

FALSEDAD DOCUMENTAL PARA ESPECIALISTAS EN DOCUMENTOSCOPIA

**Inspector Jefe Fernando Corrales Arenal
Subinspector Raúl Bermejo García**

Reservados todos los derechos. El contenido de esta obra está protegido por la Ley, que establece penas de prisión y/o multas, además de las correspondientes indemnizaciones por daños y perjuicios, para quienes reprodujeren, plagiaren, distribuyeren o comunicaren públicamente, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica, o su transformación, interpretación o ejecución artística fijada en cualquier tipo de soporte electrónico, mecánico, reprográfico, gramofónico u otro o comunicada a través de cualquier otro medio, sin la preceptiva autorización de los titulares del copyright.

Los testimonios de esta publicación reflejan solamente la opinión personal de sus autores, no constituyendo, necesariamente, la postura de la Dirección General de la Policía. La Dirección General de la Policía no se responsabiliza de tales opiniones.

Edición: Ministerio del Interior, Secretaría General Técnica
Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado: <https://cpage.mpr.gob.es>

Autores: Inspector Jefe Fernando Corrales Arenal
Subinspector Raúl Bermejo García
Impresión: DDT

NIPO (ed. en línea): 126-19-168-6

NIPO (ed. papel): 126-19-167-0

ISBN: 978-84-8150-331-9

Depósito Legal: M-37228-2019

Primera edición: 2019

AGRADECIMIENTOS

El manual que ahora presentamos es el producto de 40 años de conocimientos y experiencias, acumulados y extractados por sus dos autores, representantes de dos generaciones de especialistas que han conseguido culminar esta obra teórica, práctica, operativa y tecnológica y que es el resultado palpable del celo que siempre ha demostrado el Cuerpo Nacional de Policía por la formación.

No sería posible iniciar y dar forma a trabajos de este calado, sin la esencial y continua labor instructiva de la División de Formación y Perfeccionamiento, así como el apoyo decisivo que en este ámbito siempre han ofrecido las Comisarías Generales, en especial la Comisaría General de Policía Científica.

No queremos olvidar a todos aquellos compañeros que nos precedieron y de los que tanto aprendimos, a los que debemos ya no tan solo el aprendizaje de la técnica, sino la semilla que arraigó fuerte en nosotros para seguir profundizando y experimentando desde la curiosidad.

Agradecemos al Cuerpo Nacional de Policía las oportunidades que nos ha ofrecido para continuar avanzando y animamos a las siguientes generaciones de técnicos y especialistas, con nuevas perspectivas, conocimientos y energías, para que sigan despejando las numerosas incógnitas que quedan por resolver.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS

0. INTRODUCCIÓN

I. DOCUMENTOSCOPIA

1. Definición.....	3
2. La Documentoscopia en el Cuerpo Nacional de Policía	3
3. Objeto de la Documentoscopia	5
3.1 Documentos Impresos, nacionales y extranjeros (Falsedad Documental).....	5
3.2 Escritura Manuscrita (Grafoscopia)	5
3.3 Determinación de la autenticidad o falsedad de obras de arte.....	6
3.4 Determinación de la autenticidad o falsedad de signos distintivos de marcas registradas (Marcas y Patentes).....	6
4. Medios Técnicos	6
4.1 Video Espectro Comparador (VSC).....	6
4.2 Microscopio Binocular.....	11
4.3 Fluotest o Lámpara Ultravioleta.....	12
4.4 Foram 685-2	13
4.5 Lupas manuales	14
4.6 Photophone	15
4.7 Escáner.....	15

II. MAQUINAS DE ESCRIBIR DE IMPULSO MANUAL Y ELÉCTRICO

1. Textos mecanografiados	19
2. Principios de funcionamiento de las máquinas de escribir clásicas de impulso mecánico manual	22
3. La fórmula de clasificación mecanográfica de la Interpol.....	23
4. Proceso identificativo de la máquina de escribir manual	25
4.1 Determinar la fórmula de clasificación mecanográfica	25
4.2 Analizar las características generales del tipado.....	25
4.3 Analizar las características específicas	25
5. Alteraciones fraudulentas	27
6. Normas para el estudio comparativo de textos mecanografiados	27
7. Problemas más frecuentes.....	27
8. Determinación de la marca y modelo.....	27
9. Máquinas eléctricas.....	28

III. HISTORIA DE LAS IMPRESORAS

1. Introducción.....	31
2. Los inicios, impresión por impacto	31
3. Y de una fotocopidora nació la impresión láser.....	33
4. Hp y Canon se inyectan en B/N y color.....	34
5. Los hijos de Ep y otras novedades	35

IV. IMPRESORAS DE IMPACTO, INYECCIÓN DE TINTA, ELECTROFOTOGRAFÍAS, TÉRMICAS, GRABADO LÁSER

1. Impresoras matriciales o de agujas.....	37
2. Impresoras de inyección o chorro de tinta	40

2.1 Física de fluidos, composición química y soporte	41
2.2 Tipos de impresoras de inyección de tinta.....	42
2.3 Identificación de impresoras de inyección de tinta	50
3. Impresoras electro-fotográficas.....	55
3.1 Tecnología láser.....	55
3.2 Tecnología LED.....	60
3.3 Tóner líquido.....	61
3.4 Identificación del sistema de impresión, en busca del tóner	64
4. Impresoras térmicas.....	68
4.1 Termoreacción	68
4.2 Transferencia Térmica	68
4.3 Transferencia térmica por sublimación	70
5. Personalización de tarjetas por grabado láser o láser destructivo	72
5.1 La solución de Mülbauer para la inclusión de la foto color	73
5.2 La solución de Gemalto para incluir foto color.....	74
5.3 La solución de Idemia para el uso de la foto láser color.....	75
V. SISTEMAS TRADICIONALES DE IMPRESIÓN I: LA TIPOGRAFÍA	79
1. El nacimiento de la imprenta	79
2. La tipografía	83
2.1 Sistemas de composición tipográfica	84
2.2 Creación de una plancha tipográfica	86
2.3 Prensas tipográficas	88
2.4 Reconocimiento del sistema y usos	88
VI. SISTEMAS TRADICIONALES DE IMPRESIÓN II: EL OFFSET	93
1. La litografía y el offset: historia de familia	93
2. El sistema offset húmedo	96
2.1 Preimpresión: obtención de los clisés fotográficos.....	96
2.2 Preimpresión: preparación de las formas o planchas de impresión	100
2.3 Preimpresión: montaje de fotolitos, generación de plancha	100
2.4 Impresión en las prensas rotativas offset	103
3. Nuevas tendencias en la impresión offset: la imprenta digital	105
3.1 CtPress, la grabación directa.....	105
3.2 CtPrint, adiós a la plancha	106
4. Uso del Offset húmedo y reconocimiento del sistema	108
5. Offset seco	113
6. Offset Waterless	118
6.1 Concepto, historia y desarrollo	118
6.2 La plancha	118
6.3 Características del offset waterless	120
6.4 Uso y reconocimiento del sistema	120
VII. SISTEMAS TRADICIONALES DE IMPRESIÓN III: CALCOGRAFÍA, HUECOGRABADO, SERIGRAFÍA Y FLEXOGRAFÍA	123
1. La calcografía.....	123
1.1 Concepto e historia.....	123
1.2 Las planchas y el sistema de entintado.....	125
1.3 Uso y reconocimiento del sistema	127
2. El huecograbado	138
2.1 Concepto e historia.....	138
2.2 La transmisión de la imagen al cilindro.....	138
2.3 Uso y reconocimiento del sistema	142
3. La Serigrafía.....	146
3.1 Concepto e historia.....	146
3.2 Técnica para la preparación de la pantalla	147
3.3 Uso y reconocimiento del sistema	152
4. La flexografía.....	155

VIII.	MEDIDAS DE SEGURIDAD EN DOCUMENTOS I	
1.	Breve repaso a la evolución en la protección de los documentos de identidad.....	159
2.	Algunas cuestiones previas.....	162
3.	Soporte.....	164
3.1	Papel.....	164
3.2	Plásticos.....	176
IX.	MEDIDAS DE SEGURIDAD EN DOCUMENTOS II	
1.	Impresión.....	187
1.1	Sistemas de impresión.....	187
1.2	Tintas de seguridad.....	187
1.3	Diseño.....	200
2.	Dispositivos ópticamente variables (DOV's).....	205
2.1	Iridiscentes.....	205
2.2	No iridiscentes.....	205
2.3	Kinegramas: especial referencia.....	205
3.	Laminados.....	210
3.1	Material.....	212
3.2	Disposición en capas.....	212
3.3	Medidas de seguridad en laminados.....	213
X.	DOCUMENTOS DE IDENTIFICACIÓN ESPAÑOLES	
1.	Introducción.....	215
2.	El Documento Nacional de Identidad Español.....	218
2.1	DNI modelo 1990.....	219
2.2	DNI modelo 1996.....	222
2.3	DNIe modelo 2006.....	224
2.4	DNIe modelo 2015.....	232
3.	Tarjeta de Identidad de Extranjeros (TIE). Permisos de residencia.....	237
3.1	TIE modelo 1997 para permiso de residencia.....	237
3.2	TIE modelo 2003 para permiso de residencia.....	238
3.3	TIE modelo 2011 para permiso de residencia.....	239
3.4	Otras TIE 2010, permisos para extranjeros.....	243
4.	El pasaporte ordinario.....	244
4.1	El pasaporte ordinario modelo 1988.....	244
4.2	El pasaporte ordinario modelo 2003.....	245
4.3	El pasaporte ordinario electrónico modelos 2006 y 2009.....	245
4.4	El pasaporte ordinario electrónico modelo 2015.....	253
5.	El permiso de conducción.....	261
XI.	MEDIDAS DE SEGURIDAD EN PAPEL MONEDA	
1.	Introducción.....	265
1.1	La moneda en España.....	266
2.	El Euro.....	272
2.1	El calendario del Euro.....	272
2.2	El Euro en Europa.....	273
2.3	Medidas de seguridad del Euro.....	273
2.4	Falsificaciones de Euros.....	280
3.	El Dólar USA.....	281
3.1	Emisiones hasta 1996.....	281
3.2	Emisiones a partir de 1996.....	282
3.3	Emisiones a partir del año 2004.....	283
4.	Billetes de polímero.....	289
4.1	De los primeros intentos al primer billete.....	289
4.2	Descripción del propileno (pp) y su obtención.....	290
4.3	Fabricantes y marcas.....	291
4.4	Medidas de seguridad en billetes de polímero.....	292
4.5	Medidas de seguridad especiales para billetes de polímero.....	303
5.	Billetes de papel, de polímero y.....	303

XII. TECNOLOGÍA SMART EN EL ESTUDIO DE DOCUMENTOS I	
1. Implementación medidas seguridad “inteligentes” en documentos	307
1.1 Introducción	307
1.2 Motivación de las medidas de seguridad “inteligentes” para evitar los principales riesgos en la seguridad de documentos	309
1.3 Normativa reguladora	310
1.4 Descripción de las medidas de seguridad inteligentes	311
2. Los Smartphones como dispositivos de verificación portátil	323
2.1 Verificación de la zona visible	323
2.2 Verificación de la zona mecánica	325
2.3 Verificación de la zona biométrica	333
XIII. TECNOLOGÍA SMART EN EL ESTUDIO DE DOCUMENTOS II	
1. Los Smartphones como dispositivos de consulta portátil.....	341
1.1 Webs públicas para la consulta de documentos	341
1.2 App para la consulta de documentos.....	355
1.3 Otras posibilidades	355
2. Los Smartphones como dispositivos de control portátil	358
2.1 Comprobación de documentos a través de números personales y de soporte.....	358
2.2 Webs de consulta	364
XIV. BIBLIOGRAFÍA, WEBS Y NORMATIVA ISO	
1. Bibliografía	367
2. Webs consultadas	368
3. Normativa ISO sobre datos biométricos en documentos de identidad y de viaje y especificaciones ENV sobre codificación en barras.....	379

INTRODUCCIÓN

Sería casi imposible poder recoger en un solo volumen todo lo que se puede escribir relacionado con la Falsedad Documental. No obstante, resulta curioso, si no alarmante, que en la actualidad no exista una obra en lengua española en la que se trate este tema con cierta profundidad y en el que se intenten abordar los puntos más importantes que preocupan a neófitos y especialistas. Ese es el principal objetivo de este volumen, acercar el conocimiento al que tenga interés en conocer.

No podemos dejar de resaltar que los autores de este trabajo pertenecemos al Cuerpo Nacional de Policía, por lo que, en el Capítulo I, definimos y centramos los diferentes problemas que pretende resolver la Documentoscopia desde sus orígenes en nuestro Cuerpo allá por los años 50 del siglo XX, reproduciendo la estructura funcional desde la que se abordan estos estudios y que se agrupan dentro de esta disciplina, así como los medios técnicos que se utilizan para el análisis de las medidas de seguridad de las que están dotados los principales documentos de identidad y el papel moneda.

Alguien puede pensar que las máquinas de escribir de impulso manual son cosa del pasado y únicamente reseñables para coleccionistas o para ser expuesta en un museo. Sin embargo y aunque la última fábrica de estas máquinas echó el cierre allá por el 2011 (La casa india Godrej&Boyce, dejó de fabricar en el 2009 y finiquitó sus existencias en el 2011), se siguen utilizando y no siempre con fines lúdicos. Por eso, el Capítulo II trata sobre éstas y sus sucesoras, las eléctricas, su clasificación según las directrices fijadas en su día por la Interpol y las posibilidades de relacionar un escrito mecanografiado con la máquina en concreto que lo produjo.

En los Capítulos III a IV haremos una revisión de los que se conocen como sistemas digitales de impresión -impresoras-, que ya desde los años 80 del siglo pasado nos acompañan, bien para la realización de trabajos personales, de carácter doméstico o para labores más profesionales. Sistemas de inyección de tinta, láser e incluso matricial, que han evolucionado en calidad y prestaciones, a la par que su precio se ha reducido, de manera que su acceso se ha universalizado, para lo bueno y para lo malo, ya que estas, sobre todo las de inyección de tinta, son las más utilizadas para la falsificación de documentos y billetes de banco.

En los Capítulos V a VII, aportaremos información, procurando no excedernos en tecnicismos, sobre el funcionamiento de los sistemas de impresión “de toda la vida”, de tipo profesional dirigidos a grandes tiradas, así hablaremos de la tipografía y el offset y sus variantes, pasando por el huecograbado, la serigrafía y la calcografía.

Todas estas informaciones serán completadas con la aportación de reseñas históricas, con fechas para poder situarlos en el tiempo, con informaciones precisas sobre su utilidad, sobre los procedimientos para obtener el resultado impreso y su uso e introducción en documentos de seguridad.

Incluiremos recursos gráficos suficientes para facilitar la comprensión de todas estas tecnologías y, sobre todo, imágenes ampliadas para poder distinguir los diferentes sistemas de impresión, contribución esta que no aparece recogida, de manera sistemática, en ningún manual técnico escrito en lenguas occidentales.

Un manual que pretenda ser un referente en esta disciplina debe contemplar las diferentes medidas de seguridad utilizadas para la protección de los más diversos documentos y, nosotros, tampoco haremos una excepción, así serán recogidos y podrán consultarse en el Capítulo VIII y IX, a los que se añadirán referencias específicas de los documentos de identificación españoles durante el Capítulo X y para el papel moneda en el Capítulo XI, en este último se tratará la moneda con sustrato en polímero, sus características técnicas, las medidas de seguridad que integran y las posibilidades reales de implantación global en un futuro. Una última reflexión, atendiendo a las noticias que vienen, principalmente de los países escandinavos, pone en duda de la viabilidad del actual sistema de pagos basado en papel moneda, abogando en un futuro cercano por la abolición del mismo, para circunscribir el intercambio monetario a un sistema de pago únicamente virtual, conteniendo de esta manera el fraude, la delincuencia económica y la financiación de la delincuencia organizada.

Por último, los Capítulos XII y XIII, constituyen un puente entre los conocimientos tradicionales y el futuro que, de manera cada vez más apresurada, ya está aquí. Hemos incluido algo tan lógico, palpable y frecuente, como sorprendente: el uso de las posibilidades para el estudio de documentos que nos ofrece la tecnología Smart. Otra "novedad" que, si bien no lo es tanto, si lo es desde el punto de vista de su uso como un recurso perfectamente válido para especialistas. Hay tantas posibilidades en la red.

Uno de los puntos importantes de esta obra es la abundante referencia a los recursos en la red, de manera que la búsqueda de información ha sido cuidadosamente seleccionada, incluyendo páginas web técnicas y priorizando el contenido de tipo multimedia.

Como comentábamos al principio, no es viable plasmar todo el conocimiento en una sola obra, pero sí hacerla suficientemente atractiva como para que motive a su consulta y al descubrimiento de nuevas inquietudes y horizontes en los espíritus más inquietos, por lo cual, este libro no es el final ni una meta, solo es el principio, el comienzo de un nuevo capítulo en la aventura del saber.

DOCUMENTOSCOPIA

1.- DEFINICIÓN

La Documentoscopia es una especialidad clásica dentro de la Criminalística, que tiene por objeto la investigación tendente a la determinación de la autenticidad o falsedad de un “documento” o de su contenido, ya sea impreso o manuscrito, y a la identificación, en este último caso, de su autor.

Por lo tanto, engloba dos tipos de especialidades o de estudios absolutamente diferentes y que sólo tienen en común el objeto de su trabajo o análisis, el documento, entendiendo a éste desde una óptica muy amplia o abierta.

En consecuencia, podemos entender por “documento”, todo soporte capaz de albergar un contenido gráfico, sea impreso o manuscrito.

2.- LA DOCUMENTOSCOPIA EN EL CUERPO NACIONAL DE POLICÍA

Fue en el año 1940, dentro del entonces Cuerpo General de Policía¹, cuando se iniciaron los estudios técnicos sobre documentos, aunque no será hasta 1955 cuando se cree la especialidad, que se integró en el Laboratorio de Técnica Policial del Gabinete Central de Identificación². Este grupo de trabajo inició su andadura con un reducido equipo de Inspectores, que con el tiempo fue adquiriendo un indudable crédito por parte de los Tribunales de Justicia. No obstante, hasta 1978 no adquirió el reconocimiento oficial, con la creación del Negociado de Documentoscopia³.

El constante aumento de los informes realizados podemos verificarlo consultando las estadísticas, así sabemos que en 1.980 se contestaron alrededor de 800 informes periciales, cifra que sobrepasa los 1100 asuntos en 1.982, elevándose en el año 1.985 a 1.914 y a 2.399 en el año 1.986. Será en este mismo año cuando los trece especialistas con los que cuenta el negociado⁴, se subdividan, por especialidad, en dos grupos: “documentos mecanográficos e impresos” y “documentos manuscritos”. Entrados en los años 90 la carga de trabajo se hace insostenible para los ya 33 peritos que trabajan en la Sección de Documentoscopia, ya no tan solo por los más de 3000 asuntos contestados, sino por la asistencia continua a los juicios orales a los que son citados por todo el territorio nacional y que suman un total superior a los 1000 juicios anuales. Este aumento del trabajo sumado a las asistencias judiciales comentadas, colapsan la Sección y los responsables del Servicio Central de Policía Científica deciden iniciar la descentralización de la especialidad, que pasará a formar parte de los equipos de trabajos de las Brigadas de Policía Científica de las Jefaturas Superiores y de las Comisarías Provinciales.

¹ Este Cuerpo Policial, formado por investigadores de paisano cuyas categorías más conocidas eran la de Inspector y Comisario, pasó a denominarse Cuerpo Superior de Policía a principio de los años 80 y se unificó con La Policía Nacional (antes Policía Armada) en el año 1986, pasando a formar ambos cuerpos el actual Cuerpo Nacional de Policía.

² El Gabinete Central de Identificación que, durante los años 70, 80 y principios de los 90 dependía de la Policía Judicial, cambió su denominación en 1988 por la de Servicio Central de Policía Científica y en el año 1994 pasó a ser una entidad propia, dentro de la estructura del Cuerpo Nacional de Policía, con la creación de la actual Comisaría General de Policía Científica.

³ Real Decreto 1375 de 16 de junio de 1978

⁴ Este término era el utilizado en aquellos años para definir la estructura dentro del Gabinete Central de Identificación. Hoy en día la denominación equivalente sería Sección, en la cual se integran los diferentes grupos de trabajo.

También se reestructura la Sección de Documentoscopia de la Comisaría General de Policía Científica y, atendiendo a la tecnificación de la delincuencia, se crean cuatro grupos de trabajo diferenciados:

- Falsedad documental (documentos de seguridad).
- Propiedad Industrial e Intelectual y Obras de Arte (marcas y patentes y obras de arte).
- Delincuencia organizada (analiza e informa sobre documentos de seguridad y escritura manuscrita intervenidos a grupos criminales de delincuencia común).
- Grupo Especial Antiterrorista. (analiza e informa sobre documentos de seguridad y escritura manuscrita intervenidos a organizaciones terroristas).

La especialización de la criminalidad, así como el creciente número de demandas de informes provenientes de todos los Juzgados y Tribunales de España, y los consiguientes juicios y desplazamientos, sin olvidar las consultas y peticiones de otros organismos oficiales y el inexcusable apoyo a las unidades policiales, fueron las causas que motivaron la subdivisión de la Documentoscopia en diversas subespecialidades y la descentralización de su estudio en laboratorios periféricos. Al inicio de la década de los 90 del siglo pasado y de manera paulatina, se procedió a llevar a cabo la remodelación indicada, poniendo especial atención en la formación de los nuevos especialistas destinados en las principales plantillas en las que tradicionalmente trabaja la Policía Científica.

La descentralización fue claramente respaldada por la Administración de Justicia a nivel nacional, que se materializó en la solicitud generalizada de este tipo de informes. En la década del 2000 aparecen cifras que avalan esta afirmación, así y a nivel nacional:

INFORMES SOBRE FALSEDAD DOCUMENTAL REALIZADOS A NIVEL NACIONAL POR EL CNP Fuente: CGPC								
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
5339	5168	5088	6021	5716	5786	6509	7676	5654
2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
4978	4539	4275	4130	3672	3779	3275	3458	

Finalmente, el hecho más destacado de la especialidad en la década del 2000 fue, consecuencia de los atentados terroristas del 11-M de 2004 en Madrid por un grupo radical islamista, la preparación de cuatro especialistas del Grupo Especial Antiterrorista en la lengua y gramática árabes para la realización de informes periciales sobre escritura manuscrita en caracteres árabes, formación que se llevó a cabo durante los años 2005, 2006 y 2007.

La formación de los especialistas en Documentoscopia es una de las facetas mejor atendidas por la Comisaría General de Policía Científica quien, en colaboración con la División de Formación y Perfeccionamiento⁵, prepara todos los años especialistas para la elaboración de informes de escritura manuscrita (curso de 5 semanas), falsedad documental (curso de 2 semanas) y delitos contra la propiedad industrial e intelectual (curso de 2 semanas). Todos los cursillistas que superan el proceso formativo, el cual incluye exámenes teóricos y prácticos, obtienen una titulación oficial del Ministerio del Interior que les habilita, mientras están destinados en Policía Científica, para la elaboración de los preceptivos informes⁶.

⁵ La División de Formación y Perfeccionamiento del CNP acoge en su estructura a tres unidades formativas: la Escuela Nacional de Policía de Ávila, donde se forman a los nuevos policías de las Escalas Básica y Ejecutiva y donde se llevan a cabo los cursos de ascenso interno a la categoría de Inspector; el Centro de Actualización y Especialización encargado de la organización de los cursos de especialización y el Centro de Formación de Carabanchel donde se desarrollan los cursos de ascenso a las categorías de Oficial, Subinspector, Inspector Jefe y Comisario.

⁶ Los informes elaborados por los especialistas de Policía Científica adquieren dos tipos de denominación: “técnico” cuando el peticionario es un cliente interno (por ejemplo: una Brigada de Policía Judicial) y “pericial” cuando la petición emana de un órgano judicial. En cualquier caso, dentro del CNP, estos informes sólo pueden ser confeccionados por personal titulado y destinado en Policía Científica.

A nivel internacional la Sección de Documentoscopia participa en los grupos de trabajo que la Red Europea de Laboratorios Forenses (ENFSI⁷) tiene sobre esta especialidad: "ENFHEX" (Grupo de trabajo de expertos forenses en escritura manuscrita) y "EDEWG" (Grupo de trabajo de expertos forenses en documentos).

Por otro lado, la Escuela Nacional de Policía⁸ del CNP instruye, dentro de la formación reglada, a todos los alumnos de las Escalas Básica, Subinspección y Ejecutiva, en conocimientos sobre falsedad documental y organiza actividades complementarias sobre falsedad documental, dirigidas fundamentalmente a los alumnos de la Escala Ejecutiva (los futuros Inspectores)⁹. Tampoco debe obviarse el esfuerzo que la División de Formación hace en la formación "On Line", ofreciendo cursos de alta calidad de los que se benefician un mayor número de policías.

Dentro del CNP, la formación en la detección de falsedades documentales afecta no solo a la CGPC y a la División de Formación, así la Comisaría General de Extranjería y Fronteras también prepara al personal policial encargado de la comprobación de la documentación que, los visitantes al territorio nacional, tienen que presentar en los filtros de puertos y aeropuertos.

Otros cuerpos policiales como la Guardia Civil, los Mossos de Escuadra o la Ertzaintza, disponen de equipos de trabajo dedicados a la resolución de los problemas planteados dentro de esta especialidad y que son requeridos igualmente por las autoridades judiciales.

3.- OBJETO DE LA DOCUMENTOSCOPIA

Como ya hemos indicado anteriormente, la Documentoscopia es una especialidad que engloba dos partes del conocimiento totalmente diferenciadas:

3.1 Documentos impresos, nacionales y extranjeros (falsedad documental):

- Documentos acreditativos de identidad (DNI, Pasaportes, permisos de conducción y visados)
- Tarjetas de crédito y de garantía.
- Billetes de banco y cheques de viaje.
- Billetes de lotería y juegos de azar.
- Sellos (húmedos y secos).
- Cheques y talones de banca.
- Identificación de escritos mecanografiados.
- Determinación de sistemas informatizados de impresión.
- Determinación de sistemas de impresión tradicionales.
- Documentos relativos a vehículos y transporte.

3.2 Escritura Manuscrita (Grafoscopia):

- Identificación de autoría de:
 - Textos (extendidos sobre cualquier soporte con cualquier útil de escritura)
 - Firmas.

⁷ ENFSI: en la actualidad está integrada por 64 laboratorios forenses de 36 países europeos. El objetivo de la Red Europea de Laboratorios Forenses es compartir conocimientos, intercambiar experiencias y llegar a acuerdos mutuos en el campo de las ciencias forenses. ENFSI integra en sus grupos de trabajo a expertos en el campo de las ciencias forenses.

⁸ El 25 de enero de 2013 el Centro de Formación de Ávila pasó a denominarse Escuela Nacional de Policía.

⁹ La formación reglada de la Escala Básica contempla una formación teórico práctica de 12 horas en materias relacionadas con medidas de seguridad en documentos, documentos de identidad españoles, detección de documentos falsos en la vía pública y papel moneda. En el caso de la Escala Ejecutiva la formación aumenta hasta las 20 horas y se ofrece además un seminario con una duración de 35 horas.

3.3 Determinación de la autenticidad o falsedad de obras de arte:

- Estudios de datación, composición, etc., en:
 - Pinturas.
 - Dibujos.
 - Otras obras similares.
 - Falsificaciones de firmas en obras pictóricas.

3.4 Determinación de la autenticidad o falsedad de signos distintivos de marcas registradas (marcas y patentes):

- Estudios de logotipos, etiquetas, diseños o signos distintivos utilizados por marcas comerciales.

De todos estos estudios, en este manual sólo tienen cabida los recogidos en el punto 3.1. Falsedad Documental, así como las medidas de seguridad utilizadas en esos documentos para garantizar su integridad e impedir su manipulación.

4.- MEDIOS TÉCNICOS

A continuación, expondremos el instrumental ideal del que podría disponer un perito que, bien tuviera una sobrada solvencia económica, o bien estuviera destinado en un centro policial especializado.

Incluso dentro del CNP no todas las plantillas de Policía Científica disponen del mismo instrumental técnico para el estudio y análisis de documentos y textos manuscritos. El alcance de mayores niveles de sofisticación depende fundamentalmente de dos factores: el volumen de trabajo y la categoría de la plantilla, circunstancias éstas que corren paralelas.

Cierto es que la mejora de la dotación de instrumental a las diferentes Brigadas de Policía Científica fue una preocupación resuelta positivamente durante el periodo comprendido entre finales de la década de los noventa y mediados de los 2000, en el que se dotó de las principales herramientas, incluidos los VSC, a todos los laboratorios regionales y provinciales.

4.1 Vídeo Espectro Comparador (VSC): del diverso aparataje con que cuenta un laboratorio dedicado a estudios relativos a la Documentoscopia, éste es, sin lugar a dudas, el más deseado, valioso y utilizado.



Este aparato, bajo la denominación común de VSC, se utiliza, predominantemente, para la comprobación de la inalterabilidad y originalidad de las medidas de seguridad de los documentos. Está dotado de varias fuentes de iluminación (Ultravioleta, infrarroja, foco, coaxial, transmitida, lateral, rasante) y de dos conjuntos de filtros (de lámpara de foco y de cámara) que funcionan en longitudes de onda comprendidas en el rango de los 400 y 1000 nm. También permite un análisis aproximativo del comportamiento óptico de las tintas.

Las primeras unidades se fabricaron en 1980 por la casa inglesa "Foster and Freeman"¹⁰ a petición de la policía inglesa. En la imagen podemos ver una unidad de un VSC-1 evolucionado (año 1990). Se puede apreciar como el monitor es en blanco y negro, de unas escasas 10 pulgadas, la batería de filtros -de accionamiento manual mediante regletas- está situada sobre la estructura del equipo -a la derecha del monitor-, las fuentes de iluminación se limitan a luz natural, UV e IR y como principal novedad, que no se contemplaba en el modelo original de 1980, las imágenes pueden ser capturadas y enviadas a un ordenador, eso sí, en blanco y negro. Todo el control se hace de forma manual y mediante la botonera externa acoplada a la unidad.

La tendencia de este tipo de aparatos fue dotarles de mayores prestaciones a medida que la tecnificación iba en aumento. Así en el modelo de abajo VSC 2000, de la misma casa inglesa, las baterías de filtros se integran en el cuerpo del aparato, aumentando las posibilidades de iluminación y filtrado, la cámara-autofocus y con un poder de magnificación superior a los 25 aumentos- ya permite la captura de imágenes en color que serán, a continuación, exportadas a la unidad informática para la composición del informe pericial.



Una de las mejoras sustanciales de esta unidad es la incorporación de un software de control que nos permite, si es nuestro deseo, prescindir del manejo a través de la botonera. Este tipo de software, pionero en su momento, abrió un campo nuevo en cuanto al manejo y concepción de los VSC, que ha sido seguido por el resto de fabricantes (por ejemplo, por su máximo competidor, la suiza "Projectina"¹¹) y que no ha dejado de evolucionar y mejorar con los años.

Siguiendo la evolución de los equipos de esta marca, llegamos al último modelo comercializado a día de hoy -febrero de 2019-, denominado VSC 8000 que aporta importantes funcionalidades en el tratamiento vía software, tales como la comprobación de los códigos ICAO, códigos de barras, visualización mejorada de hologramas, imágenes

¹⁰ <http://www.fosterfreeman.com>

¹¹ En el año 2011, Ultra Electronics Forensic Technology Ltd., con sede social en Canadá, adquirió Projectina y en el 2014 se funden en una sola compañía tecnológica. <https://www.ultra-forensictechnology.com/nl/>



latentes y CLI, comprobación de taggants y códigos MRZ, visualización diferenciada por colores de imágenes capturadas por técnicas de imagen incremental, análisis espectral no destructivo de tintas y Papel, medición de distancias, ángulos y áreas, detección de tintas anti Stokes, etc.

Este tipo de modelos altamente evolucionados carecen de botonera en la caja, de manera que todo el control de las fuentes de iluminación, filtrado y edición de imágenes se realiza a través del programa informático. La cámara video captadora de imágenes permite la visualización de imágenes en UHD (hasta 2448x1995 píxeles) y con capacidad de magnificación de 180 aumentos ópticos. Incorpora una batería de 30 LED para la captura secuencial de los DOV y con posibilidad de grabación en video. En fin, una casi

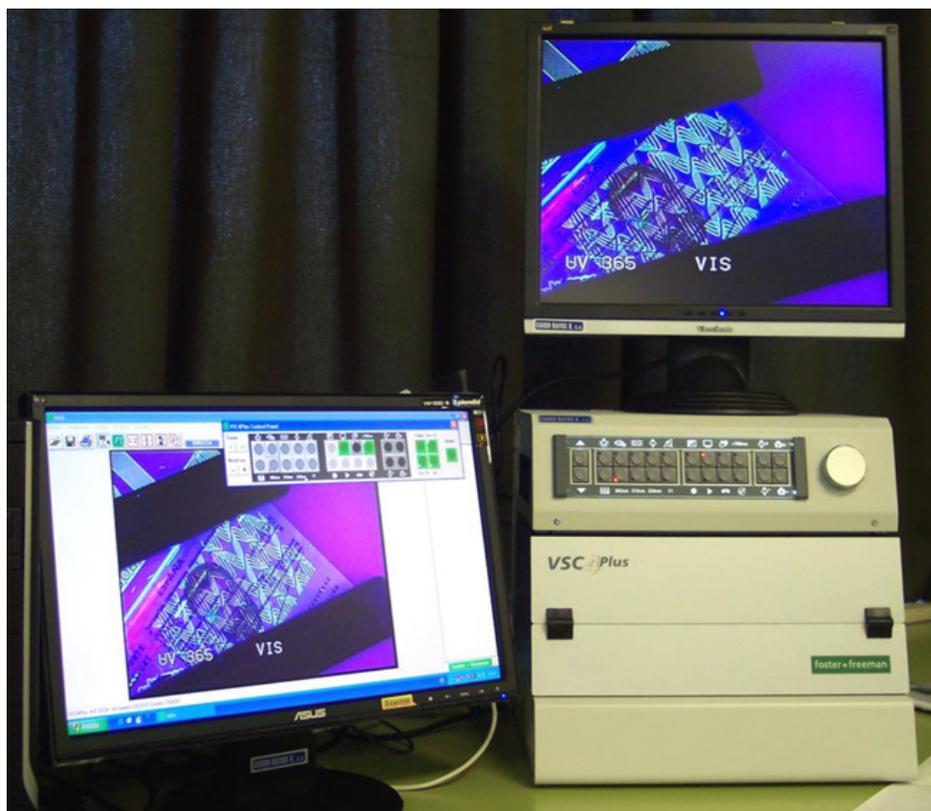


Algunas de las opciones del VSC 8000, visualización de imágenes latentes, medición de áreas y barrido secuencial para análisis de un holograma de un billete de 5€

interminable lista de capacidades que permiten la realización ya no tan solo de completos informes periciales, sino la posibilidad de realizar investigaciones en el campo de la Documentoscopia.

Por último y dentro de la gama de este fabricante, no podía faltar un equipo de tamaño compacto con la finalidad de poder trasladarlo y poder ser usado en instalaciones móviles o temporales, ideal para cubrir diversos eventos -deportivos, concentraciones de masas, reuniones de altas personalidades, aeropuertos- donde se hace necesaria una respuesta inmediata ante la comprobación de documentaciones aportadas por los participantes o por el público en general. Así nace la serie VSC 4, de cuyo modelo evolucionado versión PLUS, el laboratorio de Documentoscopia de la Escuela Nacional de Policía cuenta con dos unidades para la formación en su manejo de los policías e inspectores alumnos, así como para la formación especializada ofertada en seminarios y cursos a través de la División de Formación. Hoy el modelo portátil más avanzado de esta casa responde a la referencia VSC 80.

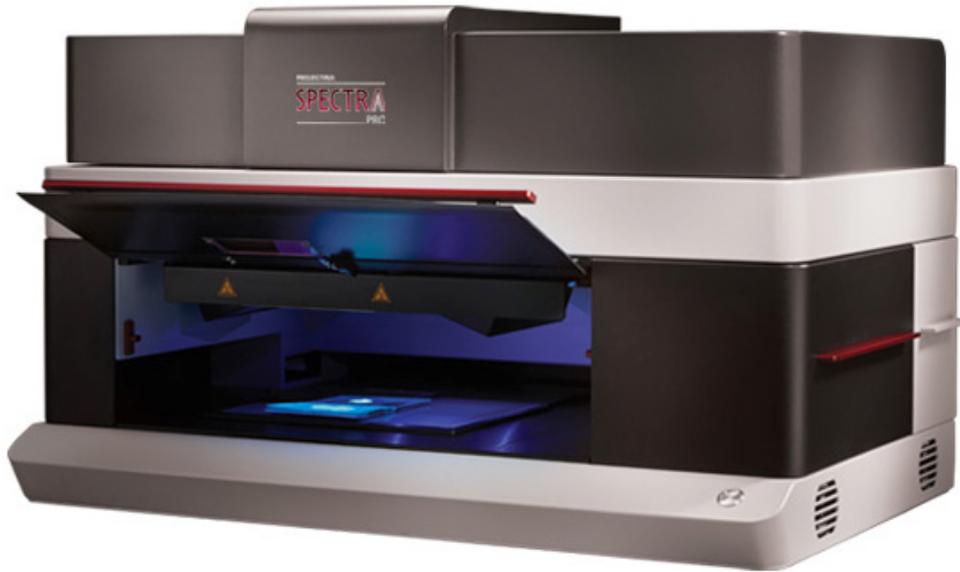
El VSC 4 contempla botonera para poder ser utilizado directamente sin la necesidad de un ordenador, lo cual les convierte en una herramienta flexible, dinámica y muy operativa. Por otro lado, aun no disponiendo de todo el potencial de su hermano mayor, el VSC 8000, conservan todas las características necesarias para hacer un examen completo de cualquier documento de seguridad, tanto de pasaportes, documentos de identidad, tarjetas de extranjeros, visas, como de papel moneda.



No olvidamos la oferta ofrecida por el principal competidor de Foster and Freeman en este apartado tecnológico, así Ultra Electronics Forensic, Projectina, ofrece equipos de calidad y funcionalidad totalmente parejas a las descritas y que han sido altamente valoradas tanto por el CNP¹², como por la Guardia Civil y la FNMT¹³, siendo una opción totalmente recomendable, destacando el trabajo excepcional de sus ópticas.

¹² La Comisaría General de Extranjería y Fronteras ha dotado a todos los puertos y aeropuertos con frontera exterior Schengen del modelo compacto Docubox para el control de documentos y verificación de sus medidas de seguridad.

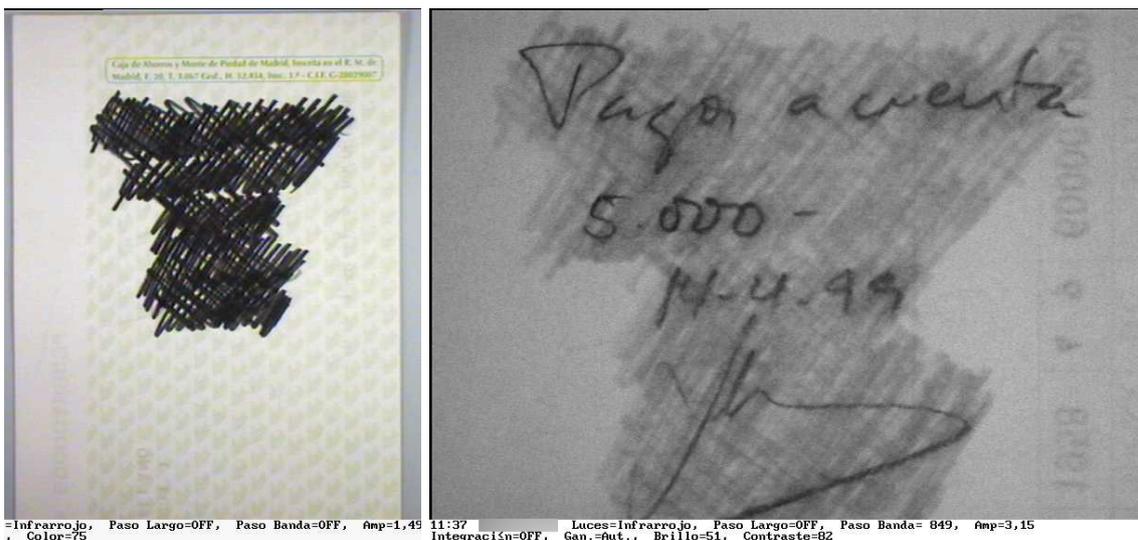
¹³ La Fábrica Nacional de Moneda y Timbre dispone en su laboratorio de Madrid, de unidades de última generación del Docucenter Nirvis.



El Spectra Pro, es lo último de esta compañía en el análisis de documentos, que mantiene las características técnicas de la competencia, destacando con una calidad óptica espectacular, permitiendo la visualización nítida de imágenes a 335 aumentos.

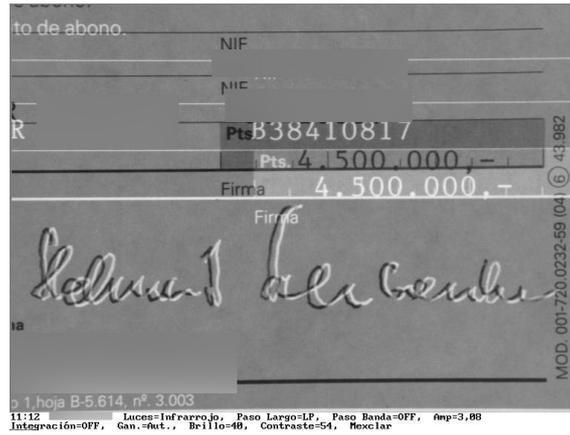
Otras opciones, de calidad algo inferior pero suficiente, y de precio mucho más contenido son las soluciones aportadas por la empresa británica "Aco Electronics Limited"¹⁴ y sus bien valorados QDX, que fue la opción más aplicada para dotar a los laboratorios provinciales de Policía Científica del Cuerpo Nacional de Policía. Esta casa destaca por un buen número de equipos portátiles y compactos, como el mini-QDX un laboratorio portátil para el análisis de documentos de tan solo 6,5 kg. de peso.

Aunque como habíamos dicho anteriormente la utilidad habitual de estos aparatos es la comprobación de medidas de seguridad en documentos, también se utilizan para la verificación óptica de añadidos, supresión, textos tachados y diferenciación de tintas y superposición de firmas, análisis que pueden acometerse gracias a las posibilidades que todos ellos contemplan para trabajar en el campo de los IR, las fluorescencias y el tratamiento de imágenes.



Descubrimiento de un texto tachado mediante el uso de infrarrojos.

¹⁴<http://www.acoelectronics.com>



Superposición de firmas calçadas.



Descubrimiento de texto tachado mediante discriminación de tintas por fluorescencia.



4.2 Microscopio binocular: o lupa de ampliación para el examen de detalles en documentos y en escritura manuscrita. En el estudio sobre falsedades documentales, el primer análisis que se realiza con los documentos sospechosos es comprobar si el sistema de impresión utilizado para la impresión de los fondos de seguridad se corresponde con el de los documentos originales y, para ello, el especialista se ayuda de este imprescindible instrumento.

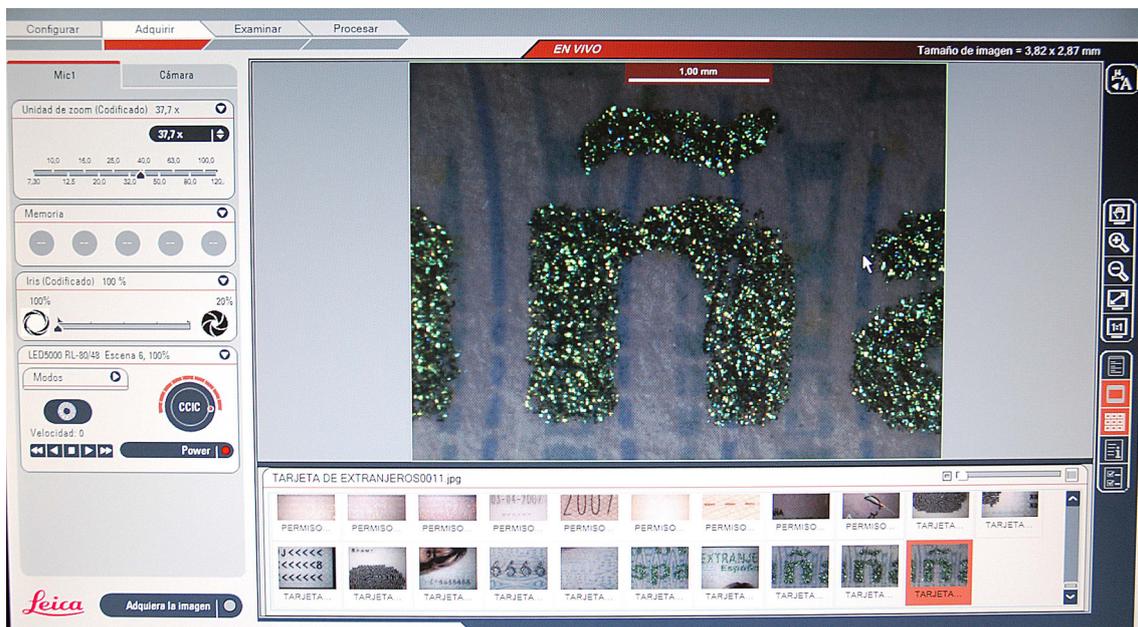


Técnicamente consideramos que para trabajar con documentos debemos disponer de lupas binoculares con un rango de magnificación entre 10 y 75 aumentos (por supuesto para el estudio de manuscritos, textos y firmas, es más que suficiente). Sin embargo, en ocasiones el estudio de documentos requiere, o al menos sería deseable, disponer de más aumentos, debiendo recurrir a microscopios y no exageramos cuando decimos que 150 aumentos es una cifra razonable. Esos casos se presentan cuando se analizan documentos impresos mediante impresoras digitales, de uso tan frecuente y extendido en nuestros días, y se intenta discernir sobre el sistema empleado.

En cualquier caso siempre es más importante la calidad que la cantidad, de manera que la nitidez de imagen que ofrece la lupa Leica de la foto adjunta es, con sus modestos 75 aumentos, muy superior a la de otros modelos de significativa mayor potencia. Por supuesto, está fuera de toda duda que la calidad de las lentes de la casa citada no tiene discusión, pero si un alto precio.

Con la finalidad de poder registrar lo observado a través de los oculares de la lupa o el microscopio, es necesario dotar al sistema de una cámara digital para la toma de imágenes fijas -también se puede recurrir a la fotografía directa, acción que se realiza a través de uno de los oculares con una cámara digital compacta, solución de compromiso con la que se obtiene una menor calidad, pero que a falta de otra posibilidad puede resultar suficiente-, lo cual amplía tanto la funcionalidad como el precio del conjunto, pero que resulta de enorme utilidad a la hora de demostrar en el informe pericial nuestros razonamientos y observaciones.

Las soluciones más profesionales complementan la toma de imágenes con sofisticadas fuentes de iluminación y se acompañan de software propio, como el que se muestra en la página siguiente¹⁵.



4.3 Fluotest o lámpara Ultravioleta: consiste en una caja o cabina dotada de varias lámparas de iluminación ultravioleta, que emiten luz entre 212 y 365 nm de longitud de onda, utilizada para la observación de la luminiscencia de papel y de tintas. Suelen tener un interruptor que permite la selección de la onda con la que se quiere trabajar.

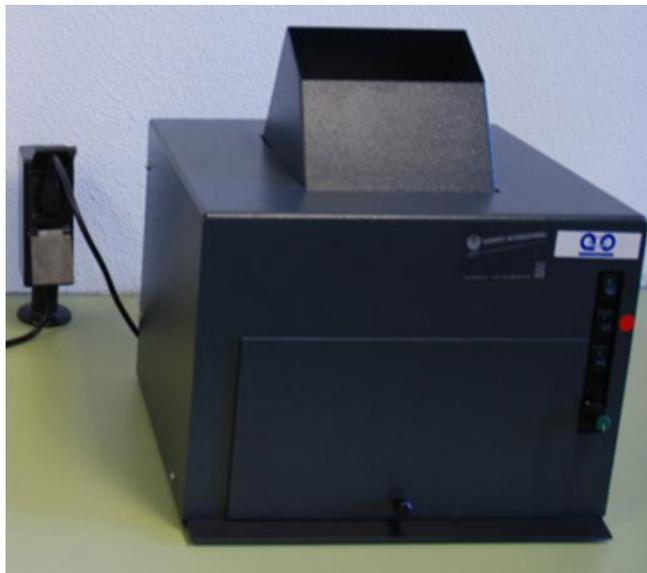
Se recuerda que las longitudes de onda por debajo de los 365 nm son altamente dañinas para la piel y los ojos, por lo que es necesario protegerse convenientemente

¹⁵ <https://www.leica-microsystems.com/products/stereo-microscopes-microscopes/p/leica-m125-c/>

cuando se vaya a hacer uso de las mismas. Lo más recomendable es apagar la fuente de iluminación situando el documento en el interior de la caja, cerrarla y encender la luz UV, de manera que las manos y ojos no sufran el contacto directo.

Todos los modelos disponen de cristales tratados para la protección óptica de los usuarios, pero solo algunos, como el de la imagen siguiente¹⁶, cuentan con un acople especialmente diseñado para facilitar la toma digital de imágenes mediante cámara fotográfica.

Si bien los VSC cuentan con esta funcionalidad y la posibilidad de captar imágenes en color bajo iluminación UV, la calidad obtenida con el uso de cámara digital directamente en el Fluotest, es claramente superior, aunque requiere, para obtener los resultados deseados, de la realización de ciertas pruebas y el uso de los parámetros de la cámara en posición manual.



4.4 Foram 685-2: aparato de alta tecnología utilizado para la obtención de espectrometrías de tintas y conseguir la diferenciación de las mismas. Permite el análisis de muestras de hasta cinco micras mediante sonda láser de baja potencia y se auxilia de un microscopio de video con capacidad de magnificación de hasta 600 aumentos. Su uso se basa en la espectroscopia Raman¹⁷, la muestra de tinta se excita con un haz de luz láser, se aplica un filtro para la corrección de la fluorescencia y se obtiene una espectrometría que informa sobre su composición molecular.



El preparado de las muestras, el uso de este instrumento y la interpretación de las muestras, requieren de personal capacitado y experimentado, además, la inversión queda fuera del alcance de casi cualquier laboratorio de Documentoscopia privado.

El equipo, que viene dotado con software específico para estas funciones, consigue una óptima discriminación de las muestras de tinta analizadas, permitiendo al especialista demostrar el uso de tintas iguales o diferentes en un documento.

¹⁶ Es un modelo diseñado por la Sección de Documentoscopia de la Comisaría General de Policía Científica y construido por Aco Electronics.

¹⁷ Chandrasejara Venkata Raman (1888 - 1970) fue un físico indio que descubrió el fenómeno que lleva su nombre y que consiguió al irradiar un líquido transparente con una luz monocromática y estudiar el espectro de la luz difundida, en el que se observaban variaciones de frecuencia. Por estos trabajos recibió el Premio Nobel de física en 1930. <http://ffsupport.co.uk/Brochures/Foram3.pdf>

Las posibilidades de este instrumental, dentro del campo de la Documentoscopia, no se limitan al análisis de tintas ya que también se utiliza para la discriminación de tóneres de impresoras y fotocopiadoras.

4.5 Lupas manuales: en los últimos años han aparecido una serie de lentes o lupas manuales orientadas al análisis de documentos. Las más sencillas - las de las siguientes imágenes- de fabricación rusa, consisten en una lente de 10 aumentos embutida en una forma de plástico y goma. En su interior se encuentran alojados cinco LED dispuestos a diferentes distancias y ángulos que se pueden activar mediante dos pulsadores externos.



Este sencillo artilugio permite una primera aproximación para la comprobación en documentos de: los fondos de seguridad, dobles plastificados, tintas y plásticos en relieve, marcas al agua, hilos de seguridad, motivos de coincidencia y medidas que incorporen sensibilidad a la iluminación ultravioleta (comprobación de fibrillas, tintas UV, ausencia de blanqueante óptico- ya que uno de los LED es una fuente de luz UV).

Su innegable versatilidad, la calidad de la lente, las numerosas posibilidades de análisis contenidas en un objeto totalmente manejable, ligero y su reducido precio, las han convertido en un rotundo éxito desde su aparición hacia el año 2000, siendo utilizadas tanto por los alumnos de las escuelas de policía como por los laboratorios policiales de Documentoscopia.



Otra buena aportación es la realizada por la casa Aco Electronics. Su equipo de verificación MDV-05 consta de dos lupas manuales: la de mayor tamaño, dotada de hasta siete fuentes de luz, incluyendo leds de luz blanca, UV e infrarroja y con capacidad de magnificación de 10 aumentos, carga rápida mediante puerto usb; la más pequeña es un visualizador de características retrorreflectantes, como el que usa ·M en su laminado "confirm".



Equipo compacto de mano MDV-05 de la casa ACO Electronics

A partir de estas sencillas lupas se han desarrollado modelos compactos más complejos y con mayores prestaciones, que permiten análisis con IR, UV, captura de imágenes, puerto USB para transmisión de las mismas, etc. Diferentes posibilidades atendiendo a todas las necesidades, situaciones y economías imaginables que, sin llegar a saturar el mercado, han conseguido ofrecer una oferta impensable hace tan solo 15 años.

4.6 Photophone: es un sistema en red que permite la discusión vía remota y en tiempo real entre dos especialistas que trabajan simultáneamente sobre un único documento desde sus respectivos VSC. El sistema lo que hace es poner en contacto dichos aparatos a través de la red de telefonía, de manera que el especialista B, desde un lugar distante, ve las manipulaciones o análisis a los que somete el documento, con su VSC, el especialista A que es quien dispone, físicamente, del documento cuestionado.

Este sistema fue adquirido, en la década de los 90 el siglo pasado, por la Comisaría General de Extranjería y Fronteras del CNP, para poder realizar consultas sobre control de documentaciones, en tiempo real, entre los puestos fronterizos y las oficinas centrales de la CGExF.

4.7 Escáner: este humilde, pero eficaz aparato, es el ideal para la obtención de las imágenes de conjunto y de detalle (salvo en aquellas escasas ocasiones en que se necesitan los aumentos del microscopio o las especiales iluminaciones y filtrados del VSC) que acompañarán al informe pericial.

Es un claro error, por cierto bastante difundido, tomar imágenes de conjunto de los documentos -de identidad y manuscritos- con la cámara digital del VSC o cámara externa. La calidad así obtenida no puede codearse en ningún momento con la de un escáner, aún siquiera de los baratos, por lo que decididamente debemos optar por el escáner. Las imágenes deben ser capturadas entre 200 y 300 ppp (píxeles por pulgada), de manera que posteriormente se incorporen a los informes y puedan ser impresas con nitidez suficiente.

El uso del escáner en el estudio de manuscritos. Si bien es cierto que escaneados superiores a 300ppp generarán archivos significativamente más grandes, también lo es que imágenes obtenidas a 600ppp, en escritura manuscrita, permiten ampliar las imágenes a tamaños que no hacen imprescindible disponer posteriormente de los originales, apareciendo de manera nítida los detalles más nimios de la escritura. La experiencia en el tratamiento digital de documentos, tras haber escaneado decenas de miles de ellos con escritura manuscrita, nos permite aconsejar el uso de 200ppp con una profundidad de color de 24bits¹⁸ para la toma de los conjuntos y entre 400ppp y 600ppp con una profundidad de color de 48bit para los detalles.

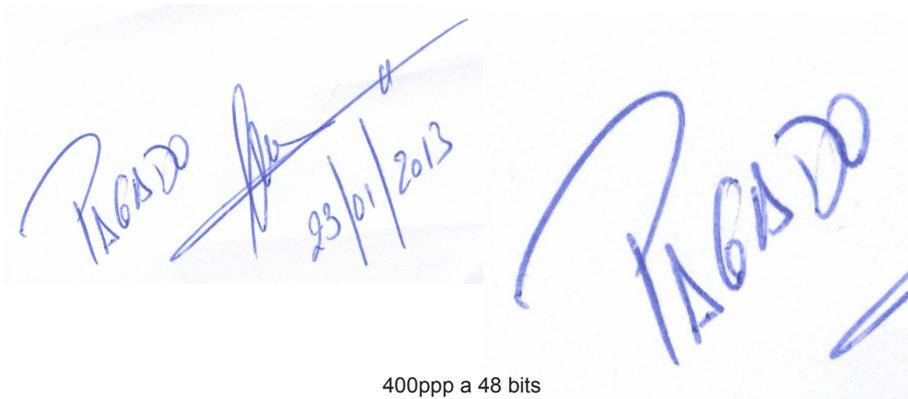
En las imágenes siguientes podemos apreciar un detalle de un documento de tamaño A4 escaneado a 200ppp y 24bits de profundidad de color (peso del archivo del documento A4 completo sin comprimir: 1,40Mb). El detalle obtenido lo ha sido mediante recorte con la aplicación "Adobe Photoshop" de la imagen original anterior y arroja un peso de 61,6 Kb, su tamaño se corresponde con el que presenta en el documento original.

Las imágenes ampliadas fueron escaneadas directamente del original, la de arriba a 400ppp (peso: 26,1Kb) y la de abajo a 600ppp (peso: 45,3Kb), ambas a 48bits de profundidad de color. Las dos han sido aumentadas 4 veces respecto del tamaño original, se aprecia como la primera empieza a perder un poco de nitidez, mientras que la de abajo continúa inalterada (de hecho aguantará todavía un aumento más antes de perder

¹⁸ La profundidad de color se mide en bits, en sistema binario, donde un bit presenta dos posiciones 0 ó 1. El número 24 se obtiene de la suma de los bits usados por cada uno de los canales de color del sistema RGB, es decir 8 bits por canal (1 byte), y en el caso que nos ocupa indica el nº total de colores con los que se capta la imagen, que son 2 (las posiciones posibles de la base binaria) elevado a la 24 potencia, 2²⁴, para obtener un total de 16.777.216 colores. En el caso de 48 bits de profundidad, 2⁴⁸, 281.5 billones de colores. El ser humano, que es capaz de percibir colores dentro del denominado espectro visible, longitudes de onda entre 370 a 750nm, distingue sólo unos 10.000 colores.

nitidez, aunque no se aprecia pixelización), como archivo gráfico abierto en Photoshop no se aprecia pixelización hasta un aumento del 250% de su tamaño original.

En consecuencia podemos asegurar que merece la pena la adquisición de uno de estos aparatos, escáner plano de sobremesa, dedicado en exclusiva al escaneado mejor que los equipos multifunción, a ser posible de las gamas media alta de cualquiera de los fabricantes que podemos encontrar con facilidad en las tiendas especializadas o en los departamentos de informática de las grandes superficies, tales como HP, Canon o Epson. El equipo que se ha empleado para la captura de las imágenes de este capítulo es un Epson Perfection V 700 photo, con resolución óptica máxima de 6400ppp, una profundidad de color de 48bits y una densidad óptica¹⁹ de 4,0 Dmax.



El uso del escáner en el estudio de documentos²⁰. Todavía nos espera una buena noticia más, ya que manejado con un poco de ingenio, por ejemplo rastreando pequeñas áreas a partir de 1200ppp, hará las veces de un microscopio de fortuna y podremos visualizar detalles que a más de uno no dejarán de sorprender, así resulta muy útil para determinar si el trazado de un manuscrito o una firma es original o procede de una impresora y para verificar la calidad de los dibujos de los fondos de la mayoría de los documentos impresos.

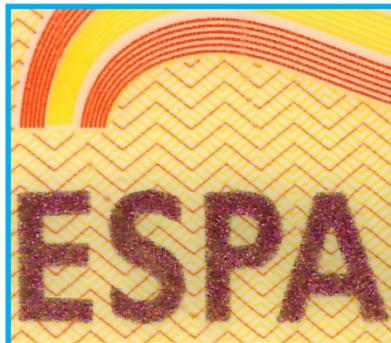
Y como muestra se pueden observar estas imágenes, detalles escaneados todos ellos a 1600ppp (Las diferencias son más que evidentes y verifican lo expuesto más arriba):

- Con el marco azul, los detalles obtenidos a partir de un DNIe original,
- En rojo, los detalles conseguidos al escanear una reproducción proveniente de una impresión realizada con una impresora de inyección de tinta y,

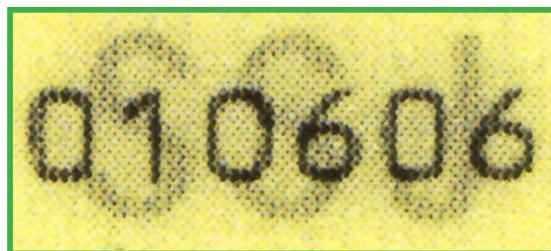
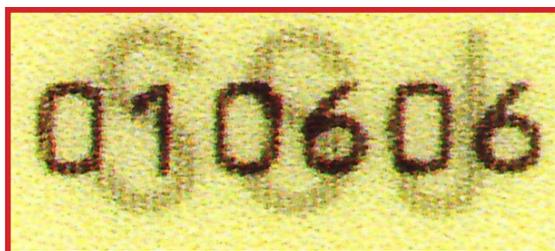
¹⁹ La densidad óptica es el rango dinámico de un escáner, o dicho de otra manera, es la capacidad del aparato para registrar las zonas de mayor y menor luminosidad de la escena escaneada.

²⁰ Las imágenes aquí presentadas han sido obtenidas con un escáner de la marca Epson, modelo Perfection V700 Photo.

- En verde, los detalles obtenidos al escanear otra muestra proveniente de una impresión con una impresora láser color.



Otros ejemplos obtenidos en las mismas condiciones que en el caso del ejemplo anterior, no hacen sino ratificar las posibilidades “ocultas” del uso del escáner.



MÁQUINAS DE ESCRIBIR DE IMPULSO MANUAL Y ELÉCTRICO

1.- TEXTOS MECANOGRAFIADOS

Si bien es cierto que las máquinas de impulso manual han dejado de fabricarse¹ y que su uso en las sociedades occidentales, avanzadas y extraordinariamente tecnificadas, ha sido desechado de forma generalizada, siguen apareciendo escritos mecanográficos realizados con este tipo de máquinas que dan lugar a litigios judiciales (Contratos, testamentos, acuerdos privados entre partes, anónimos). El que no se fabriquen no quiere decir que hayan desaparecido, son objeto de colección y culto por muchas personas que las mantienen en perfecto estado de funcionamiento y por lo tanto susceptibles de producir nuevos escritos mecanografiados.

Por tanto, no podemos ignorar la posibilidad de tener que analizar y peritar un texto extendido con una máquina de estas características y llegado el momento, estar preparados para dar una respuesta técnicamente adecuada a la autoridad judicial solicitante.

Las características físicas más relevantes de estas máquinas se refieren al sistema de palancas necesario para que el impulso manual produzca la impresión del tipo por golpe directo sobre el soporte y al tipado o conjunto de caracteres de la máquina (letras, números y signos), que están preformados y soldados en el extremo de



En 1867 se fabrica la primera máquina en serie, diseñada por el clérigo danés Malling Hansen

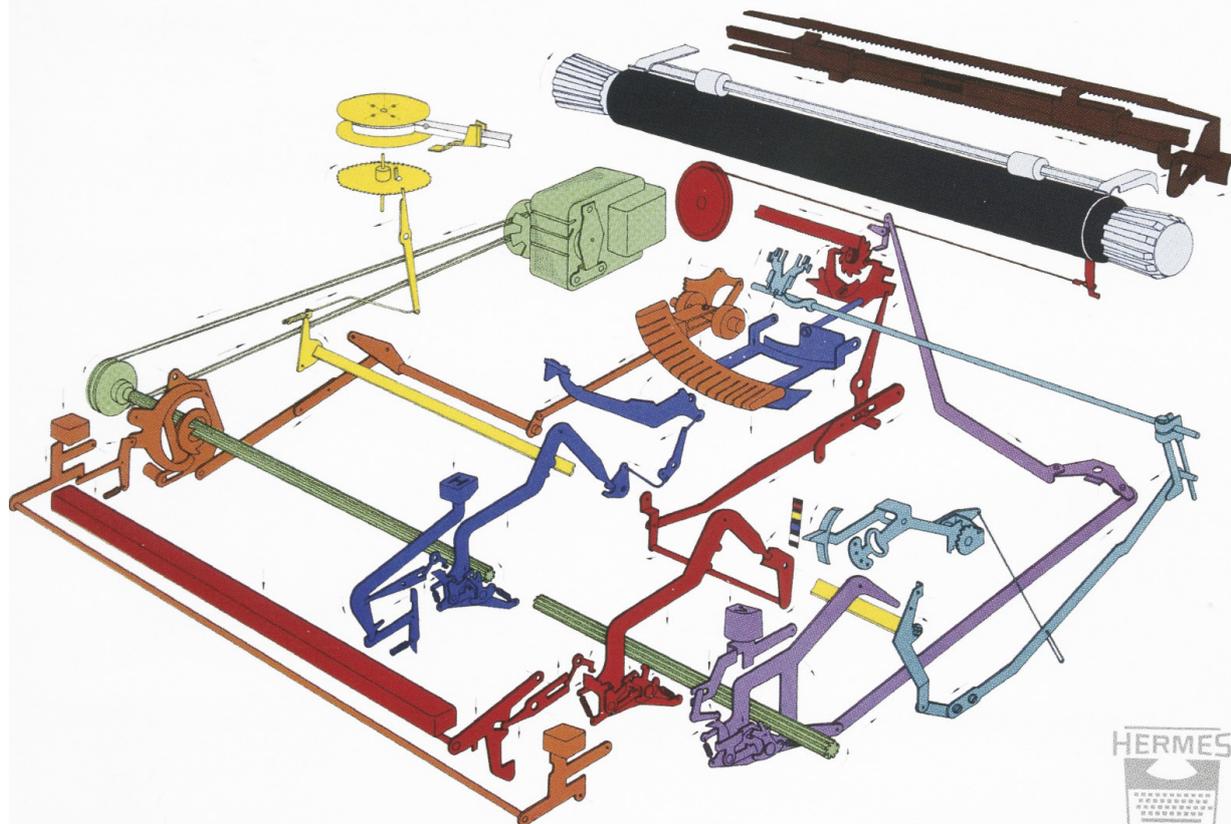
¹ La última fábrica que construía máquinas de escribir, la india "Godrej&Boyce" de Bombay, cerró su producción en el 2009 y cerró definitivamente el 26 de abril de 2011.

las varillas, siendo éstas cuerpos individuales con opción a sustitución. Hay que tener en cuenta que la manipulación descuidada o sencillamente torpe del mecanógrafo accidental provoca choques entre las varillas, dando lugar a roturas parciales de los tipos o desgastes no uniformes de los mismos, e incluso al doblamiento de las varillas, circunstancias todas ellas que, antaño, requerían de la actuación del mecánico y la sustitución de los caracteres o de las varillas afectadas.



En 1873 el impresor norteamericano Christopher Latham Scholes diseña la primera máquina de escribir que, en colaboración con la empresa Remington, se fabricó industrialmente, además presenta un teclado QWERTY en mayúsculas.

