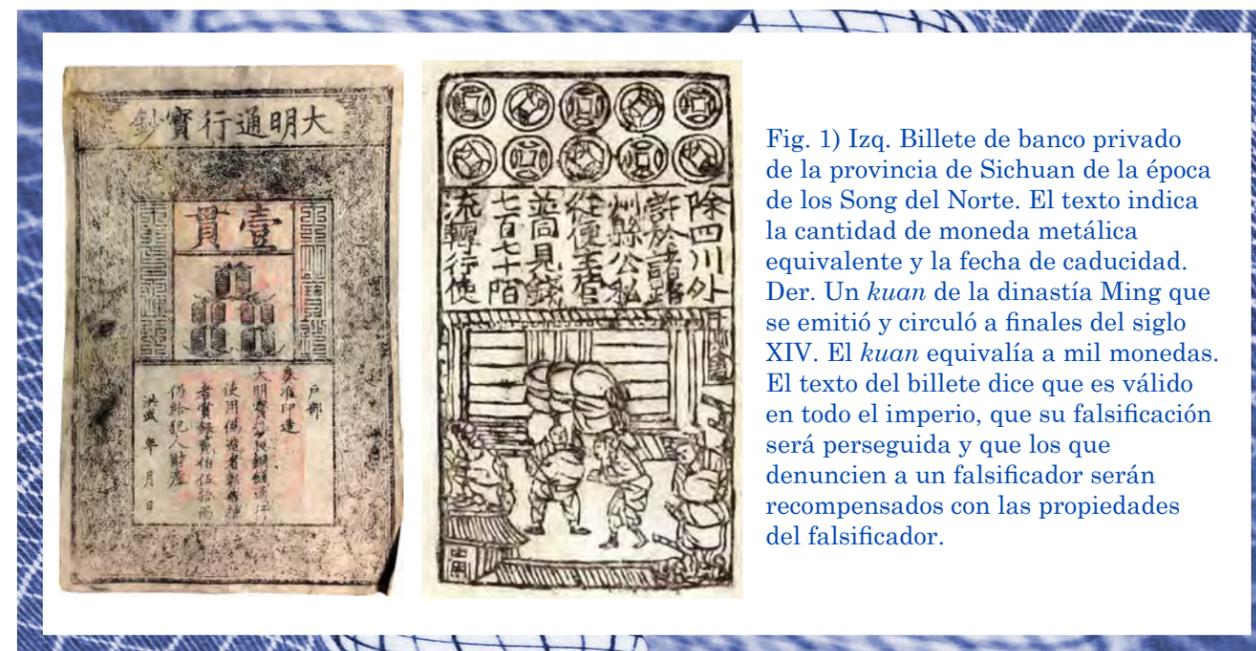


Fig. 1) Izq. Billeto de banco privado de la provincia de Sichuan de la época de los Song del Norte. El texto indica la cantidad de moneda metálica equivalente y la fecha de caducidad. Der. Un kuan de la dinastía Ming que se emitió y circuló a finales del siglo XIV. El kuan equivalía a mil monedas. El texto del billete dice que es válido en todo el imperio, que su falsificación será perseguida y que los que denuncien a un falsificador serán recompensados con las propiedades del falsificador.

En este intervalo, en el siglo XIII, Marco Polo emprendió un viaje a China. Las anotaciones que hizo durante este viaje contienen las primeras referencias que existen en Occidente acerca de la producción y uso del papel moneda, forma de pago incomprensible para las condiciones imperantes en Europa por entonces. Para los contemporáneos de Marco Polo, esta información parecía fantástica e indigna de credibilidad. Las aseveraciones del famoso explorador solamente pudieron ser verificadas años más tarde, con los billetes emitidos durante el siglo XIV por la dinastía Ming.

El uso de una especie de papel moneda se registra, aunque en un uso muy limitado, entre los mercaderes y los banqueros en Italia en el siglo XI.<sup>16</sup>

<sup>16</sup> Cfr. CUÉLLAR, M<sup>a</sup> del Carmen y PARRA, Concha. *Las ferias medievales, origen de documentos de comercio*, Universitat de València, p. 113. [www.uv.es/~dpujante/PDF/CAP1/A/Carmen\\_Cuellar\\_C\\_Parra.pdf](http://www.uv.es/~dpujante/PDF/CAP1/A/Carmen_Cuellar_C_Parra.pdf)

Los primeros billetes que se hicieron en Europa son de origen mucho más reciente. Unos trescientos años después del descubrimiento de Marco Polo, se fabricaron en Suecia, en el año 1661, los primeros billetes destinados a circular de forma regular en Europa. Los imprimió el cambista Johan Palmstruch, que los entregaba como recibo o resguardo a quien depositaba oro o plata en el Banco de Estocolmo; por cierto, fundado por él mismo. Éstos eran de confección rústica y manuscritos. Se sabe un poco más de la segunda emisión que se realizó entre 1662 y 1664, la cual fue impresa, y no elaborada a mano. No pasaron muchos años, hasta que los otros países de la región siguieron el ejemplo de los suecos y empezaron a emitir papel moneda. A España llegaron en 1780, durante el reinado de Carlos III, y su uso se popularizó rápidamente por ser mucho más cómodo de llevar; ya no era necesario cargar con la famosa bolsa llena de monedas, mucho más llamativa y pesada.<sup>17</sup> Unas pocas décadas más tarde esta forma de pago se extendió por todo el continente.



Fig. 2) Un ejemplar de los primeros billetes emitidos en Suecia.

Muchos piensan, erróneamente, que el papel moneda tardó bastantes años en llegar al continente americano, mas esto no fue exactamente así. Se lo introdujo en América del Norte en el siglo XVII, casi en la misma época que en Europa. El factor que causó esto, fue el suministro insuficiente de monedas en el territorio correspondiente a Canadá, que estaba bajo la administración colonial de los franceses. La escasez de monedas ya era crónica y las autoridades decidieron resolver el problema, efectuándolo mediante la puesta en circulación en 1685 de dinero sin valor intrínseco. La intención original era retirarlo tan pronto se nor-

<sup>17</sup> Apud. <http://www.muyhistoria.es/edad-media/articulo/los-primeros-billetes-de-la-historia>

malizaran los envíos de monedas, lo que al final no aconteció. En 1690 sucedió un problema muy similar en Massachussets. Faltaba dinero en metálico para pagarle a los soldados que regresaban desde Canadá. Este inconveniente pronto llevó a la producción de documentos coloniales de crédito, con un valor facial que les confería cierto poder adquisitivo. Poco tiempo después, las demás colonias hicieron emisiones similares. Por entonces existía la creencia de que el incremento en la masa de dinero circulante y disponible traería prosperidad. La consecuencia fue la creación e impresión de grandes cantidades de nuevos billetes. Todos los intentos del gobierno británico para detener esta tendencia inflacionaria fueron vanos y fracasaron estrepitosamente en el comienzo del siglo XVII. El papel moneda norteamericano perdió su valor de forma acelerada, notoria e ineludible.

La liberalidad mostrada por las autoridades estadounidenses permitió que un número indeterminado de bancos privados de dudosa solvencia se dedicaran a emitir papel moneda en cantidades descontroladas. Hubo muy pocas excepciones, siendo una de ellas la política que adoptó el estado de Nueva Inglaterra, factor que dio lugar al surgimiento de un sistema bancario de probada solidez dentro de sus límites. La guerra civil en los Estados Unidos se convirtió en otro problema monetario, especialmente en los estados pertenecientes a la Confederación, los que emitieron grandes cantidades de billetes que rápida y forzosamente perdieron su valor adquisitivo. En 1877, el Departamento del Tesoro de EE.UU. se hizo cargo de toda la impresión y grabado de su papel moneda. En la mayor parte de los países de Occidente se desarrolló un sistema centralizado de emisión de billetes a partir de la segunda mitad del siglo XIX, o en las primeras décadas del siglo XX. Los bancos centrales de cada nación desplazaron paulatinamente a los privados en esta delicada misión.<sup>18</sup>



Fig. 3) Ejemplar de los primeros billetes emitidos por el Departamento del Tesoro en Estados Unidos.

<sup>18</sup> Vid. QUEIROLO Bravo, "Marco Polo y el papel moneda"

[http://es.historia.wikia.com/wiki/Historia\\_y\\_evoluci%C3%B3n\\_del\\_papel\\_moneda](http://es.historia.wikia.com/wiki/Historia_y_evoluci%C3%B3n_del_papel_moneda)

Casi todos los gobiernos suspendieron la convertibilidad de sus monedas durante la I Guerra Mundial, perdiéndose todo el interés por volver a introducir el patrón oro internacional tras la Gran Depresión.<sup>19</sup> Luego de la Segunda Guerra Mundial, el papel moneda gradualmente se convirtió en lo que es hoy en día: una mercancía monopolizada que subsiste por sí misma, sin representar ninguna otra mercancía. Un cambio significativo y fundamental en el uso del papel moneda ocurrió cuando el dólar se convirtió en el medio de cambio generalizado y duradero.

En los años 70 se dejó de utilizar al oro como respaldo de la moneda. La caída del valor del oro acarrió la creación de un patrón oro internacional en el que todas las monedas podían intercambiarse por oro, y el valor del dinero —más que los precios— estaba fijado por la paridad de la moneda con el oro. Gran Bretaña abandonó el patrón oro en 1931, y la transformación de las monedas mundiales a dinero fiduciario con valores fijados totalmente por la demanda del mercado culminó con el abandono de la vinculación del dólar estadounidense en 1971. Tanto las monedas como el papel moneda (billetes) dejaron de tener un valor intrínseco. Su aceptación existe por la confianza que tiene la gente en que otros lo aceptarán a cambio de bienes y servicios.

Desde entonces, el papel moneda en tanto “moneda legal”, significa que por ley tiene que ser aceptada cuando se la ofrece como cambio en el pago de una deuda.

Una fecha importante respecto a la evolución de los sistemas monetarios es el 1 de enero de 1999, cuando el euro se convierte en la nueva moneda de 11 estados miembros, y se introduce una nueva política monetaria única bajo la autoridad del Banco Central Europeo comenzando la Unión Monetaria. Legalmente, las divisas nacionales participantes dejan de existir y se convierten en “subdivisiones no decimales” del euro.

En septiembre de 2001 hay una precirculación y distribución de billetes y monedas de euro; aunque todavía no entran legalmente en circulación, los primeros billetes y monedas de euro entran en circulación. Los bancos centrales de los 12 países de la eurozona ponen en circulación aproximadamente 144.000 millones de euros (€). El 28 de febrero de 2002 fue la fecha para la retirada definitiva de la circulación de sus divisas nacionales.<sup>20</sup>

19 *Apud.* PAMPILLÓN, R. “¿Qué es el patrón oro?”, *Economy*, 2010. <http://economy.blogs.ie.edu/archives/2010/11/¿que-es-el-patron-oro.php>

20 *Vid.* <http://www.gestiopolis.com/historia-del-euro/>

### 1.3. El papel moneda en México

Durante los trescientos años de vida colonial en México, el circulante monetario estuvo formado exclusivamente por monedas metálicas de oro, plata y, en menor grado, de cobre. Esto se debió en gran parte a la enorme riqueza minera del Virreinato de la Nueva España. La aparición del papel moneda en México no se dio sino hasta el siglo XIX, una vez consumado el movimiento de Independencia.

Recordemos que la lucha de Independencia iniciada en 1810 trastornó el orden político y social del Virreinato de la Nueva España provocando una profunda crisis económica, producto del abandono de las minas —pilar de la economía— y de la repatriación de capitales a la Península Ibérica. De esta manera, la falta de numerario se convirtió en un problema más de la convulsionada Colonia. Debido al desabasto de monedas metálicas y a la necesidad de contar con un medio de pago, surgieron una gran cantidad de “monedas de necesidad”. Llamadas así porque se fabricaron para aliviar la necesidad de circulante que existía. Algunas de estas monedas eran de oro, pero en su mayoría fueron de plata y cobre. En este contexto, también apareció lo que se podría considerar el primer papel moneda de nuestro país, cuando en 1813, en San Miguel el Grande, Guanajuato, aparecieron unas curiosas piezas de cartón anaranjado escritas a mano, con tinta negra, con la denominación de medio real [moneda de la época], de las que se desconocen con certeza sus emisores. Este tipo de piezas —de formato cuadrado— eran escritas por un solo lado, con el valor nominal, la fecha (julio o agosto de 1813) y las firmas, que se cree pudieron pertenecer a comerciantes, funcionarios u oficiales. Los estudiosos reconocen estas piezas como el antecedente más antiguo del billete mexicano.<sup>21</sup>



Fig. 4) Piezas de cartón anaranjado con la denominación de medio real, emitidas en San Miguel el Grande, Guanajuato, 1813.

21 *Apud.* [http://www.ensubasta.com.mx/historia\\_del\\_billete\\_mexicano.htm](http://www.ensubasta.com.mx/historia_del_billete_mexicano.htm)

Al consumarse la Independencia, en 1821, México adoptó un gobierno monárquico encabezado por Agustín de Iturbide, quien se enfrentaba a una severa crisis económica, producto de los once años de guerra. Así, el Primer Imperio Mexicano inició sus funciones con una economía en pésimas condiciones. La agricultura y la minería estaban en decadencia. La industria que apenas nacía estaba estancada y sin inversionistas. Para resolver esa situación, Iturbide ensayó diversos mecanismos: concedió grandes facilidades a la producción minera, recurrió a préstamos forzosos, al descuento de los sueldos de civiles y militares y al incremento de los impuestos. Sin embargo, los resultados de tales disposiciones no fueron los esperados para solventar los crecientes gastos de la Corte e incluso resultaron contraproducentes, ya que incrementaron el desprestigio del Emperador.<sup>22</sup> Como recurso extremo se recurrió a la emisión de papel moneda [20 de diciembre de 1822]. Estos billetes, que son la primera emisión oficial mexicana, se consideran también los primeros provisionales entre los billetes de necesidad de este país.<sup>23</sup>



Fig. 5) El billete del imperio de Iturbide, denominaciones de 1 y 10 pesos.

Estas piezas están impresas por una sola cara, en papel blanco de forma casi cuadrada, ostentan la leyenda Imperio Mexicano y se emitieron en las denominaciones de 1, 2 y 10 pesos. La suerte de los billetes no fue distinta a la de las otras disposiciones dictadas por el gobierno imperial: jamás fueron aceptados por el público usuario, acostumbrado al manejo de moneda metálica; además, se prestaron a malos manejos entre funcionarios y pagadores y se sumaron a los motivos de descrédito de este gobierno. Muchas fueron las causas de la rápida caída del régimen iturbidista, pero, sin duda, el fracaso de su política hacendaria y monetaria fue fundamental. Tras el desmantelamiento de la administración fiscal colonial,

<sup>22</sup> Vid. <http://www.banxico.org.mx/divulgacion/billetes-y-monedas/6--historia-moneda-del-billet.html>

<sup>23</sup> Vid. CUHAJ, George S. (2010) *Standard Catalog of World Paper Money (GENERAL ISSUES \* 1368 - 1960)*, 13th Edition, Krause publications, a division of F+W Media, Inc., USA.

los líderes de entonces tuvieron que enfrentarse a la realidad: el enorme desafío de crear una organización administrativa eficiente para un país enmarcado por la bancarrota del virreinato de la Nueva España.<sup>24</sup> Se emprendió una serie de reformas fiscales encaminadas a la reducción y derogación de varios impuestos, lo que agravó el estado de la Hacienda Pública y generó un punto de conflicto entre Iturbide y el Congreso, pues la falta de recursos disponibles y el mantenimiento de la institución no era negociable. Fue en octubre de ese mismo año cuando el emperador disolvió el Congreso y en su lugar estableció la Junta Nacional Constituyente, que además de diseñar las formas de designación de un nuevo congreso debía resolver los problemas financieros del imperio.

Dada la emergencia, la junta inició sus trabajos constituyendo una Comisión de Hacienda, que trabajaría durante los meses de noviembre y diciembre de 1822, y cuya faena derivaría en la emisión de papel moneda, los impuestos por cabeza y a la propiedad. La “Gaceta Imperial de México” publicó el 31 de diciembre de 1822 el bando que autorizaba la creación de cuatro millones de pesos en papel moneda, que sólo circularían durante 1823.<sup>25</sup>

Esta medida tuvo la finalidad de cubrir el déficit previsto en el presupuesto imperial proyectado, pues como lo argumentaba el entonces secretario de Hacienda, no podía equilibrarse por otro medio que no fuera la emisión. Los billetes creados durante el Imperio tenían reglas operativas bien definidas, las cuales implicaban la obligatoriedad de la circulación del papel, pues éste era el medio de pago para la realización de cualquier tipo de transacción comercial y administrativa.

De tal forma que sujetaba el pago de derechos, contribuciones y aportaciones, así como el de sueldos y salarios, a la Ley del Tercio establecida en el decreto, que señalaba que todos los pagos se realizarían con un tercio en papel moneda y el resto en metálico. Las denominaciones de los billetes de Iturbide fueron de uno, dos y diez pesos, y se emitieron un total cercano a los dos millones y medio de pesos. El papel moneda comenzó a circular sin mayores inconvenientes desde Texas hasta la Provincia de Guatemala, en ese entonces anexada a México. De forma tal que hacia finales de enero de 1823 se había remitido un total de dos millones 86 mil 18 pesos.<sup>26</sup>

<sup>24</sup> Vid. ALVAREZ, Roxana. “Surge con Iturbide primera emisión de papel moneda en México.” Citado en el Periódico El Informador: <http://www.informador.com.mx/cultura/2010/192299/6/surge-con-iturbide-primera-emision-de-papel-moneda-en-mexico.htm>

<sup>25</sup> Vid. <https://eldatonomismatico.wordpress.com/el-banco-de-mexico-su-creacion-y-primeros-billetes/>

<sup>26</sup> De esta cifra, los primeros montos fueron los destinados a las provincias de Guatemala (162 mil 500 pesos), Puebla (29 mil) y Veracruz (22 mil pesos). Pero muy pronto, la Secretaría de Hacienda se vio inundada de peticiones por parte de aduanas, tesorerías y rentas, que solicitaban el envío de más billetes, pues las cantidades remitidas se habían consumido en la circulación.

El papel moneda de Agustín de Iturbide circuló de forma casi perfecta por poco más de tres meses y, conforme a lo establecido en el bando de diciembre de 1822, al término del plazo establecido fue cortado en forma diagonal y quemado en las plazas públicas con la finalidad de garantizar su pronta salida de circulación. El bando establecía que “el papel es una medida urgente pero temporal y el Estado velará porque así se cumpla”.

Pero el éxito alcanzado por los billetes del Imperio no bastó para que estos instrumentos cumplieran cabalmente con lo establecido en su edicto de creación. Tras la abdicación del emperador, el Supremo Poder Ejecutivo publicó un bando en el que a partir del 17 de abril de 1823 se anunciaba el cese de la circulación e impresión de papel moneda de Iturbide.

En el año de 1823, derrotado el imperio de Iturbide, México se convierte en República Federal. En esta etapa, el nuevo gobierno quería restaurar la confianza del público en los manejos financieros del gobierno; por lo que entre sus cambios terminó con los préstamos forzados y retiró de la circulación el billete imperial. Posteriormente decidieron emitirlo para el financiamiento estatal, y para evitar que la gente lo rechazara, se acordó imprimirlo sobre bulas papales canceladas, ya que se esperaba su aceptación dada la religiosidad del mexicano, aun así, el billete no fue aceptado y tuvo que ser retirado de la circulación.



Fig. 6) Anverso y reverso de un billete de 10 pesos mexicanos de la primera República.

Varias décadas hubieron de transcurrir después de los fracasos monetarios del Imperio y de la República, para que se aceptara el papel moneda en México. No fue sino hasta 1864,<sup>27</sup>

<sup>27</sup> De hecho, la banca en la historia de México se inicia en 1864, a partir del establecimiento en la Ciudad de México de la sucursal de un banco británico: The Bank of London, Mexico and South America en el inglés original. Véase: TURRENT, Eduardo; *Historia sintética de la banca en México*, Banco de México. México (s.e.), 1982.

durante el Imperio de Maximiliano de Habsburgo, cuando se retomó el proyecto emisor de billete, pero ahora bajo condiciones distintas: el responsable de la emisión sería un banco privado, el Banco de Londres, México y Sudamérica, y los billetes serían de aceptación voluntaria. En esta ocasión, el éxito del billete fue grande; incluso, en ciertos medios, llegó a ser preferido a la moneda metálica.

Con la caída del Imperio de Maximiliano y con la Restauración Republicana, el billete encontró condiciones mucho más favorables a lo largo del gobierno de Porfirio Díaz (1877-1911).<sup>28</sup> Entonces se estableció, conforme a la Ley de Instituciones de Crédito de 1897, un firme, funcional y organizado sistema bancario en el que cada estado de la República contó con, al menos, un banco privado emisor de billete, además del Banco Nacional de México —con presencia en la República entera— y con el de Londres y México, cuya concesión fue ratificada.

De esta manera, México adoptó al billete como medio pago de aceptación generalizada. Los billetes de estos bancos se emitieron, con el respaldo metálico correspondiente, en denominaciones de 1, 5, 10, 20, 50, 100, 500 y 1000 pesos y eran fabricados por empresas extranjeras especializadas como Bradbury, Wilkinson & Company, American Bank Note Company y American Book & Printing Company. Al fin, el billete de banco fue aceptado por el público usuario.

Al respecto, es importante considerar que para estos momentos los bancos de emisión más importantes del país distribuían billetes de muy alta calidad, los cuales habían evolucionado considerablemente en comparación con los billetes de poco más de veinte años atrás.

Entre las características que se pueden apreciar están: papel que integra la “marca de luz” o “marca de agua” (no en todos los billetes), impresión por ambos lados, inclusión de diseños sofisticados de gran complejidad a cuatro tintas o más, con registro de alta precisión al frente, y a una tinta con filigranas *guilloche* por la vuelta, así como impresiones adicionales que correspondían al serial numérico al frente con doble número de folio en rojo, códigos alfanuméricos en rojo, y los sellos de validez: al frente (en rojo) el del banco emisor con concesión, y al reverso (en azul u otros colores), el sello por concepto de pago de impuestos al gobierno federal.

<sup>28</sup> Cfr. COSÍO Villegas, Daniel (et.al), *Historia Moderna de México, El porfiriato, La Vida Económica*, Vol. VII, Tomo II, Cap. VII, México, Ed. Hermes, 1965.



Fig. 7) Ejemplos de billetes pre revolucionarios.

La Revolución antiporfirista iniciada en 1910, llevó a México, nuevamente, a la escasez de numerario y el descrédito del billete de banco. Con la lucha armada se retiraron de la circulación enormes cantidades de moneda metálica. El general Victoriano Huerta —quien a través de un golpe de estado destituyó y asesinó, en febrero de 1913, a Francisco I. Madero, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos— ordenó a los bancos privados de emisión entregar el respaldo metálico de los billetes a su gobierno y emitir cantidades desorbitadas de billetes sin ningún respaldo, lo que provocó la caída del sistema bancario mexicano y nuevamente el rechazo de este papel moneda. Así, el sistema bancario mexicano construido con grandes dificultades, se desmoronó rápidamente, y con él, el uso y la aceptación del billete.



Fig. 8) Ejemplo de billete de 1913 del Banco de Londres y México, impreso por el American Bank Note Company.

No obstante, la falta de numerario —monedas— obligó a autoridades municipales, a jefaturas militares, a comerciantes, mineros y hacendados a emitir piezas de necesidad. De tal forma que de 1913 a 1915 reapareció en México la moneda de necesidad: se acuñaron diversas piezas metálicas en distintos puntos de la República, pero sobre todo se multiplicaron las emisiones de papel. El primero en emitir este tipo de piezas fue Venustiano Carranza, Primer Jefe del Ejército Constitucionalista y caudillo de la lucha antihuertista; quien, a su vez, autorizó a numerosos jefes revolucionarios la emisión de sus propios billetes, vales y cartones para allegarse fondos de campaña. Los jefes revolucionarios resolvieron las emisiones de moneda y de billete, dadas las circunstancias, bajo sus necesidades y con los recursos que a cada uno se les fue presentando. Por estas razones podemos encontrar, desde billetes de gran calidad —realizados por proveedores especializados—, impresos a varias tintas con registro por ambos lados, en calcografía con diseños sofisticados, folios y firmas de funcionarios legalmente autorizados, sellos en papel de algodón especial para billetes, formato uniforme con marca de agua, hasta piezas calcográficas con una elaboración más austera con un número decreciente de tintas, con un grado de diseño muy simple, generalmente impresos por un solo lado, con lotes de papel de diferentes tipos y calidades, así como mínimos elementos de seguridad.<sup>29</sup>



Fig. 9) Ejemplo del rango de variedad en la impresión de billetes en la época revolucionaria.  
Izquierda: Impresión sencilla a dos tintas, sólo en el anverso.  
Derecha: Impresión sofisticada a dos tintas en anverso y reverso.

<sup>29</sup> Vid. FRAMPTON, Cory; Douglas, Duane; Hidalgo, Alberto; Powell, Elmer. (2010) *Mexican Paper Money Mexican*, Coin Company LLC: USA.

Las características formales de estos billetes eran sumamente variables; algunos de gran calidad y otros de burda factura. Se produjeron incluso billetes hechos en imprenta de una a dos tintas, en formatos ni siquiera parecidos a los billetes normales, en algunos casos impresos en papel revolución sin viñetas, filigranas, alegorías o paisajes; con apenas textos mínimos en tipografías comerciales con folio y alguna firma e incluso con los defectos evidentes de una impresión hecha con apremio.



Fig. 10) Ejemplos de variedades de billetes en la época revolucionaria.

Las numerosas emisiones y variedades, lejos de resolver el problema monetario de la República, lo complicaron. Estas piezas, a las que el pueblo mexicano denominó genéricamente “bilimbiques”, únicamente valían en tanto su emisor ejercía el poder y la autoridad en una determinada región. A la derrota del general Huerta, la situación se complicó con el enfrentamiento entre las distintas facciones revolucionarias. Los “bilimbiques”<sup>30</sup> se devaluaban continuamente; además, aparecieron nuevas emisiones como las del Gobierno Provisional de México emitidas en Veracruz o las de la Convención Revolucionaria de la ciudad de México; la falsificación masiva de estas piezas contribuyó a acrecentar el problema monetario de México y el descrédito del papel moneda.

Conforme se consolidaba el dominio de la facción carrancista, ésta emprendió varios intentos para solucionar el problema monetario del país: el único papel moneda válido sería el

<sup>30</sup> Vocablo probablemente surgido de la contracción del nombre de William Week, pagador norteamericano de la mina “Greene Consolidated Copper Company” de Cananea que acostumbraba a utilizar vales de papel para pagar a los mineros y cuyo nombre resultaba impronunciable para los trabajadores mexicanos. (<http://sonumex.blogspot.mx/2015/04/la-falsificacion-y-alteracion-de-la.html>)

emitido por los carrancistas y, para protegerse de las falsificaciones, se ordenó la fabricación de billetes mucho más sofisticados a la American Bank Note Company de Nueva York. Estos billetes se pusieron en circulación en mayo de 1916, en tanto se iniciaba el retiro paulatino de las emisiones anteriores. A estos billetes se les conoce como “infalsificables”, pero su destino no fue muy distinto al de las emisiones revolucionarias anteriores, ya que sufrieron una devaluación fulminante y para fines de ese mismo año ya eran inutilizables. Ante estas vicisitudes lo único seguro era la muy rara y escasa moneda metálica, ya que las emisiones de papel únicamente estaban respaldadas por la fuerza de las armas que, si sufrían un descalabro, dejaban en completo desamparo a sus tenedores.

De esta forma, en los últimos meses de 1916, Carranza decretó que se pagara a los trabajadores exclusivamente con moneda metálica, cuya acuñación se reinició en la Casa de Moneda de México. Así, mientras Carranza se consolidaba militarmente, la solución al problema monetario de México se vislumbraba en el horizonte.

La reconstrucción de la República planteaba nuevas problemáticas, una de ellas el establecimiento de un nuevo sistema bancario en el país. En este sentido, el primer paso fue la declaración de quiebra y la liquidación de los antiguos bancos porfirianos y, el segundo, el establecimiento de un nuevo emisor. En el artículo 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, promulgada en febrero de 1917, se establece que el monopolio de la emisión correspondería a un Banco Único bajo control gubernamental; sin embargo, siete años hubieron de transcurrir antes de la fundación de este Banco, que tendría entre sus funciones primordiales la emisión de billete.

El Banco de México inició sus funciones el 1 de septiembre de 1925, gracias a los esfuerzos presupuestales y de organización del entonces presidente de la República, Plutarco Elías Calles. Entre las funciones del recién fundado Banco Central estaban la emisión y la regulación de la circulación monetaria.

El Banco de México surgió en momentos de grandes retos y aspiraciones para la economía del país. A la necesidad de contar con una institución de esa naturaleza, la acompañaban otros imperativos: propiciar el surgimiento de un nuevo sistema bancario, reactivar el crédito en el país y reconciliar a la población con el uso del papel moneda. Por todo ello, además de los atributos propios de un banco de emisión, al Banco de México se le otorgaron a su vez facultades para operar como institución ordinaria de crédito y descuento.

Durante sus primeros seis años de vida, el Banco obtuvo un éxito razonable en cuanto a promover el renacimiento del crédito en el país. Sin embargo, las dificultades que enfrentó

para consolidarse como banco central fueron considerables. Aunque su prestigio creció y logró avances, la circulación de sus billetes fue débil. Restaurar la confianza de los usuarios en el billete fue uno de los principales problemas que enfrentó el Banco de México al emitir sus primeras piezas de papel moneda, las cuales fueron, en un principio, de aceptación voluntaria para restaurar paulatinamente el uso y la confianza pública en este medio de pago.

En julio de 1931 se promulgó una controvertida Ley Monetaria por la cual se desmonetizó el oro en el país. Ocho meses después se promulgó una nueva Ley Orgánica para el Banco de México. Con esta última reforma se le retiraron al Banco las facultades para operar como banco comercial, se hizo obligatoria la asociación de los bancos con el Instituto Central y se flexibilizaron las reglas para la emisión de billetes. Con esto, más la recuperación de la economía después de la postración de 1929 y 1930, se arraigó en definitiva al papel moneda como el principal instrumento de pago en el país.<sup>31</sup>

Los primeros billetes del Banco de México fueron impresos por la American Bank Note Company de Nueva York (ABNC). En general, los billetes eran diseñados por personal de esa compañía —pero a gusto del cliente. Es decir, en el caso del billete mexicano, el Banco de México establecía qué elementos y personajes quería que aparecieran en cada denominación y la ABNC desarrollaba el grabado; o bien, el Banco seleccionaba los grabados entre los archivos de la propia empresa neoyorquina.

casa neoyorquina—, pero de un tamaño más reducido (157 x 67 mm.); los billetes de 5 y 10 pesos de esta serie conservaron los diseños anteriores, mientras que en los de 50 y 100 pesos se adoptaron nuevos diseños. En el anverso del billete de 50 pesos aparecía Ignacio Zaragoza y en el billete de 100 pesos, Francisco I. Madero.



Fig. 12) Ejemplos de la serie transitoria de billetes emitidos por el Banco de México impresos por la American Bank Note Company de Nueva York. (Izq. 10 pesos de 1936; Der. 100 pesos de 1937).

Paralelamente a la serie anterior, se puso en circulación una tercera serie de billetes (1936-1978) —conocida como los “angostos”—, también impresa por la empresa neoyorkina. Las denominaciones emitidas fueron las de 1, 5, 10, 20, 50, 100, 500, 1000 y 10000 pesos. La novedad de esta serie fue la inclusión del billete de 1 peso, que es el único de esta denominación que ha emitido el Banco de México en toda su historia. Esta sería la última participación de la American Bank Note Company, pero sería la emisión que más tiempo ha durado en la economía nacional.



Fig. 13) Ejemplos de la tercera serie de billetes emitidos por el Banco de México impresos entre 1936 y 1978 por la American Bank Note Company de Nueva York.



Fig. 11) Ejemplos de la primera serie de billetes emitidos por el Banco de México, impresos por la American Bank Note Company de Nueva York. (Izq. 5 pesos de 1925; Der. 500 pesos de 1934).

Con un tamaño de 180 x 83 mm., esta primera serie (1925-1934) —conocida como los “anchos”— está compuesta por billetes de 5, 10, 20, 50, 100, 500 y 1000 pesos. Posteriormente, de 1936 a 1942, se emitió una segunda serie —transitoria, también fabricada por la

31 Apud. <http://www.banxico.org.mx/acerca-del-banco-de-mexico/semblanza-historica.html>

En 1969 se abre un nuevo capítulo en la historia del billete mexicano: el inicio de las actividades de la Fábrica de Billetes del Banco de México. Así, surgió una nueva generación de billetes mexicanos, hecha con el respaldo tecnológico más avanzado de su momento y conforme a diseños, iconografía y concepciones distintas a las prevalecientes hasta entonces. Esta cuarta serie (1969-1991) —primera de fabricación nacional—, estuvo integrada por billetes de 5, 10, 20, 50, 100, 500, 1000, 2000, 5000, 10000, 20000, 50000 y 100000 pesos.

Tal vez parezca extraño observar que existieron billetes en tan altas denominaciones, pero por muchos años esto fue común en nuestro país. En los años setenta y ochenta, México enfrentó diversos procesos inflacionarios (aumento acelerado de precios y depreciación de la moneda) que afectaron la capacidad de compra de las personas. Las compras comunes se realizaban en miles de pesos, incluso en cientos de miles de pesos, debido a que el dinero perdía valor al pasar del tiempo. Como consecuencia del aumento acelerado de los precios, los billetes de más alta denominación cada vez eran más utilizados por la población.

Ante esta situación y con el fin de simplificar el manejo de las cantidades en moneda nacional, el 18 de junio de 1992 se estableció que a partir de 1993 se emplearía una nueva unidad del Sistema Monetario de los Estados Unidos Mexicanos, equivalente a 1000 pesos de la unidad anterior. La nueva unidad llevaba el nombre de “Nuevos Pesos” y se identificaba con el símbolo “N\$” o anteponiendo la palabra “Nuevo”. Es decir, si una persona tenía cien mil pesos antes del cambio de unidad, éstos equivaldrían a 100 Nuevos Pesos. Para cumplir con la disposición del decreto, el Banco de México emitió durante 1992, una nueva serie de billetes en las denominaciones de 10, 20, 50 y 100 en los que aparece el adjetivo “Nuevo” antepuesto al nombre de la unidad. Estos billetes, conocidos como billetes Tipo B, se caracterizan por conservar el diseño de los billetes anteriores (Tipo A). A finales de ese mismo año se inició la impresión de otra serie de billetes, también con la leyenda “nuevos pesos”, pero con nuevos diseños.

Una vez que el público se adaptó al nuevo régimen monetario, se emitió otra serie de billetes en “Nuevos Pesos” con nuevos diseños, conocida como Tipo C. Esta serie se puso en circulación a partir de octubre de 1994 y estuvo integrada por las denominaciones de 10, 20, 50, 100, 200 y 500 Nuevos Pesos. Una característica de estos billetes es que fueron fabricados en dos tamaños, uno reducido —129 x 66 mm. para las denominaciones bajas (10, 20 y 50)—, y otro más grande (155 x 66 mm.) para las denominaciones altas.

Para finalizar el proceso, se emitió otra serie en donde se eliminó el adjetivo “Nuevo” que llevaban los billetes y se regresó al término “Pesos” (1994-2001). Esta serie se conoce como Tipo D y está integrada por las mismas denominaciones y diseños de la serie anterior.

Posteriormente, en octubre de 2001 se puso en circulación una nueva emisión de billetes (conocida como Tipo D1). Esta serie conserva los mismos diseños, pero incorpora nuevos elementos de seguridad —además de los ya existentes. Esta emisión se sumó a los billetes en circulación en las denominaciones de 50, 100, 200 y 500 pesos. Como parte de la misma serie D1, cabe destacar que a partir del 30 de septiembre de 2002 se pusieron en circulación billetes de 20 pesos impresos en polímero en lugar de papel. El polímero, por ser un material más durable, se incorporó en estos billetes de baja denominación, ya que son los que se deterioran con mayor rapidez. Estos billetes también se elaboran en la Fábrica de Billetes del Banco de México y, en apariencia, son similares a los de papel, pero cuentan con una característica distintiva de seguridad: una ventana transparente.

La última denominación de la serie D1 fue de 1000 pesos. Se puso en circulación a partir del 15 de noviembre de 2004 y se imprimió en papel de algodón. La más reciente familia de billetes, conocida como Tipo F, presenta cambios en los elementos de seguridad, en los colores y tamaños. Cada denominación es de un color diferente para que el público pueda diferenciarlos fácilmente. Los billetes son de tamaño distinto para ayudar a los invidentes a identificar las diferentes denominaciones; todos miden 66 mm. de ancho y varían en el largo. El billete de más baja denominación (20 pesos) es el más pequeño con 120 mm., y el de más alta (1000 pesos) es el más largo con 155 mm. Entre cada una de las seis denominaciones (20, 50, 100, 200, 500 y 1000) se mantiene una diferencia de 7 mm. Los billetes de 20 y 50 pesos se imprimen en polímero mientras que el resto se imprime en papel de algodón. Dentro de esta familia de billetes también se encuentran billetes de emisión única. Se trata de los billetes conmemorativos del centenario del inicio de la Revolución Mexicana (impreso en polímero) y del bicentenario del inicio de la Independencia de México (impreso en papel de algodón), en denominaciones de 100 y 200 pesos, respectivamente. Estos billetes son de curso legal y no sustituyen a las denominaciones comunes de 100 y 200 pesos. Conforme se vayan deteriorando, los billetes conmemorativos se irán retirando de la circulación.<sup>32</sup>

Estas características y tipos de billetes en México, los revisaremos con mayor detalle en el Capítulo 4, toda vez que hayamos expuesto con detenimiento la nomenclatura del papel moneda, sus sistemas de impresión y vocabulario clave, necesarios para este estudio.