HERMES 10



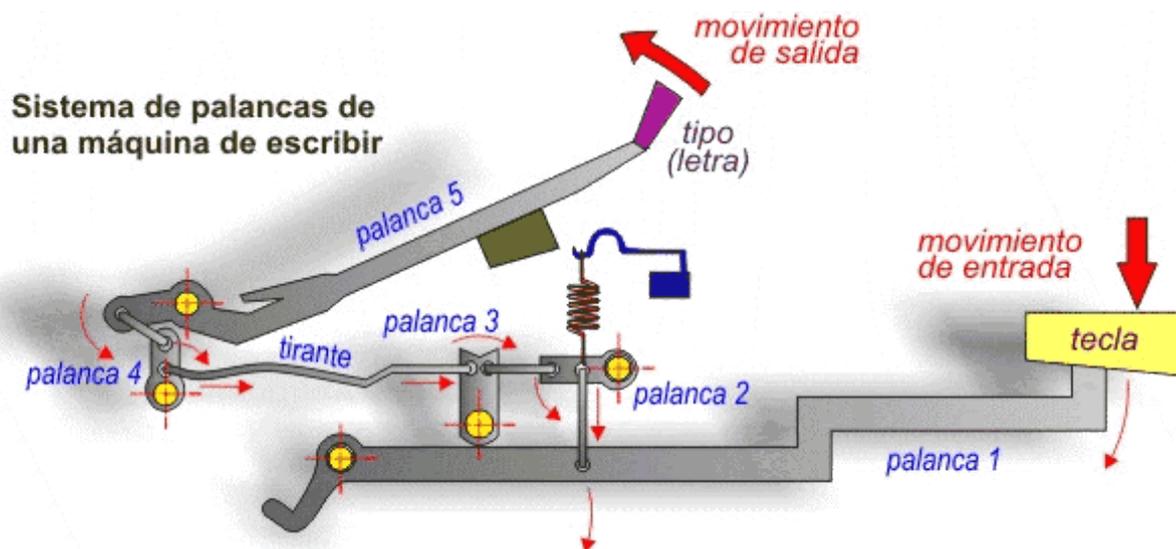
Mecanismos esenciales

- | | | |
|--|---|--|
|  Tecla de retroceso |  Elevación y cambio de color de la cinta |  Mayúsculas |
|  Arrastre del papel |  Barra espaciadora y escape |  Arrastre |
|  Avance de la cinta |  Mecanismo de pulsación |  Marginador derecho |

2.- PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE LAS MÁQUINAS DE ESCRIBIR CLÁSICAS DE IMPULSO MECÁNICO MANUAL

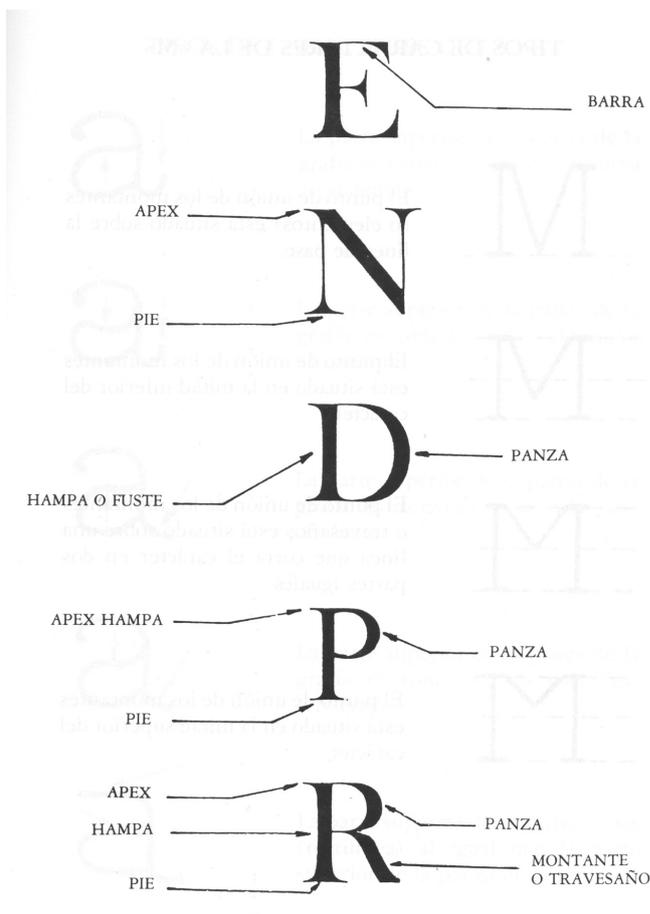
Los mecanismos esenciales que podemos encontrar en una máquina de estas características son los siguientes:

- Un armazón metálico de diferentes materiales o aleaciones atendiendo al destino final de la máquina -oficina o portátil-, sobre el que se montan el resto de las piezas (Ver imagen anterior de la Hermes, modelo 10).
- Un teclado con un número variable de teclas dependiendo del fabricante, cuyo estándar arroja la cifra de 42.
- Un mecanismo de pulsación que incluye las teclas y las barras o varillas, que en sus extremos portan los caracteres o tipos. El impulso se inicia presionando la tecla que trasmite la fuerza accionando un juego de palancas cuyo movimiento se dirige perpendicular al cilindro portapapel. Las barras se sitúan centradas en un cuarto de círculo.
- Un cilindro portapapel que se desplaza longitudinalmente. Un muelle mantiene una resistencia permanente hacia la izquierda, que es vencida al pulsar cada tecla. Para permitir el cambio de línea, rota sobre su eje longitudinal accionado por una palanca alojada en el lateral derecho del cilindro.
- Un sistema de entintado mediante cinta, que se enrolla en dos bobinas a derecha e izquierda de la máquina y que se mueve con cada pulsación de tecla.



Los caracteres o tipos, están fabricados en acero, presentan el relieve propio de cada signo, sobresaliendo del bloque plano sobre el que asientan. Se sueldan al extremo de las barras y, en caso de desgaste o rotura, pueden desasirse de la barra para su sustitución.

A continuación, se indican los nombres más característicos de diferentes partes de las letras impresas.



Otra peculiaridad referida a los caracteres es la dimensión de los tipos, que se convirtió en estándar a medida que fueron apareciendo nuevos tipos. Para determinar el tamaño de los tipos se utiliza el término “pica”, que es una medida tipográfica anglosajona. Esta dimensión se corresponde con doce puntos de 0,351mm., lo que equivale a 4,21mm. Por lo tanto, el estándar pica es el nombre con el que se denominó a los caracteres de 12 puntos. Esta medida se eligió porque los tipos así fabricados permitían una buena legibilidad en un espacio reducido.

La pica también fue la medida elegida para el interlineado de manera que la distancia entre línea y línea equivalía a 4,21 mm, distancia mínima y suficiente para que las hampas y las jambas de las líneas superior e inferior no interfirieran. No obstante, los técnicos hicieron un redondeo hasta los 4,23mm ya que decidieron crear otra medida estándar: la distancia necesaria para incluir 6 líneas en una pulgada (25,4mm:6=4,23333mm). Finalmente, esta fue la medida para el interlineado simple, que se multiplicaba por dos y tres para obtener los interlineados doble y triple.

3.- LA FÓRMULA DE CLASIFICACIÓN MECANOGRÁFICA DE LA INTERPOL

Cuando un texto mecanografiado dubitado² entra en el laboratorio de Documentoscopia, el especialista debe proceder de acuerdo a un protocolo implantado a mediados del siglo pasado por la INTERPOL³. Lo primero que se hace es obtener la fórmula de clasificación mecanográfica que consta de los elementos recogidos en la ficha que observamos a continuación:

² El término dubitado hace referencia al documento o escritura de carácter incierto, discutido, desconocido o controvertido y es su análisis el que origina el litigio para determinar su veracidad, autenticidad u origen. Por contra el indubitado tiene un origen cierto, conocido y no discutido.

³ La INTERPOL es la Organización Internacional de Policía Criminal, creada en 1923 e integrada en la actualidad por 190 países y con sede en Lyon (Francia). España es miembro desde septiembre de 1928. <https://www.interpol.int/es>

FORMULA DE CLASIFICACION MECANOGRAFICA									
FORMULA PRINCIPAL:									
260		1	b	2	A				
Esca:		t	ci:	f	M				
ESCAPE = Longitud en milímetros de 100 signos, letras o espacios									
BARRA "t"		FORMA DE LAS CIFRAS				BARRA "f"		TRAZ.INT."M"	
1	2	a		b		1	2	A	B
Simétrica	Asimétrica o doblada	Cerradas o bucleadas		Abiertas o cúbicas		Simétrica	Asimétrica o doblada	Toca la línea de escritura	No toca la línea de escritura
t	t	2	2	2	2	f	f	M	M
		3	3	3	3				
		4							
		5	5	5	5				
t	t	6	6			f	f	M	M
		9	9						
FORMULA SECUNDARIA:		Medida de la altura de la		M I		Medida de la altura de la		u I	

- FÓRMULA PRINCIPAL: compuesta de los términos siguientes,
 - Paso o escape: longitud en milímetros ocupado por 100 signos, letras, espacios o pulsaciones de teclado,
 - Posición simétrica o asimétrica de la barra de la letra "t",
 - Forma de las cifras (cerradas o abiertas),
 - Posición simétrica o asimétrica de la barra de la letra "f",
 - Situación del trazo medio de la letra "M" respecto de la línea base (Tocando o volada).
- FÓRMULA SECUNDARIA:
 - Altura de las letras "M" y "u".

Otros parámetros a tener en cuenta son:

- La moción: distancia en milímetros que separa, en el tipo, el pie de la letra mayúscula del pie de la letra minúscula.
- El paso es fijo, no se puede modificar, y el interlineado variable aunque dentro de unos parámetros estrictos (1, 1.5 y 2).

ADLER (D)	Formule	260	1	b	2	B
Modele: Gabriel 10 Fabricant: TA Organisation Lieu de Fabrication: W.Germany Année: 1966 Matricule: 4273675 Type de caracteres: Pica Fabrique de caracteres:		Hauteur du "M" 2.70mm Hauteur du "u" 2.00mm Motion: 6.60mm Largeur max du papier 254mm Type de clavier: Universel Interlignes: 4.25mm				
CLAVIER : ** " " % @ £ £ _ & & ' ' (? ?)) ++ 11 22 33 44 55 66 77 88 99 00 -- == QQ WW EE RR TT YY UU II OO PP ÑÑ qq ww ee rr tt yy uu ii oo pp ññ AA SS DD FF GG HH JJ KK LL :: g# aa ss dd ff gg hh jj kk ll ;; \$\$ ZZ XX CC VV BB NN MM ,, .. ðð zz xx cc vv bb nn mm ,, .. //						
peux-tu m'envoyer de ce bon vieux whisky, comme celui que j'ai bu chez francois le frere du forgeron. PEUX TU M ENVOYER DE CE BON VIEUX WHISKY COMME CELUI QUE J AI BU CHEZ FRANCOIS LE FRERE DU FORGERON DU VILLAGE. (O.I.P.C./INTERPOL-Origine: Laboratoire Adélaïde/Australie-13.3.1970) Fiche n° 898						

Copia de la ficha de una máquina ADLER , modelo Gabriel 10, emitida por la INTERPOL

4.- PROCESO IDENTIFICATIVO DE LA MÁQUINA DE ESCRIBIR MANUAL

Partimos de la base que disponemos de una muestra dubitada y de al menos otra indubitada para efectuar los cotejos. Los pasos secuenciales serían los siguientes:

4.1 Determinar la fórmula de clasificación mecanográfica:

- Si las fórmulas no coinciden, aunque sea en un solo elemento, los escritos proceden de máquinas diferentes.
- Si las fórmulas coinciden en los textos dubitado e indubitado, pasamos al punto 4.2.

4.2 Analizar las características generales del tipado:

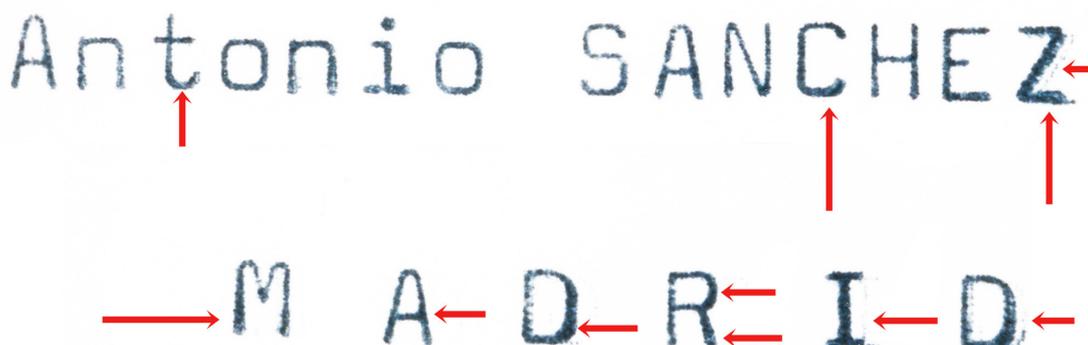
- Dimensiones: de letras, distancias entre letras, entre palabras e interlineado.
- Morfología de los tipos (letras, números y signos). Si las características generales del “tipado” coinciden en los textos dubitado e indubitado pasamos al punto siguiente.

4.3 Analizar las características específicas: son las que permiten individualizar a la unidad en concreto:

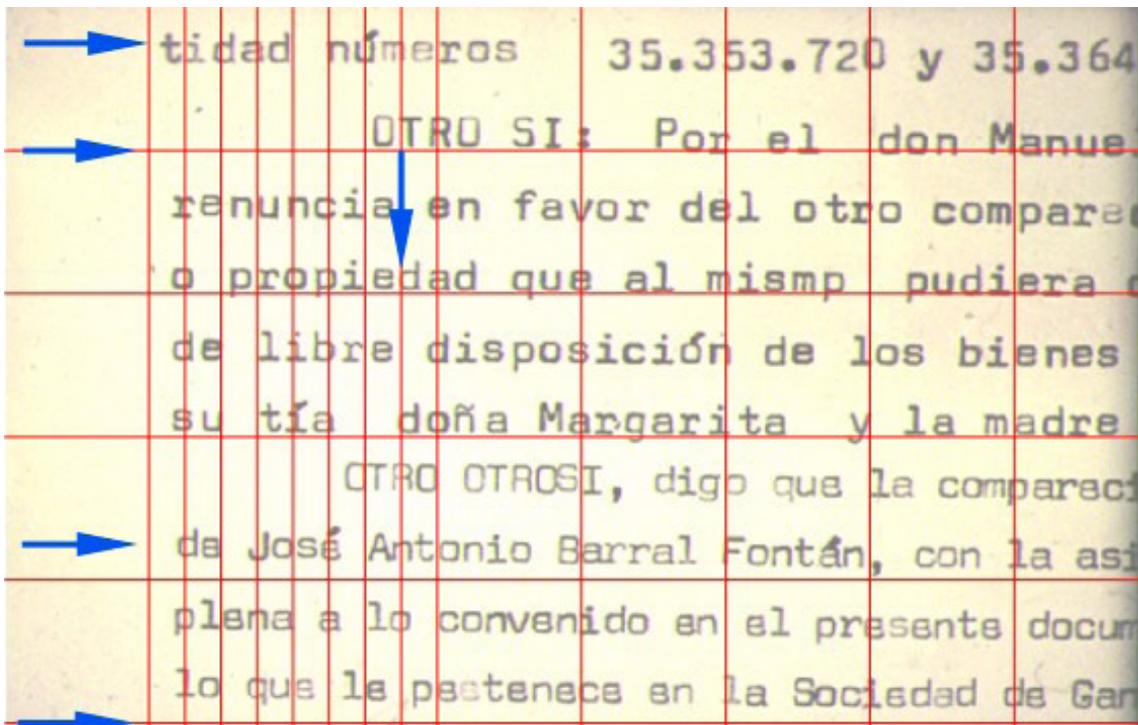
- Alteraciones en los trazos impresos debido a imperfecciones de los tipos: desgastes, roturas, picaduras, rebabas, deformaciones y asimetrías.
- Desigualdades o defectos de impresión: sombras, doble impacto, zonas de mayor presión.
- Desalineamientos: horizontales y verticales.
- Defectos en la inclinación de los tipos: hacia derecha o izquierda, adelante o atrás.

La búsqueda de los defectos se realiza primero en el texto dubitado y luego en el indubitado. Aunque no hay un número mínimo de características individualizadoras que permitan asegurar el origen común de los documentos dubitado e indubitado, podemos asegurar que los defectos más identificadores del tipado son las roturas, las deformaciones y los desgastes, seguidos de los desalineamientos y las inclinaciones.

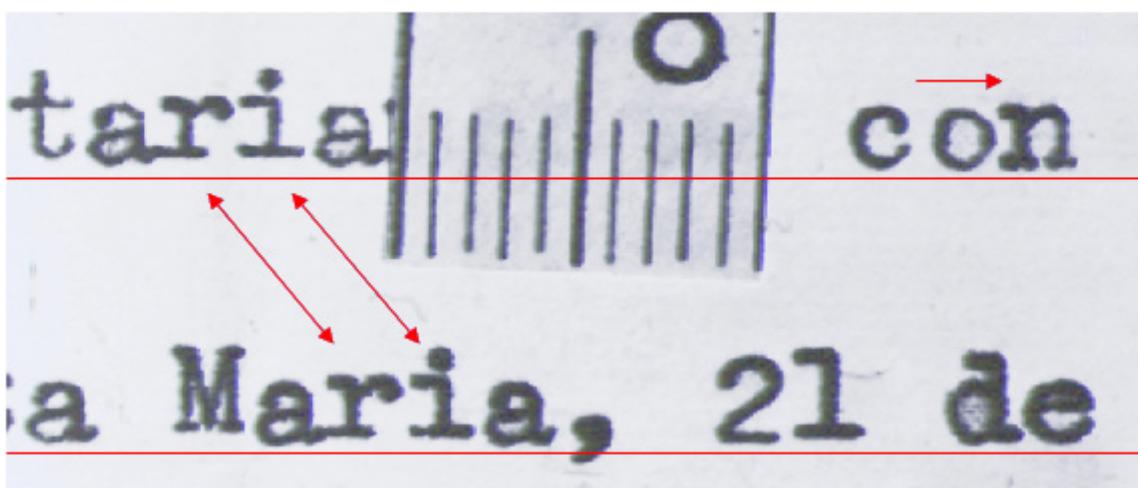
En la siguiente imagen se pueden apreciar una serie de sombras, dobles impactos o tanteos, zonas de mayor marcado por presión del tipo sobre el papel de manera no uniforme, defectos todos ellos consecuencia de un mal uso o de una deficiente pericia por parte del mecanógrafo, quien no presiona las teclas en el punto correcto -en el centro- y tampoco ejerce una presión uniforme.



En este otro caso el uso de la plantilla permite descubrir una serie de desalineamientos verticales y horizontales, prueba inequívoca de que el contenido del documento ha sido extendido en diversos momentos, es decir, se advierten añadidos al texto original. Los lectores más observadores podrán distinguir alguna otra circunstancia que avale la afirmación anterior.



En este tercer ejemplo se ponen en evidencia desplazamientos verticales descendentes en el tipo de la "a", hecho que se repite en todas las palabras donde aparece la vocal. También queda patente un desplazamiento horizontal hacia la derecha que afecta al tipo de la "o", defecto del que también se ve afectada la letra "a". La imagen, obtenida de un caso real, incluye un testigo métrico, acertada decisión que permitirá, si fuera necesario, conocer el tamaño exacto de las muestras analizadas.



5.- ALTERACIONES FRAUDULENTA

En los supuestos en los que se sospeche que el documento en litigio ha sufrido algún tipo de alteración, normalmente añadidos o borrados, procederemos de la siguiente manera:

- Comprobar si todo el texto se ha realizado con la misma máquina, analizando las características generales -fórmula de clasificación incluida- y específicas a lo largo de todo el texto para comprobar si existe homogeneidad o disparidad.
- Comprobar si todo el texto se ha elaborado, o no, en un mismo acto escritural (examinar los alineamientos mediante plantilla transparente cuadriculada; buscar puntos de tanteo⁴).
- Buscar adiciones, supresiones, retoques (mediante infrarrojos, ultravioleta, microscopio estereoscópico y luz rasante).

6.- NORMAS PARA EL ESTUDIO COMPARATIVO DE TEXTOS MECANOGRAFIADOS

- Los escritos deben ser homogéneos: esto quiere decir que solo es comparable lo que es similar entre sí, de manera que deben cotejarse signos iguales y con distribuciones textuales parecidas.
- Los escritos deben ser coetáneos: lo más cercanos en el tiempo que sea posible. Ello es debido a que estas máquinas son muy proclives a sufrir desajustes por el uso inadecuado de mecanógrafos inexpertos. Anomalías que se multiplican cuando son varias las personas que utilizan una misma máquina.
- En cualquier caso, será preciso elaborar un abundante cuerpo de escritura⁵ que reproduzca íntegro el texto dubitado, repitiendo el mismo en varias ocasiones. Si se sospechara de algún o algunos mecanógrafos conocidos, se les invitaría a que confeccionaran ellos mismos el texto.

7.- PROBLEMAS MÁS FRECUENTES

- Escasez de material para cotejo. Normalmente referido a los textos dubitados.
- Reproducciones, copias y fotocopias: escasa eficacia, no son idóneos para los cotejos.

8.- DETERMINACIÓN DE LA MARCA Y MODELO

- Determinar la fórmula de clasificación mecanográfica del texto dubitado.
- Buscar en el fichero de INTERPOL las fichas que presenten la misma fórmula que el texto dubitado.
- Comparar el texto dubitado con el de la muestra que figura en las fichas: si el cotejo resulta positivo estamos ante dos máquinas del mismo fabricante y modelo.

⁴ Punto o marca de tanteo: con la finalidad de colocar, en un añadido, el primer carácter alineado respecto de los anteriores, el mecanógrafo presiona suavemente la tecla y observa la sutil marca dejada sobre el papel, marca de tanteo, para ver si el carácter está en la ubicación correcta.

⁵ Un cuerpo de escritura es, este caso, una muestra mecanográfica obtenida con la máquina de la que se sospecha ha sido la utilizada para originar los textos dubitados.

9.- MÁQUINAS ELÉCTRICAS

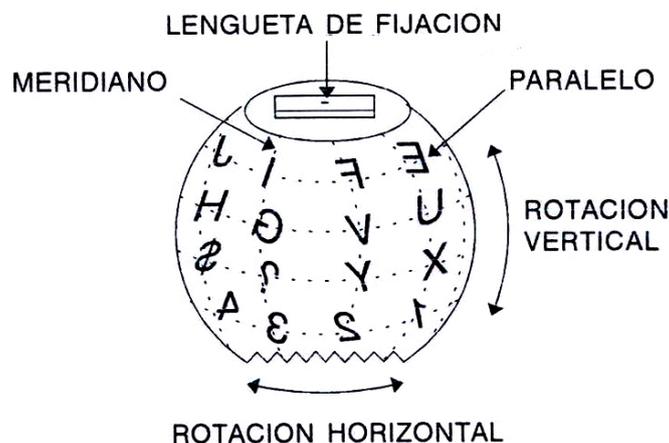
En 1961 IBM inventó una máquina de escribir eléctrica -IBM Selectric- en la que por primera vez el cabezal de impresión, del tipo esfera, era intercambiable. Esta novedad supuso la posibilidad por parte del usuario de utilizar diversas fuentes con diferentes tamaños y grosores. El éxito fue rotundo y desde el primer momento, a finales del año 1961 IBM tenía más de 80.000 peticiones de compra y en 1986 la suma total alcanzó la cifra récord de 13 millones de unidades vendidas.



Una IBM Selectric y el icono que IBM diseñó en el 100 aniversario de su fundación como reconocimiento a su más exitosa máquina de escribir eléctrica.

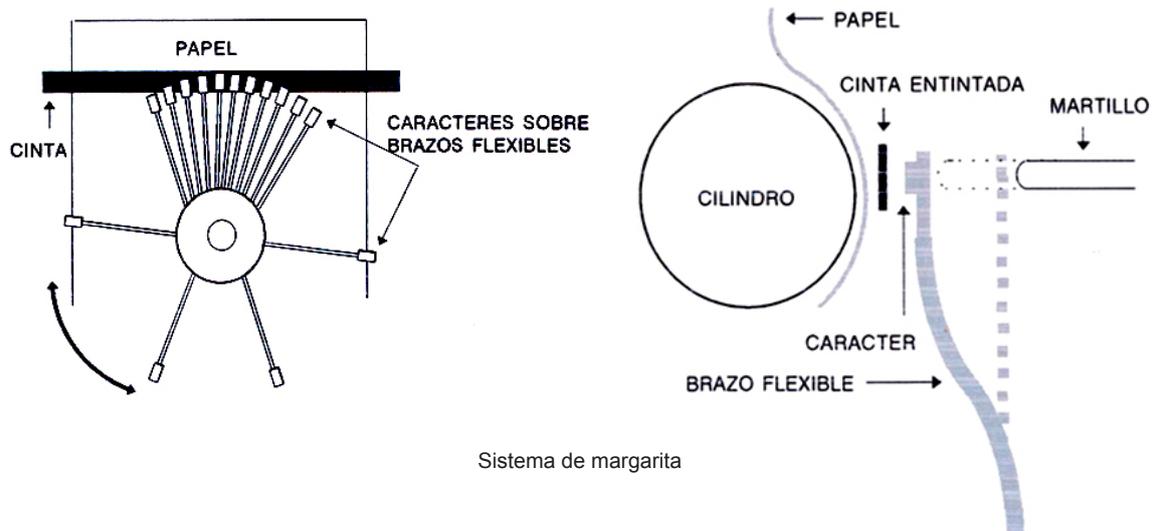


Funcionamiento básico de una máquina de escribir eléctrica: el impulso o fuerza que mueve el tipo y lo lanza contra el rodillo de impresión se genera mediante un circuito eléctrico. El conjunto de caracteres está integrado en esferas o bolas metálicas o en margaritas con brazos flexibles de plástico. En el caso de defectos acusados en alguno de los tipos, se sustituye completamente la bola o la margarita por otra unidad nueva.



Sistema de bola o esfera

Especial relevancia tienen las cintas plásticas de un solo uso (normalmente contenidas en cartuchos), ya que en ellas quedan grabadas, en negativo, los caracteres transferidos al papel. Su recuperación nos permite conocer los textos escritos con ellas.



El perfeccionamiento de los componentes mecánicos y eléctricos de este tipo de aparatos hace bastante difícil su identificación. Además, como en el caso de las máquinas de escribir manuales, su casi completa desaparición y sustitución por ordenadores e impresoras las convierte en objetos de muy raro uso.

HISTORIA DE LAS IMPRESORAS

1.- INTRODUCCIÓN

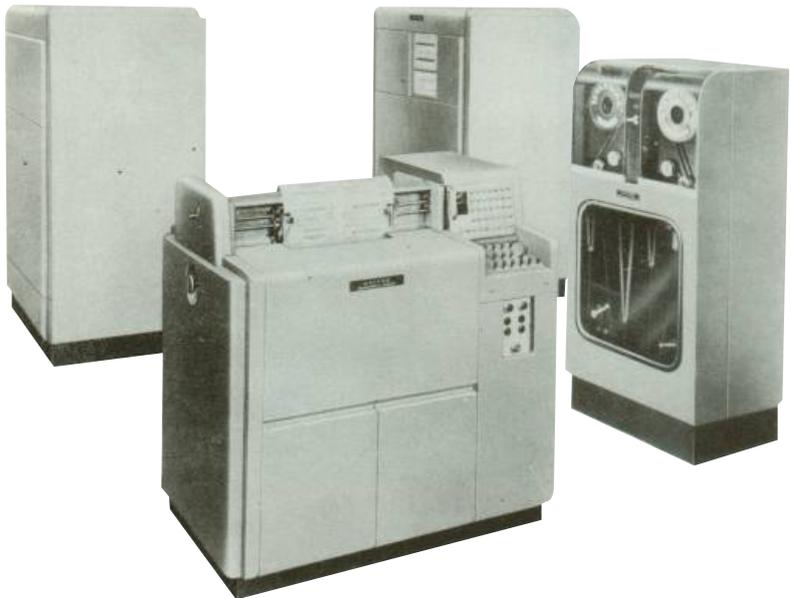
A finales de los 70, en concreto en junio de 1977, tuvo lugar la presentación del primer microcomputador producido a gran escala y dirigido a las grandes masas, era al "Apple II", diseñado por Steve Wozniak, el socio de Steve Jobs en Apple. La aparición en el mercado de la primera hoja de cálculo de la historia, la "Visil Calc", provocó la venta de miles de computadoras Apple II.

En 1980 IBM se pone manos a la obra con la intención de competir con Apple en el mercado de los ordenadores personales. Será el 12 de agosto de 1981 cuando verá la luz el primer "IBM PC", con sistema operativo de "Microsoft" (MS DOS) y chip INTEL (8086 y 8088). Aunque el término PC (personal computer) ya había sido utilizado anteriormente por Xerox para denominar a uno de sus equipos, se considera que el IBM PC es el predecesor de las actuales computadoras personales¹.

La producción informática generada por los PC tenía que ser extraída en formato papel, para volcar todos esos datos, nacieron las impresoras.

2.- LOS INICIOS, IMPRESIÓN POR IMPACTO

Sin embargo, las impresoras nacieron bastantes años antes que el PC de IBM. Una de las primeras impresoras fue la diseñada para la impresión de la producción del sistema de computación "UNIVAC 1"², la conocida como "UNIVAC High Speed Printer" (1953), con capacidad para imprimir 600 líneas por minuto, mediante un sistema a base de martillos con los caracteres preformados. Imaginemos el ruido de este ingenio cuyo coste de producción era la increíble cifra de 185.000 \$.



El sistema de impresión del UNIVAC 1, con la fuente de alimentación, la unidad de impresión y las unidades de control y cinta

¹ El término Personal Computer PC, se atribuye a Arthur L. Samuel (1901 - 1990), que fue un pionero en el campo de los juegos informáticos y en la inteligencia artificial, quien en 1964 en la revista *New Scientist* ya hablaba del ordenador personal como herramienta futura fundamental para la educación.

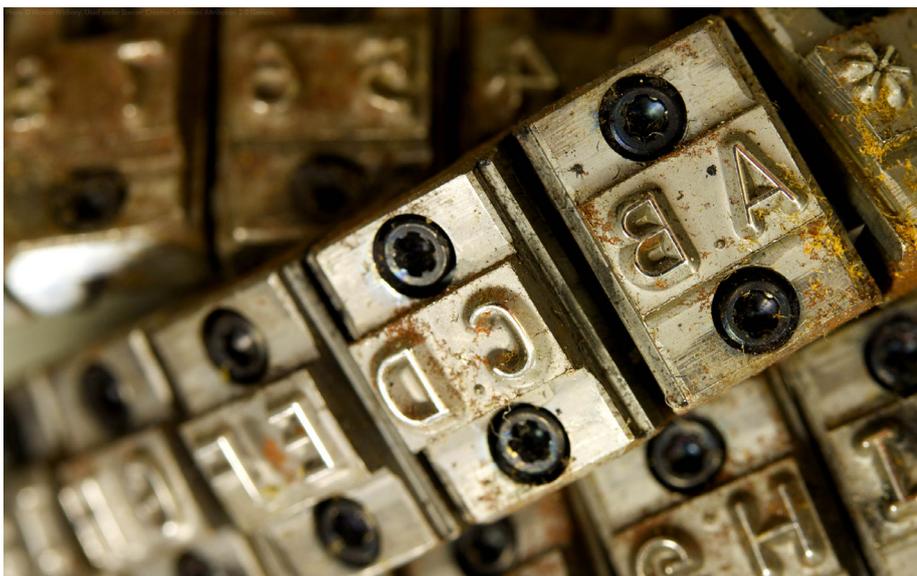
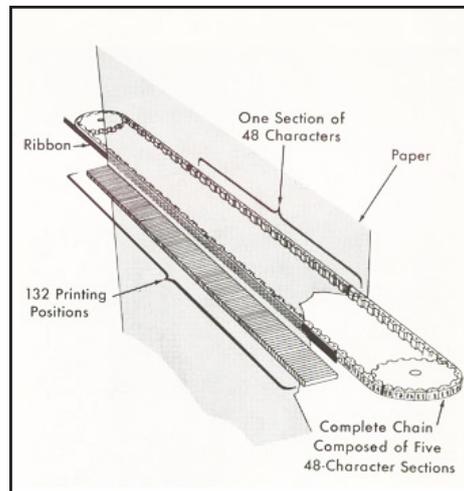
² UNIVAC 1, fue una computadora destinada al cálculo para negocios y empresas diseñada y puesta en servicio en 1951 por John W. Mauchly (1907-1980) y John Presper Eckert Jr. (1919-1995), físico e ingeniero respectivamente y que previamente habían diseñado el ENIAC en 1946, considerada como una de las primeras computadoras, cuyo uso era el cálculo de trayectorias balísticas. La primera de estas computadoras fue entregada a la Oficina del Censo de los EEUU.

La primera impresora matricial, que ya no cuenta con los caracteres preformados, data de 1957 y fue fabricada por IBM.

En octubre de 1959 de nuevo IBM y con la finalidad de aportar a su ordenador llamado "1401" de un periférico de salida, construye la impresora en línea modelo 1403³. El modelo original podía imprimir 600 líneas de texto por minuto y hacer saltos de línea en blanco de hasta 190 centímetros por segundo, disponía de un ancho de 120 columnas. Este modelo no es una impresora matricial, los tipos son fijos y van montados en una cadena de impresión con un mínimo de cinco copias del juego de caracteres los cuales se alinean horizontalmente delante de la cinta entintada y del papel. Una batería de martillos planos, 132 en esta versión, golpean por detrás en el momento exacto en el que pasa el carácter a imprimir.

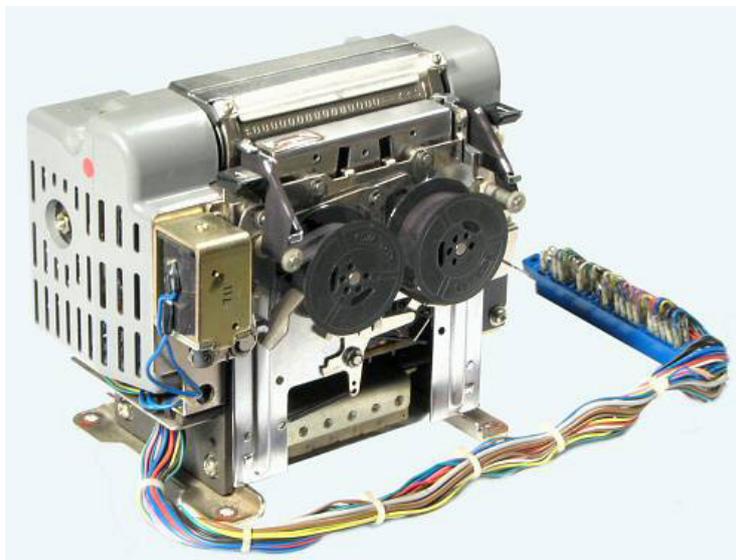


En los últimos modelos, la cadena de impresión fue reemplazada por un tren de impresión, se montaron bloques de impresión en una cadena que se desplazaba sobre una pista. El tren o cadena estándar de la 1403 podía imprimir 48 caracteres distintos: 26 letras, 10 dígitos, y 12 caracteres especiales. En las imágenes de esta página se pueden apreciar los caracteres que sostiene en la mano una mujer (fotografía obtenida de los archivos de IBM), un dibujo del sistema por cadena y un detalle de los caracteres contenidos en la cadena.



³ Una impresora de líneas imprime línea por línea -una línea de una sola vez-, al contrario que las impresoras matriciales, que imprimen carácter a carácter o las láser que imprimen página a página.

La primera miniimpresora⁴ fue lanzada al mercado por “Shinshu Seiki Co”⁵ en septiembre de 1968 bajo la denominación “EP-101”, se desarrolló a partir de un contador de tiempo de impresión desarrollado por el grupo de Seiko para los Juegos Olímpicos de Tokio en 1964. Se vendieron más de un millón de unidades de este modelo, del que acompañamos la imagen siguiente.



En 1970 es presentada la “Centronics Model 101” con cabezal de impresión mediante sistema de impacto formado por un solenoide o electroimán de siete agujas.

3.- Y DE UNA FOTOCOPIADORA NACIÓ LA IMPRESIÓN LÁSER

Otro salto importante lo da “XEROX”⁶, quien ya, desde 1959, fabricaba fotocopias en blanco y negro para papel normal⁷. En 1969, a partir de una fotocopias, inventa la primera impresora láser, proyecto en funcionamiento desde 1971, pero que no estaría a la venta hasta 1977 bajo el nombre de “Xerox 9700”. No obstante, la primera impresora láser diseñada para uso en oficinas no vería la luz hasta 1981, bajo la denominación “Xerox Star 8010” y a un precio realmente alto, 17.000\$ de la época. Fue en 1984 cuando “Hewlett Packard” lanza al mercado una impresora láser para el “mercado de masas”⁸, la “HP Laserjet”, cuyo software controlaba un motor de Canon.



⁴ Las medidas de la máquina son 163,5 mm de ancho, 135 mm de profundo y 102 mm de alto, con un peso de 2,5 Kgr.

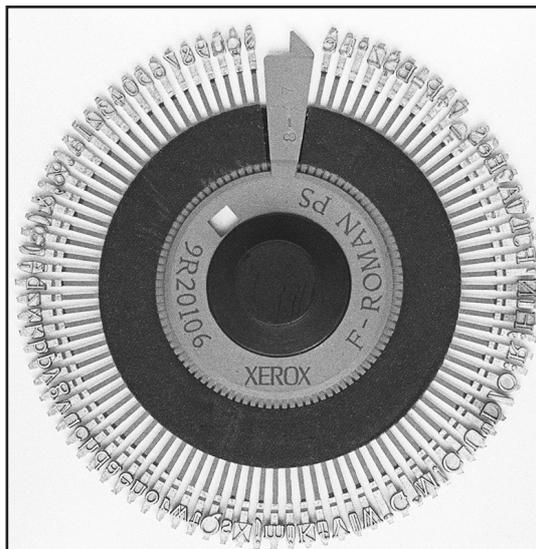
⁵ Shinshu Seiki CO. es en la actualidad la conocida marca EPSON, cuyo nombre proviene de un juego de palabras: al llamarse la primera impresora EP, a las siguientes se las empezó a llamar “hijo de EP”, en inglés “son of EP”, dando la vuelta a los términos al final se acuñó la marca EPSON.

⁶ XEROX es una multinacional norteamericana fundada en 1906 y dedicada inicialmente a productos fotográficos, papel y equipo. La Xerografía o impresión en seco fue inventada en 1938.

⁷ El modelo Xerox 914.

⁸ La HP Laserjet 1984, fue la primera impresora láser de sobremesa, con capacidad para imprimir 8ppm, lo que le permitía colocarla en cualquier despacho o habitación, eso sí, previo pago de 3.500\$. Anteriormente HP disponía de los modelos láser 2680A, año 1980, y 2688A, año 1983, destinados a grandes sistemas, de hecho, la 2680A salió al mercado por un precio de 108.500\$.

En 1972 un equipo de la empresa “Diablo System”, dirigido por el ingeniero David S. Lee desarrolló la primera impresora de margarita con éxito comercial. El dispositivo resultó ser más rápido que las IBM de esfera (Selectric), siendo capaz de imprimir 30 cps (caracteres por segundo), mientras que la Selectric IBM alcanzaba velocidades de sólo 13,4 cps, y con calidad de impresión similar. Xerox adquirió la Diablo en 1973, pero no fue hasta 1980 cuando con el modelo “Diablo 630” se alzó con una importante cuota del mercado de las impresoras.



Una margarita metálica diseñada para las Xerox

En la década de 1950 ya existía el tóner de color, sin embargo, tuvieron que pasar veinte años hasta que “Canon” desarrollara una máquina capaz de utilizarlos, inventando la fotocopidora en color en 1973. El equipo y los suministros eran caros y las fotocopidoras de color no ganaron cuota de mercado hasta principios de la década de 1990.

Otro paso relevante, dado por Canon en 1982, fue la producción de las copadoras personales “PC-10” y “PC-20”, siendo las primeras en incorporar cartuchos reemplazables, que contenían tanto el tóner como el tambor fotosensible.

La historia tecnológica entre HP y Canon corre paralela, de hecho, hoy en día HP le diseña a Canon los sistemas de inyección de tinta, mientras que Canon le diseña, y en algunos casos le fabrica, algunos modelos láser.

4.- HP Y CANON SE INYECTAN EN BN Y COLOR

En la década de los 80 se introducen en el mercado de consumo las impresoras de inyección de tinta. Hewlett-Packard y Canon resuelven el problema de la inyección de tinta con una diferencia de un año. En 1984, HP presentó su primera impresora de tinta, la “Thinkjet HP”⁹, abajo en esta página. Un año después, Canon lanzó la “Canon BJ-80”¹⁰, la primera impresora del mundo de chorro de burbujas.



No podía faltar en este pequeño repaso al mundo de las impresoras la siempre innovadora Apple Computer. Así en 1984 crea la “Laser Writer”. La novedad más importante de esta máquina fue la incorporación del lenguaje de descripción de página llamado “Adobe PostScript”, con este lenguaje se podían imprimir textos y gráficos escalables en alta resolución.

⁹ La Thinkjet de HP aparece en 1984, siendo la primera impresora de inyección de tinta, costaba 495 dólares, requería de papel especial y los inyectores sufrían constantes atascos de tinta. No obstante, estaba destinada a sustituir a las ruidosas impresoras matriciales. Imagen de una Thinkjet extraída de la página <http://www.hp-museum.net>

¹⁰ En 1977, un ingeniero de Canon inventó accidentalmente la tecnología de chorro de burbuja cuando, durante una prueba, un soldador caliente tocó fortuitamente la aguja de una jeringuilla llena de tinta, haciendo que la tinta se rociara desde la punta de la jeringuilla. Un miembro del equipo de investigación se dio cuenta que el calor, en lugar de la presión, tal vez podría ser utilizado para inducir a la pulverización de la tinta. Esta tecnología fue patentada por Canon.

En 1991 HP da el salto a la inyección en color con su primera “DeskJet”¹¹ en color, la “DeskJet 500C”. Esta máquina operaba opcionalmente en color o en blanco y negro mediante el cambio del cartucho. Al año siguiente, el modelo “DJ 550C” incorporaba internamente los cartuchos de color y blanco y negro, solucionando el engorro del cambio de cartuchos.

En 1992 Canon lanza al mercado su primera impresora de inyección a todo color, la “BJC 800”.

5.- LOS HIJOS DE EP Y OTRAS NOVEDADES

Epson dará un nuevo giro a la impresión de inyección de tinta en 1993 con la impresión piezoeléctrica, sus creadores la llamaron “Epson Stylus 800” e imprimía en blanco y negro, un año después ya existía la versión en color, la “Epson Stylus Color”, con una increíble resolución, en su momento, de 720 dpi¹².

En septiembre de 1994 de la mano de HP aparecería la “Color LaserJet”, la primera impresora láser en color. En 1995 Apple presenta la “Color Laser Printer 12/600PS”.

Otras tecnologías también han tenido éxito, como las impresoras térmicas de cera y las de sublimación de tinta. También debemos mencionar a otros fabricantes que han participado en la historia, crecimiento y mejora de estos eficaces utensilios, tales como Brother, Oki, Centronics, Fargo, Fujitsu, Konica, Lexmark, Minolta, Nec, Olivetti, QMS, Tektronix, por citar a algunos de los más de 90 fabricantes dedicados a esta actividad industrial y comercial.

Con el inicio del nuevo milenio las empresas fabricantes de estos artilugios tecnológicos se centran en la mejora de sus prestaciones (velocidad, memoria, resolución, tamaño de impresión, conexión en red, WIFI, USB, software dedicado, calidad foto profesional) a la vez que su precio se reduce hasta cifras absolutamente increíbles diez años antes. Tal vez la mayor novedad, que se afianza por momentos, es la tecnología 3D aplicada a las impresoras -que no es motivo de este estudio-, consiguiendo dar volumen a diferentes objetos diseñados previamente con un ordenador. Para conseguir el volumen utilizan la compactación de polvos a base de tintas o tóner que se va depositando en sucesivas a capas o bien inyectan un polímero en estado líquido.



Una impresora Mojo 3D y una muestra recién “horneada” en plástico ABS

¹¹ La DeskJet en blanco y negro, en el mercado desde el año 1988, consiguió democratizar la impresión casera al bajar los precios hasta unos asequibles 365 \$ por unidad en el año 1994. http://www.hp.com/hpinfo/newsroom/press_kits/2008/deskjet20/bg_deskjet20thannivtimeline.pdf

¹² Dpi se refiere a la resolución conseguida por los sistemas de impresión y se traduce del inglés “dot per inch” como puntos por pulgada. No debe confundirse con el acrónimo ppp que utilizaremos en este manual como píxeles por pulgada (resolución de un dispositivo de entrada o la enviada desde el ordenador a la impresora).

Tras este repaso a las diferentes tecnologías y sus principales empresas desarrolladoras, podemos asegurar que las impresoras son aparatos que, a nivel doméstico, irrumpieron en nuestras vidas junto a la aparición del PC.

Todas ellas tienen en común que son periféricos de un sistema informático. Su capacidad para reproducir diferentes tipos de letras, gráficos y fotografías dependen en gran medida del “software” instalado en el ordenador al que se encuentran unidas. Para interpretar la información enviada desde el ordenador (en código ASCII) todas las impresoras disponen en su interior de un microprocesador.

Un hecho reseñable tuvo lugar el 1 de noviembre de 2015, día en que Hewlett Packard se divide en dos empresas diferentes: HP Inc. que se encarga de vender ordenadores, dispositivos e impresoras y Hewlett Packard Enterprises que se centra en la producción de software, servidores y sistemas de almacenamiento.

Ahora, tras conocer su historia, avanzamos un paso más para poder conocer, con cierta profundidad, el funcionamiento de las diferentes tecnologías que han sido implementadas en estas máquinas por diversos fabricantes.

IMPRESORAS DE IMPACTO, INYECCIÓN DE TINTA, ELCTROFOTOGRAFÍAS, TÉRMICAS, GRABADO LÁSER¹

1.- IMPRESORAS MATRICIALES O DE AGUJAS

Antes de las impresoras matriciales existieron otras que también, como estas, utilizaban la técnica del impacto para transmitir un signo, dígito o letra, al papel. Hablamos de las impresoras que, o bien tenían antecedentes en las máquinas de escribir eléctricas -bola y margarita- o bien desarrollaron soluciones nuevas -cadena y tren-, todas ellas tuvieron su momento, pero en la actualidad han desaparecido, salvo de los museos.

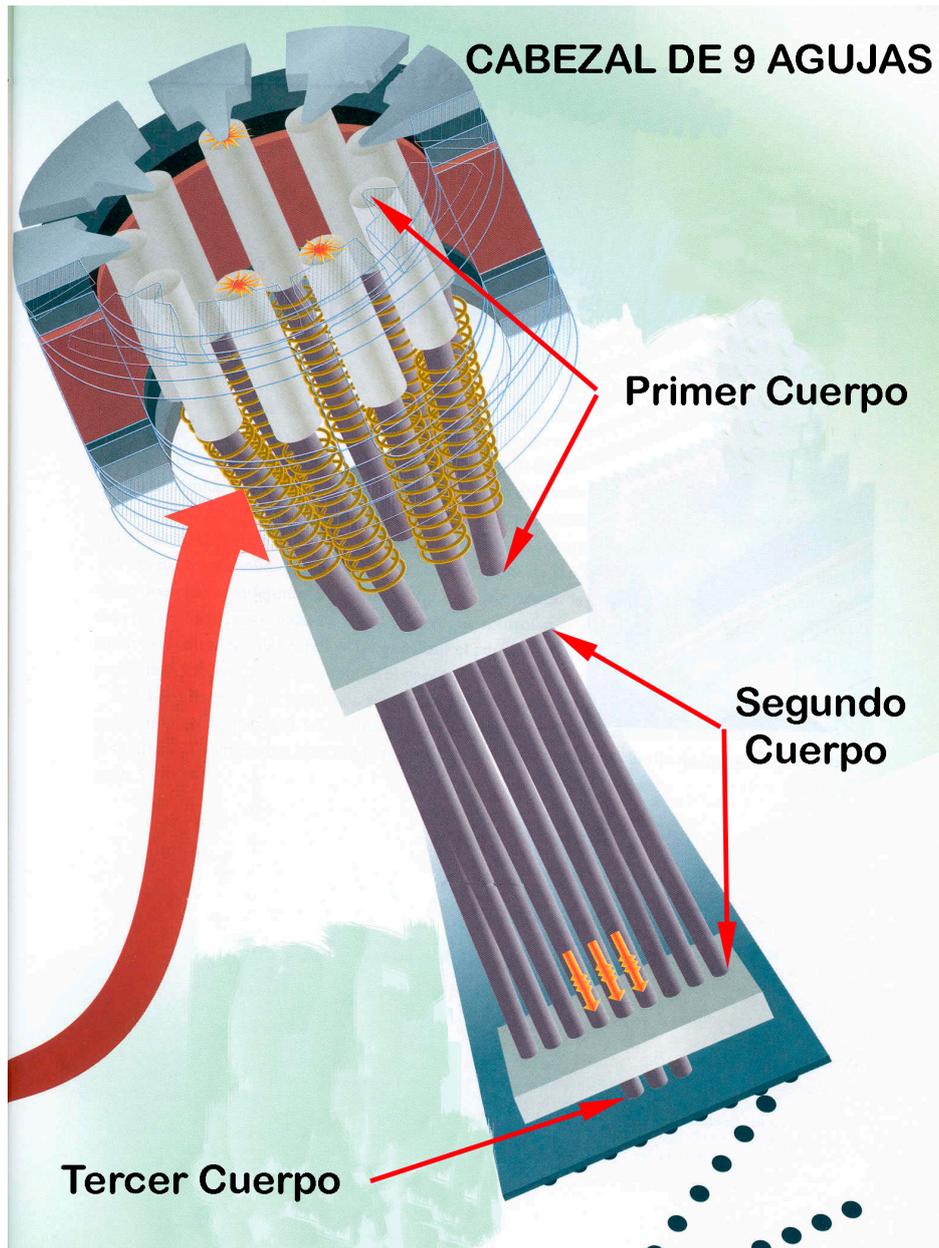
Las impresoras matriciales generan los caracteres a partir de una matriz de puntos, por lo que el carácter no está previamente conformado y grabado sobre un soporte, circunstancia esta que se repetía en todos los sistemas anteriores. Esta característica permite la obtención de diferentes formas y tamaños de caracteres e incluso la impresión de gráficos. Cada carácter se forma por una matriz de puntos independientes los unos de los otros, la calidad obtenida está en función del número de puntos y de su diámetro.

Los principales elementos mecánicos que componen este tipo de impresoras son el cabezal de impresión, el rodillo y los motores de arrastre del rodillo y del cabezal. Nuestro estudio se centra en el cabezal de impresión.

El cabezal de impresión está constituido por una serie de agujas dispuestas verticalmente (9, 18, 24 o 48 normalmente) y agrupadas en columnas (en la de 9 agujas en una única columna vertical, en las de 18 en dos de 9, en las de 24 en 2 de 12 y en las de 48 en 4 de 12). Cada aguja está unida a un electroimán que, al ser excitado eléctricamente, lanza la aguja hacia adelante presionando sobre la cinta entintada que marca un punto sobre el papel. El cabezal en su desplazamiento sobre el papel va completando el carácter por la formación de la línea o líneas verticales de puntos. Una vez terminada una línea de texto el motor del rodillo gira una posición arrastrando al papel, disponiéndose el cabezal para imprimir la siguiente línea, pero esta vez en sentido inverso (impresión bidireccional).

El cabezal se compone, debido al volumen de los electroimanes, de tres cuerpos unidos entre sí. En la entrada posterior coinciden todos ellos y se sitúan de forma inclinada para que la aguja que porta cada uno pueda acceder al interior del cabezal, es en esta primera parte donde se encuentran los muelles de retroceso de las agujas. En el segundo tramo las agujas se disponen también en una postura inclinada pero más suavemente. Finalmente, en el tercer cuerpo las agujas adoptan una postura paralela entre ellas, quedando preparadas para impactar sobre la cinta.

¹ Para una mejor comprensión de las diferentes técnicas de impresión digital que se irán viendo a lo largo de este capítulo, se recomienda la observación detenida del formidable catálogo de impresiones que se encuentran en la web <http://the-eye.nl/>



La matriz de puntos se define como el número de puntos impresos que componen la altura y la anchura máxima de las letras, pero hay que tener en cuenta la posibilidad con la que cuentan muchas de estas máquinas de imprimir en diferentes calidades, tales como Draft o borrador, NLQ o calidad mediana y LQ o letra de calidad, que suponen matrices diferentes en una única pasada del cabezal (principalmente en las impresoras de 18, 24 y 48 agujas). Lógicamente, a menor número de puntos se consigue una mayor velocidad de impresión. Las más habituales son las de 24 agujas.

El ancho de carro es el número máximo de caracteres que puede imprimir por línea en un tamaño prefijado de 10 c.p.i. (caracteres por pulgada) que se corresponde con el tamaño de la letra Pica. Los anchos más frecuentes son de 80 y 136 columnas, siendo también usuales los de 132 columnas y quedando relegados los antiguos carros de 40 columnas.

La velocidad máxima de impresión se mide en caracteres por segundo en la modalidad Draft o borrador, que depende de la velocidad conseguida por el motor de traslación del cabezal combinado con la rapidez de movimiento de las propias agujas e independiente del número de agujas disponibles en la cabeza. Las máximas velocidades alcanzadas son superiores a los 600 c.p.s.

En cualquier caso, es cierto que un aumento del número de agujas del cabezal supone una mayor velocidad de impresión en el modo calidad, al requerir la confección del carácter de menos pasadas sobre el mismo. Además, se reduce la distancia entre agujas y permite la disminución de su diámetro. Con todo ello, se consigue un aumento de la calidad (más puntos, más pequeños y más cercanos entre sí), es decir, una mejor resolución que, en los modelos de 24 agujas y superior, alcanza hasta los 360x360 ppp.

Las impresoras matriciales disponen de un buffer, que es una zona de memoria intermedia de la RAM (Random Acces Memory o Memoria de Acceso Aleatorio) incluida en la impresora que permite almacenar la información remitida desde el ordenador, lo cual posibilita realizar otras tareas con el ordenador mientras la impresora escribe lo que tiene almacenado. El buffer de estas impresoras se mide en Kilobytes (Kb), siendo más útil cuanto mayor sea el tamaño del buffer que, en el mejor de los casos, no suele sobrepasar los 128 Kb.

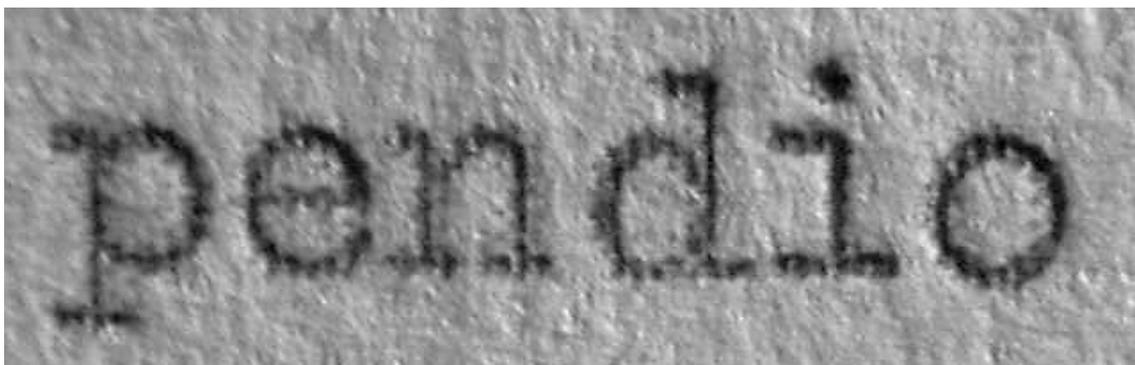
Algunos de estos modelos podían imprimir en color mediante cintas entintadas portadoras de varios colores, aunque la calidad conseguida era mediocre, no siendo aptas para la impresión de gráficos ni de fotografías.

En la actualidad, su uso se restringe a rellenar impresos autocopiativos y hasta no hace muchos años a la formalización de datos del permiso de conducción español (modelo cartulina rosa) y, al contrario de lo que pueda pensarse, todavía se fabrican alrededor de 100 modelos diferentes y a precios que van desde unos 150 € hasta casi 2000 €. Los fabricantes dedicados a esta actividad son Epson, Oki, Lexmark, Olivetti, Brother y Fujitsu.

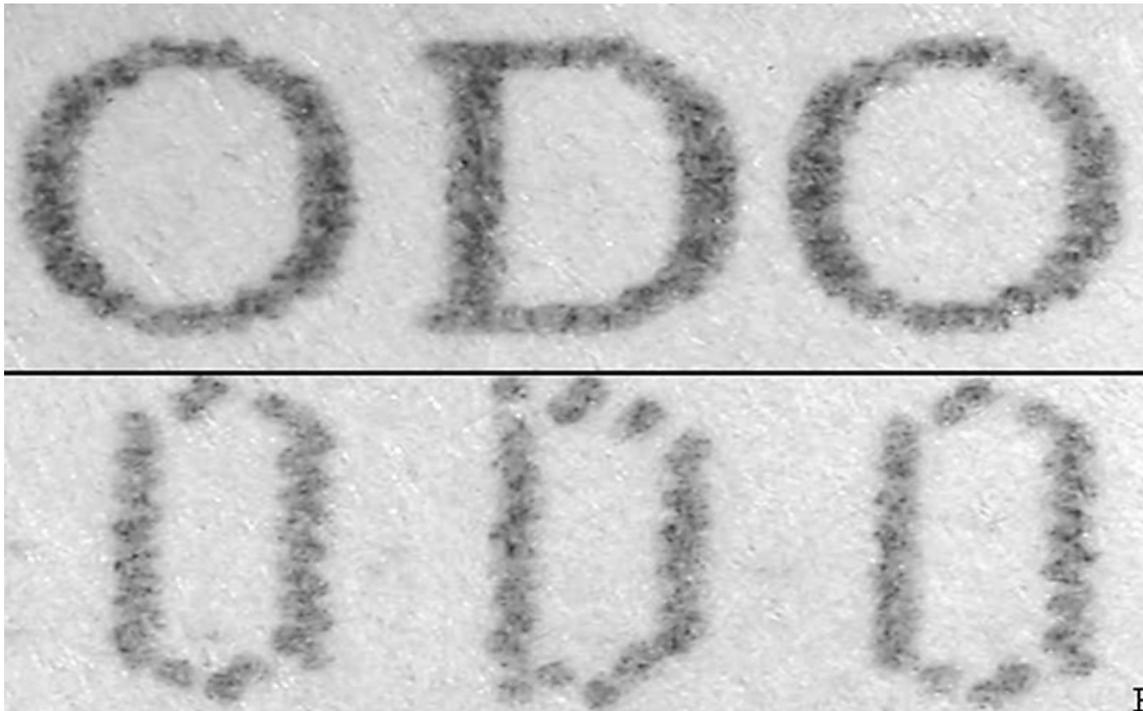
Identificación del sistema de impresión: su uso continuado puede provocar el desgaste de algunas agujas e incluso, su rotura, circunstancias que, en ocasiones, pueden permitir su individualización.

Para determinar que el sistema utilizado para imprimir un texto lo ha sido con una impresora matricial, procederemos de la siguiente manera:

- Utilizar luz rasante y lupa a partir de 10 aumentos.
- Buscar los impactos, que presentan forma circular.
- Localizar los impactos en la zona externa del tipo impreso. Si se buscan los impactos en el cuerpo del tipo es posible que la acumulación de impactos de lugar a apreciaciones erróneas.
- Verificar, por el anverso del documento, el hundimiento del soporte en las zonas de impacto.
- Comprobar, en el reverso del documento, la aparición de zonas en alto relieve que se corresponden con los puntos de impacto del anverso.
- Al tratarse de tinta sólida, que impregna la cinta, no se aprecian propagación ni hilos de tinta en el papel.



Iluminación rasante que permite visualizar cada uno de los impactos.



Iluminación cenital poco adecuada para poder determinar este sistema de impresión

2.- IMPRESORAS DE INYECCIÓN O CHORRO DE TINTA

Se pueden definir como dispositivos de impresión sin impacto que reproducen la información enviada desde el ordenador mediante la emisión de tinta a través de una serie de inyectores alojados en un cabezal, sin que exista contacto físico alguno entre estos y el soporte.

Como ya anticipamos en nuestra breve historia de las impresoras, la inyección o chorro de tinta aparece, a la venta al público, en el año 1984 de la mano de HP y Canon (Compañía que patentó el sistema de impresión termal).

Para la impresión se utiliza tinta líquida contenida en un tintero que se proyecta, a través de los inyectores, en forma de gotas microscópicas hacia el soporte. Son las reinas actuales del mercado y permiten la impresión de fotografías con una gran calidad gracias a cabezales que montan, como en el caso del Top Profesional de Canon² en el año 2019, hasta 18.432 inyectores³, 12 cartuchos de tinta de colores diferentes, resoluciones que alcanzan los 2400x1200 dpi y gotas de capacidad teórica de 4 picolitros⁴.

El cabezal de impresión puede estar colocado en la misma impresora, sistema típico de Epson, o bien puede formar parte del cartucho de tinta, como suele suceder en las unidades de HP y Canon. Con la finalidad de evitar atascos en los inyectores van equipadas de un sistema de drenaje y autolimpieza⁵.

² Image PROGRAF PRO-1000, para imprimir fotos hasta el formato A2 en 3,35 minutos. Los depósitos de tinta de color son amarillo, cian para foto, cian, magenta para foto, magenta, azul, rojo y chroma optimizer y se completa con cuatro monocromos -gris, gris para foto, negro mate y negro para foto-. Otras opciones de Canon para imprimir fotografías, como la PIXMA iP8750 llegan, según el fabricante, a resoluciones de hasta 9600x2400 dpi y con volumen de gotas de sólo 1picol.

³ 1536 inyectores por cada tintero. $1536 \times 12 = 18.432$ inyectores totales.

⁴ El picolitro es una medida de capacidad, hace referencia al litro, y por lo tanto sirve para medir líquidos. Un picolitro es 1×10^{-12} litros, es decir la billonésima parte de un litro. Curiosamente esta medida se utiliza, por parte de los fabricantes de impresoras, para determinar la extensión de superficie ocupada, en el papel o soporte, por una gota de tinta.

⁵ Este trabajo se centra en máquinas de uso doméstico o dirigidas a la PYMES, en los que los cabezales pueden ser de tipo integrado y desechable (impresión termal), en el que el movimiento para la impresión lo realiza el propio cabezal. En el caso de las impresoras industriales, el cabezal es fijo y el que se desplaza es el papel.

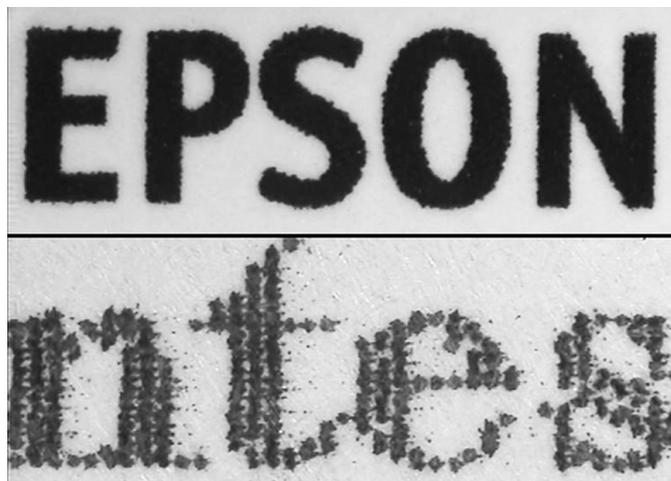
La complejidad de esta técnica queda de manifiesto en los más de 40 años que han fueron necesarios para hacerla factible, ya que desde 1.951 se tiene constancia de la existencia de un dispositivo que lanzaba partículas de tinta a través de un capilar desde una cámara de alta presión. Tras numerosos estudios, pruebas y prototipos, Hewlett-Packard (HP) lanza al mercado en 1.984 la "HP Thinkjet", que supuso el primer estándar de hecho. Seguidamente Canon comercializó en 1.985 la "BJ-80", siendo la primera en incorporar la tecnología de inyección por proceso térmico. Pero es en el año 1.993 cuando la industria del sector se vuelca plenamente en la difusión comercial de esta tecnología, año que coincide con la salida al mercado de la primera Epson piezoeléctrica, la "Stylus 800".

Tantos años y esfuerzos han sido necesarios para salvar la multitud de dificultades que fueron surgiendo y que afectan a todo el proceso, desde la generación de la gota hasta su impresión final, y que se refieren especialmente a la física de fluidos, la composición química de las tintas y al soporte a imprimir.

2.1 Física de fluidos, composición química y soporte: la unidad proyectada desde el inyector es siempre una partícula líquida, siendo imprescindible conseguir una gota diminuta y perfectamente formada. Por diminuta hay que entender que el diámetro de la gotita ronda las 50 micras de diámetro (1 micra equivale a una millonésima parte de un metro). Ello implica la construcción de inyectores de grosor inferior a un capilar y que produzcan, a alta velocidad, gotas tendentes a la esfericidad.

Cuando la micro gota abandona el inyector tiende a cerrarse sobre sí misma debido a la tensión superficial, adquiriendo la deseada forma esférica. Sin embargo, la gota generada, debido a la velocidad de expulsión, presenta irregularidades en su forma que tienden a su vez a desgajarse de la gota principal formando gotitas independientes (satélites), originando el fenómeno conocido como satelización.

La satelización es uno de los problemas básicos en la producción de la gota y que más quebraderos de cabeza generó a los ingenieros de las casas fabricantes de las impresoras de inyección termales (HP y Canon), ya que las de cabezal del tipo piezoeléctrico (Epson) nunca sufrieron esta problemática. El efecto descrito suponía habitualmente la formación de satélites de dimensiones no mayores a las 5 milésimas de mm, lo cual representaba un 10% del volumen total de la gota. Ahora bien, si los satélites de la primera gota se combinaban con la gota siguiente y esta absorbía además sus propios satélites, podía haber diferencias de tamaño de hasta un 20% en la segunda gota, lo cual empezaba a ser alarmante. Además, siempre había satélites que adoptaban direcciones diferentes a la de la propia gota, con lo cual se formaba una pequeña nube de micro puntos alrededor de la gota principal. La satelización empezó a ser una pesadilla del pasado con el avance tecnológico a partir del año 2000 aproximadamente.



Arriba texto impreso con una impresora Epson con cabezal piezoeléctrico.
Abajo impresión realizada con una HP, tecnología de inyección de burbujas, ambos modelos de mediados de los 90.
Obsérvese la satelización generada por la HP.

Otro importante problema que afecta a esta tecnología es la elección correcta de las tintas, en el sentido de elegir entre tintas de secado rápido o de secado lento. Las tintas de secado rápido conservan con facilidad su forma sobre el soporte impidiendo que se propaguen por el mismo causando manchas, pero pueden provocar atascos en el interior de los inyectores. Por otro lado, las tintas de secado lento mantienen a los inyectores libre de atascos pero pueden manchar al papel. Como consecuencia la elección deberá ser intermedia para paliar en lo posible los inconvenientes de ambos casos.

La solución de los fabricantes de impresoras es la utilización de tintas no volátiles, que no secan al contacto con el aire, sino por absorción del propio papel. Por desconfianza que la formulación química de estas tintas es un secreto muy bien guardado por los fabricantes, que distribuyen directamente los cartuchos con las tintas para sus diferentes modelos. En cualquier caso, es fácil encontrar casas que rellenan dichos cartuchos con tintas no originales, obteniendo resultados aceptables.

El último gran problema a resolver, en cuanto a la tinta se refiere, fue la generación de burbujas en el interior de los inyectores (No se debe confundir a estas "burbujas" no deseadas con las impresoras de inyección por proceso termal, conocidas como impresoras de inyección por burbujas). Estas burbujas no deseadas se pueden producir en diferentes partes del interior del cabezal, no sólo en el propio inyector sino también en la cámara de presión. Las burbujas provocan la imposibilidad de crear la presión suficiente como para permitir el disparo de la gota, ya que aquellas absorben los aumentos de presión y la gota no llega a formarse.

Esta situación se resolvió favorablemente mediante la utilización de tinta libre de aire envasada al vacío. El tintero y la conducción de tinta se recubren con materiales impermeables al paso del aire, de manera que cuando la impresora no se utiliza durante un periodo de tiempo, la tinta se reabsorbe por medio de una bomba aspirante, con lo que se neutraliza la posibilidad tanto de la formación de burbujas como los posibles atascos de los inyectores.

El soporte a utilizar para la impresión se presentó como una dificultad añadida, si bien en la actualidad cualquier papel común de oficina es apto para su uso con estas impresoras, la industria papelera debió tener en cuenta las características físicas de las tintas volátiles, que como se ha dicho con anterioridad son las empleadas por estas máquinas. Los problemas que presenta esta técnica de cara al uso del papel son:

- la formación de arrugas en el mismo en las zonas de entintamiento intenso, que se evita con un gramaje o espesor de papel adecuado,
- la propagación de la tinta sobre el papel en forma de hilos debido a un exceso de celulosa en la composición del papel,
- corrimientos de tinta sobre superficies satinadas o escasamente porosas.

La respuesta satisfactoria de los fabricantes de papel ha permitido resolver estas contrariedades, por lo que encontrar un papel adecuado para nuestra impresora es una cuestión trivial.

2.2 Tipos de impresoras de inyección de tinta

A. De flujo continuo.

B. De gota a requerimiento:

B.1 Por proceso termal (inyección de burbujas).

B.2 Piezoeléctricas:

B.2.1 De tinta sólida (por cambio de fase).

B.2.2 De tinta líquida.

A. De flujo continuo

Este tipo de impresoras de inyección de tinta presentan un sistema de inyección complicado y caro de construir, lo cual supone un precio medio francamente elevado, superando su calidad y velocidad a la de sus hermanas⁶ de gota a requerimiento. Este sistema de inyección no debe confundirse con los sistemas de carga continua como, por ejemplo, el Ecotank de Epson⁷.

Su funcionamiento se basa en la creación de una corriente continua de partículas de tinta cargadas eléctricamente y que son disparadas desde el cabezal a través de los conocidos inyectores. La carga eléctrica de las gotas permite seleccionar las que deben salir del cabezal hacia el papel de aquellas otras que son conducidas nuevamente al depósito de tinta.

La tinta circula desde el tintero hacia una bomba que la impulsa a presión hacia el cabezal de impresión. A continuación, pasa al interior del inyector en cuya cámara se encuentra un cristal piezoeléctrico que vibra a ritmo constante gracias a la señal ultrasónica generada por la unidad de control. La gota es impulsada a gran velocidad hacia la boquilla, inmediatamente después del orificio de salida se sitúa un electrodo que la carga eléctricamente, esta zona se conoce como túnel de carga.

La partícula de tinta, una vez cargada eléctricamente, continúa su recorrido a través de un espacio (canal de deflexión) en el que se encuentran dos placas deflectoras paralelas cargadas con un voltaje constante y que crean un campo. La gota intentará atravesar el canal de deflexión, lo que conseguirá sólo si ha sido cargada eléctricamente en el túnel de carga. Las gotas no cargadas eléctricamente son desviadas hacia las placas deflectoras, allí son recogidas por un dispositivo de captura y reconducidas, tras pasar por unos filtros, al tintero para su posterior uso.

Existen cabezales de inyección de flujo continuo en color que consiguen inyectar microgotas de 15 micras de diámetro a una velocidad de un millón de gotas por segundo. Esto permite mezclar varias gotas de color por punto, consiguiéndose una calidad de color fotográfica y evitando el efecto granulado.

B. De gota a requerimiento

Dentro de esta categoría se incluye prácticamente la totalidad del mercado actual de impresoras de inyección de tinta, abarcando desde el ámbito doméstico hasta el profesional, existiendo, lógicamente un gran abanico de posibilidades en cuanto a prestaciones, calidades y precios.

Las impresoras de inyección de tinta por gota a requerimiento impulsan las gotas de tinta a petición del sistema por diferentes métodos de bombeo.

La diferencia fundamental con el grupo descrito anteriormente es que los inyectores sólo lanzan gotas de tinta que van a ser impresas sobre el soporte, a partir de una orden de impresión concreta. Este sistema abarata costes al no necesitar ningún procedimiento de desvío, canalización y reciclado de la tinta sobrante. Sencillamente no hay tinta sobrante. Al recibirse la orden de impresión, el tintero va liberando tinta desde el canal principal de suministro hacia un distribuidor situado en la parte trasera del cabezal y de aquí es bombeada a aquellos inyectores que acaban de lanzar una gota. Finalmente, la gota es expelida al exterior, se fractura a la salida de la boquilla del inyector y, de una manera individualizada, se dirige al soporte.

⁶No debemos confundir el sistema de flujo continuo con el sistema de aportación continua de tinta, en inglés *Continuous Ink Supply System* (CISS), que básicamente lo que hace es suministrar tinta a los cartuchos internos de la impresora uniendo estos a unos depósitos externos mediante unos conductos o mangueras o por volcado directo. Este tipo de suministro continuo se ha hecho muy popular por el ahorro que supone en cuanto al costo del consumible tinta-cartucho.

⁷<https://www.epson.es/for-home/ecotank>.

Hay dos clases diferentes de inyección por requerimiento, que atienden al sistema de bombeo: la inyección por proceso termal y la inyección piezoeléctrica.

- **Inyección por proceso termal:** su funcionamiento se basa en la producción de la gota en el interior del inyector, en el que se encuentra una resistencia calefactora sobre la que se sitúa la tinta, la cual se calienta hasta que, por presión y calor, estalla y provoca el disparo de una gota de tinta. En el cabezal se montan los inyectores, el sistema eléctrico y el tintero. Existen dos variantes debidas a los fabricantes HP y Canon (Empresa que patentó originariamente este sistema).
- **Inyección piezoeléctrica:** en este caso en vez de una resistencia que se calienta, hay una pieza de cerámica que se deforma por excitación eléctrica provocando el disparo de la gota. Este sistema es invención de EPSON. El tintero y el cabezal de impresión son independientes.

B1. De gota a requerimiento por proceso termal

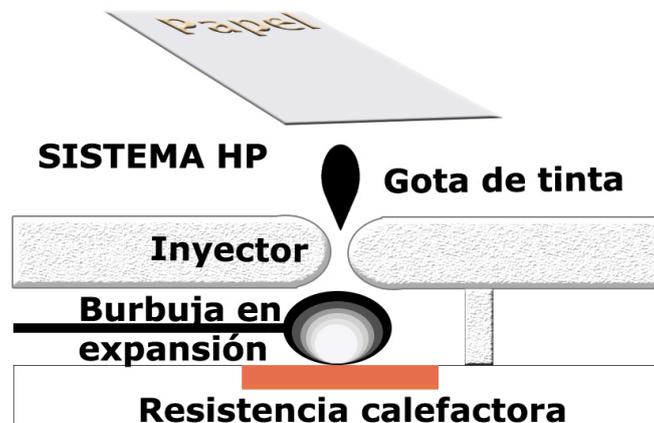
Estas impresoras son las comúnmente conocidas como de inyección de burbujas, no debiendo confundir éstas con las que involuntariamente pudieran formarse durante el proceso térmico impidiendo o dificultando la impresión, problemática que fue expuesta con anterioridad.

La inyección de burbujas es el sistema técnico más extendido en la fabricación de impresoras de inyección, ello es debido a que los inyectores carecen de partes móviles (frente al sistema piezoeléctrico) siendo su fabricación más económica.

Una vez que la tinta se encuentra en el interior del inyector es calentada, por encima de su punto de ebullición, mediante una resistencia calefactora que es excitada eléctricamente. Como el medio es líquido se forma una burbuja, el cambio de presión provocado durante su formación da lugar a la expulsión de la partícula de tinta a través de la boquilla del inyector. La gota se fractura y se dirige hacia el soporte. A continuación, descienden la temperatura y la presión en el inyector y permite la entrada de más tinta, repitiéndose el proceso al aplicarse un nuevo impulso eléctrico.

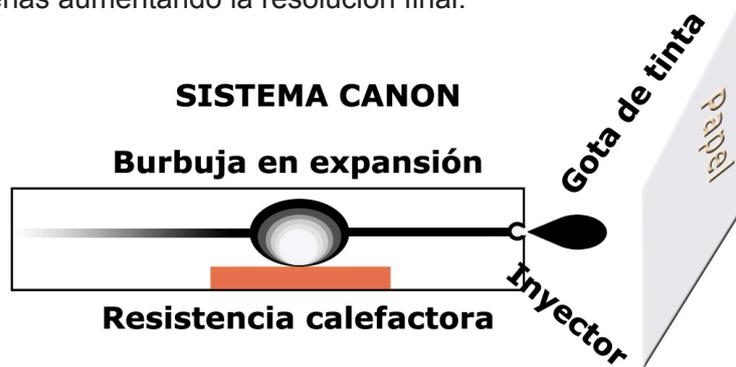
Se distinguen dos posibilidades en esta tecnología, que se deben a los sistemas creados por Hewlett Packard (Thermal Jet) y Canon (Bubble Jet).

La tecnología Hewlett Packard sitúa el calefactor perpendicular a la dirección de salida, e inmediatamente detrás de la misma. El orificio de salida del inyector es un reducido canal cónico por el que sale la micro gota, empujada por la burbuja creada a su espalda. Este sistema supera, teóricamente, al de Canon, en la mayor velocidad de inyección de las micro gotas⁸.



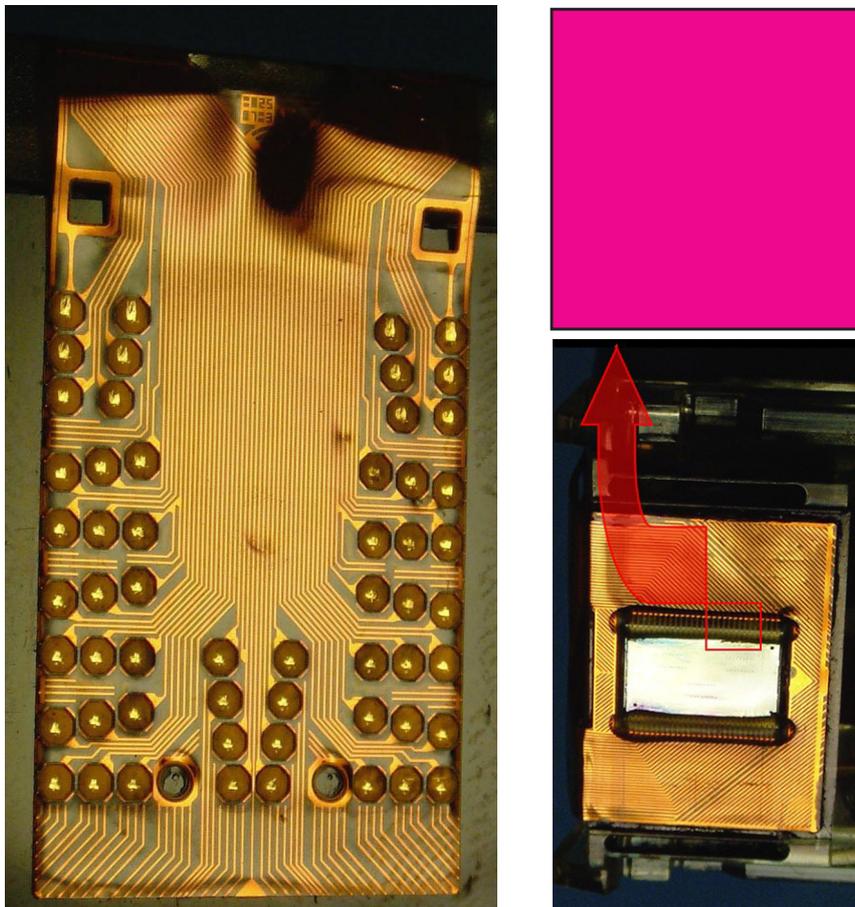
⁸ En los primeros años la tecnología por impresión térmica o termal generaba la gota en cartuchos compactos en los que, en un mismo espacio, cartucho, se alojaban el tintero y el cabezal de impresión. La tendencia hoy en día es a utilizar tinteros independientes del cabezal, como siempre se hizo en la tecnología piezoeléctrica, alimentando de tinta al cabezal, mediante tubos capilares.

La tecnología Canon sitúa el calefactor paralelo al orificio de salida del inyector, aproximadamente en la mitad de su longitud, con lo que la burbuja se genera en el centro del inyector. Con este sistema se consigue dotar al cabezal de inyector de menor tamaño, lo que permite, teóricamente, la inclusión de un mayor número de éstos originando gotas más pequeñas aumentando la resolución final.



El sistema de inyección a requerimiento por proceso termal da lugar a numerosos e importantes cambios de temperatura en el interior de los inyectores. Esto provocaría con el paso del tiempo el deterioro de los cabezales en su conjunto. Para evitarlo, los fabricantes han optado por dos soluciones: el uso de cabezales fijos de gran calidad o bien de cabezales desechables incorporados en el propio cartucho-recambio de tinta.

La velocidad conseguida con estos sistemas está en función de las dos fases que integran el proceso. Por un lado, el calentamiento eléctrico de la resistencia calefactora para la creación de la burbuja y, por otro, el enfriamiento de la resistencia (esta segunda fase es varias veces más larga que la primera). En cualquier caso, la velocidad es muy rápida y las pequeñas esperas que pudieran surgir han sido compensadas con el incremento de inyectores en los cabezales.



Tintero cabezal de una impresora HP.
A la izquierda, los circuitos microimpresos y a la derecha, la salida de los inyectores.

B.2 De gota a requerimiento por proceso piezoeléctrico

Este tipo de máquinas se diferencian de las anteriores en que se sustituye la resistencia calefactora por un elemento piezoeléctrico, cristalino o cerámico que tiene capacidad de deformación mediante un impulso eléctrico. La deformación del elemento piezoeléctrico varía en función de la intensidad eléctrica aplicada. En consecuencia, no hay producción de burbujas ni calentamiento de la tinta, siendo la estructura interna del inyector diferente a la de los de proceso termal.

En el interior del inyector hay un canal de tinta que desemboca en una pequeña cámara sobre la que se sitúa el elemento piezoeléctrico que, al recibir el impulso eléctrico, se deforma en una postura cóncava aumentando la presión del interior del inyector y expulsando una partícula de tinta.

Los cabezales ahora estudiados son siempre fijos, no existiendo la posibilidad de su montaje en los cartuchos de tinta desechables que, por otro lado, tampoco es necesaria, ya que su durabilidad está plenamente garantizada al ser prácticamente indestructibles.

Dentro de las impresoras de inyección por proceso piezoeléctrico coexisten dos tecnologías distintas: las piezoeléctricas de tinta sólida o por cambio de fase y las de tinta líquida, como las Epson.

B.2.1 De tinta sólida o por cambio de fase

Este tipo se distingue por la utilización de tintas sólidas a temperatura ambiente y es una opción a la impresión en color de alta calidad. También se conocen como impresoras de inyección de cera⁹.

La primera diferencia, evidente respecto de otras impresoras de inyección, consiste en la ausencia de tinteros, que se sustituyen por unos receptáculos en los que se insertan las barras de color en un orden predeterminado (CMYK). En algunos modelos las barras tienen formas diferentes para no equivocar su colocación con la de otro color.

La tinta, sólida a temperatura ambiente es, además, no volátil, por lo que no obstruye las boquillas de los inyectores ni se pierde por evaporación. Su punto de fusión se alcanza a 140 grados, solidificándose inmediatamente por debajo de esta temperatura.



⁹ El único fabricante de este tipo de máquinas era la empresa norteamericana Tektronix -1946-, que fue adquirida en el año 2000 por Xerox, dando lugar a la marca Xerox Phaser.
https://www.youtube.com/watch?time_continue=12&v=6QxHHWzjaYo

La fusión de las distintas barras (Cian, magenta, amarillo y negro) se consigue con la aplicación de calor por medio de unas bobinas próximas. La tinta, ya líquida, se introduce en el sistema de conducción hacia los inyectores, que están dotados de un mecanismo piezoeléctrico. Todo el sistema se haya a una temperatura constante de 140 grados centígrados para evitar la solidificación de la tinta.



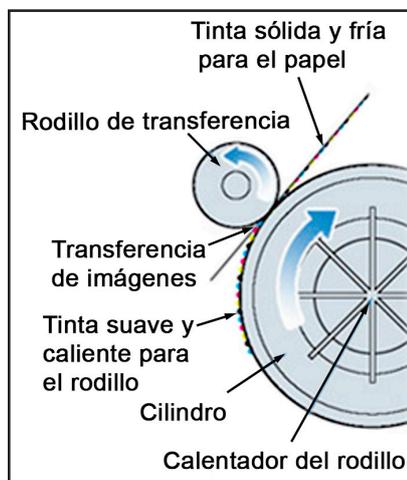
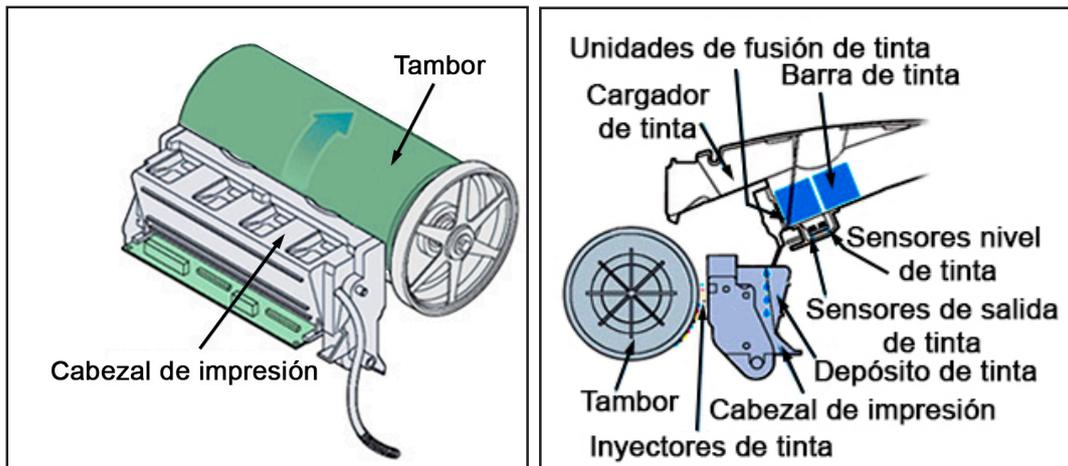
Barras de tinta sólida para impresoras Xerox.

La mezcla de color se produce en el propio papel. Teniendo en cuenta que la tinta se solidifica sin mojar el papel, no es necesario un gramaje determinado y tampoco requiere utilizar papel especial ya que la calidad de éste apenas repercute sobre la calidad final obtenida.

Si bien en el año 2013 Xerox anunciaba velocidades de impresión de hasta 95 ppm y resoluciones de hasta 2400 dpi -familia ColorQube, la única con tecnología de tinta sólida-, haciendo intensas y completas campañas de publicidad sobre estas impresoras, destacando su calidad de color y su compromiso con el medio ambiente -se las consideraba una tecnología de impresión "limpia"-, en la actualidad ha dejado de comercializar la serie de impresoras de tinta sólida ColorQube¹⁰.

¹⁰ <https://www.xerox.com/en-us/office/solid-ink>

En las siguientes imágenes se ofrece un resumen del proceso de impresión.

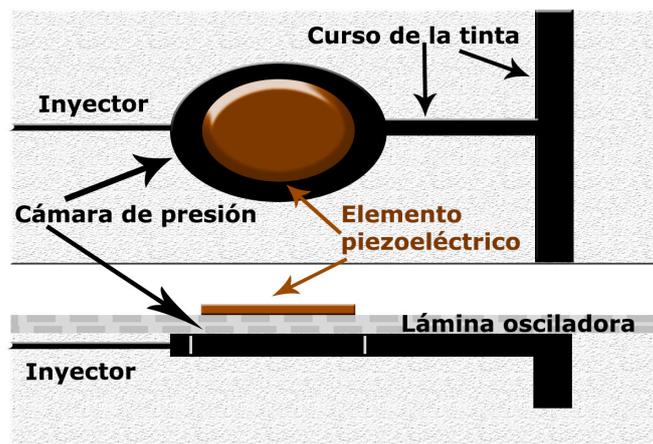


La opción de la impresión de tinta sólida se presenta como una elección de calidad, económica y respetuosa con el medio ambiente ya que produce mucho menos residuos que la tecnología láser.

B.2.2 De tinta líquida

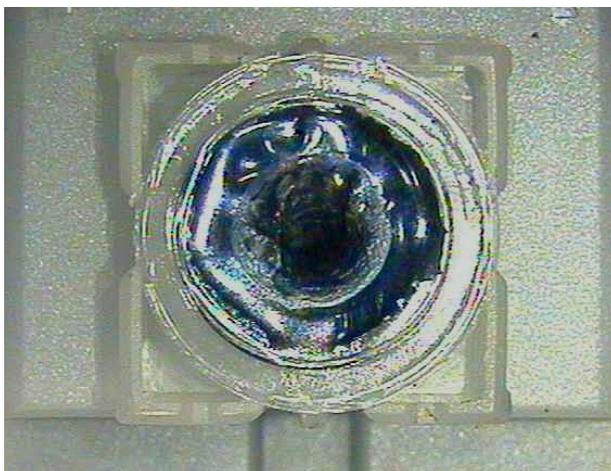
En este apartado se agrupan la casi totalidad de las impresoras de inyección piezoeléctricas, siendo este el sistema piezoeléctrico más antiguo y experimentado y el utilizado por Epson en sus impresoras de inyección.

SISTEMA EPSON



El proceso de formación de la micro gota se ha descrito más arriba, sólo cabe añadir algo sobre el comportamiento del elemento cerámico o piezoeléctrico, que es la pieza clave del proceso. Este elemento se encuentra cargado en estado de reposo, es decir, adoptando una posición cóncava. Al eliminar el potencial al que está sometido se deforma convexamente hacia el exterior, en este momento se succiona la tinta y se rellena la cámara de presión. En el siguiente paso se carga la cerámica y vuelve a la posición inicial aumentando bruscamente la presión de la cámara dando lugar a la expulsión de una gota de tinta.

mecanismo del disparo de la gota en un inyector piezoeléctrico



Arriba un cartucho de tinta de una impresora Epson, abajo detalles de las salidas de los tinteros hacia el cabezal.

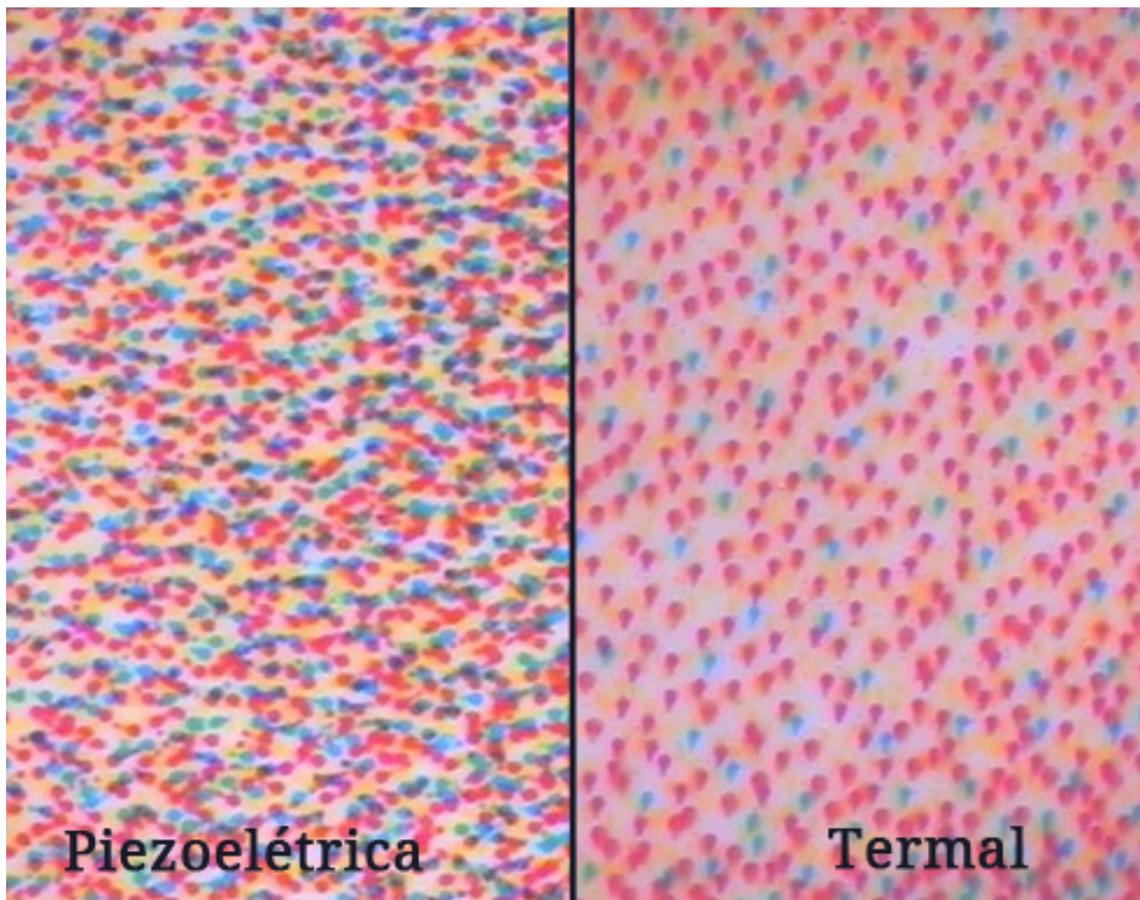
2.3 Identificación de impresoras de inyección de tinta

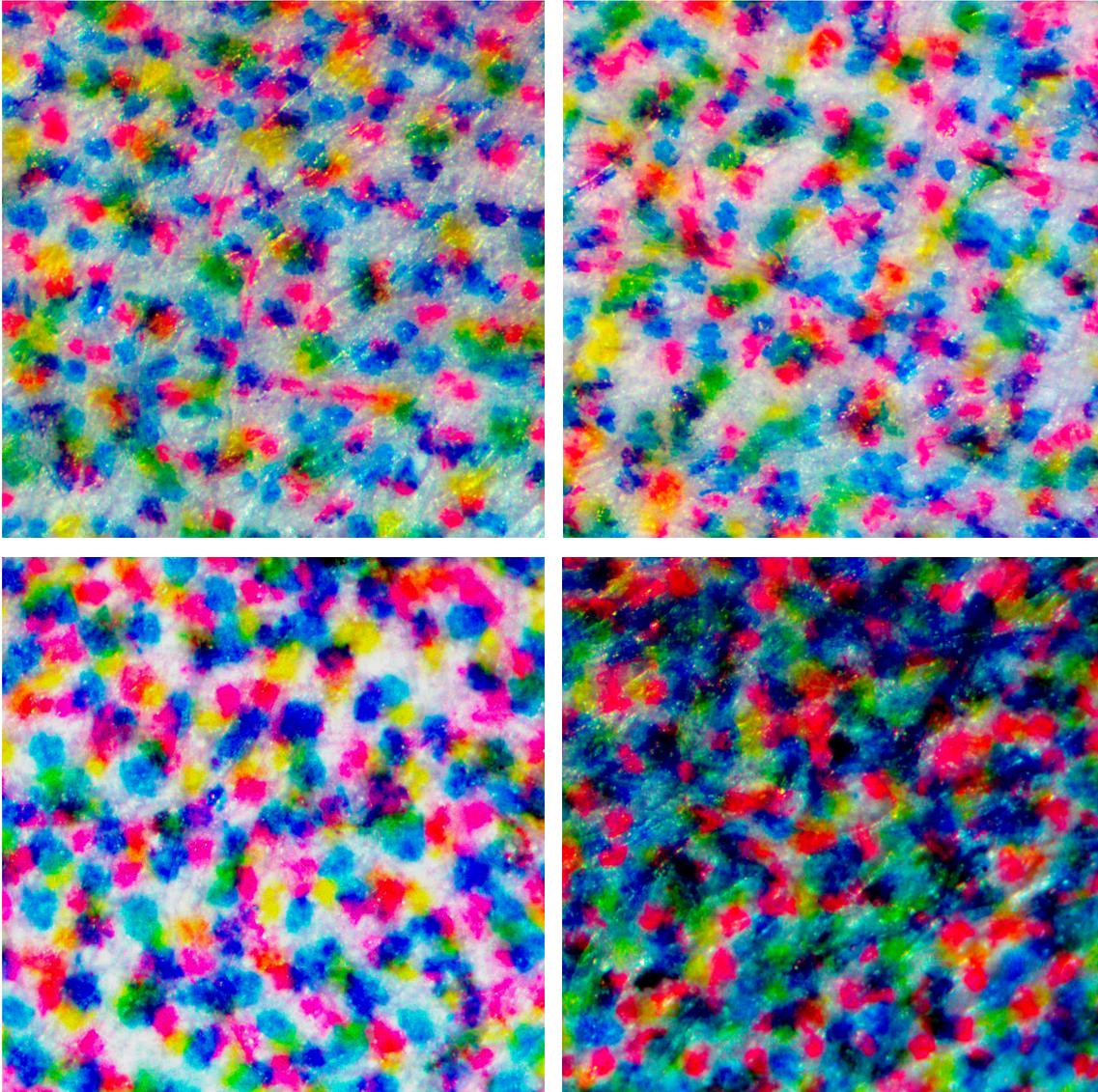
La individualización de estos ingenios es muy complicada ya que su funcionamiento no produce más que problemas ocasionales y temporales (por ejemplo, la obstrucción de inyectores se subsana con los sistemas de limpieza de los que están dotadas o con la sustitución de los cabezales o tinteros, según el caso) que, si persisten y atendiendo a su escaso costo, pueden solucionarse con la compra de una nueva unidad.

En casi todas las ocasiones sólo podremos determinar el sistema de impresión y distinguirlo de otros similares, así el tóner color puede confundirse con las gotas producidas por una impresora de inyección de tinta. Debemos tener en cuenta que el resultado obtenido varía atendiendo al tipo de tecnología (termal o piezoeléctrica -líquida o sólida-), la resolución utilizada para la impresión, el tipo de papel (normal o fotográfico), la tinta (original o recargada).

La impresión sobre papel se distingue:

- observando a través de la lupa binocular a unos 40 aumentos,
- por la falta de brillo de las tintas,
- por la propagación de la tinta a través de las fibras de celulosa formando hilos o “pelos” (típico en el papel de oficina normal con abundante carga de celulosa),
- por la visualización de las fibras vegetales debajo de la tinta,
- por la posible aparición de satélites.

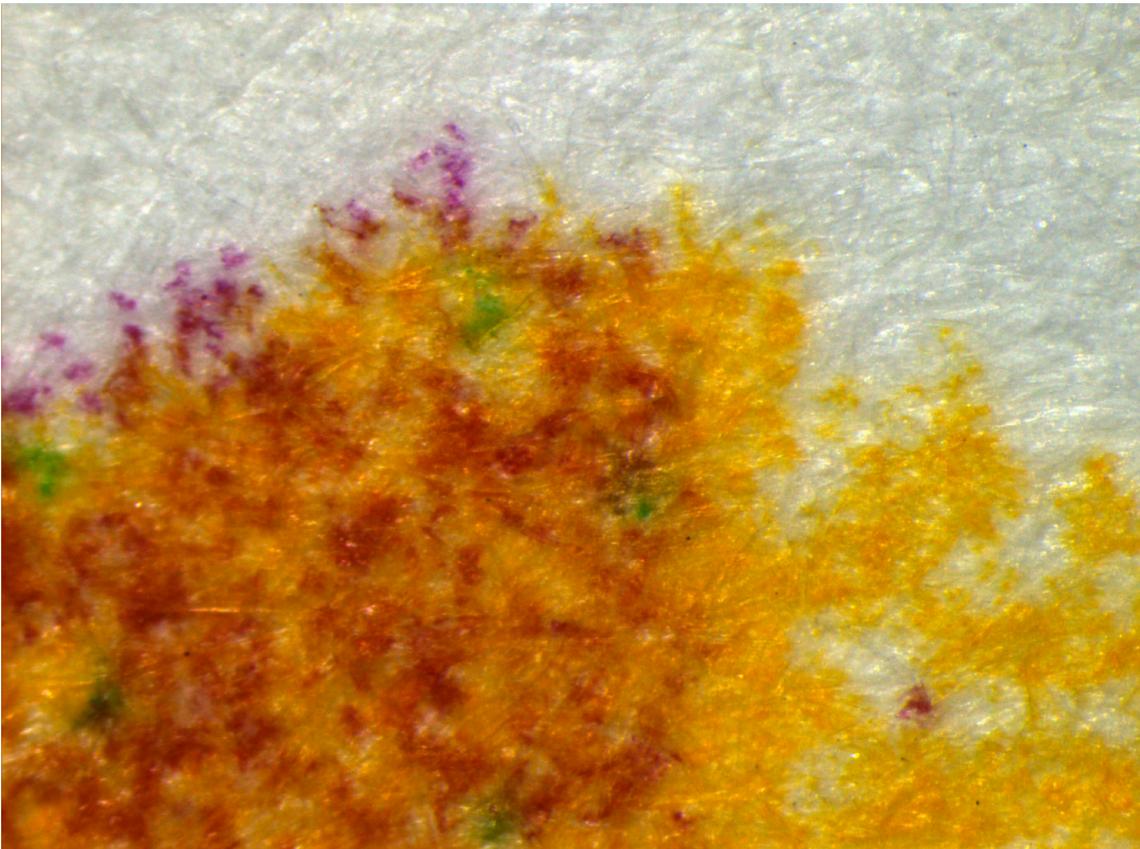
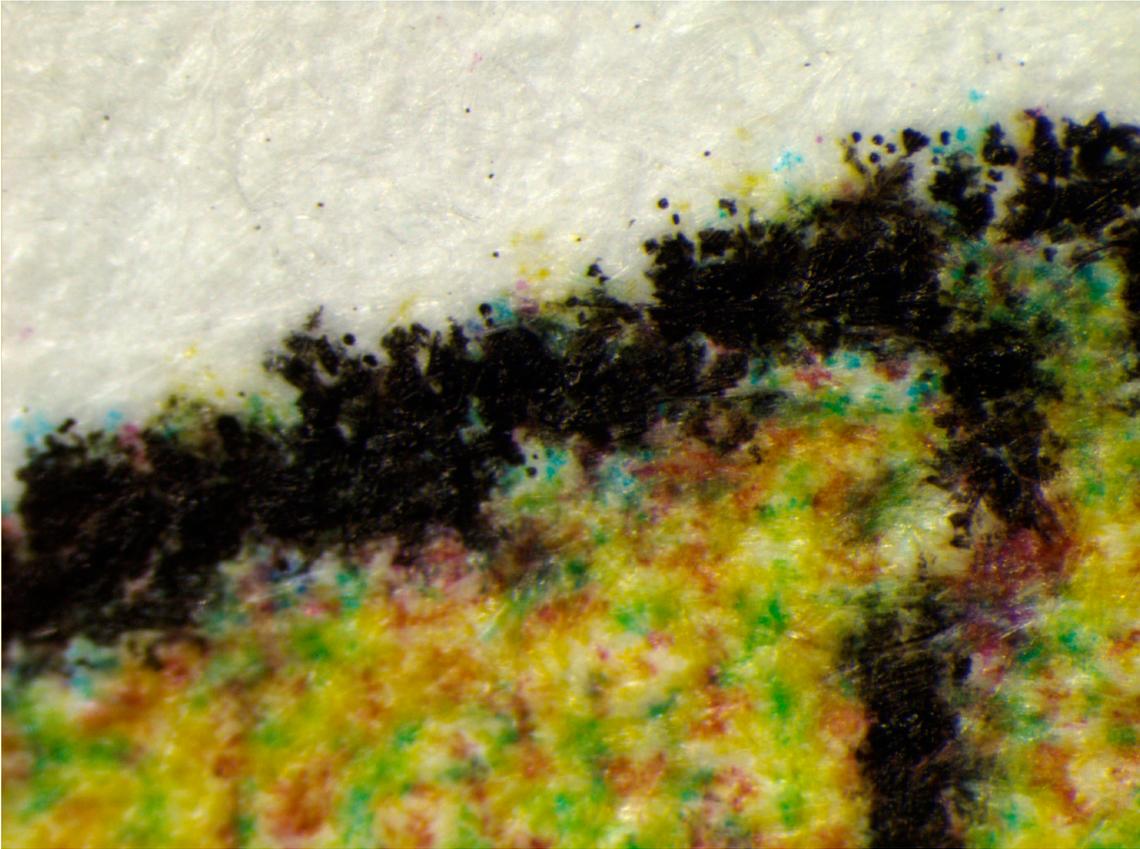


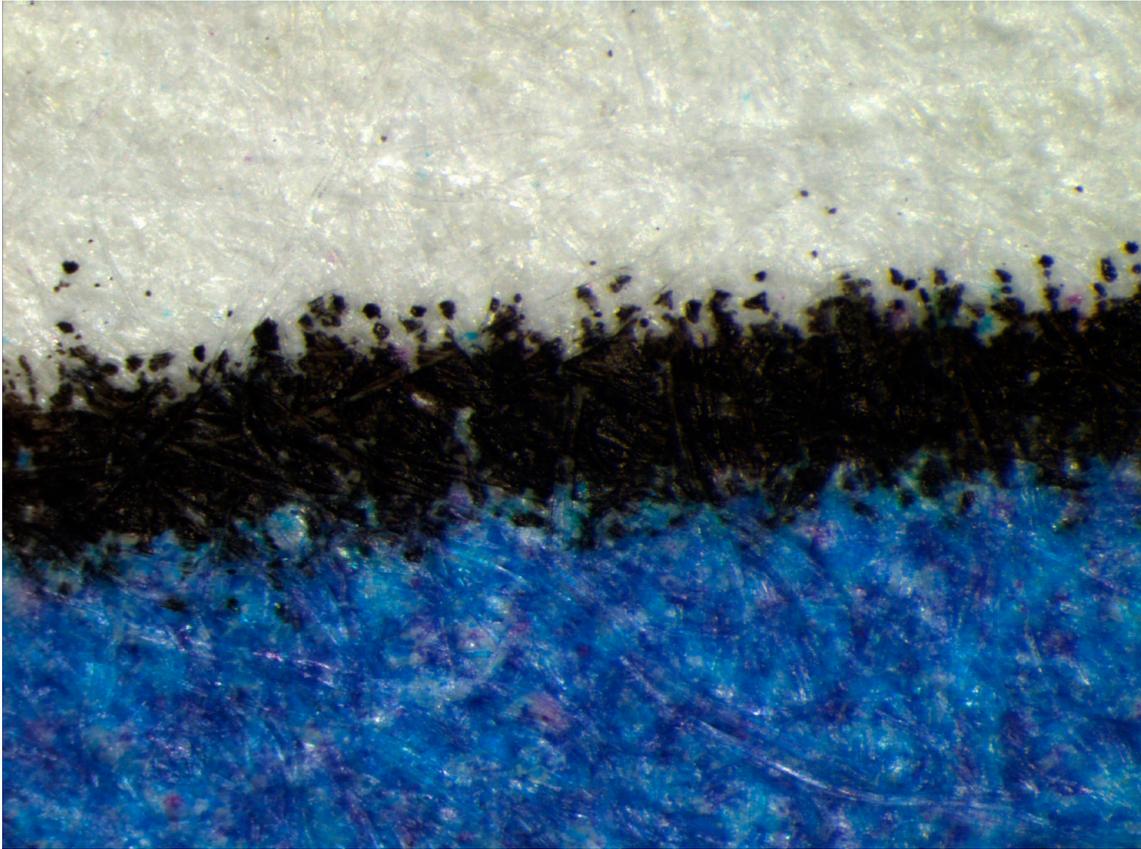


En las 4 imágenes de arriba se aprecian las diferentes interpretaciones obtenidas con 4 máquinas de impresión de inyección de tinta, todas son modelos comercializados durante el año 2019, en el rango de los 300 a 500€ (arriba dos Canon, abajo a la izquierda Epson y a la derecha HP), imprimiendo exactamente el mismo archivo y en con el mismo papel, lo cual demuestra la dificultad en cuanto a unificar un estudio comparativo entre fabricantes¹¹.

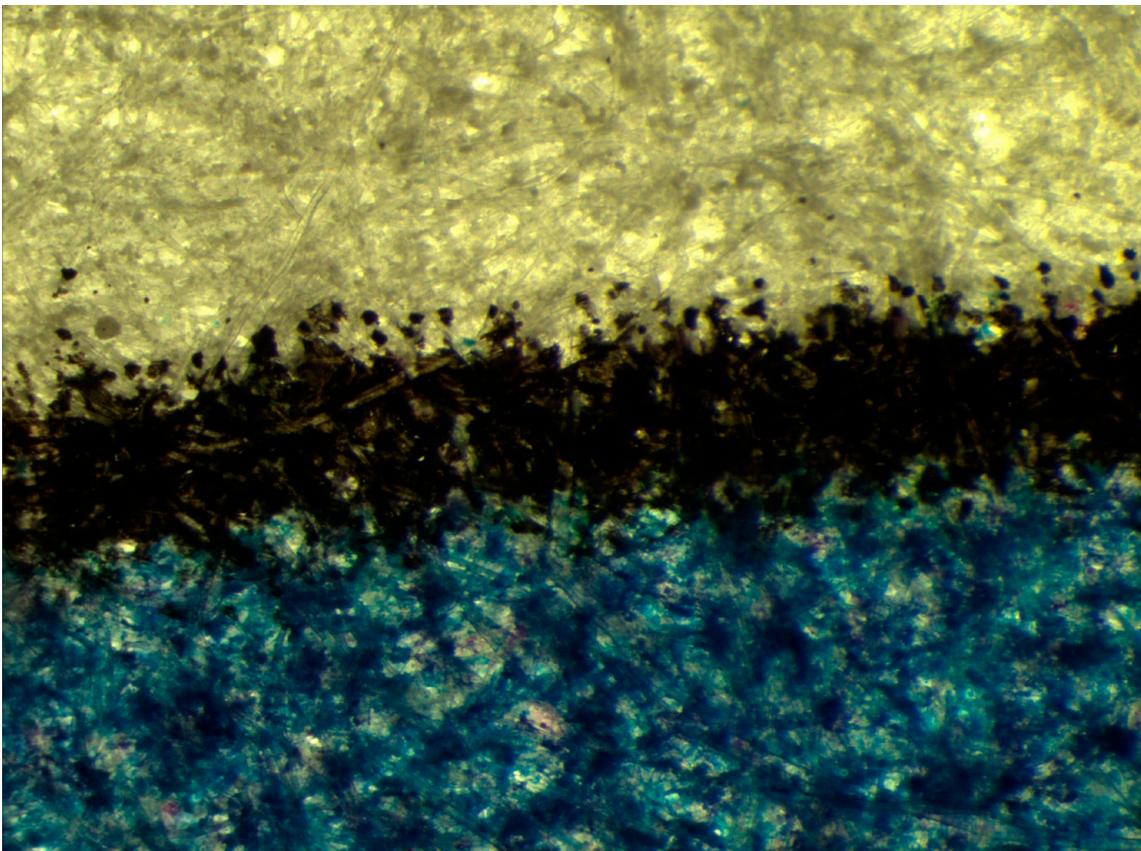
En las siguientes 5 imágenes se observan 5 detalles (150 aumentos) de impresiones realizadas en papel normal con una Canon orientada a la fotografía a su máxima resolución (9600x2400dpi).

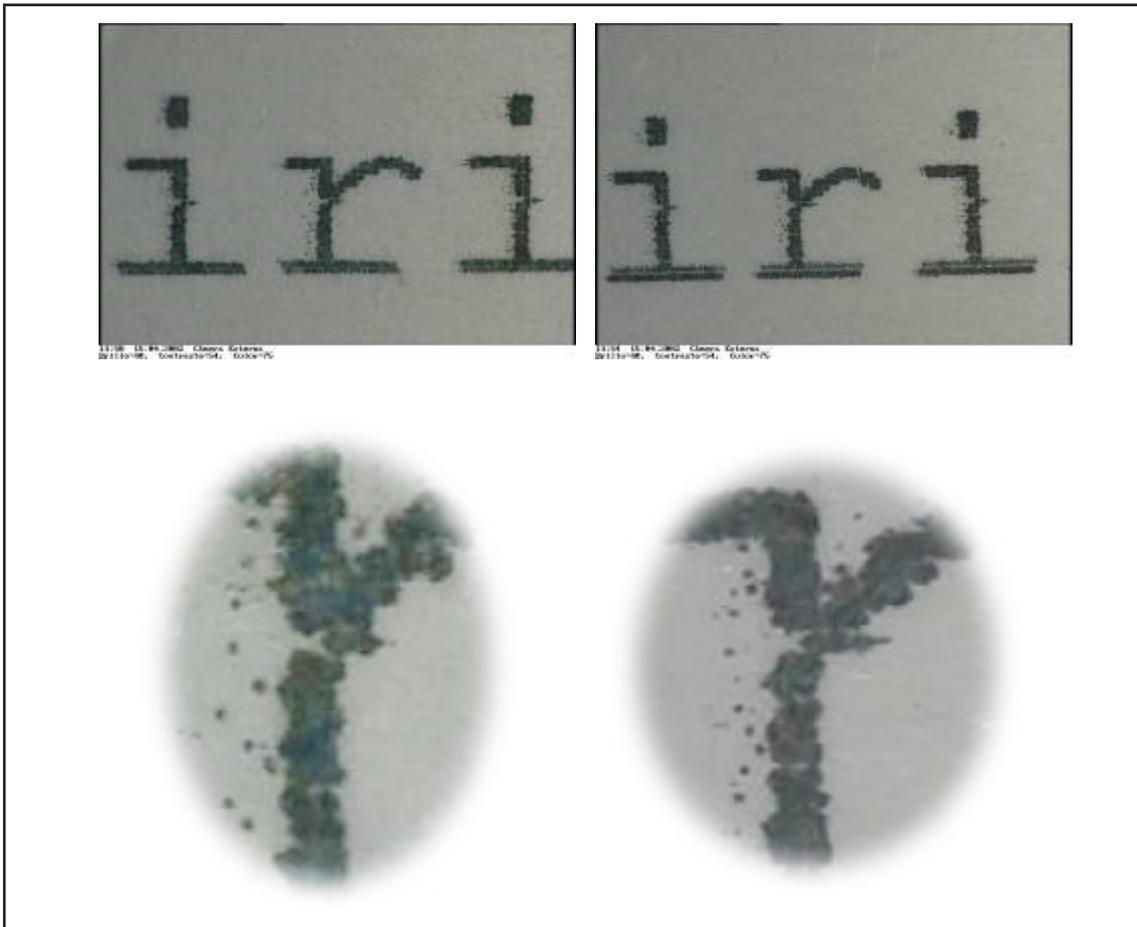
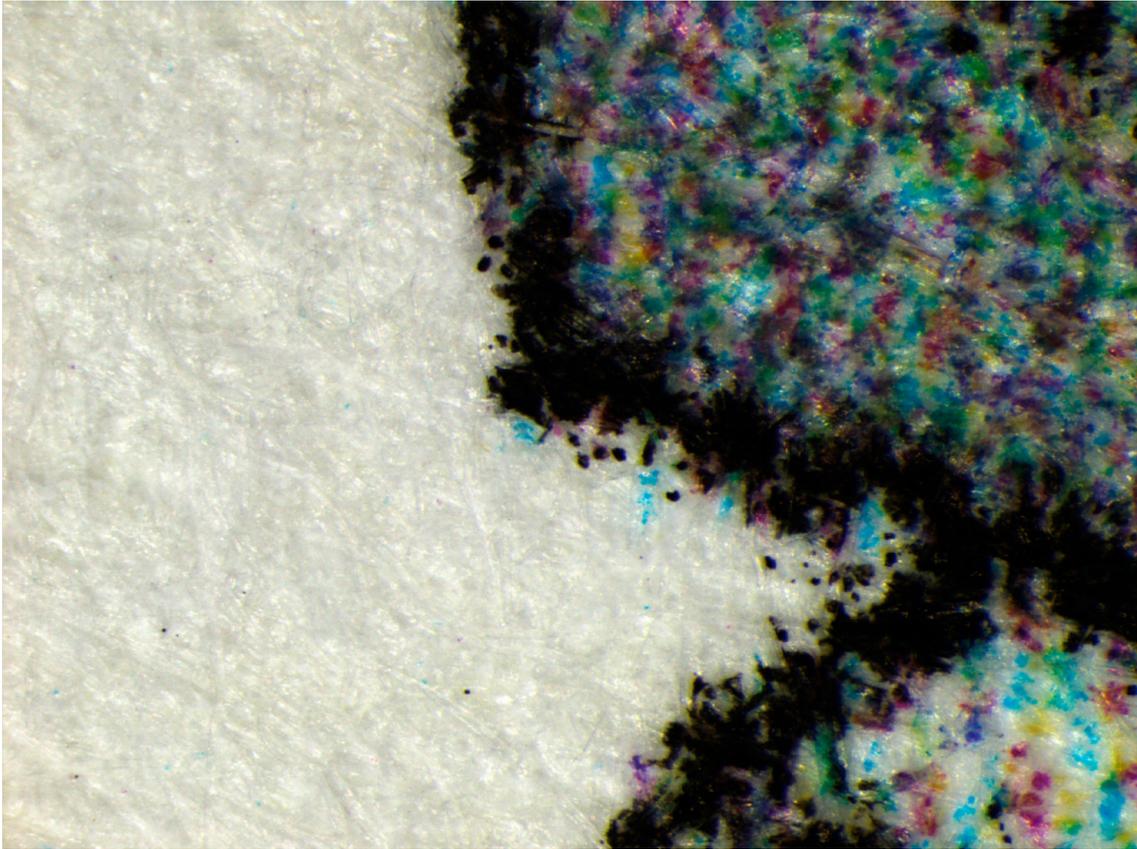
¹¹ El Inspector Alumno de la ENP y doctor en química, Matías Calcerrada, ha orientado su Trabajo Fin de Máster hacia la resolución de este problema, trabajo dirigido técnicamente por el coautor de este libro, Inspector Jefe Fernando Corrales y cuyas conclusiones serán presentadas en junio de 2020.





Compruébese en estas dos ilustraciones la diferencia obtenida en la misma imagen cambiando únicamente la orientación de la iluminación, cenital la superior y con luz por transparencia en la inferior.





Detalles de dos impresiones distintas realizadas con la misma máquina impresora.
La obstrucción parcial de una zona de inyectores provoca un desplazamiento irregular de la tinta impresa
en el papel que permite determinar el común origen de ambos escritos.

3.- IMPRESORAS ELECTRO-FOTOGRAFICAS

Se caracterizan por el uso de un cilindro o tambor fotosensible a un determinado tipo de luz incidente sobre el mismo. Sobre este cilindro se crea una imagen latente con la información transmitida por el ordenador, la misma se revela mediante un polvo fino de carbón llamado tóner que se depositará a continuación sobre el soporte¹².

3.1 Tecnología láser

La tecnología láser está realmente extendida hoy en día, cualquiera conoce su aplicación en varios campos como la cirugía, el corte industrial, la fotografía, la informática o la música.

El primer modelo de impresora láser doméstico se debe a Hewlett Packard en 1.984 (LaserJet), que ha ido evolucionando hasta los modelos actuales, aumentando de manera constante sus prestaciones y reduciendo su tamaño, ruido y precio.

La parte mecánica se compone fundamentalmente de un tambor fotoconductor, el tóner y el propio láser. Esta tecnología es complicada y deriva de las fotocopiadoras, por lo que no es de extrañar que los fabricantes de los componentes lo sean también de las fotocopiadoras, siendo un reducido grupo de empresas las que elaboran dichos elementos, como Canon, Ricoh, Texas Instruments y Kyocera. El resto de las empresas, incluidas las conocidas HP, Epson, Lexmark, Olivetti o Toshiba, tienen que recurrir a las anteriores para la construcción de sus equipos de impresión láser.

Este tipo de impresoras montan sus propios elementos hardware y software. Entre los primeros destacan: el microprocesador, que puede ser tan potente como el de un PC, y que es el encargado del control del proceso; la memoria RAM, con modelos que superan el Gb y en la que se almacena la imagen o la información a imprimir; la memoria ROM en la que pueden guardarse diversas fuentes, puertos USB, tarjeta de red, discos duros sólidos, wifi. Respecto de los segundos (software) toman vital importancia los lenguajes de descripción de página (que describen matemáticamente todos los parámetros que forman el documento), como PostScript¹³ o PCL¹⁴ y las fuentes TrueType, siendo interesantes los programas de mejora de calidad de imagen.

Las impresoras láser han marcado el estándar de calidad de imagen que se corresponde con una resolución de 1200x1200 dpi. La resolución tiende a mejorarse, además, a través de la vía software, mediante programas de mejora de contornos e interpolación de datos. La incorporación de lenguajes de descripción de páginas (PostScript y PCL) facilita una gama amplia de tipos de letra y tamaños, pudiendo realizarse con éstos diferentes tipos de efectos (sombreados, rotaciones, deformaciones, texto en blanco sobre fondo negro, etc.) ya que tratan al texto como a un gráfico.

Otras características importantes y que inciden sobre el precio de la máquina son la velocidad de impresión, que se mide en páginas por minuto, siendo una media normal por encima de las 20 ppm.

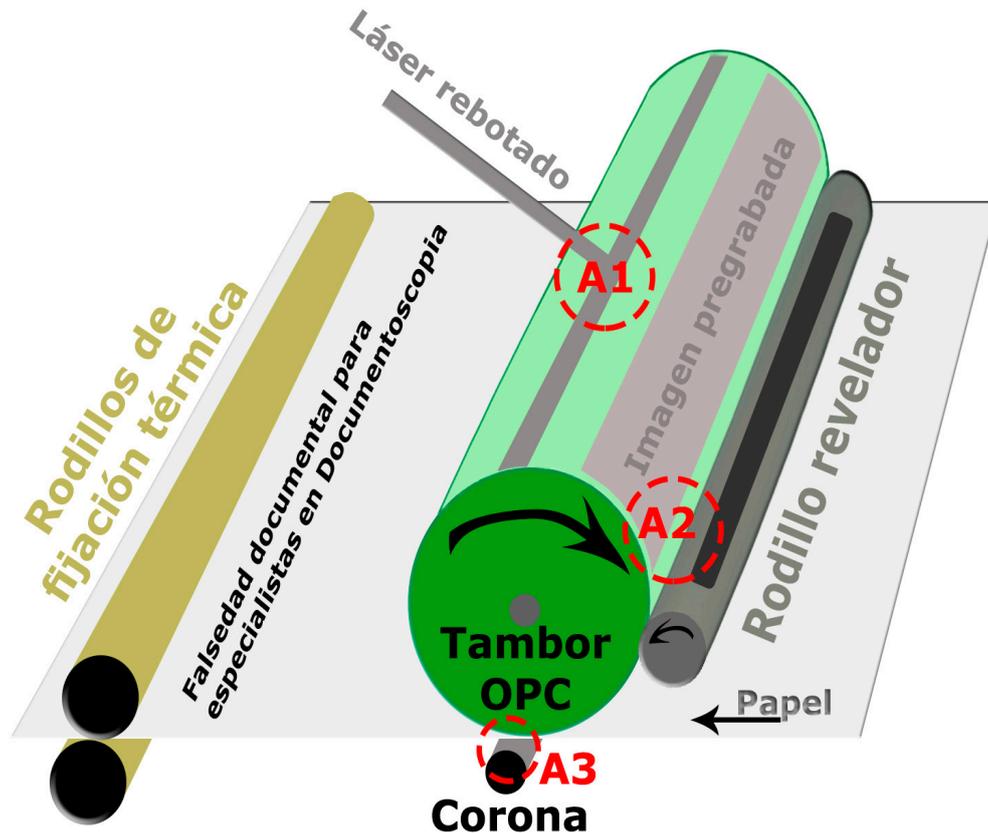
El proceso de impresión de una impresora láser se inicia con el envío, por parte del ordenador, de la información en código ASCII (código americano de normas utilizadas para el intercambio de información entre fabricantes). Una vez en el interior de la impresora estas señales son almacenadas en la RAM y enviadas al microprocesador para su tratamiento, convirtiéndolas en una matriz en la que se determina la intensidad del láser para cada punto.

¹²No obstante, lo reseñado en este párrafo, hay una serie de nuevas opciones dentro de la impresión digital que, referidas a la electrofotografía, permiten imprimir mediante tintas líquidas y tóner líquido.

¹³PostScript fue creado por Adobe en 1984. Apple lo implementó en 1985 en sus impresoras láser. La última versión, liberada en 1998, es la denominada PostScript nivel 3.

¹⁴PCL fue creado por Hewlett Packard para impresoras de chorro de tinta al inicio de la década de los 80 del siglo XX. La última versión, publicada en 1995, es la PCL 6.

Un haz de luz láser se dirige, a través de un espejo giratorio, contra el tambor fotoconductor, construido en aluminio y cubierto con una materia fotosensible, normalmente óxido de cinc o de selenio denominada OPC (Organic Photoconducting Cartridge) y que, por extensión, da su nombre al tambor. El láser se activa cada vez que imprime un punto negro y se desactiva en los puntos que deben quedar en blanco. El tambor se carga por hileras hasta formar la imagen completa. El material fotosensible, con el que está recubierto el tambor, tiene una carga electrostática negativa a lo largo de toda su superficie que, al ser iluminado por la luz del láser, se convierte en positiva en las zonas afectadas (Figura ampliación A1).

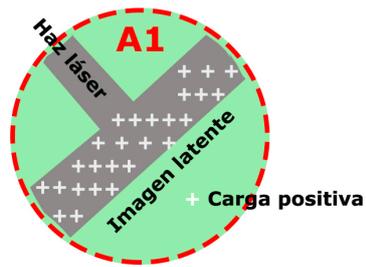


Una vez que la imagen latente es recogida por el tambor se procede a la transferencia del tóner. El tóner se extrae de su cartucho de almacenaje mediante un rodillo revelador que tiene un imán en su interior. El polvo de tóner está cargado negativamente y, al girar el tambor y el rodillo, las partículas negativas son atraídas por las positivas del tambor, formándose la imagen a transferir al soporte (Figura ampliación A2).

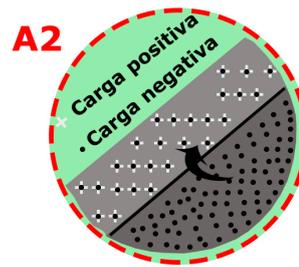
Cargado el tambor con el tóner se procede a pasar la imagen (información) al papel. Este es enviado desde la bandeja y pasa entre el tambor y una corona de alambre. Esta última crea un potente campo positivo que atrae a las partículas del tóner (con carga negativa) las cuales se depositan sobre el papel. Al mismo tiempo, la corona restituye la carga original negativa del tambor en toda su superficie, quedando el tambor dispuesto para recibir una nueva información (Figura ampliación A3)¹⁶.

¹⁵ El tóner es una mezcla con sustrato de fino polvo de carbón -grafito- a la que se le añaden una serie de componentes tales como cera, tintura, sílice, polímeros acrílicos, resinas de poliéster, óxido de hierro y pigmentos orgánicos. Las partículas tienen un diámetro de entre 5 y 30 micras.

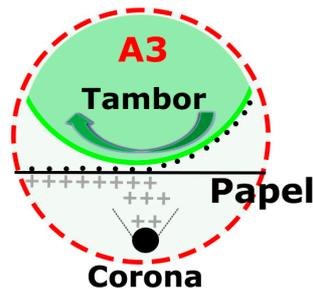
¹⁶ Fundamentalmente hay dos tipos de sistemas de transmisión del tóner: a) el que utiliza tóner magnético (HP y Canon), en este caso el tóner se transfiere a través de elementos imantados, en su composición se contempla el óxido de hierro; b) el sistema electrostático (Lexmark), tóner sin componente férrico, en el que el tóner se carga eléctricamente y la transferencia se hace por diferencia de carga eléctrica, este último es el que explicamos en estas páginas. No existe un tóner genérico para todas las marcas de impresoras que hay en el mercado porque estas difieren en velocidad, voltaje aplicado a la transferencia y en el tipo de unidad de fusión que utilizan.



Creación de una imagen latente sobre el tambor



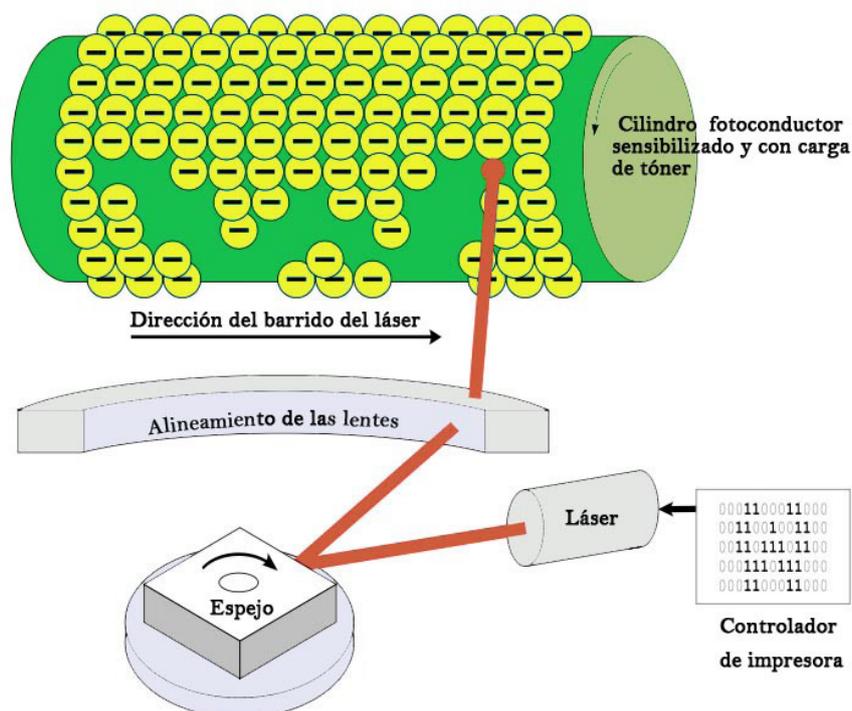
Transferencia de tóner del rodillo al tambor



Transferencia de tóner del tambor al papel

Finalmente, para conseguir una correcta adherencia del tóner sobre el papel, éste pasa por unos rodillos que tienen una temperatura entre 160 y 200 grados.

El proceso descrito se denomina escritura negra porque cada punto grabado en el tambor por el haz láser se corresponderá en el papel con un punto negro. No obstante, las impresoras de la marca Ricoh realizan el proceso en forma inversa, es decir, las áreas activadas por el láser son las que no reciben el tóner al tener la misma carga que éste, impregnándose las zonas que no han sido iluminadas. Este último sistema se llama de escritura blanca y con él se consiguen zonas más oscuras y con más detalle que en el caso de la escritura negra.

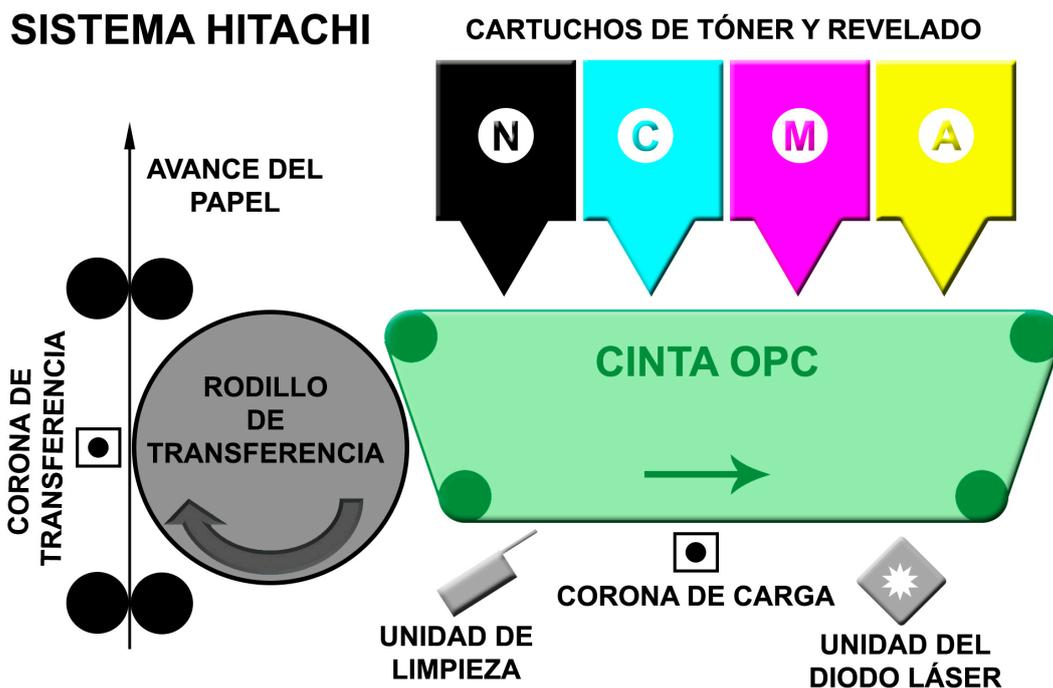


Las impresoras láser con capacidad de color aparecen en 1994 de la mano, una vez más, de HP. Actualmente se comercializan en nuestro país modelos de las empresas HP, Canon, Brother, Epson, Samsung, Lexmark, Ricoh y Konica Minolta, si bien su precio en 1994 superaba el millón de pesetas (6000 €), hoy en día podemos encontrar los modelos más sencillos por unos 100 Euros.

Las principales virtudes de estos periféricos son su buena calidad de salida en color con resoluciones hasta 1200x1200 dpi y su velocidad de impresión en cuatricomía.

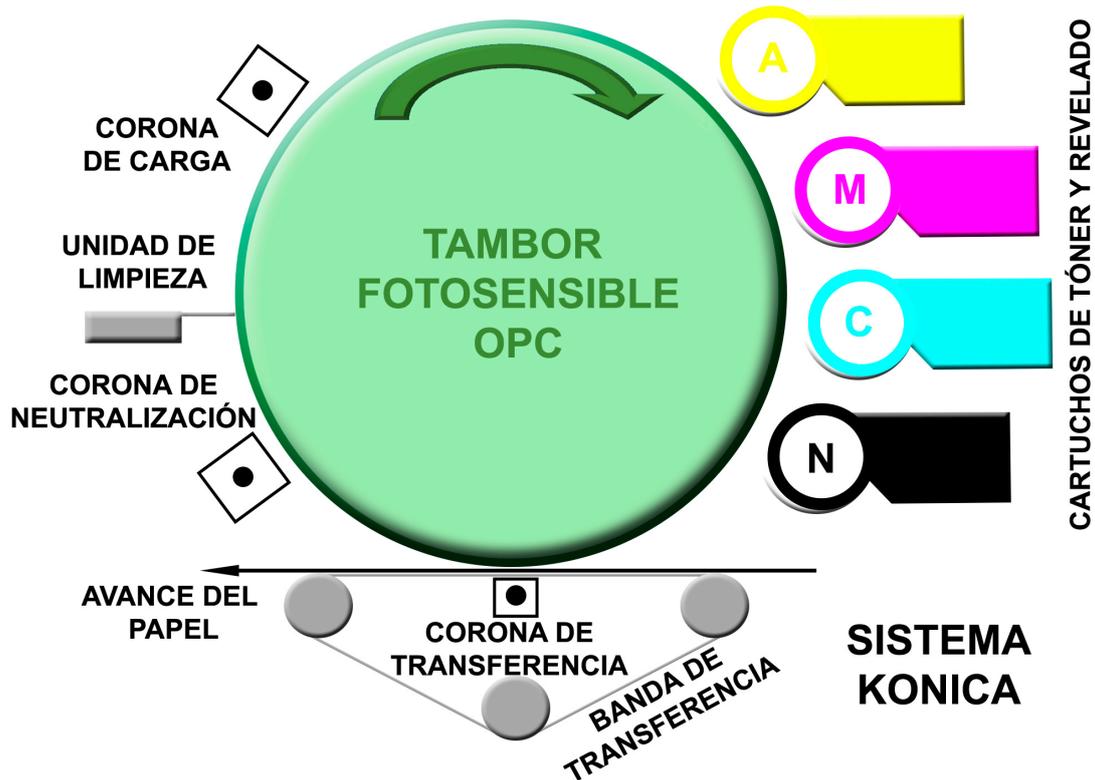
Las tecnologías que soportan estas máquinas provienen originalmente de las fotocopiadoras en color y las primeras se deben a diseños de Hitachi (Minolta-QMS y Xerox) y a Konica (HP).