<sup>32</sup> Vid. <http://www.banxico.org.mx/billetes-y-monedas/material-educativo/>

# CAPÍTULO 2

**NOMENCLATURA, MATERIALES  
Y SISTEMAS DE IMPRESIÓN  
EN EL PAPEL MONEDA**

La posesión del papel moneda es tan habitual y efímera que pocas veces nos detenemos a pensar en lo que implica su producción. Habiendo revisado su historia en el capítulo anterior, en este apartado revisaremos su nomenclatura, los materiales, las tintas, y los sistemas de impresión que lo hacen posible. En términos generales, los billetes, que a menudo suelen imprimirlos empresas privadas por subcontratos, están compuestos de cuatro elementos: Papel, tintas, impresiones, y sus correspondientes dispositivos de seguridad.

El papel moneda es especial y de alta calidad, con marcas de agua, hilos de seguridad metálicos y otros mecanismos que evitan la falsificación. Se utilizan también técnicas de impresión muy sofisticadas y los diseños de los billetes bancarios suelen incluir elementos que intentan ser especialmente difíciles de copiar.<sup>33</sup>



Fig. 15) Detalle de máquina que aplica la banda holográfica de seguridad en la fabricación de papel para billetes.

A lo largo del presente apartado nos iremos refiriendo a los detalles de estos aspectos. Antes, sería necesario conocer la denominación que se le da a cada uno de los elementos que integran el diseño del papel moneda. Esta nomenclatura, en lo general, aplica para cualquier billete en el mundo, aunque es posible que en algunos existan detalles particulares:

I. La imagen principal. Básicamente es el retrato de un personaje conocido. Todo billete tiene un anverso y un reverso. El primero se distingue por presentar la imagen principal y el número de serie, preferentemente.

II. Alegoría o símbolo representativo en el país.

III. Grandes textos administrativos; compuestos por las leyendas principales como el nombre del banco y/o del país.

IV. Pequeños textos administrativos; integrados por nombres de los personajes, ley de emisión, slogans, lemas, nombre de la compañía o casa fabricante de la moneda.

V. El escudo nacional o de armas del país.

VI. Valor numérico.

<sup>33</sup> Cfr. HASLAM, Andrew. (2011) *Lettering. Manual de producción y diseño*. Barcelona: Gustavo Gili.

VII. Valor nominal en texto.

VIII. Viñetas o motivos originarios del país.

IX. Imágenes representativas de un aspecto importante de la industria: actividades mineras, agrícolas, comercio, folklore, turismo, etc.

X. Los *Guilliches*. Son adornos geométricos o lineales que encuadran o circundan al valor numérico.

XI. Marco o recuadro del billete. Formado por orlas, ángulos, arabescos, etc. que están alrededor de toda la impresión.

XII. Lugar (país o capital) y fecha de emisión o fabricación.

XIII. Firmas.

XIV. Post-firmas.

XV. Número de serie.

XVI. Fondo de seguridad.

XVII. *Tonus Rompus*. Se refiere a las figuras formadas por líneas que en determinado momento cambian de dirección, se interrumpen, se adelgazan o ensanchan, provocando la sensación de alto relieve.

XVIII. Ventana del billete. Es el sector sin ninguna impresión visible a simple vista, generalmente se reserva para la filigrana, que resulta ser la imagen formada por la acumulación de fibras del papel que reproduce exactamente el rostro del personaje que aparece como imagen principal en el anverso del billete; puede ser observado a trasluz.

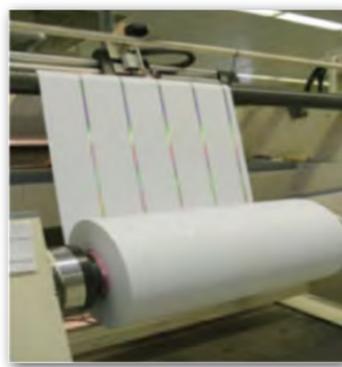


Fig. 16) Izq. Detalle de la aplicación de la banda de seguridad ópticamente variable en el papel moneda preparado. Der. Imagen donde podemos apreciar distintos elementos de seguridad en un billete: como fondo e hilo de seguridad y registro perfecto.

## 2.1. Soportes

La impresión de las imágenes sobre el papel moneda se realiza a través de una combinación de varias técnicas; y los diseños son especialmente cuidados para cada tipo de billete; para ello es esencial referirnos a los soportes o sustratos —palabra también utilizada por su traducción del inglés (*substrate*)— utilizados en su fabricación.

Partamos de la definición en el sentido amplio del término soporte. En el latín es donde se halla el origen etimológico de la palabra y que es fruto de la unión de dos vocablos: El prefijo *sub*, que es sinónimo de “debajo” y el verbo *portare*, que puede traducirse como “llevar”.

Sin embargo, para el ámbito que aquí nos ocupa, podemos acotar el término soporte como “el elemento que recibe la impresión (*printing substrate*)”.<sup>34</sup> Como sea que en el sector de artes gráficas se va repitiendo (transfiriendo) una imagen en diferentes fases de reproducción y producción, la utilización de este término se toma como base para tratar de las características correspondientes.<sup>35</sup>

Ahora bien, comencemos mencionando que son tres los tipos de sustratos utilizados en la fabricación de billetes: papel, polímero e híbrido. Abundemos en cada uno de ellos.

### 2.1.1. Papel

Desde siempre, las autoridades encargadas de la emisión de billetes tomaron en cuenta la necesidad de usar materiales especiales en la fabricación de papel moneda, no sólo para que éste tenga un ciclo de vida extenso, sino también para que la producción del mismo resulte inaccesible para el público en general.

El papel empleado en los billetes de todo el mundo es un papel especial, de altísima calidad, resistencia y con propiedades especiales que lo distinguen de cualquier papel comercial. El papel es el soporte más utilizado en los billetes, aunque actualmente el uso del polímero está teniendo presencia.

<sup>34</sup> *Apud.* MARTÍNEZ de Sousa, José. Diccionario de Edición. Tipografía y Artes gráficas. España: Trea, 2001.

<sup>35</sup> *Vid.* TOLLIVER-Nigro, Heidi. Guía de impresión del Diseñador. Trad. Ricard Casals Consultants, S.A., Barcelona, 2004.

El proceso de elaboración comienza con la limpieza de las materias primas, y su posterior mezcla para obtener una pulpa que será la base del papel moneda. Generalmente, en el papel de los billetes de banco se emplean fibras de algodón o lino, solas o combinadas (es el caso de los billetes norteamericanos). Los billetes actuales mexicanos se elaboran con papel especial hecho de fibras alargadas de algodón, cuya fórmula, como es lógico, permanece en secreto para evitar falsificaciones. Se elige este tipo de fibras por su alta resistencia y por la capacidad que poseen para incorporar en su estructura elementos de seguridad. Uno de los más comunes es utilizar la propia fibra del papel moneda para elaborar imágenes (marca de agua). También se suelen ensamblar hologramas y la incorporación de un filamento identificador, así como fibrillas y confetis, lo que lo hace más difícil de falsificar.



Fig. 17) Imagen del papel fiduciario para impresión de billetes suecos en donde se observan las marcas de agua, el hilo de seguridad y la banda holográfica.

Las fibras de algodón y lino confieren propiedades físicas al soporte posibles de apreciar al tacto (posee una textura singular que permite un tacto diferente a otros tipos de papeles comerciales) y mediante el oído, denominado Carteo, el cual consiste en una medida de seguridad del papel de tipo sonora: Dependiendo de su calidad, espesor y resistencia, el sonido, al agitar el billete, denota sensación de metalizado o apergaminado en el papel auténtico.<sup>36</sup>

<sup>36</sup> *Apud.* DUARTE, Marcelo A. “Medidas de seguridad generales del papel moneda” en Origen del papel moneda, Licenciatura en Criminalística, cátedra: Documentología II <http://documents.mx/documents/apuntes-de-papel-moneda.html>

Asimismo los encolantes sintéticos que se le adicionan aumentan la resistencia al uso y mejoran el comportamiento en medio húmedo. Su composición le da una alta calidad que le permite soportar el paso de los años y las manipulaciones constantes (durabilidad y resistencia). De igual modo, el algodón y el lino, han demostrado conformar un soporte apto para transportar tintas especiales y diseños impresos de muy alta calidad artística.

En los papeles comerciales se utilizan encolantes a base de almidón, mientras que en los papeles de billetes generalmente se usan pegamentos de origen animal (gelatina). Un simple test químico, basado en una reacción de yodo con el almidón, permite visualizar la diferencia de papeles. La solución de yodo, al entrar en contacto con el almidón, vira en una mancha oscura o negra, reacción que no acontece en papeles rellenos con gelatina. Esta reacción derivó en la creación de un bolígrafo que permite la aplicación de una mínima solución de yodo a la superficie de los billetes como test de autenticidad. Si surge una coloración oscura el billete contendría almidón, indicador de que quizás se trate de un billete falso. Por supuesto, algunos papeles comerciales ordinarios no contienen almidón, pero este tipo de papeles, usualmente no se usan para producir billetes —o documentos falsos. Este control no debe suplantar la inspección en el laboratorio, ya que los tests han revelado que, en algunos casos, estos bolígrafos provocan reacciones incorrectas. Además, estas reacciones no aparecen en las mejores falsificaciones (como los superdólares). En otros casos, las falsificaciones han sido rociadas con lacas en spray para suprimir la fluorescencia del papel bajo luz UV, formando, además, una barrera óptima entre el papel con almidón y la solución de yodo, impidiendo que surja la reacción buscada.<sup>37</sup>

El papel fiduciario se utiliza exclusivamente para la confección de billetes, aunque también existen otros tipos de papel de seguridad —no comerciales— que se emplean en documentos valorados de importancia como bonos de la federación, cheques o pasaportes. El papel fiduciario es, por tanto, una fibra obtenida no en forma tradicional (a través de tejido) sino mediante el proceso especial.

El papel común no presenta ninguna de las características del papel fiduciario. Si algún tipo de papel las pudiera tener, no serían de tan alto grado para alcanzar la resistencia o máxima duración del fiduciario. En los cortes sobre éste, los bordes se mantienen firmes y definidos, a diferencia del papel común, al cual se le desprenderán fácilmente las fibras, pudiendo notarse a simple vista.

<sup>37</sup> *Apud.* [seguridaddocumental.blogspot.mx/2009\\_04\\_01\\_archive.html](http://seguridaddocumental.blogspot.mx/2009_04_01_archive.html)

Sus características son las siguientes:

- Alto grado de impermeabilidad.
- Resistencia a los dobleces, puede soportar más de 2,500 pliegues dobles.
- Resistencia al estiramiento.
- Resistencia a la fricción (manipuleo).
- Resistencia a la suciedad.
- Resistencia al calor (cierta temperatura).
- Resistencia al sudor (que está compuesto de sustancias químicas que oxidan y dañan los objetos y soportes).
- Resistencia a la luz del sol y a los agentes climatológicos.
- Resistencia a los detergentes, jabones, lejías.
- Resistencia a ciertos reactivos y solventes químicos.
- Permisividad a la inclusión de dispositivos de seguridad.

A continuación se muestran una serie de fotografías que ilustran el proceso de producción de este tipo de papel.



Fig. 18) Algunas imágenes del proceso de fabricación de papel fiduciario. (Imágenes del Banco de Japón)

## 2.1.2. Polímero

El polímero conocido también como “papel plástico”, es un material hecho de polipropileno que ha permitido un avance en la industria de fabricación de billetes en términos de conservación y durabilidad. En un esfuerzo por combatir la falsificación y alargar la vida de los billetes, desde finales de la década de los sesenta se inició la búsqueda de sustratos sintéticos capaces de resistir el desgaste y poner trabas adicionales a su reproducción. A pesar de los esfuerzos fallidos realizados en los años ochenta por compañías como Dupont y Mobil Chemical e impresores como la American Bank Note Company y Bradbury Wilkinson & Co. —registrando éstas últimas las marcas *Tyvek* y *Bradvek*, respectivamente—, a finales de esa década, el Banco de la Reserva de Australia, la Universidad de Melbourne, la Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization y la empresa belga UCB desarrollaron un sustrato plástico. Este sustrato ha generado una mayor competencia entre las empresas que utilizan los materiales convencionales y posee algunas ventajas en durabilidad y seguridad respecto a los materiales tradicionalmente utilizados.

En 1996, el Banco de la Reserva de Australia (RBA) e Innovia Films entraron en una empresa conjunta para crear Securrency International, un acuerdo que se concluyó en febrero de 2013 cuando Innovia adquirió el 50% del RBA en el negocio. El RBA demostró ser un destacado socio para ayudar a Securrency a establecerse en la industria global de billetes de banco durante un período en el que las exitosas empresas antes mencionadas, también intentaron ingresar al mercado de sustratos de billetes sin poder lograrlo.<sup>38</sup>

Actualmente con la denominación Innovia Security Pty Ltd., la empresa se posiciona como líder en la producción, distribución y suministro a nivel mundial del sustrato de polímero para billetes Guardian®; la firma cuenta con plantas de fabricación tanto en Australia como en México, y la más reciente en Reino Unido.

Actualmente el sustrato Guardian® representa más del 99% de los billetes de polímero que se encuentran en el mercado. Casi 50 mil millones de billetes Guardian® se han impreso desde su introducción en 1988. Hoy, existen más de 20 billones de billetes Guardian® en circulación.<sup>39</sup>

<sup>38</sup> Cfr. <https://www.innoviasecurity.com/history/> y <http://sonumex.blogspot.mx/2016/01/la-industria-de-los-billetes.html>

<sup>39</sup> Cabe mencionar también el sustrato de polímero de la empresa inglesa De la Rue International Ltd. En 2016, por ejemplo, la Autoridad Monetaria de Maldivas seleccionó el sustrato de polímero Safeguard® de De La Rue para la primera serie completamente nueva de billetes emitidos en las Maldivas por más de 30 años. De igual modo, Safeguard® es el sustrato usado en los billetes de 5 libras esterlinas y en el de 5 dólares de Fiji.



Fig. 19) Imagen de un detector de billetes de polímero de la empresa Innovia Security.

Este polímero se crea usando un proceso único de “burbuja” en el cual se utilizan una elevada cámara de cuatro pisos, gravedad y aire para crear la película base. Esta película de base se denomina polipropileno orientado bi-axialmente (BOPP) y se utiliza en forma exclusiva para la creación del sustrato Guardian®, que combina la película base con capas de impresión de opacificación y características de seguridad que están incrustadas e impresas.<sup>40</sup>

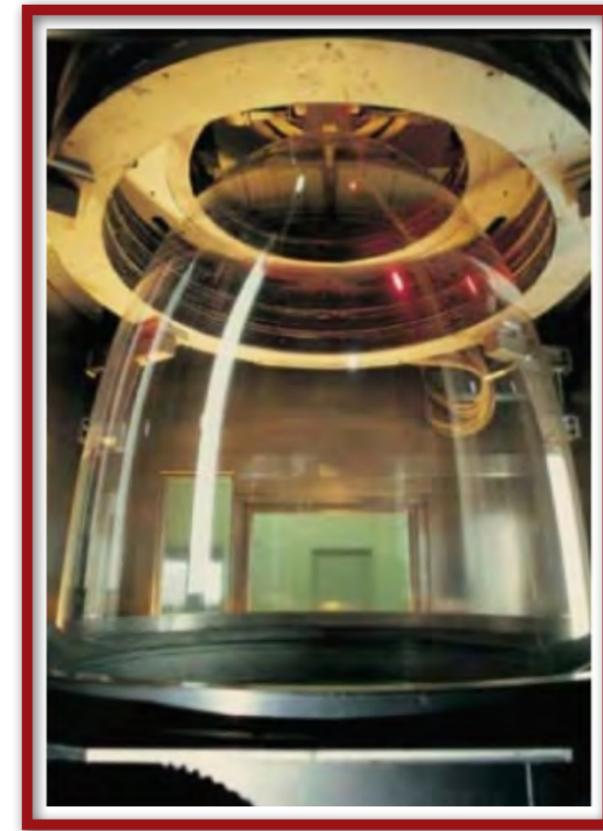


Fig. 21) Imagen de la cámara donde se forma la burbuja de polipropileno orientado bi-axialmente (BOPP) que se utiliza en forma exclusiva para la creación del sustrato Guardian®.

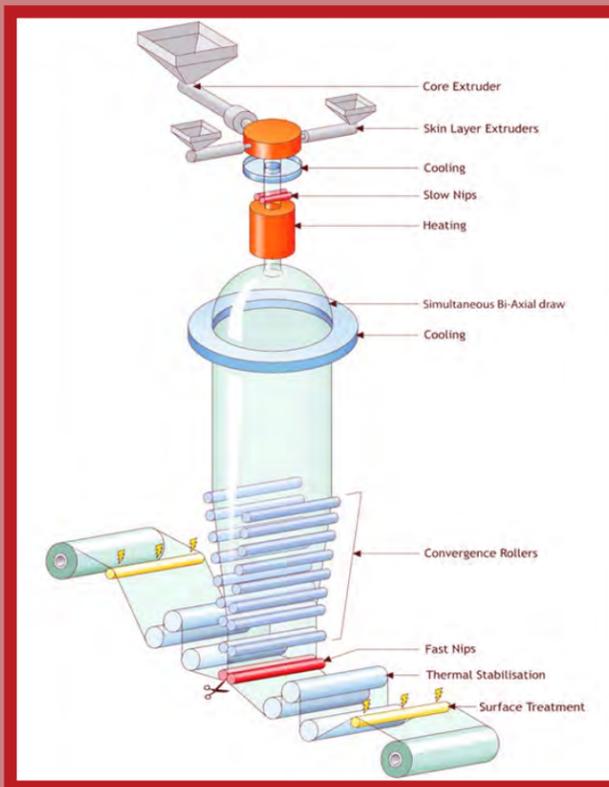


Fig. 20) Esquema con la descripción visual del proceso único usado para crear Clarity®, la película base suministrada en forma exclusiva para hacer el sustrato de polímero Guardian®.  
(<https://www.innoviasecurity.com/guardian-facts-and-figures/>)



Fig. 22) Ejecutivos de Innovia Group inspeccionan un carrete de la película Clarity C®.

<sup>40</sup> Innovia Security Pty Ltd. también ha desarrollado dispositivos para verificar la autenticidad de la película base Clarity C® —y por lo tanto Guardian®— como el detector Verus®.

Guardian® consta de tres elementos principales: la película base llamada Clarity® (líneaC); las capas de impresión opacificantes que permiten que las tintas de Offset y Calcográficas se adhieran al sustrato; y características de seguridad que están impresas o incrustadas en el sustrato de 75µ de profundidad.

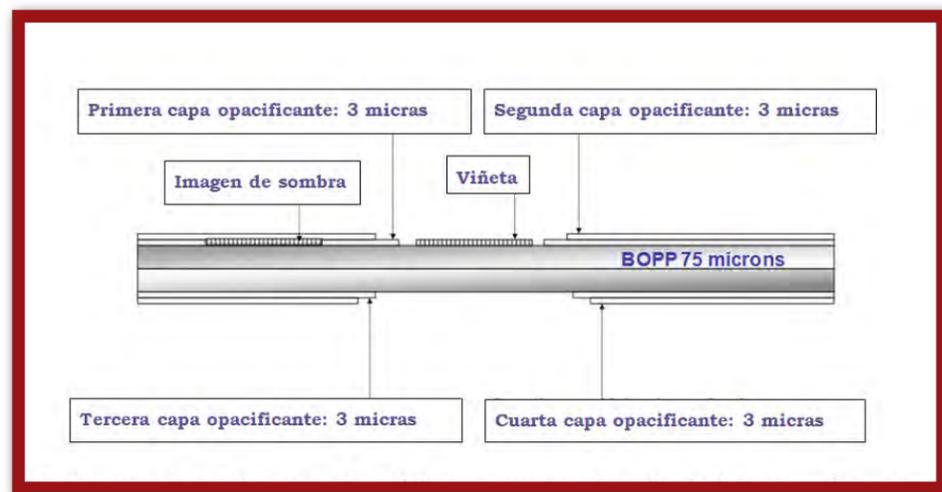


Fig. 23) Esquema de los elementos de un billete en sustrato Guardian® visto en sección transversal. (<https://www.innoviasecurity.com/guardian-facts-and-figures>).

Los bancos centrales son muy escrupulosos antes de cambiar el sustrato de su moneda nacional. El uso de este sustrato se ha dado generalmente después de haber revisado su aplicación en otros países, y una vez que se han considerado los beneficios, por lo regular se inicia su uso en una o dos denominaciones y/o en billetes conmemorativos.

Los beneficios, sumamente convincentes, incluyen mayor durabilidad y reducir drásticamente las falsificaciones en circulación, siendo más higiénicos y amigables con el medio ambiente, y ayudando a los bancos centrales a que la administración de su suministro de billetes sea más eficiente.

Guardian® se utiliza actualmente en 24 países de todo el mundo incluyendo: Australia desde 1988; México desde 2002; Canadá desde 2010; y más recientemente, Reino Unido desde 2016.<sup>41</sup>

Como un sustrato transparente tridimensional, encuestas a nivel mundial indican frecuentemente que el público encuentra los billetes Guardian® visualmente atractivos debido a la clara ventana y a los diseños sofisticados que permite este sustrato. Estos billetes tienen un tacto más suave que el papel, usando a menudo capas de impresión calcográfica (es decir, con relieve) para dar a los billetes su tacto característico.

<sup>41</sup> Vid. Al final de este apartado se incluye la lista completa de todos los países que han realizado emisiones de billetes con el sustrato de polímero Guardian®.

Otra ventaja a destacar es que los bancos comerciales y las organizaciones de manejo de efectivo reportan que el polímero es mucho más limpio y fácil de trabajar que el papel, ya que éstos desprenden fibras dentro de cajeros automáticos que se acumulan y requieren mantenimiento, por tanto hay muchos países alrededor del mundo que utilizan billetes de polímero en cajeros automáticos.

Los billetes con sustrato Guardian® ofrecen los siguientes beneficios:

- Durable (De 3 a 5 veces más que el papel, lo que significa que se tienen que producir menos billetes en general). Son muy resistentes a la suciedad —incluso a la grasa— y se pueden limpiar con un paño húmedo.
- Impermeable (Ya sea que se mojen en agua dulce o agua salada, e inclusive que lleguen a introducirse en la lavadora, los billetes de polímero siguen siendo utilizables).
- Seguro (Los billetes con sustrato de polímero permiten estar un paso adelante de la falsificación mediante el uso de características de seguridad de vanguardia).<sup>42</sup>
- Limpio y ecológico (Los billetes de polímero —a diferencia de los billetes de papel— están probados para llevar menos bacterias y también para ser mucho más amigables con el medio ambiente y ser reciclables).

Como se mencionó antes, si algo se destaca a simple vista en los billetes de polímero es su ventana transparente, sector del soporte que no ha sido opacificado por las capas de tinta que se aplican en el resto del billete.

Esta ventana es un elemento de seguridad por sí mismo, y además puede funcionar como transporte para otros dispositivos, como son los casos de los filtros metaméricos, leyendas embosadas, hologramas y demás elementos ópticos difractivos.

A diferencia de los billetes de papel, los billetes de polímero son muy duraderos y es difícil que se produzca una rasgadura en ellos; pero si esto sucede —por el uso de grapas, por ejemplo— pueden romperse fácil y rápidamente (aunque pueden ser reparados con cinta adhesiva transparente y ser usados de nuevo).

<sup>42</sup> Debido al importante obstáculo técnico que Guardian® representa a los falsificadores casuales y semiprofesionales, las tasas de falsificación disminuyen al menos en un 90% cuando se introducen por primera vez en un sistema monetario. Las falsificaciones que se han llegado a detectar son de mala calidad y fácilmente identificables como billetes falsos. Aunque indudablemente, las operaciones de falsificación profesional siguen siendo una amenaza que requiere los esfuerzos colectivos de la marca Guardian®, casas impresoras, proveedores, Banco Centrales y la aplicación de la ley.

Así, habrá también que mencionar las desventajas. Dentro de las principales encontramos su mayor costo (por su composición, proceso productivo, etc.) que se estima en el doble respecto al papel algodón, así como los problemas de manipulación y procesamiento, que podrían elevar inicialmente los costos del sistema financiero en cuanto al proceso de adaptación de cajeros automáticos, máquinas procesadoras, transporte y almacenaje. También hay que considerar que el precio del polímero tiene una elevada volatilidad pues está altamente correlacionado con la cotización internacional del petróleo, al ser el polipropileno su principal insumo.<sup>43</sup>

Cabe comentar que la experiencia internacional del uso del sustrato de polímero en la fabricación de papel moneda es diversa; el Banco de Inglaterra por ejemplo, ha sido de los más recientes en anunciar el uso del polímero en billetes de baja denominación; mientras que el Banco de Israel retomaría el uso del papel algodón en sus billetes de 20 shéquels debido a la dificultad de procesar diferentes sustratos a la vez.<sup>44</sup> Así, finalizamos este apartado anexando la lista completa de todos los países que han realizado emisiones de billetes con el sustrato de polímero Guardian®, actualizada a septiembre de 2016.<sup>45</sup>

País	Primera emisión	Unidad monetaria/ Emitido por	Denominaciones	País	Primera emisión	Unidad monetaria/ Emitido por	Denominaciones
Australia	1988	Dólar australiano Reserve Bank of Australia	\$5, \$10, \$20, \$50, \$100	Mozambique	2011	Mozambique metical Banco de Moçambique	20MT, 50MT, 100MT
Brunei	1996	Dólar de Brunei Autoriti Monetari Brunei Darussalam	B \$1, B \$5, B \$10, B \$50, B \$100, B \$500, B \$1000, B \$10000	Nueva Zelanda	1999	Dólar de Nueva Zelanda Banco de Reserva de Nueva Zelanda	NZ \$5, NZ \$10, NZ \$20, NZ \$50, NZ \$100
Canadá	2011	Dólar canadiense Banco de Canadá	\$5, \$10, \$20, \$50, \$100	Nicaragua	2009	Córdoba nicaragüense Banco Central de Nicaragua	C \$10, C \$20, C \$50, C \$100, C \$200
Chile	2004	Peso chileno Banco Central de Chile	\$1000, \$2000, \$5000	Nigeria	2007	Naira nigeriano Banco Central de Nigeria	₦5, ₦10, ₦20, ₦50
Costa Rica	2011	Colón costarricense Banco Central de Costa Rica	₡1000	Papúa Nueva Guinea	1991	Papúa nueva guineana kina Banco de Papúa Nueva Guinea	K2, K5, K10, K20, K50, K100
República Dominicana	2010	Peso dominico oro Banco Central de la República Dominicana	RD \$20	Paraguay	2009	Guaraní paraguayo Banco Central del Paraguay	G2000 G5000
Guatemala	2007	Quetzal guatemalteco Banco de Guatemala	Q1, Q5	Rumania	1999	Leu rumano Banco Nacional de Rumania	1L, 5L, 10L, 50L, 100L, 200L, 500L
Honduras	2010	Lempira hondureña Banco Central de Honduras	L20	Singapur	1991	Dólar de Singapur Autoridad Monetaria de Singapur	S \$2, S \$5, S \$10
Hong Kong	2007	Dólar de Hong Kong Autoridad Monetaria de Hong Kong	HK \$10	Reino Unido	2016	Libra británica Banco de Inglaterra	£ 5
Malasia	1998	Ringgit malayo Banco Negara Malasia	RM1, RM5	Vanuatu	2010	Vanuatu vatu Banco de Reserva de Vanuatu	VT200, VT1000, VT2000, VT10000
Mauritania	2014	Ouguiya mauritano Banque Centrale de Mauritanie	UM1000	Vietnam	2001	Dong vietnamita Banco estatal de Vietnam	10000 đ, 20000 đ, 50000 đ, 100000 đ, 200000 đ, 500000 đ
Mauricio	2013	Rupia de Mauricio Banco de Mauricio	Rs25, Rs50				
México	2002	Peso mexicano Banco de México	\$20, \$50				

### 2.1.3. Papel moneda híbrido

De manera general podemos describir al billete híbrido como un billete tradicional de papel que ha sido perforado con un hueco en forma de ventana al que se le aplica una tira de material polimérico; es decir, se combinan capas de papel y películas de poliéster en parte o toda la superficie del billete.<sup>46</sup> La tecnología del billete híbrido se ha desarrollado en los últimos años, como intento de mezclar los novedosos billetes de polímero con el tradicional billete de papel. El resultado que se espera de esta mezcla es obtener un billete más seguro, con las características más avanzadas de seguridad en el papel, como son la marca de agua, los hilos de seguridad externos, semi-externos y embebidos al papel y las tintas UV, además de los relieves. Y las características avanzadas de seguridad de la parte plástica del billete, como son la banda holográfica insertada en el plástico, la banda 3D plástica o la banda transparente. Incluyendo las medidas de seguridad en ambos tipos de sustratos, se aumenta la seguridad y resistencia a un costo inferior al del polímero. Hasta el momento han sido usados en pocos billetes y aún no tienen un porcentaje significativo del mercado.

En 2005, a través de su Banco Central y conmemorando el 120 aniversario de la primera emisión de las levas, Bulgaria se convierte en el primer país que emite papel moneda con esta doble tecnología, papel de algodón y polímero, al poner en circulación su billete de 20 Levas. Para esta denominación se emplea soporte papel, pero con un sector de polímero que incluye como elemento de seguridad una ventana transparente con tecnología denominada Varifeye®, desarrollada por la papelera Louisenthal de la firma alemana Giesecke & Devrient.

La banda de polímero incluida en el billete se integra al papel durante el proceso de formación del mismo, conformando de esa manera un soporte único e inseparable. Esta banda ocupa un sector de 74 mm. —el alto del billete— por 16 mm. de ancho, sobre una superficie total de 74 por 134 mm. En este sector del polímero se incluye una ventana transparente que abarca una superficie de 15 por 10 mm., la cual también se produce durante el proceso de fabricación del papel, y en ella se agrega un efecto óptico de fácil reconocimiento para el usuario, ya que cuando se observa la ventana con un fondo claro se destaca la presencia del número “20” en forma repetitiva y cuando se cambia a un fondo oscuro surgen una serie de líneas verdes dispuestas en diagonal. Este efecto se logra gracias a la incorporación en el polímero de cristal líquido con variabilidad óptica.

43 Durante el año 2008, la volatilidad del precio internacional del crudo fue cercana al 30 por ciento. Durante 2012, el coeficiente de correlación entre el precio del polímero y el del petróleo se mantuvo en 0,90.

44 *Apud*. GIUSTI, Rosa Ma. y Vásquez, José L. Artículo “Los billetes de polímero. La experiencia internacional.” Revista Moneda. Gestión del circulante, pp. 19-23, 2013.

45 Tomado de <https://www.innoviasecurity.com/>

46 La papelera alemana Louisenthal, por ejemplo, fabrica un sustrato llamado Hybrid™ que contiene algodón y polímero.



Fig. 24) Anverso y reverso del billete búlgaro de 20 levas, donde podemos apreciar la banda de polímero.



Fig. 26) Anverso y reverso del billete de Fiji de 100 dólares, emisión 2007, en soporte híbrido (papel y una banda de polímero).



Fig. 25) Detalle del billete búlgaro de 20 levas.  
Izk. y centro: Vista de la banda de polímero con fondo oscuro y claro, respectivamente. Ambas imágenes ilustran el fenómeno de cambio de diseño en la ventana.  
Der. Toma fotográfica con microscopio donde podemos observar que las fibras de papel no poseen un corte preciso (como el del láser), sino que el contorno es irregular ya que la ventana transparente se hace durante el proceso de fabricación del papel.



Fig. 27) Detalle del sector que transporta la banda de polímero en un billete de Fiji, donde se aprecia la ventana transparente.

Otra variante de esta tecnología la presenta la firma De la Rue, con su dispositivo de seguridad, denominado OPTIKS™, que consiste en una banda de polímero incluida en el papel durante la fabricación del mismo que lleva una ventana transparente, fácilmente reconocible cuando el billete es visto al trasluz.

Como ejemplo de esto tenemos el billete de 100 dólares de Fiji en su emisión del año 2007, que posee integrado a su papel un sector de polímero que abarca una superficie de 67 mm.

de alto por 18 mm. de ancho (para un billete de 67 por 156 mm.), y donde la ventana —con motivos tradicionales del folclor de ese país— puede apreciarse fácilmente a trasluz.

Con la tecnología Varifeye® de Louisenthal/Giesecke & Devrient tenemos en el año 2010 el billete de 1000 tenge emitido por Kazakhstan, en el cual podemos apreciar la banda holográfica insertada en el plástico y además un área definida de ventana transparente. A continuación se incluyen unas imágenes donde se pueden apreciar ciertas características de este billete.



Fig. 28) Anverso del billete de Kazakhsan de 1000 tenge, emisión 2010, en soporte híbrido, con banda holográfica insertada en el plástico y donde se aprecia el área definida de ventana transparente



Fig. 29) Vista al trasluz del mismo billete de Kazakhsan en donde podemos apreciar otros dispositivos de seguridad como la marca de agua y el hilo de seguridad.

Si algo se destaca tanto en el dispositivo Varifeye® como en el OPTIKS™ es que cumplen con excelencia una de las máximas de la seguridad documental, ya que ambos son dispositivos de seguridad fáciles de reconocer por el usuario en una primera línea de inspección; es decir, a través del uso de los sentidos y mediante actos simples y “económicos”, sin apelar a ningún tipo de instrumental óptico o lumínico.

Sin duda alguna la aplicación de cualquiera de estas dos tecnologías implica una nueva forma de producir papel moneda y es tal el impacto producido en esta industria que algunos numismáticos están clasificando a los ejemplares mencionados como la primera generación de billetes híbridos.<sup>47</sup>

## 2.2. Tintas

Un segmento del mercado de los insumos para la fabricación de billetes aún más reducido es el de las tintas de seguridad. Éstas representan otro de los elementos componentes del billete auténtico. Con la tinta fiduciaria se realiza la impresión de los motivos policromados, leyendas, números, etc., que se observan en el mismo. Los elementos que entran en la composición de este tipo de tintas no son conocidos por el peligro que provocaría su producción para ser utilizadas en falsificaciones. Por ello deben presentar una serie de propiedades físicas, químicas y particularidades de seguridad.<sup>48</sup>

<sup>47</sup> Vid. <http://seguridaddocumental.blogspot.mx/2009/05/billetes-hibridos.html>

<sup>48</sup> Cfr. INNES, Brian. (2008) *Fraudes, Estafas y Falsificaciones*. Madrid: LIBSA.

En este punto podemos mencionar la composición general de las tintas, a partir de tres elementos básicos:

- a) El vehículo. Es la sustancia en la que se mezclan todos los componentes de la tinta: pigmentos, secativos, adherentes, así como diversos materiales como partículas de metal, entre otros.
- b) El pigmento. Constituye la sustancia con propiedades cubrientes y de color, a partir de partículas finamente molidas. Es obtenido por diferentes medios como la combustión incompleta del gas natural y otros derivados del petróleo, así como también de diferentes minerales.
- c) El barniz. Es el elemento procedente de resinas vegetales y sintéticas que otorgan a la tinta brillo e intensidad cromática.



Fig. 30) Izq. Tintas fluorescentes. Der. Tinta magnética. Ambas imágenes son de referencia, ya que debemos recordar que las tintas fiduciarias no se manejan de manera comercial y son fabricadas especialmente para las grandes empresas dedicadas a la impresión de billetes.

A continuación, señalamos las principales características de las tintas fiduciarias:

- I. Excelente imprimibilidad usando cuales quiera de los sistemas de impresión. Estas tintas tienen una óptima afinidad química al sustrato de impresión —papel o polímero—, pudiéndose aplicar por los principales sistemas de impresión empleados en la elaboración del papel moneda: offset húmedo y seco, calcográfico y tipográfico.
- II. Permite incluir diversos medios de protección o dispositivos de seguridad. Estas tintas admiten la adición de finas partículas que permiten el efecto óptico de variabilidad del color o componentes ferromagnéticos entre otros.

III. Súper adherencia. Se refiere al anclaje permanente, es decir, toda vez realizada la impresión, será muy difícil, sino imposible, eliminarla por medios comunes, quedando incluso vestigios cuando el papel es quemado. Esta será una de las características principales a evaluar en la detección de billetes falsos, pues éstos tienen un deterioro y desprendimiento de las tintas.

IV. Resistencia a la friccionalidad. Ésta refiere al manipuleo y rozamiento constante de los billetes, y que, a pesar de ello, estas tintas resisten al desgaste incluso del propio papel moneda.

V. Resistencia al calor, luz natural y artificial. Los pigmentos de las tintas fiduciarias no presentan decoloración —aun bajo exposición permanente a la luz.