El sistema de Hitachi forma la imagen latente en una banda con material orgánico fotoconductor (OPC) que sustituye al tambor de los modelos monocromos y que tiene las mismas textura y color verde. La cinta recibe una carga eléctrica de la corona de carga que desaparece en las zonas iluminadas por el láser. A continuación, la banda pasa por la estación de revelado y tóner, que incorpora cuatro colores (amarillo, magenta, cian y negro). En cada vuelta de la cinta se carga un color, en el orden indicado, que se pasa al rodillo de transferencia, eliminándose el tóner sobrante de la cinta por medio de la unidad de limpieza que se encuentra antes de la corona de carga. En el rodillo de transferencia se van superponiendo los cuatro colores. Cuando la imagen está completa en el rodillo se carga una hoja, a la que se le transfiere el tóner que forma la imagen mediante la carga de la corona de transferencia.



El sistema de la casa Konica prescinde de la banda o cinta OPC, conservando el tambor fotosensible típico de las monocromo que, además, funciona como rodillo de transferencia. En común con el sistema anterior tiene la corona de carga electrostática del tambor y el haz láser que va descargando las zonas por él iluminadas. El tambor recibe en cada vuelta un color de tóner en el mismo orden que en el caso precedente. Una vez formada la imagen en el tambor se coge una hoja, se carga la corona de transferencia y se pasa la imagen al papel. La principal dificultad de este sistema, ya resuelta, consiste en conseguir que el haz de láser atravesase las capas de tóner ya depositadas en el tambor, eliminando a su vez la carga de las partes que no llevan color¹⁷.

¹⁷ https://www.youtube.com/watch?v=Abk6v_OwXiE

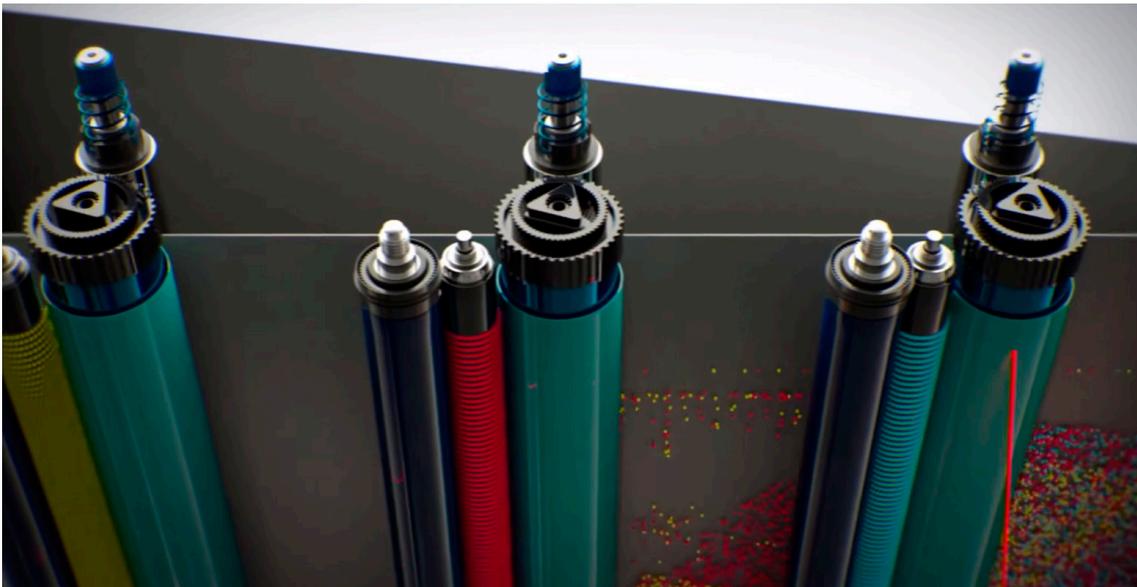


En los videos¹⁸ cuyos enlaces obran a pie de esta página (HP), se puede comprender con mayor facilidad la tecnología actual que montan las impresoras de HP y que se debe a Canon. Se han extraído dos imágenes del segundo de los vídeos. En la de arriba se observa el conjunto de los 4 cartuchos de color de tóner (cada uno de los cuales contempla un sistema completo -cilindro OPC, revelador y dispensador tóner-), por encima de cada conjunto se aprecia un cilindro corona y la cinta de transferencia -color negro- que se sitúa entre los cartuchos de tóner y las coronas. La derecha del conjunto una hoja de papel aparece dispuesta para recoger el tóner y pasar a continuación por el fusor, cilindro de color naranja.

En la de más abajo, se aprecian los cilindros OPC, los reveladores y los dispensadores de tóner de los colores amarillo, magenta y cian, un rayo láser -rojo- está activando el OPC del tóner cian. Sobre cada cilindro OPC hay una corona de carga y entre medias pasa la cinta de transferencia. Se observan partículas de tóner en la cinta de transferencia.



¹⁸ <https://www.youtube.com/watch?v=WHNtsO5etkA>



3.2 Tecnología LED

La tecnología LED¹⁹ (Light emitting diodes) se basa en la iluminación mediante diodos emisores de luz, que se diferencian del diodo láser en que se encuentran recubiertos de galio.

Las impresoras LED disponen de un cabezal de impresión que está compuesto por una regleta de diodos emisores de luz LED alineados. Cuanto mayor es el número de diodos contenidos en el cabezal de impresión, mayor es la resolución del equipo. La imagen latente se forma a través de una matriz electrofotográfica por líneas, creada por la emisión de hasta 5.000 diodos led con modulación de intensidad individual, que forman la imagen sobre el OPC y que tras la adhesión del tóner se transfiere al papel²⁰.



Las ventajas de esta tecnología, respecto de la láser tradicional, se plasman en una reducción del número de elementos móviles y por lo tanto el precio, en un menor consumo eléctrico y en un mantenimiento general más económico. En relación con la resolución, otro dato a considerar es el tamaño del punto generado por el led o por el láser.

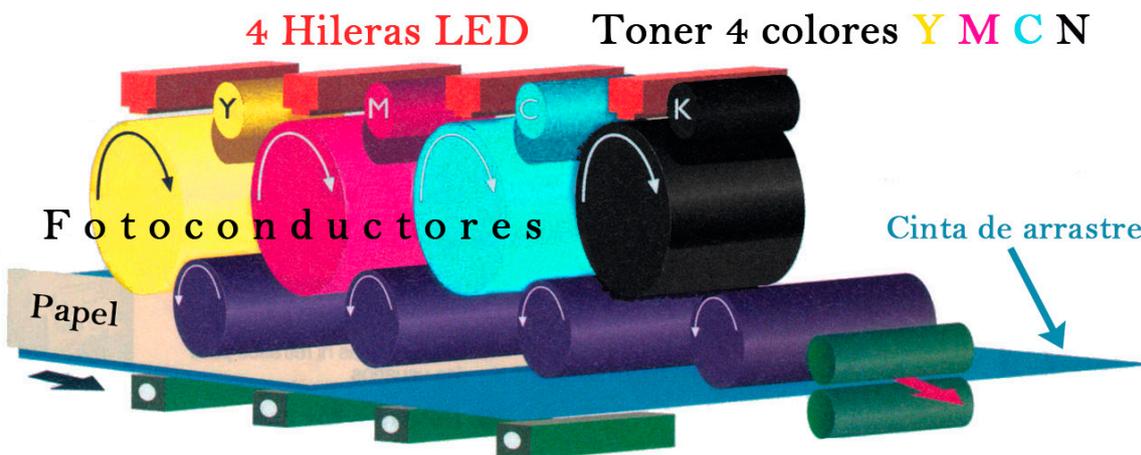
En el caso del punto LED, el diámetro es de aproximadamente 25 micras²¹, mientras que el diámetro de un punto láser es de 65 micras. Por su sistema de escaneado, las impresoras láser necesitan que exista una determinada distancia entre la fuente de luz y el tambor fotoconductor; cuanto mayor es esa distancia, mayor es el diámetro del punto. La distancia necesaria entre la fuente de luz y el tambor fotoconductor, en una impresora LED, es de menos de 1 cm., mientras que, en el caso de las impresoras láser, es de 10 cm.

¹⁹ En 1962 Nick Holonyak Jr., un empleado de General Electric, inventó la tecnología LED.

²⁰ https://www.youtube.com/watch?v=21A5WkLnlag&list=PLYTsR3TvQr8VFMrl12ddAdTexQ_3o17uc&index=6

²¹ Una micra es una medida de longitud que equivale a la millonésima parte de un metro, 10⁻⁶ metro.

En la siguiente imagen se aprecia la disposición interior de los principales elementos de una impresora LED, que se compone de: 4 hileras LED -una para activar cada fotoconductor- de 4 cilindros fotoconductores -uno para cada color- y de 4 dispensadores de tóner -uno para cada color siguiendo el patrón CMYK²².



La resolución conseguida por este sistema alcanza los 1.200x1.200 dpi., permitiendo, la modulación individualizada de los LEDs, un mayor control de la escala de grises y una nitidez muy buena.

3.3 Tóner líquido

Resulta prioritaria hacer una aclaración, más de un lector se sorprenderá de ver en este apartado a las máquinas que describiremos a continuación, pensando, con buen criterio, que las Índigo son máquinas que han dado lugar al denominado Offset Digital o también llamadas Prensas Digitales. Estas máquinas son, efectivamente, el paso intermedio entre las impresoras láser y las prensas offset tradicionales, sin embargo, como especialistas en Documentoscopia, priorizamos el uso del tóner para la transferencia de imágenes al soporte, siendo esa la explicación de por qué aparecen en este capítulo.

El funcionamiento de los sistemas electrográficos con tóner líquido es parecido a los de tóner sólido. La diferencia esencial se encuentra en la naturaleza líquida del propio tóner. El verdadero artífice y desarrollador de esta técnica es Benny Landa²³ quien fundó en 1977 la casa Indigo, que fue adquirida por HP en el año 2002²⁴.

Estas máquinas, también conocidas como prensas digitales y que sobrepasan ampliamente el ámbito doméstico, están dirigidas al mundo empresarial y permiten la impresión denominada “bajo demanda”, en la que el cliente puede pedir un determinado número de ejemplares para tiradas cortas a precios muy razonables, lo que no es posible realizar con el offset tradicional debido al alto coste de la producción de las planchas.

Alguna de las características de estas máquinas es su carga de trabajo y velocidad, de manera que pueden imprimir, en el caso de los modelos de pliego 160ppm en formato A4 a 4 colores o 272ppm en el mismo formato en un solo color (las velocidades en los modelos de bobina son muy superiores a los aquí reseñados). Disponen de tinteros

²² Es el modelo o patrón de colores utilizado en imprenta y en las impresoras, también conocido como sustractivo ya que trabaja con la parte no absorbida de la luz y que da lugar a los colores cian, magenta y amarillo (colores secundarios). Mediante la combinación de estos obtenemos los colores primarios, así magenta más amarillo = rojo, magenta más cian = azul, cian más amarillo = verde y la combinación de cian, magenta y amarillo = negro. Como el negro así obtenido no es muy puro, las impresoras de 4 colores añaden un cartucho de tinta negra para saturar este color y obtener mejor contraste.

²³ Benny Landa, judío de origen polaco nacido tras la SGM, es conocido como el padre de la impresión Offset digital en color.

²⁴ Aunque HP es el líder del mercado en impresoras de tóner líquido con sus Indigo, no es el único fabricante, también Océ (división para impresión profesional de Canon) y la belga Xeikon.

(o tal vez deberíamos decir depósitos de tóner) de hasta 7 colores diferentes, utilizan como en el offset litográfico una mantilla²⁵ para la transmisión intermedia de contenidos gráficos previa a su paso al papel, la calidad es cuanto menos similar al offset tradicional y claramente superior a la obtenida con máquinas de tóner sólido (resoluciones de 2438x2438dpi son anunciadas por HP para el modelo Indigo W7900 Digital Press).

Como ya habíamos anticipado la clave está en el tóner líquido, que HP llama directamente tinta y a la que ha patentado con el nombre de ElectroInk, la tinta líquida exclusiva de HP Indigo. Así HP informa que:

“ElectroInk está compuesta por unas partículas de tinta que están cargadas eléctricamente en un líquido. Al igual que otras tecnologías de impresión digital, como la xerografía de tóner de polvo, ElectroInk hace realidad una impresión digital en la que se puede controlar eléctricamente la ubicación de las partículas de impresión. Sin embargo, a diferencia de la xerografía de tóner de polvo, la tecnología de la tinta líquida ElectroInk permite que el tamaño de las partículas pueda ser muy pequeño, llegando a alcanzar hasta 1-2 micrones. El tamaño diminuto de las partículas permite obtener una resolución superior, reproducir colores más brillantes, bordes de la imagen más nítidos, así como capas de imagen extremadamente finas. Estas finas capas de las imágenes son capaces de reproducir la superficie del papel, traduciéndose en un acabado uniforme que complementa a la perfección al acabado del papel. En resumidas cuentas, la tinta líquida ElectroInk permite imprimir con la misma calidad que la impresión offset convencional”.

Es el propio Landa quien, una vez más, consigue una nueva evolución al utilizar como base el agua en vez del aceite (HP usa aceite para diluir las partículas de tóner). La “tinta” de Landa se aplica mediante un sistema similar al chorro de tinta en una banda, dicha banda se convierte en una hoja polimérica transparente, es decir plástico, que a continuación se transfiere al sustrato. Aunque estamos hablando de “tinta”, sin embargo, es tóner líquido.

Las partículas Landa son muy pequeñas, tanto que a esta impresión se la denomina nanográfica, consiguiendo un ahorro de consumible y una mayor calidad final. El propio Landa en su página web²⁶ presume de haber conseguido partículas de tan solo algunas decenas de nanómetros²⁷, 10 veces más pequeñas que las empleadas en procesos offset de calidad.

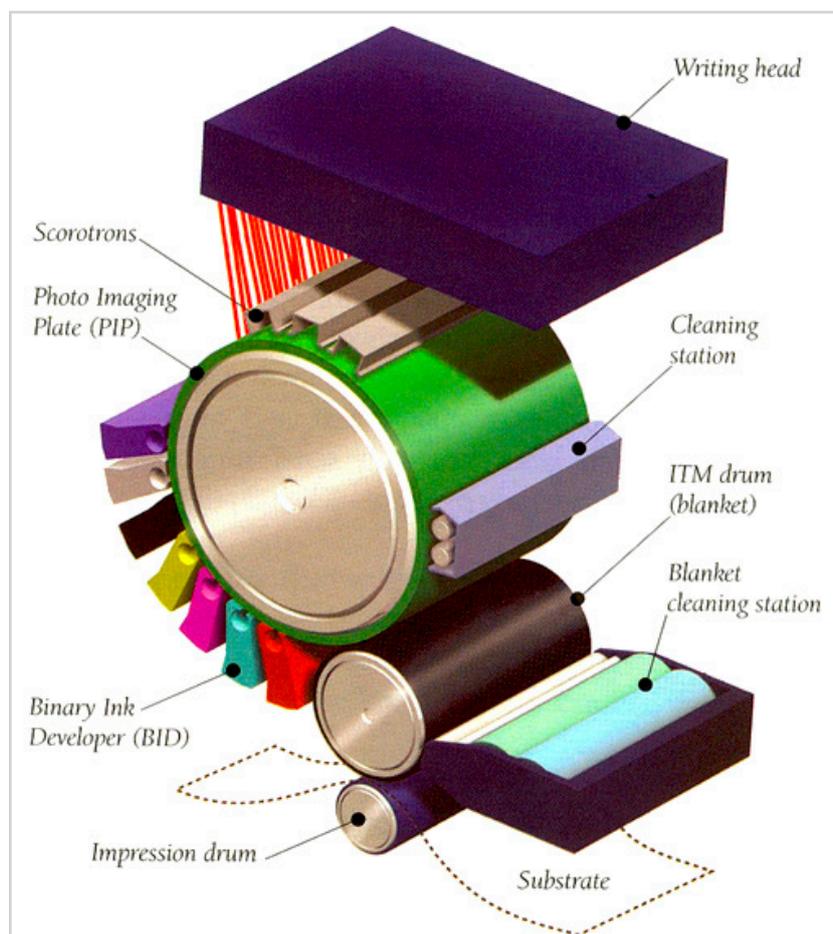
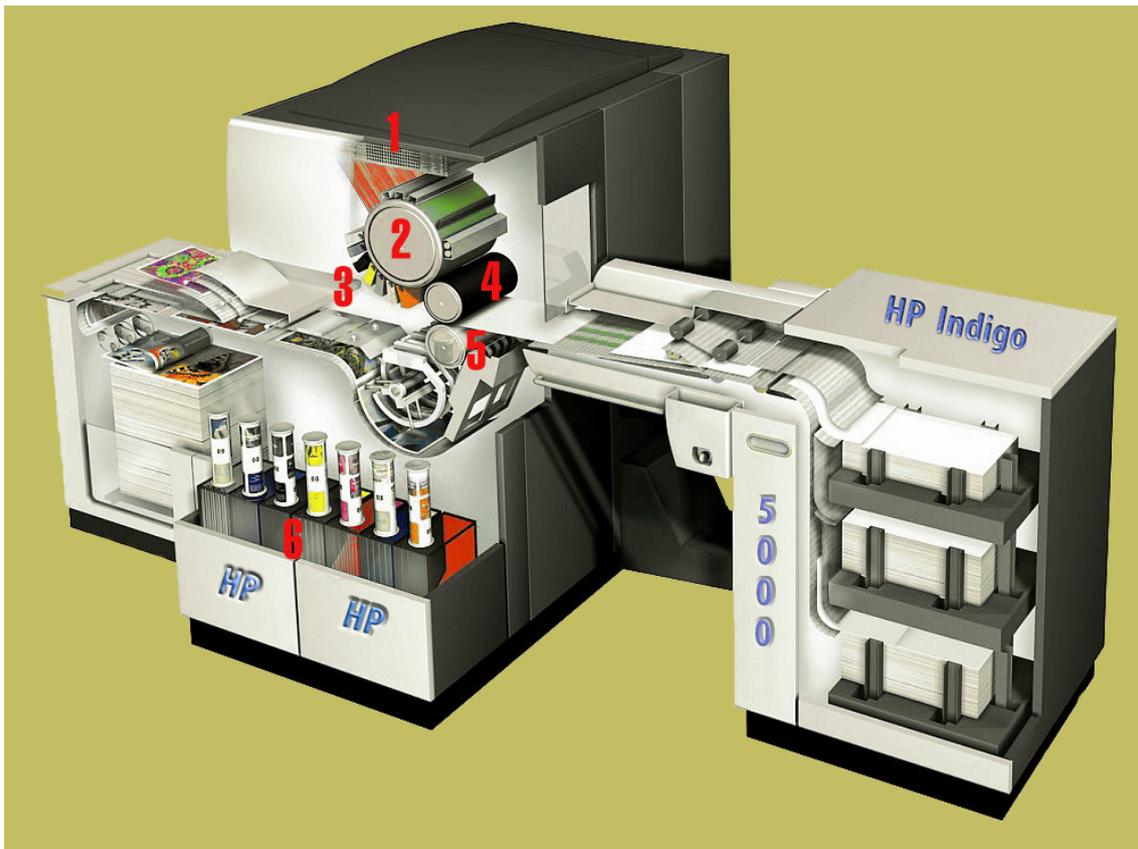
Las siguientes imágenes contienen el esquema de una Prensa Digital HP Indigo 5000, en la que hemos numerado sus principales elementos de impresión:

1. Unidad láser
2. Cilindro fotoconductor
3. Unidades dispensadoras de tóner
4. Mantilla
5. Cilindro impresor
6. Depósito de tóner de siete colores
7. Depósitos de tóner, siete colores

²⁵ En sus manuales HP explica: “El proceso offset térmico de HP Indigo utiliza una mantilla calentada que hace que las partículas portadoras de pigmento de la tinta ElectroInk de HP Indigo, cuya forma es especial, se fundan y mezclen para formar una película líquida uniforme. Cuando entra en contacto con el soporte más frío, la tinta ElectroInk se solidifica de manera inmediata, adhiriéndose y transfiriéndose con fuerza al soporte”.

²⁶ <https://www.landanano.com/nanography/nanotechnology>

²⁷ Un nanómetro es la milmillonésima (10-9) parte de un metro. Un cabello humano tiene un diámetro entre 50.000 y 150.000 nanómetros (50 a 150 μm , micras) y las partículas más pequeñas que podemos ver a simple vista, unos 50.000 nm (50 μm , ó 0,05 mm).





Una muestra ampliada de una impresión realizada con una Indigo



3.4. Identificación del sistema de impresión, en busca del tóner

En principio deberíamos de preocuparnos por las impresoras láser que utilizan tóner sólido, ya que son las de uso más frecuente por estar al alcance de cualquier bolsillo y ser las de uso habitual en los despachos de las empresas y negocios, en general, y como nos demuestra la experiencia, son estas las máquinas que tiene cierta incidencia en lo que a su utilidad fraudulenta, delictiva o de trascendencia judicial se refiere.

El resultado de la tecnología electro-fotográfica, se distingue, en su observación magnificada por encima de 50X, por el brillo y el relieve del tóner negro, la masa compacta del mismo y por la aparición de satélites característicos. En cualquier caso, la mejor o peor apreciación del brillo depende de la iluminación.

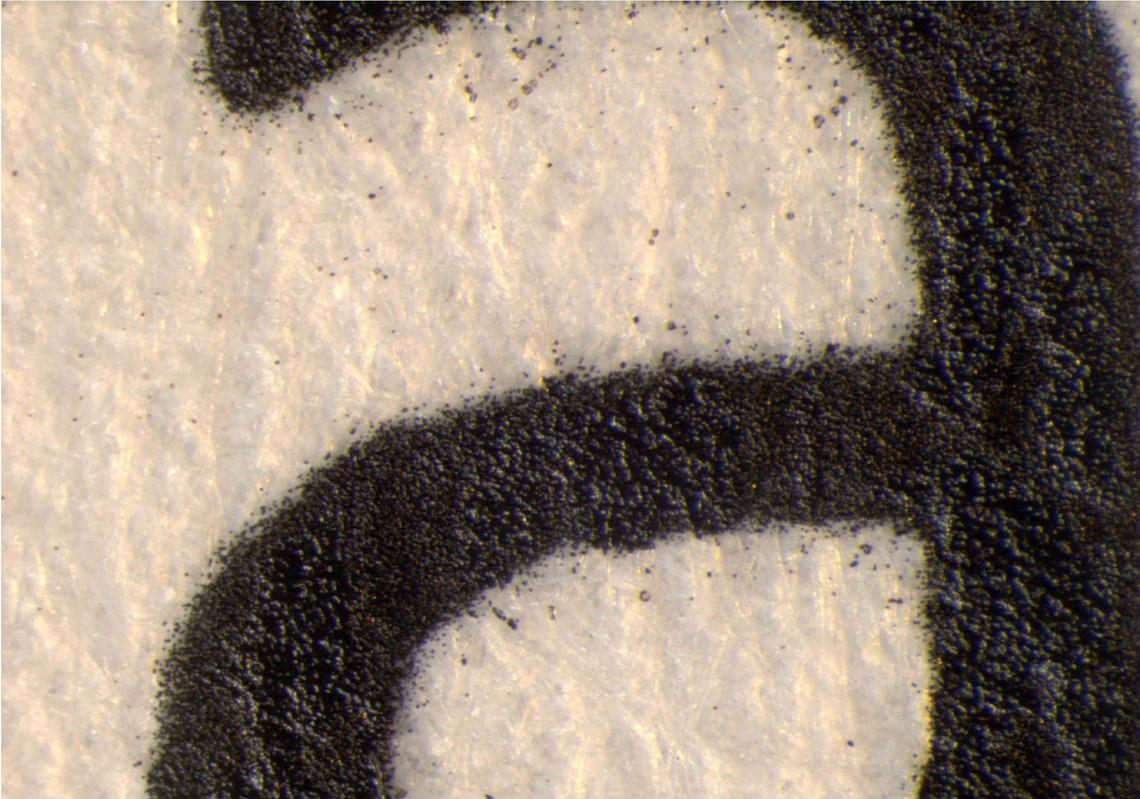
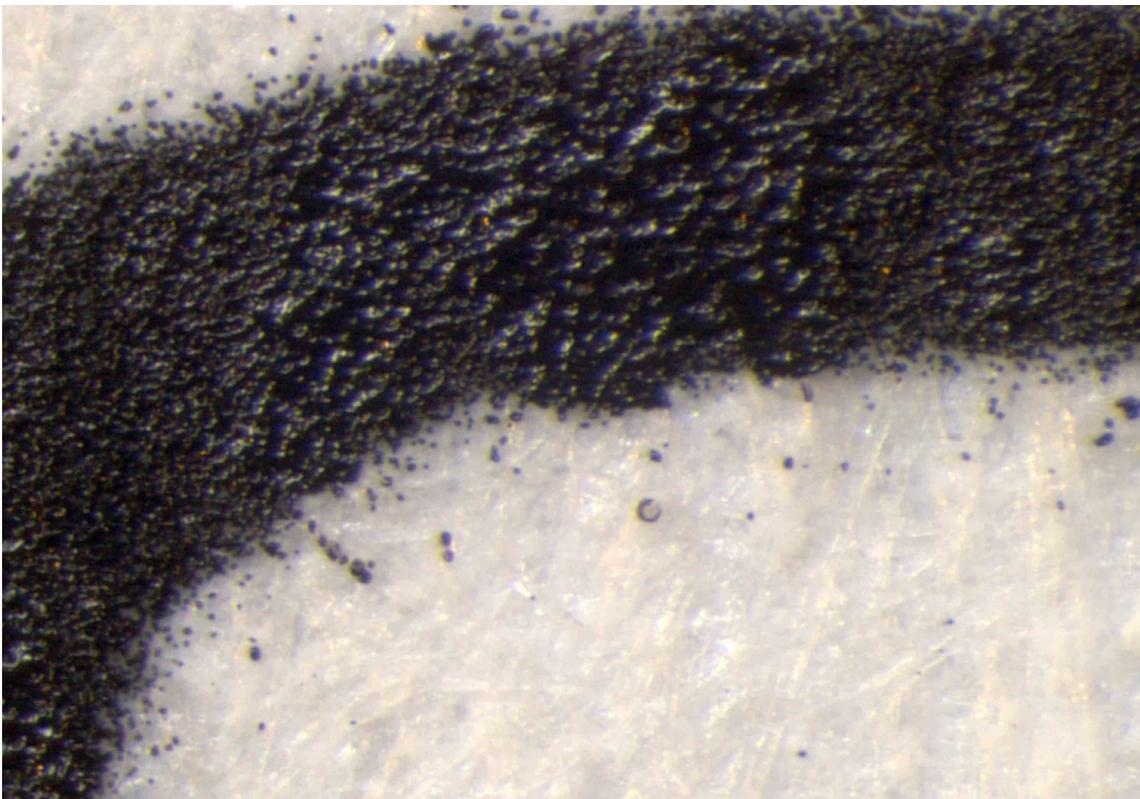
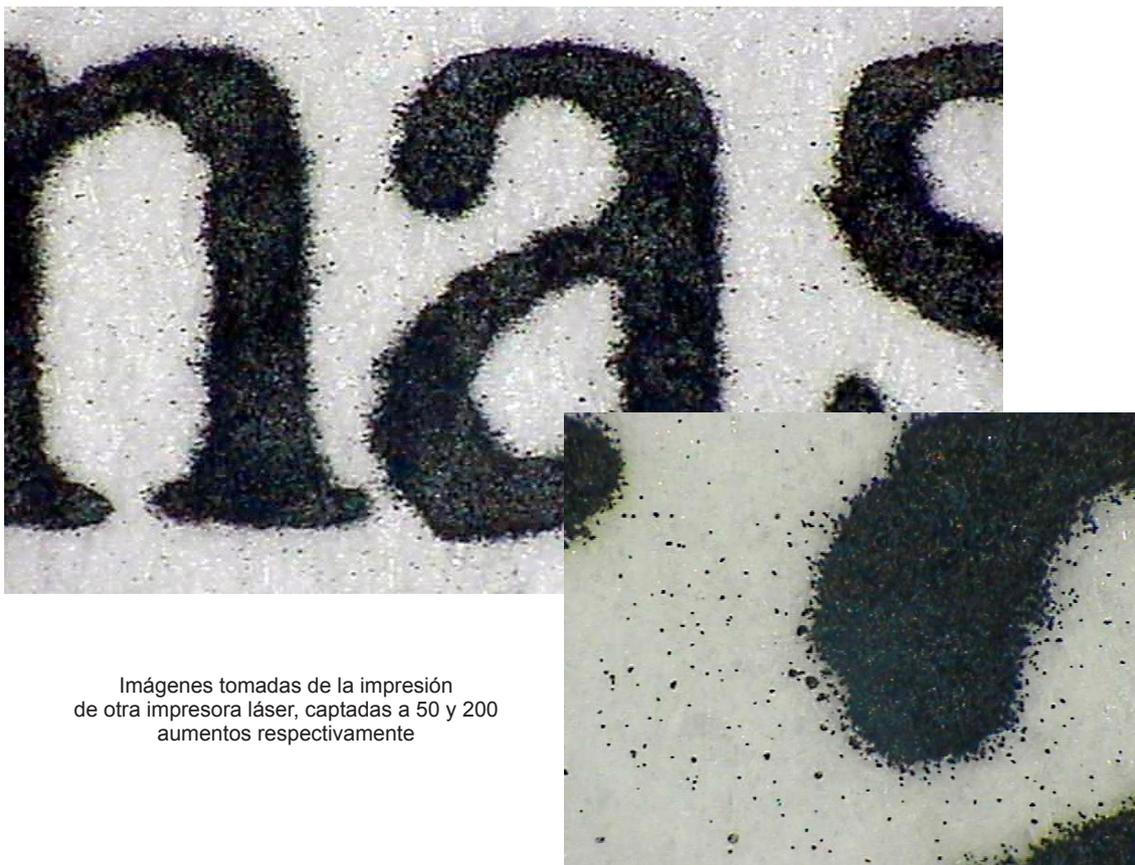


Imagen tomada a 75 aumentos en la que se aprecia el relieve del tóner, cierto brillo y la satelización alrededor del cuerpo de la letra.



Detalle de la letra anterior tomado a 150 aumentos en que se advierte con mayor nitidez las características propias del tóner sólido reseñadas en la imagen anterior.

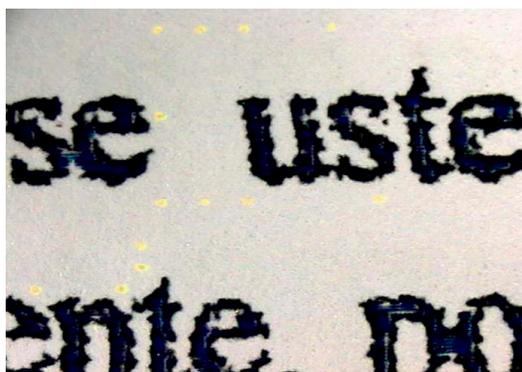


Imágenes tomadas de la impresión de otra impresora láser, captadas a 50 y 200 aumentos respectivamente

También se puede comprobar el uso de esta tecnología mediante el levantamiento cuidadoso de la capa de tóner con útil inciso cortante (bisturí o cuchilla), ya que al ser un depósito material que se superpone al sustrato, normalmente papel, podemos, auxiliados de una lupa, levantar el mencionado depósito.

Otra posibilidad es hacer una prueba discriminadora -tinta tóner- mediante el uso de acetona. Se coge un papel y se deposita una gota de acetona que se superpone al texto en cuestión y se frota contra el mismo, la transferencia de sustancia nos indica que estamos en presencia de tóner ya que la tinta no reacciona.

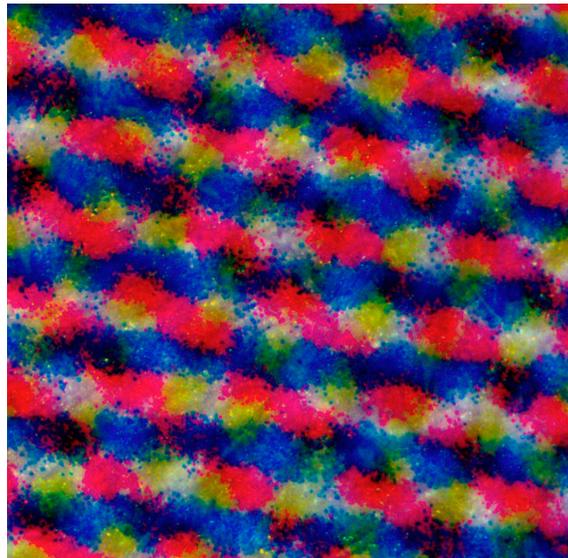
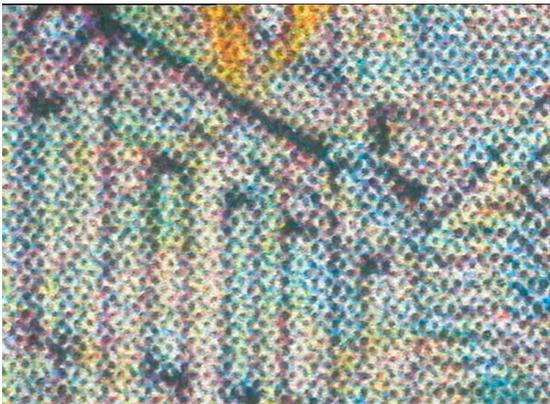
Debemos tener en cuenta como especialistas una circunstancia que afecta a las fotocopias es la posibilidad de localizar la fotocopidora utilizada para realizar una fotocopia en concreto. Ello es posible gracias a que las fotocopadoras industriales, las que están ubicadas en las copisterías, dejan unos puntos invisibles al ojo humano en una frecuencia que se repite a lo largo de todo el papel. Estos puntos son de color amarillo (la imagen ha sido ligeramente retocada para hacerlos patentes) y pueden ser leídos mediante un software especial que está a disposición de la BIBE.²⁸



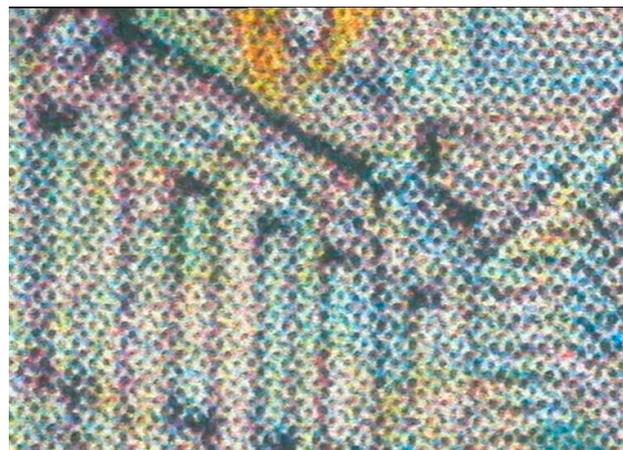
²⁸ Brigada de Investigación del Banco de España, forma parte del Cuerpo Nacional de Policía.

Otra de las características a tener en cuenta en esta tecnología es que las maneras de plasmar en el soporte el resultado final puede variar atendiendo a las máquinas y a los fabricantes. Hay máquinas, de HP en concreto, que reproducen las imágenes mediante una serie de puntos ordenados cuyo resultado final es ciertamente similar al que se observa en las reproducciones offset tradicionales, es decir, una figura que los técnicos denominan roseta²⁹. Sin embargo, no es la única opción, ya que también es posible encontrarnos con reproducciones en forma de líneas.

En las dos siguientes imágenes se aprecia, arriba, una reproducción en forma de roseta y abajo una reproducción a base de puntos.



En ocasiones podemos equivocarnos y creer que una impresión láser (a continuación, a la derecha), por la forma de reproducción, es realmente un documento offset (a la izquierda).



²⁹ Roseta: figura típica de la impresión offset clásica, consecuencia de la inclinación de las tramas para reproducir los cuatro colores CMYK, y que puede recordarnos a la flor.

En cuanto a la posible diferenciación entre impresiones led y láser, los resultados son similares, sin que exista un sistema que nos permita diferenciarlos (Láser arriba y led abajo).



4.- IMPRESORAS TÉRMICAS

En esta familia se encuadran aquellos dispositivos de impresión que están dotados de un cabezal térmico, el cual dispone de un número variable de elementos de calor que son los responsables de calentar las zonas a transferir (con cinta) o a imprimir directamente (sin cinta).

Esta tecnología se utiliza en tres tipos de impresoras: termorreacción, transferencia térmica y sublimación.

4.1 Termorreacción.

Utilizan papel especial termosensible que es calentado directamente por el cabezal. Los antiguos faxes aplicaban este sistema.

El papel térmico está formado por dos capas. La capa superficial, compuesta por lactone y florane, es la encargada de tintarse y la capa interna sirve como soporte a la primera. Este tipo de papel es muy sensible a la luz, lógicamente también al calor y además es poco resistente a las rozaduras.

4.2 Transferencia térmica (resina de color).

El cabezal térmico calienta una cinta plástica, de un espesor entre 4 y 5 micras, que contiene una tinta de resina a transferir al papel (tres colores consecutivos: cian, magenta y amarillo).

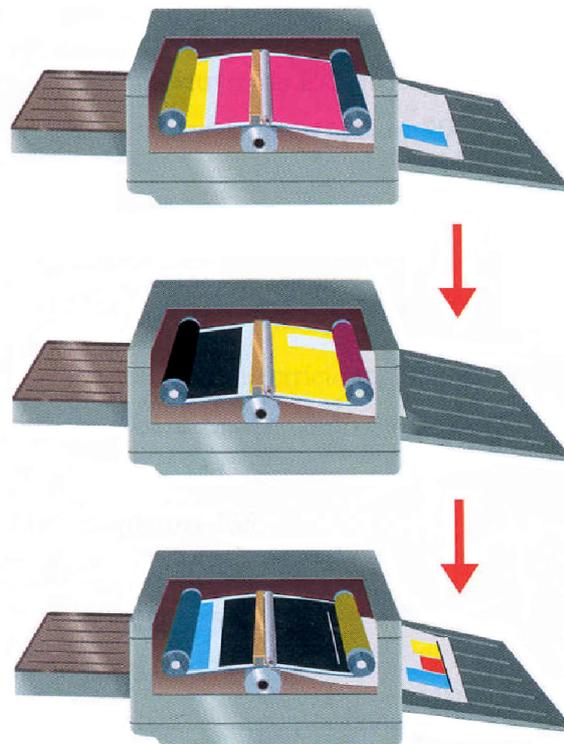
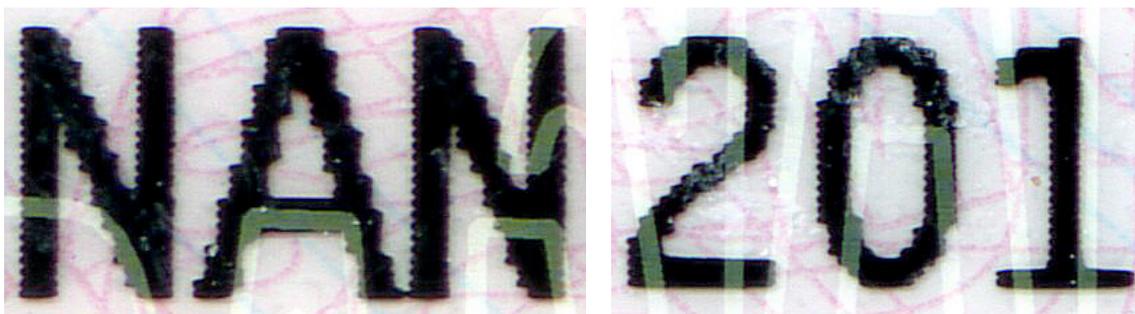
El cabezal térmico contiene una serie de electrodos direccionables individualmente que dan lugar a los puntos impresos. Cuando los electrodos se calientan, entre 80 y 300 grados dependiendo del modelo y de la cinta, la tinta se funde transmitiéndose al papel. En las impresoras térmicas de color cada vez que se transfiere un color el soporte es desplazado parcialmente hacia la salida, entonces se carga en la cinta el siguiente color y el soporte vuelve a ser llevado a la zona de impresión, el proceso se repite para todos los colores utilizados por la impresora, finalmente la página es expulsada completamente.

El soporte, en este caso, no requiere de características especiales, pudiendo transferirse la tinta sobre papeles normales de oficina o sobre transparencias, aunque los mejores resultados se obtienen sobre papeles satinados, que avivan los colores y mejoran su tonalidad.

Por su parte, las cintas pueden ser tanto en negro como en color. En este último caso pueden tener tres (Cian, magenta y amarillo) o cuatro colores (añadiendo el negro al final de la serie) dispuestos longitudinalmente uno detrás de otro. Cuando la tinta fundida se traslada de la cinta al soporte queda en ésta un espacio vacío, motivo por el cual esta parte no puede volver a ser usada.

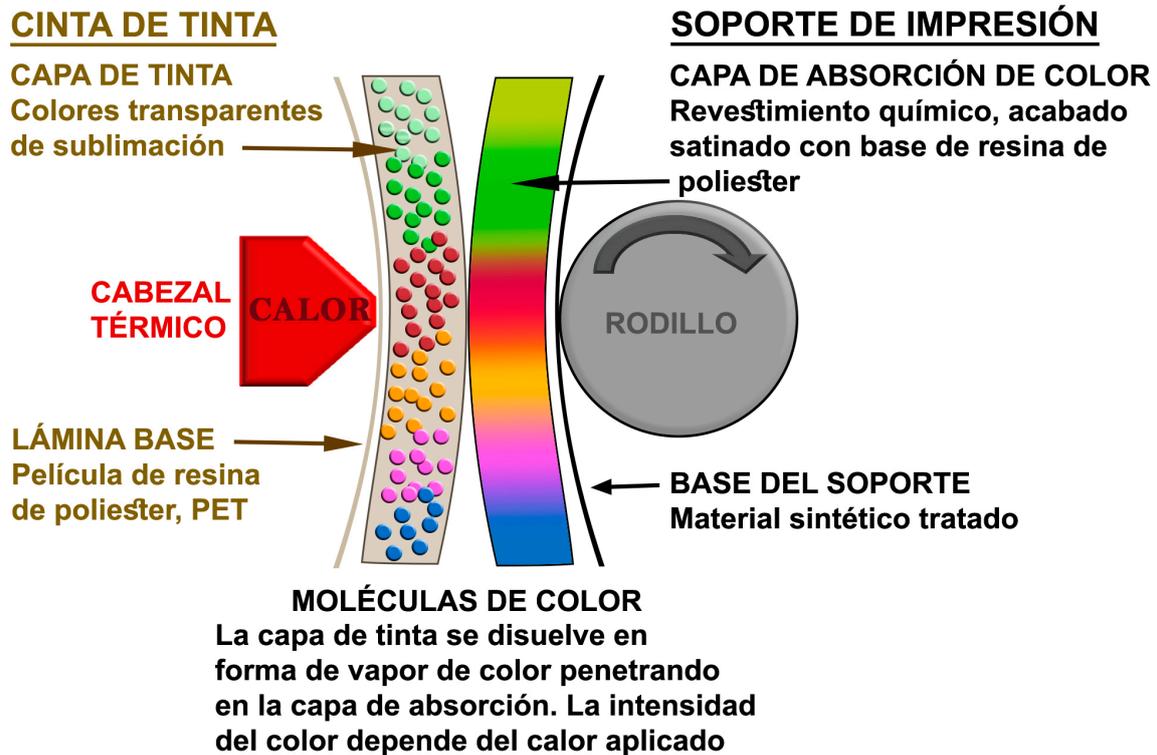
Hay unas máquinas que están orientadas a la obtención de imágenes de alta calidad y otras que se destinan a la plasmación de textos en faxes de bajo coste (en este último caso los caracteres transferidos al papel quedan como imagen en negativo en la cinta, la cual es recuperable y por lo tanto los textos pueden ser perfectamente legibles), así como muchas de las actuales máquinas expendedoras de tickets.

La identificación de este sistema se basa en la observación de los textos personalizados del documento impreso, apareciendo un efecto escalonado como el que se aprecia en las dos imágenes siguientes, de un Permiso de Conducción Español. Otros documentos expedidos por autoridades españolas que utilizan este sistema de personalización son las TIEX para trabajador fronterizo, régimen comunitario y estudiante (ver página 321). Todos estos documentos, incluido el Permiso de Conducción, tienen el mismo problema, la facilidad de deslaminado y la sustitución de los datos del titular (originalmente impresos por transferencia térmica) por los nuevos datos (normalmente impresos por láser tóner). Podemos asegurar que, en octubre de 2019, es una de las falsificaciones más habituales en documentos de identidad españoles.



4.3 Transferencia térmica por sublimación.

Sistema similar al anterior, pero de mayor calidad, en el que la cinta plástica contiene tres colores consecutivos que, debido al calor aportado por el cabezal, subliman o evaporan y se adhieren al soporte, disponiendo éste de una capa especial que receptiona las moléculas de color. La calidad conseguida es fotográfica, 600dpi, y se utiliza, por ejemplo, para insertar la foto del titular del pasaporte japonés y del permiso de conducción español (modelo 2006).



También cabe la posibilidad de impregnar al soporte totalmente con una cuarta capa transparente, que le confiere resistencia contra el desgaste provocado por la luz y el calor, ya que si la transferencia se realiza sobre papel es bastante sensible a estos elementos. Esta tecnología es la que se utiliza con preferencia para la impresión de todo tipo de tarjetas de plástico³⁰ -salvo las destinadas a ser DNle-, destacando las máquinas de las empresas HDI Fargo³¹, Datacard³² y Mühlbauer³³.

Dentro de la impresión de inyección de tinta por sublimación, podemos distinguir dos posibilidades:

- Impresión directa a la tarjeta (D2T2): el cabezal se acerca directamente a la tarjeta objeto de impresión y le transfiere las imágenes mediante calor y una ligera presión. Este sistema podría dañar los componentes electrónicos que pudiera contener la tarjeta.
- Transferencia inversa o retrotransferencia: las imágenes se imprimen en una película plástica intermedia, que luego se fusionará con la superficie de la tarjeta.

³⁰ Tarjetas plásticas: los compuestos más habituales son el PVC y el PET. El Policarbonato, más duradero y caro, se reserva para tarjetas de identidad de alta seguridad.

³¹ <https://www.hidglobal.mx/products/card-printers/fargo>

³² <https://lac.entrustdatacard.com/products/categories/id-card-printers>

³³ <https://www.muehlbauer.de/solutions/id-card-solution/personalization/personalization-technologies/>

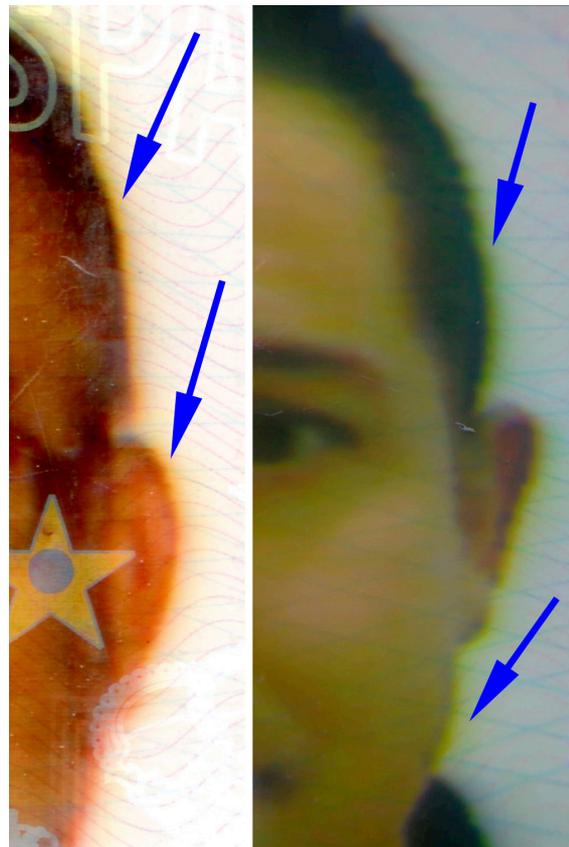
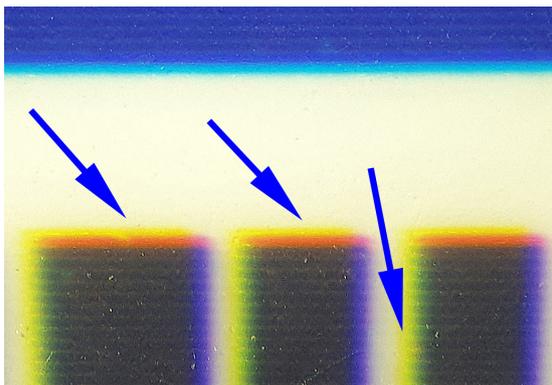
Una de las grandes ventajas de la sublimación de tinta frente a la transferencia térmica a base de resina de color, es que la primera se introduce en la superficie de la tarjeta -dando lugar a una distribución homogénea de las moléculas de color-, mientras que la segunda se adhiere sobre la superficie de las tarjetas, por lo que adquiere un cierto relieve. Según el fabricante Fargo HDI la sublimación de tinta es un método muy superior al de resina de color y cuando aquella se combina con la impresión de transferencia inversa se consigue la mejor definición sobre tarjetas que integran componentes tecnológicos.

Aunque insistimos que este trabajo no pretende, en cuanto a impresoras, entrar en el mundo profesional (grandes tiradas y formatos), el especialista debe conocer la existencia de otras soluciones dentro de este nicho de mercado, así el gigante de la impresión HP, anunció en abril de 2019 nuevas soluciones para la industria de la impresión basadas en la tecnología de sublimación de tinta³⁴.

La identificación del sistema de impresión en el caso de una impresora térmica por sublimación: la determinación de este sistema de impresión, resulta, en ocasiones, sencilla: el papel impreso es especial, satinado, similar al fotográfico, aunque con un espesor menor y lleva en su reverso el sello del fabricante.

Por otro lado, la impresión realizada con muchas de máquinas presenta un cierto desvanecimiento o decoloración de la tinta en la zona externa de las imágenes, consecuencia de que el cabezal no ha alcanzado la temperatura óptima para imprimir los colores más oscuros.

En las imágenes que se incluyen seguidamente se puede ver este efecto en una tarjeta de empresa -a la izquierda- y en dos permisos de conducir españoles -a la derecha-. Como ya señalábamos antes, el PC suma a la personalización de la foto del titular (Sublimación), la de los textos de los datos (Transferencia térmica), sistemas no recomendados para personalizar este tipo de documentos.



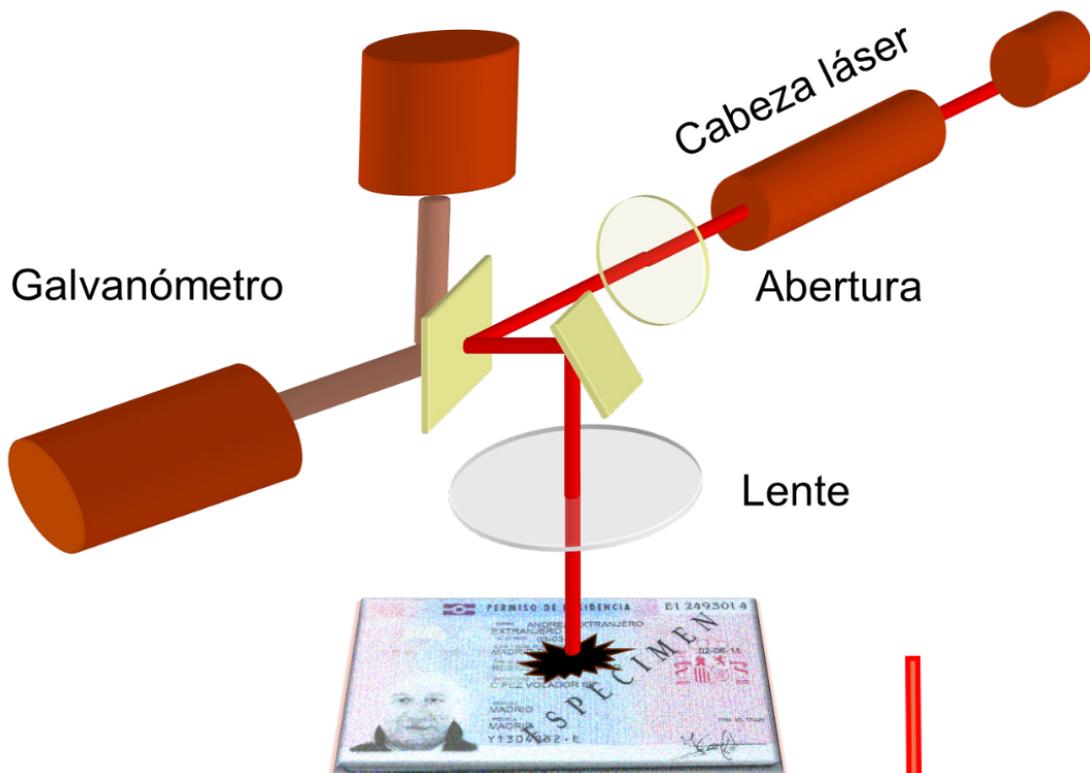
³⁴ <https://www.interempresas.net/Textil/Articulos/244696-HP-reinvento-la-impresion-de-sublimacion-con-el-lanzamiento-de-HP-Stitch.html>
<https://www.europapress.es/portaltic/gadgets/noticia-hp-entra-impresion-textil-nuevas-impresoras-textiles-stitch-sublimacion-20190426130349.html>

5.- PERSONALIZACIÓN DE TARJETAS MEDIANTE GRABADO LÁSER O LÁSER DESTRUCTIVO

Desde hace 20 años se utiliza un sistema de personalización altamente eficaz contra las manipulaciones y falsificaciones, que es la introducción de los datos de filiación y la fotografía del titular mediante grabado láser, también conocido como láser destructivo.

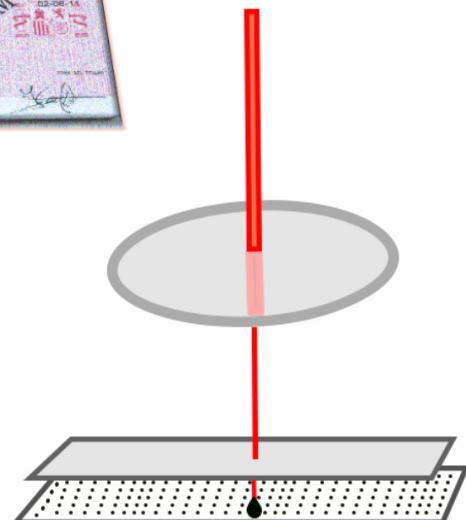
Esta tecnología permite el grabado de la fotografía del titular en una de las capas internas del documento de policarbonato, incluso cuando está conformado y todas sus capas adheridas, por lo tanto, la sustitución o la modificación de la fotografía original se vuelve en la práctica imposible.

Para poder grabar los datos de filiación y la fotografía, se utiliza soporte en policarbonato³⁵, normalmente tanto el núcleo como las diferentes capas que conforman el "sándwich". La capa o las capas en las que se van a grabar datos presentan un tratamiento especial -a base de pigmentos de hollín- que serán carbonizados, las demás son transparentes y no sufren los efectos del láser.

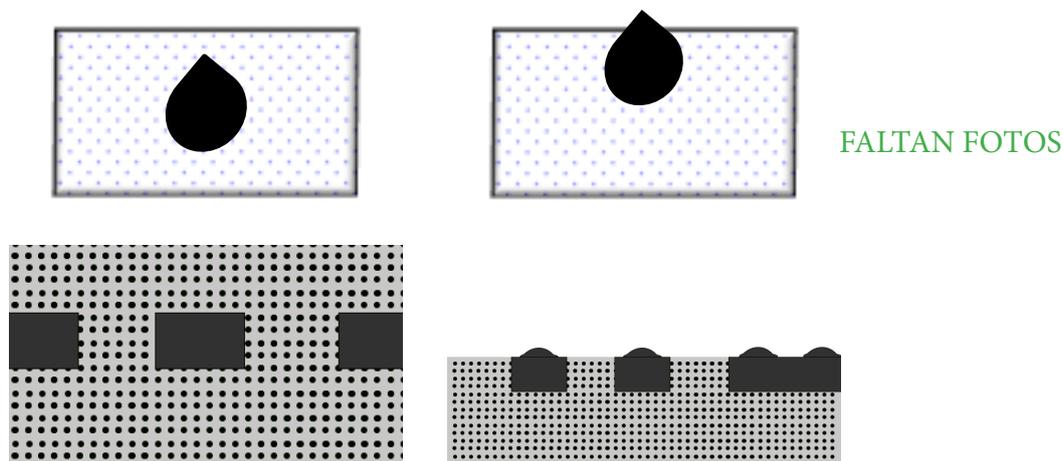


En la imagen de la derecha el láser, tras concentrar el rayo al pasar por la lente, se dirige al documento, atraviesa la primera capa transparente y carboniza la segunda capa preparada con finas partículas de hollín.

El láser puede ser graduado para que interese el interior de la capa o su superficie, en este segundo caso se apreciará al tacto el relieve en la zona de la tarjeta que haya sufrido la incidencia del láser.



³⁵ El sistema de personalización mediante grabado láser en tarjetas, se utiliza fundamentalmente en tarjetas de policarbonato -PC-, como las del fabricante HID-Fargo, <https://www.hidglobal.mx/products/card-printers-cards-and-credentials/hid-fargo-consumables-ultracard/ultracard-pc>



A la izquierda marcas de grabación láser en el interior de la capa. A la derecha en la zona externa, relieve.

En la actualidad este es el sistema, grabado láser, más extendido para la personalización de tarjetas de identidad, siendo el utilizado tanto para el DNIe español -versiones del 2006 y 2015- como para la tarjeta del Permiso de Residencia para extranjeros expedida en España.

Las empresas que aportan la maquinaria para la grabación láser de las tarjetas del DNIe y del Permiso de Residencia, son Mühlbauer³⁶ -el antiguo modelo CLP54 y el nuevo CLP 60-, Datacard³⁷ -DCL 60 y el más moderno Ixla ID5-³⁸.

Un tercer fabricante que también dispone de equipos para personalización de tarjetas por grabado láser es IAI³⁹, que ha presentado sus equipos para su homologación para la personalización de las tarjetas del DNIe.

Sin embargo, al ciudadano le cuesta comprender por qué, en la era digital y del color, su principal documento de identidad integra su foto en blanco y negro, incluso por duplicado⁴⁰, lo cual parece un anacronismo.

5.1 La solución de Mülbauer para la inclusión de la foto en color.

Mühlbauer personaliza la fotografía en color mediante grabación láser, el sistema que utiliza mantiene la invulnerabilidad y seguridad del documento mediante la aplicación de tecnologías mixtas de impresión sobre tarjetas de policarbonato. Este fabricante propone tres soluciones: MBD2T2 Picture, MB ALFRESCO Picture, MB EMBEDDED Picture⁴¹.

Transcribimos la información que la propia compañía publica respecto del método MB EMBEDDED Picture, cuyo único “pero” puede ser que es un sistema de producción y personalización centralizado⁴²:

La sofisticada tecnología MB EMBEDDED PICTURE combina de forma inteligente la personalización de la imagen en color con el grabado con láser. Para lograr el resultado de personalización de alta seguridad, la imagen del titular se divide en dos partes utilizando algoritmos especiales de procesamiento de

³⁶ <https://www.muehlbauer.de/>

³⁷ <https://lac.entrustdatacard.com/>

³⁸ <https://www.youtube.com/watch?v=vxncHhchWJU>

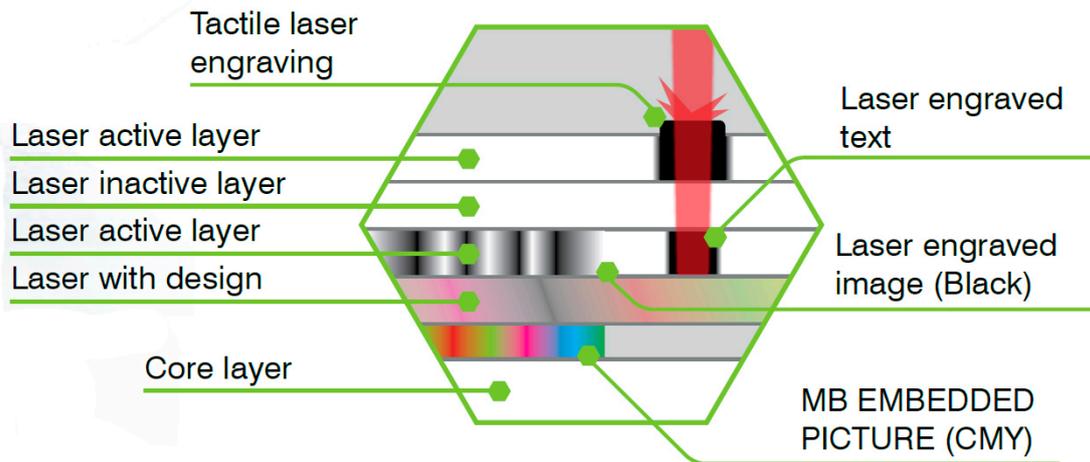
³⁹ <https://www.iai.nl/>

⁴⁰ Si contamos con la reproducción reducida del CLI (Imagen Láser Cambiante)

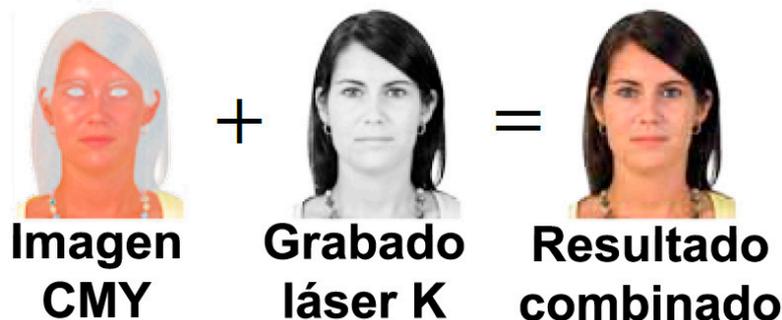
⁴¹ <https://www.muehlbauer.de/solutions/id-card-solution/personalization/personalization-technologies/>

⁴² El sistema de personalización actual de DNIe español es descentralizado, de manera que la personalización del documento se hace en el momento de la entrega del mismo al ciudadano. Es más cómodo para el ciudadano pero impide la inclusión de algunas medidas de seguridad.

imágenes. El proceso de conversión transfiere la información de la imagen, que describe los detalles (información forense), a una imagen en escala de grises, donde las partes de color restantes se convierten en una imagen de color separada. El retrato del titular se personaliza previamente mediante una impresión especial de inyección de tinta en una capa del documento con una resolución de hasta 1440 ppp... Durante el proceso de personalización, la información restante en escala de grises que contiene toda la información de contraste de la imagen se graba en las capas internas del documento mediante el uso de la tecnología de grabado láser. El resultado final es una imagen en color de alta resolución, que muestra los detalles más importantes. La imagen en escala de grises se puede verificar adicionalmente con luz IR.



Cortesía de Mühlbauer



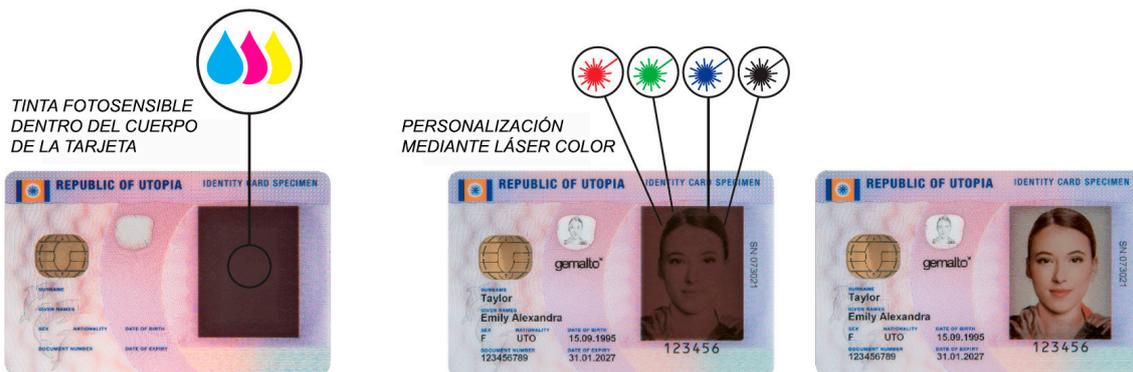
5.2. La solución de Gemalto para incluir foto color.

La respuesta de Trub Gemalto⁴³ a la fotografía en color mediante grabación láser: denominado por este fabricante como "Gemalto Color Laser Shield", se acerca aún más a un sistema puramente láser, ya que, sobre una superficie previamente preparada, aplica 3 láseres con diferentes longitudes de onda, RGB, obteniendo directamente una reproducción perfecta de la imagen en color del titular⁴⁴.

La capa de policarbonato negro dentro de los documentos está compuesta de pigmentos cian, magenta y amarillo. Los láseres RGB se utilizan para decolorar selectivamente los pigmentos individuales para generar los matices de color. Los láseres rojo, verde y azul blanquean las partículas cian, magenta y amarilla respectivamente. El resultado es una imagen en color de alta calidad sellada de forma segura en el cuerpo de policarbonato.

⁴³ <https://www.gemalto.com/>

⁴⁴ https://www.trumpf.com/fr_FR/magazine/a-perfect-id-card-for-camerouns-citizens/



Para poder conseguir láseres compatibles con la grabación láser en color, Gemalto acudió al Centro de Aplicación de Láser (LAC) de TRUMPF en Grüşch, Suiza, cuya investigación conjunta permitió el logro descrito.

Como en el caso de las tarjetas personalizadas en blanco y negro, el color se aplica en una de las capas internas de la tarjeta, protegiendo la imagen del titular de posibles manipulaciones.