VI. Resistencia a los disolventes, reactivos químicos, lejías, detergentes y jabones.

VII. Resistencia al agua (caliente o fría).

VIII. Resistencia al sudor.

En la impresión de papel moneda entran en juego toda una variedad de tintas que determinan un producto sofisticado y de alto nivel de seguridad. Las tintas fiduciarias se fabrican en colores especiales —no comerciales— y pueden utilizarse en diferentes sistemas de impresión como offset húmedo, offset seco, serigráfico, calcográfico, tipográfico, entre otros; logrando colores fuertes y homogéneos, aunque también se buscan tonos o matices que sean difíciles de balancear por las fotocopiadoras a color.

Otros tipos de tintas, que también se incorporan mediante esos sistemas de impresión, son las tintas de seguridad usadas especialmente para verificar la autenticidad de los billetes y detectar la falsificación de los mismos. Estas tintas que desarrollan reacciones bajo determinadas condiciones son las fluorescentes, las de variabilidad óptica, metaméricas, fotocromáticas, metálicas, magnéticas, e iridiscentes, entre otras. Todas estas tintas son controladas antes y después de la impresión —incluso cuando finaliza el ciclo de vida de los billetes—, para de esta manera, evaluar la persistencia e inmutabilidad de sus características.<sup>49</sup>

Características de seguridad en las tintas:

- Doble coloración. Cambian de color de acuerdo a la disposición de la luz o por reacción al aplicársele alguna sustancia especial.

<sup>49</sup> Vid. NAVARRETE Molina, Raúl. *Grafoscopia y Documentoscopia*, Universidad Popular Autónoma de Veracruz, 2012

- Magnetismo. Cuando las tintas presentan magnetita u óxido de hierro en su composición, son detectadas por sensores magnéticos.
- Conductividad eléctrica. Las tintas son capaces de conducir corriente eléctrica.
- Visibilidad con filtro. Se observan con nitidez sólo a la aplicación de filtros (lentillas de colores).
- Luminiscencia o invisibilidad. No se ven a simple vista, sino que emiten cierta luminosidad frente a la aplicación de la luz Wood o ultra violeta.

### 2.2.1. Fluorescentes UV

Estas tintas contienen sustancias fluorescentes (pigmentos) que se iluminan cuando se exponen a la luz ultravioleta (la longitud de onda suele ser de 365 a 254 nanómetros). Los pigmentos no son visibles bajo la luz de día normal, sólo bajo la luz UV. El mismo pigmento puede tener diferente sensibilidad a la radiación UV de diferentes rangos espectrales. La tinta puede ser utilizada para la impresión de ciertos elementos gráficos y los patrones generales de los billetes de banco como valor nominal (en número y en letra) o número de folio entre otros.<sup>50</sup>



Fig. 31) Tintas fluorescente de respuesta UV. Imagen tomada de la página web de la empresa suiza SICPA.

<sup>50</sup> Apud. Glosario de Billetes. <http://regulaforensics.com>



Fig. 32) Anverso del billete de 50 euros con tintas fluorescentes sensibles a la luz ultravioleta.

Cuando se imprime con tintas invisibles fluorescentes, una luz UV de 365 nm es utilizada en el extremo de la prensa, y antes de imprimir, y para evitar que la tinta se contamine, es importante asegurarse que la prensa haya sido sometida a una buena limpieza. Los diseños con estas propiedades se potencian aún más, debido a que en la producción de papel moneda se emplea soporte exento de fluorescencia. La impresión con tinta fluorescente invisible se puede ver tantas veces se exponga a luz UV y desaparecerá cuando la luz sea apagada. Los colores disponibles pueden ser: rojo, azul, verde, turquesa, aguamarina, oro, naranja y amarillo; y se pueden imprimir a través de: offset húmedo, offset seco, tipografía, serigrafía, flexografía base UV y calcografía.

Las tintas fluorescentes invisibles se utilizan en casi todos los documentos de seguridad para prevenir falsificaciones tales como cheques, pasaportes, licencias de conducir, en los que se utiliza la luz UV para verificar la autenticidad del documento.

### 2.2.2. Ópticamente variables

La más conocida es la denominada tinta OVI® (Optically Variable Ink), siglas que conforman la marca registrada patentada por la firma suiza SICPA. Consiste en una tinta que contiene en su estructura finas partículas que otorgan el efecto óptico de variabilidad del color cuando se cambia el ángulo de incidencia de la luz y de observación. No precisa de medios indirectos para su reconocimiento y desde su aparición en la década de 1980 se ha convertido en uno de los dispositivos de seguridad más eficaces en seguridad documental, ya que es fácil de reconocer y evaluar. En el caso de SICPA, una vez que vende tinta con determinado cambio de color a un país o empresa, lo retira del mercado, para que de esa manera no exista el mismo cambio de color en distintos documentos.<sup>51</sup>

<sup>51</sup> *Ibidem*



Fig. 33) Acercamiento a impresión con tinta OVI en un billete tailandés.

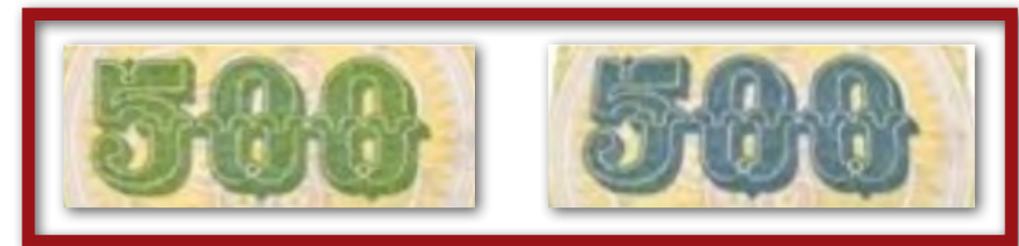


Fig. 34) Acercamiento a impresión con tinta OVI incluida en las rupias mediante calcografía.

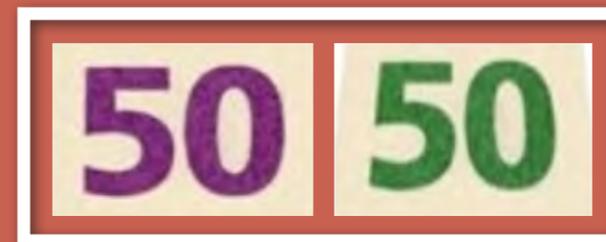


Fig. 35) Acercamiento a impresión con tinta OVI incluida en los billetes Euro mediante serigrafía.

Es óptica porque la observación se realiza en forma directa, al ojo del observador se hace visible el cambio de tonalidad, cuyos colores son variables como su nombre lo indica, de acuerdo a la ubicación del billete respecto a la fuente de luz y ángulo de observación, —como se observa en las Figs. 34 y 35— la variación de color es contundente y fácilmente reconocible.

La tinta OVI® es una de las más caras en el mercado de la seguridad documental, y por consiguiente solamente se emplea en sectores reducidos. En un principio se la incluía al papel moneda mediante el sistema calcográfico, pero hoy en día también es posible emplear la serigrafía con tal fin.<sup>52</sup>

Otro ejemplo de las tintas ópticamente variables es la denominada SPARK®, también de SICPA. En este caso se trata de una tinta magnética ópticamente variable (OVMI) ya que la orientación de los pigmentos se realiza durante la impresión mediante la aplicación de un

<sup>52</sup> Más adelante, en este mismo capítulo, hablaremos de los sistemas de impresión.

campo magnético. Igualmente, se la identifica variando el ángulo de observación o iluminación, pero al cambio de color se le suma un efecto visual dinámico (como una barra que se desplaza). Su efecto es más eficaz cuando se incorpora al soporte mediante serigrafía.



Fig. 36) Primer billete en usar la tinta SPARK (China, 2008). La tinta se ubica en el "10" del sector superior izquierdo.

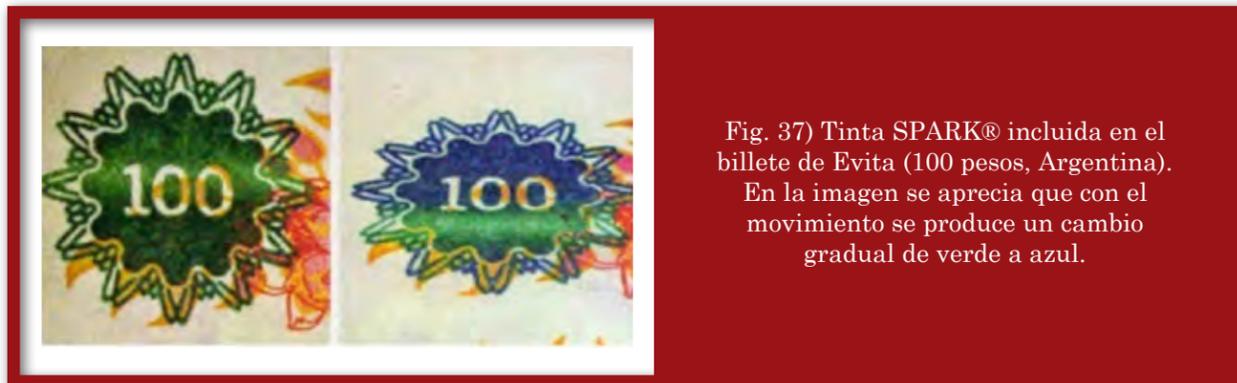


Fig. 37) Tinta SPARK® incluida en el billete de Evita (100 pesos, Argentina). En la imagen se aprecia que con el movimiento se produce un cambio gradual de verde a azul.

### 2.2.3. Metaméricas

Estas tintas, desarrolladas en par, ofrecen bajo luz natural el mismo color, pero cuando son sometidas a una fuente de luz infrarroja (longitud de onda 870 nm) surgen diferencias en el color. Las propiedades infrarrojas (IR) van incorporadas en los pigmentos de las propias tintas. Éstas tienen diferente respuesta en el infrarrojo, por contar con niveles de absorción diferentes en dicho espectro —algunas tintas absorben y otras reflejan el infrarrojo. Las características IR suelen aplicarse combinando tintas transparentes con tintas opacas al IR. Como resultado, cuando se examinan los billetes de banco usando dispositivos especiales, sólo imágenes IR-visible se puede ver en el monitor del dispositivo.

En ocasiones, con los billetes de polímero, se incluye en el propio soporte el filtro metamérico, como es el caso de los billetes de 2000 lei rumanos o los de 10 reales brasileños, que se ilustran a continuación.



Fig. 38a) Anverso y reverso del billete brasileño de 10 reales con ventana transparente con filtro verificador.



Fig. 38b) Cuando el billete es doblado por el anverso y el filtro es sobrepuesto a una de las embarcaciones impresas en el lado opuesto, la aplicación del filtro permite visualizar la figura de un número "10". (Imágenes: Banco Central do Brasil).

Esta tinta es empleada en muchos de los billetes actuales, como el dólar, euro y rublos rusos, pero en estos casos resulta necesario contar con instrumental adecuado para poder observar las cualidades sensibles a esas longitudes de onda. Si una figura está impresa con dos tintas de idéntico tono o matiz, pero diferentes propiedades, al someterse a luz del espectro infrarrojo se verá sólo la parte de la figura correspondiente a la zona impresa con tinta reflejante de la luz infrarroja.



Fig. 39) Imágenes percibidas en los billetes de 50 euros y de 50 dólares estadounidenses examinados con luz infrarroja.

## 2.2.4. Iridiscentes

Son tintas con la capacidad de cambiar de color o brillo cuando se varía el ángulo de observación o iluminación, propiedad inimitable por las fotocopiadoras o impresoras láser que intervienen en la producción de papel moneda falso. Tienen componentes de mica y se pueden localizar en billetes modernos que las incluyen mediante serigrafía en dispositivos con formato de banda. El nombre proviene de la palabra griega “iris” que significa luz, y la iridiscencia se basa en la difracción e interferencia de la luz.

Al contrario de los efectos que se disparan en estas tintas iridiscentes, en las tintas corrientes el brillo y color son independientes del ángulo de iluminación y observación.



Fig. 40) Acercamiento a la banda con tinta iridiscente.  
Izq. En billete chileno. Der. En billete noruego.



Fig. 41) Acercamiento a la banda con tinta iridiscente.  
Izq. En billete euro (2002). Der. En billete checo.

## 2.2.5. Magnéticas

En la impresión de papel moneda se utilizan tintas con propiedades magnéticas que se logran con el agregado de componentes ferromagnéticos, los cuales tienen una reacción específica para el campo magnético externo. Los componentes se pueden añadir a la tinta de cualquier color o barnices incoloros. Los textos o imágenes impresos por la tinta pueden ser identificados por sensores magnéticos especiales o visualizarse mediante dispositivos especiales. Con estas tintas se imprimen números de serie o fragmentos de figuras. Por ejemplo, una figura monocromática puede ser impresa con dos tintas del mismo tono, pero con diferentes características magnéticas, lo cual será verificable mediante el uso del escáner o detector magnético, conocido también como detector de falsificaciones.

En los Estados Unidos las tintas magnéticas para uso bancario deben cumplir ciertas especificaciones, dadas por The American Bankers Association, consistentes en determinados requerimientos magnéticos para el pigmento e inducción residual. La fórmula está compuesta por óxido de hierro, pigmentos y vehículos de compuestos oleosos, con resinas de baja acidez. Las casas de moneda en Estados Unidos suelen colocar estas tintas para algunos billetes de papel moneda como medida de seguridad adicional.



Fig. 42) Tinta magnética en un dólar estadounidense visto mediante escaner magnético.

## 2.2.6. Metálicas

Su denominación se debe a su composición química, dado que cuenta con componentes metálicos —por ejemplo, de aluminio o de bronce—, que se utilizan como componentes de las tintas de impresión para obtener superficies con brillo metálico. La tinta metálica no es una tinta de seguridad propiamente dicha, puesto que se puede obtener sin restricciones para ser utilizada con cualquier impresora en el mercado. Sin embargo, sí es una tinta anti-copia, ya que no es posible reproducir el efecto original en una copia realizada en cualquier tipo de impresora.



Fig. 43) Acercamiento del dispositivo impreso con tinta de componentes metálicos e imagen latente en seco en billete de Belice.



Fig. 44) Anverso del billete hondureño de 20 lempiras, emisión 2000, donde se observa en la esquina superior derecha el dispositivo de seguridad impreso con tinta de componentes metálicos. En la imagen de la izquierda se aprecia un acercamiento de esta impresión.

## 2.2.7. Fotocromáticas y termocromáticas

Las fotocromáticas son sensibles a la luz y cambian u oscurecen su color al ser sometidas a ese estímulo. Si bien no se han empleado en papel moneda, han existido estudios referidos a la posibilidad de incluirlas en este tipo de documento, aunque hasta el momento sin resultados positivos. Las tintas termocromáticas son sensibles al calor, cambian de color según la temperatura. El cambio es reversible. Se han empleado en billetes de Letonia, insertas en la denominación de 100 y 500 lats, emisión 2008.<sup>53</sup>



Fig. 45) Izq. Anverso de un billete de 500 lats de Letonia, emisión 2008. Der. Detalle de la denominación impresa con tinta termográfica.

## 2.3. Sistemas primarios de Impresión

Además de los soportes y materiales pigmentantes (tintas), el punto esencial en la fabricación del papel moneda consiste en los Sistemas de impresión. Los sistemas primarios para la impresión de un billete son Offset (sistema litográfico), Calcografía (sistema de huecograbado) e Imprenta (sistema tipográfico). Estos sistemas son los principales de acuerdo a los estándares internacionales de fabricación del papel moneda, y podemos señalar que, con sus respectivas modificaciones —de acuerdo a la evolución tecnológica de cada sistema—, se han venido utilizando desde el último tercio del siglo XIX hasta nuestros días.

En este sentido, vale la pena reseñar brevemente el uso de estos sistemas de impresión utilizados en la fabricación del billete. De inicio, es importante recordar que en el siglo XVII los primeros “billetes” (certificados de depósito y pagarés) se realizaban a mano, incluyendo

<sup>53</sup> <http://seguridaddocumental.blogspot.mx/2009/05/tintas-fotocromaticas-y-termocromaticas.html>

firmas rubricadas para validar su legitimidad. A finales de ese siglo se empezaron a emitir billetes impresos por medio del sistema tipográfico (imprenta), y únicamente los folios y firmas eran manuscritas. En el siglo XVIII los primeros billetes impresos que aparecen en Europa, se realizaban básicamente en Imprenta (con algunos sellos en Calcografía) utilizando tipos diferentes a los usados comercialmente, tanto en el texto como en las viñetas, siendo esto un elemento de seguridad. Ya en el siglo XIX con la invención de la litografía, ésta fue incorporada en la impresión de los billetes, llegando inclusive, a imprimirse billetes sólo con este sistema (como los billetes rusos de 1840). Aunque de manera general en este siglo, predominan los sistemas calcográfico y litográfico en la impresión de papel moneda. Después de 1850, con la aparición de la máquina foliadora, bajo el principio tipográfico, se retoma el uso de la imprenta para elementos variables como fecha, folios, y firmas.

Ahora bien, en términos generales para describir la producción de papel moneda, podemos decir que el billete se origina con el encargo del país que lo requiere, el cual envía las especificaciones de tema, denominación, sustrato, tintas, tamaño, colores, tipos de impresión y dispositivos de seguridad. La casa emisora inicia la labor con el diseño de los motivos que presentará el nuevo billete. Los motivos del tema pueden ser elaborados a mano y/o con avanzada tecnología (computadores y láser). Cuando está definida la imagen principal, los diseñadores seleccionarán los elementos gráficos y dispositivos de seguridad más adecuados para su reproducción en los diferentes sistemas de impresión a utilizar.

La impresión se efectúa en equipos sofisticados de alta tecnología (automatizados totalmente), como aquellos de sistema Offset que imprimen los fondos de billetes en anverso y reverso simultáneamente. Este tipo de impresión permite incluir microtextos, patrones de finas líneas o puntos y registros perfectos —imágenes incompletas impresas en ambos lados del billete que a contraluz pueden verse en su totalidad— difíciles de reproducir con impresoras ordinarias o que se distorsionan al fotocopiarse. Los motivos y títulos principales normalmente se realizan con impresión calcográfica (intaglio) que transfiere una mayor cantidad de tinta al papel aplicado a alta presión, produciendo un relieve sensible al tacto, consiguiendo imprimir tres o más colores en una sola pasada. La Calcografía generalmente sólo se utiliza en el anverso. La impresión tipográfica permite aplicar folios que identifican a cada billete. Posteriormente sigue un cuidadoso proceso de revisión y selección, tanto en los pliegos como en los billetes ya cortados, para dividirlos con fajillas y posteriormente empaquetarlos de acuerdo a las especificaciones del banco emisor, todo ello con una precisión exacta.

Todo el papel moneda comienza con la preparación del molde maestro, basado en la denominación. Estos deben labrarse por grabadores que trabajan con placas de acero. La firma del titular se expande en una hoja para copia. Un grabador replica el diseño usando una pluma especial. Los movimientos del grabador son copiados por una máquina que hace los mismos

movimientos y corta la firma en el molde.<sup>54</sup> La placa maestra debe reproducirse para conformar una matriz que contenga la cantidad de billetes que puedan caber en el pliego del papel de acuerdo al formato del billete, para imprimir pliegos con varios billetes en lugar de un solo billete a la vez. Este procedimiento se realiza tanto para el anverso como para el reverso de los billetes.

La matriz referida se realiza colocando una hoja de plástico sobre el molde y se calienta para obtener las impresiones del molde. Esto se hace de acuerdo al número de billetes que contendrá el pliego. Estas hojas de plástico se unen para formar la planilla de billetes, la cual será sumergida en un tanque donde se electrochapa cobre a la superficie en una imagen empotrada del diseño levantado en el plástico. El alto de plástico se remueve y el bajo de cobre se envía a inspección. Si no hay fallas, se cubre en cromo para endurecerlo. Ahora es una placa maestra de impresión. El papel se corta del mismo tamaño que la placa maestra de impresión para proceder a la impresión de la planilla de billetes. Todas las figuras, letras, adornos, colores, etc., que presenta tanto el anverso como el reverso del billete, han sido efectuados por algún procedimiento de impresión.



Fig. 46) Algunas etapas en la elaboración de papel moneda.

A continuación, describiremos estos sistemas principales de impresión, considerando el orden en el que se utilizan en la fabricación de un billete.

<sup>54</sup> Vid. HESSONG, Athena. “¿Cómo se hace el papel moneda?”. Disponible online: [http://www.ehowenespanol.com/papel-moneda-como\\_461245/](http://www.ehowenespanol.com/papel-moneda-como_461245/)

### 2.3.1. Offset (sistema litográfico)

La litografía viene de las voces *lithos* (piedra) y *graphein* (dibujar, escribir); y se ha definido como el arte de estampar mediante grabados efectuados sobre piedras de caliza de grano muy fino, preparadas al efecto. Se llama de igual forma —por extensión, a los procedimientos de estampación basados en ese sistema, y cuyas estampas resultantes tienen el mismo aspecto que las conseguidas mediante el grabado sobre piedra caliza, aunque la matriz de impresión sea de otro material.<sup>55</sup>

En general el proceso del sistema litográfico se fundamenta en la inmiscibilidad que tienen los cuerpos grasos con el agua; es decir, al no poder mezclarse por su naturaleza, estos elementos se repelen.

Se denomina Offset al sistema de máquinas rotativas para imprimir en litografía. De manera general, en las artes gráficas se ha usado los términos litografía y offset como sinónimos. Para el tema que aquí nos ocupa, cabe señalar que las impresiones litográficas de los primeros billetes se llevaron a cabo con piedras litográficas o sus sistemas evolucionados, como planchas de zinc o aluminio, y en la actualidad siempre se llevan a cabo por sistema Offset.<sup>56</sup>



Fig. 47) Antiguas piedras litográficas para impresión de papel moneda español.

<sup>55</sup> Apud. WILSON, Daniel: *Lo esencial de la Litografía*. México: Graphic Arts Technical Foundation. Graphictype México, 2000, pp. 5-8.

<sup>56</sup> Apud. AAVV. *Manual de técnicas de impresión-Offset*. México: D.R. CANAGRAF, Delegación Valle de México., 2007.

En el proceso de impresión del papel moneda, el Offset es el primer sistema de impresión utilizado. Es un método de impresión indirecto. En este sistema el elemento impresor [matriz] no tiene relieve, en consecuencia, las áreas del billete que lo contienen, se encuentran totalmente sin relieve (en plano).

En la impresión Offset de billetes se emplean rotativas dobles pudiendo imprimir las dos caras del papel a la vez. Teniendo dos matrices y dos cilindros en paralelo pueden imprimirse los fondos de anverso y reverso de los billetes en una sola pasada. Una de las características especiales entre las máquinas Offset comerciales y las máquinas Offset para impresión de billetes, es que estas últimas poseen entintado múltiple por cada matriz de impresión, con lo que se logra imprimir hasta tres tintas en la misma matriz por pasada.

Habitualmente se emplea para la confección de los fondos de los billetes, ya que permite la impresión de varios colores en gamas muy claras, es decir, colores muy pálidos o atenuados. También con este sistema se estampan diversos diseños de seguridad como microtextos, registro perfecto, así como impresión iris que consiste en una textura de fondo con suave degradado de una tinta a otra.<sup>57</sup> Una de sus principales características es su nitidez de impresión, imprimiendo rasgos muy finos y que, por el tipo de tintas utilizado, la impresión queda mate, sin el brillo de las tintas grasas de la litografía clásica.



Fig. 48) Anverso y reverso de un billete impreso mediante Offset.



Fig. 49) Detalle de impresión Offset en fondo de seguridad. Izq. Billeto colombiano. Der. Billeto venezolano.

<sup>57</sup> Vid. <http://seguridaddocumental.blogspot.mx/2009/04/offset.html>

El sistema Offset es considerado económico y podemos señalar como ejemplo que, en algunos países en períodos de escasez de metal, el Offset se ha utilizado para imprimir moneda fraccionaria en billete. Otro ejemplo que podemos referir, es el de los billetes españoles de baja denominación (1 y 5 pesetas), que en el período de los años treinta a cincuenta, casi todos fueron impresos en litografía.



Fig. 50) Billetes españoles de 1936 impresos en litografía.

Actualmente las máquinas de Offset para los procesos de impresión de papel moneda, utilizan una serie de planchas delgadas que pueden ser metálicas o de polímero. Estas máquinas automatizadas utilizan un dispositivo CTP (*Computer to Plate*) especial que expone la plancha mediante láser, que se controla en base a la información de un fichero digital. El offset seco, variante del húmedo, posee sus formas en relieve y por eso mismo no exige la participación del agua como elemento de repulsión. Esta última variante es la más empleada en la producción actual de papel moneda.



Fig. 51) Máquina Offset modelo *Simultan* para impresión de billetes suecos.



Fig. 52) Imagen de máquina Offset modelo *Simultan* donde se puede apreciar la placa para impresión del reverso del billete de 100 pesos mexicanos.

#### Características del Sistema litográfico en el papel moneda:

- a) No presentarán alto ni bajo relieve (sin asperezas ni depresiones).
- b) Sus bordes se encuentran definidos.
- c) La tinta impresa con este método se percibe como una fina o suave capa que penetra al papel.

#### Ubicación del Offset en el papel moneda:

- Fondo de seguridad
- *Tonus rompus*
- Imágenes secundarias
- *Guilliches* (en emisiones recientes en billetes extranjeros como el franco suizo)



Fig 53) Revisión de fondos de seguridad impresos en Offset en billetes colombianos.

### 2.3.2. Calcografía (sistema de huecograbado)

La Calcografía es el arte de estampar dibujos mediante láminas metálicas grabadas en hueco. En su forma más clásica, consiste en la ejecución de un dibujo sobre una plancha metálica, generalmente, cobre o acero, efectuado por medio de buril, ácido —o por ambos—, de manera que el dibujo a estampar quede realizado en hueco y de forma especular respecto a la imagen que se quiere obtener. Se denomina también huecograbado o impresión por talla dulce; asimismo se le conoce con la voz de origen italiano “*intaglio*”, ya que el término Calcografía se traduce al inglés como *intaglio printing*. Este sistema de impresión fue utilizado desde el siglo XV, a partir de la técnica del nielado, que se empleaba en platería, y consistente en perfilar las figuras sobre la plancha de plata mediante un buril y rellenar el hueco efectuado, con plata y plomo, de forma que quedaba una línea negra dibujando la figura. Al sustituir la mezcla del niel por tinta, y prensar la plancha metálica sobre papel, se obtuvo un método para reproducir imágenes.



Fig. 54) Billete español con impresión calcográfica.

El entintado de la plancha se lleva a cabo de forma que la línea profundizada quede llena de tinta y la superficie de la plancha, prácticamente limpia. Posteriormente se procede a la limpieza total de la superficie de la plancha y al humedecido del papel. Apretando la plancha contra el papel por medio de la prensa —primitivamente un tórculo—, la tinta del surco se deposita en el papel, con lo que el dibujo queda impreso y, al mismo tiempo, las líneas adquieren relieve, mayor cuanto más profundo sea el grabado de la línea. Al quedar el dibujo estampado en relieve, se dificulta su falsificación por medios fotográficos, ya que éstos no pueden simular dicho relieve, el cual es fácilmente detectable al tacto.



Fig. 55) Ejemplos de impresión calcográfica. (Detalles)  
Izq. Billete venezolano. Der. Dólar estadounidense.

El relieve de la calcografía puede parecer que se trata simplemente de una impresión que deja la tinta sobre el billete. En realidad, el relieve no se debe tanto a la tinta, como a la deformación que sufre el papel con la impresión. La impresión calcográfica es en realidad una fina capa de tinta sobre las líneas que quedan en relieve, es más, muchos billetes del mundo llevan impresiones calcográficas sin tinta. El relieve no se logra, únicamente, por embutición del papel sino por la succión que hace la tinta al ser extraída del surco debido a su gran viscosidad. Es tan importante el efecto de embutición y succión que no sólo deja una depresión en el reverso del billete, sino que deforma el papel con marcas y ondulaciones.



Fig. 56) Detalle de la placa grabada y su impresión calcográfica sobre fondo de seguridad en billete colombiano.



Fig. 57) Diseño de billetes con tecnología digital.

El procedimiento no era nada sencillo pues requería de la formación y especialización de artistas grabadores de las planchas para realizar una obra con la perfección requerida para un billete, esto hacía que el número de artistas capaces de labrar las planchas fuera sumamente escaso. Sin embargo, es pertinente señalar que, aunque tradicionalmente su elaboración se realizaba a mano con la utilización de buriles, el procedimiento ha ido evolucionando a la par de la tecnología, accediendo a computadoras y reproducción láser, y actualmente, tanto los diseños como las planchas, se realizan por medios digitales con la nueva tecnología de CTP (Computer to Plate), mejorando la exactitud y fiabilidad de los duplicados. Pero, ya sea que hayan sido elaborados a la manera antigua o por los medios actuales, los diseños siempre han contribuido a incrementar la seguridad contra falsificaciones.

La estampación calcográfica de los billetes se realiza a partir de la plancha original efectuada por el grabador. Ésta se reproduce, por medio del procedimiento de galvanoplastia, en una plancha o cilindro matriz, tantas veces como efectos se deseen imprimir de una sola vez, para formar un pliego, efectos que serán todos absolutamente idénticos al original. Esta plancha matriz se cromada superficialmente para darle la suficiente dureza, e impedir un desgaste prematuro.



Fig. 58) Detalle de matriz calcográfica en rodillo para la impresión de dólares estadounidenses.

Por sus características, la Calcografía es el segundo sistema empleado en la impresión del papel moneda, —después del Offset. La impresión calcográfica se considera una de las medidas fundamentales anti falsificación por el relieve que adquiere el dibujo reproducido y que es inimitable por los sistemas de impresión con los que se efectúan las falsificaciones. En ocasiones, los falsificadores hacen un estriado sobre los dibujos del falso para dar la sensación de relieve. La calcografía permite que, por medio de líneas y puntos distribuidos con mayor o menor distancia, se logre la sensación de profundidad y volumen de la imagen y

hasta sensaciones de tonos y texturas.<sup>58</sup> Otra singularidad de este tipo de impresión son los filamentos o hilos de tinta que se desprenden de los bordes de los diseños impresos, solamente visibles con lupa. Con este sistema se estampan los motivos principales, la denominación y se incorporan elementos como la imagen latente, microimpresiones, tinta OVI y las marcas táctiles para invidentes.



Fig. 59) Izq. Ejemplo de impresión calcográfica en un billete español de 1000 pesetas. Der. Detalle.

Modernas prensas calcográficas como el tipo *Simultan Intaglio Color* de la KBA (Koenig & Bauer Aktiengesellschaft), se utilizan actualmente para la impresión calcográfica en los billetes. Estas máquinas se caracterizan por tener entintado múltiple por cada matriz de impresión, con lo que se logra imprimir hasta tres tintas en la misma matriz por pasada.

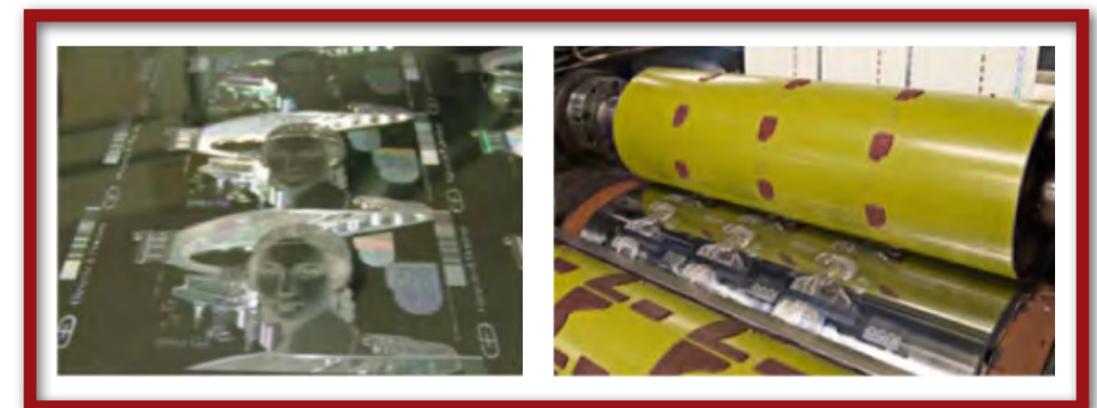


Fig. 60) Izq. Acercamiento de matriz para impresión calcográfica de billetes. Der. Detalle de máquina calcográfica de multientintado para impresión de billetes.

<sup>58</sup> Apud. MARTIN, Judy. *Enciclopedia de Técnicas de Impresión*. Barcelona: Acanto, 1996.

En términos generales podemos describir el procedimiento a partir de que la placa maestra se afianza a un cilindro de impresión. La tinta cubre la placa maestra de impresión, y el exceso se limpia, dejando sólo la tinta en los huecos de la placa de impresión. Cada hoja se presiona entre la placa y el cilindro de impresión. Se ejerce una fuerza de impresión de 15000 psi para imprimir la tinta sobre el billete. Como resultado la tinta queda ligeramente levantada sobre la superficie del billete.



Fig. 61) Fotomicrografía de impresión calcográfica en un billete de 100 libras esterlinas. (Detalle).

#### Características del Sistema Calcográfico en el papel moneda:

- Las tintas de la impresión quedarán en alto relieve, siempre perceptibles al tacto, por las pequeñas protuberancias o asperezas que produce la tinta.
- La tinta quedará grumosa o de superficie irregular (perceptible a través de cuentahilos).
- En los bordes se aprecian filamentos o hilos de tinta (perceptibles a través de cuentahilos).
- Los tonos de las tintas son de elevada intensidad cromática, por lo denso que caracteriza a la técnica calcográfica.



Fig. 62) Acercamiento a impresión calcográfica en billete estadounidense donde se pueden apreciar los filamentos o hilos de tinta, característicos de este sistema de impresión.

#### Ubicación de la Calcografía en el papel moneda:

- Imagen principal
- Viñeta
- Textos administrativos
- Valores numérico y literal
- Escudo del banco emisor
- *Guilliches* (generalmente en billetes antiguos)
- El marco del billete (generalmente en billetes antiguos)

También podremos encontrar eventualmente la impresión con esta técnica en los siguientes espacios: Lugar y fecha, Firmas y Post-firmas.



Fig. 63) Acercamiento a detalles con impresión calcográfica en guilliches y marco del billete en papel moneda mexicano de 1884 y 1913, respectivamente.

### 2.3.3. Imprenta (sistema tipográfico)

Como es sabido, la Imprenta tiene sus antecedentes en China, aunque su desarrollo y aplicación tal como la conocemos, lo encontramos en Europa en 1450 con Gutemberg. Es el tercer sistema usado en la impresión de papel moneda, se caracteriza por disponer de matrices o moldes en relieve, confeccionados en metal del tamaño y forma deseados denominados tipos, de donde viene el nombre al procedimiento. Se emplea para estampar numeraciones, resellos, firmas o diseños con tintas invisible o magnética. En el microscopio se distingue esta impresión porque deja bordes recargados de tinta y un leve bajorrelieve en el soporte; y además la caja del escrito en las numeraciones suele ser irregular. Como ejemplo podemos referir los tipos de la máquina de escribir.<sup>59</sup>

La impresión Tipográfica se emplea esencialmente para la impresión del folio que es el número que identifica a cada billete de manera única, —no debe existir más de un billete con el mismo folio. La impresión de los folios se realiza con una máquina cilíndrica tipográfica que imprime números distintos a cada billete por medio de una foliadora. Para lograr esto, se montan en la máquina de 60 a 120 foliadoras, que cambian automáticamente de número en cada vuelta de la máquina. Estas foliadoras reciben la tinta de un rodillo y la transfieren directamente al papel. A través de una computadora, se verifica que cada billete tenga un número distinto.<sup>60</sup>

Recientemente se han incluido en los folios, números con tamaños crecientes o variables, así como el uso de dos tintas para hacer más compleja su reproducción con foliadoras o impresoras regulares.



Fig. 64) Acercamiento al detalle de la impresión tipográfica del folio en billete chileno.

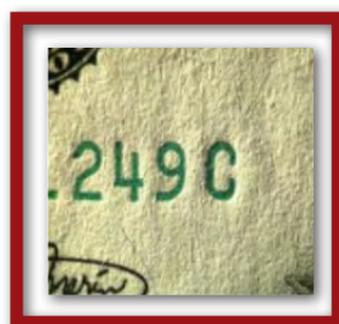


Fig. 65) Acercamiento al detalle de la impresión tipográfica del folio en dólar estadounidense.



Fig. 66) Billete chileno de mil pesos (emisión del año 2000) con detalles de las áreas donde se imprimen tipográficamente los folios.



Fig. 67) Acercamiento al detalle de la impresión tipográfica del folio en el billete conmemorativo de 25 dirhams del año 2012 por el 25 aniversario de la Casa de la Moneda del Banco Central de Marruecos.



Fig. 68a) Ejemplo de máquina cilíndrica foliadora

Cabe resaltar que las foliadoras actuales cuentan con dispositivos mecánicos sofisticados conocidos como bloques de numeración, cuya superficie de impresión cambia cada vez que el papel la golpea. El principio es que cuando se realiza la impresión, se empuja un émbolo hacia abajo que obliga a las ruedas numeradas a girar. Estos números están entintados, permitiendo así, dejar un número diferente —de 7 a 12 dígitos— con cada impresión.