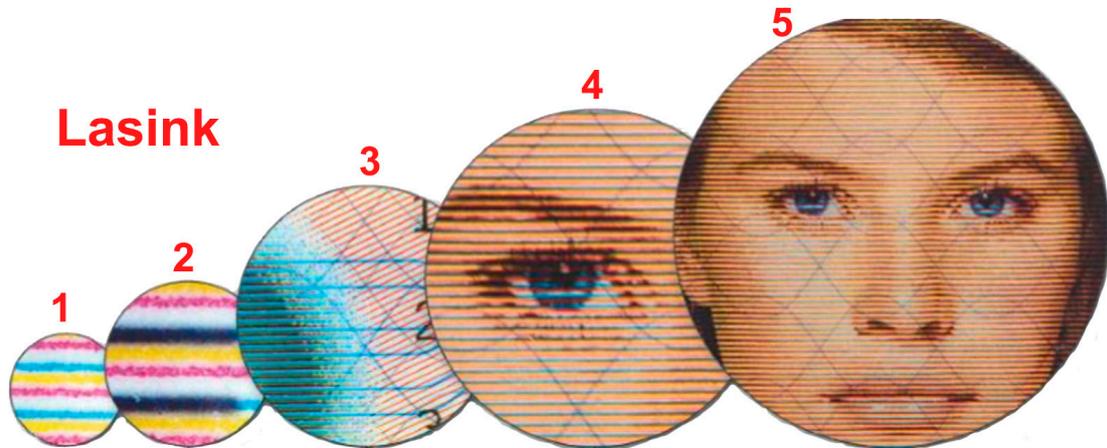
Resulta singular la trayectoria de Trub Gemalto en la historia del uso del policarbonato para la fabricación de documentos de identidad. El primer documento en policarbonato fue la tarjeta de conducir de Finlandia, en el año 1989; a la misma compañía se debe la inclusión por primera vez del CLI en una tarjeta de identidad, en concreto en la de Singapur en el año 1991; en 1995 fabrica para Suiza las primeras tarjetas de identidad en policarbonato; así como el primer pasaporte cuya página de datos de filiación se elaboró en policarbonato, el de Finlandia en 1997; finalmente, será en el año 2016 cuando la nueva tarjeta de identidad de Camerún, acogerá la primera fotografía en grabación láser color sobre un documento en policarbonato.

5.3. La solución de Idemia⁴⁵ para el uso de la foto láser color.

En el año 2015, OT (Oberthur Technologies), patenta la tecnología LASINK™. En primer lugar, la base de la tarjeta se trata mediante la coloración con tintas offset en tres

⁴⁵ IDEMIA es el resultado de la fusión, en 2017, entre OT (Oberthur Technologies) y Safran Identity & Security (Morpho).

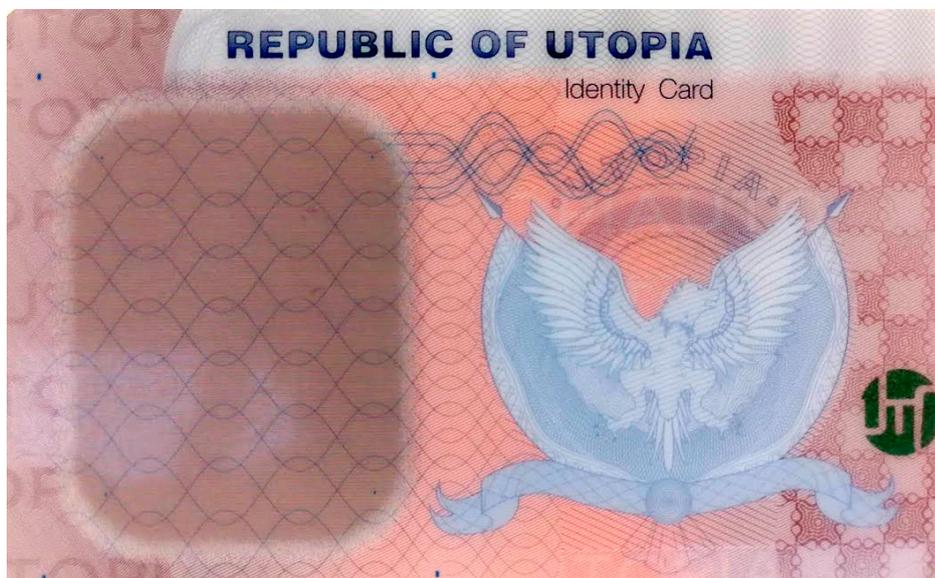
colores sustractivos CMY (imagen de abajo 1), seguidamente se pasa por encima de las líneas de color un láser que va grabando y ajustando las tonalidades de cada uno de los colores (2 y 3) obteniéndose los diferentes matices de color. Las zonas blancas no se tratan con láser (4). Finalmente, se obtiene una imagen combinada láser-offset en color (5).

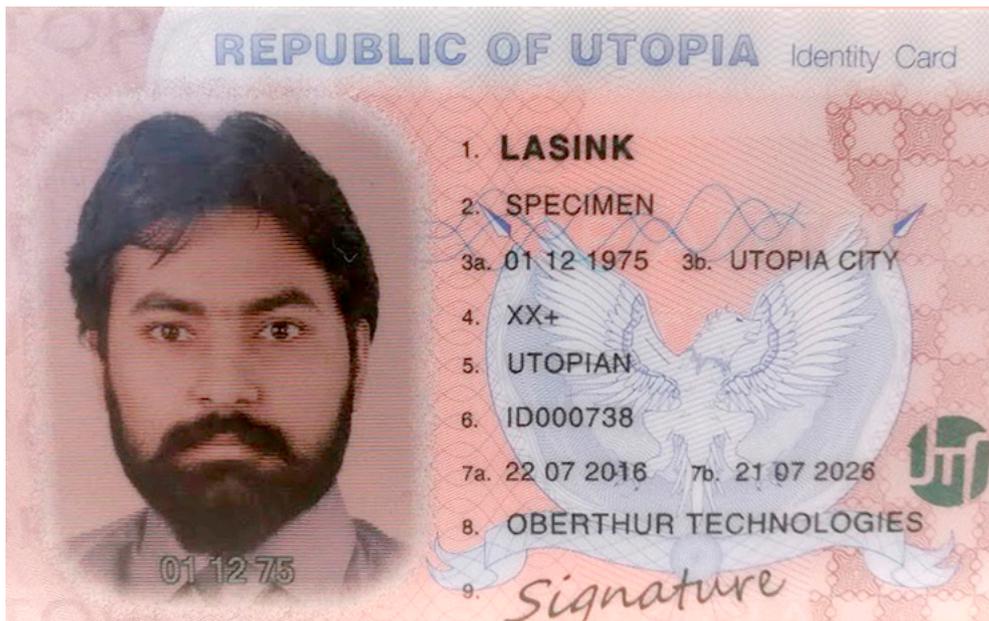


La tarjeta se personaliza directamente, es decir, con la tarjeta montada y cerrada, con las diferentes capas que forman la estructura multilaminar. A priori parece un sistema más sencillo que los anteriores y bastante seguro. El fabricante francés, garantiza hasta 6 sistemas para la comprobación de la integridad de la foto del titular: visión directa; mediante el uso de un filtro especial que resalta los colores; a través de escáner en control de fronteras -en el rango de la luz infrarroja-; usando un smartphone que leería un algoritmo determinado; el uso de lupas para la comprobación de la ausencia de superposición de líneas; al microscopio, diferenciando la tinta offset del punteado láser.

El primer país que utilizó el lasink para la personalización de la foto del titular de un documento de identidad fue Costa Rica (2015), posteriormente se unió Portugal (Pasaporte), Burkina Faso (Permiso de Conducir), y en diciembre de 2018, Estonia en su carta de identidad.

En las imágenes de estas tarjetas publicitarias de Idemia tratadas mediante Lasink, se aprecia, en la primera de ellas, la reserva para la fotografía del titular, zona en la que ya se han impreso los colores offset CMY. En la de la página siguiente arriba, la fotografía del titular, tras el proceso del tratamiento mediante láser y, finalmente, un detalle del rostro tras el tratamiento completo.





SISTEMAS TRADICIONALES DE IMPRESIÓN I: LA TIPOGRAFÍA

En los temas anteriores tratamos el mundo de las impresoras por su relevancia en cuanto a la reproducción de escritos, la facilidad de su adquisición junto a las posibilidades de edición, las convierten en un útil instrumento extendido a nivel mundial. Por ello, su uso está absolutamente al alcance de cualquiera y son ellas, en su mayoría, las que se ven implicadas en diferentes avatares jurídicos por un mal uso de sus propietarios o usuarios. Así, serán utilizadas para añadir en contratos cláusulas inexistentes o para modificar las que ya recogiera. Tampoco será extraño que sobre un documento firmado en blanco se imprima un texto que recoja los intereses de un individuo o que, aprovechando las capacidades de los escáneres y los programas de tratamiento de imágenes, alguien decida variar las últimas voluntades de un familiar o amigo o, sencillamente, realizar un montaje para su propio beneficio. Por otro lado, atendiendo a los mismos criterios de facilidad de adquisición y uso, se han convertido en las favoritas -sobre todo las de inyección de tinta- para aquellos que han decidido crear su propia fábrica particular de moneda y timbre y dedicarse a la impresión ilegal de papel moneda.

Es pues, para el perito en Documentoscopia, necesario conocer cómo funcionan y cómo puede, al menos, distinguir unas tecnologías de otras.

Ahora, en este tema, el futuro experto en Documentoscopia empezará a conocer una serie de sistemas de impresión que llamamos tradicionales por ser los que el hombre ha utilizado a lo largo de los últimos siglos, como la tipografía, o desde hace algunas décadas, como el offset waterless, y que son de uso frecuente en la impresión de documentos de seguridad, algunos con exclusividad, como la calcografía, y otros de aplicación diversa, como el offset húmedo o la serigrafía.

Sistemas de impresión tradicionales que han ido evolucionando y que han sido adaptados para la impresión de documentos de identidad, pasaportes, papel moneda, títulos universitarios, marcas registradas, etcétera, siempre con la intención de ayudar a proteger la naturaleza y la integridad de los mismos y por lo tanto de dificultar e incluso imposibilitar la acción ilícita del falsario.

1.- EL NACIMIENTO DE LA IMPRENTA

La imprenta puede considerarse como un invento chino o tal vez coreano, ya que la primera muestra impresa data del siglo VIII d. de C., contenida en un pergamino enrollado que se encontró en Corea del Sur. Del año 868 se considera que es la “Sutra del Diamante”, obra impresa en China. En ambos casos es una impresión realizada mediante bloques de madera, los cuales se tallan en altorrelieve y contienen todos los signos, dibujos y mensajes que, una vez entintados, serán transferidos al soporte. Esta técnica de impresión mediante bloques de madera tallados se conoce como xilografía y una vez extendida por Europa se utilizará hasta entrado el siglo XIX.

No está documentada cuando se inicia la composición con bloques de madera en Europa, aunque las barajas de juego impresas estaban muy extendidas en Francia a finales del siglo XIV.

El soporte más utilizado para las primeras impresiones fue el pergamino (Piel de Pérgamo) que, desde el siglo II antes de C, ya se utilizaba por los copistas manuales. Este pergamino de cuero procede de la piel de animales tales como el cordero, la ternera y la cabra, aunque también se utilizaron los de gacela, antílope y avestruz. Especial importancia tuvo la vitela, pergamino de alta calidad de piel de ternera joven, que conservaba mejor los colores originales y permitía la escritura o el dibujo de miniaturas por ambas caras.

Por su parte el papel, invento chino del siglo II de nuestra era, fue introducido en Europa a través de los árabes y de los países del norte de África, estableciéndose la primera fábrica de papel en el continente en Játiva (España), en el 1150, desde donde, de manera lenta, se extendió por toda Europa, alcanzando finalmente las Islas Británicas en el 1490.

Hasta el siglo XIX todo el papel se fabricaba a mano, por lo que el tamaño de la hoja dependía de la bandeja más grande que el artesano fuera capaz de manipular. Fue el francés Nicolás Luis Robert quien, en 1798, puso en funcionamiento la primera máquina para fabricar papel.

La imprenta adquiere importancia gracias a un invento paralelo, los caracteres móviles. Los antecedentes más remotos se encuentran, una vez más, en Oriente, así los chinos a mediados del siglo XI disponían ya de caracteres móviles elaborados con arcilla cocida y montados sobre una forma de hierro. Los coreanos fundían caracteres metálicos e imprimían libros con ellos en el siglo XIV¹. Sin embargo, la ausencia de alfabetos en China y Corea impidió la expansión de este sistema de impresión.



Caracteres metálicos coreanos de Jikji.

Para el mundo occidental, el referente será un orfebre alemán de Maguncia llamado Johannes Gutenberg (1398-1468), quien inventa los tipos móviles metálicos, es decir la tipografía, y mecaniza la producción impresa. Sus conocimientos sobre la fundición de metales le permitieron crear una familia del orden de 300 caracteres y ligaduras metálicos, móviles y reutilizables, de una aleación compuesta de plomo, antimonio y estaño. Como prensa adaptó una de rosca de las utilizadas para prensar uva.

¹ Reconocido por la propia UNESCO, el primer documento impreso en tipos móviles de metal es un tratado Zen de origen coreano impreso en dos volúmenes, “*Budista Seon*”, conocido como Jikji, (año 1377), cuyo título completo se traduce como “*Antología de las enseñanzas de los grandes sacerdotes zen*”. Se imprimieron dos versiones, una en tipos móviles y otra en xilografía. Las formas metálicas se encuentran en la actualidad en la Biblioteca Nacional de Francia.

La intención de Gutenberg era acelerar los procesos de copia respetando e imitando la belleza de la caligrafía de los copistas manuales, para ello tomó como modelo una Biblia latina. El tipo de escritura utilizado fue el que se imponía en la época en Alemania, la Gótica (en su variante textura), y dejó los espacios necesarios para el trabajo de los iluminadores (miniaturas y trabajos en pan de oro). Finalmente, en el año 1450 vio la luz su Biblia latina o de 42 líneas, que tenía un total de 1286 páginas (tamaño de página: 290x409mm). Se cree que imprimió unos 200 ejemplares, de los cuales 30 lo fueron sobre vitela y el resto sobre papel.

Aunque Gutenberg no pudo disfrutar del reconocimiento de su invento, murió pocos años después en la miseria, el uso de la imprenta se propaga con rapidez por Europa, así en el año 1476 ya está instalada en España, Italia, Suiza, Francia, Países Bajos, Hungría, Polonia, Bélgica e Inglaterra.



Reproducción de una prensa de madera para imprimir
(Museo del libro, Centro e-LEA-Miguel Delibes, Uruñeña-Valladolid).

plenos. Verba sapientium sicut stimu-
li: et quasi clavi in altum defixi: que per
magistroꝝ consiliu data sunt a pastore
vno. Quis amplius filii tui ne requiras.
Facienti plures libros nullus est finis:
frequensq; meditatio. carnis afflicto
est. Si non loquendi pariter omnes audi-
amus. Deum time: et mandata eius obserua.
Hoc est omnis homo. Cuncta que sunt
adducet deus in iudicium pro omni
erato: sive bonum sive malum sit.

Exulcit et aliter succipit Canticum canticorum



Osculet me osculo o-
ris tui. Quia melio-
ra sunt ubera tua vi-
no: fragrantia ungue-
tis optimis. Oleum
effusum nomen tuum:

ideo adolescentule dilexerunt te. Trahe
me post te. Curramus in odore unguen-
torum tuorum. Introduxit me rex in cella-
ria sua. Exultabimus et letabimur in te:
memores ubere tuorum super vinum. Redi
diligunt te. Agra sum sed formosa filie
iherusalem. sicut tabernacula cedari: si-
cut pelles salomonis. Nolite me con-
siderare quia fulca sum: quia decolorauit
me sol. Filii matris mee pugnauerunt
contra me: posuerunt me custodem vineis.
Vinea meam non custodiui. Indica
michi quem diligis anima mea. ubi pasca
ubi cubes in meridie: ne vagari incipiam
post greges sodalium tuorum. Si ignoras
te o pulcherrima inter mulieres: egredere
et abi post uestigia gregum: et pasce hedos
tuos iuxta tabernacula pastorum. Equi-
tatum meum in turribus pharaonis. Assimilaui
te amica mea. Dulce sunt gene-
rue sicut turturis: collum tuum sicut mo-
nilia. Aurum aureas faciemus
tibi: veniculas argenteas. Cum esset rex in
accubitu suo: nardus mea dedit odorem

suum. Fasciculus mirre dilectus meus michi:
inter ubera mea commorabitur. Botrus
cipri dilectus meus michi: in vineis en-
gaddi. Ecce tu pulchra es amica mea:
ecce tu pulchra: oculi tui columbarum. Ecce
tu pulchra es dilecte mi. et decorus. Nectur
nostra floridus: nigra domus nostrarum
cedrina: laquearia nostra cypressina.

Ego flos campi: et lilium con-
uallium. Sicut lilium inter spinas:
sic amica mea inter filias. Sicut malus
inter linguas siluarum: sic dilectus meus
inter filios. Sub umbra illius quoniam
desideraueram sedi: et fructus eius dulcis
gutturis meo. Introduxit me rex in cellam
vinariam: ordinauit in me caritatem.
Fulcite me floribus. Ripate me malis:
quia amore languedo. Neua eius sub ca-
pite meo: et decora illius amplectentur
me. Adiuro vos filie iherusalem. per
capreas ceruorumque camporum: ne suscitentur
neque vigilare faciatis dilectam: quoad-
usque ipsa velit. Vox dilecti mei. Ecce
iste venit saliens in montibus: transiens
colles. Similis est dilectus meus capree
hymuloque ceruorum. En ipse stat post
parietem nostrum. respiciens per fenestras:
prospiciens per cancellos. En dilectus
meus loquitur michi. Surge prope
amica mea. columba mea. formosa
mea et veni. Jam enim hiemps transiit:
imber abiit et recessit. Flores apparue-
runt in terra: tempus putationis aduenit.
Vox turturis audita est in terra nostra:
ficus prouulit greges suos: vinee flo-
rentes dederunt odorem suum. Surge pro-
pe amica mea speciosa et veni: co-
lumba mea in foraminibus petre in
caverna marceie. Ostende michi faciem
tuam: sonet vox tua in auribus meis. Vox
enim tua dulcis: et facies tua decora.
Capite nobis vulpes paruulas: que

2.- LA TIPOGRAFÍA

La tipografía es un sistema de impresión en relieve en el que la forma o imagen a imprimir se eleva sobre el fondo sin dibujo.

Stanley Morison (1929) en su obra *Principios fundamentales de la tipografía*, define la tipografía como el “Arte de disponer correctamente el material de imprimir, de acuerdo con un propósito específico: el de colocar las letras, repartir el espacio y organizar los tipos con vistas a prestar al lector la máxima ayuda para la comprensión del texto”.

En la tipografía tradicional el texto se imprime con tipos o caracteres móviles de metal y las imágenes con grabados. Los caracteres y los grabados se unen y se ordenan, imponen, para crear una forma en el interior de una moldura rígida o caja que se introduce en la prensa.



Forma compuesta de caracteres y de una imagen preparada para su colocación en la rama.

Desde la invención, en el siglo XV, de los tipos de imprenta móviles, hasta la mitad del siglo XX, todos los caracteres de imprenta para texto se fundían en metal. Hasta finales del siglo XIX, momento en que apareció la máquina para fundir tipos de imprenta, los tipos se fundían a mano, letra por letra, con ayuda de un molde. La forma de la letra se obtenía tallándola en relieve (por el reverso) en el extremo de un bloque de acero llamado punzón que, a continuación, se estampaba sobre otro bloque de cobre, más blando, creando así la matriz donde se vertía el metal fundido.

Antes de la expansión de la monotipia y la linotipia, la composición de un texto se hacía a mano, el cajista extraía de las cajas los tipos y los separadores y componía, con ayuda del componedor, las líneas, que colocaba en las galeras para después situar la rama formada en la platina de la máquina. Esta operación manual no permitía colocar más de 1500 signos por hora, el uso de las fundidoras de tipos (monotipia y linotipia) consiguió elevar la producción hasta unos 8500 signos a la hora.

La penúltima revolución de este sistema de impresión llega, a mediados del siglo XX, de la mano de la fotocomposición, que acabará con el uso de los tipos metálicos y que supondrá, en el plazo de menos de 30 años, el declive y casi desaparición de esta tecnología a favor de otra más rápida y barata, el offset.



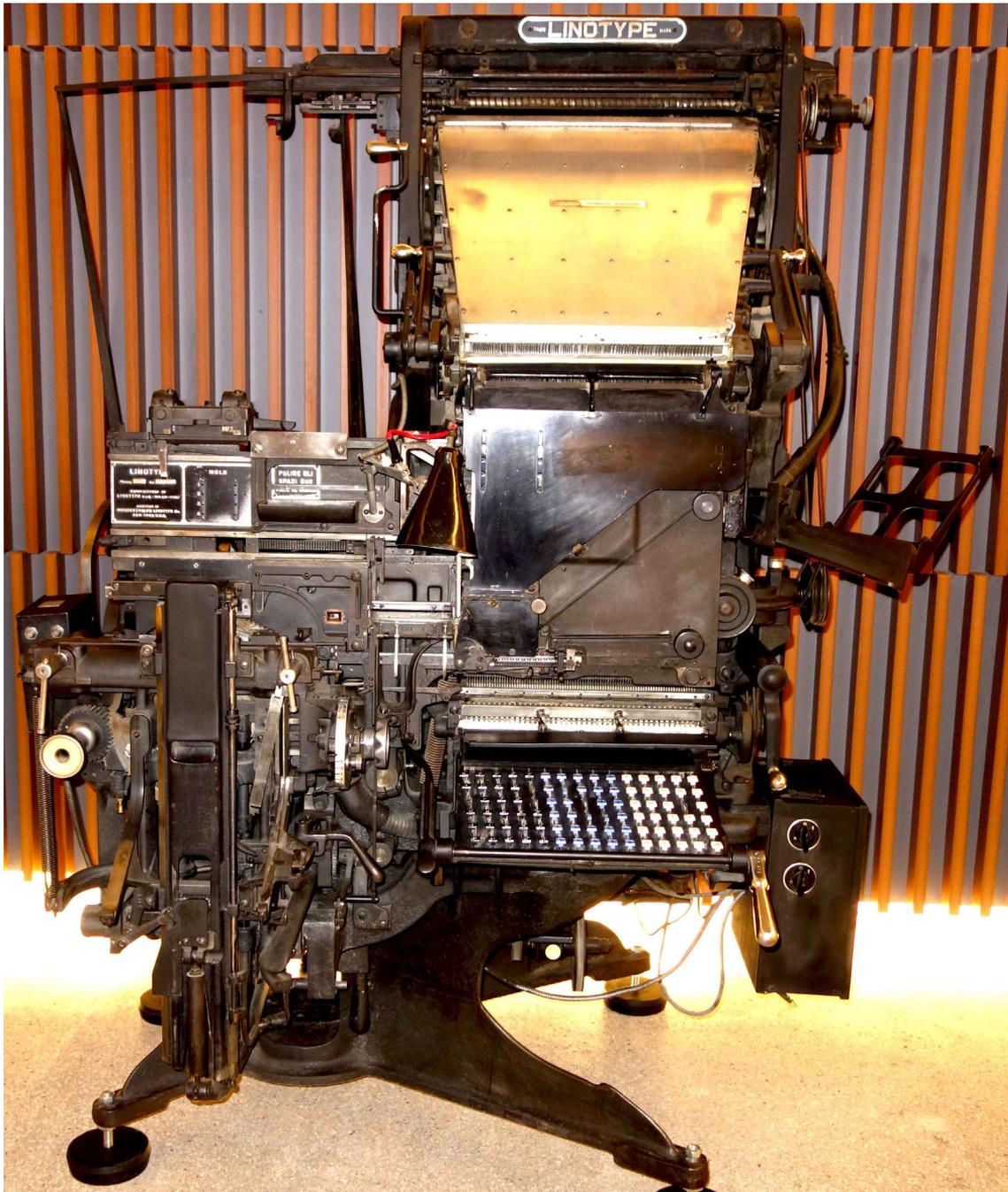
El cajista montando una línea con el componedor.

Finalmente, la informática y la autoedición digital, supondrán un cambio radical en la concepción del trabajo, facilitando la labor a la hora de componer cualquier libro, revista, folleto o material impreso, reorientando la figura del tipógrafo tradicional en una mezcla de diseñador gráfico y de publicista y dándole un protagonismo innegable al profesional informático y a las soluciones software.

2.1 Sistemas de composición tipográfica

A. Composición en caliente: término que se aplica a la creación y fundición de caracteres y su posterior y directa composición. Para ello se utilizan dos máquinas de funcionamiento mecanizado que, en su momento, supusieron un gran avance en cuanto a la rapidez para la producción de tipos: la monotipia y la linotipia.

- La monotipia (inventada por el estadounidense Tolbert Lanston en 1887) consta de un teclado que perfora una cinta de papel, la cual se utiliza después para “guiar” otra máquina llamada fundidora. Ésta envía el metal fundido a un molde para formar cada carácter y coloca automáticamente el espacio necesario entre cada palabra para justificar la línea. En la monotipia las correcciones pueden hacerse a mano, retirando el carácter incorrecto, introduciendo el nuevo y ajustando los espacios según corresponda.
- El segundo sistema de composición mecánica en caliente es la linotipia (inventada por el alemán Tomar Merghentaler en 1886). Cuando el operario presiona las teclas adecuadas, las matrices de latón pasan a un almacén hasta que se completa la línea; el metal caliente se inyecta entonces en las matrices para formar una línea bloque. En este caso, si existe un error en algún tipo, es necesario volver a realizar la línea completa.



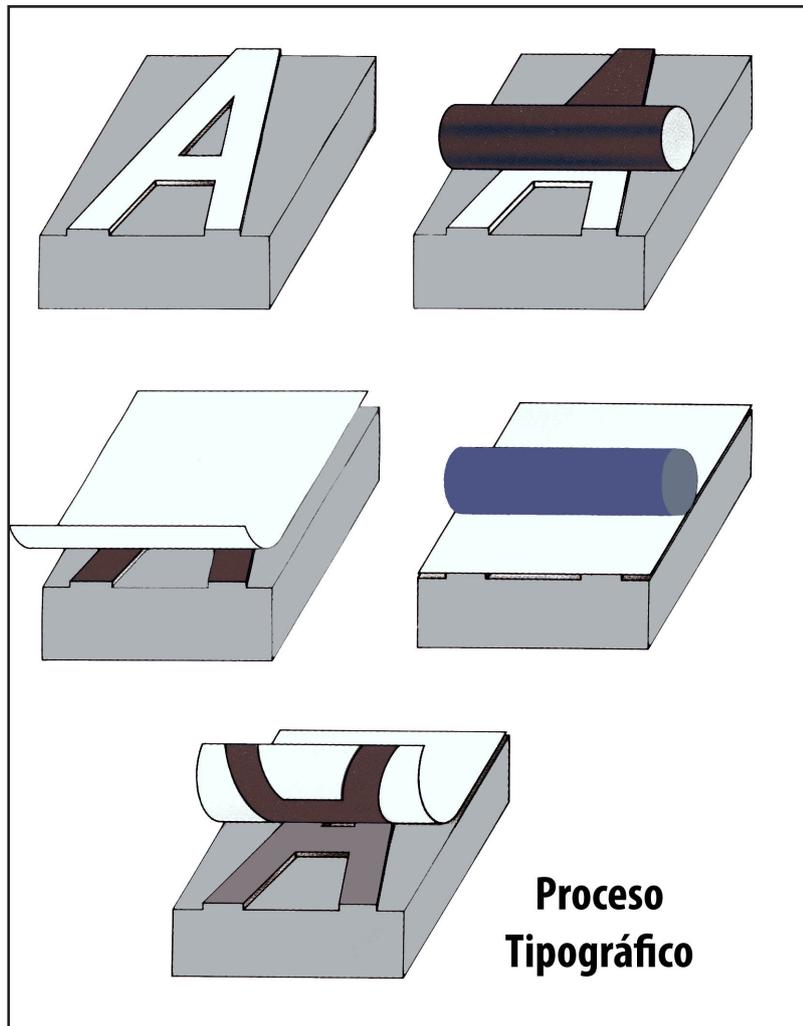
Linotipia, Museo de las Ciencias, Granada

B. Composición en frío: término que se aplica a aquellas máquinas con teclado que al pulsar una de sus teclas produce una imagen inmediata sobre el papel. Dentro de esta categoría se encuentran todas las máquinas de escribir manuales y eléctricas con tipos o caracteres fijados en los extremos de sus brazos.

C. Fotocomposición: aunque el término «fotocomposición» hace referencia a la composición tipográfica mediante procedimientos fotográficos, se emplea también para designar métodos electrónicos de composición que no son estrictamente fotográficos (autoedición digital).

Con la fotocomposición se eliminan definitivamente las limitaciones de los tipos metálicos, ya no es necesario tallar las formas de las letras que se van a imprimir, los originales se obtendrán a partir de ahora mediante fotografía, un escáner o, en la era

informática, seleccionando alguna de las innumerables fuentes existentes en el mercado y que se almacenan en el ordenador. Hoy en día la composición (texto e imágenes) se hace totalmente por ordenador independientemente del sistema de impresión final.



2.2 Creación de una plancha tipográfica

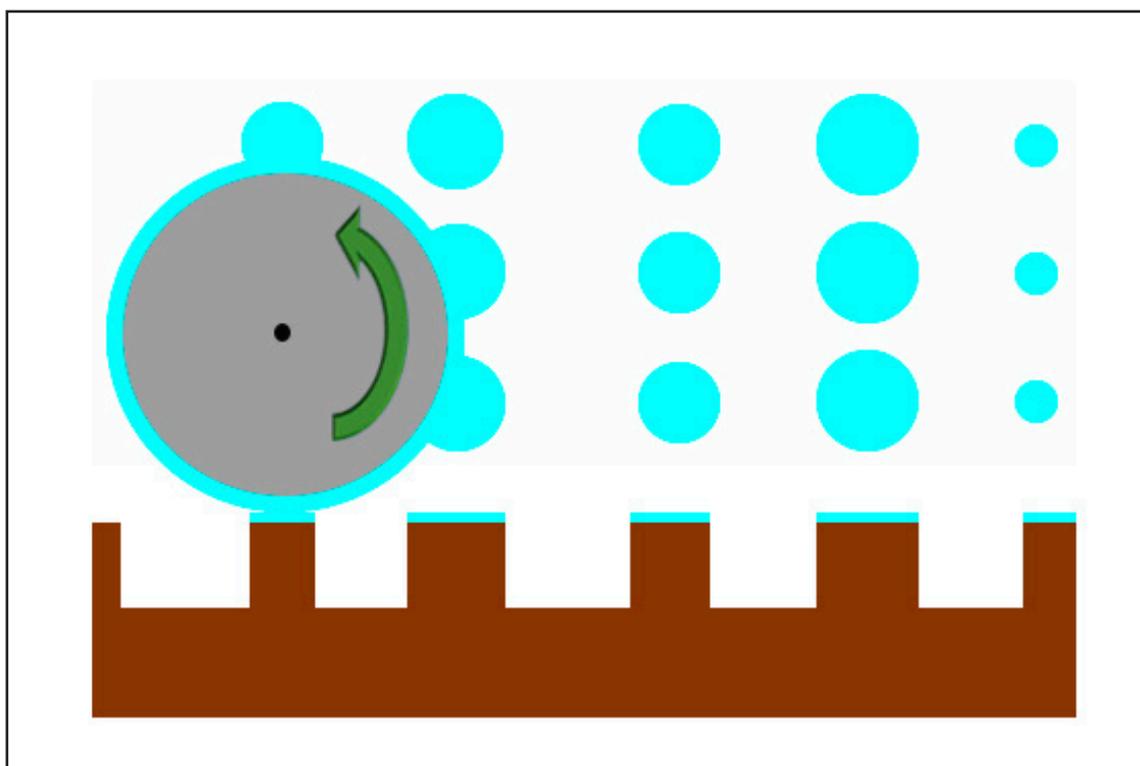
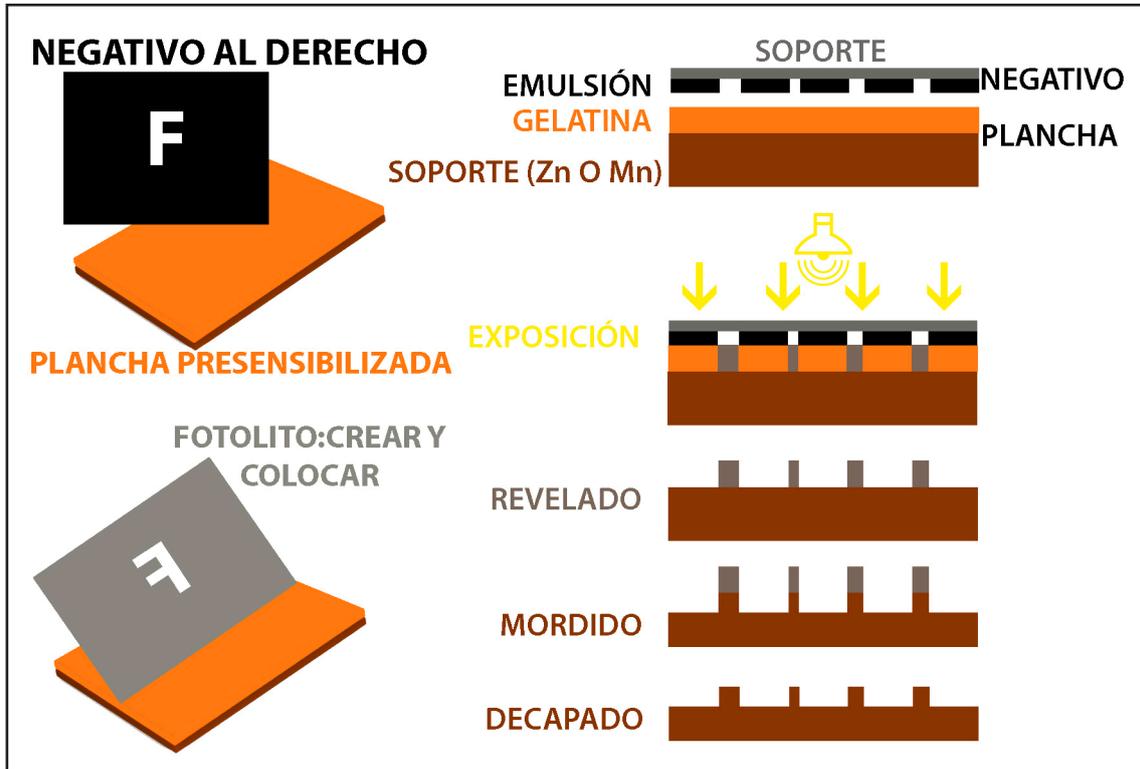
Las planchas tipográficas llevan la información grabada en relieve, pueden realizarse planchas independientes para texto e imágenes o conjuntas donde conste toda la información a imprimir. Las planchas originales se producen mediante un proceso de acidulado (tratamiento mediante ácido).

Primero, igual que en la reproducción para offset, se fotografía el original en una máquina de fotomecánica o se escanea, y se obtiene el negativo. Los mismos principios básicos de la reproducción de líneas, semitonos y cuatricromía del offset son válidos para la tipografía hasta la fase de película, con la excepción de que las planchas tipográficas están hechas a partir de negativos en lugar de positivos.

Se aplica a la plancha de metal (normalmente de cobre o cinc) una emulsión fotosensible; se coloca el negativo encima y se exponen a la luz plancha y negativo (insolación). La zona de la imagen, transparente en el negativo, se endurece al recibir la luz y, de este modo, se vuelve resistente a la corrosión del ácido (revelado). Una vez acidulada la plancha, el ácido reduce las zonas sin dibujo por debajo del nivel de la imagen, de manera que éstas no quedan impresas (mordido). Por último, se procede al decapado de la plancha, eliminando los restos de fotopolímero y dejando la plancha preparada para impresión.

Los duplicados de plancha o estereotipos se obtienen de la plancha original o matriz y permiten, a partir de esta, confeccionar cuantas planchas sean necesarias atendiendo a la importancia de la tirada, de manera que se obtendrán más duplicados a medida que los mismos se vayan desgastando. Los estereotipos pueden fabricarse en material plástico flexible o caucho.

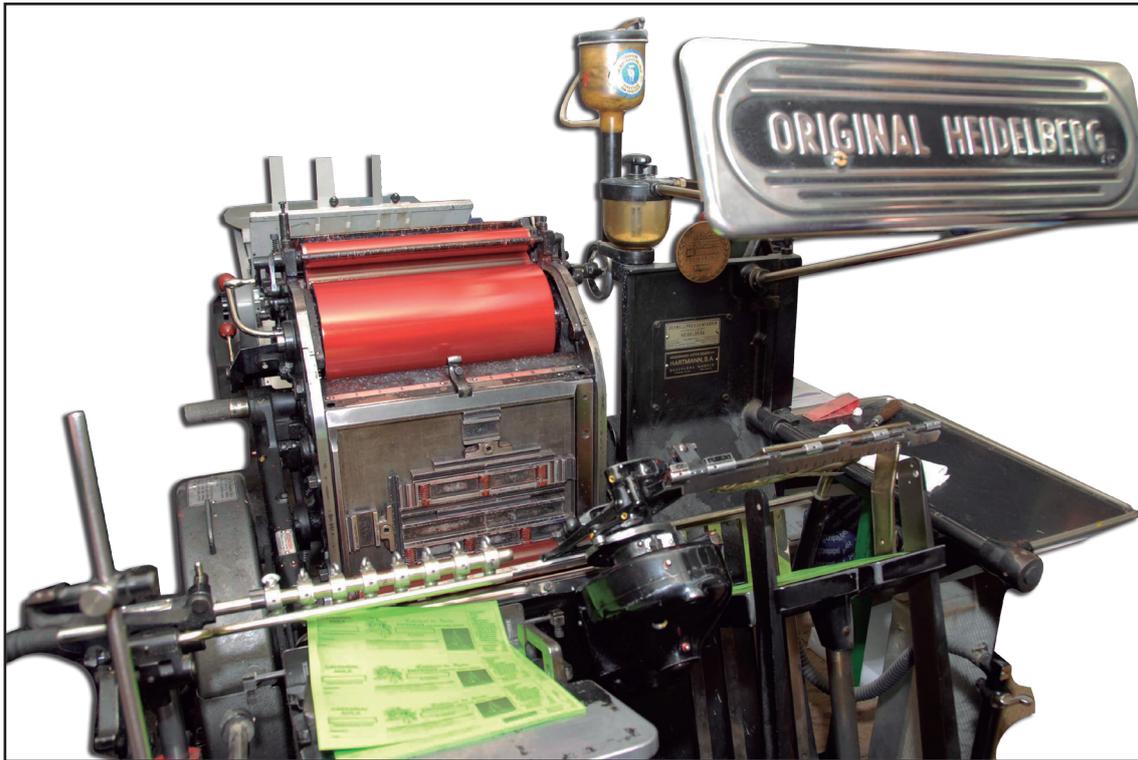
En la siguiente secuencia se esquematiza el proceso de sensibilización y creación de la plancha tipográfica, así como el posterior entintado de la plancha.



2.3 Prensas tipográficas

A lo largo de la evolución de la tipografía cuatro han sido las prensas tipográficas usadas:

A. La prensa de platina o minerva: consta de dos superficies planas: la forma constituye una de ellas, mientras que el papel en blanco se coloca sobre la otra (siguiente imagen). Hasta 1783 la prensa manual permaneció casi inalterable a como la concibió Gutenberg, es en este momento cuando Françoise Didot le añadió una mesa de hierro y una platina de cobre, dando lugar a la primera prensa metálica.



B. La prensa plana de cilindro: en 1812 el alemán Koenig fabrica para un impresor inglés una prensa de este tipo, que mejorará notablemente la producción de las anteriores. En este tipo de prensa, la forma se sujeta en posición horizontal dentro del lecho plano mientras los rodillos y los pliegos de papel giran sobre ella alternativamente, y el papel se enrolla alrededor del cilindro cuando se presiona sobre la forma para realizar la impresión.

C. La prensa rotativa: la primera prensa de este tipo se instaló en Filadelfia (EEUU) en 1846 y tiraba 95.000 ejemplares a la hora. Las prensas rotativas constan de dos cilindros, uno lleva enrollada una plancha flexible de plástico o metal que contiene la información, toma la tinta de los rodillos entintadores y luego gira presionando sobre el otro cilindro en el que se enrolla el papel.

Las prensas rotativas admiten tanto hojas sueltas como papel continuo y la tipografía alcanzó su máximo rendimiento con estas últimas, utilizadas para la impresión de libros y periódicos, fueron paulatinamente sustituidas por las prensas para offset a partir de 1960.

2.4 Reconocimiento del sistema y usos

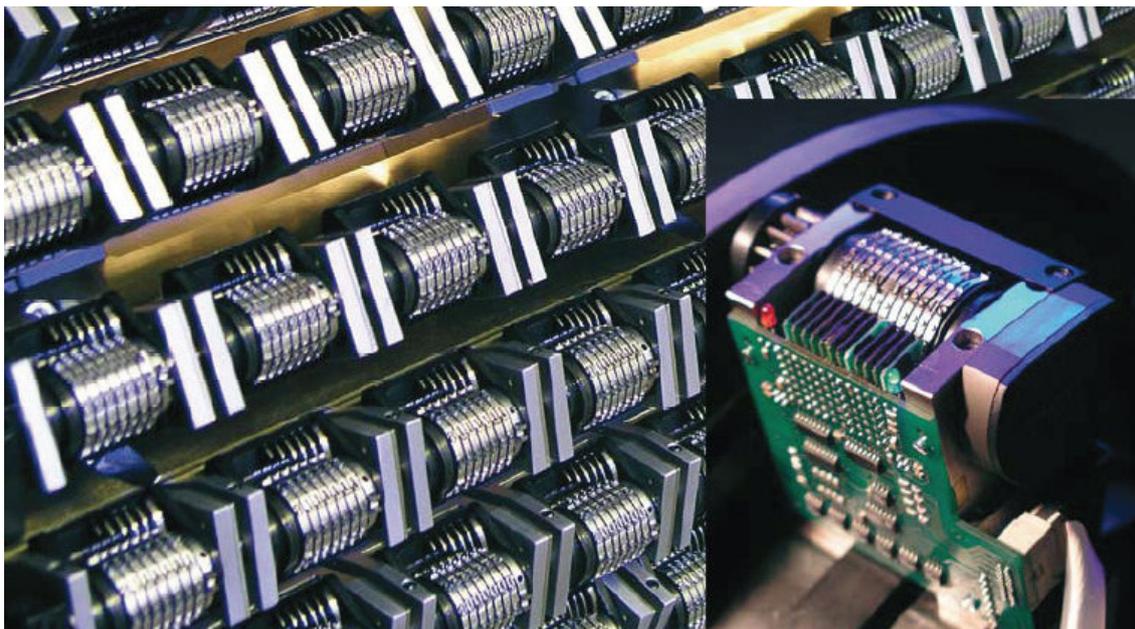
La tipografía se caracteriza por el uso de tintas espesas que cubren la superficie sobre la que asientan y que se transfieren al soporte mediante impacto. Este impacto

queda visible en el soporte, habitualmente papel, porque la zona impactada tiende a hundirse, bajorrelieve, mientras que por la cara opuesta a la que recibe el impacto se aprecia un altorrelieve.

No obstante, debe tenerse en cuenta que el uso de la tipografía hoy en día es marginal, de manera que su uso queda restringido a las artes gráficas (por ejemplo, para la impresión de tarjetas de visita) para trabajos puntuales de reproducción de libros, y para numeración seriada de entradas, catálogos o billetes de banco, como veremos a continuación.



Su uso en documentos de seguridad es también muy reducido, aunque se sigue manteniendo en documentos que requieren un seriado efectivo, así los pasaportes, billetes de loterías (también se serian mediante otros sistemas) y sobre todo los billetes de banco, para lo que se utilizan numeradores electrónicos controlados por ordenador, como los de la siguiente imagen de la casa Atlantic Zeiser.



La mejor manera para observar las marcas del impacto del numerador o la plancha sobre el papel es utilizando luz rasante y magnificación a partir de unos 10 aumentos. Las falsificaciones de papel moneda no suelen ser cuidadosas en este aspecto por lo que el falsificador acostumbra a utilizar algún sistema de impresión plano (inyección de tinta o en el caso de muy buenas impresiones, offset).

También debemos ser precavidos en nuestro análisis ya que debido a la alta velocidad con la que se serian los billetes, los numeradores golpean suavemente sobre el papel, lo justo para transferir la tinta, por lo que en ocasiones el impacto no es tan evidente y la tinta apenas cubre la superficie marcada; tampoco resulta extraño que los contornos de letras y números no sean del todo nítidos ya que la tinta tiende a introducirse entre las fibras vegetales y a migrar.

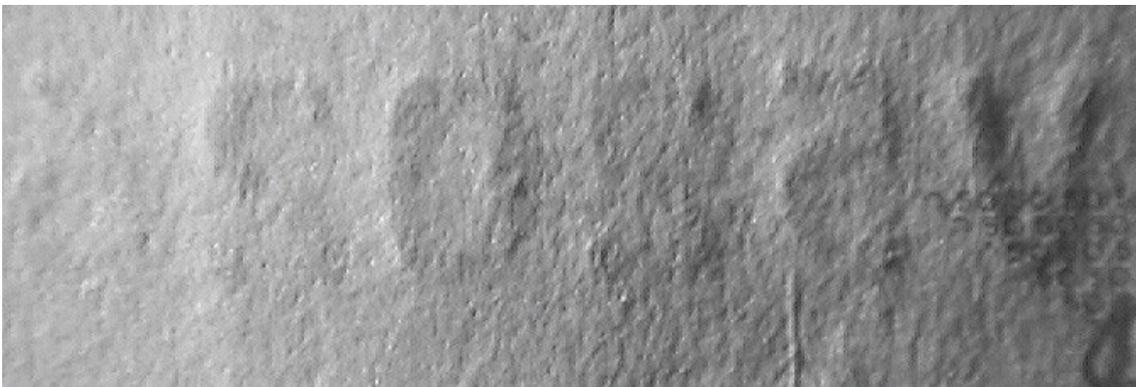


Arriba, anverso y reverso, respectivamente, de la numeración tipográfica obrante en un billete argelino de 500 dinares. Imagen con luz cenital tomada con escáner a 1200ppp, no se aprecia las zonas de impacto sólo el entintado.
Abajo el mismo billete, anverso y reverso, en este caso la imagen se ha iluminado con luz rasante. En el anverso se aprecia cierto hundimiento en las zonas marginales de los tipos, circunstancia que se aprecia más nítidamente en el reverso.





El mismo tratamiento que en el caso anterior realizado con un billete de 50 Euros.
En el reverso no se evidencian síntomas de la impresión tipográfica debido a que el impacto del numerador es débil y por el uso de luz cenital.



En la primera imagen, luz rasante por el anverso, los resultados no son claros, mejora en la siguiente imagen, tomada del reverso y con la misma iluminación.
La tercera imagen es definitiva, luz rasante con filtro de infrarrojos a 700nm

SISTEMAS TRADICIONALES DE IMPRESIÓN II: EL OFFSET

1.- LA LITOGRAFÍA Y EL OFFSET: HISTORIA DE FAMILIA

Será el muniqués, nacido en Praga, Alois Senefelder quien descubre en 1798 la litografía al investigar sobre un método económico para la reproducción de partituras musicales y obras de teatro y a la que él llamó, en un principio, “impresión química”, patentando su descubrimiento en Londres en 1800 y llamándola ya litografía en el libro que publicó en 1819.

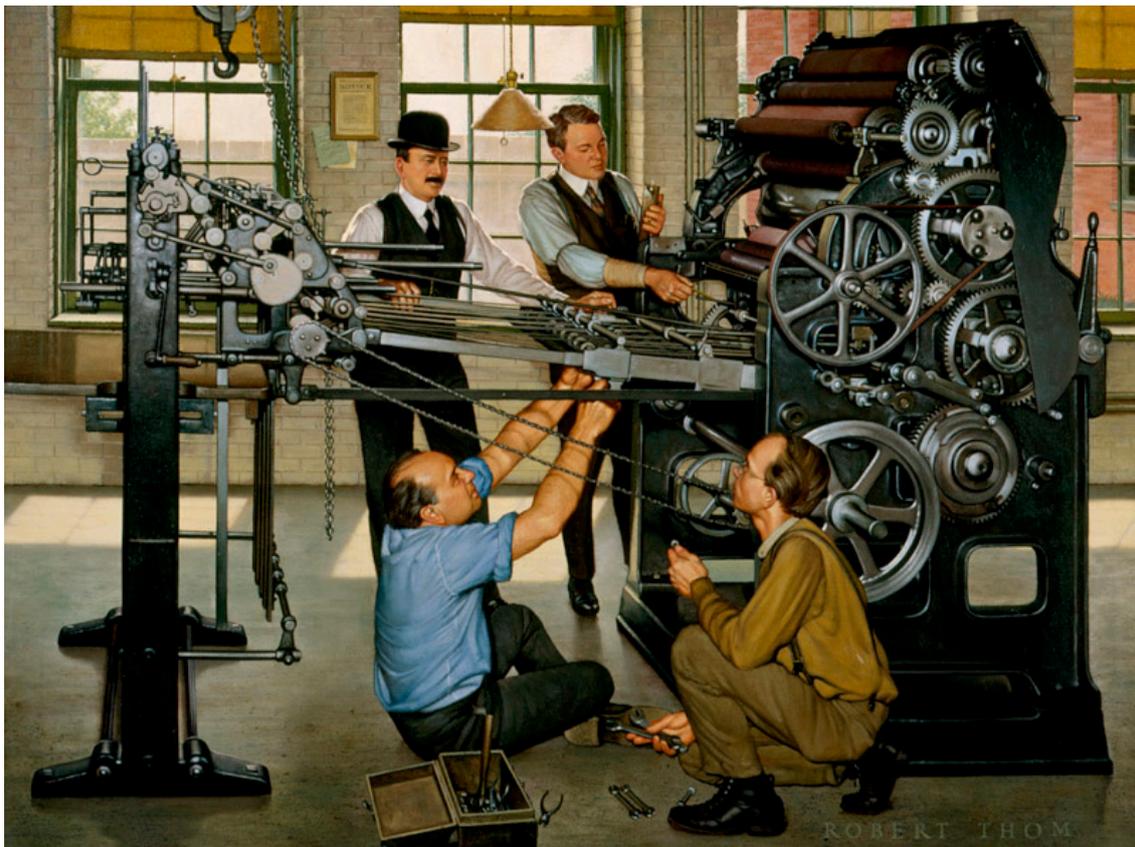
Este sistema se basa en la propiedad de repulsión de la grasa y el agua, de manera que se dibuja, con un material graso, un motivo sobre una piedra calcárea¹ previamente tratada con una fina película de goma arábiga acidulada. La piedra así trabajada se remoja y, a continuación, se aplica la tinta grasa; esta sólo se depositará sobre los trazos grasos previamente dibujados, siendo rechazada en las zonas cubiertas por agua. Estamos, por tanto, ante un sistema de estampación planográfico, donde las zonas con mensaje y sin mensaje se encuentran a un mismo nivel sobre la superficie de la piedra.

Deberán pasar más de 100 años hasta que las piedras litográficas planas sean relevadas por planchas de zinc, siendo el trabajo con éstas más flexible, adaptándose a la curvatura de los cilindros e iniciando la era offset.



Litografía impresa hacia 1825 por el impresor francés Gaulon, de la obra de Francisco de Goya “El famoso americano Mariano Ceballos”.

¹ La piedra calcárea debe ser suficientemente porosa como para filtrar el agua y con grano suficiente como para retener la grasa. La piedra por lo tanto no se graba, sino que se dibuja.



Recreación del taller de Ira W. Rubel realizada por Robert Thom (1915-1979), de los fondos de la American Gallery de USA.

Así el siguiente gran paso tendrá lugar en 1904 y lo será por el trabajo de dos hombres quienes, de manera independiente, llegaron a la misma meta, el alemán Caspar Hermann y el norteamericano Ira Washington Rubel, quienes, partiendo de la base de los mismos principios de la litografía, conseguirían un sistema rápido, económico y eficaz, que acabará por imponerse en todo el mundo, siendo actualmente el sistema líder para la impresión de grandes tiradas.

En cualquier caso, habrá que esperar hasta 1960 para que el sistema se implante de forma definitiva, una vez solucionados los problemas con las tintas y evolucionadas las planchas de impresión.

Será Estados Unidos quien en 1961 se adelante a Europa y haga una clara apuesta por la producción industrial de periódicos impresos en *offset*.

La penetración del *offset*, tanto en Estados Unidos como en Europa se inició por los pequeños diarios, con tiradas inferiores a los 50.000 ejemplares. En 1969, se imprimían en tipografía 1.066 diarios norteamericanos y en *offset* 494 (el 30%)².

En Europa el primer periódico impreso en *offset* fue el "*Evening Post*"³. En España, el 20 de Octubre de 1966, el diario mallorquín "*Última Hora*", publicaría un suplemento de 16 páginas iniciando el uso de este sistema de impresión en suelo español.

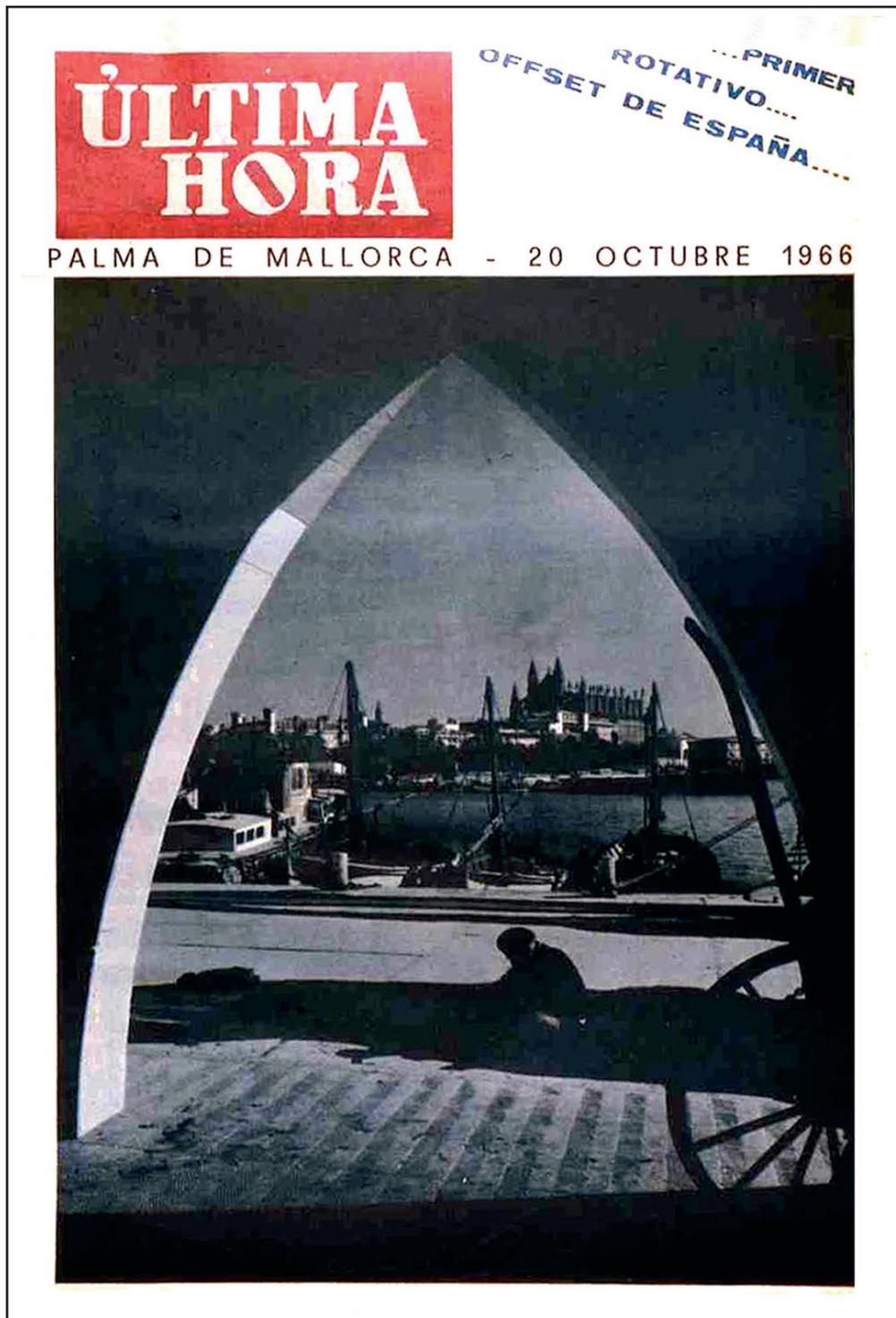
En 1967 nace "*SP*", primer diario español que se concibe para aplicar color a la información. Utiliza una rotativa *offset* y un papel de mayor calidad que el utilizado por la prensa diaria, si bien ya en 1966 el diario "*La Región*" (Orense), vendía espacios en tricomía y cuatricromía, aunque el color era muy imperfecto (Vílchez, 1994).

² Información extraída de la página web del Ministerio de Educación de España <http://recursostic.educacion.es/comunicacion/media/web/accesibilidad.php?c=&inc=prensa&blk=1&pag=5>

³ El 14 de septiembre de 1965

A pesar de las reticencias de los editores españoles al uso del offset para la impresión de diarios, en la que el mercado estaba copado por los sistemas tipográfico y huecograbado, se fue introduciendo de manera paulatina pero firme, de manera que en la actualidad todos los periódicos que se imprimen en España (alrededor de 110) lo hacen en prensas rotativas offset, ya que las ventajas son evidentes respecto de la impresión tipográfica: se reducen los tiempos de impresión, se mejora la calidad y se facilita notablemente la reproducción fotográfica y la grabación de planchas.

La fotocomposición vence a la composición mecánica y las rotativas sustituyen los sistemas de obtención en caliente de las formas en relieve (propios de la tipografía) por los procedimientos de composición en frío.



2.- EL SISTEMA OFFSET HÚMEDO

Podemos definir el offset como una técnica de impresión indirecta en la que la imagen se transfiere al soporte a través de un cilindro porta caucho o mantilla que la recibe a su vez de la plancha, ésta carece de relieve y asume la tinta siguiendo el principio de repulsión agua - aceite. Sistema planográfico.

El proceso tradicional se completa en cuatro fases:

- Preimpresión: obtención de clisés fotográficos.
- Preimpresión: preparación de las planchas.
- Preimpresión: Montaje de los folios.
- Impresión en las prensas rotativas.

2.1 Preimpresión: obtención de los clisés fotográficos

Las imágenes de tono continuo (fotografías y diapositivas) no pueden imprimirse en offset ya que este sistema de impresión no puede interpretar las diferentes gradaciones de color o matices de gris de los originales, sólo transmite al papel negros o blancos. Para poder imprimir medios tonos o semitonos se trama la imagen utilizando tramas de diversa densidad.

La finalidad de la trama⁴ es transformar la modulación continua en discontinua, es decir, descompone la imagen fotográfica en numerosos y pequeños elementos puntiformes, que en la impresión recibirán tinta en relación con su dimensión, lo cual permitirá a nuestra vista reconstruir la tonalidad del original.

Para blanco y negro la trama presentará un ángulo de 45° respecto de la horizontal. En el caso de imprimir en color las tramas se situarán, una por cada color, con diferentes grados de inclinación para evitar el efecto moaré y para una correcta distribución de los colores. La trama se coloca entre la lente u objetivo y el negativo a sensibilizar y se utilizará una cámara para reproducción fotomecánica. Al resultado obtenido lo llamamos folio tramado.



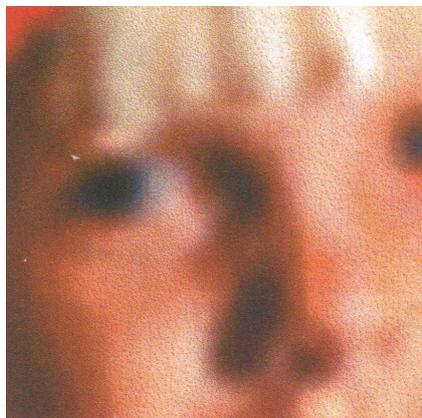
⁴ Las imágenes tramadas para impresión son conocidas con el nombre de autotipias.



A partir de una fotografía en blanco y negro (arriba), mediante el sistema offset sólo podemos transmitir imágenes en blanco o negro sin matices de gris. El resultado obviamente no presenta un mínimo de calidad suficiente como para satisfacer las necesidades artísticas de cualquier impresor. La solución es tramar la imagen (abajo). El punto de la trama desaparece cuando el observador se sitúa a la distancia adecuada.

La densidad de la trama dependerá del destino final o de la calidad que se quiera obtener; habitualmente la trama más fina para trabajos comerciales es de 150 líneas por pulgada. En el caso de libros de fotografías o en aquellas situaciones en los que se busque una gran calidad, la trama puede ser de 200 y hasta de 300 lpp.

En el caso de imágenes en color de tono continuo es necesario descomponerlas en los cuatro colores CMYK, para lo cual tenemos que usar una trama por cada color.



Tono continuo

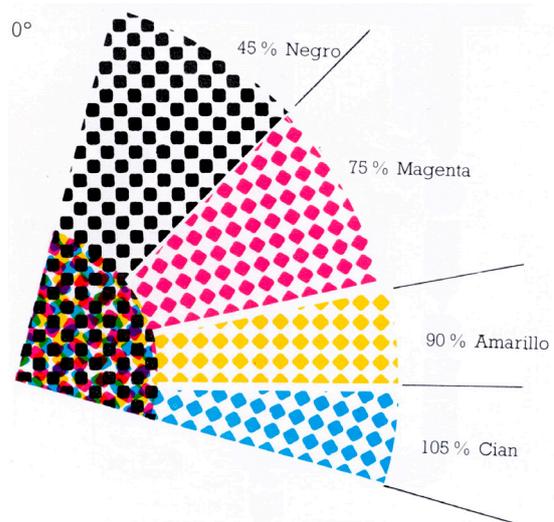


Imagen tramada

El resultado es una imagen formada a base de puntos. A la especial distribución de estos puntos se le llama "roseta" y se obtiene de la disposición de las tramas con unas inclinaciones determinadas para cada color y que pueden verse en la imagen de la derecha.

Para imprimir una imagen en cuatro colores necesitaremos un fotolito (negativo tramado) por cada color. El contenido de cada fotolito será transmitido a su plancha, por lo tanto, en cuatricomía utilizaremos cuatro planchas.

M. Riat, en su magnífica obra *"TÉCNICAS GRÁFICAS. Una introducción a las técnicas de impresión y su historia"*⁵ nos dice que *"la autotipia o fotografía tramada tiene la micro estructura de una fotografía de línea (si uno contempla los puntos de trama individuales), pero el observador tiene la sensación de contemplar una auténtica fotografía de medios tonos, gracias a sus elementos tramados de tamaño variable"*.

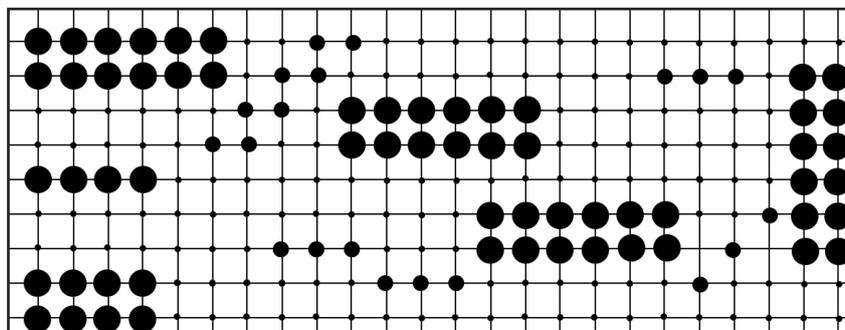


En la misma obra M. Riat nos informa que originalmente las tramas eran de cristal y así fue hasta 1940, momento en el que aparecen las tramas de contacto y empiezan a sustituir a las de cristal. A finales de los años 1970, en los talleres de fotograbado las tramas eran imprescindibles, ya que los escáneres que se utilizaban en artes gráficas tramaban las separaciones de color en las unidades cilíndricas de exposición mediante una trama de contacto sobre la película sensible. Con el tiempo, estos escáneres aplicaron patrones matemáticos para la determinación del tamaño y la situación de los puntos de trama, por lo que la trama de contacto se hizo innecesaria.

Existen dos clases diferenciadas de tramado, el denominado convencional o de amplitud modulada y el estocástico⁶ o de frecuencia modulada.

• Trama convencional o amplitud modulada:

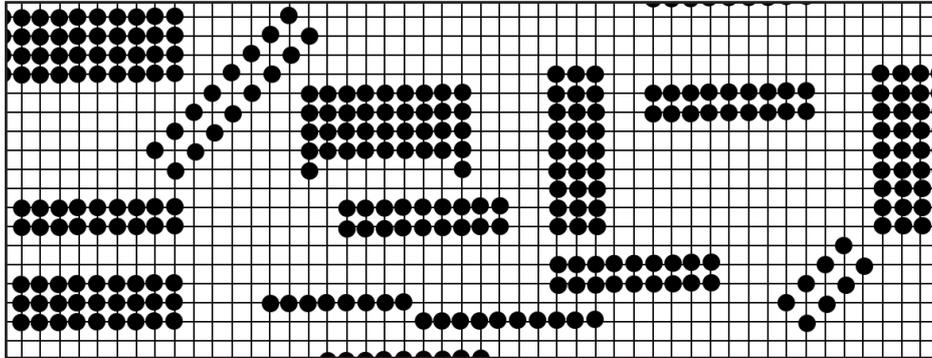
- Trama siempre con punto
- Variación del tamaño de punto:
 - Altas luces: puntos finos
 - Sombras: puntos gruesos



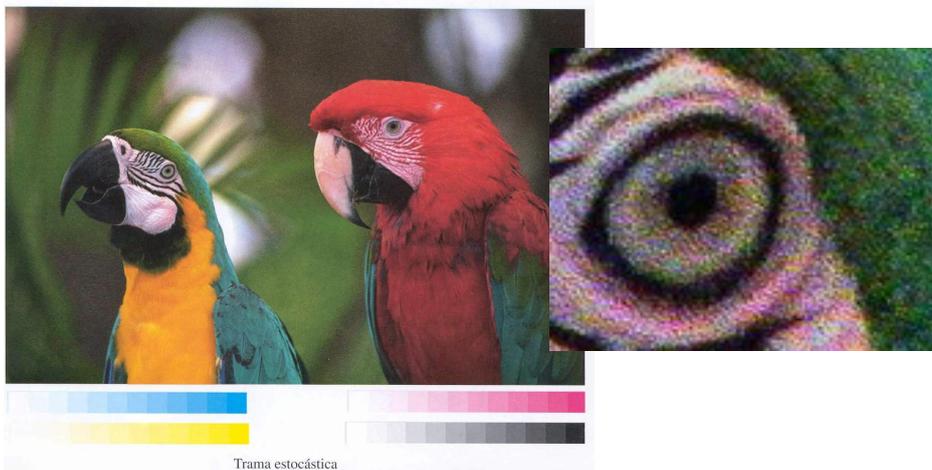
⁵ La obra de M. Riat esta publicada por su autor en internet y es de acceso libre. Esta publicada en archivos .pdf a disposición del lector y puede utilizarse con fines educativos. Por lo tanto, no sólo se trata de una excelente obra de consulta sino de una magnífica y encomiable iniciativa de divulgación cultural. <http://www.riat-serra.org/tgraf.html#tga-cond>

⁶ El término estocástico hace referencia a la aleatoriedad de la disposición de los puntos en la trama, aunque en realidad responden a una distribución generada mediante algoritmos matemáticos.

- Trama estocástica o frecuencia modulada:
 - Trama con punto solo si es necesario.
 - Tamaño de punto siempre igual y lo más pequeño posible:
 - Altas luces: menos puntos
 - Sombras: más puntos



Las tramas estocásticas se utilizan para trabajos de alta calidad y una de sus ventajas es la ausencia de *moiré*⁷ en las imágenes producidas, circunstancia esta propia de las imágenes tramadas por superposición de las tramas. Sin embargo, no todo son ventajas, su uso requiere unos estrictos controles de calidad y se evidencia una elevada ganancia de punto⁸.