<sup>59</sup> Apud. MARTÍNEZ de Sousa, José. *Diccionario de Edición. Tipografía y Artes gráficas*. España: Trea, 2001

<sup>60</sup> Vid. <http://sonumex.blogspot.mx/2016/01/la-industria-de-los-billetes.html>



Fig. 68b) Ejemplos de máquinas cilíndricas donde se montan los bloques de numeración para la impresión tipográfica de los folios en billetes.

#### Características del Sistema Tipográfico en el papel moneda:

- a) Ligera depresión, producida por el tipo metálico que presiona al papel, dejando una huella en bajorrelieve.
- b) Presencia de rebabas (acumulaciones de tinta) en los bordes, dándole una mayor intensidad a los mismos, producidos por el escape o fuga de la tinta depositada en el tipo hacia los costados del borde al momento de efectuarse la presión indicada.

#### Ubicación de la Tipografía en el papel moneda:

- En el número de folio.
- Eventualmente en sellos, firmas, lugar y fecha.

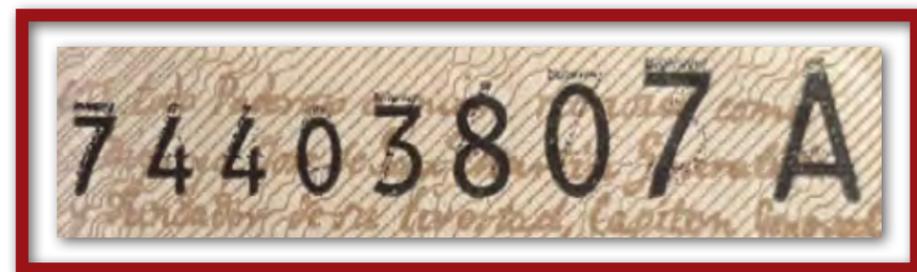


Fig. 69) Acercamiento al detalle del folio (con números en tamaño creciente) en billete argentino. Además de apreciarse claramente las características de la impresión tipográfica se puede apreciar una reimpresión del folio.



Fig. 70) Anverso de billete argentino de 5 pesos donde se puede apreciar la impresión tipográfica de folios en dos diferentes áreas, con diferente color de tinta, dirección (vertical y horizontal) y tamaño.

## 2.4. Sistemas secundarios de Impresión

Es un hecho que cada sistema de impresión presenta características de solución particulares para cada tipo de necesidad de reproducción, ya sea por el formato, por la afinidad química de los materiales, por el volumen de impresión, por los efectos visuales, por la flexibilidad de combinarse con otros sistemas de impresión, etc. El avance tecnológico ha permitido que las especificidades de cada sistema de impresión se adapten o flexibilicen posibilitando su uso en áreas diferentes a las que comúnmente se utilizaban. Es el caso que aquí nos ocupa: la impresión de seguridad en el papel moneda.

*Sistemas secundarios de impresión* será la designación a todos los otros sistemas de impresión diferentes de los fundamentales en la impresión del papel moneda y que no se usan de manera frecuente en la confección de éste tradicionalmente.

Los fabricantes de billetes experimentan y combinan con los sistemas de impresión básicos de esta especialidad, explorando nuevas soluciones para estar siempre un paso adelante ante los intentos de falsificación; sin embargo, se debe de ser prudente en su incorporación analizando minuciosamente sus cualidades y la efectividad de su aportación. Es por ello que estas pruebas suelen realizarse en billetes conmemorativos o únicamente en alguna denominación de la familia de la emisión.

Dentro de estos sistemas de impresión secundarios tenemos: el Rotograbado, la Serigrafía, la Flexografía y el *Hot stamping* (impresión por calor), mismos que describiremos más adelante, y que son los utilizados en la impresión de los billetes mexicanos.

Sin embargo, cabe señalar también que existen algunos otros sistemas —de los cuales daremos breve referencia—, que por el momento son utilizados en menor medida, con relación a la proporción de impresión de billetes a nivel mundial. Entre ellos podemos mencionar el sistema de impresión láser para la elaboración del dispositivo de seguridad de micro perforado en billetes (Microperf)<sup>61</sup>. Aquí el láser es empleado para efectuar perforaciones de alta precisión. La tecnología TwinPerf® se basa en el elemento Microperf, empleándose exitosamente en papel y polímeros. El patrón micro-perforado no es visible cuando se mira hacia abajo en el billete, pero es claramente visible cuando se sostiene contra la luz. Esto significa que la característica se puede integrar fácilmente, ya que no interfiere con el diseño de los billetes. En TwinPerf®, los orificios redondos empleados se combinan con orificios elípticos, son extremadamente difíciles de imitar y no pueden crearse con ningún medio mecánico. Dependiendo del ángulo de incidencia de la luz en los orificios, el observador percibe imágenes diferentes. Su efecto como Dispositivo de Variabilidad Óptica inmaterial consiste en que la microestructura permanece invisible a la simple observación del billete, pero a contraluz, el motivo se percibe claramente a simple vista y sin necesidad de ayuda. Basta ladear el billete para que aflore finalmente la otra imagen latente. La comprobación de esta característica de seguridad es comparable a la comprobación de una marca de agua. Por lo tanto, puede ser fácilmente verificado por el público y no se requieren herramientas adicionales.

StarPerf® es otra posibilidad que integra patrones de microperforación diferentes tales como información específica de la denominación, donde el tamaño y la forma de cada perforación es particular, por lo que es prácticamente imposible su falsificación. Adicionalmente, sus características pueden ser verificadas por una aplicación en teléfonos inteligentes. Este dispositivo se ha introducido en billetes suizos, lituanos, rusos, rumanos y en los billetes euros de alta denominación.

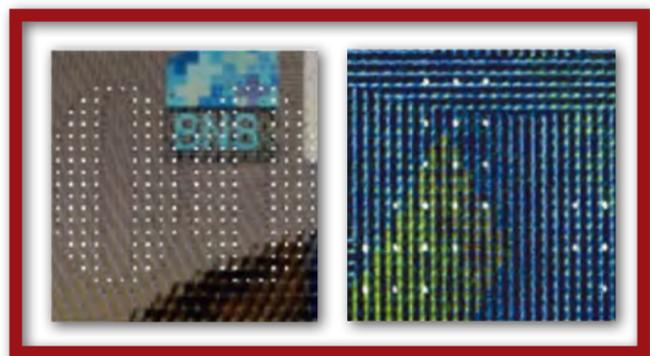


Fig. 71) Ejemplos de la aplicación del dispositivo de micro perforado en billetes.

<sup>61</sup> En 1996, la impresora suiza de seguridad Orell Füssli y el IAI cooperaron en el desarrollo de una nueva característica de seguridad con perforación láser para la protección de billetes de banco. Esta característica de seguridad se conoce como MicroPerf. Actualmente *Orell Fussli Security Printing Ltd*, es una empresa reconocida como especialista en tecnologías de seguridad, productos y soluciones de seguridad, fabricante líder y proveedor de servicios de Billetes, Documentos de transferencia de valor y Documentos y sistemas de identificación.

Otra aplicación del sistema láser puede ser la aplicación del elemento óptico de difracción. Consiste en una estructura holográfica que se aplica en la superficie de la ventana transparente. El efecto óptico del holograma se observa cuando se aproxima a una fuente luminosa. Este elemento puede observarse con cualquier fuente de luz. En condiciones de poca iluminación generan un excelente contraste para que la imagen reflejada sea vista a trasluz. Esta aplicación la podemos encontrar en los billetes mexicanos de polímero de cincuenta pesos (última emisión) y en los billetes de polímero de Vietnam.

El elemento de seguridad conocido como “Bar-Code” es otra posibilidad de la impresión láser, en el cual, se genera un archivo mediante una impresora láser industrial de alto rendimiento, que irá imprimiendo en cada billete un código de barras —una secuencia de líneas y espacios paralelos de distinto grosor— que en su conjunto contienen una determinada información legible por dispositivos especiales, además la tinta puede contener propiedades de seguridad adicionales (por ejemplo pigmentos magnéticos). Su aplicación la encontramos en los billetes libaneses y holandeses.



Fig. 72) Ejemplos de la aplicación del elemento de seguridad de código de barras. Anverso y reverso de billete holandés y libanés, respectivamente.

### 2.4.1. Rotograbado

El Rotograbado es un sistema de impresión que básicamente se utilizaba en la elaboración de envolturas, bolsas, etiquetas de tipo retráctil y cajas plegadizas. Además de ello, actualmente es un sistema indispensable en la preparación y puesta a punto del plástico del soporte de los billetes de polímero (tipo *Guardian*). Considerando la total transparencia del plástico, el Rotograbado se utiliza para aplicar diferentes cantidades de capas de

tinta blanco mate —que funciona a manera de *primer* (base selladora) para el anclaje de las tintas de color de los sistemas de impresión principales— por ambos lados del sustrato, permitiendo dejar una reserva (libre de tinta) en la zona de la ventana, lo que permite diferentes combinaciones y efectos del fondo que funcionan como elementos de seguridad. En este sentido, y dada su incorporación desde 1986, podemos decir que estamos ante lo que se calificaría como el cuarto sistema de impresión básico e indispensable para la impresión de billetes de polímero.

El Rotograbado es una técnica de impresión directa que utiliza formas impresoras grabadas sobre rodillos de acero y cobre, conocidos como cilindros de huecograbado; el motivo gráfico se graba en el cilindro mediante un sistema mecánico o químico, de modo que se configuran tramas compuestas por unas concavidades minúsculas, llamadas celdas o alvéolos. Para imprimir, estas celdas se llenan de tinta y una rasqueta elimina el sobrante, de modo que la tinta es transferida al papel mediante la presión contra la forma impresora. Estas máquinas rotativas generalmente son de grandes dimensiones e imprimen películas y papel en bobina a gran velocidad.



Fig. 73) Imágenes de rodillos para máquinas de Rotograbado. Izq. Grabado de rodillo de cobre. Der. Los rodillos de cobre son cromados para la impresión.



Fig. 74) Izq. Máquina de Rotograbado. Der. Ejemplo de impresión de Rotograbado sobre película.



Fig. 75) Anverso del billete mexicano de polímero de 20 pesos en donde se puede apreciar el sistema de impresión Rotograbado en la base blanca que cubre el sustrato del billete.

## 2.4.2. Serigrafía

La Serigrafía es el sistema de impresión tradicionalmente utilizado en el área de impresión de artículos promocionales y publicitarios, en el de envase y empaque, en el de enseres y equipos industriales, entre otros. Aunque este sistema ha incursionado en el etiquetado de seguridad, sin duda existen niveles en este ámbito; y el billete es de los impresos cuyas características funcionales son de un grado de exigencia excepcional. La introducción del sistema serigráfico en el caso de la impresión de billetes es reciente; se usa para la impresión de tintas que requieren de cierto espesor, para la correcta incorporación de las características de seguridad como elementos OVI (por sus siglas en inglés *Optically Variable Ink*), SPARK, SPARK cicloidal; estas tintas de respuesta luminiscente las podríamos catalogar como de las tecnologías más avanzadas dentro de los elementos de seguridad en impresión de billetes.

La Serigrafía es un sistema de impresión directo que utiliza matrices permeográficas, es decir plantillas —motivo gráfico creado a partir de bloquear y dejar desbloqueados patrones de huecos de una malla que permiten la filtración selectiva de la tinta— elaboradas sobre un marco con una malla especial. Estas plantillas son producidas por materiales fotográficos y se les conoce también como estencil.

Para su impresión hay procedimientos diferentes que van desde el sencillo marco de madera montado sobre una mesa de trabajo mediante un par de bisagras, con su rasqueta de hule y mango de madera, hasta grandes máquinas automáticas industriales, la mayoría trabajan con una forma plana, pero también hay con formas curvas e incluso en una proporción muy

inferior hay rotativas de gran rendimiento. Todas estas prensas trabajan bajo el mismo principio: la tinta se deposita sobre una trama, al lado opuesto del papel. En el momento de imprimir, la pantalla toca el papel (o el receptor de la tinta) bajo la presión ejercida por la rasqueta, la cual aprieta la tinta de un lado al otro del marco, obligando a la tinta a atravesar la malla en aquellos sitios que no están obstruidos por la plantilla.

Para la impresión de billetes se utilizan rotativas de gran rendimiento (Rotoserigrafía) en donde en lugar de un estencil o marco plano se utiliza un cilindro de impresión —cilindro permeable hueco cuya cara es de malla metálica sobre la que se monta la plantilla— y desde cuyo interior una rasqueta ejerce presión de la tinta hacia el estencil obligando a atravesar la malla metálica por los huecos no obstruidos del estencil y estampar sobre el pliego de papel moneda. En el caso de los billetes mexicanos, podemos apreciar esta impresión serigráfica en los billetes de polímero de cincuenta pesos donde aparece una mariposa en el anverso de este.



Fig. 76) Ejemplo de máquina para serigrafía industrial de pantallas rotativas.



Fig. 77) Detalle del anverso del billete mexicano de polímero de 50 pesos en el cual se puede apreciar el sistema de impresión serigráfico en la imagen de la mariposa.

### 2.4.3. Flexografía

La Flexografía esencialmente es utilizada en el área del envase y empaque para la elaboración de bolsas, envolturas, cajas corrugadas; pero su característica de aplicación de barnices en línea le ha permitido su incorporación dentro de la manufactura de los billetes de papel de algodón, ya que el barnizado ha sido la alternativa más sencilla y económica para protegerlo del maltrato y de la suciedad, ampliando así la durabilidad del papel moneda a partir de su aplicación.

También se barnizan los billetes de polímero, y en este caso el objetivo principal es evitar el desprendimiento de la tinta del sustrato. En materia de los billetes mexicanos, podemos comentar que, en el transcurso de los últimos 6 años, se han utilizado diferentes procedimientos de aplicación en las distintas emisiones de los billetes de polímero: pre-barnizado (barniz de base); post-barnizado (barnizado después de la impresión de tintas); así como la aplicación tanto de pre-barnizado y post-barnizado en el mismo billete —con el fin de obtener cada vez mejores resultados.

Adicionalmente podemos comentar que se ha realizado la aplicación de barniz ultra brillante con la técnica flexográfica —a manera de tinta de impresión— para agregar textos o imágenes adicionales al billete, que de acuerdo al ángulo de visión pueden ser visibles o no, como es el caso del billete nigeriano de 50 naira conmemorativo del 50º aniversario de la independencia, emisión del año 2010.



Fig. 78) Anverso del billete nigeriano de 50 naira conmemorativo del 50º aniversario de su independencia, emisión del año 2010.

La Flexografía es una técnica de impresión directa, emplea una forma impresora de goma o plástico, y en donde la tinta se transfiere directamente de la forma impresora al soporte. La forma de impresión es, por tanto, una imagen espejo del producto final impreso. Como la forma impresora es de un material elástico, el cilindro de impresión tiene que ser duro. La forma impresora se entinta con sólo dos rodillos —uno de ellos conocido con el nombre de anilox—, esto permite una transferencia uniforme de tinta o barniz. La superficie de este rodillo está cubierta de un grabado con pequeñísimas concavidades o celdillas homogéneas denominadas celdas controladoras. La tinta se transfiere desde la fuente de tinta al rodillo, y una rasqueta elimina la tinta sobrante, para que se produzca una transferencia uniforme y dosificada del rodillo anilox a la superficie saliente de la forma impresora y de ésta al soporte de impresión —en este caso los pliegos de billetes.



Fig. 79) Ejemplo de máquina de impresión flexográfica industrial.

#### 2.4.4. Hot Stamping (impresión por calor)

En principio, podemos decir que la estampación en caliente es el proceso de utilizar calor y presión para aplicar una banda metálica u hologramas a materiales tales como papel, cartulina, cartón, madera, aluminio y algunos plásticos con cierta tolerancia a la temperatura como polipropilenos. De manera general, el término *Hot Stamping* engloba: Estampación en caliente plana sencilla; Grabado profundo combinado con estampación; Aplicación de hologramas y bandas holográficas; Estampación combinada con grabado micro y estructural.<sup>62</sup>

El *Hot Stamping* es un procedimiento de impresión que se utiliza generalmente en el área del envase y empaque; de igual modo se ha utilizado en la impresión de seguridad. Entre sus aplicaciones podemos mencionar el embalaje de alimentos, productos farmacéuticos, tabaco y artículos de lujo, así como etiquetas para bebidas alcohólicas, entre otras. Su característica principal es la de estampar en alto contraste texto e imagen en colores sólidos con acabados metalizados. Con este tipo de impresión se logra el mayor parecido al metal mismo, muy pocos sistemas de impresión pueden preciarse de ello —al ser una impresión en seco que no precisa de tintas líquidas o pastosas— se obtienen colores metálicos muy lustrosos con acabado espejo, principal característica de seguridad, ya que un motivo gráfico realizado en *Hot Stamping* al ser escaneado o fotocopiado, el resultado de la imagen en la copia será de un negro absoluto —en lugar del metalizado. Un resultado similar es el que se obtiene al fotocopiar elementos de seguridad como kinegramas y hologramas.<sup>63</sup>

<sup>62</sup> Vid. <http://www.bobst.com/mxes/productos/estampacion-en-caliente/proceso/#.WIPwmBvhDIU>

<sup>63</sup> El kinegrama es una característica desarrollada por la compañía suiza Kinegram y, como el holograma, consiste en una estructura de difracción microscópica. La imagen, no obstante, no es tridimensional como en el holograma, sino que al moverla muestra animaciones gráficas.

Por tanto, en el tema que aquí nos ocupa, el procedimiento de *Hot Stamping* en la impresión del papel moneda se utiliza como una medida adicional antifalsificación, pudiéndose utilizar tanto en billetes de papel como de polímero. Un ejemplo de este sistema lo podemos observar en los billetes de Euro.



Fig. 80) Ejemplo de impresión por *Hot Stamping* en la emisión 2002 del billete de 10 euros. Izq. Anverso del billete donde se aprecia del lado derecho la banda holográfica. Der. Acercamiento de un detalle de la banda holográfica.



Fig. 81) Ejemplo de impresión por *Hot Stamping* en la emisión 2014 del billete de 10 euros. Izq. Anverso del billete donde se aprecia del lado derecho la banda holográfica. Der. Acercamiento de un detalle de la banda holográfica.

El *Hot Stamping* es una técnica de impresión directa que utiliza una matriz metálica en alto relieve (o troquel). La estampación en caliente y holográfica está formada por varias capas. Se trata de un soporte de poliéster, una capa de liberación de varias capas de barniz, de imagen y metal y una capa más exterior de apresto adhesivo. Durante el proceso de estampación en caliente, el troquel calentado —a temperaturas que oscilan entre 90 y 120 grados centígrados— presiona la banda contra el sustrato, que se apoya en una contraplancha o el contracilindro. Una combinación de esta presión y la activación del apresto adhesivo hacen que la banda se una como tal al sustrato, un proceso que se favorece mediante la fundición de la capa de liberación. Los troqueles utilizados en la estampación en caliente están fabricados principalmente de latón y se producen mediante el grabado al aguafuerte o manual, o bien con sistemas de Control numérico computarizado (CNC).



Fig. 82) Ejemplo de máquina de impresión por *Hot Stamping*.



Fig. 83) Ejemplo de máquina industrial de impresión por *Hot Stamping*.

La prensa de estampación en caliente puede estar fuera de línea como una máquina independiente, o bien en línea con una impresora u otras unidades. Aunque fundamentalmente se alimentan mediante hojas, algunas prensas de estampación en caliente de alta velocidad se alimentan con bandas. Independientemente de si la alimentación es con hojas o con banda, son necesarios sofisticados sistemas de manejo para colocar el sustrato y la banda entre la plancha o el cilindro que sostiene los troqueles y su contraparte.

Existen tres principios de funcionamiento diferentes entre las máquinas de estampación, denominadas generalmente planas, semi-rotativas y rotativas. Independientemente del tipo de transportador de troquel utilizado, la hoja y la banda se llevan a una posición entre éste y la contraplancha inferior. Ésta es completamente plana para el proceso de bandas planas, o se monta con contrapartes en los troqueles para el proceso de bandas de grabado. A continuación, la máquina de impresión une los elementos superior e inferior, aplicando una presión uniforme en toda la hoja.

En la estampación semirotativa, la contraplancha plana se sustituye por un cilindro rotativo. El chasis del troquel se mueve horizontalmente de forma sincronizada con el cilindro, para lograr una zona lineal estrecha de presión en la que coinciden el troquel, la banda y el sustrato.

El principio rotativo de la estampación en caliente se basa en un principio rotativo similar al que se utiliza en las máquinas de impresión. Aquí, los troqueles se montan en un cilindro que gira de forma sincronizada con un contracilindro. El sustrato y la banda coinciden entre los cilindros, en un punto de contacto estrecho. Este tipo de máquinas son las que se utilizan en la impresión de los hologramas o bandas holográficas en los billetes.

Cada principio tiene sus ventajas:

- La estampación en caliente en plano ofrece facilidad de preparación y herramientas fácilmente disponibles.
- Las estampadoras en caliente semirotativas son ideales para tiradas más pequeñas y series limitadas.
- Las máquinas de estampación rotativas proporcionan velocidades de producción muy elevadas y permiten la aplicación de detalles extremadamente finos junto a grandes masas. (Como lo es en la impresión de billetes).



Fig. 84) Imagen de impresiones en pliego del billete de 20 euros en donde se puede apreciar la banda holográfica realizada en *Hot stamping*.

# México

## CAPÍTULO 3



**ELEMENTOS DE IDENTIFICACIÓN Y SEGURIDAD EN EL PAPEL MONEDA**

Desde la aparición de la fotocopiadora a color, la industria gráfica y papelería vinculada a la producción de papel moneda ha desarrollado complejos elementos de seguridad con el fin de desalentar la falsificación de los mismos, y a su vez, para que el usuario pueda reconocer de manera más fácil la autenticidad de un billete. Los elementos de seguridad más importantes se insertan en los soportes, se mezclan en las tintas y se incluyen en las impresiones, con el objeto de brindar mayor protección y teniendo en cuenta las más elevadas normas de seguridad. Los dispositivos de seguridad se confeccionan con materiales resistentes y durables, de difícil obtención por los falsificadores. Tienen, además, diferentes formas y colores, visibles a simple vista o con ayuda de instrumental. Habiendo reconocido los elementos principales, y sus sistemas de impresión, ahora haremos una revisión de los elementos de identificación y de seguridad.

### 3.1. Dispositivos de seguridad en el soporte

Es importante recordar que el soporte es parte esencial en la impresión del papel moneda, y ya sea que éste sea papel o polímero, deberá contar con características específicas que son consideradas como elementos de seguridad, las cuales son parte del soporte mismo —como grosor y textura—y otras que se integran a éste desde su confección, de tal modo que forman parte de la propia estructura del soporte, como son por ejemplo, los hilos de seguridad o las marcas de agua. A continuación describiremos estos elementos diferenciando entre los correspondientes al papel y al polímero. Sin embargo, es conveniente aclarar que existen características que competen a ambos indistintamente como lo son el Tamaño, la Fluorescencia del soporte y los Fondos de seguridad.



Fig. 85) Detalle del papel para billetes fabricado por la firma De la Rue International Limited con los elementos integrados preparado para su posterior impresión: En la imagen se perciben claramente los hilos de seguridad y las marcas de agua.<sup>1</sup>

<sup>64</sup> Es importante hacer notar que las marcas de agua que se aprecian en la imagen, diferentes a la del personaje, se denominan Cornerstone®, marca registrada de la firma De la Rue International Limited, y funcionan para dar mayor rigidez en las esquinas de los billetes en su vida útil.

### 3.1.1. En Papel

#### 3.1.1.1. Tamaño

La variabilidad del tamaño no sólo es una manera de comunicar a los no videntes la denominación del billete, sino que también se emplea como elemento de seguridad para evitar y poner en evidencia cualquier tipo de alteración. Cabe destacar que tanto en papel como en polímero, los cortes de precisión milimétrica son realizados con guillotinas especializadas que ajustan automáticamente cada corte en las diferentes denominaciones. Ello garantiza que la emisión de cada denominación de billete mantenga un nivel de máxima uniformidad, ya que además de ser esto un elemento de seguridad antifalsificación, es indispensable la precisión del formato para su óptimo uso en dispositivos mecánicos como cajeros automáticos, máquinas validadoras o contadoras, entre otros.



Fig. 86) Ejemplos de las variaciones de tamaño en las diferentes denominaciones de billetes chilenos y del euro.

#### 3.1.1.2. Marcas de agua

Diseño realizado en el papel durante su proceso de fabricación, ya sea por adelgazamiento o engrosamiento de la capa de la pulpa, obteniéndose de esa manera diferentes tipos de marcas de agua. En el papel moneda se encuentra una gran variedad de motivos convertidos en marcas de agua, aunque generalmente reproduce el retrato principal del billete. La marca

de agua se introduce al papel cuando éste posee más o menos un 90% de agua, y para su obtención puede emplearse el dandy roll o cilindro de molde (cylinder mould). El dandy roll se utiliza en la conocida mesa plana, o sistema Fourdrinier, y con él pueden obtenerse marcas de agua de línea clara u oscura (unitonal), o una combinación de ambas (bitonal).



Fig. 87) Máquina Fourdrinier con el dandy roll en el sector de la malla

En el dandy roll, para producir marcas de aguas claras, el cilindro posee un diseño que desplaza a las fibras de ese sector, por lo que, al mirarse a trasluz, ese diseño dejará pasar más luz y observarse más claro que el resto del soporte.

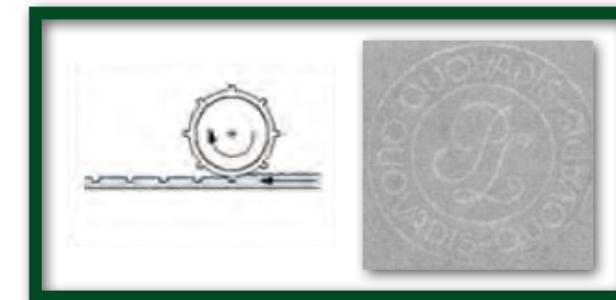


Fig. 88) Ejemplo de marca de agua clara.

De igual modo, para producir marcas de agua oscuras, posee un diseño que acumula las fibras y, por consiguiente, esos sectores se ven más oscuros cuando la marca de agua se comprueba a trasluz.

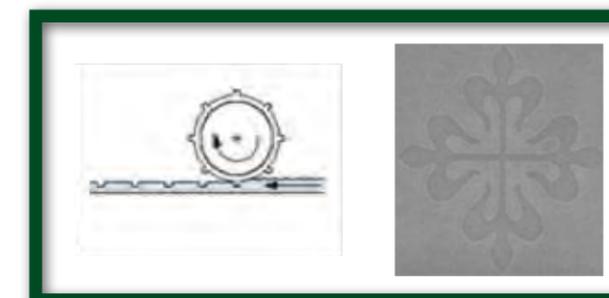


Fig. 89) Ejemplo de marca de agua oscura.

Para producir marcas de agua bitonales, el dandy roll posee un diseño que acumula y desplaza las fibras. Cuando el elemento de seguridad es visto a trasluz se logra un efecto que combina diseños claros con oscuros.

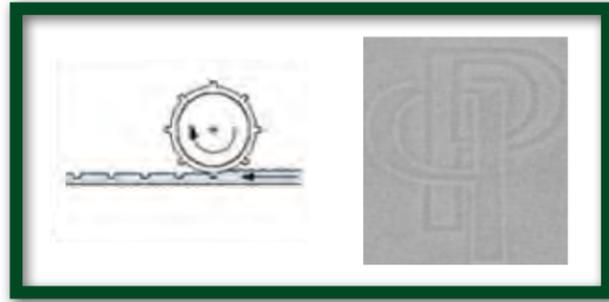


Fig. 90) Ejemplo de marca de agua bitonal.

El sistema de cilindro de molde (también conocido como máquina bombo) trata de recrear el proceso de fabricación de papel a mano aunque con otra tecnología. Con él se logran, además de las que se pueden obtener con el dandy roll, marcas de agua más refinadas, de más de tres tonos (multitonales), llamadas también filigranas. Éstas se obtienen durante la producción de papel y consiste inicialmente en grabar con una matriz metálica y con imperceptible profundidad, sobre un tamiz, quedando altos y bajos relieves de acuerdo al diseño. En dicho grabado se depositan las fibras que conforman el papel. En las partes profundas se depositarán mayor cantidad de ellas, las que no dejarán pasar la luz, formando la figura o imagen, debiendo tener ésta, ciertas características especiales, como representar a un personaje o motivo que sea conocido, centrada en la ventana y muy visibles por transparencia; siendo la mejor filigrana, la que posee una imagen de medios tonos. Este tipo de marcas de agua son las utilizadas en casi la totalidad de las emisiones de billetes del mundo. Es frecuente ver que a estas marcas de agua multitonales las acompañen, en el mismo espacio, otras simples (que reproducen la denominación u otro objeto), lo cual complica aún más el intento de falsificación.

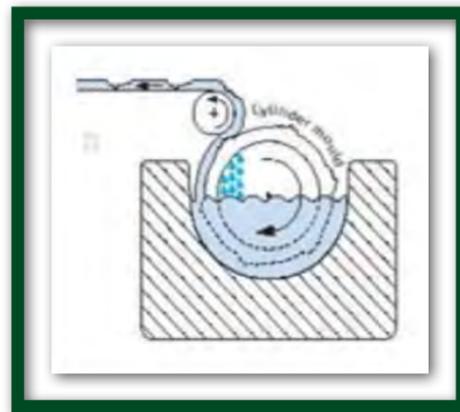


Fig. 91) El cilindro no se presenta sobre la malla como en el caso del dandy roll, sino que se encuentra en el pulper.



Fig. 92) Marca de agua multitoral o filigrana en rublos rusos y pesos chilenos, respectivamente

La manera más fácil de constatar la presencia y calidad de una marca de agua es examinando el billete a trasluz.



Fig. 93) Vista a trasluz del anverso del billete actual de 10 euros en donde se aprecia claramente la marca de agua multitoral o filigrana, así como el hilo de seguridad.

Según su ubicación, las marcas de agua pueden ser:

— Individuales y localizadas en el espacio en blanco:

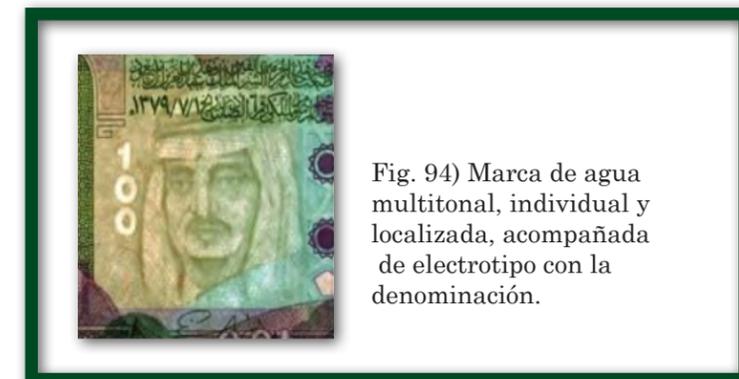


Fig. 94) Marca de agua multitoral, individual y localizada, acompañada de electrotipo con la denominación.

— En tira, como sucede en billetes de Noruega y Suecia, donde el retrato se repite verticalmente en el sector en blanco:



Fig. 95) Marca de agua en tira.

— Continua o general, distribuída en todo el billete, como sucedía con los billetes de un peso argentino de 1994, que presentaba marcas de agua que reproducían al “Sol de la Moneda de Plata acuñada en Córdoba de 1849”.



Fig. 96) Marca de agua continua.

### 3.1.1.3. Trama de la malla

Cuando la pulpa sale del pulper y es dispuesta en un tamiz para dar forma a una fina capa de papel, la trama de la malla del tamiz modula imperceptiblemente el grosor del papel, generando un patrón con figuras geométricas que a veces resulta visible a trasluz. Esta modulación es más perceptible en los sectores donde obra la marca de agua.



Fig. 96) Marca de agua donde es posible apreciar la trama de la malla en billete peruano e inglés, respectivamente.

### 3.1.1.4. Fondos de Seguridad

Ya sea en papel o polímero, los fondos de seguridad se refieren a una pantalla o fondo de impresión de un diseño o patrón visible, a modo de fondo base de la impresión principal. Los textos administrativos, personaje principal y viñetas son impresos sobre este diseño. Los fondos de seguridad tienen la particularidad de estar impresos en tinta suave y en colores degradé, además de realizarse con diseño microlineal —al máximo de lo que permite la tecnología (usualmente Offset)— con formaciones o alineaciones que imposibilitan que fotocopiadoras o escaners reproduzcan el diseño de manera fiel.



Fig. 98) Diseños con patrones de seguridad realizados con sistema Offset



Fig. 99) Detalle de patrones de seguridad impresos con sistema Offset en el anverso del billete de 500 pesos mexicanos.

### 3.1.1.5. Fluorescencia del soporte

Esta característica es detectable tanto en el soporte de papel como en el de polímero. En la producción de papeles comunes o comerciales se emplean blanqueadores ópticos que otorgan mayor blancura al soporte. En los papeles de seguridad que se emplean en la fabricación de billetes no se utiliza este tipo de blanqueador óptico. En el caso del soporte polímero, se aplican capas de tintas opacificadoras como base de las posteriores impresiones. De manera que cuando el billete auténtico —sea de papel o polímero— se somete a la luz UV, surge una luminiscencia mate u opaca, mientras que los papeles comerciales utilizados en las falsificaciones desarrollan altos índices de fluorescencia. En el caso de los soportes de seguridad empleados en papel moneda, esta propiedad permite que bajo la luz UV se destaquen otros elementos de seguridad como son las tintas, fibras o hilos, mientras el resto del billete se muestra opaco.



Fig. 100) Anverso del billete de 10 euros (emisión 2002) con luz blanca (izq.) y expuesto a luz UV (der.) donde se observa que el papel permanece opaco, mientras que algunos diseños impresos se destacan con fuerte luminiscencia.

## 3.1.2. En Polímero<sup>65</sup>

### 3.1.2.1. Ventana transparente (WinTHRU®)

La capacidad de crear áreas transparentes —ventanas—, es la principal característica de seguridad del sustrato de polímero. La creación de una ventana transparente en el billete ha permitido en muchos países la disminución del problema del “falsificador ocasional” —que intenta copiar o escanear billetes utilizando copiadoras a color y escáneres.

La ventana transparente es un elemento de seguridad eficaz y fácil de crear en el polímero. Se puede incluir más de una ventana —de cualquier forma y tamaño— pudiendo situarse éstas, inclusive en el extremo del billete. Es considerado un elemento de fácil identificación por el usuario para determinar la autenticidad del billete.



Fig. 101) Anverso del billete de 2000 pesos chilenos (emisión 2004).  
Izq. Vista completa donde se aprecian sobre fondo negro las dos ventanas transparentes.  
Der. Acercamiento de ambas ventanas del billete sobre fondo blanco.

La claridad de la ventana varía desde la transparencia plena, hasta un alto nivel de opacidad. La imagen de la ventana se crea modificando los niveles de opacidad mediante la variación en el número de capas opacificantes; que va desde la nula aplicación (ventana transparente), hasta la opacidad máxima con múltiples capas. La ventana transparente es un medio adecuado para incluir otros elementos de seguridad, como pueden ser las tintas ópticamente variables y los dispositivos de difracción, así como elementos de autoverificación.

<sup>65</sup> Los dispositivos de seguridad que aquí se mencionan en soporte polímero son marcas registradas de la empresa Innovia Security, y son los mayormente utilizados en los billetes con sustrato Guardian®.

### 3.1.2.2. Media ventana (Half Windows)

La media ventana es una variación de la ventana transparente. La diferencia radica en que la media ventana es opaca en un lado y brillante del otro. Esto se produce por la aplicación de la tinta opacificante cubriendo la ventana, exclusivamente por un lado del billete, de tal modo que vista del otro lado —donde no existe capa alguna de tinta, respetando el área de la ventana— se percibirá la tinta del otro lado en una superficie brillante; la cual difícilmente podrá ser reproducida por fotocopiadoras y escáneres.



Fig. 102) Anverso y reverso del billete de 1 riggit de Malasia donde se puede observar en la esquina superior izquierda y derecha respectivamente, el dispositivo de media ventana.

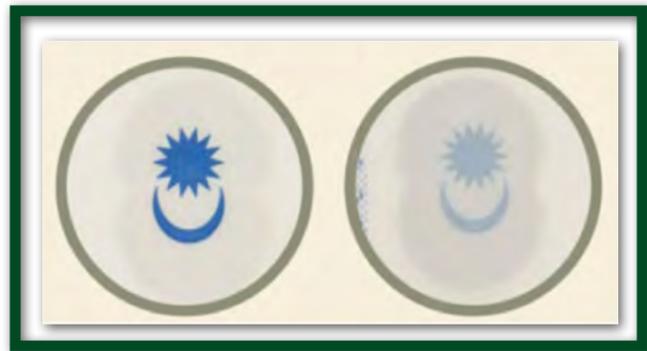


Fig. 103) Acercamiento en anverso y reverso del dispositivo de media ventana del billete de 1 riggit de Malasia donde se aprecia claramente cómo es brillante de un lado y opaco del otro.

### 3.1.2.3. Tinta ópticamente variable (G-Switch®)

El elemento óptico variable lo produce una tinta especial impresa sobre la ventana en combinación con las capas del sustrato. El efecto óptico es un cambio de color cuando se inclina el billete, que se observa fácilmente sin necesidad de ningún instrumento, por lo que resulta simple y fácil su reconocimiento por parte del público.