⁷ Interferencias producidas por la superposición de dos o más imágenes tramadas.

⁸ Se refiere al aumento, no esperado ni deseado, de volumen del punto impreso.

2.2 Preimpresión: preparación de las formas o planchas de impresión

Las planchas están constituidas por un soporte metálico de diferente naturaleza, Zn, Cr, Al y por la parte exterior recubierta con fotopolímero⁹. Para hacer receptiva la plancha al agua y a la tinta, debe ser ligeramente granulosa, esto se consigue con la operación de graneado, para lo que se pueden utilizar bolas, chorro de arena, cepillado abrasivo, químico o electroquímico.

Las zonas impresoras varían según el tipo de plancha, pero, en general, puede decirse que las zonas de la emulsión de la plancha que han sido iluminadas, polimerizan y se endurecen, siendo éstas en las que se crean las imágenes y que presentan afinidad a la tinta. Las zonas sin imagen, carentes de polímero son afines al agua. Para reforzar la afinidad al agua o la tinta de las diferentes partes de la plancha, ésta es tratada químicamente.

2.3 Preimpresión: montaje de los fotolitos y generación de la plancha

Los fotolitos, con imágenes y texto, se montarán ordenadamente en la mesa de montaje sobre una retícula transparente denominada astralón (montaje o imposición). El conjunto se coloca sobre la emulsión fotosensible de la plancha y se insola en la prensa de insolación (proceso que se realiza al vacío para conseguir un contacto perfecto entre el original y la emulsión sensible de la plancha) mediante una fuerte iluminación con luz UV proveniente de un arco voltaico o de una lámpara de xenon.

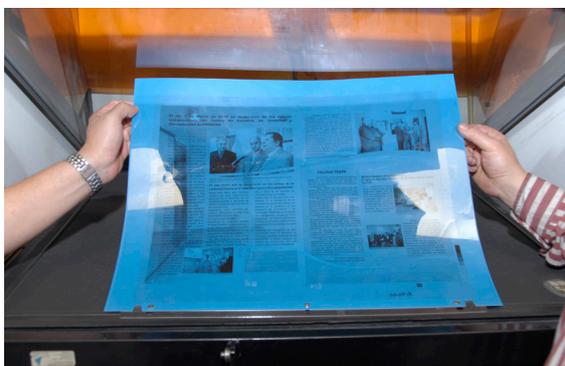
En la siguiente serie de fotografías se reproduce el proceso de generación de la plancha (agradecemos a gráficas MARCAM de Ávila su colaboración, ofrecimiento y excelente disposición para con los miembros del CNP en general y, de la Escuela Nacional de Policía de Ávila, en particular).



La plancha por la cara que presenta el fotopolímero sensible a la luz.



Colocación del fotolito sobre la plancha fotosensible.



La imagen transferida del fotolito a la plancha de offset.



El revelado químico de la plancha, limpiada, aclarada con agua, engomada y secada con aire caliente.

⁹ La piedra calcárea debe ser suficientemente porosa como para filtrar el agua y con grano suficiente como para retener la grasa. La piedra por lo tanto no se graba, sino que se dibuja.



La plancha lista para su colocación en la rotativa.

El revelado químico de la plancha, limpiada, aclarada con agua, engomada y secada con aire caliente.



2.3.1 Los sistemas CtFilm y CtP

Con la digitalización del proceso de preimpresión se sustituye la preparación manual, descrita con anterioridad, por el envío de la información a una filmadora, CtFilm del *computador al film*, que creará el fotolito que pasará directamente a la plancha.

El paso siguiente ha sido la eliminación del propio fotolito, exponiendo directamente la plancha offset. Ahora la información se manda desde el ordenador y, mediante una filmadora y su RIP¹⁰, se transfiere directamente a la plancha. El término CtP es el acrónimo de "Computer to plate" que podemos traducir directamente como del *computador a la plancha* o castellanizar como directo a plancha y es un proceso de preimpresión completamente digital. Con este sistema se eliminan los fotolitos y la necesidad de insolarlos.

Dos son las tecnologías CtP, basadas en luz láser:

- Tecnología térmica: iluminan la plancha offset termosensible con una serie de haces de luz láser infrarroja (830 nm). Esta tecnología es la primera de las CtP (año 1995), se caracteriza por una muy buena calidad, por trabajar con planchas insensibles a la luz blanca y por poder ser reveladas con procesos tradicionales. Desde hace algún tiempo, han aparecido planchas térmicas CtP que no necesitan productos químicos para su revelado.
- Tecnología láser violeta: la iluminación se lleva a cabo mediante un láser con una longitud de onda de 410 nm. Esta tecnología, de calidad menor a la anterior, pero de mayor productividad, suele reservarse para la edición de periódicos. Las planchas utilizadas en este sistema si son sensibles a la luz blanca y también las hay que no requieren de revelado químico.

Los tipos de planchas que se pueden utilizar son de poliéster, para tiradas cortas en uno o dos colores (hasta 20.000 impresiones), o metálicas, para tiradas mayores y de más calidad y prensas de mayor tamaño.

¹⁰ Para convertir una imagen vectorial en una imagen de mapa de bits es necesario someterla a un proceso de rasterización, de ello se encarga el RIP, procesador de imágenes rasterizadas, que mandará la imagen bitmap al dispositivo de impresión. El RIP puede implementarse como una solución software incluida dentro de un microprocesador.

Las ventajas del sistema CtP respecto del tradicional se basan en una mayor productividad con un considerable ahorro de tiempo en la preparación del proceso de preimpresión. Además, se reducen los problemas de registro¹¹ y de ganancia de punto¹², menor pérdida de papel sobrante, permite el uso de tramas estocásticas, todo ello redundando en una mayor calidad final del producto impreso.



Sistema CtP de Agfa, instalado en la imprenta INCODAVILA, abajo la filmadora láser CtP grabando una plancha (Cortesía de INCODAVILA SA)



¹¹ El registro es la perfecta situación o correlación sobre el papel de los colores en cuatricomía. Si las planchas están bien ajustadas, las cuatro capas de tinta serán depositadas en su sitio exacto, en caso contrario podremos observar sombras o dobles imágenes, es decir, un error de registro. Para facilitar la colocación de las planchas y los fotolitos, ambos llevan unas marcas de registro, en forma de rayas o finas cruces.

¹² Se produce ganancia de punto cuando el resultado impreso es de mayor diámetro o superficie que el punto contenido en la trama, por lo que la reproducción tendrá un aspecto oscurecido al tener una mayor densidad de tinta. La ganancia de punto depende múltiples variables, desde el sistema de impresión, del material de la plancha, de la viscosidad de las tintas, de la naturaleza y calidad del soporte, de la humedad.

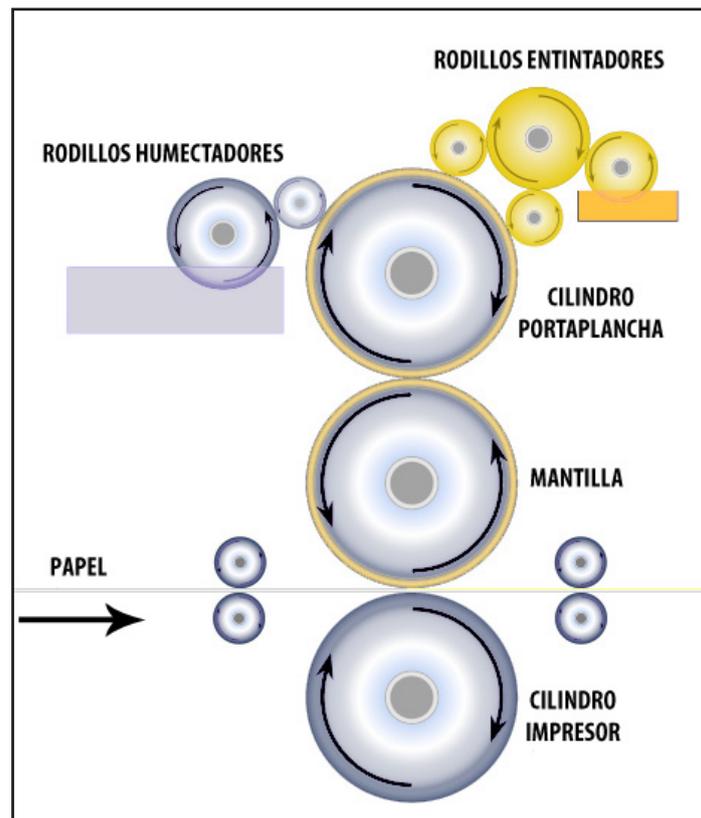
2.4 Impresión en las prensas rotativas offset

La imagen se transmite al papel mediante *rotativas de pliegos* o *rotativas de bobinas*¹³. La máquina está formada básicamente, además del sistema alimentador de papel y del sistema para retirarlo una vez impreso, del sistema impresor.

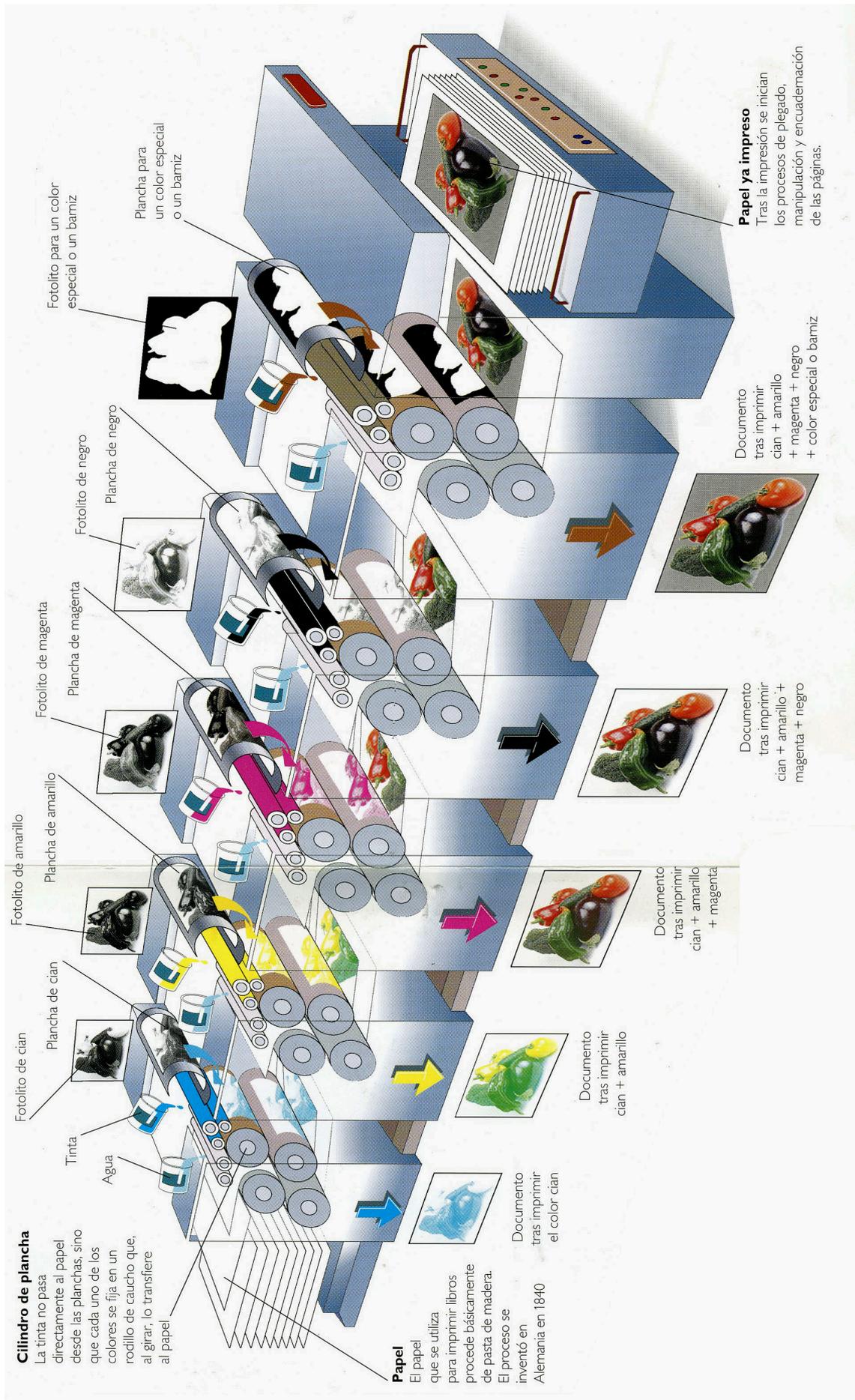
El *sistema impresor* consta de un cilindro portaplanchas, un cilindro portamantillas y el cilindro impresor. El *cilindro portaplanchas* recibe agua y tinta mediante dos baterías diferentes de rodillos. La imagen entintada pasa de la plancha metálica a la *mantilla* y, entre ésta y el *cilindro impresor* (que presiona el papel sobre la mantilla,) pasa el papel que recibe la imagen definitiva.

Por lo tanto, la imagen no se transfiere directamente de la plancha al papel, sino que lo hace de manera indirecta, de aquí el origen del nombre *offset*, a través de la mantilla.

En el siguiente esquema se advierte la distribución de los diferentes rodillos de agua y tinta y los tres cilindros. Con esta distribución se conseguiría transferir al papel un mensaje -imagen o texto- a un color y por una sola cara, por lo que para imprimir a cuatro colores por las dos caras necesitaríamos 8 cuerpos de impresión como el ahora descrito, es decir, el sistema completo que podemos observar en la página siguiente, al que además de los 8 cuerpos se le han añadido dos más para aplicarle un color especial o un barniz.



¹³ Las rotativas de pliegos utilizan como soporte papel en pliegos, hojas sueltas. Las rotativas de bobina se alimentan con papel continuo enrollado en cilindros, siendo este último sistema el utilizado para la impresión de grandes tiradas, por ejemplo, periódicos. La velocidad de las rotativas de bobina puede superar los 80.000 ejemplares por hora, siendo unas cinco veces más veloz que las rotativas de pliego.



3.- NUEVAS TENDENCIAS EN LA IMPRESIÓN OFFSET: LA IMPRENTA DIGITAL

El mundo de la impresión sufrió un duro revés con la crisis, así en España, en el periodo entre los años 2007 y 2017 la demanda de periódicos descendió en un 61%, perdiendo casi un millón de ejemplares¹⁴.

La tecnología se ha ido ajustando a las necesidades reales de cada momento, dando respuestas personalizadas a los clientes. La impresión se reinventa, posibilita la elaboración de tiradas reducidas, de calidad y bajo coste, permite la reedición de obras antiguas en formato facsímil, de obras de autores noveles, de difusiones científicas, empresariales o comerciales de escasa difusión.

También resulta crucial la búsqueda de sistemas de producción más económicos, sencillos y ecológicos, en los que se limiten o desaparezcan el uso de agua -sistemas waterless- alcohol o productos químicos para el revelado de planchas.

Las producciones de las rotativas se acortan, por lo que ya no son tan necesarias rotativas muy rápidas, sino imprentas con una gran versatilidad, capaces de imprimir en varios formatos y en diferentes sustratos, con poco mantenimiento técnico y de personal, se busca la máxima fiabilidad y rentabilidad, la imprenta offset digital se afianzará como una alternativa real al offset tradicional.

Nace el concepto de *impresión bajo demanda*, algo así como dime lo que necesitas que te lo *imprimimos*, tiradas cortas entre unas decenas a unos centenares de ejemplares, la tecnología offset se reinventa para poder competir con los sistemas digitales electrofotográficos y de inyección de tinta, dando lugar a lo que conocemos con los nombres de offset DI *Direct Imaging* (exposición directa) ó *CtPress* (del computador a la prensa) y Computer to Print.

3.1 CtPress, la grabación directa¹⁵

La grabación directa, CtPress o DI Direct Imaging (del computador a la prensa), es un proceso totalmente digital en el que las planchas se crean en el interior de la propia prensa, mediante algunos de los sistemas de generación láser descritos con anterioridad.

Es una tecnología en la que destaca la empresa “Presstek”¹⁶ y que usan las prensas alemanas “Heidelberg” (series Quickmaster y Sepeedmaster). La base del funcionamiento se encuentra en las planchas y en su sistema de creación de imágenes, según nos cuenta Riat en su obra Técnicas gráficas, pág. 212: “*la capa de las delgadas planchas flexibles se erosiona selectivamente mediante un diodo LÁSER térmico, así que después de este tipo de filmación sólo hay que eliminar el polvo. En menos de 5 minutos la plancha está a punto de imprimir. Este sistema es rentable a partir de tiradas de 200 ejemplares. Las planchas Pearl-Dry son planchas sin agua, que no necesitan unidad de mojado*”.

Aunque el sistema esta originalmente concebido para su uso con planchas sin agua (WATERLESS), es posible el uso de planchas para offset húmedo (al final de este tema hay un capítulo dedicado al offset waterless).

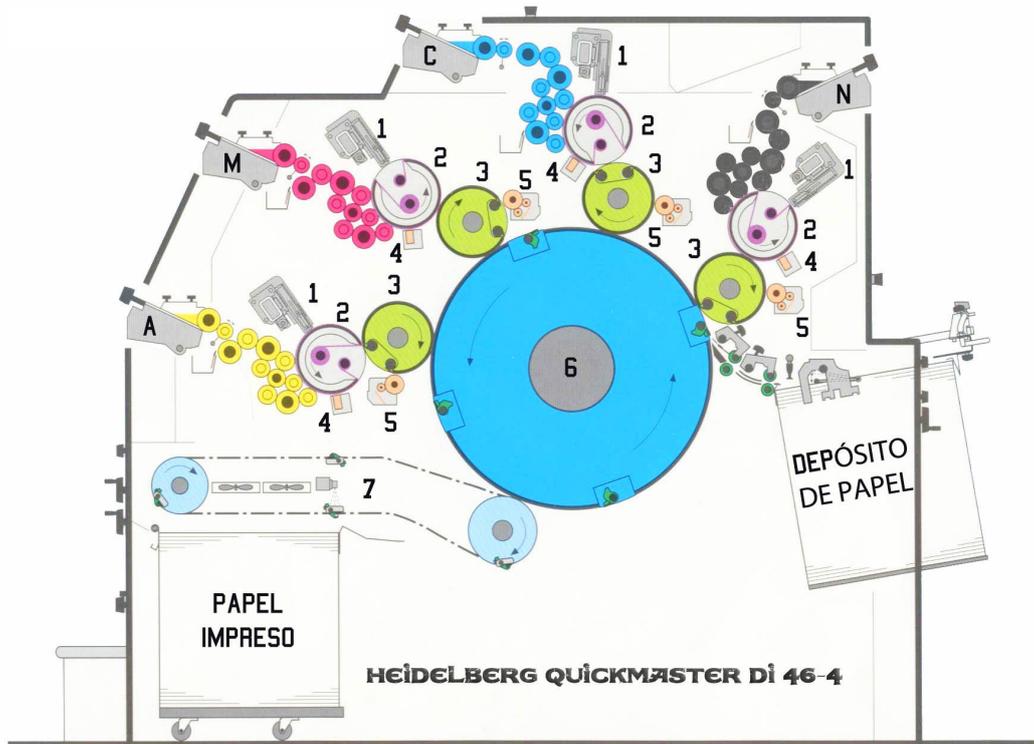
Explicación de las principales unidades que componen una Heidelberg Quickmaster DI 46-4 (sistema Waterless):

¹⁴ https://www.elespanol.com/economia/medios/20180125/grandes-diarios-papel-pierden-difusion-decada/279723158_0.html

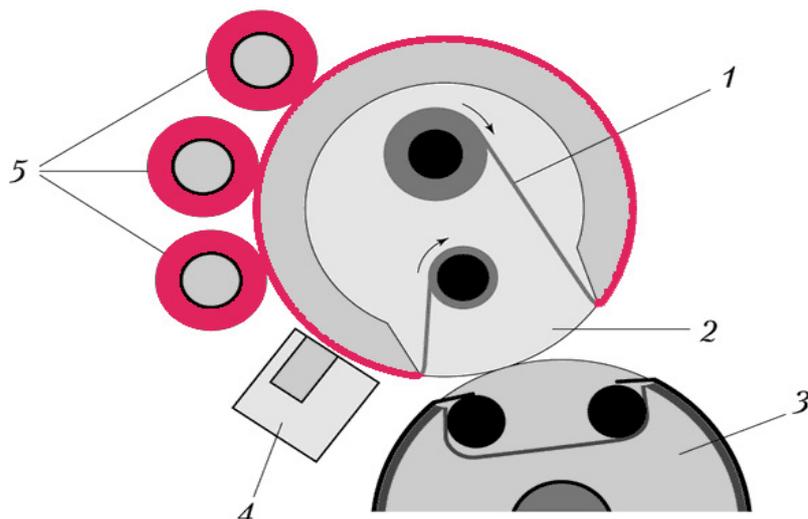
¹⁵ Genéricamente al sistema se le conoce como CtP, “Computer to Plate”, que traducimos como “directo a plancha” o “directo a placa”.

¹⁶ Presstek es una empresa estadounidense fundada en 1987 que da servicio y soluciones de impresión digital a otras empresas del sector tales como Heidelberg, Ryobi, Xerox, KBA y Kodak.

- N, C, M y A: tinteros de colores y rodillos de entintamiento.
- 1: filmadoras láser.
- 2: cilindro portaplancha y plancha.
- 3: mantilla.
- 4: unidad de limpieza de la plancha.
- 5: unidad de limpieza de la mantilla.
- 6: cilindro impresor.
- 7: unidad de recogida del papel impreso.



En la siguiente imagen nos acercamos aún un poco más al sistema y así apreciamos los rodillos entintadores (5), portaplancha (2) con la plancha enrollada en el cilindro (1) y mantilla (3), también aparece la unidad de limpieza de la plancha (4).



3.2 CtPrint. adios a la plancha

Lógicamente, la evolución de la tecnología debería conducirnos a su máxima simplificación y ésta se traduce en la ausencia de las planchas.

Este sistema fue utilizado por primera vez por la empresa alemana Man Roland (Perteneciente al grupo industrial británico Langley Holdings desde 2012) en las prensas de la serie DICOweb (Presentadas en la Drupa 2000). Acudimos de nuevo al manual de Riat quien nos ofrece una clara explicación del funcionamiento y la transmisión de las imágenes:

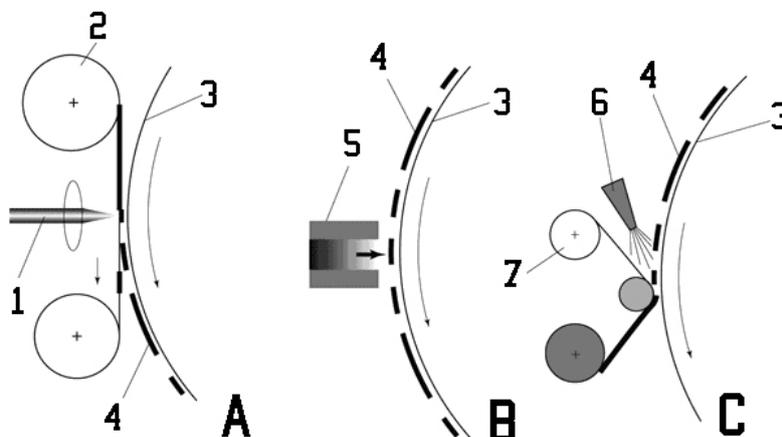
“el cilindro de la prensa se emulsiona con un fotopolímero que tiene la propiedad de intercambiar su receptividad por la tinta y por el agua bajo el efecto de las radiaciones que le aporta un sistema óptico LÁSER. Se habla de un polímero intercambiable o termo invertible (switchable polymer). Una vez que la capa de polímero se ha secado, se la polariza mediante un rayo LÁSER con una longitud de onda de 830 nm. A partir de este momento se puede iniciar la tirada.

Una vez efectuada la tirada, el cilindro de impresión se limpia automáticamente, se vuelve a emulsionar y se le graban los datos del próximo trabajo. La mantilla también se limpia automáticamente. Al cabo de unos 15 minutos la prensa está lista para iniciar la nueva tirada. Las prensas DICOweb de MAN Roland pueden tirar hasta 20.000 copias por hora. El emulsionado del cilindro aguanta unas 40.000 impresiones. Luego se vuelve a emulsionar y a grabar automáticamente. Se obtiene una definición de 3.200 DPI. Las prensas de esta categoría se fabrican en monocolor o con hasta 6 cuerpos de impresión”.

Para una mejor comprensión de lo que acabamos de describir vamos a centrarnos en el siguiente esquema, extraído de la página web rusa de la revista KompyuArt¹⁷ y que se refiere al sistema de grabación directa sobre el cilindro de una máquina offset Dicoweb de MAN Roland.

- A) La cinta polimérica (2) se desenrolla y se sitúa sobre el revestimiento de la estructura metálica del cilindro de acero (3). Un cabezal láser multicanal (1) genera una potente radiación infrarroja que calienta el polímero que se transfiere desde la cinta al revestimiento exterior del cilindro, el grosor de la capa transferida es de unos 15 mm (4),
- B) El cabezal de grabación láser (5) transfiere la información a la emulsión. El proceso requiere de unos tres minutos y la información grabada podrá imprimirse unas 40.000 veces antes de que pierda funcionalidad.
- C) Una vez realizadas las impresiones se procede a la limpieza del cilindro, que se realiza mediante una válvula de chorro (6) y una tela (7) que recoge la suciedad y los restos de emulsión, dejando preparado el cilindro para la transmisión de una nueva información.

La impresión digital de referencia, en cuanto a offset digital, son las prensas digitales Indigo, que han sido descritas en el capítulo 4, dentro del apartado 3. Impresoras Electrofotográficas, 3.3.Tóner líquido, por los motivos expuestos allí expuestos, pero que, lógicamente, cabría perfectamente en este apartado sobre Offset Digital.



¹⁷ <http://www.compuart.ru/article.aspx?id=16050&iid=744>

4.- USO DEL OFFSET HÚMEDO Y RECONOCIMIENTO DEL SISTEMA

En cuanto a las aplicaciones del offset húmedo, que a día de hoy es el sistema de impresión comercial más utilizado para medias y grandes tiradas, podemos distinguir usos de carácter general y para seguridad, así:

- GENERALES
 - Cuatricomías
 - Periódicos y revistas
 - Libros, folletos y catálogos

- SEGURIDAD:
 - Aplicación de tintas especiales (UV)
 - Fondos de líneas finas (estructuras geométricas complejas e interpretación a línea de motivos).
 - Microtextos
 - Impresión en iris

Aunque históricamente se ha mantenido que el offset húmedo era incompatible con la impresión de papel moneda debido al carácter marcadamente hidrófilo del algodón, en la actualidad se utiliza esta tecnología para la impresión de parte del euro, como, por ejemplo, una zona en particular del reverso del billete de 50 €.

En cuanto a la identificación del sistema debemos tener en cuenta que tenemos al menos tres resultados diferentes atendiendo a otras tantas circunstancias, a saber: que la trama utilizada sea convencional, que la trama sea estocástica o que no se hayan utilizado tramas para la transmisión de motivos de líneas¹⁸ (masas de colores puros).

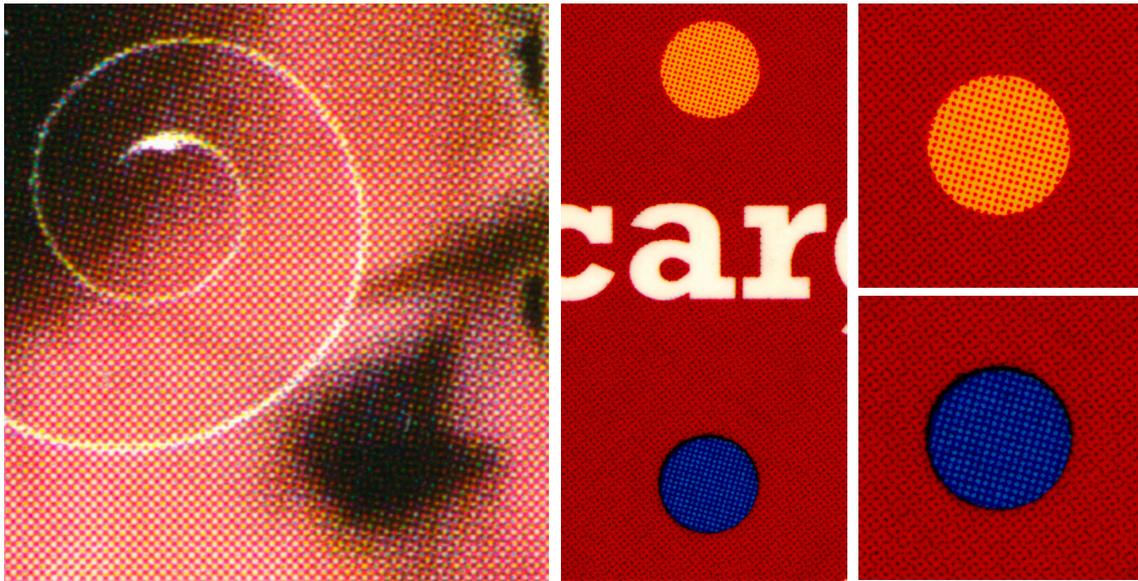
La estructura propia y característica de la impresión offset convencional es la roseta, que como ya habíamos dicho reproduce las diferentes tramas, una para cada color, con repetición de los colores atendiendo al valor de inclinación de la trama. El resultado es fácil de distinguir siempre y cuando se registren en la imagen los cuatro colores, siendo más problemático cuando sólo se reproducen tres, dos o incluso un solo color (masa de tono único). También hay que tener en cuenta que lineaturas más densas, para obtener una mejor calidad, ofrecen agrupaciones más concentradas y puntos más pequeños.

El sistema de visualización es sencillo, una lupa a partir de 4 aumentos es suficiente para distinguir correctamente la roseta. Nosotros hemos optado por escanear las imágenes a 2400ppp y mostrar el resultado.

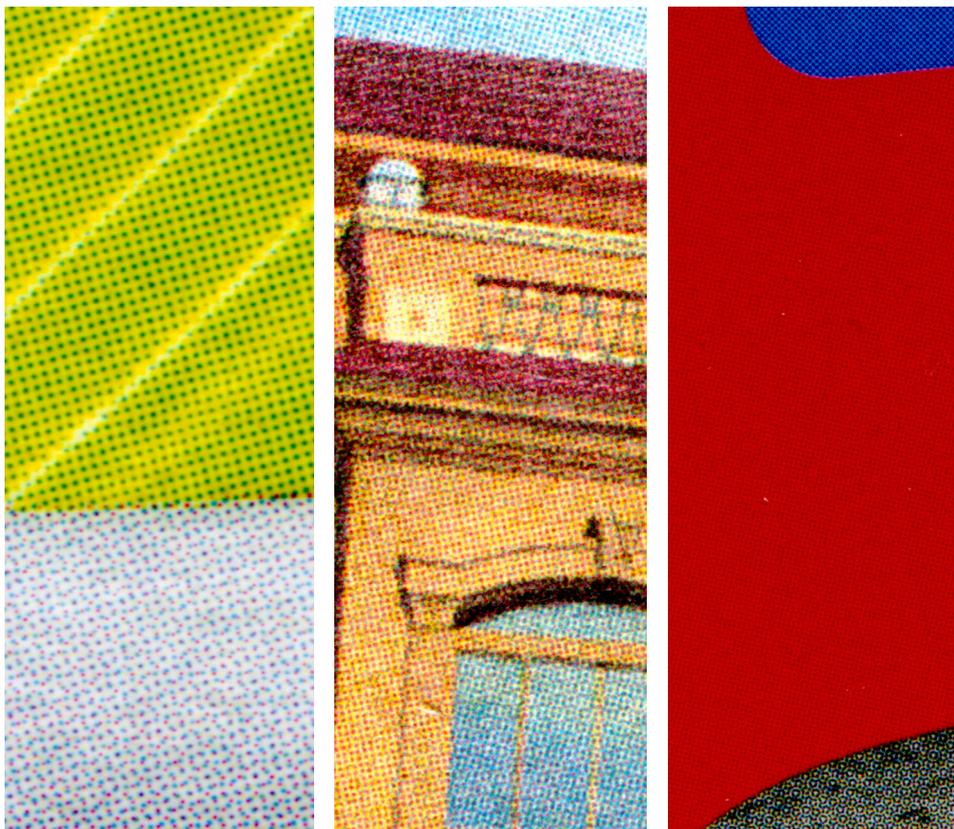
En la imagen de abajo a la izquierda, se ve perfectamente la roseta en la zona media superior, pero en la zona inferior izquierda falta uno de los colores (el cian) y la roseta ya no se forma de manera completa.

A la derecha y aunque la imagen ha sido tomada con la misma resolución que la anterior, la mayor lineatura dificulta observar la roseta. Para poder apreciar el sistema de impresión y localizar la roseta ampliaremos sobre cada uno de los puntos naranja y azul de la imagen. En ninguna de las imágenes ampliadas se recoge la roseta completa, sin embargo, la repetición ordenada de los puntos impresos apunta a que las imágenes han sido previamente tramadas. La sensación de profundidad que se advierte sobre todo en el punto de la derecha, el azul, es un efecto óptico, ya que la impresión es absolutamente plana.

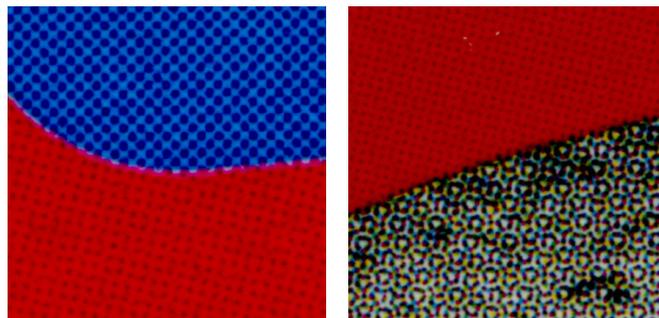
¹⁸ En el caso de los fondos de seguridad de los billetes de banco, estos obedecen siempre a motivos de líneas de colores no degradados, por lo que no es necesario tramar el motivo. En el caso de que se observen degradaciones o cambios de tono en una línea, se consigue mediante una complicada técnica de impresión denominada impresión en iris, que tampoco requiere tramado.



En estas tres imágenes, de izquierda a derecha: impresión comercial sobre cartón plastificado, impresión de un periódico sobre papel reciclado y a la derecha impresión de calidad sobre papel satinado proveniente de una revista de fotografía.



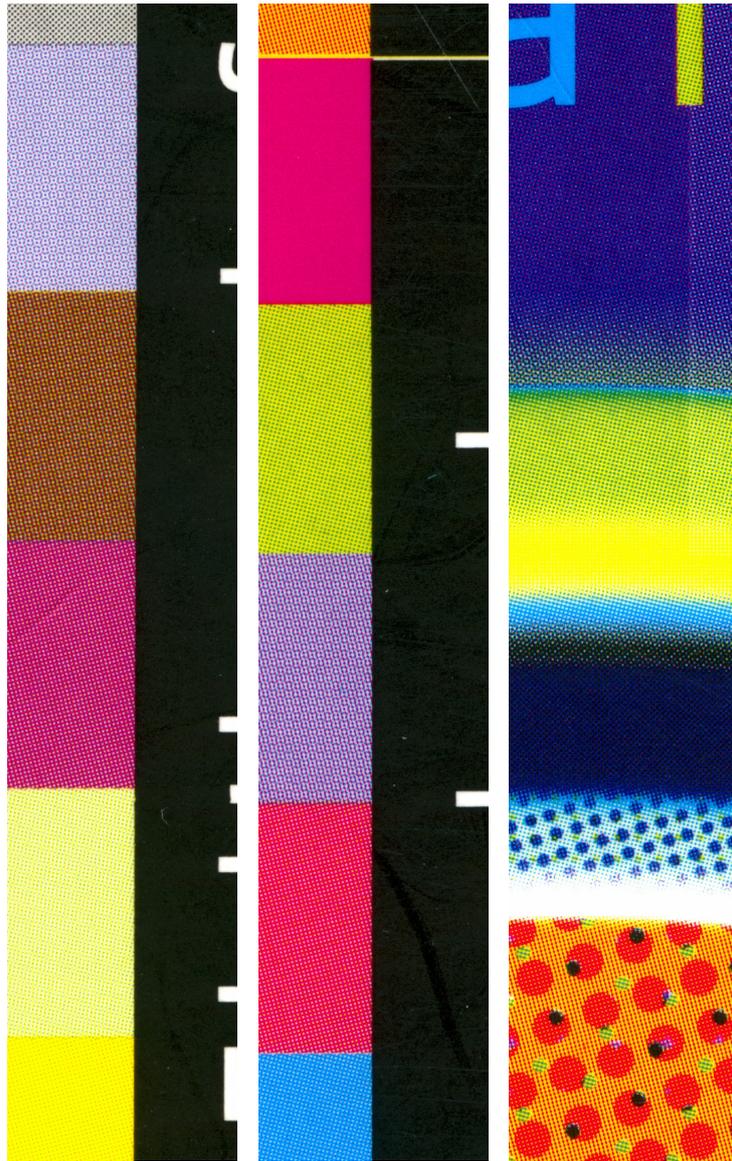
Para poder ver con mayor detalle la impresión de la derecha hemos hecho un zoom de las partes superior e inferior. Aunque toda la impresión es offset, sólo se aprecia la roseta en la ampliación inferior, no obstante, la repetición de los puntos impresos en las otras zonas de la imagen, nos orientan hacia esa conclusión.



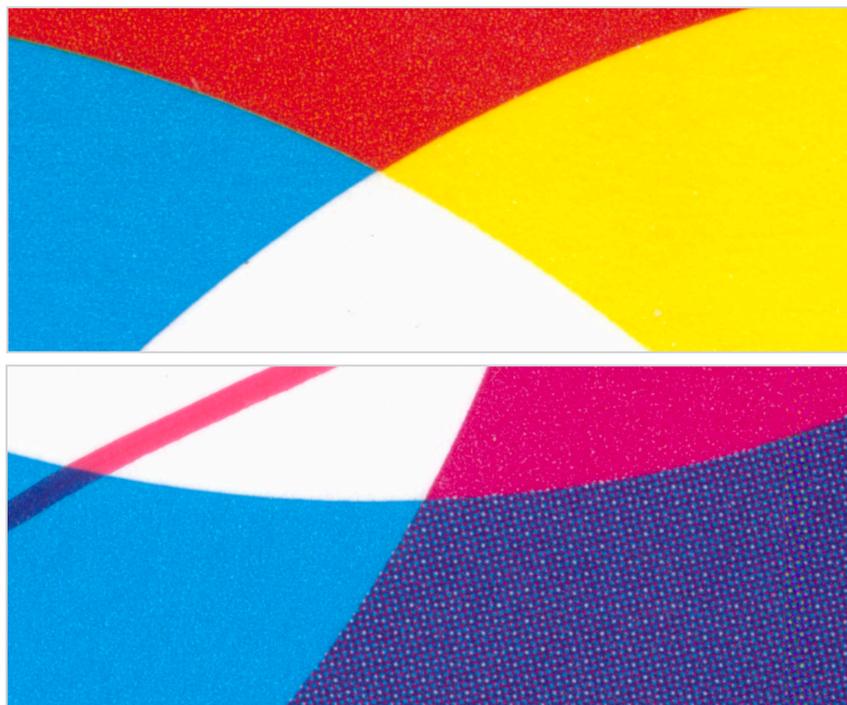
Hasta ahora, bien la roseta o la agrupación de los puntos, que guardan una cierta frecuencia de repetición, nos orientan para poder distinguir el sistema offset.

En las tres imágenes siguientes, obtenidas de un libro sobre artes gráficas tal y como aparecen (son tres tiras continuas, sin montajes), podemos observar la existencia de colores puros reproducidos como masas sin tramar.

Invitamos al lector que amplíe el archivo pdf hasta un 400% y vaya observando las diferentes distribuciones de puntos, así como los colores puros magenta (tira de la derecha abajo, tira central 2º color desde arriba) y verde (tira central 2º color desde abajo), así como los negros profundos de las tiras izquierda y central. Efectivamente, el sistema offset permite la impresión de masas de color sin tramar, lo cual dificulta sobremanera la distinción del sistema de impresión al no quedar rastro de la roseta ni tan siquiera algunos de los puntos de la trama.

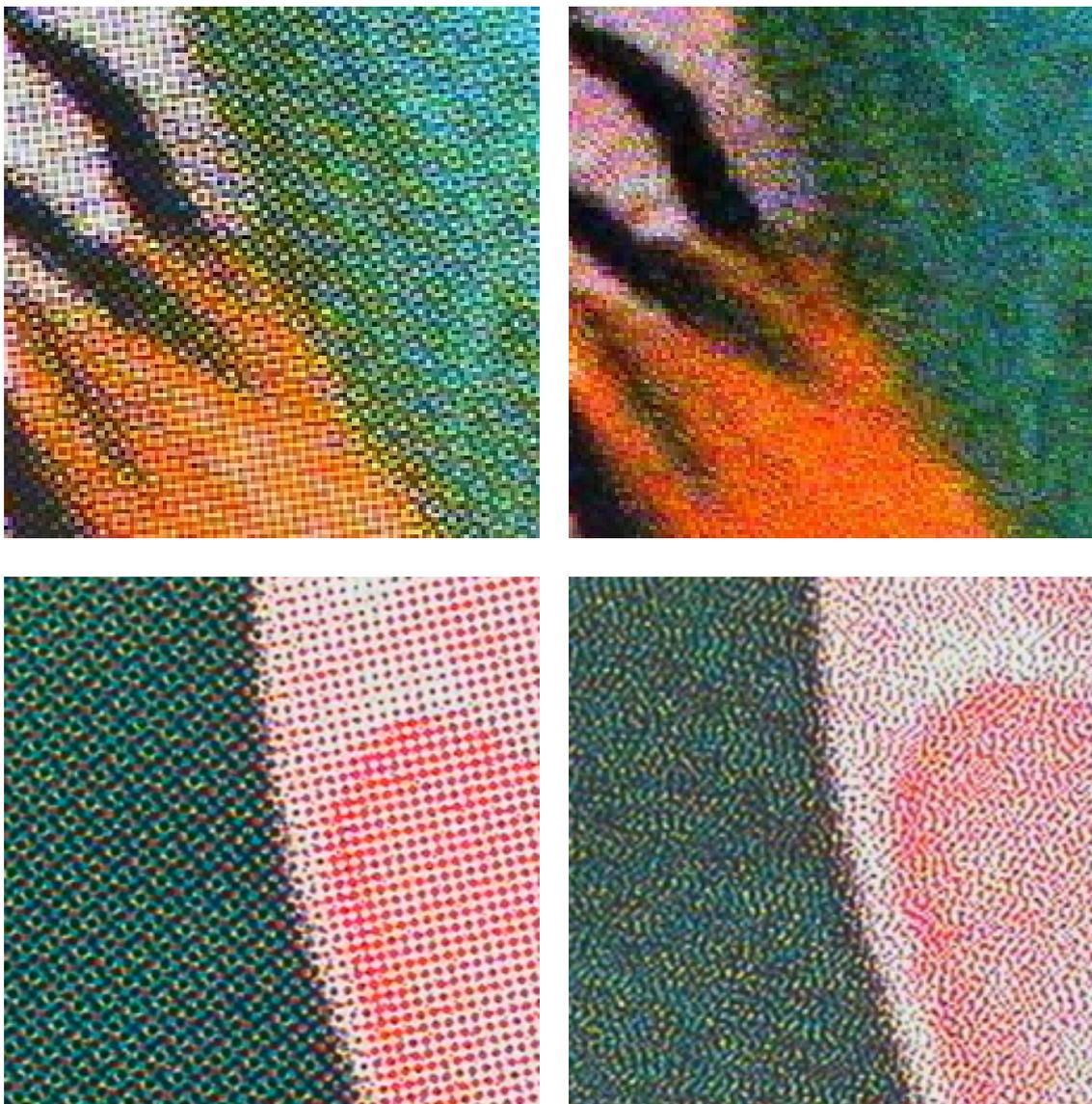


En estas otras dos imágenes, tomadas de un libro impreso en su totalidad en offset, también observamos impresiones de masas de color sin tramar (rojo, cian y amarillo, arriba), junto a otras tramadas (cian y magenta no tramados y azul formado por la mezcla de magenta y azul, abajo)



La técnica para distinguir ópticamente el offset debe ser la búsqueda en todo el documento de la roseta y si esta no aparece, de la repetición sistemática de puntos, a semejanza de un patrón, (este patrón se repite en las zonas que presentan exactamente la misma tonalidad), sólo así podremos garantizar que el documento ha sido impreso mediante un sistema offset.

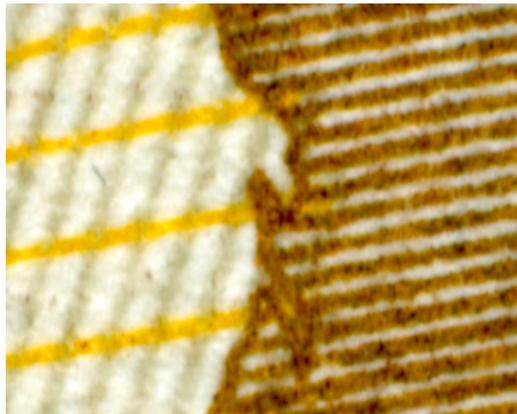
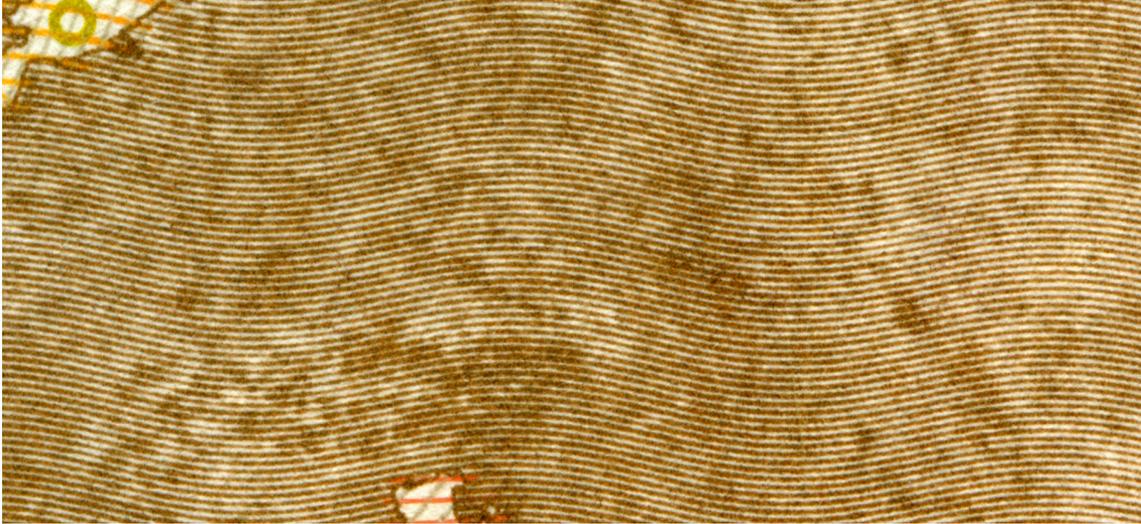
Veremos a continuación una comparativa entre una misma imagen impresa en offset pero descompuesta con tramas convencional y estocástica.



En las ampliaciones de la imagen impresa en offset con trama convencional distinguimos perfectamente la roseta pero en las ampliaciones de la derecha (trama estocástica), no tenemos elementos para pronunciarnos en cuanto al sistema de impresión utilizado.

Por último, (respecto de la tercera posibilidad de impresión offset más arriba apuntada: la impresión de líneas sin trama previa), mostramos dos imágenes ampliadas de la zona de un billete de 50 euros que ha sido impresa mayoritariamente mediante offset húmedo. En la imagen de abajo hemos ampliado un poco más para que se aprecie la impresión offset húmedo (se corresponde con las líneas horizontales de color marrón intenso) y se distinga de la impresión offset seco (las líneas que aparecen a la izquierda de las anteriores, inclinadas y sobre fondo más claro).

La comparación entre ambas zonas o entre ambos sistemas de impresión no parece arrojar diferencias claras como para poder determinar con exactitud cuál es un y cuál es el otro, por lo que el resultado obtenido es en ambos casos similar, si recordamos que el motivo impreso es un diseño a base de líneas y que la imagen transmitida a la plancha y al papel no ha sido tramada.



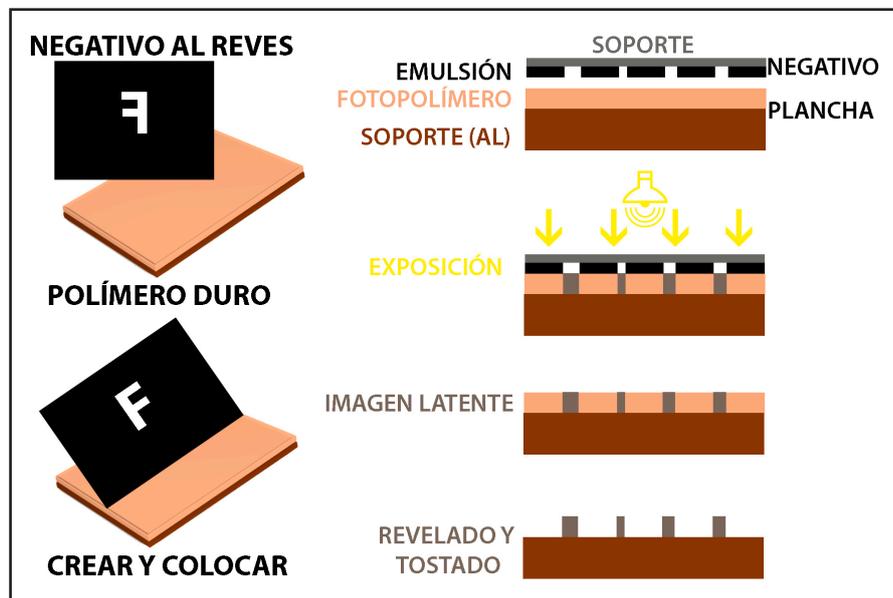
5.- OFFSET SECO

Sistema de impresión indirecto similar al offset húmedo pero que prescinde de los rodillos humectadores.

Es el sistema utilizado, preferentemente, para la impresión de los fondos de seguridad de los billetes de banco debido a que el algodón presenta problemas de deformidad en presencia de humedad.

Permite la *impresión en iris* (colores difuminados con el color siguiente y el anterior, produciendo el efecto irisado), la utilización de *tintas sensibles al UV* y de *tintas debiles* (reaccionan al agua y al alcohol) y la impresión del *motivo de coincidencia* de los billetes a registro perfecto, además, como ya hemos manifestado, es el sistema empleado mayoritariamente para la impresión de los fondos de seguridad del papel moneda y de documentos de seguridad en general (pasaportes, visados, etiquetas, títulos universitarios, cheques bancarios, etcétera).

En la siguiente imagen vemos los diferentes pasos para la preparación de una plancha de offset seco, el resultado final exhibe, al contrario del offset húmedo, un ligero relieve.



La impresión en offset seco presenta algunos problemas tales como la dificultad para reproducir detalles tan finos como los conseguidos con el offset húmedo, ganancia apreciable (aumento del tamaño de la imagen impresa respecto de la original) y el alto precio de las planchas.

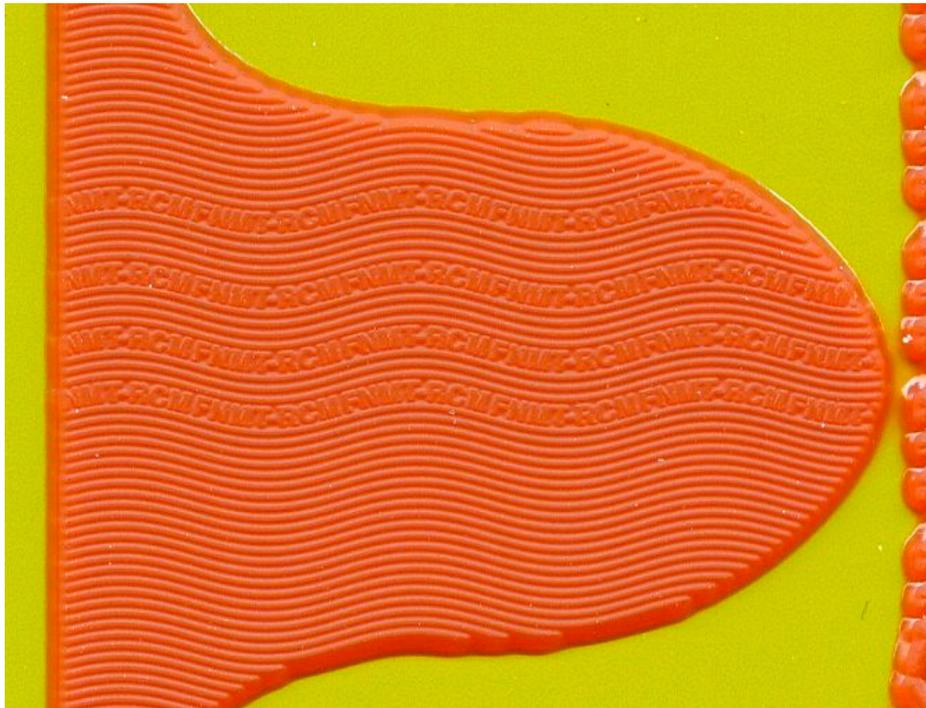


El sistema offset seco es muy similar al húmedo, con diferencias evidentes como son la ausencia de agua y el material de las planchas.

En la impresión de documentos de seguridad en papel debemos tener en cuenta que lo primero que se imprime son los fondos de seguridad y sobre estos, una vez seca la tinta, se imprimirá la calcografía. Esto quiere decir que, por ejemplo, en un billete euro conviven diferentes sistemas de impresión con resultados diferentes que es necesario conocer y aprender a distinguir.

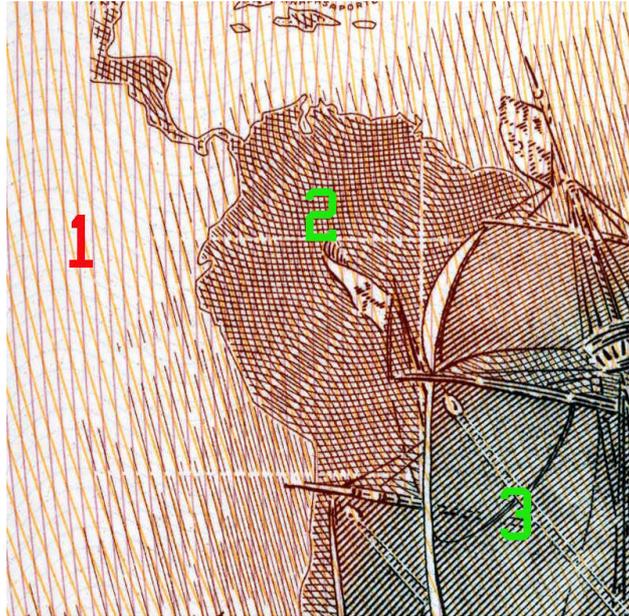
Los contornos de las líneas impresas mediante offset seco son nítidos, sin hilos o corrimientos de la tinta sobre el papel, lo cual se diferencia claramente de las impresiones calcográficas, ya que éstas, debido a la alta presión ejercida por la plancha sobre el papel, provocan el estallido de la tinta y la aparición de hilos que se dispersan del trazo principal.

A continuación, detalles de planchas de offset seco y su impresión sobre papel moneda. Destaca la ligera altura del motivo a imprimir, que se eleva sobre la base de la plancha.





Otro ejemplo de convivencia de ambos sistemas lo encontramos en la cara interna de la portada del Pasaporte Ordinario de España, modelo 2003. Offset (1) y calcografía (2 y 3).



Dos últimos ejemplos en los que se repite la circunstancia descrita. En la imagen de arriba, un detalle de una de las hojas del actual Pasaporte de Iraq y debajo, un detalle de un billete egipcio de 20 libras (1: offset; 2: calcografía). Como en los casos precedentes, primero se imprimen los fondos offset y sobre estos la calcografía.



6.- OFFSET WATERLESS

6.1 Concepto, historia y desarrollo

La traducción de “*offset waterless*” sería la de offset sin agua, diferenciándose totalmente de la idea generalizada entre nosotros del “offset seco”, entendiéndose como tal la tipografía indirecta (polímero, caucho, papel).

Desde que Alois Senefelder inventó en 1798 la litografía, antecedente del sistema de impresión offset, se persiguió poder sustituir el agua que se empleaba en la misma para proteger las zonas que no se entintaban. El alemán Caspar Hermann (1871-1934) hizo pruebas con planchas de offset en las que incorporaba silicona habiendo patentado el invento, por primera vez, en 1903. No obstante, los propios alemanes consideran el año 1931 como la fecha en la que se inventó el offset sin agua o waterless.

En 1966 la empresa norteamericana “Minnesota Mining and Manufacturing Company” (3M) desarrolló y presentó al mercado el sistema 3M-Driography. Fue el antecedente de la plancha Toray de la empresa Toray Industries Inc. a quien se vendió la patente en 1976.

Esta última, presentó su primera plancha waterless en la Drupa¹⁹ de 1977. No era perfecta aún, pues no se habían superado las dificultades derivadas de la temperatura de las máquinas de impresión que se debía mantener bajo estrictos niveles, lo que se consiguió a finales del año 1980.

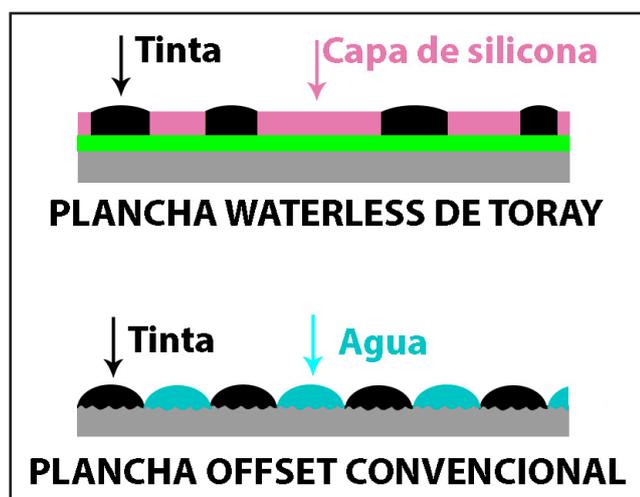
Hasta 1991 “Toray Industries Inc.” era el único suministrador de planchas por lo que se desconfiaba en incorporar esta tecnología al tener que depender de un solo proveedor de planchas. “Heidelberg” y “PressTek” introdujeron en dicho año su modalidad DI (Direct Imaging o grabado directo, ver el esquema que de la Heidelberg Quickmaster DI 46-4, se ha adjuntado en este capítulo) que equivalía a una impresión sin agua y usando la técnica de las planchas Toray. Posteriormente “Kodak Polychrome Graphics” (KPG) se ha sumado a los dos fabricantes anteriores.

6.2 La plancha

El offset waterless, tanto se trate de la modalidad *Toray* como *PressTek*²⁰, hace uso de una plancha de offset cuya superficie, una vez revelada, dispone de:

- un cuerpo metálico (fotopolímero) en el que está reflejada la imagen que se quiere imprimir, es la que atrae la tinta
- otra capa, sin imagen (silicona) que rechaza la tinta.

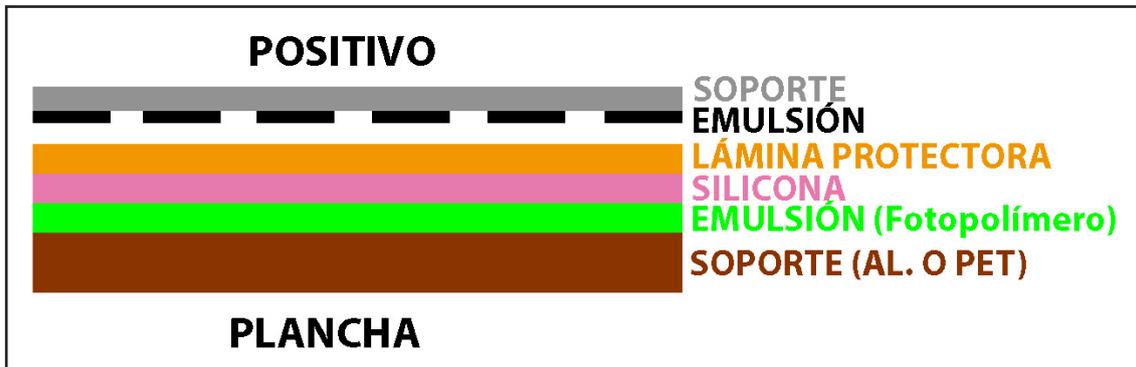
Como se aprecia en la imagen de la derecha, la capa de goma siliconada no sensibilizada, queda ligeramente por debajo de las zonas impresas.



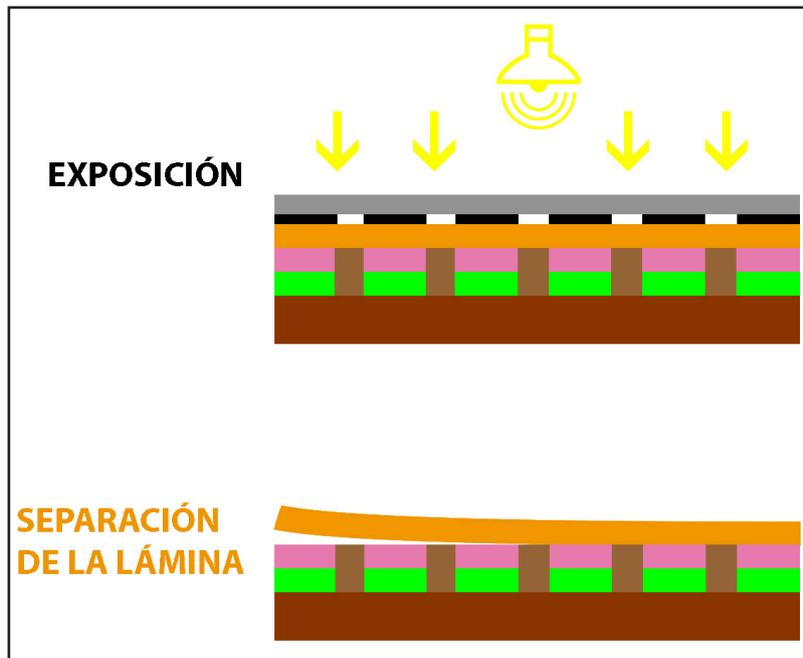
¹⁹ DRUPA, es el nombre de la Feria internacional de la industria de la impresión y los medios de comunicación. Se celebra cada 4 años en Dusseldorf -Alemania- y está organizada por la compañía “Messe Dusseldorf GmbH”. Sin lugar a dudas la más grande de cuantas se celebran en el mundo. <http://www.drupa.es/>

²⁰ Toray: empresa japonesa fundada en 1926 y dedicada a la producción de plásticos, productos químicos e investigación de materiales www.toray.com. Presstek es una empresa de los USA dedicada a la impresión digital y fue fundada en 1987 www.presstek.com. Toray y Presstek son los principales fabricantes de planchas para offset waterless.

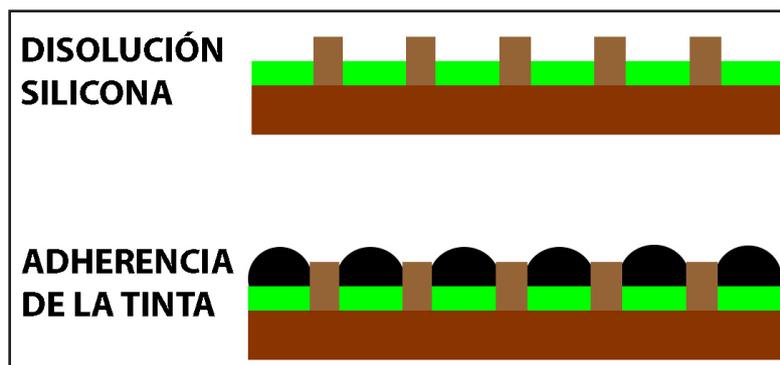
La plancha para offset waterless es plana, está dotada de una capa de silicona y funciona bajo el principio de repulsión silicona-aceite. Está constituida de una base de aluminio o poliéster a la que se superponen la emulsión (fotopolímero), la silicona y una lámina protectora.



La exposición de la plancha se realiza al vacío. Mediante la insolación se consigue transmitir las zonas de impresión del positivo a la plancha, el endurecimiento de la emulsión fotosensible de la plancha y fortalecer la unión entre esta capa y la que contiene la silicona. Una vez realizado este proceso se retira la lámina protectora.



A continuación, se procede al revelado eliminando los restos de silicona (cepillado físico o con soluciones químicas). Finalmente, la plancha queda preparada para recibir la tinta en las zonas presensibilizadas.



La impresión requiere de tintas especiales para waterless, ya que las tintas ordinarias originan la aparición de velo en el área donde no existe imagen.

Las planchas funcionan en máquinas offset convencionales, pero éstas deben estar equipadas con un adecuado sistema de refrigeración para el mantenimiento de la temperatura de las mismas. La temperatura en las máquinas de impresión offset waterless es, sin duda, el aspecto más crítico en esta modalidad de impresión. El calor que se desprende durante el proceso afecta de manera muy negativa a las tintas, siendo frecuente la aparición de velos y manchas si no se mantiene una temperatura correcta.

6.3 Características del offset waterless

- Colores más brillantes e intensos, obteniendo una mejor consistencia global, una mayor gama de colores y mayor contraste. Las posibilidades de representar colores mediante este sistema son mayores que en el sistema convencional. Además, las variaciones tonales durante la tirada son muy contenidas.
- Impresiones más limpias, al tener una ganancia de punto mínima (dot gain). El uso del agua en el sistema convencional provoca que la tinta se expanda cuando es aplicada en el papel. Con el sistema Offset Waterless se obtiene una reducción de la ganancia de punto de hasta un 50%. Esto permite impresiones con mayor detalle.
- Mayor lineatura: gracias a la ausencia de agua y por lo tanto al mayor control de la ganancia de punto, el offset sin agua trabaja a 300 líneas por pulgada (120 líneas por centímetro), llegando hasta casi 400 líneas por pulgada (157 líneas por centímetro).
- Respeto al medio ambiente: se elimina la utilización de componentes orgánicos volátiles, así como el uso de solventes en el proceso de creación de las planchas. Por último, la supresión de agua supone un ahorro tanto económico como para la naturaleza, lo cual, hace de las mismas, una solución que respeta el medio ambiente, circunstancia esta que hoy, en el mundo occidental tiene una importancia real.

6.4 Uso y reconocimiento del sistema

Con este sistema de impresión se puede imprimir sobre papel en pliego, etiquetas, bobina para imprimir periódicos en rotativas, sobre papel gofrado y verjurado, así como otros materiales plásticos y metálicos.

En la actualidad, la FNMT²¹ de España utiliza este sistema en máquinas de la empresa alemana KBA²² para la impresión sobre tarjetas plásticas tanto de PVC²³ como de Policarbonato (documentos de seguridad: DNIe²⁴, TIEEX²⁵, Permiso de Conducir, ciertos carnets profesionales...).

Los fondos de seguridad y microimpresiones cobran color con este sistema que, en el caso del DNIe español, soporta hasta cinco colores visibles y uno más invisible impreso con tintas sensibles al UV.

También permite, como lo ha demostrado la FNMT, la impresión en iris (transición cromática progresiva), así como el uso de tintas de tonos suaves o pastel.

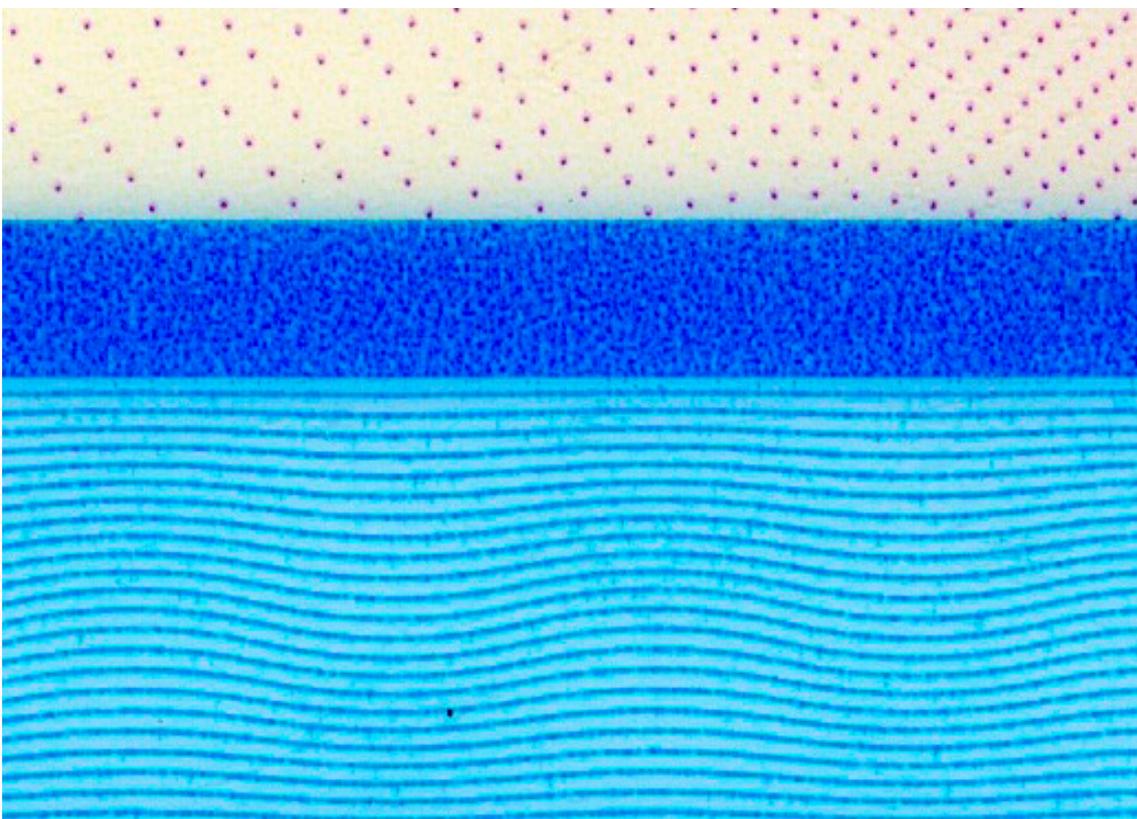
²¹ FNMT: Fábrica Nacional de Moneda y Timbre.

²² Koenig & Bauer AG.

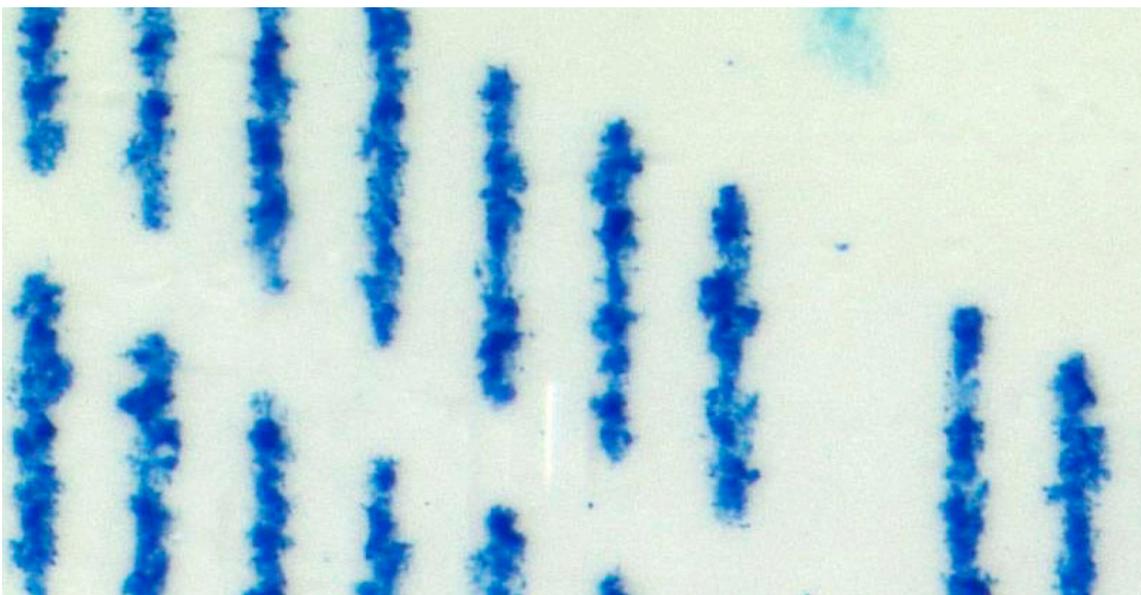
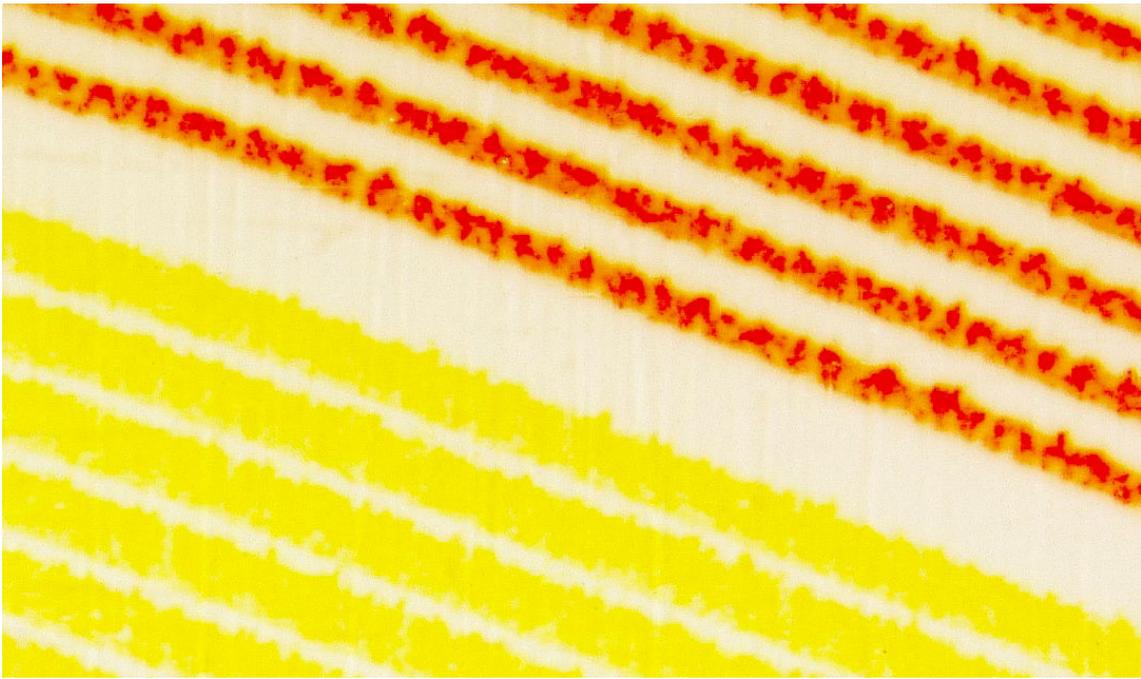
²³ PVC: policloruro de vinilo, que es el derivado de plástico más común y el habitual para la fabricación de las tarjetas de crédito.

²⁴ DNIe: Documento Nacional de Identidad electrónico.

²⁵ TIEEX: tarjeta de identificación de extranjeros.



Tres imágenes de detalle del DNle de España modelo 2006, TIEX española y Tarjeta de Identidad de Holanda (arriba, centro y abajo respectivamente). Los fondos, de estos tres documentos en policarbonato, han sido impresos con offset waterless y aunque se aprecian ciertas irregularidades en los trazos, aguantan bastante bien la ampliación de 15 aumentos. A su tamaño natural el ojo es incapaz de distinguir ninguna rotura en el trazado.



A medida que ampliamos se hacen patentes las carencias del sistema, que se manifiestan en problemas de anclaje de las tintas sobre el plástico, con cierta migración de las tintas, brisados y concentración de la pigmentación.

SISTEMAS TRADICIONALES DE IMPRESIÓN III: CALCOGRAFÍA, HUECOGRABADO, SERIGRAFÍA Y FLEXOGRAFÍA

En los temas anteriores hemos visto algunos de los sistemas de impresión tradicionales usados para la impresión de diferentes zonas de los documentos de seguridad, así la tipografía sigue siendo el método principal y más habitual para la numeración seriada de papel moneda y el offset, en sus diferentes variantes, se utiliza para la impresión de los fondos de seguridad de diversos documentos en papel (pasaporte, visado, billetes, cheques, etc) y en plástico (DNIe, TIEEX, Permiso de Conducir, tanto españoles como del resto del mundo).

Pero no sólo se emplean el *offset* y la *tipografía* para la impresión de medidas de seguridad en documentos; la *calcografía* es un sistema que se sigue considerando imprescindible en la impresión del papel moneda, la *serigrafía* tiene también su importancia en cuanto se refiere a la impresión de las tintas OVI¹, así como el *huecograbado*, que se sigue utilizando para tiradas largas y que es el sistema elegido, por muchos fabricantes de tabaco, para la impresión de los fondos de las cajetillas. Por último, veremos la *flexografía*, a la que podemos considerar, por sus formas en relieve, una variante moderna y económica de la tipografía.

Sistemas todos ellos que se utilizan y seguirán utilizándose en el futuro y que el verdadero especialista, aquel que quiera familiarizarse con las técnicas de impresión, debe ya no tan solo conocer, sino también reconocerlas en aquellos documentos que las implementan, adquiriendo una formación completa que será de indudable utilidad de cara a los futuros juicios orales a los que deberá asistir y en los que deberá demostrar sus conocimientos ante los tribunales de justicia.

1.- LA CALCOGRAFÍA

1.1 Concepto e historia

La etimología de esta palabra es griega y hace referencia a χαλκός -bronce, cobre- y γραφία, *grafía*. Podemos definir la calcografía, siguiendo lo recogido por la RAE, como el “Arte de estampar con láminas metálicas grabadas”.

La calcografía² es un sistema de impresión directa que transmite la imagen al papel a través de una forma o molde en bajorrelieve. La tinta es muy densa y la impresión final ofrece un característico relieve al que contribuye la presión ejercida sobre el molde y que da lugar al “estallido” de las tintas, de manera que pueden observarse unos “pelos” perpendiculares a los trazos de tinta (perfil de las líneas con aspecto reventado).

Siguiendo lo manifestado por Riat, el antecedente remoto de la calcografía proviene de una técnica usada en orfebrería conocida como niel y consiste:

“en rellenar los surcos grabados en objetos de metal con una pasta compuesta de una amalgama de plata, cobre, plomo y azufre. Cuando se pule el objeto, el

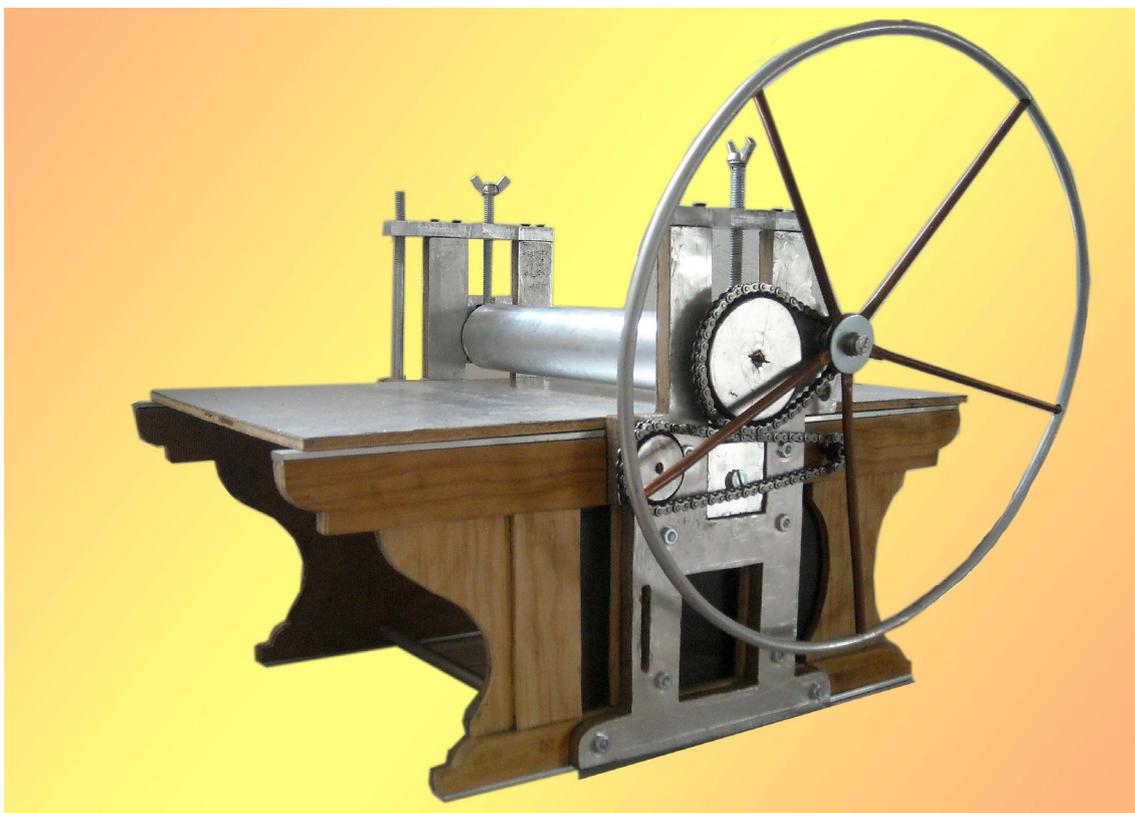
¹ OVI: tinta ópticamente variable.

² Otra denominación usada en otros países es *intaglio*, palabra de procedencia italiana que quiere decir tallar con cincel.

relleno se manifiesta como líneas negras. El nielo es una técnica muy antigua y algunas fuentes hablan de su existencia en Egipto 1.500 años antes de Cristo. La mayoría de las fuentes citan al nielista florentino Tomasso Finiguerra como el primero que hizo una impresión sobre papel a partir de sus nielos, probablemente con la intención de guardar una muestra de cada uno de sus trabajos. El nacimiento de la calcografía era el momento en que por primera vez se grababan planchas no como fin en sí mismo, sino con la intención de imprimir sobre papel” (Riat, 2006, pág. 129).

Habitualmente se clasifican las técnicas calcográficas de trabajo de la plancha en mecánicas o directas, tales como el buril, la punta seca, al lápiz y a la manera negra, e indirectas o químicas, tales como el aguafuerte, el aguainta, al alcohol, a la sal y al azufre. Aunque podríamos considerar el huecograbado como una forma de calcografía, estudiaremos de manera diferenciada este último.

La impresión de la plancha calcográfica se lleva a cabo mediante una imprenta denominada *tórculo*, que consta de una mesa sobre la que se extiende la plancha entintada y un cilindro, encargado de transmitir presión de la plancha al sustrato a imprimir, y que se desliza longitudinalmente sobre la plancha. Seguidamente, imagen de un tórculo del profesor mejicano de la Escuela Nacional de Artes Plásticas de Méjico, Antonio Díaz Cortes.



Nuestro interés se centra en el uso de la calcografía destinado a la impresión de documentos de seguridad, fundamentalmente billetes de banco, por lo que resulta imprescindible hacer una breve reseña del ruso Ivan Ivanovich Orlov (1861-1928), a quien se considera el padre del sistema de impresión calcográfico de billetes, que lleva en funcionamiento desde 1892 y que describiremos más adelante.

En la actualidad la maquinaria destinada a la impresión de billetes es un mundo muy restringido y muy influenciado, por la empresa alemana KBA (Koenig & Bauer AG)³, que proporciona máquinas para la impresión de más del 90% de los billetes de todo el mundo.

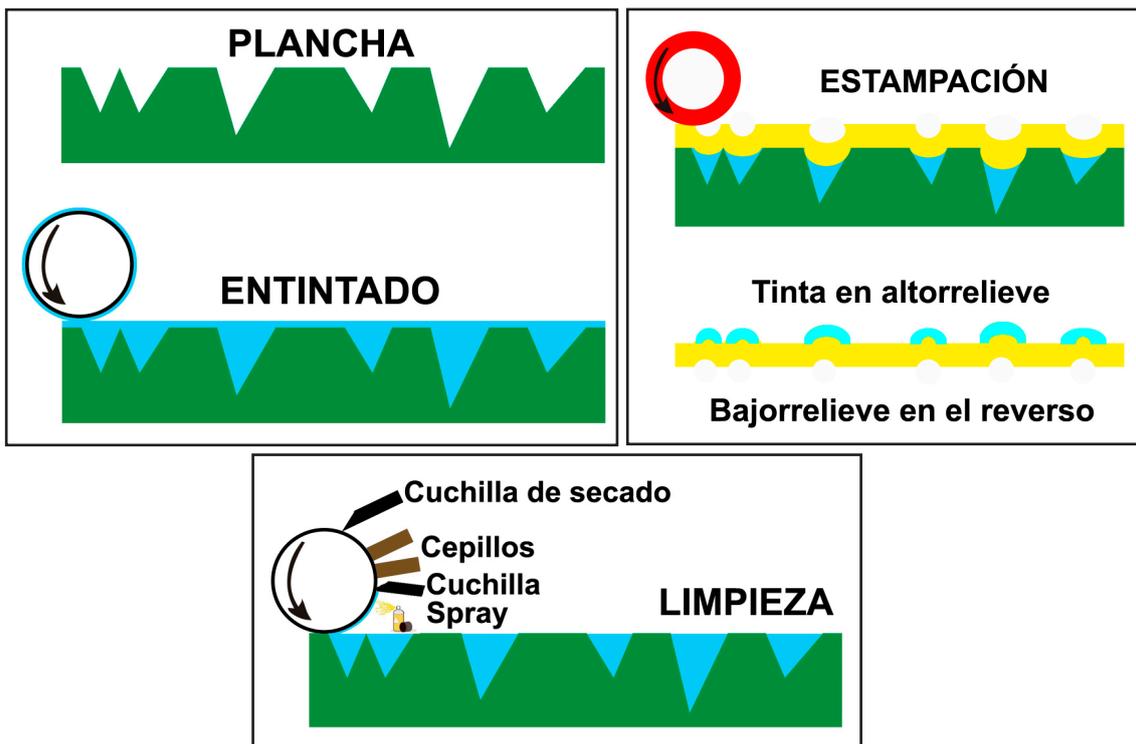
³ El 1 de enero de 2011 KBA-GIORI (división de KBA para la impresión de seguridad) cambió su nombre por KBA-NotaSys, en referencia a su herencia italiana, ya que Giori fue un impresor de documentos de seguridad italiano que fundó su empresa en 1952 y fue adquirida en el 2001 por KBA

1.2 Las planchas y el sistema de entintado

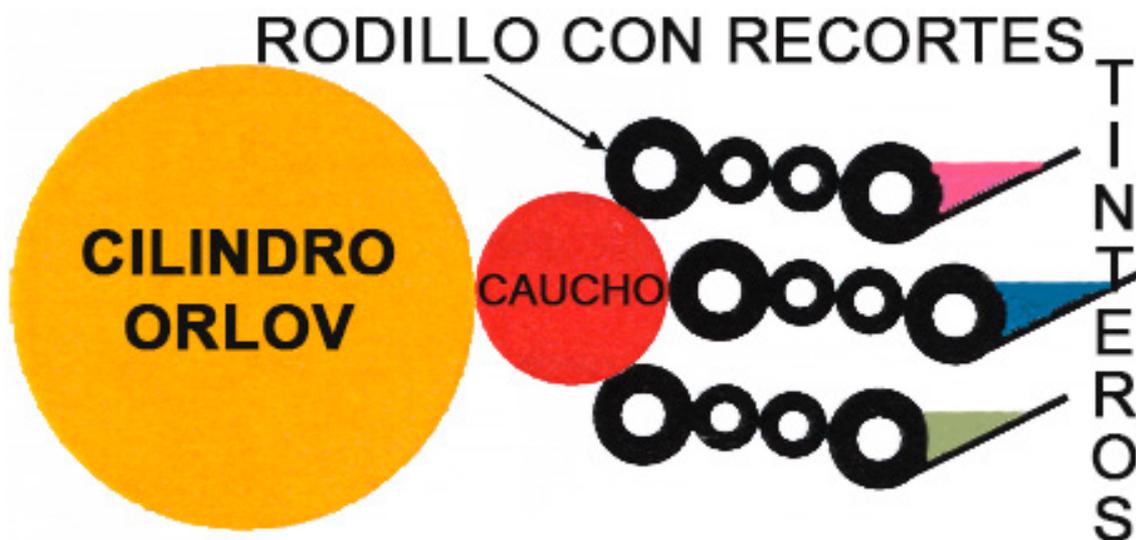
Hoy en día, tanto el diseño de motivos como la grabación en plancha, de cobre o acero cromado, se realiza mediante sistemas informáticos para garantizar la calidad del proceso y minimizar la aparición de errores.



Una vez trasladados los motivos que se quieren imprimir a la plancha se procede al entintado, a la estampación y a la limpieza del cilindro.

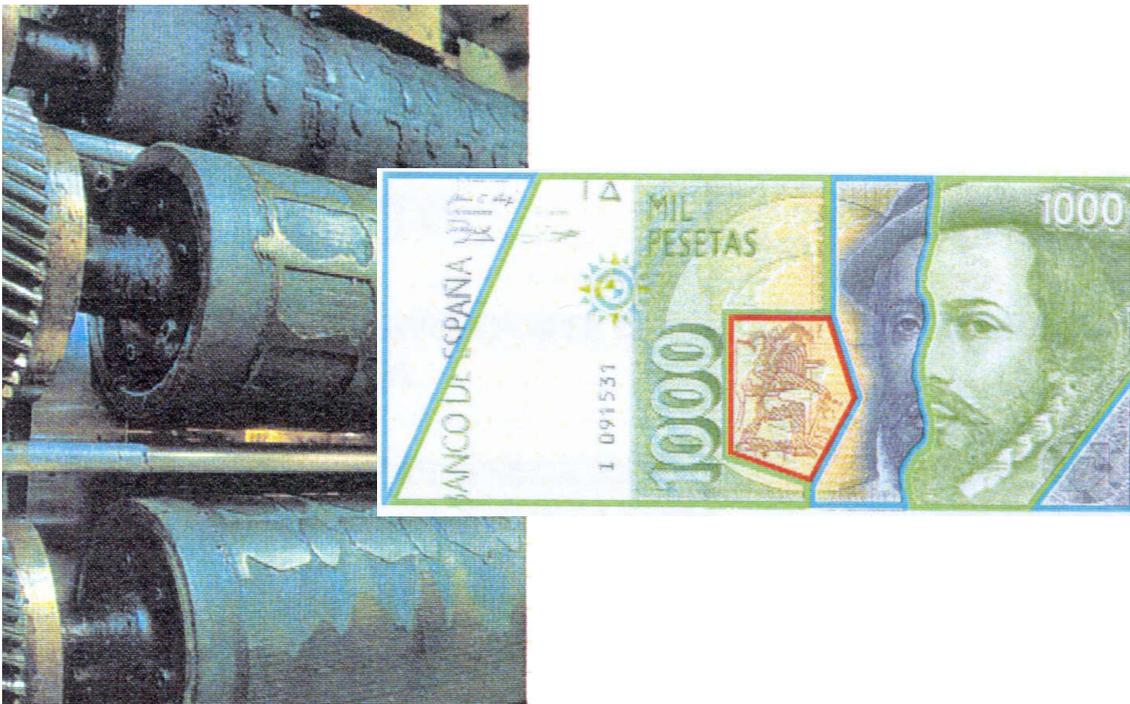


Como ya habíamos anticipado, el método de entintado e impresión utilizado para la impresión de billetes es el denominado *indirecto* u *orlov*. En este proceso las tintas diferentes de varias planchas de impresión son depositadas en una mantilla o cilindro de goma y luego transferidas a una sola placa en el cilindro *orlov* para, a continuación, proceder a la impresión del papel.



El sistema indirecto u orlov presenta claras ventajas sobre el directo:

- El recorte⁴ resulta impecable, sin calvas. Se consigue una perfecta continuidad de las líneas en las zonas de cambio de color, por finas que sean.
- Aporte optimizado de tintas.
- Sólo es necesario depositar tinta donde es preciso. Las grandes áreas de plancha sin mancha pueden quedar sin entintar.



⁴ El recorte es una técnica que se aplica cuando en un documento se imprime calcografía a varios colores. En las imágenes los recortes del cilindro y las reservas de un antiguo billete de 1000 pesetas

1.3 Uso y reconocimiento del sistema

El resultado obtenido es una impresión en relieve muy característica y de difícil reproducción por otros medios, aunque no imposible. La altísima presión ejercida por el cilindro sobre la plancha da lugar a lo que se llama “*estallido de las tintas*” y se evidencia como una serie de hilos o pelos que proceden del trazo impreso.

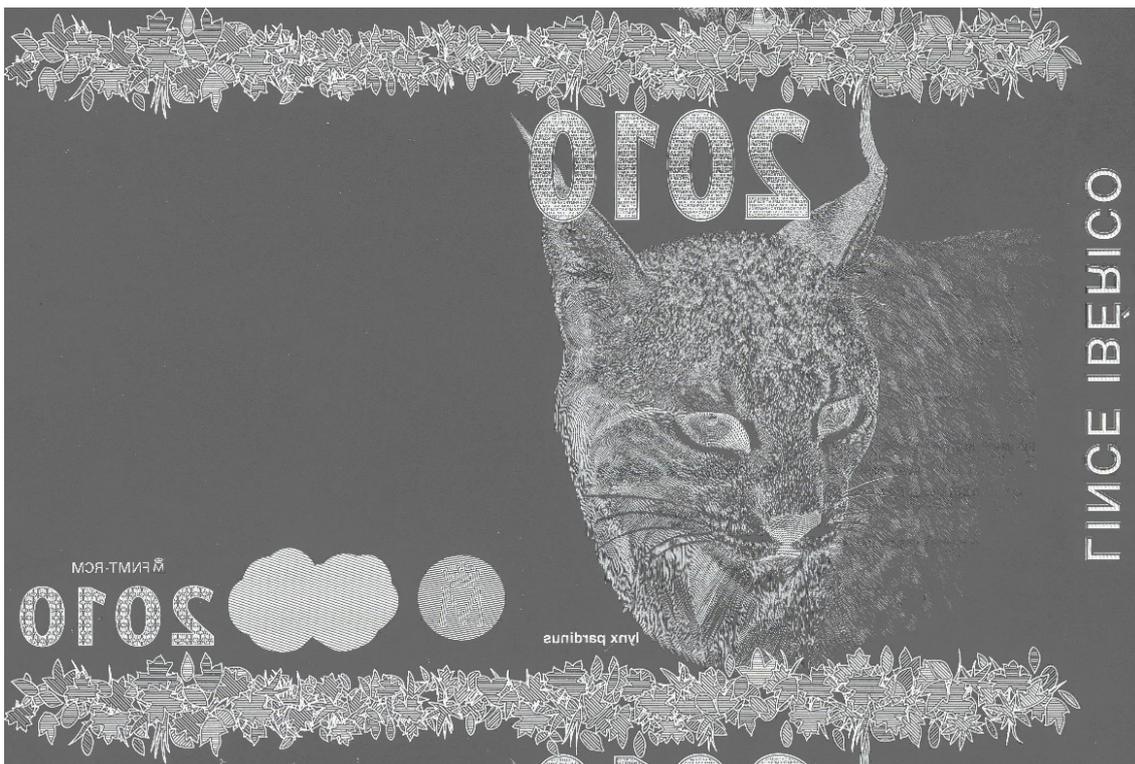
En las siguientes imágenes recurrimos al “Lince”, billete orientado a la formación y a la demostración de las capacidades técnicas de la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre.

Nos centramos en las zonas en las que se ha utilizado calcografía:

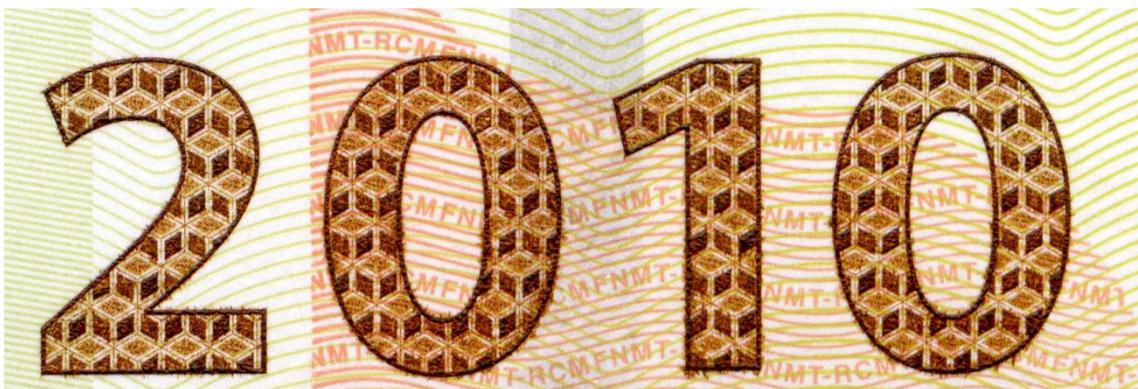
- Motivos florales: bandas arriba y abajo,
- El rostro del lince,
- Guarismos 2010 y texto “LINCE IBÉRICO”,
- Motivo invisible, al pie del documento, centro derecha.

En el caso de la impresión mediante sistema calcográfico hay que subrayar la importancia que tiene la orientación de la iluminación, ya que las diferencias entre la observación con luz cenital o con luz rasante, son evidentes y estas iluminaciones se complementan entre sí. Así, la iluminación rasante resalta el relieve de la tinta y la luz cenital refuerza la visualización de la propagación de la tinta, en forma de “hilos o pelillos”.





Arriba, la plancha calcográfica, abajo a la izquierda un detalle de la misma (la plancha está al revés ya que la impresión es directa sobre el papel), en la que destaca el bajo relieve de las zonas a transmitir el mensaje y a la derecha, el mismo detalle, con la impresión de los motivos de la plancha sobre papel moneda.



De arriba abajo: plancha calcográfica; impresión calcográfica sobre papel; impresión calcográfica sobre las tintas offset y papel; detalle de la imagen anterior en la que se aprecia, con luz cenital, propagación o dispersión de la tinta calcográfica sobre el papel, consecuencia del estallido de la tinta por la presión ejercida por la plancha sobre el papel.

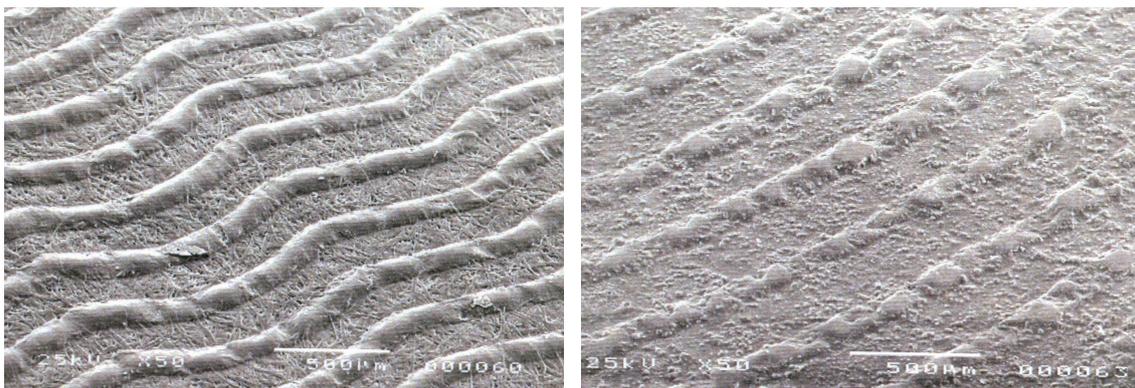
Las imprentas calcográficas utilizadas para la impresión de billetes de banco, también permiten la impresión de otros documentos en papel, tales como hojas de pasaporte, visado Schengen, sellos de correos, títulos universitarios y cualesquiera otros documentos que se considere deban ser especialmente protegidos. La adquisición de este tipo de maquinaria, debido al pe-

cular trabajo para el que ha sido concebida, está restringida y requiere de permisos especiales por parte de las autoridades del país donde vaya a ser instalada.



Calcografía en un sello de correos español

La calcografía también se ha utilizado sobre superficies plásticas, billetes cuyo sustrato es polímero, tema que desarrollaremos con profundidad más adelante. Las tintas calcográficas presentan ciertos problemas de anclaje⁵ en el plástico, de manera que, como podemos apreciar en las imágenes siguientes tomadas al microscopio electrónico, el reparto de tinta no es uniforme o no alcanza la altura que consigue en las impresiones calcográficas en papel.



Izquierda, impresión calcográfica sobre papel. Derecha, sobre plástico.

La calcografía permite el dibujo de líneas tanto rectas como curvas, por lo que es un sistema perfectamente válido para la impresión de líneas caligráficas (firmas), estructuras geométricas de todo tipo, textos y microtextos y permite su aplicación con o sin tinta⁶.

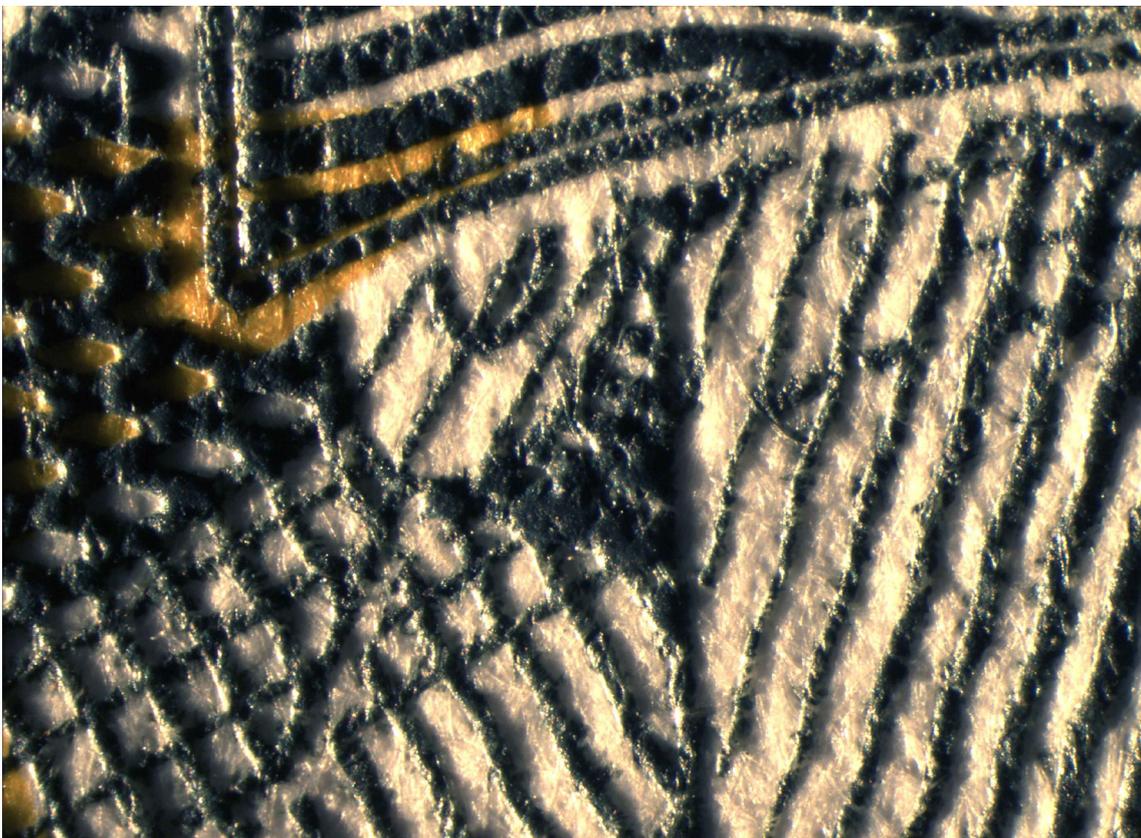
⁵ El anclaje es la capacidad de una tinta para fijarse o adherirse al sustrato de impresión sobre el que asienta.

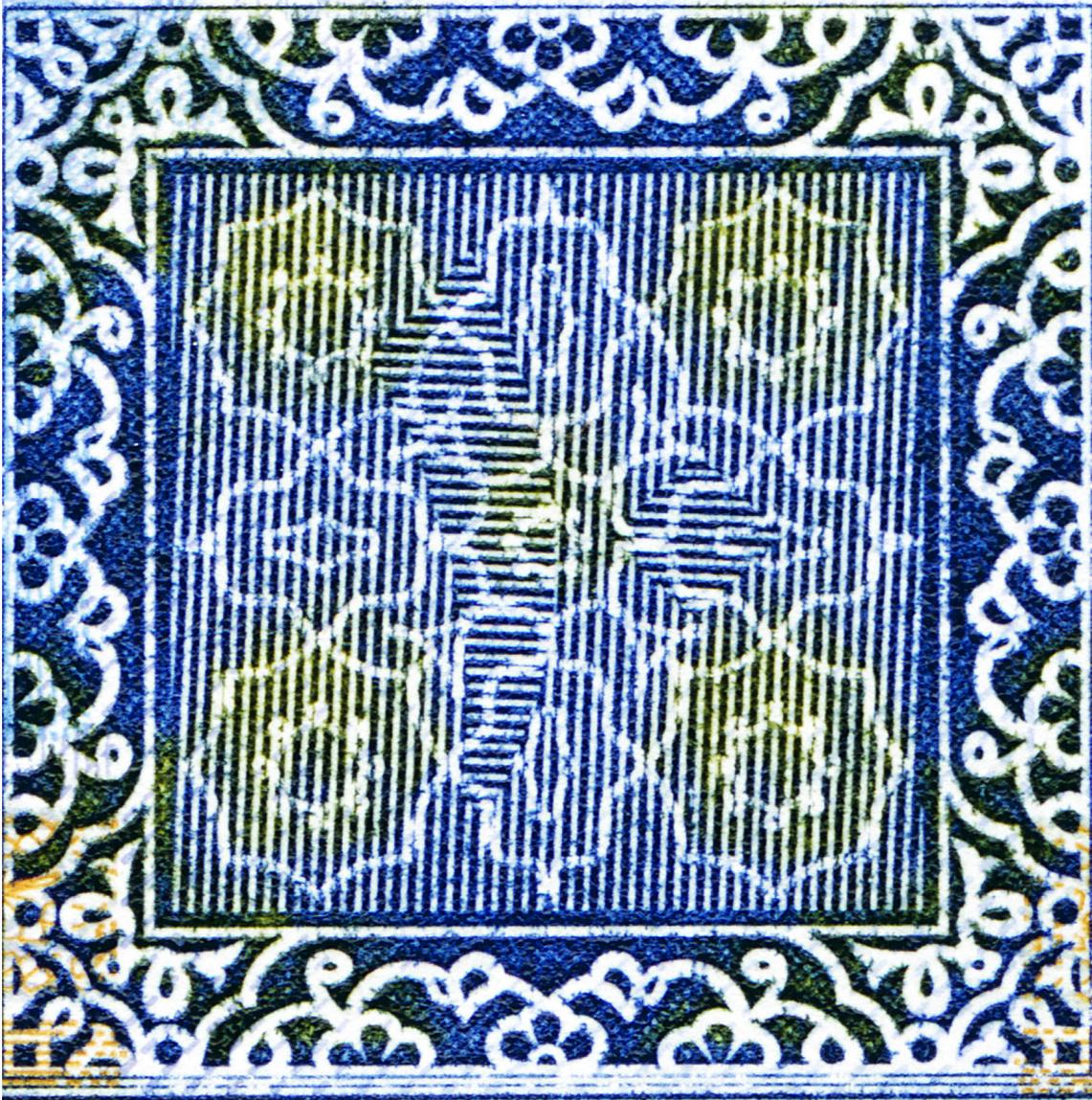
⁶ Para el embosado de textos o formas en plástico se pueden utilizar planchas calcográficas.

A continuación, acompañamos una serie de ampliaciones fotográficas donde se observa el uso de la calcografía para la impresión de diversos motivos en diferentes documentos, destacando el relieve de la tinta, que se muestra perfectamente reconocible al tacto (yema del dedo o uña), así como el estallido de las tintas.



Arriba detalle del rosetón de un billete de las desaparecidas 2000 pesetas. Abajo detalle de un billete de 5 euros.





Arriba, detalle de un billete jordano de 10 dinares. Abajo, detalle pasaporte de España, modelo 2006. Ambas imágenes se han tomado con luz cenital para destacar el estallido de las tintas.



Para el reconocimiento del sistema de impresión se puede utilizar el tacto, como primer paso y a continuación un VSC o una lente, a un mínimo de 10 aumentos y luz rasante. Con este sistema podremos apreciar el relieve de las tintas. Para una mejor observación del estallido de éstas, recomendamos luz cenital y un mínimo de 15 aumentos; también puede ayudarnos, en este caso, el escáner (seleccionando una fracción de 2 cm² y escaneando a no menos de 2400ppp).



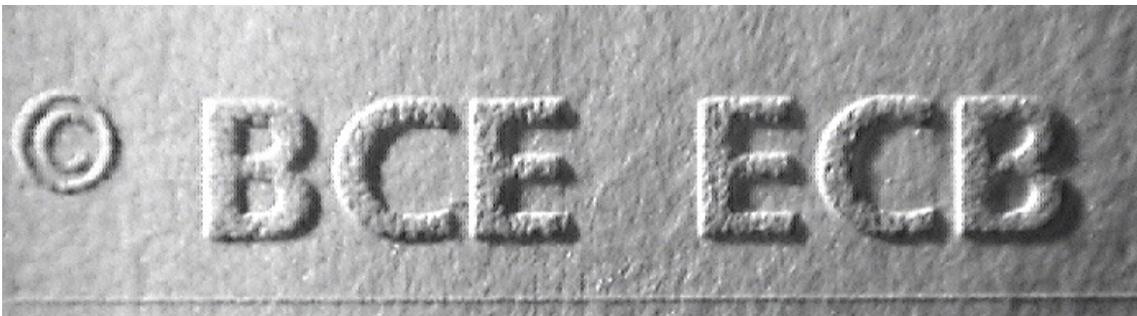
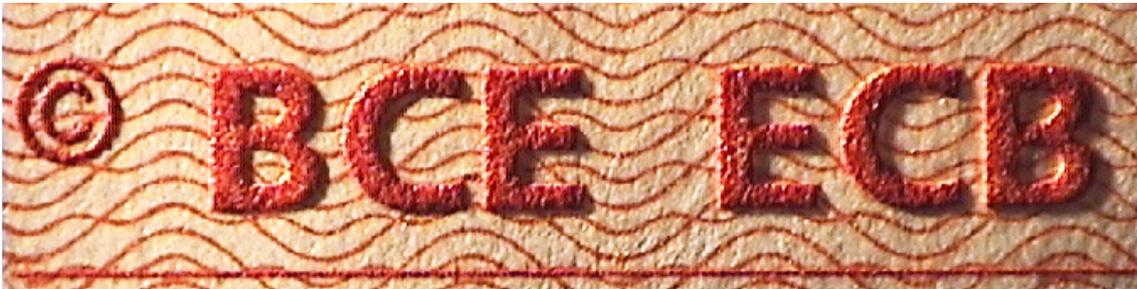
A partir de un fragmento del mismo billete, papel moneda egipcio, se han tomado dos imágenes con la misma ampliación, 15 aumentos, pero con diferente iluminación.

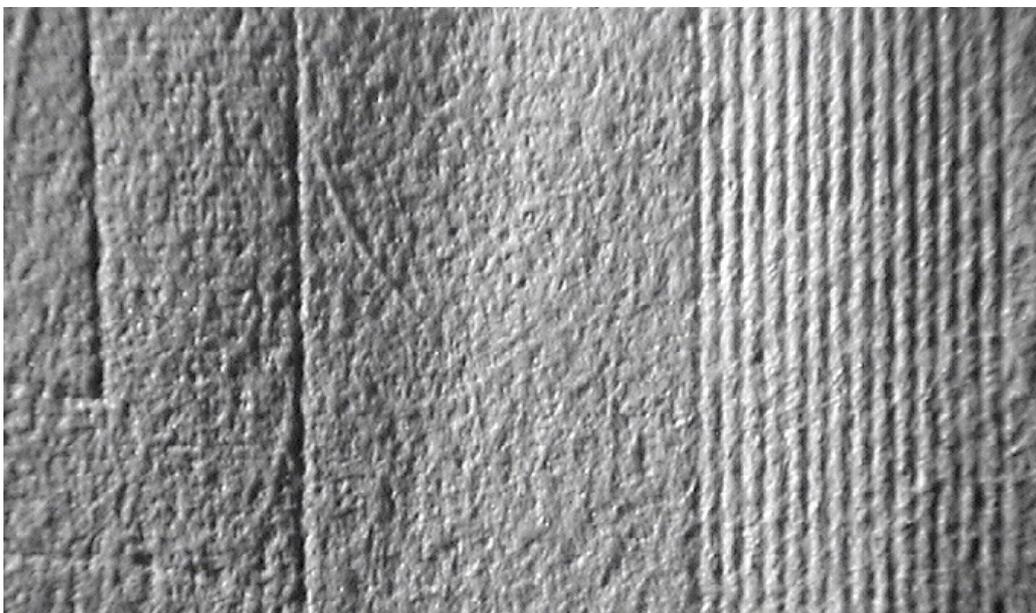
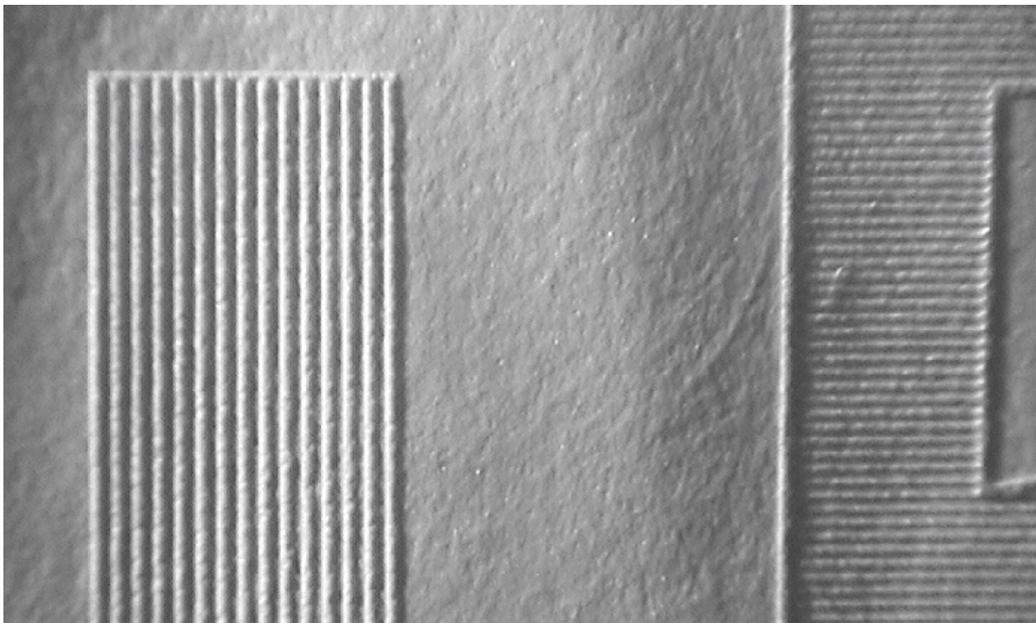
Arriba, luz rasante para potenciar el relieve de las tintas.

Abajo, luz cenital para una mejor observación del estallido de las tintas.



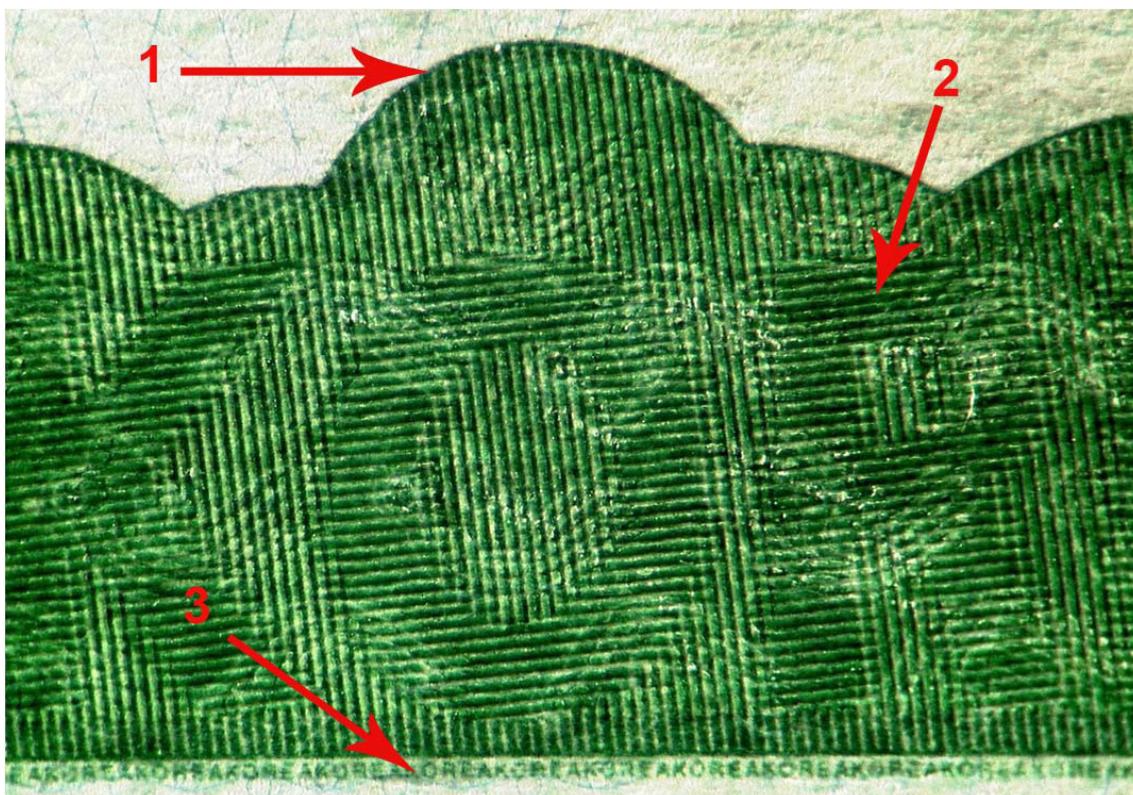
En el caso de disponer de un VSC podemos utilizar una técnica basada en infrarrojos y que mejora notablemente la visualización de la calcografía. Consiste en iluminar con luz rasante y, seguidamente, aplicar un filtro IR por encima de los 700nm, el resultado es, en ocasiones, espectacular, ya que puede conseguirse la eliminación del color de las tintas, tanto calcográfica como offset, centrándonos exclusivamente en lo que ahora nos interesa: el altoprelieve por el anverso y el bajorrelieve del reverso. Es lo que hemos hecho en las siguientes imágenes, tomando como modelo un billete de 50 euros.





El relieve característico que proporciona la calcografía y que ha sido seña de identidad del papel moneda, se puede intentar imitar de varias maneras, por ejemplo, con el *offset seco tipográfico*, con máquinas de *offset digital* tipo HP Indigo, con la *serigrafía* y con alguna *impresora láser color* que puede programarse para que realice varias pasadas sobre el soporte, dejando una cantidad generosa de tóner y consiguiendo un relieve real.

También se fabrican y utilizan planchas en relieve, metálicas o de madera, especialmente diseñadas para reproducir, fraudulentamente, un motivo en concreto. En este caso el papel se hace pasar por la plancha para que ésta le transfiera su relieve, y luego se entinta, es un sistema que podríamos equiparar al gofrado y su posterior entintado. Es el caso de la imagen que se exhibe a continuación y que se corresponde con una página imitada de un pasaporte de Corea del Sur. La imitación de la calcografía está muy conseguida, pero tiene tres errores que se repiten a lo largo de dicha página. El 1, marca una pequeña zona carente de relieve; el 2, una de las zonas, muy abundantes, con una incorrecta distribución de las tintas, que invaden las zonas hundidas; el 3, el texto "KOREA", el cual carece del preceptivo relieve.



Por último, también es posible la imitación mediante la generación de planchas en hueco que, posteriormente y mediante presión, transfieren la tinta al papel consiguiéndose un relieve bastante nítido. En las imágenes siguientes se reproducen dos ampliaciones de la portada de las antiguas cartas de identidad italianas. La de arriba, se corresponde con la impresión calcográfica de una carta auténtica (palabra "CARTA") y la de abajo, es una imitación realizada mediante la plancha que se repite en la tercera imagen a tamaño real. Como puede apreciarse, la calidad de la reproducción fraudulenta no dista en exceso de la del original.



2.- EL HUECOGRABADO

2.1 Concepto e historia

Podríamos definir el *huecograbado* o *rotograbado*, como una técnica de impresión directa en la que la imagen se transfiere al soporte a través de un cilindro grabado en bajorrelieve y parcialmente sumergido en una cubeta de donde recoge una tinta muy líquida. El bajorrelieve en el cilindro se evidencia como una serie de minúsculas incisiones que se denominan “*alvéolos*” o “*celdillas*” que se rellenan de tinta. La tonalidad de la impresión dependerá de la profundidad y tamaño de las celdillas, ya que cuanto mayor sea el contenido en tinta más intensa u oscura será el área impresa.

La reproducción de los tonos medios se consigue mediante el uso del papel pigmento con el que se impregna el cilindro; este papel contiene una gelatina fotosensible que se somete a la acción de la luz y de un baño ácido para generar en el metal las celdillas o alveolos destinados a recibir la tinta.

Este sistema de impresión sólo es rentable en el caso de tiradas muy largas (envases, plásticos, libros, revistas) debido al alto coste de la producción de los cilindros.

Según la ERA⁷ (Asociación Europea de Rotograbado) el huecograbado es un proceso muy antiguo, cuyos principios se remontan al año 100 en China, donde se preparaban a mano placas de impresión mediante incisiones en las mismas. El grabado químico, mediante ácidos, data del siglo decimosexto y hubo que esperar hasta 1879 para que las técnicas de fotograbado permitieran transferir imágenes fotográficas al cilindro mediante el uso de máscaras de gelatina que se endurecían bajo los efectos de la luz, protegiendo en esas zonas al cilindro del ataque del ácido.

Fue el polifacético checo Karel Václav Klíč⁸, (1841-1926) quien inventó el proceso y fundó la primera empresa dedicada al huecograbado (1895), lo hizo en la ciudad inglesa de Lancaster y la llamó *Rembrandt Intaglio Printing Company*.

No obstante, no será hasta 1910 cuando las prensas de rotograbado consiguieran emerger plenamente, gracias a la publicación del *Freiburger Zeitung*, primer periódico ilustrado de edición masiva⁹. A partir de entonces su uso para grandes tiradas (periódicos, libros y revistas) no dejará de crecer y sólo se verá frenado por la llegada del sistema offset a mediados del siglo XX.

Un gran avance se produjo a finales de 1960 de la mano del Dr. Rudolph Hell (1901-2002); este centenario alemán, inventor entre otros muchos, de los primeros tubos de imagen para televisión y del escáner, también creó el “*klischograh*”, máquina industrial con la cual se graban los cilindros de huecograbado para las rotativas, dando lugar a la era del grabado electrónico.

La evolución lógica del grabado electrónico de los cilindros fue el paso en 1981 a la grabación directa digital (computer to cylinder).

2.2 La transmisión de la imagen al cilindro

Como ya hemos anticipado, la forma impresora es un cilindro de cobre, sobre el que se reproduce un clisé fotográfico.

⁷ <http://www.era.eu.org/>

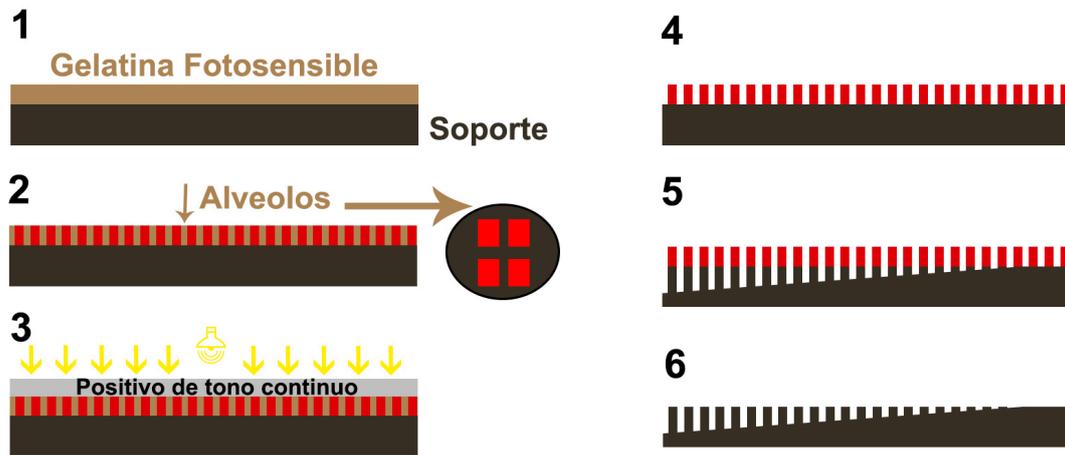
⁸ Karel V. Klíč fue pintor, fotógrafo, ilustrador, investigador e inventor. Inventó lo que entonces se llamó heliograbado y hoy conocemos como rotograbado -la impresión en hueco en cilindros de cobre-.

⁹ De la obra de José Cueva Martín “Fotografía y conocimiento. La imagen en la era electrónica (desde los orígenes hasta 1975)”, pág. 57.

La reproducción del clisé fotográfico sobre el cilindro, siguiendo el método tradicional a base de ácidos, se realiza de la manera que se describe a continuación (Válido para la preparación del cilindro siguiendo el sistema convencional):

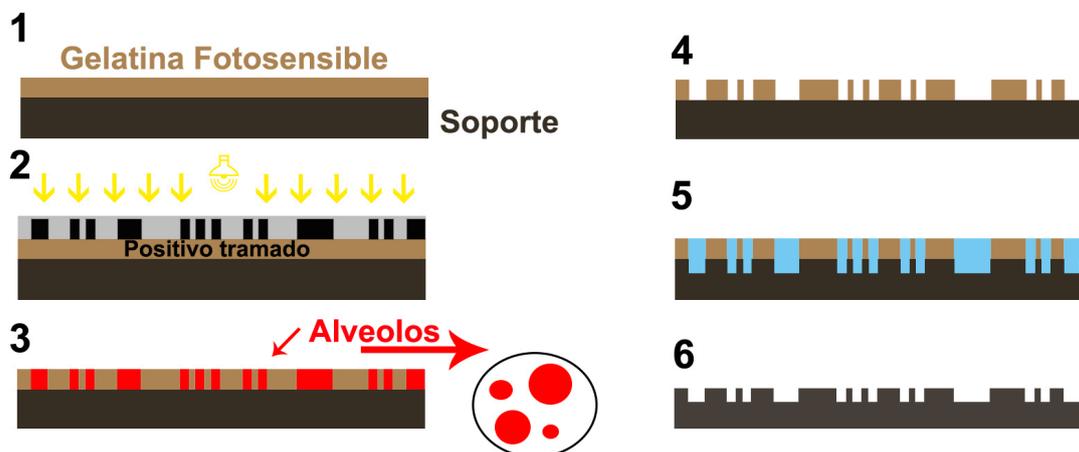
- En primer lugar, sobre un papel carbón de dos capas (1) se obtiene un negativo tramado (2). Esta trama se forma por líneas muy finas transparentes que rodean a unos pequeños cuadrados que formarán las paredes de los alvéolos, unos 5000 por cm². Sobre el papel tramado se insola un positivo con la imagen que se desea reproducir. La imagen así obtenida se traspaasa por calco a un cilindro de cobre o de metal recubierto de una camisa de cobre (3). El papel se adhiere al cilindro gracias a la capa de gelatina que porta el propio papel (4).
- Se retira el papel quedando adherido al cilindro sólo la gelatina, la cual se revela para endurecerla y proteger al cilindro del posterior baño de ácido (percloruro de hierro) (5). Cuanto más endurecida esté la gelatina, mejor protección ofrece y cuanto más concentrado sea el percloruro de hierro más difícilmente penetra en la gelatina, pero más actúa sobre el cobre. Por último, se lava el cilindro con agua caliente. El cilindro ya está grabado y preparado para la impresión (6).

PREPARACIÓN DEL CILINDRO: SISTEMA CONVENCIONAL



Otro sistema de preparación es el autotípico, cuya formación de la plancha es similar, pero con resultados mejores al conseguir un mayor control de los medios tonos.

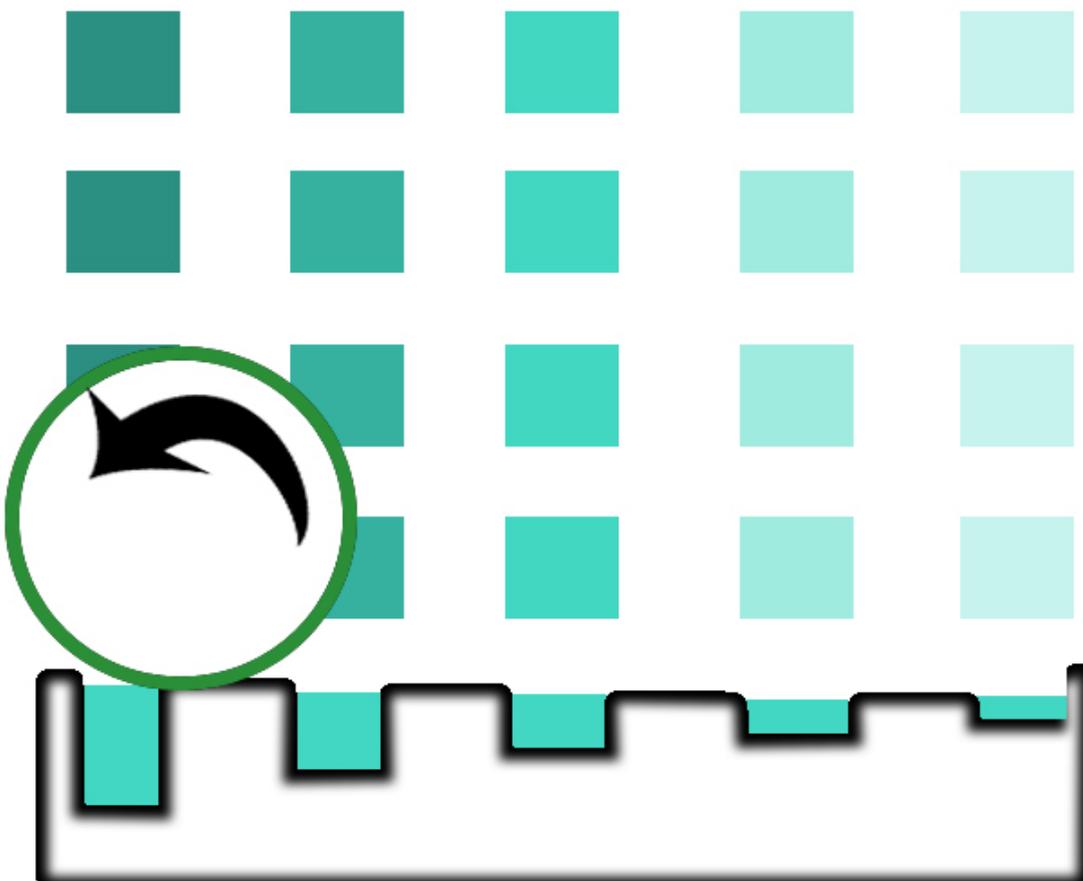
PREPARACIÓN DEL CILINDRO: SISTEMA AUTOTÍPICO





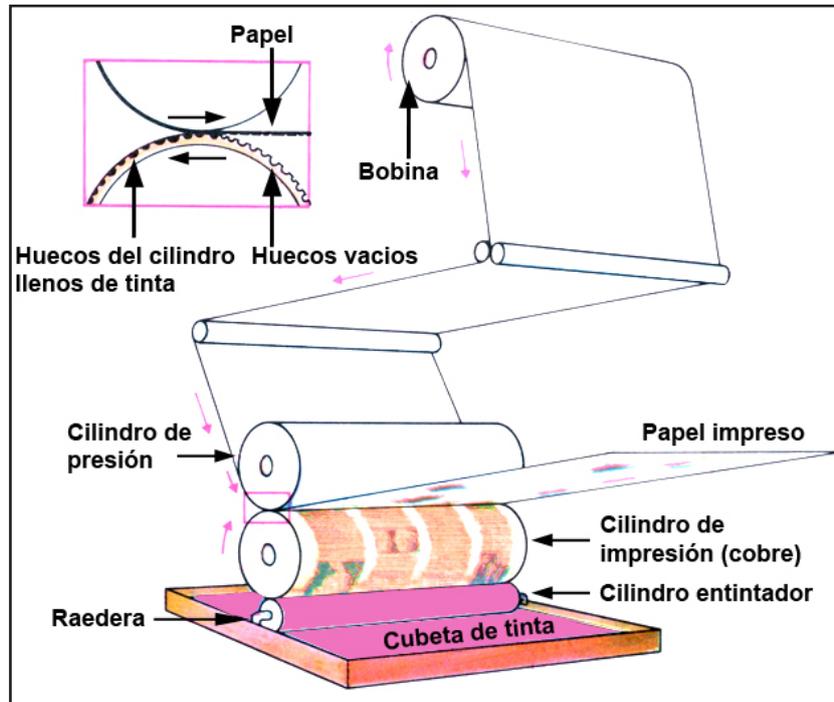
Dos sistemas directos de preparación del cilindro, izquierda mediante punta de diamante, derecha mediante rayo láser.

La formación de la imagen en el cilindro se reproduce en forma de pequeños alvéolos separados por pequeños tabiques, cada alvéolo tiene su propia profundidad, donde se deposita la tinta que al entrar en contacto con el papel dará lugar a la reproducción impresa.



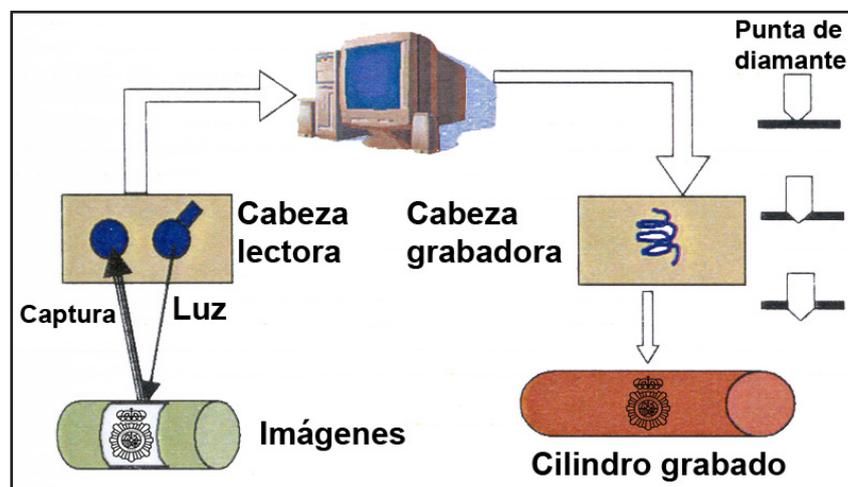
El entintado del cilindro de cobre se efectúa por inmersión. Una parte del cilindro se baña en el interior del tintero girando sobre sí mismo, a la vez que una regleta biselada, la *raedera*, barre la tinta sobrante sobre la superficie del cilindro.