Fig. 104) Izq. Anverso del billete de 2000 pesos chileno en donde se aprecia la ventana con aplicación de tinta ópticamente variable. Der. Acercamiento al mismo.

### 3.1.2.4. Elemento óptico difractivo (WinDOE®)

Se refiere a una estructura holográfica que se aplica en la superficie de la ventana transparente. El efecto óptico del holograma se observa cuando se aproxima una fuente luminosa. Este elemento puede observarse con cualquier fuente de luz. En condiciones de poca iluminación se genera un excelente contraste para que la imagen reflejada sea vista al trasluz.



Fig. 105) Imagen que ilustra el dispositivo WinDOE® en billete de polímero.

### 3.1.2.5. Ventana con embosado de impresión calcográfica (WinBOSS®)

El fundamento de este elemento se basa en la propiedad del sustrato polímero de ser receptivo a un grabado (intaglio) —mediante una impresión calcográfica sin tinta— sobre la ventana, que produce un relieve en la superficie plana del polímero. La imagen gofrada que se logra es altamente duradera y es visible tanto bajo luz transmitida como bajo la luz reflejada. De igual modo, con este elemento se logra una imagen transitoria que consta de líneas perpendiculares, ofreciendo una imagen latente, visible en ciertos ángulos de visión, brindando un elemento adicional de seguridad en los billetes.



Fig. 106) Arriba: Anverso del billete de 50 dólares de Nueva Zelanda en donde se aprecia del lado derecho el área de la ventana transparente. Derecha: Detalle de la ventana en donde se observa el gofrado (WinBOSS®) con la denominación en dos ángulos de visión.

### 3.1.2.6. Imágenes de sombra (SHAD H2O Switch®)

Las imágenes de sombras en el sustrato de polímero tienen un efecto similar a las marcas de agua en papel, —donde se revela una imagen, un número o un texto. Es un dispositivo ópticamente variable, que no es obvio de ver bajo luz reflejada, pero que es visible mirando el billete a trasluz. Esta imagen tonal se logra variando la opacidad y, algunas veces, los colores de las capas opacificadoras del polímero. Como rasgo tradicional dentro de los elementos de seguridad, el público a menudo buscará la característica de marca de agua. Las imágenes de sombras en los billetes de polímero proporcionan al usuario una estética reconocible al tiempo de crear un mayor grado de dificultad para la falsificación.



Fig. 107) Izq. Anverso del billete vietnamita de 50000 dong en donde se aprecia en el lado izquierdo, la zona de la imagen de sombra del personaje con las letras “V N”. Der. Acercamiento al área de imagen de sombra (marca de agua).

### 3.1.2.7. Hilo de seguridad (MAGread®)

El hilo es uno de los elementos de seguridad más utilizados para verificar la autenticidad de los billetes en soporte de papel; éstos, de igual forma pueden ser incorporados en los billetes de polímero. Los hilos pueden incluir microtextos e incorporarse en el sustrato, completamente embebidos, o en forma de ventana. El método de fabricación del sustrato polímero permite además, incorporar un hilo que tenga una forma de curva. El hilo con tinta ópticamente variable aplicada en las ventanas es particularmente eficaz en la prevención de reproducciones por fotocopiadora de color y escáner. MAGread® contiene tintas de lectura magnética que se imprimen durante la fabricación del sustrato. Debido a las tintas magnéticas, este dispositivo es detectable en las máquinas de procesamiento de efectivo ofreciendo mayor seguridad.<sup>66</sup>



Fig. 108) Anverso del billete de 20 pesos mexicanos, emisión 2002, donde se aprecia el hilo de seguridad (del lado izquierdo del personaje) con tecnología MAGread® con tinta de lectura magnética que se imprime durante la fabricación del sustrato.

<sup>66</sup> Cfr. Revista española “Billetería”, Año III, Núm. 5, abril de 2009, pp. 35 y 36. Sección Miscelánea “Elementos de seguridad de los billetes de polímero”, Dirección General de Emisión, Banco de México. Colaboración de Bruno Garaffolo de Security International Pty Ltd. / y <https://www.innoviasecurity.com/uploads/pdfs/Security-Features-Reference-Guide-EN---Final.pdf>

## 3.2. Dispositivos de seguridad en las impresiones

### 3.2.1. Intaglio

Es un sistema Calcográfico —de plancha directa de acero en bajo relieve— que permite la impresión de varios elementos del diseño: la imagen principal, orla, escudos, imagen latente, textos y microtextos, así como el valor nominal y literal de un billete, permitiendo al simple tacto, verificar su autenticidad; este sistema de impresión es el más eficiente en su género y es usado desde hace 200 años.

Las características para la identificación de un documento con el sistema intaglio son instantáneas (visuales y al simple tacto), las cuales han tenido como principal propósito evitar su falsificación, facilitando la autenticación por el usuario y las autoridades.

El intaglio contribuye de manera importante a que el billete presente un aspecto de alta calidad. Este proceso de impresión se caracteriza por su cualidad cromática intensa y las estructuras claramente tangibles del estampado en relieve. Este sistema se ha desarrollado para actualizarlo a estos tiempos, en ese sentido, podemos mencionar el caso de la empresa Giesecke & Devrient, que en 1996 presentó FIT (Fine Intaglio Technology) una técnica de grabado basada en ordenadores y de alta resolución que permite realizar finas líneas en hueco grabado. Una máquina de grabado de alta precisión se encarga de trasladar directamente el diseño del billete, creado digitalmente, a la plancha de intaglio. Incluso las estructuras más delicadas quedan grabadas hasta en su último detalle. Esta técnica de precisión garantiza que la reimpresión sea siempre idéntica al original. Con la tecnología de grabado FIT controlada por ordenador pueden crearse estructuras multitonales brillantes, además de las táctiles, que aportan gran cantidad de matices de color adicionales.<sup>67</sup>



Fig. 109) Imágenes que permiten apreciar las características del intaglio (Calcografía). Acercamiento al relieve producido por intaglio en billete euro y en billete estadounidense, respectivamente.

<sup>67</sup> Vid. [https://www.gi-de.com/es/products\\_and\\_solutions/products/security\\_features/Intaglio-para-billetes-de-banco-4352.jsp](https://www.gi-de.com/es/products_and_solutions/products/security_features/Intaglio-para-billetes-de-banco-4352.jsp)



Fig. 110) Imágenes donde se observan las características del Intaglio con la tecnología de grabado FIT de la empresa Giesecke & Devrient.



Fig. 111) Imágenes donde se observa la cualidad cromática intensa y las estructuras claramente tangibles del estampado en relieve en billete argentino (arriba) y en billete sueco (der.)

### 3.2.2. Microimpresiones y Microtextos

Son leyendas microscópicas que aparecen en lugares determinados y que se confunden con líneas o figuras a simple vista. Los Microtextos consisten en leyendas de dimensiones reducidas, que a ojo desnudo se aprecian como líneas simples. Se efectúan en positivo o negativo, mediante calcografía, offset o perforaciones, sobre el papel u otros dispositivos, en líneas rectas o curvas. Para una correcta verificación de la presencia de este elemento de seguridad y la calidad de los mismos resulta necesario emplear lupas con aumento. También pueden usarse mini letras que pueden ser leídas a simple vista pues tienen mayor dimensión que las microletras y suelen estar impresas en sistema offset. Los avances tecnológicos permiten hoy día incorporar no sólo microdiseños sino también nanodiseños.



Fig. 112) Microtextos impresos en Calcografía en billetes islandés e inglés, respectivamente.

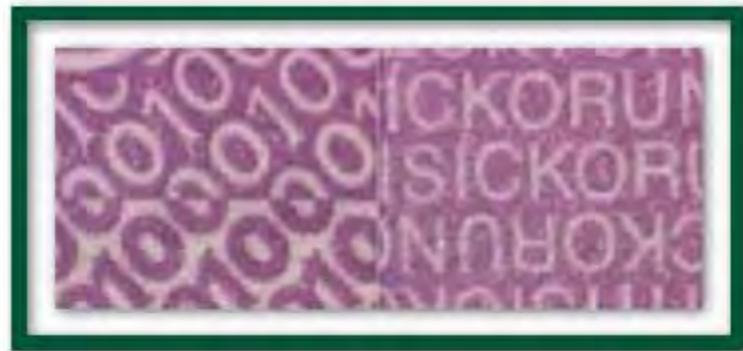


Fig. 113) Detalle de microletras en billete de coronas checas. Izq. Números negativo/positivo. Der. Microletras en negativo. En ambos casos se trata de impresiones Offset.



Fig. 114) Micro y nanotextos en kinegrama del euro.

### 3.2.3. Imagen latente

Son impresiones que directamente no son observadas, sino colocando el billete horizontalmente a los ojos del observador buscando un ángulo de incidencia con la luz. Se logra con el sistema de presión con relieve que utiliza una lámina finamente grabada, la cual produce profusos detalles. Al colocar en forma oblicua el documento con respecto al ojo del observador o bien aplicando una fuente de luz en forma rasante al papel, aparecerán tales circunstancias que se encuentran en forma latente dentro de un diseño que implica, básicamente, un conjunto de líneas paralelas en sentido vertical y horizontal que no se contactan entre sí, no producen empastamientos.

Ésta no puede ser duplicada por la flexografía o por métodos termográficos de impresión. Así, la imagen latente es el diseño encubierto en otro, generalmente realizado con impresión calcográfica (intaglio). Se forma a partir de la alineación de las líneas que conforman ese diseño, y que contrarían la disposición de las líneas del diseño mayor que la contiene. Solamente se aprecian variando el ángulo de observación o iluminación del billete. Hoy en día también se efectúan mediante estampado en seco o microperforaciones.



Fig. 115) Imagen latente en detalle de billete turco. Izq. Visto de frente. Der. Inclinado el billete surge el diseño de las letras "TC".



Fig. 116) Otra variante de imagen latente que surge cuando se inclina el billete y se lo observa en forma oblicua.

### 3.2.4. Estampados en seco

Se estampan figuras o la denominación del billete con ausencia de tinta. Si bien es un dispositivo antiguo, se lo ha retomado, pero con innovaciones, como son los casos que forman imágenes latentes o los estampados que se efectúan sobre las ventanas de los billetes de polímero. También se pueden obtener gracias a la deformación en el papel que se produce durante la impresión calcográfica, incorporando de esa manera elementos de identificación para no videntes.



Fig. 117) Izq. Detalle de grabado en seco en ventana transparente en billete mexicano. Der. Detalle del estampado en seco del microtexto de un euro.

### 3.2.5. Perforaciones microscópicas

Se trata de perforaciones realizadas a nivel microscópico sobre el soporte papel o polímero mediante tecnología de perforación láser. A trasluz son fácilmente reconocibles. Con este sistema también pueden conformarse imágenes latentes. También se aplica sobre dispositivos como los kinegramas.



Fig. 118) Diseño efectuado con microperforaciones en holograma de euro visto a trasluz.



Fig. 119) Diseño efectuado con microperforaciones en los rublos rusos. Izq. Vista con luz incidente. Der. Vista con luz transmitida.

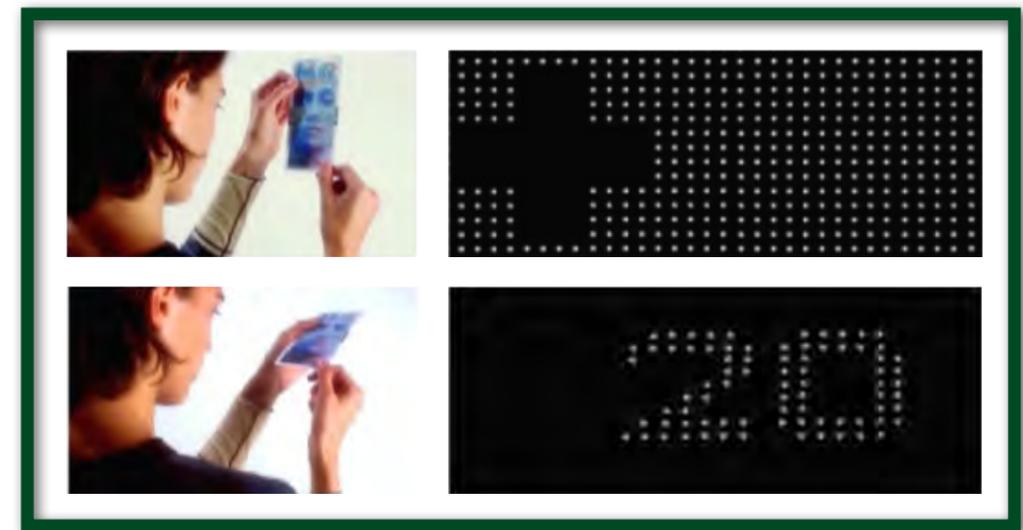


Fig. 120) Arriba: Vista de frente de diseño de imagen latente realizada con microperforación. Abajo: Inclinando el billete surge otro diseño oculto en el mismo diseño de imagen latente con microperforación.

### 3.2.6. Registro Perfecto o Tercera Imagen

Diseño hecho por el sistema offset que crea diseños coincidentes en áreas de ambas caras de los billetes, de forma tal, que al ser observados por transparencia se combinan, formando un nuevo diseño. Esta medida es muy difícil de reproducir dado que se imprime simultáneamente en el anverso y el reverso. El Registro perfecto acontece cuando un patrón se alinea perfectamente con otro que obra en la otra faz del billete. El complementario hace referencia a cuando surge una tercera figura del complemento que se efectúa entre imágenes insertas en las diferentes caras del papel. Se comprueban a trasluz. Las imágenes coincidentes, son impresiones efectuadas en el anverso y reverso del billete, que a trasluz se complementan en sus líneas y colores, con perfección.



Fig. 121) Ubicación y detalle de registro perfecto en billete colombiano.

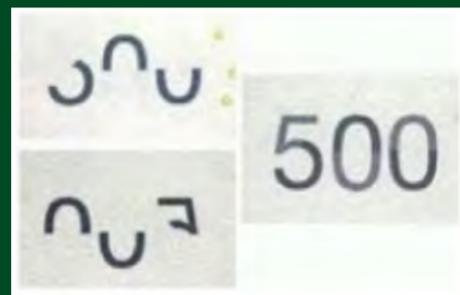


Fig. 122) Detalle de registro perfecto usado en el euro.



Fig. 123) Detalle de registro perfecto en billete de 2000 pesos chilenos.

### 3.2.7. Numeraciones especiales

Las numeraciones son impresas en tipografía. Consiste en una cifra o número de tamaño creciente o diseño particular, realizado con tintas especiales que cambian o no de color a la incidencia de la luz ultravioleta. Cada billete posee un único número, que suele repetirse en el mismo papel, y que tiene como fin individualizar el billete y controlar la emisión. Existe una gran variedad de modelos para estampar las numeraciones: con tamaño decreciente o creciente, de disposición vertical u horizontal, con distintos colores o multicolores, con luminescencia a la luz UV, en distintos idiomas (el caso de Tailandia, por ejemplo) o tipografías, y hasta con códigos de barras. Se disponen en forma vertical u horizontal, en el anverso o reverso del papel moneda. El sistema de impresión tipográfico se emplea para incorporarlos al diseño. Abajo se ilustran algunas variantes.



Fig. 124) Billete kuwaití con numeraciones en distintos alfabetos, con diferente color y disposición, vertical y horizontalmente.



Fig. 125) Detalle de numeraciones con tintas de distintos colores en un mismo billete libanés.



Fig. 126) Billeto argentino con numeraciones en distintos colores, una dispuesta de manera vertical y otra en forma horizontal y con tamaño creciente.

### 3.2.8. Identificación para ciegos

Es una impresión calcográfica. En el papel moneda, la impresión para ciegos está constituida por una determinada cantidad de signos geométricos (rombo, círculo, etc.) en relieve, que indica el valor del billete y suelen estar al lado de la marca de agua.



Fig. 127) Detalle de identificación para ciegos y su ubicación en el anverso de un billete argentino.

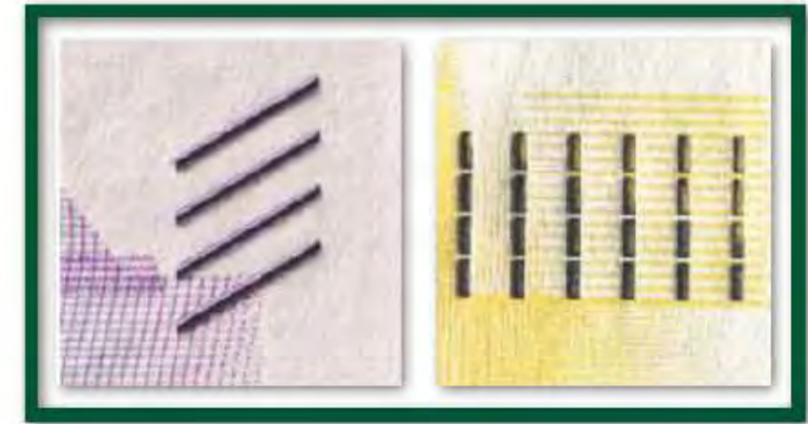


Fig. 128) Detalles de la impresión calcográfica de identificación para ciegos.

### 3.2.9. Guilloches

Estas ornamentaciones las encontramos impresas en los billetes de finales del siglo XIX y principios del siglo XX con sistema calcográfico. Actualmente encontramos versiones de estos ornamentos con sistema Offset. Es una imagen decorativa muy detallada, de diseño repetitivo y complejo compuesto por líneas curvas entrelazadas, muy difíciles de reproducir sin empastamientos. Las variaciones de guilloches pueden ser orlas, rosetas, arabescos o en su versión moderna los ubicamos como fondos de seguridad.

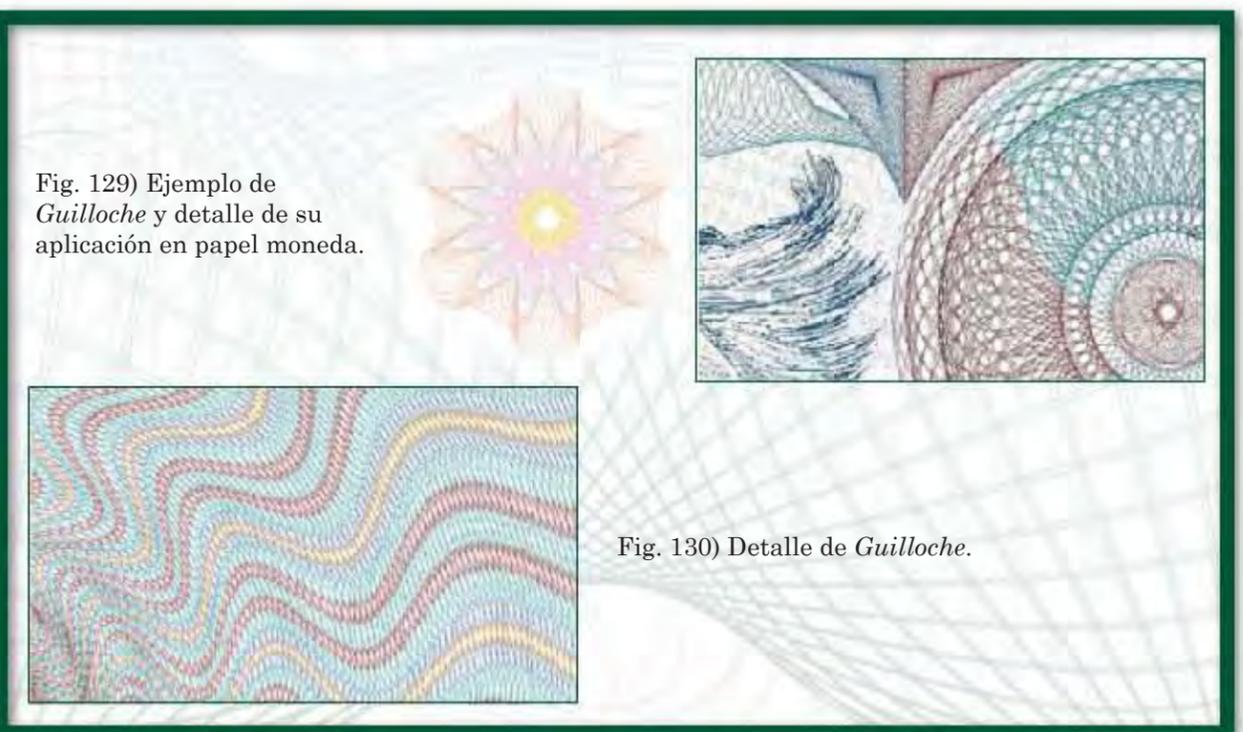


Fig. 129) Ejemplo de *Guilloche* y detalle de su aplicación en papel moneda.

Fig. 130) Detalle de *Guilloche*.

### 3.3. Dispositivos de seguridad en otros elementos

#### 3.3.1. Hilo de seguridad

Es una banda de polímero incorporada al papel y que se dispone verticalmente en los billetes. El ancho de los hilos puede ser de 1 a 5 mm. Se confeccionan en papel, seda especial o rayón. Es incorporado en la masa del papel, paralelo al lado corto del billete. Es observable a simple vista, a trasluz, al tacto (por tener cierto engrosamiento) y con la luz fluorescente. El hilo de seguridad puede ser continuo o fraccionado, interno o intersaliente, suele contener microimpresiones (en negativo o positivo) o grabaciones electromagnéticas, detectables con equipos especiales. De igual modo, los hilos de seguridad tienen diferentes colores, hologramas o figuras. Existe una gran variedad de hilos de seguridad, algunos de ellos transportan fluorescencia, iridiscencia u otras propiedades. En los últimos años se ha destacado la tecnología MOTION® presentada por primera vez en el billete de 1000 coronas suecas (SEK) del Banco de Suecia, emitido en el año 2006. Esta tecnología es desarrollada por Crane AB, subsidiaria sueca de la firma estadounidense Crane & Co., proveedora del papel del dólar de ese país norteamericano.

Con la tecnología MOTION® el movimiento se entreteteje en el papel y las imágenes en movimiento se enmarcan dentro de ventanas rectangulares del billete, apareciendo y desapareciendo del centro del sustrato. La imagen que se ve cuando se inclina el billete es en realidad más pequeña que cualquier microimpresión. El secreto es que MOTION® tiene una matriz de lentes micro-óptica que hace que la imagen de abajo aparezca cientos de veces mayor que su tamaño real. La tecnología también permite que las imágenes y el movimiento único sean visibles en cualquier luz.

Generalmente, se incluye un hilo por billete, aunque existen casos con dos clases de hilos de seguridad en cada ejemplar de papel moneda. La industria ha introducido numerosas variantes en el diseño de los hilos de seguridad, a continuación, se exponen algunos ejemplos:

- Continuos. Incrustados íntegramente en el papel y visibles a trasluz. Un ejemplo claro es el que poseen los billetes Euro.
- Aventanillados. El hilo está embebido en el soporte pero asoma algunos tramos a la superficie. Visto el billete a trasluz se aprecia el hilo en toda su extensión.
- Contorneados. Algunos ejemplares incorporan hilos con uno de sus bordes contorneado, como son el de 50 libras esterlinas de 1981 y las 500 coronas suecas del año 1986.



Además, pueden desarrollar:

— Fluorescencia a la luz UV o cambios de color: los tramos del hilo que se encuentran en la superficie del papel cambian de color al inclinarse el billete.



Fig. 134) Izq. Detalle de billete de Malasia. Vista del hilo con reacción bajo luz UV con luminiscencia en distintos colores. Las dos imágenes en el centro: Detalle de hilo aventanillado en billete checo. Al variar el ángulo de observación se produce un efecto de variabilidad del color. Derecha: Mismo hilo visto a trasluz.

— Animaciones. Último desarrollo tecnológico que puede apreciarse en el billete de 1000 coronas suecas; también en billetes mexicanos, en emisiones a partir del año 2008. Al moverse el billete, las figuras que posee el hilo dan la sensación de movimiento. Su denominación comercial es MOTION®.



Fig. 135) Izq. Anverso de billete de 1000 coronas suecas, emisión 2005. Der. Detalle con acercamiento al hilo de seguridad con tecnología "Motion".



Fig. 136) Las imágenes de MOTION® se mueven en direcciones contra-intuitivas cuando el billete está inclinado, lo que lo hace ideal para verificación rápida del usuario, con menor inclinación. MOTION Switch es una evolución de MOTION que utiliza dos imágenes que cambian de una a otra y viceversa. RAPID® utiliza lentes encapsuladas más pequeñas, lo que lo hace especialmente adecuado para billetes de transacciones de alto volumen. (Imagen e información de la página web de la empresa Crane Currency)

El MOTION® incluye tecnología de última generación que se activa variando el ángulo de observación del papel moneda, percibiéndose un efecto de movimiento en las leyendas que transporta el hilo de seguridad. Cuando al billete se lo inclina sobre su eje vertical las microletras se desplazan de izquierda a derecha, y cuando se lo mueve sobre su eje horizontal las leyendas se desplazan de arriba hacia abajo. Este efecto es posible gracias a una pantalla de microlentes (650,000 por billete) que se ubica en ese hilo y que permite ampliar el tamaño de las microletras y provocar la sensación de movimiento.



Fig. 137) Hilo de seguridad con tecnología de micro-óptica de la empresa Crane Currency especialista en diseño, papel e impresión de billetes, proveedores de sus marcas registradas MOTION® y RAPID®. (Imagen tomada de la página web de la empresa).

La Oficina de Grabado e Impresión de la Reserva Federal de EEUU realizó un contrato con la firma *Crane AB* para emplear este dispositivo de seguridad en los billetes de 100USD. México se adelantó, ya que, en septiembre de 2008, presentó nuevos billetes de 200 y 1000 pesos que transportan en su soporte una variedad de este hilo de seguridad, dispuesto de manera vertical y en forma aventanillada, aunque en las gacetillas de información se promocionó con el nombre de “Hilo 3D”. Paraguay también lo introdujo a partir de diciembre de 2008 en sus nuevas series de guaraníes.



Fig. 138) Imágenes de la izquierda: Hilo MOTION® en billetes de 1000 y 200 pesos mexicanos. Imágenes de la derecha: Hilo con figuras en billetes iraníes.

La última emisión de rublos rusos del año 2004, en las denominaciones de 10, 50, 100, 500 y 1000, incluye un dispositivo de seguridad de gran impacto visual, el “MVC” o “*moire variable colour*” (efecto moiré con variabilidad de color), desarrollado por la impresora rusa Association Goznak. Para la obtención de tal efecto se apela a la combinación de dos sistemas de impresión tradicionales, ya que se estampan en forma alineada dos diseños lineales, uno en offset multicolor y otro en calcografía en seco (embosado), obteniendo de esa manera un elemento de seguridad ópticamente variable que se activa con la sola inclinación del billete, logrando que se despliegue un efecto moiré con diversos colores.<sup>68</sup>

68 GIANETTO, Marcos “Elementos de seguridad, hilo de seguridad, motion, papel” seguridaddocumental.blogspot.com/2009/.../hilo-de-seguridad-motion.



Fig. 139) Izq. Anverso del billete de 100 rublos rusos, emisión 1997. Cen. y Der. Acercamiento al área del dispositivo MVC y vista con inclinación donde se percibe el efecto moiré con variabilidad de color.

### 3.3.2. Fibras de seguridad

Fibrillas, hilos de seda o filamentos son otros de los nombres que se les dan a estos elementos de seguridad que se incorporan durante el proceso de fabricación del papel. Si bien en la mayoría de los billetes las fibras se distribuyen aleatoriamente por todo el soporte, han existido ejemplos de billetes con fibras ubicadas en determinados sectores del papel, como son los ejemplares de China de 1941 (en el centro del billete) y algunos marcos alemanes de 1910 (en el lado izquierdo del anverso). Regularmente son hechos del mismo material que el hilo, pero son de diferentes colores (rojo, verde, café, azul), fluorescentes o fosforescentes y muy pequeños a manera de cerdas semionduladas, entremezclados con la masa del papel, fáciles de levantarse y extraerse con la punta de un alfiler o aguja. Se encuentran distribuidas irregularmente en toda la extensión del billete (anverso y reverso). Se pueden observar a simple vista o con ayuda de una lupa. Algunos también presentan fluorescencia a la acción de la luz UV.

Benjamín Franklin experimentó con mica machacada para producir papel especial, lo cual puede ser considerado un prototipo de esta medida de seguridad. Las fibras de color datan del año 1869 (patentadas por la compañía Wilcox de EEUU) y las que arrojan fluorescencia a la luz UV recién hacen su aparición a mediados del siglo pasado. Entre estas últimas están las conocidas “invisibles” porque no son visibles bajo luz normal, pero sometidas a la luz UV desarrollan distintas reacciones. En la fabricación de billetes suelen combinarse fibras visibles e invisibles. Hoy en día se emplean fibras sintéticas como materia prima.

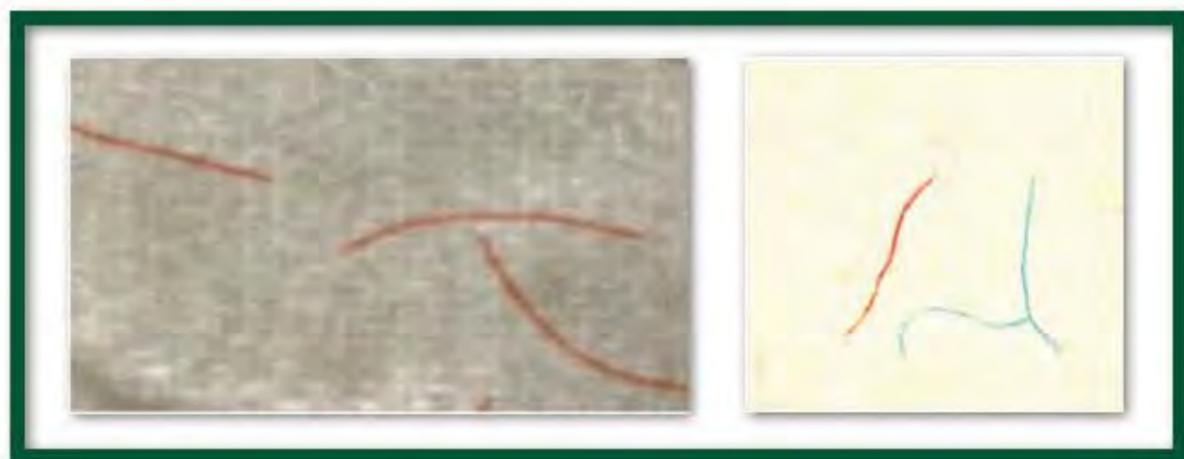


Fig. 140) Izq. Detalle de fibras en billete checo. Der. Las fibras del dolar estadounidense se presentan en colores rojo y azul, bajo luz UV no arrojan luminiscencia alguna.

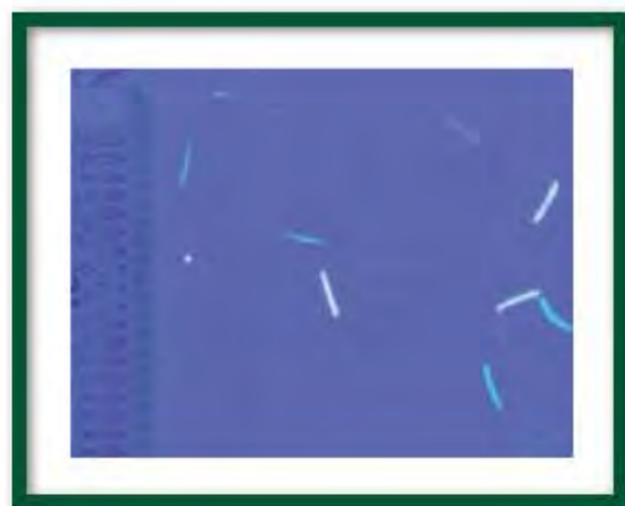


Fig. 141) Detalle de fibras en billetes chilenos con reacción bajo la luz UV.

### 3.3.3. Planchettes, confetis y plaquetas hexagonales

Consisten en pequeños círculos o plaquetas hexagonales de material sintético (las circulares de 1 mm. de diámetro) que se incorporan al papel del mismo modo que las fibras de seguridad; es decir, durante el proceso de producción del mismo. También pueden ser confeccionados en seda especial o rayón, de colores distintos, diferenciándose en su forma,

pues pueden ser circulares a manera de pequeños discos, que son ubicados en anverso del billete; algunos son perceptibles a simple vista, evidenciando variación de su tonalidad cromática. Pueden ser iridiscentes y arrojar fluorescencia bajo la luz UV. Algunos ejemplares que los contienen son billetes de Haití (1979), de Colombia (década de 1990) y en algunos billetes mexicanos (1993).



Fig. 142) Izq. Detalle de billetes colombianos con plaquetas/ confetis multicolores. Der. Confetis con reacción a la luz UV.

### 3.3.4. Hologramas y kinegramas

Los hologramas son imágenes tridimensionales a todo color, diagramadas mediante un proceso especial de rayos láser. Es una imagen multidimensional hecha sobre un film fotográfico mediante un sistema láser, realizado en papel metálico o plástico, para evitar la falsificación por escáner o fotocopia.

En papel moneda se emplean otras variantes como el iniciático pixelgrama y los actuales —y más populares— kinegramas. El kinegrama es una característica desarrollada por la compañía suiza Kinegram y, como el holograma, consiste en una estructura de difracción microscópica. La imagen, no obstante, no es tridimensional como en el holograma, sino que al moverla muestra animaciones gráficas. Tanto los hologramas como los kinegramas se presentan en tiras, a modo de hilos de seguridad, o en parches.



Fig. 143) Parche holográfico en billetes árabes.



Fig. 144) Kinegrama en el euro, el simple movimiento y una buena iluminación disparan cambios en el diseño.



Fig. 145) Kinegrama en el billete de 20 libras esterlinas.

### 3.3.5. Códigos de barra

Algunos ejemplares de billetes han incorporado códigos de barras, que facilitaban la lectura de las clasificadoras. Se presentaban visibles bajo luz normal o con tinta invisible con reacción bajo la luz UV. Podemos apreciar esto en algunos ejemplares de billetes holandeses y libaneses.



Fig. 146) Ejemplos de código de barras en billetes libaneses (arriba) y holandés (abajo).

### 3.3.6. Scrambled Indicia

Desarrollado por Alfred V. Alasia, de la empresa Graphic Security Systems Corporation, bajo el nombre de Scrambled Indicia, este dispositivo consiste en un proceso que permite que una o más imágenes sean codificadas dentro de otras imágenes que dificultan la percepción de las primeras. Una lente actúa como decodificador, y cuando se produce la decodificación pueden leerse una o más leyendas, y hasta en diferentes idiomas. Pueden también incorporar tintas ultravioletas especiales, posibles de ser leídas por un decodificador ultravioleta. Se han introducido en billetes de Omán, Estonia, Uruguay y pesetas españolas. Esta medida de seguridad se ha adecuado e implementado con gran éxito a documentos de identidad.



Fig. 147) Billete de Estonia. Aplicación del lente-filtro decodificador en el diseño principal del anverso.

Además hay otros elementos que tienen algunos billetes, pero que por cuestiones de seguridad, no hay ni información ni imágenes. Estos son:

- Imágenes vistas con filtro: Sólo con el uso de lentillas de colores o micas especiales aparecen al observador.
- Marcas secretas: Son diminutas fallas o errores voluntarios efectuados en determinada parte del billete, para reconocimiento de los fabricantes o emisores de moneda.

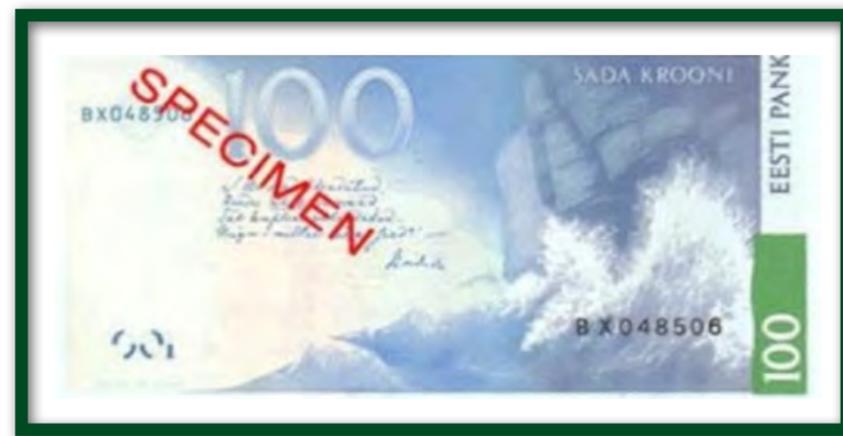


Fig. 148) Reverso del billete de Estonia.



Fig. 149) Lente decodificador aplicado en dos sectores del reverso.

México

# CAPÍTULO 4

REVOLUCIÓN SI NECESITA UN ARTE REVOLUCIONARIO  
DIEGO RIVERA



DESNUDO CON ALCATRACES



**CARACTERÍSTICAS DEL  
PAPEL MONEDA EN MÉXICO**

En el primer capítulo fueron expuestos los puntos clave en la historia del papel moneda en nuestro país. En el segundo, me concentré en los materiales y procesos de impresión. En el tercero, se explicaron los elementos y dispositivos de seguridad. Con esa información previa, me interesa revisar en este último apartado, esos aspectos en el papel moneda en México, y los tipos de billetes de las últimas décadas.

## 4.1. La producción del papel moneda en México

Los billetes en México han cambiado en su diseño, composición y valor de acuerdo con la vida social y económica del país. Hoy, el Banco de México (Banxico) es el responsable de proveer al país de billetes y monedas en la economía nacional, una labor que desde 1969 realiza a través de la Fábrica de Billetes —recordemos que anteriormente los billetes los producía el American Bank Note Company. El Banco de México es el organismo que determina con base en pronósticos y evaluaciones sobre el uso del dinero, hacia dónde tienden las necesidades monetarias.<sup>69</sup>

Todo comienza con la decisión de cuántos billetes fabricar para así determinar la compra de insumos. En 2014, la producción fue de mil 440 millones de billetes de diferentes denominaciones, especialmente de 50 pesos, que fue el nuevo billete que se puso en circulación ese año y del que debía haber suficientes unidades (420 millones). Sin embargo, de acuerdo con las necesidades de los usuarios, las mayores cantidades de producción se dieron con los billetes de 100 (600 millones) y de 500 (300 millones). Los encargados que estas previsiones se consoliden son un grupo de alrededor de 350 personas, que a través de diversos grupos y turnos, laboran las 24 horas del día en los diferentes procesos de producción y administración de la fábrica.

Los billetes de baja denominación (20 y 50 pesos) están hechos de polímero que se compra a una empresa australiana que tiene una planta de fabricación aquí en México. Para los billetes de alta denominación (100, 200, 500 y 1000 pesos), el material base es sustrato de papel con fibras de algodón, que se compra aproximadamente a cinco empresas, situadas en América y Europa.<sup>70</sup> El otro insumo esencial es la tinta, la cual se compra a dos empresas: una alemana y otra suiza. Los proveedores envían el material en hojas (donde caben entre 60 y 50 billetes según sea el caso) con algunos elementos de seguridad ya incluidos, como es el hilo con movimiento y la marca de agua. Una vez que se recibe el insumo, uno de los

<sup>69</sup> Cfr. ASPE Armella, Pedro, *El Camino Mexicano de la Transformación Económica*. México, Fondo de Cultura Económica, 1993.

<sup>70</sup> Cfr. BENDER, Klaus W. *Moneymakers (The Secret World of Banknote Printing)*, WILEY-VCH VERLAG GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2006.

primeros procesos es el Offset, a través del cual se trabajan lotes de 10 mil hojas cada uno, alcanzando velocidades de 9 o 10 mil hojas por hora. Las máquinas, llamadas Simultan, de impresión Offset, imprimen por anverso y reverso las imágenes de casi la totalidad del billete, lo único que no se imprime es la imagen del personaje histórico, la leyenda Banco de México y el numeral, pero sí en el caso del reverso, que se imprime todo.<sup>71</sup>



Fig. 150) Reverso del billete de 100 pesos, Tipo D, impreso completamente en Offset.

Hay un control de calidad a pie de máquina; se trata de una especie de tablero, donde los operadores inspeccionan que las hojas estén a registro, de modo que todas las figuras estén en la posición adecuada. Después, los billetes pasan al proceso de impresión calcográfica, para generar la leyenda faltante y los numerales, así como el micro texto que viene en el anverso del billete y el personaje histórico, todo ello con el relieve característico. Cada máquina tiene una bóveda que sirve para guardar los lotes que se terminan de imprimir, con el fin de que concluyan el secado de tintas.



Fig. 151) Detalles del anverso del billete de 20 pesos Tipo D1 (impreso sobre papel con fibras de algodón) donde podemos observar la impresión calcográfica en textos, microtextos, numerales y personaje histórico.

<sup>71</sup> Cfr. [www.banxico.org.mx/divulgacion/billetes-y-monedas/participacion-del-banco-mexic.html](http://www.banxico.org.mx/divulgacion/billetes-y-monedas/participacion-del-banco-mexic.html)

Una vez que ha pasado por la impresión calcográfica, los billetes se numeran, pues cada uno debe ser único para poder rastrearlo, lo cual realiza una máquina tipográfica que imprime números distintos a cada billete por medio de una foliadora. A través de una computadora, se verifica que cada billete tenga un número distinto. Cuando todo esto se ha concluido, las unidades pasan a un proceso de recubrimiento, que consiste en colocarles un barniz transparente para darles mayores condiciones de durabilidad. Todos los barnices son de secado ultravioleta, que les da el brillo y el control de calidad denominado ultraprotector. Además, toda esta tecnología debe de trabajarse en medio de una temperatura ambiente determinada, para ello el área de trabajo cuenta con humidificadores que controlan la humedad del lugar.



Fig. 152) Ejemplos de la impresión tipográfica de folio o número de serie en billetes tipo F de 100 pesos conmemorativo (polímero), 200 y 1000 pesos respectivamente.

Después de la etapa de barnizado pasa a un proceso final de cortado. Las hojas de billetes completadas se apilan de 100 en 100 y se cortan en paquetes individuales con una navaja que corta directamente a través de las hojas. Finalmente un proceso de inspección, labor que realiza otra máquina, la cual tiene una capacidad no sólo para revisar 40 billetes por segundo, sino empaquetarlos en fajillas de 100, hasta formar un mazo de mil piezas o 10 fajillas. Al mazo se le coloca un código de barras para su rastreo e identificación. Posteriormente, 5 de esos mazos son flejados para formar un paquete. A su vez cada paquete se identifica con un código de barras. Se arman bolsas con 5 ó 6 paquetes; es decir, con 25,000 ó 30,000 billetes. Finalmente se colocan 10 bolsas para formar un contenedor con 250,000 y 300,000 billetes. Estos contenedores también son identificados con un código de barras que contiene información sobre la denominación, la serie de folios, y los trabajadores que intervinieron en su armado, entre otros datos.

La Fábrica de Billetes entrega estos contenedores a la Caja Principal del Banco de México. Esta entidad es responsable de distribuir los billetes por todo el país. Recordemos que el Banco de México tiene su ubicación en la Ciudad de México, es por ello que por logística, y

debido a los costos de distribución, el Banco de México cuenta con un esquema de distribución en el que participan su Oficina Central y 6 sucursales del propio Banco, las cuales están ubicadas estratégicamente en el territorio nacional. También participan algunas sucursales bancarias llamadas corresponsalías. Éstas actúan a nombre del Banco de México y son administradas por el mismo Banco Central o por alguna de las 6 sucursales mencionadas.

La Oficina Central envía billetes por vía terrestre o vía aérea tanto a las corresponsalías como a las sucursales del Banco de México; a su vez, cada una de las sucursales envía billetes a las corresponsalías que administra. De ese modo, los bancos comerciales pueden acudir a una sucursal del Banco de México o a una de sus corresponsalías para retirar billetes. Posteriormente, los bancos entregan o reciben los billetes del público a través de sus ventanillas y cajeros automáticos. Gracias a este esquema de distribución se cubre en su totalidad el territorio nacional.<sup>72</sup>

Cabe señalar que el Banco Central de México fue el primer banco en Latinoamérica en interesarse por el uso del polímero en la manufactura del papel moneda. En 1996, inició pruebas en la Fábrica de Billetes del Banco de México.<sup>73</sup> En el año 2002, el banco realizó estudios para evaluar la introducción de este material en los billetes de 20 pesos —la menor denominación en circulación. Para ello, llevó a cabo diversas encuestas a nivel nacional, pruebas piloto de circulación en varias zonas del país, la evaluación de la producción de polímeros en su fábrica de billetes, etc. Fue así como desde septiembre de 2002 ha circulado el billete de polímero de 20 pesos, y desde noviembre de 2006, el billete de polímero de 50 pesos.<sup>74</sup>



Fig. 153) Anversos de los billetes de polímero. Arriba: Denominación 20 pesos Tipo D1 y F respectivamente. Abajo: Denominación 50 pesos Tipo F y F1 respectivamente.

72 Apud. [www.banxico.org.mx/divulgacion/billetes-y-monedas/participacion-del-banco-mexic.html](http://www.banxico.org.mx/divulgacion/billetes-y-monedas/participacion-del-banco-mexic.html)

73 Apud. GIUSTI, Rosa Ma. y Vásquez, José L. “Los billetes de polímero. La experiencia internacional.” Revista Moneda. Gestión del circulante. pp.19-23.

74 Cfr. Banco de México “El uso del polímero en los billetes del Banco de México”, 2009.

Desde que se introdujeron billetes de polímero en la circulación, la participación de los billetes hechos de ese material se ha incrementado sustancialmente como porcentaje del total en circulación. En diciembre de 2003, pasó de representar el 10 por ciento de la circulación a cerca del 40 por ciento de ella en agosto de 2012. Por su parte, la duración promedio o vida útil de las denominaciones de 20 y 50 pesos se ha triplicado. En el caso del billete de 20 pesos, la vida útil promedio aumentó de 9 a 29 meses. En el caso del billete de 50 pesos, la vida útil promedio subió de 14 a 35 meses. La denominación de 100 pesos aún circula en papel de algodón tradicional y su vida promedio es de 19 meses. En tanto, las mayores denominaciones que corresponden a 200, 500 y 1000 pesos, y que también circulan en billetes con sustrato algodón, tienen una vida promedio superior a los 30 meses, y de acuerdo con Banco Central de México su frecuencia de circulación es bastante baja.

Respecto a la seguridad y a la falsificación de billetes, México ofrece una evidencia mixta. En el caso del billete de 20 pesos, se observa una mejora en la seguridad; el ratio de falsificación (piezas por millón de unidades) disminuyó de 18 a 1 entre 2003 y 2011; pero en el caso del de 50 pesos, se observó una disminución sostenida entre 2006 (año de introducción) y 2009, pasando de 215 a 28; para luego subir considerablemente hacia 2011 (209). Para los billetes de 100 pesos, el ratio muestra una evolución errática; mientras que en las denominaciones de 200 y 500 pesos, el ratio se ha mantenido relativamente elevado.<sup>75</sup>

Así, México ofrece resultados mixtos en cuanto a las ventajas del uso del sustrato de polímero en la fabricación de billetes. Por un lado, es claro que la durabilidad, medida en términos de la vida útil del billete, se ha incrementado sustancialmente; pero por otro, la evidencia respecto a las medidas de seguridad y la disminución de la falsificación no es contundente. El incremento sustancial en la falsificación de los billetes de 50 pesos durante 2011 dejó dudas sobre este tema.<sup>76</sup>

## 4.2. Tipos de billetes en México

Las distintas denominaciones de los billetes con características similares integran lo que se conoce como una familia de billetes, y se clasifica en Tipos AA, A, B, C, D, D1, E, F, y F1.<sup>77</sup> Veámoslos con mayor detalle:

### 4.2.1. Billetes de los Tipos AA y A

Los billetes Tipo AA estuvieron en circulación de 1925 a 1978. Fueron expedidos por el Banco de México e impresos por la American Bank Note Company en 1925 por órdenes del

75 El ratio se refiere a la relación cuantificada entre dos magnitudes que refleja su proporción. <http://www.wordreference.com/definicion/ratio>

76 En: <http://www.elfinanciero.com.mx/archivo/esta-es-la-maquina-que-1.html>

77 Apud. Banco de México. “Billetes fabricados en el Banco de México”, Oficina de Análisis y Estudios de Efectivo, mayo de 2013.

entonces presidente Plutarco Elías Calles. Inicialmente estos billetes eran similares al dólar estadounidense, a excepción del reverso, que era de color diferente en cada denominación. La American Bank Note Co. fabricó para el Banco de México tres emisiones<sup>78</sup>, la primera conocida como los “anchos” de 180 x 83 mm. (de 1925 a 1934) en denominaciones de 5, 10, 20, 50, 100, 500 y 1000 pesos. La segunda emisión, conocida como de “transición” con medidas de 157 x 67 mm. circuló de 1936 a 1942 en denominaciones de 5, 10, 50 y 100 pesos. Y la tercera conocida como los “angostos” que medían 153 x 67 mm. en denominaciones de 1, 10, 20, 50, 100, 500, 1000 y 10000 pesos estuvo en circulación de 1937 a 1979. Respecto a esta última, habremos de señalar su importancia debido a tres circunstancias que la caracterizan: Fue la única emisión que introdujo el billete de 1 peso; introdujo el billete de 10000 pesos —la denominación más alta para la época—; y estuvo en circulación durante 42 años, la emisión con mayor vigencia hasta la actualidad. En 1984 se retiraron de circulación los billetes de la American Bank Note Co., quedando solamente los billetes realizados por la Fábrica del Banco de México.<sup>79</sup>



Fig. 154) Anversos de los billetes de pesos mexicanos en sus diferentes denominaciones de la familia AA fabricados en la American Bank Note Company, con sede en la ciudad de Nueva York, EE.UU.

Los billetes Tipo AA que fueron fabricados por el Banco de México circularon de 1969 a 1982 con denominaciones de 5, 10, 20, 50, 100, 500 y 1000 pesos (MXP). Estos billetes contaban con los elementos básicos de seguridad que hemos venido mencionando: impresos en papel

78 Apud. Banco de México. “Billetes fabricados en el Banco de México”, Oficina de Análisis y Estudios de Efectivo, mayo de 2013.

79 Apud. DOUGLAS, Duane. (2003) El papel moneda del Banco de México. Derecho de autor 03-2002-120210132200-1

con fibras de algodón, formato horizontal, tamaño único, patrón y texturas de fondo, efecto de irisación, guiloches, personaje principal, valores nominales y textos en calcografía. Sin embargo, tenemos que comentar que también de acuerdo con la denominación, contenían diferente cantidad de elementos de seguridad. A continuación, enumeraremos éstos:

Baja denominación (5, 10, 20, 50 y 100 pesos)

- Fibras de respuesta a luz UV
- Fondos UV en anverso
- Registro de alta precisión

Alta denominación (500 y 1000 pesos)

- Papel de color
- Fibras visibles a la luz de día
- Confeti visible a la luz de día
- Fondos UV en anverso y reverso
- Marca de agua
- Hilo de seguridad embebido con valor nominal y con respuesta a luz UV (sólo el billete de 500 pesos)
- Hilo de seguridad embebido con valor nominal
- Impresión calcográfica por anverso y reverso
- Folio de respuesta UV



Fig. 155) Anversos de los billetes de pesos mexicanos en sus diferentes denominaciones de la familia AA fabricados por el Banco de México.

Debido a la devaluación del peso mexicano suscitada al término de la presidencia de José López Portillo en 1982, el país entra en una crítica espiral inflacionaria, en donde los todos billetes pierden poder adquisitivo, derivando que el uso de los billetes de baja denominación prácticamente se vuelva nulo e incostruable su fabricación, y los de alta denominación, a partir de este periodo, pasarían a ser utilizados, por la pérdida del poder adquisitivo, como de baja denominación.

En este contexto, se tienen que reducir los costos de fabricación, emitiéndose dos billetes tipo AA bis con denominaciones de 500 y 1000 pesos, que circularon durante 1984 y 1985, y a diferencia de los billetes anteriores que contaban con variados y sofisticados elementos de seguridad, en estos últimos fueron reducidos dejándolos con las siguientes características:

- Se elimina el papel de color
- Se elimina la marca de agua
- Se elimina el confeti
- Se elimina el hilo de seguridad de respuesta a luz UV
- Se elimina el fondo de seguridad de respuesta a luz UV en el anverso
- Se elimina la impresión calcográfica por el reverso
- Se elimina el folio de respuesta a luz UV
- Se agregan fibras de respuesta a luz UV



Fig. 156) Anversos de los billetes de pesos mexicanos Tipo AA bis, que circularon durante 1984 y 1985. Compárese con las mismas denominaciones en la fig. 155.

Los billetes tipo A estuvieron en circulación de 1980 a 1990<sup>80</sup> y se emitieron en denominaciones de 2000, 5000, 10000, 20000, 50000 y 100000 pesos. Cabría señalar que estas altas

<sup>80</sup> Es importante comentar que los billetes de la familia tipo A no fueron puestos en circulación por el Banco de México en forma simultánea, ya que hubo años de diferencia entre la salida de las diferentes denominaciones. El billete de 5000 pesos sale en 1980; el de 10000 pesos en 1981; el de 2000 en 1983; el de 20000 en 1985; el de 50000 en 1986; y finalmente el de 100000 en 1988. (Fuente: <http://www.banxico.org.mx>)

denominaciones se debían a que el país continuaba con una grave situación inflacionaria, y el Banco de México puso en circulación esta emisión con las siguientes características:

- Tamaño único
- Impresos en papel de color (denominaciones 5000, 10000 y 20000 pesos)
- Hilo de seguridad embebido con valor nominal y con respuesta a luz UV (denominaciones 5000, 10000, 20000, 50000 y 100000 pesos)
- Hilo de seguridad embebido negro de respuesta UV y magnética (denominación 2000 pesos)
- Marca de agua (todas las denominaciones a excepción de la de 2000 pesos)
- Planchettes hexagonales metalizados respuesta luz de día y luz UV (denominaciones 50000 y 100000 pesos)
- Confeti respuesta luz de día y UV (denominación 5000 pesos)
- Confeti con respuesta a luz UV (denominación 20000 pesos)
- Imagen de registro perfecto
- Impresión calcográfica anverso y reverso (todas las denominaciones a excepción de la de 2000 pesos)
- Folio de respuesta a luz UV (denominaciones 5000 y 10000 pesos)



Fig. 157) Anversos de los billetes de pesos mexicanos Tipo A, que circularon de 1980 a 1990.

Durante los años 1980 a 1992 el país enfrenta uno de los periodos de crisis inflacionaria más desquiciantes experimentados en nuestra economía, pero en particular en 1987 durante la presidencia de Miguel de la Madrid, los billetes vuelven a perder su poder adquisitivo, a tal grado que el Banco de México, suspende la impresión del billete de 2000 pesos, considerando

incosteable su fabricación dado su bajo poder adquisitivo; y tiene que emitir denominaciones tipo A bis de 5000, 10000 y 20000 pesos con características de fabricación a bajo costo. Esta emisión circuló de 1987 a 1991 y contó con las siguientes características:

- Eliminación del papel de color
- Eliminación de la marca de agua
- Eliminación de hilo de seguridad embebido de respuesta UV
- Eliminación de la impresión calcográfica del reverso
- Eliminación del folio de respuesta a luz UV
- Se mantiene hilo de seguridad embebido de respuesta magnética
- Se mantienen las fibras de respuesta a luz UV



Fig. 158) Anversos de los billetes de pesos mexicanos Tipo A bis, que circularon de 1987 a 1991. Compárese con las mismas denominaciones en la fig. 157.

Para cerrar este apartado comentaremos que todos los billetes de la familia Tipo A y A bis fueron desmonetizados a partir del 1 de enero de 1996.

#### ■ 4.2.2. Billetes Tipo B

Mediante decreto publicado el 22 de junio de 1992 en el Diario Oficial de la Federación, a partir del 1 de enero de 1993 entró en vigor una nueva unidad monetaria para los Estados Unidos Mexicanos denominada “nuevo peso”, equivalente a mil pesos de la unidad anterior. El Banco de México emite los billetes Tipo B donde aparece el adjetivo “nuevos” antes de la

palabra “pesos” en las denominaciones de N\$10, N\$20, N\$50 y N\$100 (nuevos pesos - MXN). En estos billetes se mantuvieron los elementos de color y diseño de sus equivalentes del tipo A: \$10,000, \$20,000, \$50,000 y \$100,000; esto fue para facilitar la transición paralela, en la circulación con los billetes anteriores de “viejos” pesos. Es importante también mencionar que esta nueva emisión se lanza a circulación en todas sus denominaciones de manera simultánea, y a excepción del valor nominal y escrito con la leyenda “nuevos pesos”, todas sus características y elementos de seguridad eran los mismos de los billetes del Tipo A y A bis.



Fig. 159) Anversos de los billetes de pesos mexicanos Tipo B que circularon de 1992 a 1994 donde se observa la leyenda “nuevos pesos” con la nueva unidad monetaria equivalente a un peso por cada mil pesos de la emisión anterior de billetes.

#### ■ 4.2.3. Billetes Tipo C

El 3 de octubre de 1994 salen a la circulación los billetes Tipo C y conservan el adjetivo “nuevos” antes de la palabra “pesos” pero presentan nuevos diseños. Este tipo de billete se emitió en denominaciones de N\$10, N\$20, N\$50, N\$100, N\$200 y N\$500 (nuevos pesos - MXN).

Consideramos importante destacar como emblemática esta familia de billetes, pues desde el punto de vista diseñístico, fue un parteaguas en la elaboración de billetes por parte del equipo de diseño del Banco de México, ya que, sin menospreciar el trabajo artístico de las emisiones anteriores, a partir de los billetes tipo C se puso de manifiesto una serie de características que lograron un diseño integral manteniendo una unidad gráfica, y que a la vez, permitía identificar fácilmente la individualidad de cada billete. Como características espe-

cíficas de este nuevo diseño identificable de los billetes mexicanos a partir de esta familia Tipo C y sus elementos de seguridad podemos mencionar:

- Tamaño diferenciado de acuerdo a baja y alta denominación.  
Baja denominación N\$10, N\$20 y N\$50: 129 x 66 mm.  
Alta denominación N\$100, N\$200 y N\$500: 155 x 66 mm.
- Fuente tipográfica diseñada exclusivamente para el título del Banco emisor y leyenda “pagará a la vista al portador”, así como para el valor nominal en letra y en número.
- Diseño unificado en todos los billetes con criterios definidos.  
En el anverso: El diseño del billete cuenta con una composición estructurada en forma de un paralelogramo que enmarca al personaje histórico ubicado del lado derecho y ocupando casi la totalidad de la altura del billete y a la ilustración secundaria o viñeta dispuesta al centro del billete con temática relativa al personaje histórico; el título del Banco emisor y leyenda se encuentran en la parte superior izquierda, dispuestos cada uno en una línea; el valor nominal en número y en letra están en el lado inferior izquierdo, la unidad monetaria (nuevos pesos) en el lado inferior derecho; y el folio o número de serie en la parte superior izquierda.
- En el reverso: Todas las denominaciones cuentan con una viñeta alusiva al personaje histórico que ocupa todo el espacio del billete; el valor nominal en número y unidad monetaria se ubican en el lado superior derecho; valor nominal en letra en la parte inferior izquierda y el elemento de seguridad de registro perfecto lo encontramos en la parte media del billete del lado izquierdo.
- Hilo de seguridad embosado negro de respuesta magnética (en denominación de N\$10, N\$20 y N\$50 pesos)
- Un hilo de seguridad embebido negro de respuesta magnética y otro con valor nominal de respuesta a luz UV (en denominaciones N\$100, N\$200 y N\$500 pesos).
- Marca de agua (en denominaciones N\$100, N\$200 y N\$500 pesos).
- Electrotipo. Marca de agua con el valor nominal (en la denominación de N\$500 pesos).
- Fibras y confetis de respuesta a luz UV (todas las denominaciones).
- Microlínea impresa en Offset el reverso del billete (todas las denominaciones).
- Motivos de respuesta a luz UV en el reverso del billete (todas las denominaciones).
- Un elemento de imagen latente en el anverso del billete (en denominaciones de N\$20 y N\$50 pesos).
- Dos elementos de imagen latente en el anverso del billete (en denominaciones N\$100, N\$200 y N\$500 pesos).
- Microlínea en impresión calcográfica en el anverso (en todas las denominaciones a excepción de la de N\$10 pesos).
- Textura en impresión calcográfica en el anverso (únicamente denominación de N\$10 pesos).
- Planchettes hexagonales metalizados (en denominaciones N\$100, N\$200 y N\$500 pesos).



#### 4.2.4. Billetes Tipo D



Para finalizar el proceso de cambio de unidad monetaria, se emitió otra serie en donde se elimina el adjetivo “nuevos” y se regresa al término “pesos” (1994-2001). Está integrada por las mismas denominaciones y diseños de los billetes Tipo C. Además, en el encabezado se suprime la antigua frase “Pagaré a la vista al portador” dejando solamente el título de “Banco de México”. En esta emisión, se imprime por última vez el billete de \$10 pesos (MXN) en 1997, ya que su producción representaba un gasto oneroso e innecesario dado que existían las monedas de la misma denominación. Dentro de esta emisión se encuentran los billetes conmemorativos del 75 aniversario del Banco de México, unos billetes idénticos a los billetes comunes tipo D, con la única diferencia de tener la leyenda “Banco de México 75 aniversario 1925-2000”.



Fig. 162) Detalle donde se observa la leyenda de la emisión conmemorativa del 75 aniversario del Banco de México en los Billetes Tipo D.

#### 4.2.5. Billetes Tipo D1

Posteriormente, en octubre de 2001 se puso en circulación una nueva emisión de billetes conocida como Tipo D1. Esta serie conserva los mismos diseños, pero incorpora nuevos elementos de seguridad, además de los ya existentes. Esta emisión se sumó a los billetes en circulación en las denominaciones de 50, 100, 200 y 500 pesos.

Como parte de la misma serie D1, a partir del 30 de septiembre de 2002 se pusieron en circulación billetes de 20 pesos impresos en polímero en lugar de papel. El polímero, por ser un material más durable, se incorporó en estos billetes de baja denominación, ya que son los que se deterioran con mayor rapidez. Estos billetes también elaborados en la Fábrica de Billetes del Banco de México, en apariencia similares a los de papel, pero con la distintiva ventana transparente, característica de seguridad.

La última denominación de la serie D1 fue de 1000 pesos, estuvo impresa en papel con fibras de algodón y aunque se puso en circulación a partir del 15 de noviembre de 2004, fue un billete poco distribuido, causó desconfianza entre la población y fue poco utilizado, finalmente fue retirado de circulación.

A continuación, enlistaremos las características principales, que en cuanto a elementos de seguridad se refiere, contó esta familia de billetes:

- Valor nominal en tinta OVI que cambia de color según el ángulo de visualización (en las denominaciones de 100, 200, 500 y 1000 pesos).
- Fibras y confeti de respuesta a luz UV (únicamente denominación de 50 pesos).
- Elemento táctil para invidentes (en todas las denominaciones).
- Banda iridiscente con la denominación impresa que cruza el billete en forma vertical en el lateral izquierdo (en todas las denominaciones a excepción de la de 20 pesos).
- El uso del sustrato polímero como elemento de seguridad en la impresión del billete de denominación de 20 pesos, que por sus propias características permite la integración, a su vez, de otros elementos de seguridad tales como:
  - Win THRU® Ventana transparente.
  - MAGread® Hilo de seguridad y código de bloque impresos con tinta de respuesta magnética (impreso a través de Rotograbado).
  - Matificado (fondo blanco impreso a través de Rotograbado).
  - SHAD H2O Switch® Imagen sombreada (equivalente a marca de agua).
  - Texturas en tinta calcográfica transparente que imita el relieve en ilustraciones y textos.
  - Win BOSS® Embosado calcográfico sin tinta en la ventana transparente.
  - Elemento táctil para invidentes en tinta transparente.



Fig. 163) Anverso del billete de 20 pesos Tipo D1 impreso en polímero donde se puede observar la característica ventana transparente como elemento de seguridad.



Fig. 164) Anverso de los billetes Tipo D1 impresos en papel de fibras de algodón y en donde podemos observar en los de mayor denominación el valor nominal en número impreso con tinta OVI ubicado la parte superior derecha.

#### 4.2.6. Billetes de los Tipos F y F1

Los billetes Tipo F son una nueva familia emitida en 2006, y representativos de la unidad monetaria en vigor. Todas las denominaciones son de longitud diferente. El ancho es de 66 mm. en todos los casos y con una diferencia de 7 mm. entre cada una de ellas; así, la denominación menor de 20 pesos mide 120 mm. y la denominación mayor de 1000 pesos es de 155 mm.



Fig. 165) Imagen que muestra la diferencia de tamaño en los billetes actuales tipo F, décima emisión, donde se aprecia la diferencia de 7mm. entre cada denominación.

El diseño de los billetes se cambió sustancialmente, debido a las siguientes razones:

- Para facilitar a los invidentes o personas con alguna discapacidad visual la identificación del valor del billete.  
Para dificultar la falsificación de los billetes.

Los billetes de 20 y 50 pesos están impresos en polímero, en las denominaciones restantes se utiliza papel con fibras de algodón. También es importante señalar que las distintas denominaciones de esta familia se introdujeron a la circulación en diferentes años: el billete de \$50 en 2006, para continuar con el de \$20 en 2007; siguieron los de \$200 y \$1000 en 2008; y finalizaron los billetes de \$100 y \$500 en 2010.<sup>81</sup> A continuación, se enlistarán los elementos de seguridad de los billetes tipo F, dividiéndolos por baja denominación y alta denominación, de acuerdo también a su soporte de impresión.

Elementos de seguridad en baja denominación: 20 y 50 pesos (Soporte Polímero)

- Win THRU® Ventana transparente
- Media ventana
- MICRO LETTERED THREAD® Hilo con microletra impreso con valor nominal en letra y número.
- Registro de alta precisión (impresión de coincidencia por anverso y reverso del billete -mapa de la república mexicana y rosa de los vientos-).
- SHAD H2O Switch® Imagen sombreada (equivalente a marca de agua).
- G-switch® Imagen con tinta que cambia de color (que se combina con una media ventana o ventana transparente).
- Microtexto.
- Anillos OM-ROM Algoritmo visible con luz de día y luz UV.
- Win BOSS® Imagen en relieve sin tinta sobre la ventana transparente.

Elementos de seguridad en alta denominación: 100, 200, 500 y 1000 pesos (Soporte Papel de fibras de algodón)

- Marca de agua del personaje histórico.
- Electrotipo (marca de agua muy clara del valor nominal).
- Hilo de seguridad MOTION® o hilo 3D (efecto lenticular con luz de día y efecto de respuesta fluorescente con luz UV).
- Microtexto.

<sup>81</sup> Apud. Banco de México: [www.banxico.org.mx](http://www.banxico.org.mx)

- Registro de alta precisión (impresión de coincidencia por anverso y reverso del billete -mapa de la república mexicana y rosa de los vientos-).
- Anillos OM-ROM Algoritmo visible con luz de día y luz UV.
- Tinta OVI Motivo gráfico (alusivo al personaje histórico en cada billete) que cambia de color.

A partir del 6 de mayo de 2013, se introdujo el nuevo billete de 50 pesos Tipo F1, en el que básicamente se mejoraron y agregaron algunos elementos de seguridad que a continuación señalaremos:

- Elemento de Media ventana (de mayor superficie).
- Win THRU® Ventana transparente (de mayor superficie).
- Win DOE® Elemento óptico refractivo.
- Imagen (mariposa) en tinta OMVI (tinta magnética ópticamente variable)
- Folio o número de serie de tamaño creciente.



Fig. 166) Anverso del billete de 50 pesos Tipo F1 impreso en polímero.

#### ■ 4.2.7. Billetes conmemorativos del Centenario y Bicentenario ■

El Banco de México puso en circulación en septiembre de 2009, 50 millones de billetes de 200 pesos conmemorativos del Bicentenario de la Independencia de México, y 50 millones de 100 pesos para festejar el Centenario de la Revolución Mexicana, ambos se integran a la familia Tipo F. Estos billetes conmemorativos no sustituyen a los que actualmente están en circulación; sino que coexisten con ellos. El Banco Central los retirará cuando hayan concluido su vida útil. Aún vemos algunos en circulación.

El billete de 100 pesos está impreso en polímero y sus dimensiones son 134 mm. de largo x 66 mm. de alto. Sus principales elementos de seguridad son los siguientes:

- MAGread® Figura de seguridad con tinta de respuesta magnética (Monumento a la Revolución).
- G-switch® Imagen con tinta que cambia de color que se combina con ventana transparente y elemento VIGNETTE® (Maíz).
- Imagen en medio tono (Detalle de soldadera).
- Impresión calcográfica de textos con tinta de color.
- Win BOSS® Imagen en relieve sin tinta sobre la ventana transparente (de mayor superficie).



Fig. 167) Anverso del billete de 100 pesos Tipo F conmemorativo del Centenario de la Revolución mexicana, impreso en polímero, emitido en 2010.

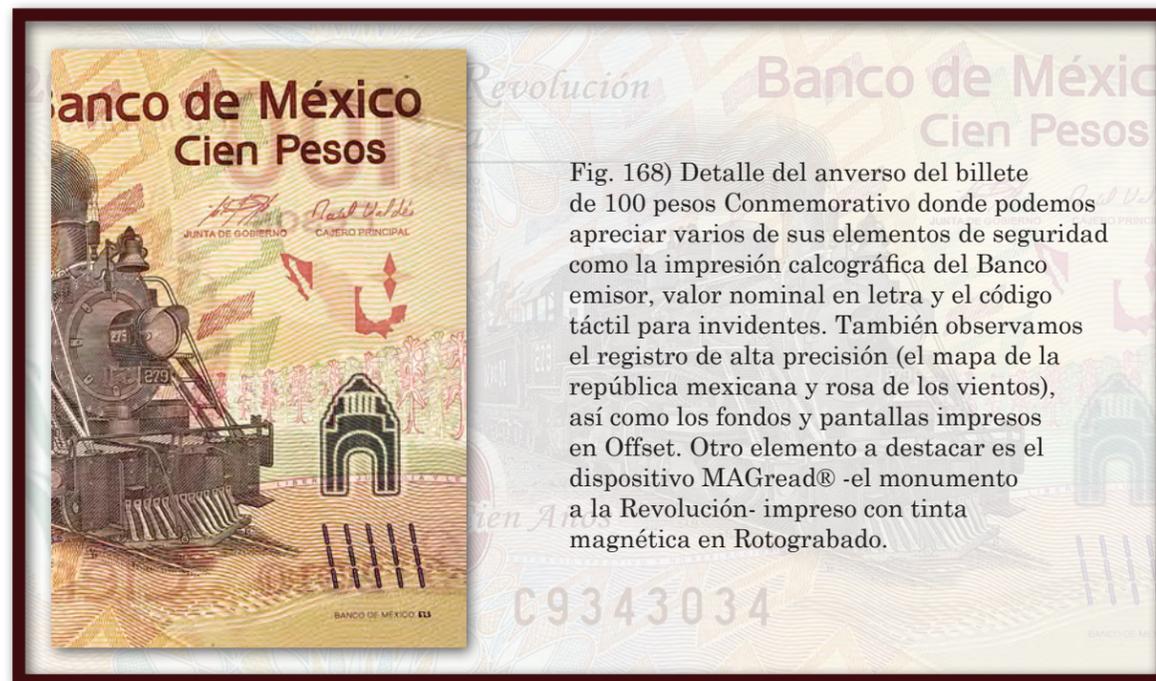


Fig. 168) Detalle del anverso del billete de 100 pesos conmemorativo donde se pueden apreciar varios de sus elementos de seguridad como la impresión calcográfica del Banco emisor, valor nominal en letra y el código táctil para invidentes. También observamos el registro de alta precisión (el mapa de la república mexicana y rosa de los vientos), así como los fondos y pantallas impresos en Offset. Otro elemento a destacar es el dispositivo MAGread® -el monumento a la Revolución- impreso con tinta magnética en Rotograbado.



Fig. 169) Izq. Detalle del anverso del billete de 100 pesos conmemorativo. Aquí podemos apreciar la ventana transparente, uno de los principales elementos de seguridad; la impresión del motivo en medio tono (la soldadera) y las tintas de color del maíz, ambos elementos están impresos en Rotograbado. Observamos también la impresión calcográfica con tinta de color en los textos, microtextos y valor nominal. Der. Acercamiento de la ventana transparente donde se puede observar el dispositivo Win BOSS® realizado en calcografía en seco (relieve sin tinta) sobre la ventana; nótase también el cambio de color en las tintas del maíz, esto es el dispositivo G-switch®.

El billete de 200 pesos está impreso sobre papel de algodón, y sobresale porque es el único billete mexicano hasta ahora que se ha diseñado en formato vertical; sus dimensiones son: 141 mm. de alto x 66 mm. de ancho. Como principales elementos de seguridad destacan:

- Hilo de seguridad aventanillado color-shift/color-fix®.
- Marca de agua en tres variedades:
  - Multitonal: rostro y cuerpo del ángel de la Independencia
  - Pixel en el área del ala del ángel de la Independencia
  - Electrotipo: denominación en número
- Motivos de respuesta a luz UV.
- Elemento de tinta óptico variable OVI (viñeta de la Campana).
- Personaje principal en tinta calcográfica de respuesta magnética.

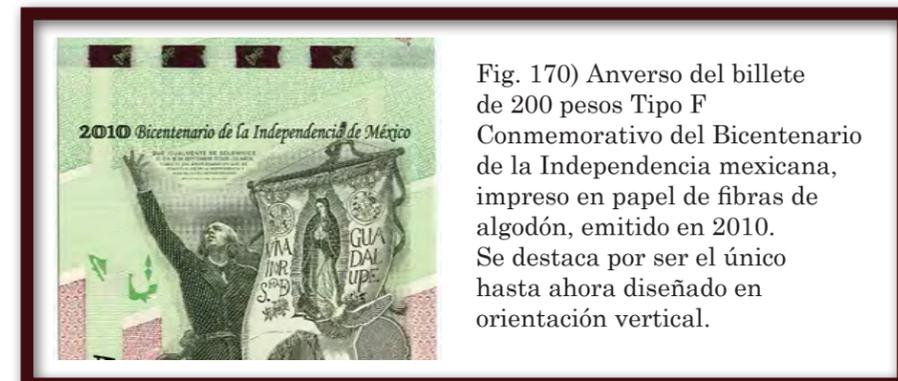


Fig. 170) Anverso del billete de 200 pesos Tipo F conmemorativo del Bicentenario de la Independencia mexicana, impreso en papel de fibras de algodón, emitido en 2010. Se destaca por ser el único hasta ahora diseñado en orientación vertical.



Fig. 171) Izq. Detalle del anverso del billete de 200 pesos Conmemorativo donde podemos apreciar varios de sus elementos de seguridad como impresión calcográfica del Banco emisor, valor nominal en número y unidad monetaria; la marca de agua en sus distintas variedades: multitonal, pixel y electrotipo, así como el folio en impresión tipográfica.

Der. En este acercamiento se observa claramente uno de sus elementos más inmediatos de seguridad: el hilo aventanillado metalizado; la Campana, que es otro dispositivo impreso con tinta óptico variable (OVI) a través de medios calcográficos; y finalmente, impresos en Offset, podemos observar los fondos de seguridad y microtexto con la denominación en letra.

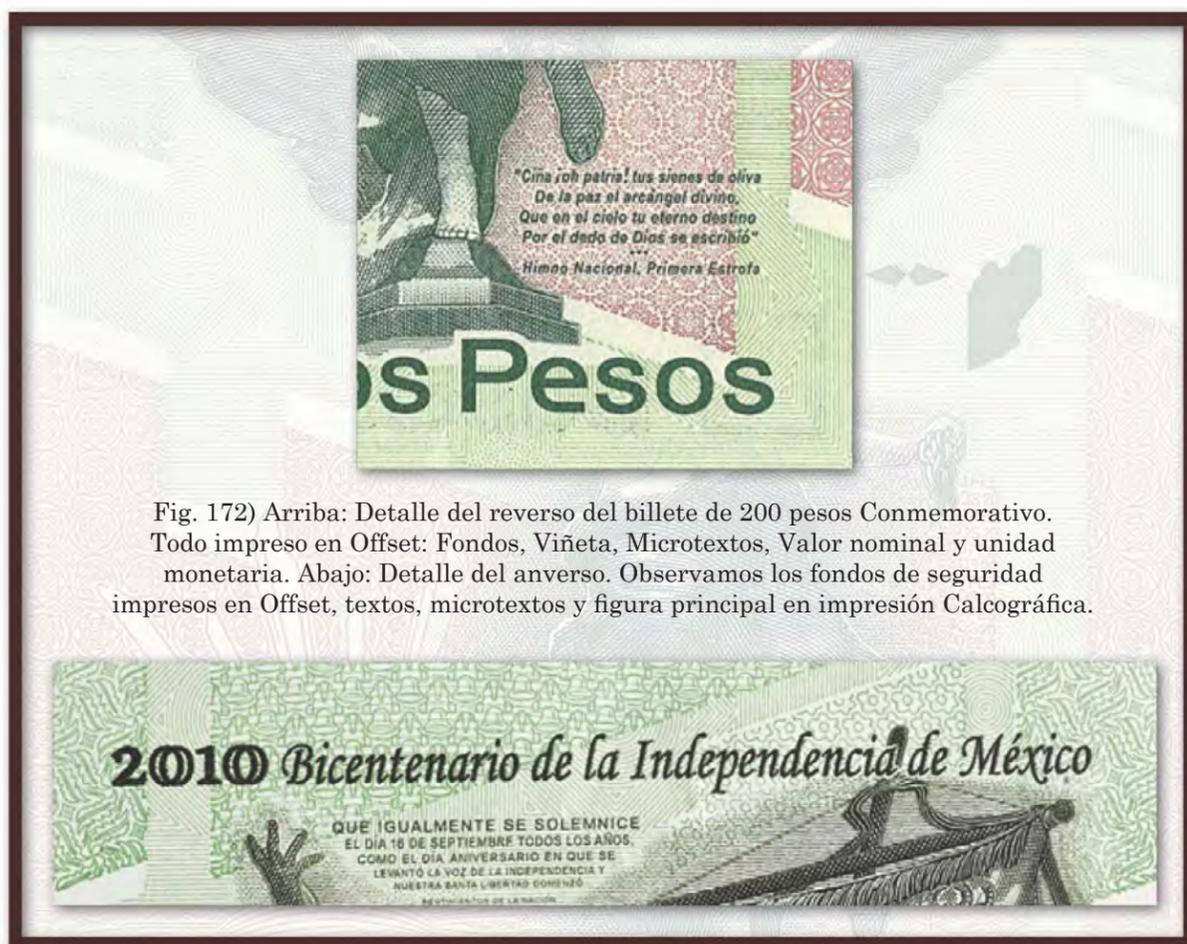


Fig. 172) Arriba: Detalle del reverso del billete de 200 pesos Conmemorativo. Todo impreso en Offset: Fondos, Viñeta, Microtextos, Valor nominal y unidad monetaria. Abajo: Detalle del anverso. Observamos los fondos de seguridad impresos en Offset, textos, microtextos y figura principal en impresión Calcográfica.

### 4.3. Revisión de los elementos de seguridad en los billetes más recientes desde el contexto de los Sistemas de impresión.

Los billetes emitidos por el Banco de México cuentan con diversos elementos de seguridad. La mayoría de estos elementos se pueden reconocer fácilmente para permitir verificar su autenticidad, pero otros requieren de dispositivos especiales.

El sustrato en que se imprimen los billetes, en sí mismo es un elemento de seguridad, hace que éstos tengan una consistencia y textura diferentes a cualquier papel común; también entre ellos mismos, si se compara la sensación entre los billetes impresos en papel con fibras de algodón y aquellos impresos en polímero. De esto también dependerá los elementos de seguridad que puedan ser incluidos al billete.

Es así, que a manera de recapitulación, haremos una revisión de los elementos de seguridad que se han utilizado en las familias de billetes más recientes que han circulado en nuestro país (D1, F y F1), ejemplificando con imágenes y describiendo cuáles son los sistemas de impresión que intervienen en los procesos de fabricación con base en los dos soportes que se utilizan actualmente: polímero y papel con fibras de algodón; y los sistemas de impresión utilizados en la fabricación de billetes en México tales como Offset, Calcografía, Imprenta, Serigrafía, Flexografía y Rotograbado.

#### 4.3.1. Sistema de impresión Offset

La calidad de reproducción de la imagen a través del Sistema de impresión Offset se considera dentro de los estándares de mayor nitidez y uniformidad del mercado gráfico. Los rasgos característicos en la impresión de los billetes son los siguientes:

- El sustrato no se deforma (tanto papel de fibras de algodón como polímero).
- La tinta no brilla y se distribuye uniformemente en la imagen.
- La película de tinta impresa puede ser tan fina y translúcida que permita ver otros elementos integrados al sustrato como fibras de color, confetis o hilos aventanillados.

Los elementos de seguridad impresos con este sistema son los descritos a continuación:

##### Patrón de fondo

Es un dibujo ejecutado por finas líneas entrelazadas de diferentes diseños que se superponen dos o hasta tres capas, cada una con un color diferente, proporcionando un efecto multicolor

al billete, adicional al color predominante, con el rigor de reproducción en el que las líneas no tienen ni lagunas ni engrosamientos en los puntos de intersección. De alguna forma es una variante actual del Guilloché.



Fig. 173) Detalles del anverso de billetes de 100 y 1000 pesos Tipo F (izq. y der.) respectivamente, donde podemos observar el patrón de fondo multicolor impreso en Offset.

**Patrón de fondo anticopia y/o anti scan**

Es un diseño microlineal de patrones con líneas en paralelo y multidireccionales que impide un copiado o escaneado nítido por el efecto muaré que se produce de la yuxtaposición de los patrones del fondo impreso y de la representación de la imagen por el proceso de copiado o escaneado.



Fig. 174) Detalles del anverso de billetes de 20 (arriba), 100 (izq.) y 500 pesos Tipo F, donde podemos observar el patrón de fondo anticopia y/o anti scan impreso en Offset.

**Microtexto, microimpresión o microlínea**

Son impresiones de palabras o números simples o repetidos de una altura de entre 0.15 y 0.3 mm. máximo; sólo son visibles con dispositivos de aumento, generalmente se pueden percibir a simple vista como una línea o líneas delgadas en positivo o negativo.



Fig. 175) Detalles del anverso de billetes de 20 (izq) y 50 pesos Tipo F, impresos sobre polímero, donde podemos ver los acercamientos a los microtextos de los poemas y en los fondos de seguridad impresos en Offset.



Fig. 176) Detalle del anverso del billete de 500 pesos Tipo D1 (izq) y reverso del de 1000 pesos Tipo F (der.) impresos sobre papel de fibras de algodón, donde podemos ver los acercamientos a los microtextos en los fondos de seguridad impresos en Offset.

### Efecto iris o efecto de iridisación

Es una técnica de reproducción de color de los fondos de seguridad en el que dos patrones se superponen, pero entintados en diferente color que se perciben claramente en los extremos, pero cuando se unen, producen una mezcla con suaves transiciones hacia los colores principales, evitando bandeados, rupturas y desplazamientos característicos en los procesos que intentan copiar o falsificar estos fondos.



Fig. 177) Detalle del anverso del billete de 20 pesos Tipo C impreso en papel de fibras de algodón (izq) y 50 pesos Tipo F1 impreso en polímero (der.) donde observamos los fondos de seguridad impresos en Offset el efecto de iridisación.

### Registro perfecto o registro de alta precisión

Consiste en impresiones hechas por ambos lados del billete. En el anverso del billete se imprimen ciertos elementos de una imagen, y en el reverso, sus elementos complementarios, en una posición de perfecta coincidencia. Al observar el billete a trasluz, los elementos se ajustan con precisión para dar una imagen completa. En nuestros billetes actuales, estas imágenes se complementan exactamente formando el mapa de la República Mexicana y la rosa de los vientos.

### Anillos OM-ROM

Consiste en una estructura o módulo de cinco anillos del mismo diámetro (1 mm.) en una distribución aleatoria aparentemente, pero que, al ser detectado por un equipo digital, ya sea escáner, fotocopiadora, impresora, o programas de edición fotográfica (como Photoshop) se interrumpe la operación. En la mayoría de nuestros billetes actuales los anillos están impresos en el anverso con tinta estándar y los podemos ver a simple vista, y por el reverso están impresos con tinta también de respuesta a luz UV, con una agrupación de ocho a diez módulos por lado.



Fig. 178) Detalle del anverso de los billetes de 20, 100 y 500 pesos Tipo F donde podemos apreciar claramente el registro de alta precisión y los anillos OM-ROM, ambos elementos de seguridad impresos en Offset.

### Impresión de elementos de respuesta a luz UV

Es la sobre impresión de un motivo gráfico (número, escudos, texturas o viñetas) sobre las ilustraciones secundarias, ya que actualmente se realiza en el reverso del billete. La imagen no es visible a la luz del día y el efecto de fluorescencia es la respuesta a una fuente de luz UV y para obtener un efecto más contrastado debe de imprimirse sobre un sustrato no fluorescente a la luz UV.



Fig. 179) Anversos de los billetes de 200 y 1000 pesos Tipo F donde podemos apreciar los elementos de seguridad ocultos impresos en Offset con tintas invisibles de respuesta a luz UV.

### 4.3.2. Sistema de impresión Calcográfico

La impresión calcográfica proporciona relieves sensibles al tacto le dan a la superficie de los billetes una característica tangible, perceptible fácilmente con la yema de los dedos, debido a que este sistema deja una capa gruesa de tinta, su espesor llega a medir entre 50 y 100 micras. Cuando el billete está nuevo o con poco uso, el relieve se siente con mayor facilidad. Sus rasgos característicos son:

- Una amplia gama de tonos en las ilustraciones debido a la diferencia de grosor y profundidad de los trazos.
- Deformación del sustrato (se observa cierto ahuecamiento en el reverso de la impresión).
- Filamentación de la tinta en los bordes de la impresión por la alta viscosidad de la misma.
- Normalmente el personaje principal se imprime en calcografía.

#### Elemento OVI

Imagen que se imprime a través del sistema calcográfico con tinta elaborada de partículas y pigmentos de respuesta ópticamente variable (OVI por sus siglas en inglés) que cambia de color de acuerdo con el ángulo de observación del espectador o el ángulo de incidencia de la luz. Lo encontramos en todas las denominaciones de billetes Tipo D1 y F impresas en papel de fibras de algodón.



Fig. 181) Acercamientos a los elementos OVI impresos en Calcografía en los billetes de 100, 200, 500 y 1000 pesos Tipo F

#### Marcas táctiles para invidentes o personas débiles visuales

Consiste en un código de elementos lineales o figuras geométricas básicas en relieve, reconocibles al tacto, que suele estar situado cerca de los bordes del billete para facilitar su reconocimiento a los invidentes o a las personas débiles visuales. Está presente en los billetes impresos en papel de fibras de algodón Tipo D1 (a excepción del de 50 pesos) y Tipo F.



Fig. 182) Acercamiento a las marcas táctiles para personas débiles visuales impresas mediante sistema Calcográfico en el anverso de los billetes Tipo F impresos en papel de fibras de algodón (de izq. a der.) de 1000, 500, 200 y 100 pesos respectivamente.

#### Imagen latente

Es la imagen oculta dentro de una textura predominante que se aprecia al observar el billete bajo un determinado ángulo con respecto a una fuente de luz. Esta imagen se ensambla dentro de la estructura de líneas paralelas de la textura dominante, con un tamaño inferior y con una estructura de líneas transversales con respecto a la textura principal.



Fig. 183) Acercamiento a la impresión realizada por sistema Calcográfico de las imágenes latentes incluidas en el billete de 200 pesos Tipo D1.



Fig. 184) Detalle del anverso del billete conmemorativo de 200 pesos tipo F de la zona donde se ubica la impresión realizada por sistema Calcográfico de la imagen latente (izq.) y detalle (der.) de la misma.

#### Irisado en Calcografía

Es la superposición de dos tintas que en el punto donde coinciden se mezclarán obteniendo un cambio suave y gradual de un color a otro.



Fig. 185) Detalles de los anversos de billetes impresos en papel con fibras de algodón. Arriba: 200 pesos tipo D1; centro: 50 pesos Tipo C y abajo: 20 pesos tipo C; en los cuales se aprecia claramente el efecto iris en los textos del nombre de Banco emisor con el efecto iris en sistema Calcográfico.

#### 4.3.3. Sistema de impresión Tipográfico

El sistema de impresión tipográfico nos refiere al procedimiento de impresión más antiguo para la reproducción mecánica comercial, siendo el mayormente utilizado hasta la década de 1970; sin embargo, la evolución de los otros procedimientos tradicionales de impresión o la aparición de otros totalmente nuevos, fueron reduciendo dramáticamente su participación en el mercado de la impresión comercial. Actualmente este sistema se utiliza en productos como invitaciones de sociales o etiquetado de medicamentos de vigilancia sanitaria en la versión de Letter press, sin embargo, la aplicación más importante todavía es en el número de serie o folio. En el caso particular del equipo para la numeración de billetes, se caracteriza por ser confiable, de bajo costo, fácil identificación y de ofrecer variantes como tinta de respuesta magnética o de acabado multicolor. A continuación, enlistaremos las características del sistema tipográfico en la impresión del papel moneda:

- Se utiliza para la impresión del número de serie o folio; también para el código de bloque (éste último sólo se utilizó en los billetes Tipo C, D y D1).
- Distribución desigual de la tinta en la imagen impresa: menos en el centro que en los bordes (como consecuencia del golpe o impronta de la impresión).
- Un reborde formado por el exceso de tinta después del aplastamiento de la matriz con tinta sobre el sustrato.
- Deformación del sustrato (protuberancia en la parte posterior de la impresión).  
Tinta semibrillante y de considerable intensidad cromática.



Fig. 186) Acercamientos de las dos ubicaciones de los folios o números de serie del anverso de un billete de 1000 pesos Tipo F impreso en papel de fibras de algodón.



Fig. 187) Detalles de las impresiones tipográficas de los folios del billete de 100 pesos Tipo F conmemorativo de la Revolución mexicana impreso en polímero (arriba); del reverso de 500 pesos Tipo F impreso en papel de fibras de algodón (abajo izq.) y el folio con números en tamaño creciente del billete de 100 pesos Tipo F conmemorativo del centenario de la Constitución de 1917 (abajo der.).

#### 4.3.4. Sistema de impresión Serigráfico

La Serigrafía es un sistema de impresión directo que trabaja por permeabilidad. Su matriz está conformada por una malla de tela o metal tensado en la cual se encuentra el diseño a imprimir; la malla recibe un tratamiento por el cual se bloquean las zonas no imprimibles, dejándose libres los huecos que componen la imagen a imprimir. El sistema Serigráfico es uno de los últimos sistemas de impresión análogos en incorporarse a la producción de billetes bancarios. Sus características de impresión son las siguientes:

- El sistema serigráfico admite el uso de tintas que se aplican en capas de mayor espesor que contienen partículas de diferentes materiales, grosores y formas; lo que permite obtener acabados y efectos especiales.
- El sustrato no se deforma.
- La descarga de tinta permite capas de diversos espesores.
- Bordes de la imagen en zig-zag.
- La capa de la tinta suele conservar la textura de la malla que imprimió la imagen.
- Ausencia de trazos delgados.

#### Elemento iridiscente

Banda impresa con tinta brillante de acabado aperlado o nacarado. Esta banda trae los números en calado de la denominación del billete, y de acuerdo con el ángulo de incidencia de luz, puede brillar o transparentarse. Este elemento sustituyó a los planchettes de los billetes Tipo C y D, y sólo estuvo vigente en las denominaciones de 50, 100, 200 y 500 pesos Tipo D1 impresos en papel de fibras de algodón.



Fig. 188) Detalles de los anversos de los billetes de 100, 200 y 500 pesos Tipo D1 donde podemos apreciar la banda iridiscente impresa en el sistema Serigráfico.

#### Elemento con tinta magnética ópticamente variable (OVMI)

Es una imagen impresa con tinta magnética ópticamente variable (OVMI por sus siglas en inglés) —ya que la orientación de los pigmentos se realiza durante la impresión mediante la aplicación de un campo magnético—, cambiando de color en función del ángulo de observación o iluminación, pero a este cambio de color se le suma el efecto visual dinámico, una especie de barra luminosa que se desliza de un lado a otro de la imagen que separa el cambio de fase de color de uno y otro lado de la barra. Por ejemplo: cambio gradual de dorado a verde con la barra de luz entre ambos colores.



Fig. 189) Detalles de la impresión serigráfica en los anversos de los billetes de 50 pesos Tipo F1 impreso en polímero (izq.) y 100 pesos Tipo F conmemorativo del centenario de la Constitución (der.) impreso en papel de fibras de algodón.

#### 4.3.5. Sistema de impresión Flexográfico

La Flexografía es un sistema de impresión de alto rendimiento en el que se utiliza una matriz de plástico con las partes imprimibles en relieve como textos, superficies en medio tono y plastas para la reproducción de trabajos en general. La impresión flexográfica transfiere tinta o barniz procedente de los alveólos del rodillo anilox a la plancha impresora, esto crea puntos con cierto espesor, proporcionando una capa de tinta o barniz más gruesa, a diferencia de la que se aplica con el sistema Offset. En el caso particular de los billetes, este sistema se utiliza para imprimir plastas de barniz protector para extender la durabilidad y protegerlos de la suciedad. Asimismo, la función de la capa de barniz en los billetes hacia el exterior es proporcionar mayor resistencia al frote y brindar una mejor apariencia, mientras que al interior da una mayor adherencia a la imagen impresa.

#### 4.3.6. Sistema de impresión de Rotograbado

El Rotograbado es un sistema de impresión de alta velocidad, siendo apropiado para impresiones en las que la precisión en la coincidencia de color sea de nivel crítico, que puede imprimir una gran variedad de materiales como los plásticos. Entre éstos destacamos particularmente, el Polipropileno orientado biaxialmente, el cual es utilizado en la fabricación de nuestros billetes de polímero. El Rotograbado es un sistema que se utiliza únicamente en los

billetes de polímero y cabe hacer la aclaración que, en el caso de nuestros billetes, este proceso no se realiza en la Fábrica de billetes del Banco de México, sino desde la fábrica del sustrato de la marca Guardian®. A continuación, se enlistan sus características de impresión:

- La impresión no presenta relieves ni deforma el sustrato.
- La calidad de la imagen es constante.
- Puede reproducir plastas de alta intensidad cromática.
- Uniformidad en las plastas.
- De secado rápido aún en plastas.

#### Medio tono

Es la conversión de una imagen original de tonos continuos —por ejemplo, una fotografía— en una estructura reticulada con puntos de tamaño variable, formando con ello una simulación de valores tonales (diferentes niveles de gris) cuando se visualiza la imagen correspondiente desde una distancia normal de observación.



Fig.190) Detalle de la impresión en medio tono mediante el sistema de Rotograbado en el anverso del billete de 100 pesos Tipo F conmemorativo del Centenario de la Revolución mexicana, impreso en polímero.

#### Matificado

La operación del matificado implica la impresión o ensamble al sustrato polímero transparente (Polipropileno orientado biaxialmente) de capas de tinta blanca mate especial, dos por lado; o en otra cantidad para poder alterar su nivel de opacidad [multitonalidad] en diferentes partes, o con tintas de colores, como parte del diseño, y que se aprecian en todos los billetes de polímero Tipo F y F1, así como el dejar áreas caladas que brindarán la transparencia total o parcial en las ventanas como elemento de seguridad. El matificado además proporciona características como: reducir la traslucidez de la impresión y beneficiar las propiedades del anclaje de las tintas del diseño del billete.



Fig.191) Acercamiento a la ventana de un billete de polímero de 50 pesos Tipo F donde podemos apreciar detalles de las capas matificantes y de la impresión de color de elementos del diseño (oruga y valor nominal en número) mediante el sistema de Rotograbado. Todas las capas de tinta blanca alrededor de la ventana y en el fondo blanco del billete son capas matificantes impresas en Rotograbado.

Este elemento consiste en la incorporación de fibrillas plásticas en la pulpa del papel, generalmente se utilizan en dos colores, están distribuidas de manera aleatoria y la cantidad de éstas por pieza ha ido variando por emisión. En los billetes Tipo D1 las fibrillas son visibles con luz de día y también son de respuesta fluorescente a la luz UV; y en los billetes actuales Tipo F únicamente son de respuesta fluorescente, visibles con luz UV.



Fig.192) Detalle de la zona de marca de agua del anverso de un billete de 100 pesos impreso en papel de fibras de algodón Tipo D1 donde se pueden apreciar las fibrillas plásticas incorporadas al sustrato.

- Marca de agua

#### 4.3.7. Elementos de seguridad en el soporte papel

El papel ha sido el sustrato usado por excelencia desde el origen de los billetes de banco en Europa desde finales del siglo XVII hasta nuestros días, debido a los resultados satisfactorios de su uso por la versatilidad de su fabricación, variedad de calidad, costo y resistencia. Así como por la posibilidad de añadirle tintes que le den color total o parcialmente, o incorporarle fibrillas de color u otros elementos en la pulpa desde su fabricación, en diferentes densidades distribuidas en la totalidad de la superficie, o concentradas en alguna sección, como el caso de la marca de agua, que es uno de los elementos de uso más frecuente en la historia del billete, usado por la mayoría de los países del mundo y prácticamente en todas las emisiones. Otra característica especial del papel de uso específico para los billetes desde el siglo pasado es que, a diferencia de los papeles comerciales, a éste no se le añaden ningún tipo de blanqueantes ópticos; esta particularidad es un elemento de seguridad en sí mismo, ya que la ausencia absoluta de fluorescencia permite contrastar la luminosidad de las tintas UV. En el caso concreto de los billetes mexicanos de las últimas décadas, cabe señalar que los elementos de seguridad que nos ocupan con respecto al soporte papel son la incorporación de fibras, hilos de seguridad y marca de agua que se ejemplificaran a continuación.

La marca de agua es uno de los elementos más característicos y reconocibles por el público en general; en el caso del billete mexicano se incorporó en los billetes de más alta denominación a principios de la década de los 80's como uno de los elementos más resistentes a la falsificación. En la actualidad nuestros billetes incorporan dos modalidades de marcas de agua: las multitonales (efigie del personaje histórico) que son sombreadas con distintas gamas de opacidad, y la electrotípica (valor nominal en número) que es una marca monotonal extremadamente clara, y que contrasta con la sombreada por su ubicación, justo debajo de ésta.

- Fibrillas visibles con luz de día y/o de respuesta fluorescente a luz UV



Fig.193) Acercamiento a la zona de marca de agua de los billetes actuales Tipo F donde observamos la marca de agua multitonal con la imagen del personaje histórico y el electrotipo, la marca de agua extremadamente clara con el valor nominal en número.

● Hilos de seguridad

Este elemento es una fina banda de plástico que se inserta en el sustrato en dos modalidades: embebida dentro del papel o aventanillada. Este dispositivo lo podemos considerar multifuncional en cualquiera de sus dos modalidades; en el caso de hilo embebido, está oculto y sólo puede verse a trasluz observándose una fina banda oscura; puede tener respuesta eléctrica o magnética legible por máquinas, incorporársele microtexto o ser de respuesta fluorescente a la luz UV. Los hilos aventanillados en cambio, son más anchos, pasan de un lado a otro del billete y su particularidad es su aparición intermitente en la superficie del papel, visto a trasluz podemos observar las partes que están y no embebidas al papel distinguiéndose a manera de una marca de agua. También incorpora elementos ópticamente variables como cambio de color o cambio de texto a imagen de acuerdo con ángulo de inclinación.

Actualmente los billetes en circulación Tipo F utilizan en Hilo de seguridad MOTION® conocido en el país como Hilo 3-D y se caracteriza por tener un efecto tridimensional: Pequeñas figuras de un caracol prehispánico que parecen flotar y tener un deslizamiento, cuando el billete se gira de adelante hacia atrás, el caracol se mueve de izquierda a derecha y cuando el billete se gira de izquierda a derecha, el caracol se mueve de arriba hacia abajo. Este hilo de seguridad también tiene respuesta fluorescente a la luz UV. Finalmente debemos de mencionar que en los billetes mexicanos desde la familia Tipo C y hasta la Tipo F, que actualmente se encuentra en circulación, a partir de la denominación de 100 pesos en adelante, todos los billetes incluyen dos hilos de seguridad. Los billetes actuales cuentan con el hilo 3D y con un hilo magnético visible a trasluz.



Fig.194) Detalles de las zonas donde se ubican los hilos de seguridad en el billete de 100 pesos Tipo D1 que son visibles a trasluz. Izq. Hilo de seguridad con microtexto. Der. Hilo de seguridad de respuesta magnética.



Fig.195) Acercamiento de las zonas donde se ubican los Hilos 3-D en los billetes actuales Tipo F.

Fig.196) Detalles de los anversos de los billetes de 200 y 500 pesos Tipo F donde se ubican los dos hilos de seguridad: el 3-D y el de respuesta magnética.

■ 4.3.8. Elementos de seguridad en el soporte polímero ■

Ya se ha comentado que el soporte de nuestros billetes actuales de polímero se llama Polipropileno orientado biaxialmente de la marca registrada Guardian®. Es un material extremadamente resistente y flexible. La transparencia del film es uno de los elementos de seguridad fundamentales en este soporte, ya que una de sus más apreciadas características consiste en la factibilidad de dejar áreas transparentes en el billete —ventanas en las que se puede incluir una amplia gama de complejos dispositivos de seguridad—; comentamos también que debido a la completa transparencia de este material, se requiere de un fondeado de superficie blanca mate especial [matificado] que proporcionará características similares al papel que facilitará el anclaje de las tintas en el diseño del billete. A continuación, describiremos la variedad de elementos de seguridad empleados en los billetes de polímero actuales, no sin antes mencionar que todos ellos son incluidos por el proveedor del sustrato desde la fábrica.

- Win THRU® Ventana transparente.

La ventana transparente es un elemento de seguridad eficaz y fácil de crear en el polímero; se puede crear más de una ventana de cualquier forma y tamaño. Desde la aparición del primer billete de polímero de 20 pesos Tipo D1 que incluía una ventana de tamaño reducido, las posteriores generaciones de billetes de polímero hasta la fecha fueron aumentando la superficie transparente de la ventana e incluso duplicando el número de ventanas, con la particularidad de incluir adicionalmente, diferentes dispositivos de seguridad en cada ventana.



Fig.197) De izq. a der. Detalles de las ventanas transparentes de los billetes de polímero de 20 pesos Tipo F, 50 pesos Tipo F, 50 pesos Tipo F1 y 100 pesos Tipo F Conmemorativo del Centenario de la Revolución mexicana, respectivamente.

- Win BOSS® Embosado calcográfico sin tinta en la ventana transparente.

El fundamento de este elemento se basa en la propiedad del sustrato de mantener permanentemente una deformación que se consigue a través de un grabado calcográfico sin tinta sobre la ventana transparente que produce un embosado con relieve. La imagen que se logra se aprecia mejor con luz rasante. Este elemento de seguridad ha evolucionado desde su aparición en el primer billete de 20 pesos Tipo D1 donde el embosado era de poca profundidad y el área del mismo era de superficie reducida. Los billetes posteriores fueron ampliando el área del embosado casi hasta triplicar su tamaño —como en el caso del billete de 100 pesos Conmemorativo de la Revolución mexicana—, y el embosado se aprecia de manera más contundente.



Fig.198) De izq. a der. Detalles del embosado en las ventanas transparentes de los billetes de 20 pesos y 50 pesos Tipo F; 50 pesos F1 y 100 pesos F conmemorativo del Centenario de la Revolución mexicana.

- Media ventana

Es la variación de la ventana transparente y radica en que es opaca de un lado y del otro es brillante y transparente. En los billetes mexicanos las encontramos a partir del Tipo F y F1.



Fig.199) De izq. a der. Detalles de las medias ventanas de los billetes de 20 pesos Tipo F, 50 pesos Tipo F y 50 pesos Tipo F1, respectivamente.

- SHAD H2O Switch® Imagen sombreada

Este dispositivo no es obvio de ver bajo luz reflejada, pero es visible mirando el billete a trasluz (efecto similar a la marca de agua en los billetes de papel). Se logra a través de la impresión de la imagen positiva en el polímero transparente y se va cubriendo con las diferentes capas matificantes.



Fig.200) Acercamiento a las imágenes sombreadas de los billetes de 20 y 50 pesos Tipo F.

- G-switch® Imagen con tinta que cambia de color (que se combina con una media ventana o ventana transparente).

Este elemento óptico variable es de fácil reconocimiento pudiéndose observar a simple vista, tomando horizontalmente el billete e inclinándolo. Este efecto óptico se obtiene de la impresión de tintas especiales en combinación con las capas matificantes del sustrato, por lo que en algunos casos es visible por ambos lados del billete.



Fig.201) Acercamiento al dispositivo G-switch® en el billete actual de 20 pesos Tipo F donde se puede apreciar los cambios de color en el elemento de la ventana transparente (greca) y en la media ventana (paloma).

- WinDOE® (Elemento óptico difractivo)

Este elemento óptico de difracción es un elemento sofisticado de seguridad que consiste en una estructura holográfica que se aplica en la superficie de la ventana transparente. En México es poco conocido por el público y sólo está presente en el diseño del actual billete de 50 pesos Tipo F1. En la ventana transparente superior se encuentra oculto el número 50. Para descubrirlo, es necesario utilizar un punto de luz, el cual, debe quedar a una distancia de al menos 60 cm. atrás del billete. A su vez, el billete debe estar a una distancia entre 10 y 15 cm. respecto del ojo. (Véase el apartado 3.1.2.4. Elemento óptico difractivo (WinDOE®) en esta misma tesis).

- Dispositivo MAGread®

Este elemento de seguridad consiste en una impresión en el sustrato con tinta de respuesta magnética, en ocasiones combinado entre las capas de las tintas matificantes o sobre ellas. Aparece en los billetes mexicanos a partir de la denominación de 20 pesos Tipo D1, impreso como hilo de seguridad y en el código de bloque. También lo vemos en el billete Tipo F de 100 pesos conmemorativo del Centenario de la Revolución mexicana en la figura del Monumento a la Revolución.



Fig.202) Acercamiento al dispositivo MAGread® en el billete de 20 pesos Tipo D1 (izq. y cen.) donde se observa la impresión con tinta magnética como hilo de seguridad y como código de bloque; y en el de 100 pesos Tipo F conmemorativo del Centenario de la Revolución mexicana (der.) donde aparece en la figura del Monumento a la Revolución.

- MICRO LETTERED THREAD® Hilo con microletra

Este elemento, al igual que el anterior, es una impresión en el sustrato con tinta magnética entre las capas de tinta matificantes; y en el caso de nuestros billetes, aparece en los de 20 y 50 pesos Tipo F en los cuales está impreso el texto calado en negativo y se aprecia el valor nominal en letra y número.

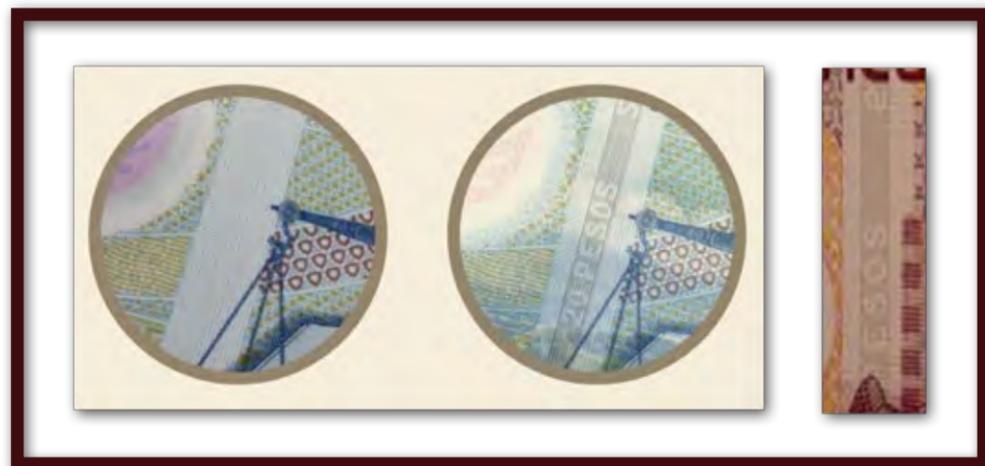


Fig.203) Detalle del dispositivo MICRO LETTERED THREAD® en los billetes Tipo F de 20 pesos (izq.) [Imagen tomada de la página web de Innovia Security] y de 50 pesos (der.) [Imagen tomada de la página web del Banco de México].

El billete de banco es el impreso de seguridad por antonomasia, el impreso de este género se caracterizará por incorporar elementos de seguridad para garantizar aspectos importantes de su circulación como aceptación y confianza del público, y dependiendo del país y del fabricante puede ser de un nivel tecnológico óptimo a excepcional; pero en cualquier caso el billete de banco es el impreso que dispone de más elementos de seguridad y con el nivel tecnológico de punta más avanzado disponible al momento de su elaboración; incluso considerando que el billete de banco de un país a otro pueda variar en la cantidad de elementos de seguridad y por mínimos que estos sean, siempre será muy superior en comparación con cualquier otro impreso de seguridad.

Pero ¿por qué profundizar en el conocimiento y funcionamiento de sus elementos de seguridad? El conocerlos nos permite identificarlos, y aceptarlos o rechazarlos, aunque esta situación no siempre es muy simple, ya que el uso a veces es más intenso de unas piezas a otras, puede haber más desgaste de algún elemento más que de otro, a pesar de que su propósito es el de garantizar su integridad durante toda su vida útil. En la operación comercial “es el objeto que por excelencia permite adquirir otros objetos”, por lo que está en algunos casos potencialmente expuesto al empleo más allá de lo legal por parte de su poseedor, el intento de su falsificación día a día está presente por la importancia económica que éste representa.

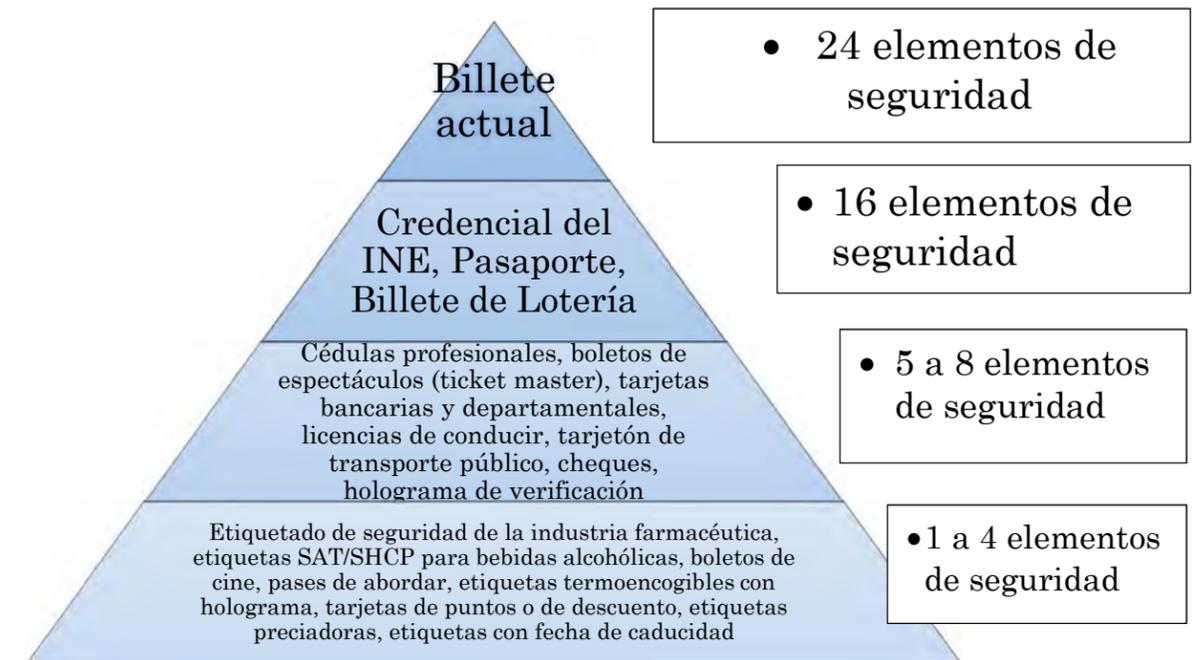
El billete estará constituido por una amplia variedad de elementos de seguridad cuya creación intelectual de cada uno de ellos estará motivada por el beneficio económico que pueda reportar al inventor de acuerdo a sus características de eficacia y operatividad; los derechos de uso intelectual serán cubiertos por los emisores de billetes de cada nación, es por esta razón que la cantidad y la diversidad de elementos de seguridad varían de acuerdo al país y sus necesidades económicas, climáticas, hábitos de consumo, etc. Los creadores de estos elementos de seguridad generalmente son compañías de consultoría de seguridad privadas, proveedores de equipos de impresión, compañías privadas de impresión de papel moneda, fábricas del sustrato de impresión (polímero o papel) o fábricas de billetes de bancos centrales que ofrecen servicio de impresión a otros bancos centrales; por lo que, el objetivo principal de todos estos dispositivos de seguridad que se encuentran operando actualmente y los que se están desarrollando para un futuro inmediato es su implementación en el billete de banco.

Los elementos de seguridad son inaccesibles en su uso para la impresión comercial en su ciclo de innovación pero, con el paso del tiempo, varios de estos elementos son incorporados en los diferentes impresos comerciales o documentos de seguridad como credenciales de identificación, tarjetas bancarias, etiquetas y envases de la industria farmacéutica y cosmé-

tica, etiquetas de insumos de cómputo, billetes de lotería y juegos de azar, etc.; ya que en este tipo de productos impresos es indispensable disponer de elementos de seguridad para poder disuadir el intento de falsificación, alteración de información del impreso, reciclamiento indebido de etiquetas, envases, etc. Es en este contexto, que el diseñador y comunicador visual, como parte del ejercicio de su profesión en el desarrollo de estrategias y materialización proyectos de comunicación en el ámbito impreso, particularmente en la clasificación de impresión de seguridad, en el que documentos o productos tienen que presentar una compilación de los elementos de seguridad más importantes que se encuentran funcionando en el mercado, la presente tesis ofrece una terminología coherente para el estudiante y el futuro diseñador, a partir de la explicación de términos técnicos sin llegar a definiciones científicas sino con definiciones sencillas y de carácter general, acompañadas de ejemplos y definiciones puntuales y precisas, para realizar mejores productos y con propuestas novedosas, crear una mayor conciencia de las características funcionales de cada una ellas, ya sea para utilizar sus equivalentes comerciales y disponibles en el mercado o buscar los servicios de las propias empresas creadoras de estos elementos de seguridad, fabricantes y proveedores de billetes a nivel internacional como G & D (Giesecke & Devrient) —entre otros—, empresa que actualmente es el proveedor de la credencial para votar del INE vigente en México, y que cuenta con 16 elementos de seguridad; pues no debemos de olvidar además, que tanto los impresos de seguridad más sofisticados como los más ordinarios, parten siempre de la labor de un diseñador.

Derivado de la investigación realizada y dada mi calidad de docente en el área de los sistemas de impresión, me parece relevante anexar como una aportación adicional, un esquema ejemplificativo donde podemos ubicar el grado de sofisticación que como documento impreso implica el billete, en términos de los elementos de seguridad que contiene, comparándolo con otro tipo de documentos impresos de uso común, y de los cuales no siempre tenemos la referencia que, como productos impresos, también pueden contener varios o al menos alguno de los elementos de seguridad que incluyen los billetes.

### PIRÁMIDE COMPARATIVA DE ELEMENTOS DE SEGURIDAD EN PRODUCTOS IMPRESOS CON RELACIÓN AL BILLETE ACTUAL



Asimismo, se anexa esta tabla donde se ubican los elementos de seguridad actuales con los que cuenta el billete mexicano y en la cual podemos visualizar en forma comparativa, cuáles y cuántos de estos elementos comparte con otros productos impresos. Así, podemos apreciar que la cantidad de elementos siempre será menor, pero también habrá que hacer notar que disponen de algunos otros, como se aprecia en la última columna de la tabla, que son elementos de seguridad que no están incluidos en nuestros billetes mexicanos, pero sí en los de algunos otros países, o bien se trata de otros elementos de uso comercial.

## CONCLUSIONES

La presente tesis tuvo como objetivo continuar con la labor investigativa sobre el papel moneda iniciada desde la docencia en el campo del diseño y la comunicación visual, y particularmente desde los sistemas de impresión empleados en su manufactura, ya que existe un número muy reducido de tesis y escasa bibliografía al respecto; en nuestra Facultad de Artes y Diseño encontré únicamente cuatro tesis, pero éstas se encargan de llevar a cabo estudios iconográficos. En ese contexto, me pareció un aporte importante emprender el estudio sobre el entendimiento de la función y las características del papel moneda desde sus sistemas de impresión; dado que como arte gráfico, el billete en su fabricación conlleva diferentes técnicas de impresión, y más allá de su valor monetario, es un producto impreso, —es una entidad de intercambio que utilizamos cotidianamente sin detenernos a pensar todo lo que implica tener uno en nuestras manos: Desde un símbolo monetario que identifica a una nación, hasta la representación de la valoración de un trabajo, servicio, o mercancía, e incluso la comprensión de cómo a partir de este documento de cambio funciona la economía. Sin embargo, como objeto de estudio desde el ámbito del Diseño y la Comunicación Visual, el papel moneda es un diseño impreso —útil y estético— con gran tecnología.

Nuestros billetes no son solamente pequeñas hojas de papel que circulan a diario por todo el país en toda variedad de operaciones que conforman la actividad económica, se trata de un soporte impreso sumamente complejo que, si los usuarios nos detuviéramos a apreciar sus características, nos sorprendería la cantidad de detalles y lo sofisticado de la tecnología que se incorpora en estos pequeños documentos. Para gran parte de la población, el uso cotidiano de los billetes hace que estas características se tornen invisibles; ya sea porque no hacemos uso pleno de sus elementos de seguridad o porque llevamos a cabo prácticas de verificación inapropiadas —como frotar excesivamente el billete sobre un papel, rayarlos innecesariamente con plumones detectores, ya que éstos no suelen siempre funcionar de manera adecuada, agregar algún tipo de crema de limpieza personal o incluso llegar a rasgar la orilla del billete donde se ubica el hilo de seguridad para constatar que éste sea original, llegando a desprenderlo— que si bien finalmente tales prácticas nos permiten verificar su autenticidad, también es cierto que el billete es sometido a un desgaste y maltrato excesivo que reduce su vida útil, a pesar de estar diseñado para un uso rudo. Lo anterior no sólo propicia que se tenga que sustituir con mayor anticipación, sino que mientras está en circulación, hace que los usuarios nos acostumbremos a utilizar billetes viejos y maltratados con elementos de seguridad desgastados e inoperantes, condiciones a las que alude el falsificador, elaborando billetes con apariencia desgastada y maltratada para así engañar a su víctima y materializar su estafa; ya que un billete falso no tiene elementos de seguridad, sólo trata de recrearlos.

ELEMENTOS DE SEGURIDAD DE LOS BILLETES MEXICANOS ACTUALES												
Productos impresos	Folio	Grabado en acero	Guilloche	Tinta OVI	Marca táctil	Irisado	Anti-scan	Fibras	Respuesta a luz UV	Micro texto	Patrón de fondo	Otros elementos de seguridad
Boleto RTP	X									X		X
Cajas medicamentos					X				X			X
Cédula profesional	X		X	X		X	X		X	X	X	X
Billete lotería	X						X		X	X		X
Recibo nómina	X						X	X	X		X	
Cheques	X					X	X		X	X	X	X
Placas vehiculares		X										X
Etiquetas vinos licores		X		X						X		X
Cajetillas cigarros		X										X
Boletos de espectáculos	X	X					X				X	X
Etiquetas SAT-SHCP	X	X	X	X						X	X	X
Tarjetas bancarias	X	X							X			X
Actas de nacimiento	X		X				X	X	X			X
Comprobantes de pago									X	X		X
Licencia de manejo	X		X			X			X	X	X	X
Tarjeta de circulación	X		X			X			X	X	X	X
Pasaporte	X	X	X			X	X		X	X	X	X

Estos aspectos técnicos no deben resultar lejanos o desconocidos para el diseñador y comunicador visual, ya que este conocimiento le brinda una visión más amplia de nuestra actividad profesional, de manera particular, en el ámbito de los procesos de producción y materialización de un proyecto gráfico. Cabe resaltar que los dispositivos de seguridad utilizados en los billetes siempre han sido punta de lanza en la impresión de seguridad en diversos ámbitos. Es decir, algunos elementos de seguridad, en principio destinados exclusivamente al papel moneda, realizados a partir de sistemas de impresión convencionales, suelen ser utilizados con posterioridad de manera comercial, en diversos soportes, entre los que podemos mencionar, por ejemplo, toda clase de etiquetas y sellos de seguridad o de garantía, pasaportes, documentos de identificación como licencias de conducir, credenciales de votación, cédulas profesionales, así como en papelería de seguridad como cheques, actas de nacimiento, billetes de lotería, etc. Y desde impresiones en los plásticos de las tarjetas de crédito hasta productos menos sofisticados como boletos de transporte colectivo que requieren elementos para validar su autenticidad.

Es así, que podemos señalar que desde el siglo XIX, el papel moneda ha sido una referencia primordial como producto impreso, en cuanto a sus elementos de seguridad y los sistemas de impresión que los han hecho posibles; sólo como un ejemplo, pensemos en aquellos recibos de depósitos de valores, pagarés, o certificados de nacimiento, que originalmente eran totalmente elaborados a mano, e incluir sellos y firmas de seguridad para validar su autenticidad, con una demanda cada vez mayor, los sistemas de impresión como la imprenta, la calcografía o la litografía, hicieron posible su reproducción de forma segura y eficaz.

En este sentido, desde entonces y más aún en la actualidad, las características de los billetes y sus elementos de seguridad han ido permeando a toda clase de impresos comerciales, posibilitando la creación de un amplísimo conjunto de impresos para-editoriales, en donde los diferentes sistemas de impresión han tenido un papel relevante.

De esta manera, las tareas propuestas a concretar en el presente documento fueron las siguientes:

- Exponer una panorámica de la evolución del dinero a través de la historia.
- Revisar la historia y los eventos del papel moneda que sucedieron en México, hasta la actualidad.
- Incidir en la importancia de los sistemas de impresión, desde la práctica del Diseño gráfico y en nuestro ámbito del Diseño y la Comunicación Visual.

Así, podemos mencionar que el billete ha tenido que sortear toda serie de obstáculos en los ámbitos económico, político y social que, aunque no han sido referidos en este documento,

son factores relevantes en el desarrollo del billete en México. El énfasis en esta investigación fue realizar una revisión sobre los sistemas de impresión utilizados en su fabricación y en particular los elementos de seguridad integrados al papel moneda mexicano en sus distintas emisiones en las que ha participado el Banco de México; y cómo este recurso ha permitido evitar su potencial falsificación, ya que, de acuerdo con la eficacia de éstos, mayor es la confianza del público en general para su aceptación y uso.

En una breve panorámica de la historia del billete mexicano pudimos establecer seis momentos que marcaron su evolución a lo largo de los últimos doscientos años: El del Primer imperio y Primera República, el de Bancos privados de emisión; el Pre-revolucionario; el Revolucionario, y finalmente el del Banco de México.

Asimismo, se revisó cómo la producción de billetes pasa por diferentes fases y tipos de impresión, y cada uno requiere una maquinaria diferente. Después de concluida la investigación y antes de finalizar este documento, me permito exponer lo que en mi opinión es una prospectiva del billete mexicano.

En este 2019, México deberá afrontar los siguientes retos en su papel moneda. Durante este año, su décima y undécima emisión contará con billetes que aparecieron entre 2006 y 2010; considerando entonces que algunas de las denominaciones cuentan con trece años en circulación, podríamos suponer que al menos alguno de los elementos de seguridad de estos billetes deberá ser sustituido o actualizado bajo el principio de estar constantemente un paso adelante de la potencial falsificación. Aun así, es importante tener presente que ningún cambio o avance tecnológico acabará con la actividad de la falsificación del papel moneda ni con los problemas que ello conlleva en México o en el mundo. No hay solución mágica; e incluso la incursión con otros instrumentos de pago como tarjetas de crédito, cheques, tarjetas de débito, transferencias bancarias, etc., no ha podido garantizar la erradicación de la falsificación y el fraude con el consecuente quebranto patrimonial a través de estas modalidades de pago. Por lo que también sería justo mencionar que estos instrumentos de liquidación vienen a enriquecer las opciones de pago, pero no a sustituir el papel moneda.

En este contexto, tendría asimismo que considerarse para una inminente 12ª emisión, parámetros distantes de los billetes de mayor uso como el Dólar y el Euro, toda vez que éstos se han llegado a falsificar en un nivel de alta calidad, como ha sido reportado en algunos medios periodísticos especializados; por lo que, de no tomar en cuenta esto, nuestros billetes estarían en un alto riesgo de falsificación potencial, dado que si la delincuencia dedicada a la falsificación “profesional” en esos países ha logrado vencer la resistencia tecnológica de esos billetes (súper dólares o euros primera generación), el rango de posible falsificación en nuestros billetes se amplía considerablemente.

Una solución pertinente para la factible 12ª emisión sería la fabricación de todas las deno-

minaciones en soporte polímero; o de mantener el criterio actual de la emisión combinada —soporte papel en altas denominaciones y soporte polímero en las de baja denominación—, utilizar otros elementos de seguridad como aquellos que manejan características de los contrarios (alto relieve con bajo relieve en la misma cara del billete). Respecto al soporte, cabe mencionar, por ejemplo, que en la actualidad el billete estadounidense es de papel, el dólar canadiense en su última emisión es de polímero en todas sus denominaciones y la segunda emisión de los euros cuenta con soporte papel y soporte híbrido en algunas de sus denominaciones.

Desde 1969 la Fábrica de billetes del Banco de México contó con equipo moderno y con instalaciones diseñadas y construidas exprofeso para la actividad, así como con la capacitación y asesoría al personal por profesionales de la industria a nivel mundial —proveedores de equipos de impresión, de materiales, tintas, papel, equipos de acabado y de diversos insumos para el proceso de fabricación. A 50 años de su fundación, es innegable el sólido trabajo y experiencia desarrollados por esta institución, pues derivado del análisis de las emisiones del billete mexicano de fabricación nacional llevado a cabo en esta investigación (emisiones de los años 1969-2017), puedo señalar con certeza que en México hemos contado con billetes con un alto grado de seguridad en comparación con la mayoría de los países latinoamericanos. Sin embargo, habrá que mencionar que actualmente muchos de ellos se encuentran en niveles de seguridad similares a los nuestros, y, a diferencia de México, países como Colombia, Argentina, Bolivia operan con billetes de emisiones recientes —2016, 2017, 2018— respectivamente. Asimismo, en este 2019, Venezuela introdujo billetes con un nuevo diseño y con un diferente cono monetario.

Es por ello, y tomando en cuenta la situación económica y política de nuestro país (inflación regular aunada a la muy probable exacerbación de la misma por factores inherentes a la era Donald Trump y la devaluación del peso frente al dólar) sería predecible que los billetes de baja denominación tendrán menor capacidad adquisitiva, por lo que se requerirá mayor cantidad circulante de billetes de todas las denominaciones; ante lo cual, y con la perspectiva de una nueva emisión de billetes, podría considerarse el cambio en el diseño y un ajuste en el cono de la emisión, es decir, podría eliminarse el billete de menor denominación (de 20 pesos) y emitir un nuevo billete, con una denominación mayor a la de 1000 pesos —que es la mayor actualmente—, pudiéndose emitir un billete de 2000 pesos. Sin embargo, cabe señalar que hoy todavía, el billete de 1000 pesos no cuenta con una aceptación óptima por el grueso de la población en México, siendo el de mayor flujo el billete de 500 pesos: considerando todas las denominaciones circulantes, 1 de cada 3 billetes es de esta denominación.

Sin embargo, me permito señalar algunos puntos de interés en un posible cambio de diseño y la actualización o incorporación de una nueva tecnología en alguno de los elementos de seguridad de nuestros billetes:

a) Aunque el Banco de México argumenta que la poca aceptación del billete de 1000 pesos es por cuestión de hábito por parte del usuario, es un hecho que comúnmente encontramos comercios o establecimientos en donde no se aceptan estos billetes; incluso realizando consumos de un considerable valor como llenar el tanque de gasolina del automóvil o comprar un medicamento de patente en la farmacia. Ciertamente, si se pudiera garantizar un billete más seguro, se podría motivar el uso del billete de 1000 pesos.

b) En los dos últimos años, el monto máximo de retiro de efectivo de un cajero automático, dependiendo del banco, era de entre 4000 y 5000 pesos; actualmente es de entre 7000 y 8000 pesos. Esto es, hace cuatro años los cajeros en retiros máximos dispensaban de 10 a 12 piezas en retiros máximos, actualmente los cajeros dispensan entre 16 y 18; no es difícil suponer que el cajero se tenga que abastecer con más frecuencia, lo que implica tener un traslado de valores más intensivo y con un mayor riesgo y costo logístico, y, por supuesto, una fábrica de billetes trabajando a su máxima capacidad. Por lo que, dicho sea de paso, en el estado de Jalisco se construyó una nueva planta de fabricación de billetes del Banco de México con lo que se pretende incrementar en un 30% la fabricación de billetes en los próximos diez años. Es así, que sería indudable que la emisión de una denominación mayor a los 1000 pesos reduciría la cantidad de piezas circulando, en este caso del billete de 500 pesos, por ejemplo; así como la reducción anual en el número de piezas para reposición por deterioro.

Una vez expuesto lo anterior, debo comentar que ciertamente todavía hay vertientes por investigar y estudiar respecto al tema. En el desarrollo de esta tesis, se abrieron perspectivas para profundizar en el tema. La historia del papel moneda se está escribiendo, y su evolución conlleva los avances tecnológicos que corren a la par con la evolución de las sociedades que hacen uso de éste. De manera particular, este es un punto de interés que me brinda la expectativa de continuar una línea de investigación que permita visualizar la articulación de la evolución de los sistemas de impresión en el transcurso del tiempo, a partir de la incorporación de los avances científicos y tecnológicos, la transformación de las estructuras sociales, la invención e incorporación de nuevos materiales o sustratos para la impresión, así como la participación de los sistemas de impresión en la creación de nuevas áreas del diseño.

Pero por ahora, en el tema que compete a esta tesis, puedo señalar que cada día hay nuevos desarrollos en las técnicas y tecnologías de los sistemas de impresión y éstas a su vez son aplicadas en la fabricación de los billetes del mundo.

Sam Cape, Director de Investigación y Desarrollo de la empresa Crane Currency, —una de las más prestigiadas empresas, líder en Papel, Impresión y Tecnología en billetes— y contribuyente clave de la tecnología de micro-óptica MOTION®, señala que, con la ayuda de software y algoritmos avanzados, pronto será posible incluir retratos que se muevan, guiñen, o den un gesto cuando se incline un billete. Incluso menciona que esta empresa está exploran-

do las posibilidades de “juegos” en la impresión de billetes: “Cuando inclines el billete de la manera correcta, obtendrás una recompensa visual, y así entenderás que estás sosteniendo un billete auténtico en tu mano”.

El comentario anterior llama la atención en torno a esta investigación en la que hemos visto como los avances tecnológicos han permeado directamente en los sistemas de impresión. Y a pesar de que desde el inicio de la implementación del papel moneda como un documento de uso corriente, en su fabricación se ha hecho uso de los sistemas de impresión tradicionales, éstos se han ido adaptando con los avances pertinentes acordes a la satisfacción de las necesidades de cada época. Sin embargo, pudimos percatarnos de que los grandes avances tecnológicos —como el uso del láser o la micro-óptica— sólo pueden ser percibidos en su magnitud, si existe un medio de reproducción que los evidencie en un nivel de precisión y exactitud requerido en el papel moneda. Y en el ámbito del Diseño y la Comunicación visual, particularmente en las Artes Gráficas, este ha sido el principio de los sistemas de impresión: reproducir de manera fiel textos e imágenes de forma industrial y a gran escala —como lo es la impresión de billetes.

De acuerdo con los estándares internacionales de fabricación de billetes, los requisitos fundamentales de un billete moderno son la estética, la seguridad anti-falsificaciones, la legibilidad mediante máquina, la durabilidad y la aceptación por parte de los usuarios. Un billete de banco sólo puede llegar para quedarse si reúne de manera equilibrada todas estas características y las hace efectivas durante la circulación.

Sin embargo, para finalizar no puedo dejar de resaltar que los sistemas de impresión utilizados en la fabricación de los billetes han sido en principio los mismos que se utilizaron desde los inicios del papel moneda en el siglo XIX en Europa, toda vez que se requirió una reproducción a gran escala, segura y eficaz. Como comunicador gráfico, profesionalista y docente especializado en el tema de reproducción gráfica, considero que los sistemas de impresión básicos han sido y siguen siendo —ciertamente haciendo uso de los avances tecnológicos correspondientes—, el litográfico (Offset), el Calcográfico (Huecograbado) y el Tipográfico (Imprenta). Mismos que adicionalmente con los sistemas de impresión secundarios (desarrollados en el cuerpo de esta investigación), potencian todos, las características propias de cada sistema, ofreciendo al ámbito de la impresión para la fabricación de billetes, lo mejor y más tangible de sus cualidades. Es innegable que la tecnología de los procesos digitales ha marcado diferencia, pero cabe aquí resaltar que es parte de una sinergia con los sistemas tradicionales de impresión, y el billete mundial actual, es prueba fehaciente de eso.

## FUENTES DE CONSULTA:

### BIBLIOGRAFÍA Y HEMEROGRAFÍA

AAVV (1999) Lo que el impresor debe saber sobre la tinta. México: Graphic Arts Technical Foundation/Graphic Type De México.

AAVV (1999) Todo lo que el impresor debe saber acerca del papel. México: Graphic Arts Technical Foundation/Graphic Type De México.

AAVV (1993) Manual de artes gráficas. Una traducción del Pocket Pal. Cali: PROPAL.

AAVV (2007). Manual de técnicas de impresión-Offset. México: D.R. CANAGRAF, Delegación Valle de México.

ACOSTA Romero, Miguel. (1981) La Banca Múltiple, México: Porrúa,

ALVAREZ, Roxana. “Surge con Iturbide primera emisión de papel moneda en México”. Citado en el Periódico El Informador: <http://www.informador.com.mx/cultura/2010/192299/6/surge-con-iturbide-primera-emision-de-papel-moneda-en-mexico.htm>

ASPE Armella, Pedro. (1993) El Camino Mexicano de la Transformación Económica, México: Fondo de Cultura Económica.

BANN, David (2010). Actualidad en la producción de artes gráficas. Barcelona: Blume.

BANCO DE MÉXICO. “Billetes fabricados en el Banco de México”, Oficina de Análisis y Estudios de Efectivo, mayo de 2013.

BANCO DE MÉXICO (2009) “El uso del polímero en los billetes del Banco de México”.

BENDER, Klaus W. (2006) Moneymakers (The Secret World of Banknote Printing), WILEY-VCH VERLAG GmbH & Co. KGaA, Weinheim.

BILLETARÍA. Revista internacional de Gestión del efectivo, 14 números consecutivos semestrales de marzo de 2007 a octubre de 2014.

CASALS, Ricardo (1992). Introducción a las tiras de control de color. Barcelona: Dupont Printing & Publishing.

CATÁLOGO del Mundo de la Moneda. (1996) Colección de monedas, medallas y papel moneda mexicanos, México, (s/e).

COSÍO Villegas, Daniel (et.al). (1965). Historia Moderna de México, El porfiriato, La Vida Económica, Vol. VII, Tomo II, Cap. VII, México, Ed. Hermes.

CRIVELLINI, Juan. “El origen del papel moneda o billete”. <http://sobrecuadras.com/2009/10/11/el-origen-del-papel-moneda-o-billete/>

CUÉLLAR, M<sup>a</sup> del Carmen y PARRA, Concha. Las ferias medievales, origen de documentos de comercio, Universitat de València, [www.uv.es/~dpujante/PDF/CAP1/A/Carmen\\_Cuellar\\_C\\_Parra.pdf](http://www.uv.es/~dpujante/PDF/CAP1/A/Carmen_Cuellar_C_Parra.pdf)

CUHAJ, George S. (2010) Standard Catalog of World Paper Money (GENERAL ISSUES \* 1368 – 1960), 13th Edition, Krause publications, a division of F+W Media, Inc., USA.

CUHAJ, George S. (2010) Standard Catalog of WORLD PAPER MONEY (Modern Issues \* 1961 – Present), 16th Edition. Krause publications, a division of F+W Media, Inc. USA.

CHAFLOQUE Chávez, Ronald. “Algo sobre la Historia del Dinero y como actúa sobre el ser humano”. <http://www.monografias.com/trabajos10/diner/diner.shtml#ixzz4XS8xLVfk>

DELGADO, Jordel. “Breve Historia del Dinero”. [http://www.academia.edu/28396018/Breve\\_Historia\\_del\\_Dinero](http://www.academia.edu/28396018/Breve_Historia_del_Dinero)

DOUGLAS, Duane D. (2008) El papel moneda del Banco de México. Tercera edición, Quinientos Años Editores: México.

DUARTE, Marcelo A. “Medidas de seguridad generales del papel moneda” en: Origen del papel moneda, Licenciatura en Criminalística, cátedra: Documentología II <http://documents.mx/documents/apuntes-de-papel-moneda.html>

EAGLETON, Catherine y Williams, Jonathan. (2009) Historia del dinero, Barcelona: Paidós.

FILIPPINI, Silvina. “Historia del Dinero” [www.ecobachillerato.com/trabajosecono/historiadinero.pdf](http://www.ecobachillerato.com/trabajosecono/historiadinero.pdf)

FIORAVANTI, Giorgio (1989). Diseño y Reproducción. Barcelona: Gustavo Gili.

FRAMPTON, Cory; Douglas, Duane; Hidalgo, Alberto; Powell, Elmer. (2010) Mexican Paper Money Mexican, Coin Company LLC: USA.

GIANETTO, Marcos. “Elementos de seguridad, hilo de seguridad, motion, papel” [seguridad-documental.blogspot.com/2009/.../hilo-de-seguridad-motion](http://seguridad-documental.blogspot.com/2009/.../hilo-de-seguridad-motion).

GIUSTI, Rosa Ma. y Vásquez, José L. Artículo: “Los billetes de polímero. La experiencia internacional”. Revista Moneda. Gestión del circulante.  
GOZALBES, M. (2011). “Historia del dinero”. Museu de Prehistòria de València. [https://www.academia.edu/1021363/Historia\\_del\\_dinero](https://www.academia.edu/1021363/Historia_del_dinero)

HASLAM, Andrew. (2011) Lettering. Manual de producción y diseño. Barcelona: Gustavo Gili.

HESSONG, Athena. “¿Cómo se hace el papel moneda?”. Disponible online: [http://www.ehowenespanol.com/papel-moneda-como\\_461245/](http://www.ehowenespanol.com/papel-moneda-como_461245/)

INNES, Brian. (2008) Fraudes, Estafas y Falsificaciones. Madrid: LIBSA.

JIMÉNEZ, Félix. Elementos de Teoría y Política Macroeconómicas para una Economía Abierta, Fondo editorial de la Universidad Pontificia del Perú.

LAPHAM, Lewis. (1988) Moneda y clase en América. Nueva York: Weidenfeld and Nicolson.

LEFTERI, Chris (2008). Así se hace. Técnicas de fabricación para diseño de producto. Barcelona: Blume.

MARTIN, Judy. (1996) Enciclopedia de Técnicas de Impresión. Barcelona: Acanto.

MARTÍNEZ Coll, J. C. “La invención y evolución del dinero en China” en Observatorio de la Economía y la Sociedad de China, N° 04, septiembre 2007. <http://www.eumed.net/rev/china/>

MARTÍNEZ de Sousa, José. Diccionario de edición. Tipografía y artes gráficas. España: Trea, 2001.

MASON, Daniel (2008). Materiales y procesos de impresión. Barcelona: Gustavo Gili.

MEGGS, Philip (2000). Historia del Diseño Gráfico. México: Trillas.

MURILLO, José Antonio, (2005) “La banca después de la privatización. Auge, crisis y reor-

denamiento”, en Gustavo del Ángel (et.al), Cuando el Estado se Hizo Banquero, Lecturas de El Trimestre Económico 96, México: Fondo de Cultura Económica.

NAVARRETE Molina, Raúl. En “Las tintas en el papel moneda”, Grafoscopia y Documentoscopia, Licenciatura en Criminología y Criminalística, Universidad Popular Autónoma de Veracruz, mayo de 2012. <http://documents.mx/documents/las-tintas-en-papel-moneda.html>

PAMPILLÓN, R. “¿Qué es el patrón oro?”, Economy, 2010. <http://economy.blogs.ie.edu/archives/2010/11/¿que-es-el-patron-oro.php>

ORTIZ Martínez, Guillermo. (1994) La Reforma Financiera y la Desincorporación Bancaria, México: Fondo de Cultura Económica.

QUEIROLO Bravo, “Marco Polo y el papel moneda”. [http://es.historia.wikia.com/wiki/Historia\\_y\\_evolu%C3%B3n\\_del\\_papel\\_moneda](http://es.historia.wikia.com/wiki/Historia_y_evolu%C3%B3n_del_papel_moneda)

SALES, Carlos. (1992) Indemnización Bancaria y Evolución del Sistema Financiero 1983-1988, México: Páginas del Siglo XX.

SANZ, Elena. Artículo “Los primeros billetes de la historia” <http://www.muyhistoria.es/edad-media/articulo/los-primeros-billetes-de-la-historia>

TOLLIVER-Nigro, Heidi. (2004) Guía de impresión del Diseñador. Trad. Ricard Casals Barcelona: Consultants, S.A.

TURRENT Díaz, Eduardo. (1982) Historia del Banco de México, Vol. 1, México (s.e.)

VILCHIS Esquivel, Luz del Carmen. (2010). Historia del Diseño Gráfico en México. 1910-2010. México: INBA/CONACULTA.

WILSON, Daniel. (2000) Lo esencial de la Litografía. México: Graphic Arts Technical Foundation. Graphictype México.

#### TESIS Y TESISINAS

Porras Carreño, Maribel. Consideraciones sobre la imagen del papel moneda en la época revolucionaria, ENAP-UNAM, 2011.

Mancilla González, Mónica. Catalogación y descripción iconográfica del papel moneda de los

estados de Veracruz y Yucatán, durante la Revolución Mexicana, ENAP-UNAM, 2007.

Gutiérrez Sánchez, Patricia. Análisis Iconográfico del papel moneda de \$5.00 y \$10.00 del Acervo de la Academia de San Carlos. ENAP-UNAM, 2007.

Gutiérrez Sánchez, Patricia. Catálogo virtual interactivo “Bilimbiques, el papel moneda de la Revolución Mexicana. Un análisis Iconográfico de 55 piezas del Acervo Posada de la Academia de San Carlos”, ENAP-UNAM, 2011.

Solache Damián, Karim Israel. La imagen cambiante en el dinero. Análisis Histórico- Iconográfico del Discurso Visual del Estado Mexicano: 1982, 1992, 2006. FFyL, 2011.

#### RECURSOS WEB

“Billetes de mil millones en épocas de hiperinflación”. Compendium Magazine. <http://col2.com/billetes-de-mil-millones-en-epocas-de-hiperinflacion>

Características de los billetes <http://www.banxico.org.mx/divulgacion/billetes-y-monedas/caracteristicas-billetes-mone.html>

Historia del Banco de México <http://www.banxico.org.mx/acerca-del-banco-de-mexico/semblanza-historica.html>

Historia de la moneda y el billete <http://www.banxico.org.mx/divulgacion/billetes-y-monedas/6--historia-moneda-del-billet.html>

Billetes y monedas <http://www.banxico.org.mx/billetes-y-monedas/material-educativo>

El origen histórico del papel moneda <http://www.definicionabc.com/historia/papel-moneda.php>

El papel moneda [http://www.emagister.com/uploads\\_courses/Comunidad\\_Emagister\\_60667\\_60667.pdf](http://www.emagister.com/uploads_courses/Comunidad_Emagister_60667_60667.pdf)

Glosario de Billetes. <http://regulaforensics.com>

Historia de la moneda

<http://www.monografias.com/trabajos16/moneda/moneda.shtml#ixzz4PCdxUdTm>

Historia de la moneda

<http://documents.mx/documents/historia-de-la-moneda-doc.html>

Historia del dinero

[html.rincondelvago.com/historia-del-dinero.html](http://html.rincondelvago.com/historia-del-dinero.html)

Origen de los billetes

[www.areatecnologia.com/origen\\_del\\_dinero.htm](http://www.areatecnologia.com/origen_del_dinero.htm)

<http://www.animalpolitico.com/2014/09/lo-que-el-color-de-los-billetes-dice-sobre-un-pais/>

[www.banrep.gov.co/blaavirtual/num/](http://www.banrep.gov.co/blaavirtual/num/) Colección Numismática

<http://www.bobst.com/mxes/productos/estampacion-en-caliente/proceso/#.WIPwmBvhDIU>

<http://cotidae.com/articulos/los-billetes-en-papel-moneda-el-papel-moneda>

<http://www.cranecurrency.com/rnd-banknote-security-thread-features/>

<http://www.definicionabc.com/historia/papel-moneda.php>

<http://www.dineroenimagen.com/2014-03-29/34953#imagen-5>

<http://dinarydirham.com/naturaleza-del-papel-moneda.html>

<https://eldata-numismatico.wordpress.com/el-banco-de-mexico-su-creacion-y-primeros-billetes/>

[http://www.ensubasta.com.mx/historia\\_del\\_billete\\_mexicano.htm](http://www.ensubasta.com.mx/historia_del_billete_mexicano.htm)

<https://eldata-numismatico.wordpress.com/el-banco-de-mexico-su-creacion-y-primeros-billetes/>

[http://www.finanzasparatodos.es/gepeese/es/inicio/laEconomiaEn/laHistoria/momentos\\_historicos\\_economia\\_historia\\_monedas.html](http://www.finanzasparatodos.es/gepeese/es/inicio/laEconomiaEn/laHistoria/momentos_historicos_economia_historia_monedas.html)

<http://www.forbes.com.mx/banxico-una-fabrica-de-1300-millones-de-billetes/>

<http://www.gestiopolis.com/recursos/experto/catsexp/pagans/eco/no9/historiabilletes.htm>

<http://www.gestiopolis.com/historia-del-euro/>

Giesecke & Devrient: Seguridad y funcionalidad de los billetes de banco.

<https://www.gi-de.com/es/index.jsp>

[https://www.gi-de.com/es/products\\_and\\_solutions/products/security\\_features/Intaglio-para-billetes-de-banco-4352.jsp](https://www.gi-de.com/es/products_and_solutions/products/security_features/Intaglio-para-billetes-de-banco-4352.jsp)

[www.gobant.gov.co/.../economia%20solidaria/moneda\\_peque%F1a%20historia%20de%20la%20moneda.doc](http://www.gobant.gov.co/.../economia%20solidaria/moneda_peque%F1a%20historia%20de%20la%20moneda.doc) Pequeña Historia de la Moneda.

<https://www.innoviasecurity.com/>

<https://www.innoviasecurity.com/uploads/pdfs/Security-Features-Reference-Guide-EN---Final.pdf>

<http://www.lechuza.org/zoo/mon01.htm>

<http://www.numismaticodigital.com/noticia/430/Articulos-Notafilia/Sistemas-de-Impresion-I.html>

“Qué hacer si un banco le entrega un billete falso”, en: El economista, online: <http://economista.com.mx/finanzas-personales/2014/10/14/que-hacer-banco-le-entrega-billete-falso>

[https://www.uam.es/personal\\_pdi/economicas/felix/documentos/precios\\_BdE.pdf](https://www.uam.es/personal_pdi/economicas/felix/documentos/precios_BdE.pdf)

<http://seguridaddocumental.blogspot.mx/2009/05/billetes-hibridos.html>

<http://sonumex.blogspot.mx/2016/01/la-industria-de-los-billetes.html>

<http://sonumex.blogspot.mx/2015/04/la-falsificacion-y-alteracion-de-la.html>

<http://es.slideshare.net/dayra7068/historia-de-la-moneda-46912068>

[https://es.wikipedia.org/wiki/Papel\\_moneda](https://es.wikipedia.org/wiki/Papel_moneda)

<https://es.wikipedia.org/wiki/Moneda>

<http://www.wordreference.com/definicion/ratio>