Lógicamente, si se pretende imprimir en cuatricomía será necesario preparar un cilindro para cada uno de los cuatro colores (CMYK), lo cual encarece sobremanera el producto final, salvo que el número de copias sea tan elevado que justifique y amortice la inversión inicial.



El cilindro convencional, para la reproducción de los medios tonos, utiliza alveolos del mismo tamaño pero con distinta profundidad (a mayor profundidad, mayor cantidad de tinta y por lo tanto mayor saturación de color). La versión autotípica usa alveolos de diferente tamaño, pero igual profundidad.

En la versión electrónica el grabado del cilindro se realiza mediante una punta de diamante o un rayo láser, por lo que se prescinde del sistema a base de ácidos. Con este sistema electrónico, se consigue que el alveolo presente no sólo diferentes profundidades sino, además, diferentes tamaños, con lo cual la gradación tonal es más sutil. En el siguiente esquema se explica la formación de la imagen grabada en el cilindro mediante el sistema electrónico.



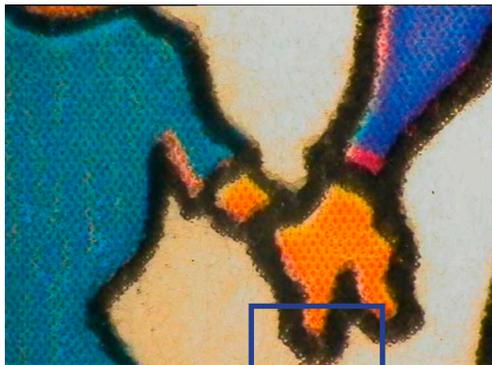
2.3 Uso y reconocimiento del sistema

Como ya habíamos apuntado anteriormente, la preparación de los cilindros para hueco es cara y las correcciones sobre el cilindro son complicadas, por lo que sólo es viable en tiradas largas, y por tiradas largas debemos entender periódicos, revistas, envases en plástico o cartón, catálogos, etcétera.

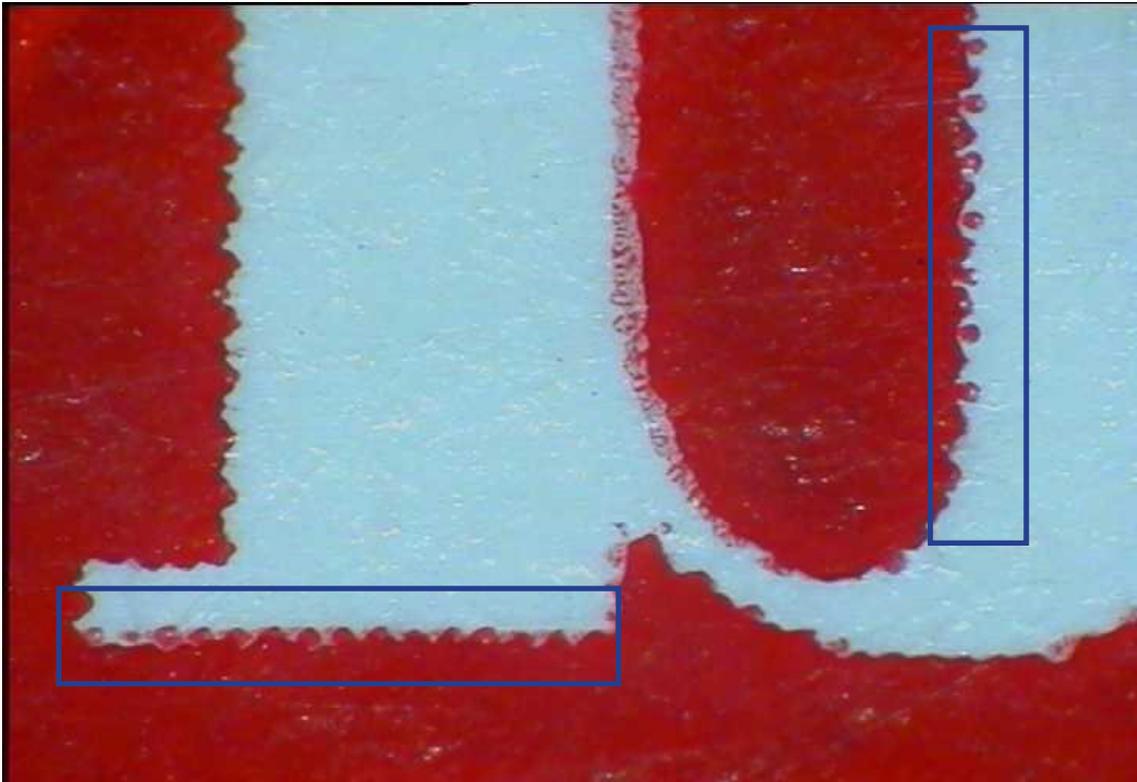
En cuanto a su uso para la impresión de documentos de seguridad es utilizado para la impresión de tintas metálicas, iridiscentes y tintas para laminados plásticos de seguridad.

La industria tabacalera recurre a este sistema para imprimir sus productos, por lo que resulta imprescindible reconocer el sistema, ya que los grupos de delincuentes que realizan copias fraudulentas de las principales marcas de tabaco, suelen imprimir las cajetillas mediante sistemas más económicos (Offset o láser digital)

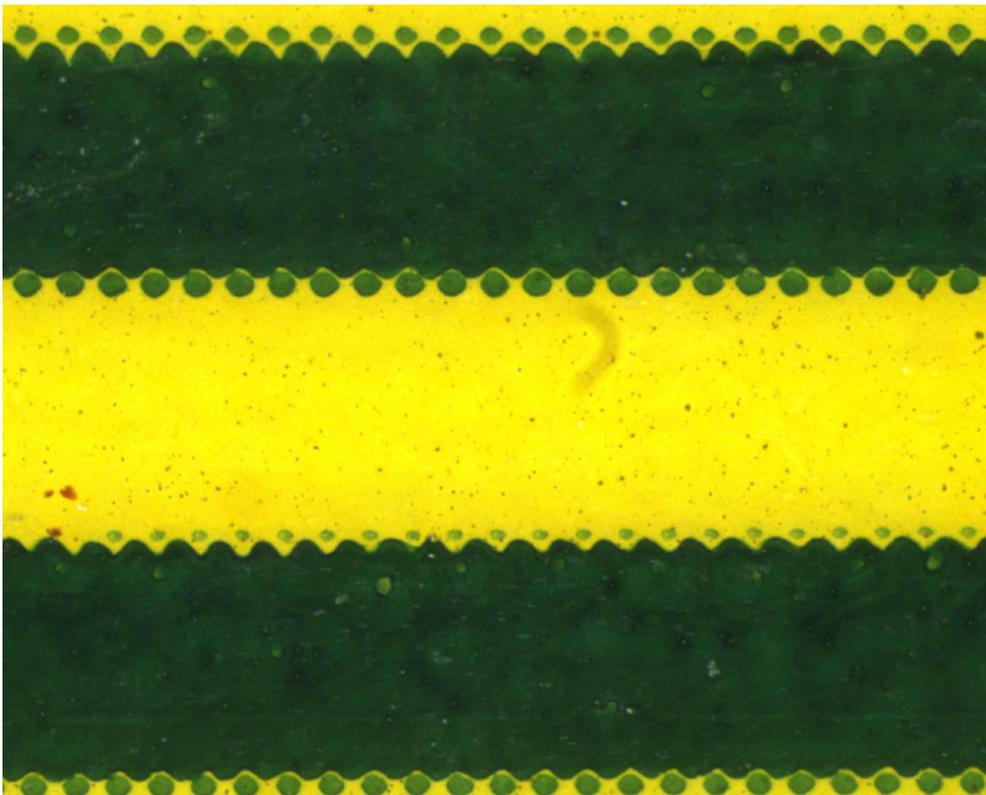
Para una correcta visualización de las celdillas o alveolos propios del huecograbado, no son necesarios grandes aumentos, entre 20 y 25 aumentos son suficientes para apreciar las formas geométricas de las paredes de los alveolos que se repiten en determinadas zonas, siendo más fácil de localizarlos en los márgenes de los trazados o los dibujos, como podemos observar en la imagen anexa, que se corresponde con un sello de correos. Las formas huecas de tinta negra en la parte distal (periférica) del dibujo son el indicio que debemos buscar, teniendo en cuenta que las formas pueden variar, a veces serán cuadrados, otras veces rombos, otras círculos...



En la siguiente imagen vemos un detalle de una cajetilla de tabaco en la que la observación de la frontera entre las tintas rojas y blancas nos permite localizar las formas geométricas repetitivas, sobre todo a la izquierda en la base horizontal y a la derecha en vertical.



Seguidamente, una ampliación parcial del código de barras, sobre plástico transparente, del envase de un refresco, donde se aprecia la estructura de las celdillas del huecograbado.

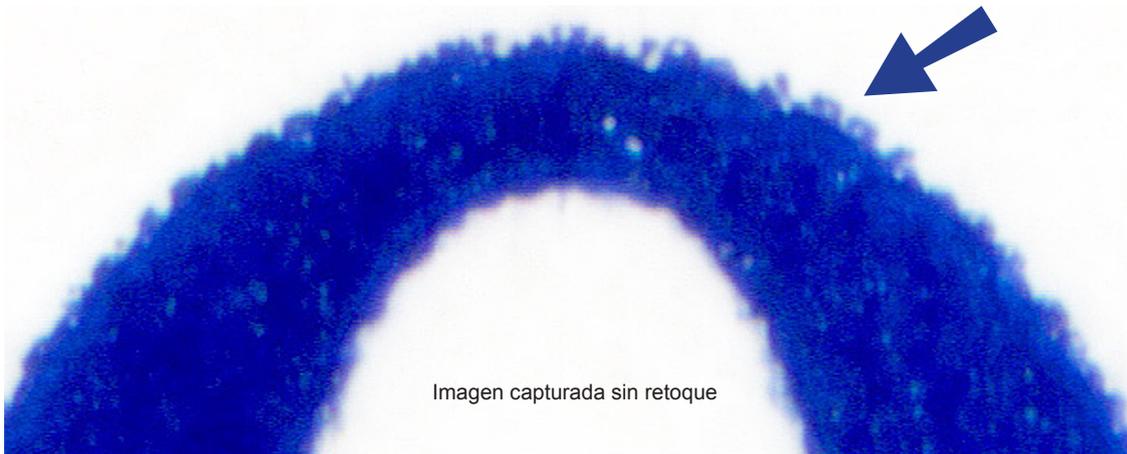
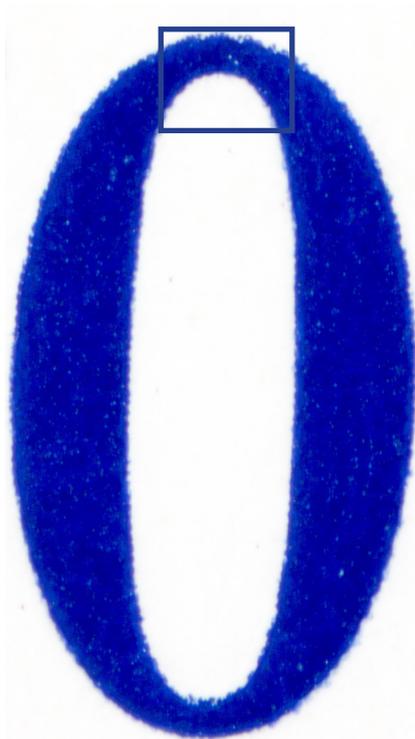




Impresión en hueco sobre plástico tomada de un envase de refresco.
La imagen ha sido capturada con un escáner a una resolución de 2400ppp y 48 bits de profundidad de color,
y retoque con Photoshop para mejorar contraste y enfoque.
La muestra original tiene dimensiones de 0,65 x 1,27cm (ancho x alto), tamaño de archivo 988Kb.
Sin duda se demuestra, una vez más, la utilidad del escáner.



Otra muestra de huecogrado de otra cajetilla de tabaco, no tan evidente pero perfectamente reconocible.



Pero no siempre es tan sencillo, en esta ocasión exprimiendo al máximo las capacidades del escáner (4800ppp ópticos, 48 bits), buscamos las celdillas y para hacerlas más visibles forzamos, con el photoshop, tanto el contraste como el enfoque.

3.- LA SERIGRAFÍA

3.1 Concepto e historia

Según la RAE la etimología de la palabra serigrafía proviene del latín serĭcum, seda, y el fr. Graphie -grafía-, y define este sistema como “*un procedimiento de estampación mediante estarcido a través de un tejido, en principio seda, por la que un rodillo hace pasar la tinta o pintura*”.

Nosotros la definiremos como un sistema de impresión directa en el que el molde es una pantalla abierta (plana o cilíndrica) por la que, con la ayuda de una rasqueta, se hace pasar la tinta hacia el soporte.

La malla originalmente era de seda¹⁰ (20 a 50 hilos por cm²) y se montaba sobre un bastidor de madera. En la actualidad la malla puede ser textil (fibras sintéticas como el nylon hasta 50 hilos cm²) o metálicas (hasta 100 hilos por cm²) y el bastidor es de aluminio, consiguiendo una tensión muy alta.

Utiliza capas de tinta muy gruesas con masas muy cubrientes y permite la impresión sobre todo tipo de sustratos, tales como cerámica, papel, cartón, plástico, cristal, madera, caucho, textil.

Aunque no está del todo resuelta la paternidad del sistema, bien chinos o japoneses, la pusieron en práctica hace tal vez unos dos mil años mediante el uso de una malla que se hacía con cabellos humanos y las reservas (zonas tratadas que impiden el paso de la tinta hacia el sustrato) con papel de arroz.

Lo que sí es indiscutible es que las mallas clásicas lo fueron en seda antes de utilizarse fibras sintéticas e hilos de metal. Fue por el año 1600 cuando llegan a Europa los primeros trabajos de arte japoneses en los que se comprueba el uso de plantillas formadas a base de cabellos humanos; sin embargo, no sería hasta el siglo XVII cuando tenemos noticias de la primera pantalla propiamente dicha, montada en su marco, y que se atribuye al japonés Some Ya Yu Zen¹¹. La cultura japonesa y su arte se introducen en Europa y Estados Unidos durante el S. XIX, siendo aceptada la serigrafía para la reproducción o creación de obras de arte primero y con fines industriales después.

Será en 1907 cuando el inglés Samuel patente la serigrafía moderna en pantalla de seda y de manera rápida y progresiva su uso se fue imponiendo en Europa y EEUU, adquiriendo un importante auge durante los años veinte del siglo pasado gracias a la industria textil. En los años 30 se empieza a utilizar por los publicistas para la impresión de carteles. Durante la SGM es profusamente utilizada para el marcaje de material bélico y tras el conflicto armado se impondrá como alternativa para imprimir aquellos materiales que por su forma, tamaño o materia no pueden serlo mediante otros sistemas más extendidos (offset, tipografía y huecograbado), pudiendo imprimir sobre sustratos tan variados como papel, plástico, vidrio, metal, tela e incluso se utiliza para la rotulación de circuitos impresos.

También el mundo del arte recaló en la serigrafía para plasmar diversas obras, destacando el movimiento *Pop Art* en los 60 con Andy Warhol, Robert Rauschenberg, Jasper Johns y Roy Lichtenstein como principales representantes.

¹⁰ De donde deriva el nombre de *estarcido de seda* que según la RAE sería “Estampar números, dibujos o letras haciendo pasar el color, con un instrumento adecuado, a través de los recortes efectuados en una chapa”.

¹¹ Hernandez Bernal, Fabiola. “La serigrafía y su aplicación en la obra artística”, Méjico, 2008.



Impresión mediante serigrafía de una masa de tinta de color blanco sobre tejido de color azul y detalle.



Dos conocidas obras de Andy Warhol impresas en serigrafía.

3.2 Técnica para la preparación de la pantalla

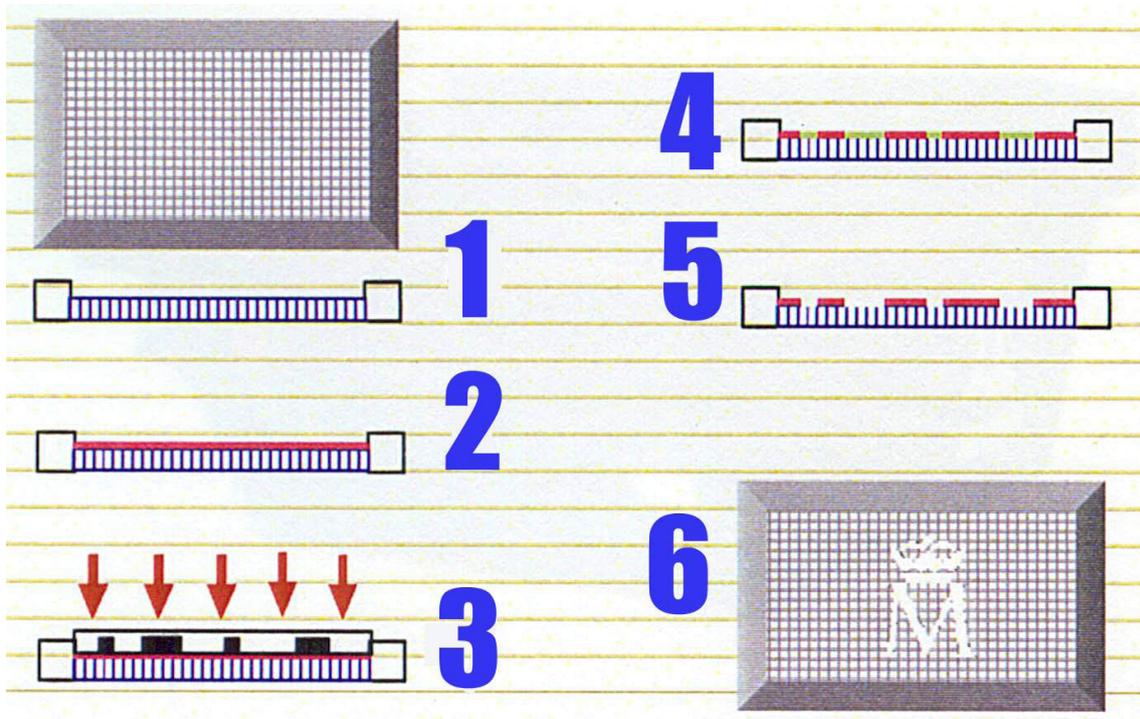
Como ya habíamos comentado, la serigrafía consiste en hacer pasar la tinta a través de una pantalla que tiene una malla abierta a base de hilos sintéticos o metálicos, como si fuera una especie de colador. Como la tinta es bastante espesa es necesario que la distancia entre los hilos de la malla sea al menos del doble del grosor de éstos, favoreciendo así la posibilidad de la transferencia de la tinta a través de los agujeros abiertos en la malla.

No obstante, para reproducir el motivo deseado, la malla tiene que estar selectivamente abierta y cerrada para que se entinten sólo determinadas zonas. A esas zonas que no se van a imprimir y que, por lo tanto, permanecerán cerradas, las llamamos *reservas*.

Las reservas se pueden realizar de manera manual o por medios fotomecánicos. Las manuales se suelen confeccionar pegando papel en las zonas que han de permanecer cerradas, lo que también se puede hacer con cola.

Más perfeccionado es el sistema fotomecánico en el que se transmitirá la imagen desde un fotolito a una forma con una emulsión fotosensible. Sobre la malla abierta (1) puesta en el bastidor, se coloca la emulsión fotosensible (2) y sobre esta el fotolito con

la imagen o el mensaje a imprimir. A continuación, se insola (3) el conjunto y se retira el fotolito (4), de manera que las partes transparentes del fotolito dejarán pasar la luz hacia la emulsión fotosensible endureciéndola y haciéndola resistente al lavado posterior. Por otro lado, las partes del fotolito que contengan líneas (dibujo) no permitirán el paso de la luz hacia el material fotosensible y serán retiradas durante el proceso de lavado, permitiendo por lo tanto el posterior paso de la tinta (5). La pantalla con la imagen transferida desde el fotolito, está preparada para recibir la tinta e iniciar el proceso de impresión (6).



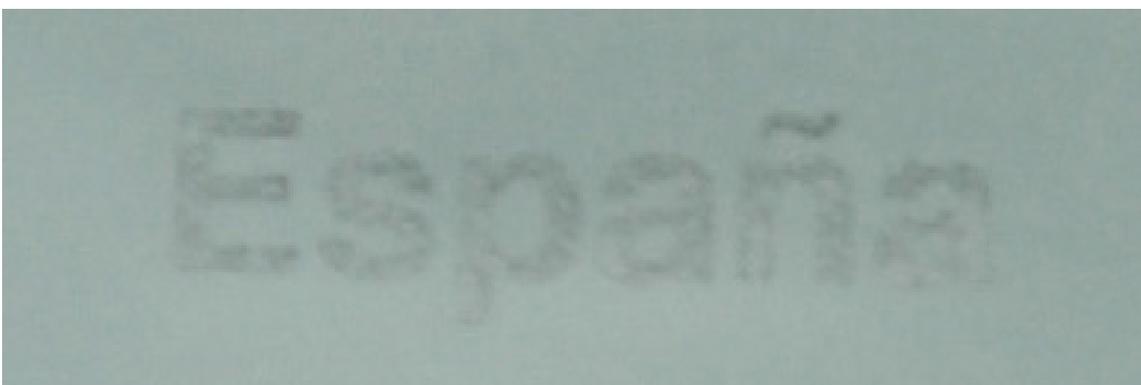
La impresión por serigrafía permite utilizar desde sistemas caseros sencillos hasta el uso de prensas automatizadas, tanto planas, que es la opción más frecuente, como cilíndricas, existiendo incluso modelos de rotativas de gran rendimiento.



A la izquierda instrumental completo necesario para realizar serigrafías económicas. El aparato lleva incorporada la insóladora, a la derecha, para la sensibilización de la malla fotosensible.



La malla fotosensible con su plástico de protección antes de someterla al proceso de insolación.



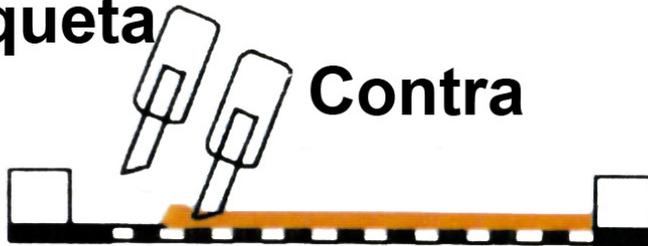
Arriba a la izquierda, colocación de la malla fotosensible y de la imagen a transmitir (la palabra ESPAÑA). Arriba a la derecha, la malla sensibilizada y preparada para recibir la tinta y detalle de la zona sensible con la palabra ESPAÑA.



EXTENSIÓN

Rasqueta

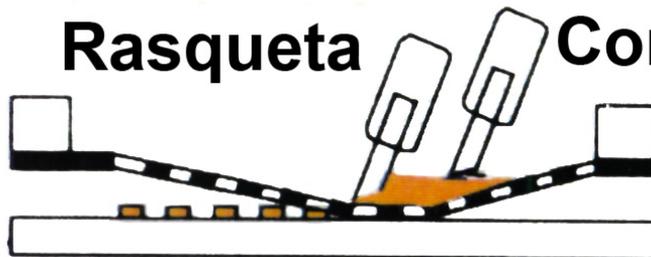
Contra



IMPRESIÓN

Rasqueta

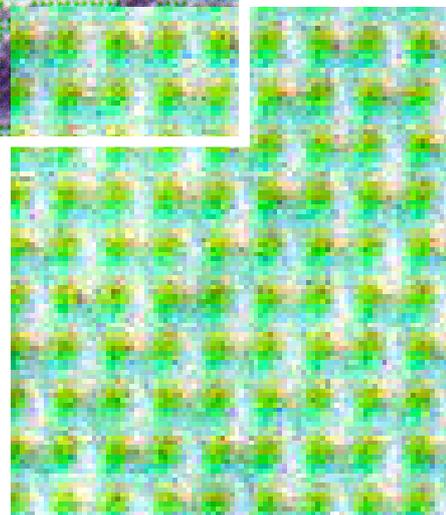
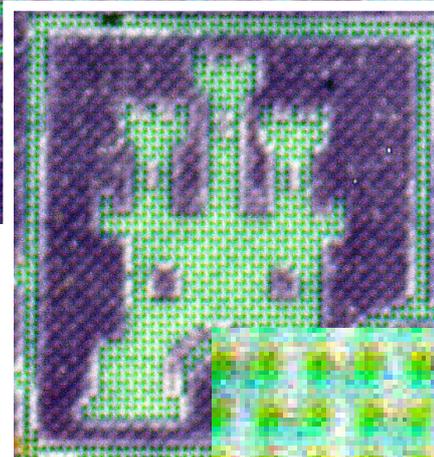
Contra



Transferencia de la tinta al soporte. La contra extiende la tinta y la rasqueta, por presión, hace que pase a través de los huecos de la malla hacia el soporte.



Detalle ampliado de una malla de serigrafía, las zonas moradas están cerradas y las verdes son los huecos abiertos por donde pasará la tinta hacia el sustrato. Entre los huecos verdes se aprecian unas líneas blancas que son la estructura plástica de la propia malla.



3.3 Uso y reconocimiento del sistema

Ya hemos hablado de los usos comerciales, que abarcan todo tipo de materiales, resultando ideal para la impresión de motivos sobre tela, consiguiendo resultados muy vistosos.

En cuanto a su uso en documentos de seguridad, se utiliza o se ha utilizado para la impresión de las siguientes medidas de seguridad en documentos expedidos por España:

- Tinta OVI (tinta ópticamente variable)
 - DNI modelo papel foto color del año 1996: leyenda “ESPAÑA”, color morado.
 - DNIe, modelo 2006: leyenda “ESPAÑA”, color morado.
 - DNIe, modelo 2015: anagrama documento electrónico, color azul.
 - TIEX¹² -permiso de residencia- modelo expedido hasta noviembre de 2011: figura geométrica situada en la zona superior izquierda de color morado.
 - TIEX, modelo 2011-permiso de residencia-: anagrama de documento electrónico en color morado.
 - TIEX -para estudiante, trabajador fronterizo y régimen comunitario-, toda ellas con soporte plástico en PVC: las leyendas “EXTRANJEROS” y “España”, en color verde situadas sobre la fotografía del titular.
 - Pasaporte, modelo 2015: pág. 1 “ESPAÑA”, pág. 3 “ESP” hueco.
 - Billetes euro alta denominación¹³: el valor facial del billete, localizado en el reverso, a la derecha y abajo en color morado.

- Banda iridiscente
 - Billetes euro baja denominación¹⁴: la banda iridiscente vertical localizada en el centro del reverso de los billetes.

También otros países utilizan la serigrafía para la impresión de motivos similares a los ahora descritos, así en los dólares USA en los billetes de 10, 20, 50 y 100 dólares, en el valor facial expresado en números y localizado en el anverso a la derecha y abajo de cada uno de esos billetes.

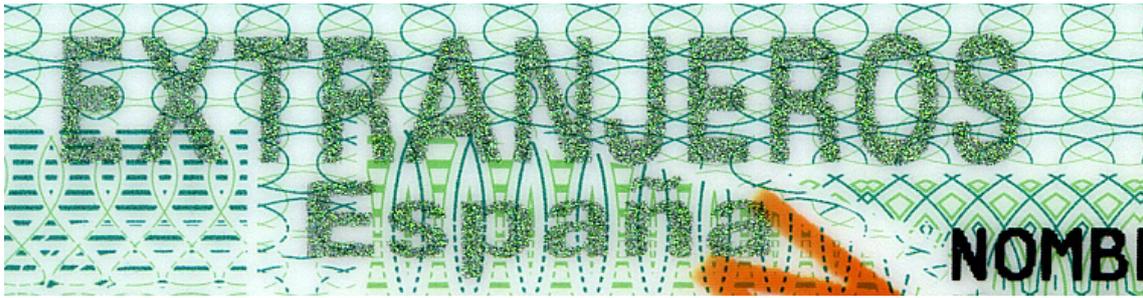
En las siguientes imágenes algunos ejemplos de la utilización de la serigrafía para la impresión de tintas OVI en documentos de identidad españoles (de arriba abajo: 3 permisos de residencia, modelos 2011, 2013 y 1997; 1 DNIe modelo 2006).



¹² TIEX: Tarjeta de identificación para extranjeros.

¹³ Alta denominación: son los billetes euro de valor 50, 100, 200 y 500 €.

¹⁴ Baja denominación: son los billetes euro de valor 5, 10 y 20 €.

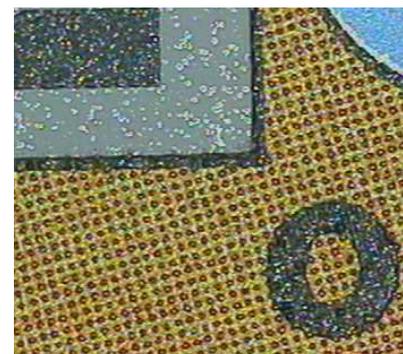


Otro ejemplo de utilización de la serigrafía, en este caso para transferir un código a un cartucho de tinta de una impresora de inyección de tinta, el original de la imagen tiene unas dimensiones de unos 4 mm². Cada uno de los pequeños cuadrados se corresponde con un espacio permeable de la malla de serigrafía.

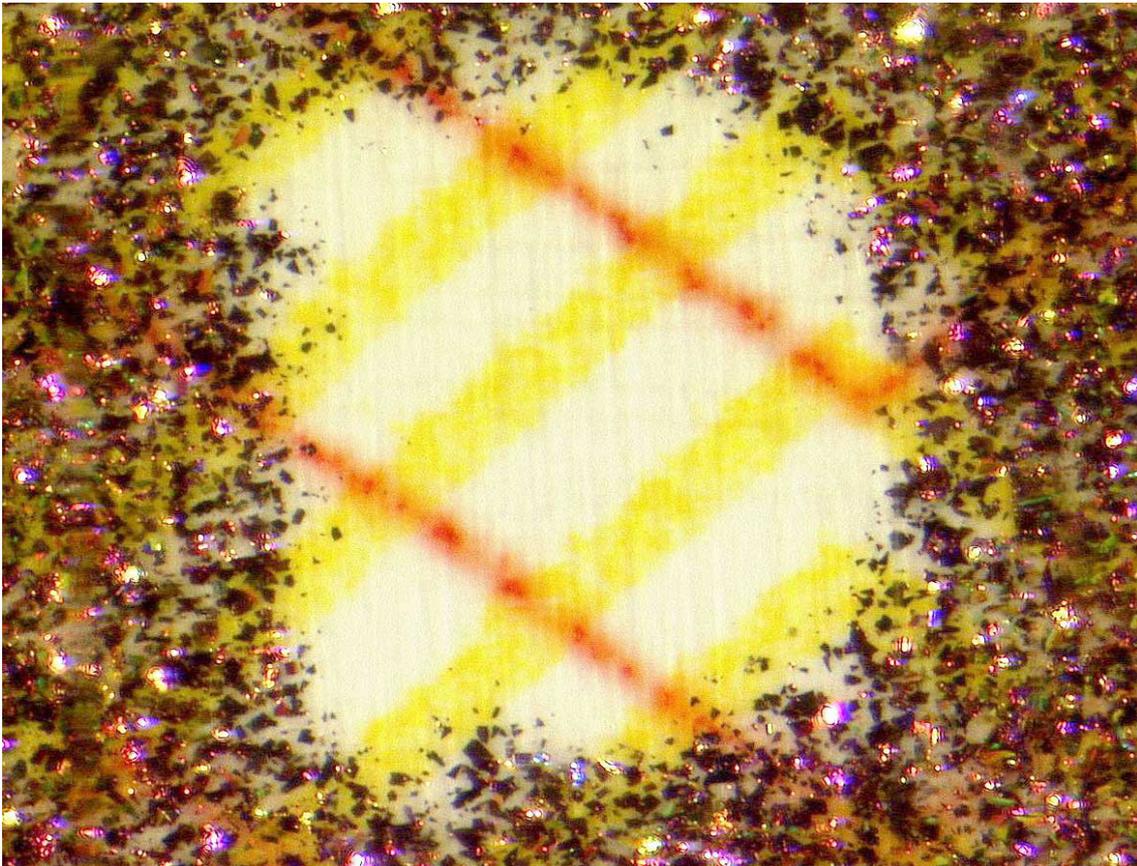


A la derecha un detalle de la serigrafía impresa sobre un Cd de audio (Puntos de colores rojizo y amarillo).

En cuanto a la identificación del sistema, nos centraremos en aquellos documentos en los que, por su trascendencia, son los más frecuentes en sufrir una alteración o bien una falsificación, como son los documentos de identificación y el papel moneda; en concreto, en las tintas OVI. Como ejemplo, tomamos un DNI electrónico modelo 2006 y aumentando a unos 75 aumentos pode-

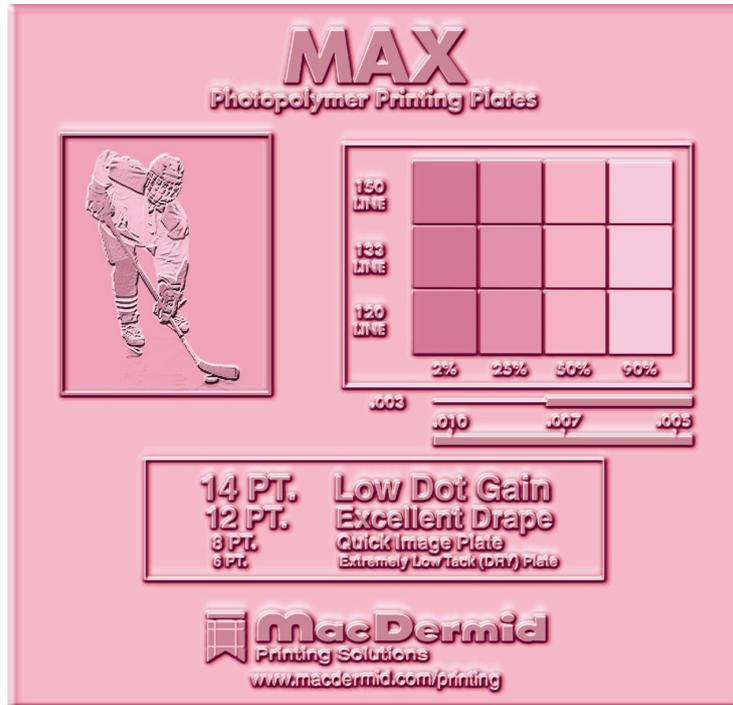


mos apreciar la disposición de las partículas que conforman las 2 tintas para dar lugar al efecto OVI. Ciertamente parece un espolvoreado de partículas de aspecto metálico y sin aparente orden. Esta disposición de apariencia anárquica se repetirá en cuantas muestras analicemos.



4.- LA FLEXOGRAFÍA

Es un sistema de impresión directa que deriva de la tipografía. Las planchas están hechas de caucho o fotopolímeros flexibles que permiten doblarlas para adaptarlas a los cilindros de las rotativas. La imagen contenida en la plancha se manifiesta en relieve.



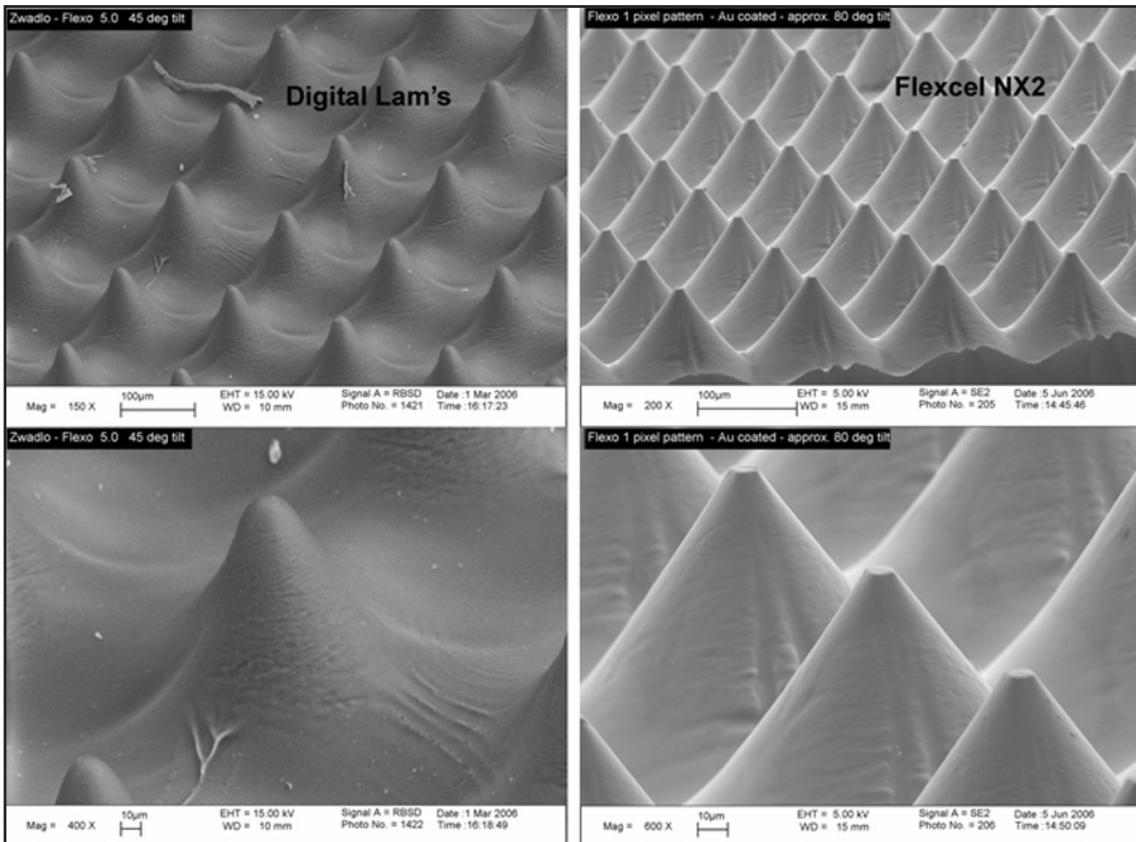
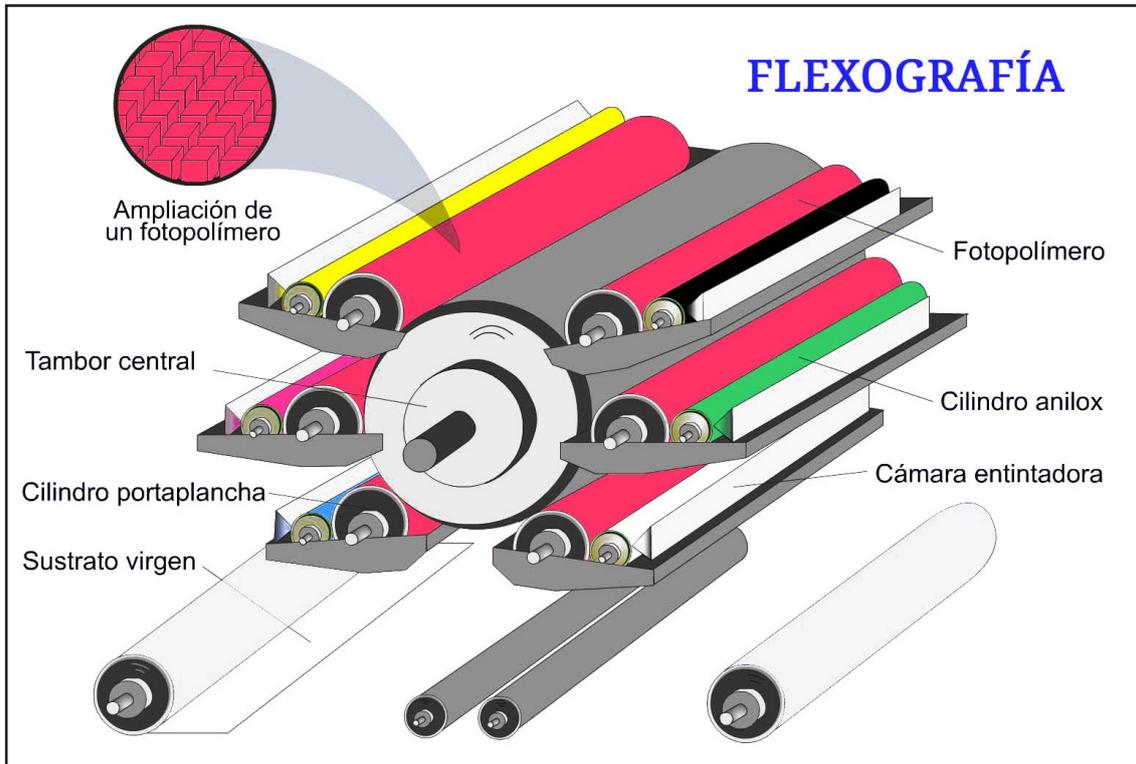
Se emplea para la impresión en grandes tiradas de envoltorios, bolsas de plástico, paquetería y etiquetas, así como para cualquier soporte capaz de pasar por la prensa. Es el sistema utilizado para la impresión de las quinielas y boletos de diferentes tipos de apuestas.

No es un sistema que se utilice para la impresión de medidas de seguridad, ni para impresiones de calidad, sin embargo, es un sistema bastante extendido y debemos tener unas mínimas nociones para, al menos, reconocerlo.

Las características más destacables son la forma impresora en caucho, el sistema de entintado mediante rodillo anilox que es el encargado de transferir la tinta a la plancha y el uso de tintas líquidas de secado muy rápido.



En el esquema anterior una unidad de entintado para un solo color en el que se ha ampliado la estructura del cilindro anilox. Abajo un conjunto completo para imprimir en seis colores con cilindro impresor central.



Estructura microscópica de dos formas poliméricas usadas en flexografía



En cuanto a la identificación del sistema resulta relativamente sencillo por la distribución de la tinta en el contorno de las letras. Este sistema de impresión transfiere la tinta por impacto sobre el soporte, apreciándose una especie de sombreado más claro en el contorno interior de los tipos.



MEDIDAS DE SEGURIDAD EN DOCUMENTOS I

1.- BREVE REPASO A LA EVOLUCIÓN EN LA PROTECCIÓN DE LOS DOCUMENTOS DE IDENTIDAD.

Las primeras referencias que conocemos sobre la protección de documentos se deben a los sumerios y al uso de los sellos cilindro, (contienen motivos grabados que representaban a los dioses o los símbolos del poder) cuyo mensaje se extiende sobre arcilla e identifica al propietario del mismo. Los primeros ejemplares se localizaron en la ciudad de Uruk hacia el 3400 a. C.



Cilindro sumerio de calcita y su rodada sobre arcilla, hacia el 2700 a.C. Museo Británico ME 89538.

Un derivado más actualizado del cilindro sumerio es el uso, a partir de la Edad Media, del sello impreso sobre cera o lacre, que cerraba el sobre o el soporte garantizando tanto la confidencialidad de su contenido como la identidad de su remitente.

Otra antigua manera de garantizar la autenticidad de un documento y su contenido era la transferencia al soporte, previo entintamiento, de la información contenida en un sello metálico (papel sellado). Estos sellos empezaron a utilizarse en España en 1637¹.

Sin lugar a dudas, una de las maneras más conocidas de autenticar un documento ha sido el uso de la firma y la rúbrica². Los más antiguos antecedentes del uso de la firma manuscrita proceden del ordenamiento jurídico romano, en concreto del acto solemne llamado *manufirmitio*, en el que tras la lectura de un documento se manuscibía el nombre de su autor y de los testigos presentes³. En la Edad Media el *Fuero Juzgo*⁴ también establece la necesidad de firmar los documentos en prueba de conformidad⁵.

¹ FERIA, Rafael., 1994, “Cien años de historia de la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre”, Fábrica Nacional de Moneda y Timbre, Madrid, pág. 22.

² La RAE define a la firma como “Nombre y apellido, o título, que una persona escribe de su propia mano en un documento, para darle autenticidad o para expresar que aprueba su contenido” y respecto de la rúbrica dice “Rasgo o conjunto de rasgos de forma determinada, que como parte de la firma pone cada cual después de su nombre o título...”

³ RODRÍGUEZ GARCÍA, Enrique A., 2009, “Las recogidas de firmas desde el punto de vista del Derecho”, Universidad de Salamanca, pág. 124.

⁴ El Fuero Juzgo es una recopilación de normas legales elaborado en León en 1241 por Fernando III y que es la traducción del *Liber Iudiciorum* (cuerpo de leyes visigodas) del año 654.

⁵ Real Academia Española, “Fuero Juzgo”, Editorial Ibarra, Madrid 1815, pág. 42

Poco a poco se extendió la costumbre de firmar los documentos públicos y privados, los reyes en la Edad Media empiezan a sustituir el sello real por la firma y la rúbrica. Larga historia la del uso de la firma, que se hará universal con la alfabetización de la población a mediados del siglo XX y que culminará con la posibilidad de uso de la firma electrónica, como con el DNle.

Posteriormente, en el año 1819, la que fuera Fábrica Nacional del Sello Española incorpora a los documentos sellos en seco⁶. A partir de 1854 los sellos se empiezan a imprimir en color para diferenciarlos y en 1865 el papel sellado incorpora una filigrana⁷.

Un hito importante fue la incorporación, a partir del 1 de julio de 1884, de la marca al agua a los entonces billetes de pesetas, decisión que tuvo que adoptar el Banco de San Fernando ante la avalancha de falsificaciones que estaban sufriendo, tarea encargada a la empresa American Bank Note de Nueva York (Ver billete de 500 pesetas, la marca de agua se encuentra alojada en el círculo blanco central)⁸, medida de seguridad que a partir de entonces siempre llevaría el papel moneda impreso en nuestro país y que sería extrapolada al pasaporte primero y al Documento Nacional de Identidad después.



El diseño de los fondos de los documentos de seguridad, fueran de identidad o no, ya preocupaba en aquellos inicios (Siglo XIX) de manera que se intentaba dificultar la labor de los falsarios mediante motivos de líneas finas y entrecruzadas, cuya impresión profesional se reservaba a imprentas tipográficas.

Entrados ya en el Siglo XX, el documento más utilizado y reconocido en España para la identificación de los ciudadanos es el Documento Nacional de Identidad. En el diseño de los primeros ejemplares de 1951 aparecen, como datos biográficos que también lo son de seguridad, la fotografía, la firma y la impresión dactilar del dedo índice de la mano derecha que, junto a los datos procedentes del Registro Civil, acreditan la iden-

⁶ Estampado en papel de un mensaje mediante sistema de presión de un troquel y contra troquel, sin entintamiento y que confiere relieve al papel en la zona de contacto.

⁷ La filigrana es una marca o señal hecha al papel en el momento de fabricarlo y que se comprueba por transparencia, con el paso del tiempo evolucionará a las más elaboradas marcas de agua.

⁸ MARTOREL, Miguel, 2002, "Historia de la peseta", Barcelona, Planeta.

tividad de la persona. Como bien es sabido, la firma y la fotografía se mantendrán visibles en el DNle actual⁹. La fotografía del titular (sobre papel fotográfico pegado a la tarjeta) en estos documentos, contemplaba una zona blanca sin imagen en el tercio inferior, de manera que una parte del dactilograma se plasmaba en la misma y la otra parte en el soporte de la tarjeta.



Esta circunstancia hacía inviable la sustitución de la fotografía para el uso fraudulento por un nuevo usuario, ya que cualquier policía mínimamente entrenado podía comprobar la falta de correspondencia entre las crestas papilares de la fotografía y las del soporte (Ver imagen de la derecha, en la que se aprecia el escalón entre foto y documento, así como la continuidad del dibujo de las crestas).

En cuanto al soporte, el mismo estaba confeccionado por una amalgama de fibras vegetales con predominio del algodón, que una vez adoptada la forma plana de pliego era impreso mediante un motivo de líneas finas empleando la técnica tipográfica a un sólo color.

La tipografía en España será paulatinamente sustituida por una técnica que se impondrá absolutamente, el offset, cuya calidad, flexibilidad, capacidad de producción, rapidez y economía no tendrá rival hasta nuestros días. La irrupción de esta tecnología de impresión en nuestro país vendrá de la mano del diario mallorquín “Última Hora” el 20 de octubre de 1966¹⁰.

Será el Documento Nacional de Identidad, modelo de 1990, el que actualice y modernice de manera profunda las medidas de seguridad de este documento, así aparecen por primera vez laminados plásticos con relieve, fibrillas e hilo de seguridad, tintas invisibles que reaccionan a la luz ultravioleta, impresiones codificadas, nº del documento grabado con láser, tintas OVI, tintas offset a cuatro colores, tintas irisadas, impresión de datos biográficos mediante impresoras láser.

Otro salto de vital importancia y calidad se produce en el año 2003, con la sustitución del papel por plástico -polycarbonato- como soporte para las tarjetas de identidad de extranjeros (TIEEX) y que luego sería el soporte base para la fabricación del DNle a partir del 2006.

El nuevo milenio abre, de la mano del boom de las nuevas tecnologías, una extensa y completa oferta de medidas de seguridad que protegerán los más diversos documentos, ya no tan sólo de identidad, sino también el papel moneda.

Se impone el plástico frente al papel en las tarjetas de identidad, el polímero¹¹ como sustrato para el “papel” moneda deja de ser algo excepcional y cada vez son más los países que producen algún billete de plástico, se actualizan los sistemas de impresión para imprimir en éstas -offset waterless-, se universalizan los sistemas digitales de impresión -impresoras de inyección de tinta, sublimación, láser, el offset digital-, aparecen medidas de seguridad como los motivos holográficos, nuevas tintas UV, los CLI, el perforado láser, se generaliza el láser destructivo como sistema para la grabación de datos biográficos, el chip electrónico y la tecnología NFC¹² en las tarjetas más avanzadas.

⁹ A partir de la informatización del DNI en 1990 sólo se conservó en papel los soportes originales que contenían la firma del titular, a petición expresa de la C.G.P. Científica, con la finalidad de poder utilizarla en la resolución de informes periciales.

¹⁰ <http://www.encajabaja.com/2011/12/cumpleanos-del-offset.html>

¹¹ Sobre el billete en polímero de 5 libras <https://www.bankofengland.co.uk/banknotes/5-pound-note>

¹² *Near Field Communication* o Comunicación de Campo Cercano, tecnología inalámbrica que permite la comunicación instantánea entre dos dispositivos casi en contacto, usado para la identificación y validación entre terminales, siendo una de sus utilidades estrella el pago mediante teléfonos móviles. <https://www.xataka.com/moviles/nfc-que-es-y-para-que-sirve>



Anverso de un billete de 5 libras, en polímero, que entró en circulación el 13 de septiembre de 2016

2.- ALGUNAS CUESTIONES PREVIAS

Lo primero que debemos preguntarnos a la hora de proteger un documento (tarjeta de identidad, título universitario, papel de oficio, libro notarial, etc.) o un producto cualquiera con la finalidad de garantizar la propiedad industrial o intelectual (textiles, programas informáticos, DVD, libros, etc.) con una o varias medidas de seguridad, es la necesidad de hacerlo, el coste que ello supondrá y los beneficios que puede reportarnos.

Resulta indispensable determinar el nivel de seguridad del que se quiere dotar al objeto a proteger, atendiendo a la finalidad del documento. No daremos la misma importancia a un documento acreditativo de la identidad de su titular, con validez ante cualquier organismo, público o privado, nacional e incluso internacional, documentos oficiales del tipo DNI o Pasaporte, que a un documento que, como en el caso del Permiso de Conducción, autoriza a su legítimo titular a hacer uso de los automóviles para los cuales tiene permiso, pero que no es en sí un documento acreditativo de identidad.

Por lo tanto, es lógico que, cuanto mayor sea la trascendencia del documento a proteger, mayor sean las medidas de seguridad que le acompañen.

También se debe tener en cuenta a quien van dirigidas estas medidas de seguridad y, por lo tanto, la preparación técnica del usuario y la posibilidad, a veces necesidad, de hacer públicas dichas medidas para que el usuario, el ciudadano, las conozca y de esta manera intentar prevenir futuros fraudes.

El ejemplo más claro es el papel moneda, donde se contempla una serie de medidas que no sólo sirven para proteger el documento de una posible falsificación, sino que se incluyen, además, para que el ciudadano las conozca, así como otras medidas, cuya comprobación requiere de instrumental técnico y que van dirigidas a los bancos o a los cuerpos policiales e incluso de otras medidas todavía más avanzadas y que son de conocimiento exclusivo de los bancos emisores.

Por otro lado, también pueden utilizarse las medidas de seguridad adheridas a las etiquetas o productos comerciales como una garantía de la solvencia, seriedad e importancia del propio producto, es decir como un reclamo publicitario del fabricante.

Más sorprendente puede resultar la estrategia de algunos fabricantes de productos de lujo dirigidos a sectores de la población con un altísimo poder adquisitivo, los cuales se niegan a proteger sus productos con el argumento de que sus clientes jamás comprarían una imitación o un artículo de calidad o precios bajos y, por lo tanto, no les preocupa que sus productos sean falsificados ya que no les supone pérdida económica alguna.

Una vez concretadas la necesidad del uso de las medidas de seguridad, de su eficacia y eficiencia, así como de su oportunidad, haremos una clasificación genérica de las medidas de seguridad en cuatro apartados diferenciados, con sus respectivos subgrupos, en los que iremos profundizando en las páginas de este capítulo. Hemos prescindido de la típica clasificación en tres niveles de seguridad: 1º Apreciables por el público en general; 2º Perceptibles mediante equipamiento electrónico básico; 3º Detectables sólo con instrumental de laboratorio; ya que nos interesan, de manera general, todas las medidas.



Siempre tendremos presente que este campo de la seguridad, de carácter eminentemente preventivo, está en constante evolución, por lo que tenemos que actualizar nuestros conocimientos de manera periódica para no vernos sorprendidos por las novedades que vayan surgiendo¹³.

¹³ La Unión Europea dispone de una página web, de libre acceso, dedicada a los documentos de identidad de la UE y de gran parte de los países del mundo, <https://www.consilium.europa.eu/prado/es/search-by-document-country.html> en ella se recoge información precisa referida a las medidas de seguridad que se actualiza de forma constante, destacamos por su especial relevancia el glosario con los términos sobre medidas de seguridad, <http://prado.consilium.europa.eu/es/glossarypopup.html>

3.- SOPORTE

En la actualidad conviven diferentes materiales, pero existe un claro predominio del papel para la fabricación del papel moneda y de los documentos tipo libro, como los pasaportes.

Dentro de los plásticos veremos como el policarbonato se ha hecho con el mercado de los documentos de identidad en formato tarjeta e incluso algunos países han decidido sustituir la hoja biográfica de papel del pasaporte por una de policarbonato.

No pasaremos por alto el uso de otros plásticos, usados para la fabricación de tarjetas de crédito o permisos de conducir, así como para el laminado y protección de los datos biográficos, también analizaremos, en el capítulo siguiente, el uso de polímeros para sustituir al tradicional algodón a la hora de elegir sustrato para la impresión de billetes.

3.1 Papel

Un breve recorrido histórico en busca de los orígenes del papel nos sitúa en la China del emperador He De Han (dinastía Han) quien ordena a su consejero Tsai Lun que encuentre un material que permita escribir de manera fácil y que sea barato. Las pesquisas e investigaciones del consejero fructificarán en el año 105 de nuestra era, obteniendo el primer papel de una mezcla heterogénea a base de trapos, corteza del árbol de la morera, cáñamo, bambú y redes de pesca.

Una vez perfeccionado su método, Tsai Lun construye la primera fábrica de papel en el Turquestan Mongol y el invento se extenderá por toda China y Asia Central. Más de seis siglos transcurrirán para que el secreto de la fabricación del papel pase a manos de los árabes, quienes, tras ganar la batalla de Talas (751), actual Kirguistán, a los chinos, apresaron a algunos artesanos que se avinieron a hacerles partícipes de las técnicas papeleras.

Los árabes iniciaron la expansión de la creación de molinos papeleros por todas las zonas bajo su dominio, Bagdad (795), Damasco, La Meca, El Cairo (906), Marruecos (1100) para finalmente llegar Al Andalus y con la conquista iniciada en el año 711 y su expansión por España, instalar de manera temprana molinos papeleros en las ciudades más importantes, como Córdoba, Granada y Toledo. Algunos autores conceden a la valenciana Játiva, en el año 1056, el honor de ser el primer centro de producción papelerero de la península, cuyo propietario sería el papelerero Abu Masafya¹⁴. Más razonable y documentada parece la fecha 1150¹⁵ para la misma Játiva.

La implantación en el resto de Europa fue lenta, en Italia se empezará la fabricación en 1276, en Alemania en 1320, en Francia en 1338 y finalmente en el Reino Unido en 1494. En América se inicia la fabricación en 1690 en Filadelfia.

El papel como soporte de seguridad presenta una serie de características que pasamos a describir a continuación:

- **Estructura y composición:** la estructura se refiere a la distribución y orientación de las fibras vegetales para dotar al documento de particularidades físicas (resistencia al rozamiento, al doblaje, al estiramiento) y la composición al uso o combinación de fibras vegetales para su fabricación.
 - Fibras vegetales provenientes de arbustos: así la borra de algodón al 100% se reserva para la fabricación del papel moneda Euro. El Dólar responde a una mezcla de lino al 75% y borra de algodón al 25%.

¹⁴ Humans on Earth: From Origins to Possible Future, Filipe Duarte Santos, pág. 116

¹⁵ Anales de la Real Academia Matritense de Heráldica y Genealogía, Volumen V, pág. 128 y 129. María Dolores Díaz de Miranda Macías y Ana María Herrero Montero.

- Fibras provenientes de pasta de madera: se mezclan con las fibras como el algodón para elaborar documentos como el pasaporte.
- Mezcla de fibras vegetales para abaratar costes: papel Oficial del Estado, papel impreso para el Ministerio de Justicia.
- Ausencia de blanqueante óptico: en caso necesario las fibras se tratan para evitar el blanqueante óptico en su composición, de manera que el papel obtenido, al ser iluminado con una fuente UV, responda con una tonalidad azul oscura.

Arriba, observamos la estructura y disposición de las fibras vegetales de un billete dólar auténtico, destacando la homogeneidad de la distribución de las fibras en forma de tablero que caracterizan al papel soporte.



Abajo, una excelente falsificación que, sin embargo, carece de la correcta disposición de las fibras vegetales que conforman el papel y que nos permiten asegurar la falsedad del mismo.



Como ya hemos comentado, el papel de seguridad es tratado para asegurar la ausencia de blanqueante óptico, de manera que, cuando sea sometido a la acción de una fuente de luz ultravioleta, la respuesta del papel sea de tonalidad azulada y oscura. Las medidas de seguridad que pueden implementarse en el papel son las siguientes:

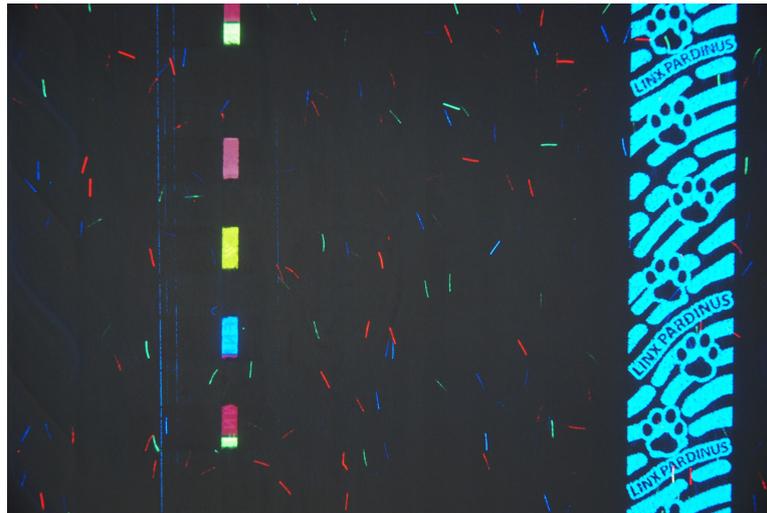
- **Fibrillas luminiscentes:** se incluyen durante la fabricación de papel cuando éste presenta una masa informe, se distribuyen de manera aleatoria, aunque también puede inducirse su colocación en una zona determinada del pliego, lo que se denomina distribución en banda.

Las fibrillas pueden ser de material sintético (plástico y metal) o de fibras naturales y en varios colores, a su vez pueden ser:

- Visibles con luz natural, como en el caso de los dólares.
- Invisibles: sólo se hacen visibles cuando se iluminan con una fuente de luz UV u otro tipo de radiación. A su vez pueden presentar un solo color o tres colores como las de los billetes Euro de la serie Europa o el visado Schengen 2011.



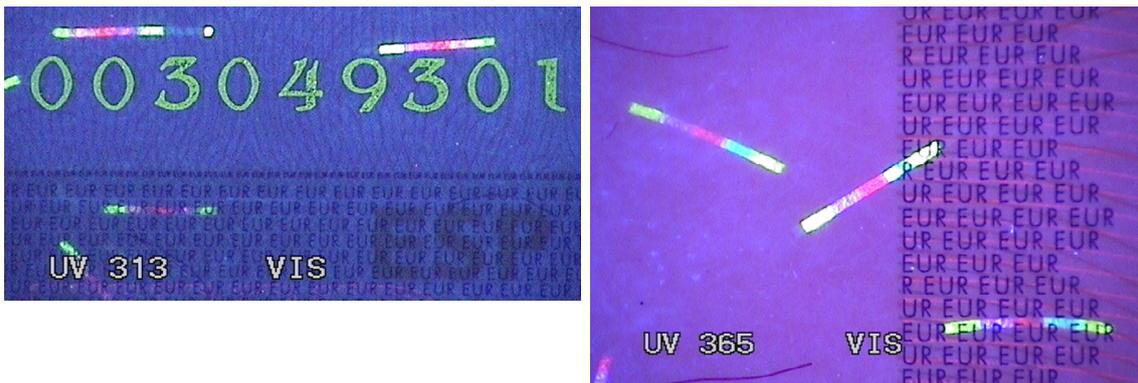
Billete de 100€. Serie Europa. Entrada en circulación el 28 de mayo de 2019. Iluminación UV 365 nm. Tonalidad azul oscura propia del papel carente de blanqueante óptico, fibrillas fluorescentes de tres colores y tintas reactivas al UV en las estrellas, círculos amarillos, bandera de la Unión Europea y motivo arquitectónico.



Hoja de pruebas de un billete lince y su respuesta a la radiación UV a 365nm. Se ha oscurecido el fondo para resaltar la tonalidad de las fibrillas (rojas, verdes y azules), el hilo de seguridad multitono y, a la derecha, la tira serigráfica.



Visado Schengen, modelo 2011 pegado sobre su hoja original, ampliación de zona con fibrillas visibles y tres detalles al iluminarlo con luz UV a 365nm. Las fibrillas que se ven sobre el original con luz natural no reaccionan a la luz UV, las que sí lo hacen no se pueden apreciar con luz natural. Fibrillas UV con 5 tonos.



Hoy todo el proceso se simplifica mediante el auxilio de sistemas informáticos, desde la creación artística hasta la confección de los troqueles.

La marca de agua se inventó en Italia a finales del Siglo XIV. En sus orígenes la figura que se deseaba transferir al papel se perfilaba con un hilo metálico cosido a la forma o tela metálica. La huella dejada en el papel por este sistema era monotonal. A finales del S. XVIII comenzaron a aparecer las filigranas sombreadas o multitonales.

La primera marca al agua propia producida en España en papel moneda se llevó a cabo en la Fábrica de Papel de Burgos el 14 de octubre de 1953 a las ocho de la tarde¹⁶, momento en el que se produce la primera hoja de papel, que lleva impresa a su vez la primera marca de agua española, el modelo elegido fue la cabeza de mujer del billete de 100 pesetas dedicado a la pintura de Julio Romero de Torres. No obstante, no será hasta 1965 cuando se perfeccione el proceso con la fabricación en la propia Fábrica de las telas metálicas, que hasta entonces eran encargadas a talleres extranjeros, proceso que se culminó en 1971 con la creación de un Taller de Preparación de Telas con marca de agua.

La marca de agua, atendiendo a su situación, puede ser continua y a registro (en un lugar concreto del documento). Existen los siguientes tipos de marcas de agua:

- Monotonal o filigrana, obtenida por sistema tradicional de hilo o por electrotipia. Ejemplo: valor facial de los billetes Euro.
- Bitonal. Ejemplo: código de barras de los billetes Euro de la primera serie.
- Multitonal. Ejemplo: motivo arquitectónico de los billetes Euro de la primera serie y el rostro de la diosa Europa de la serie Europa.



Las tres marcas al agua descritas contenidas en un billete de 100 Euros de la primera serie.

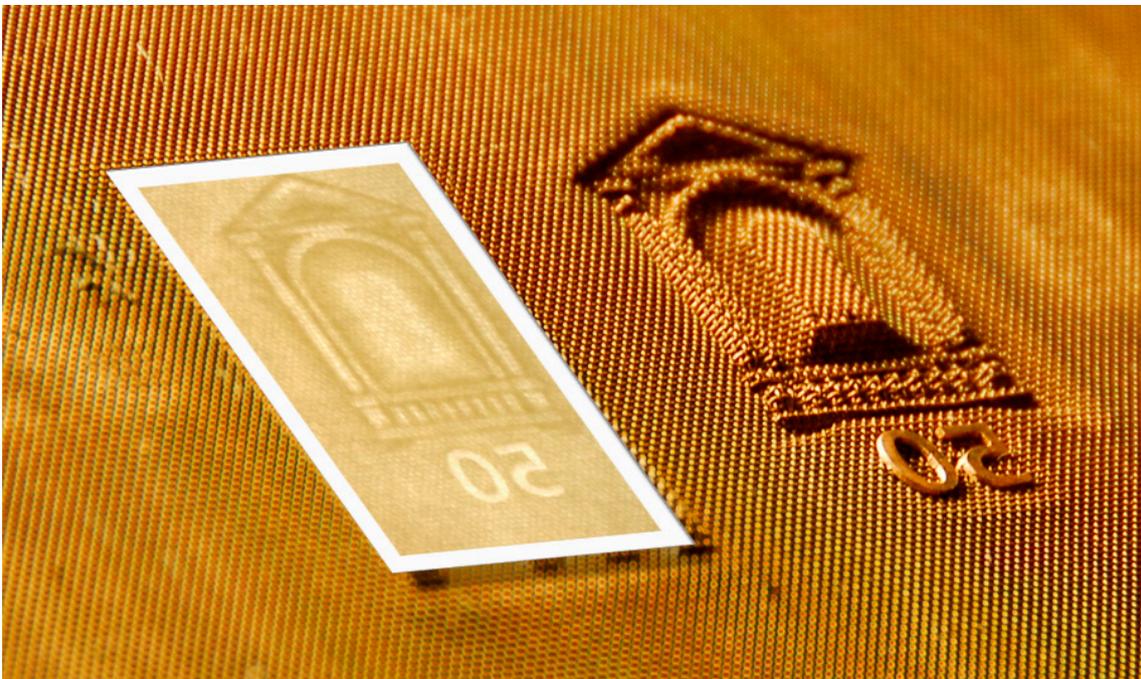


A la izquierda, preparación de un molde de cera; en el centro, troquelado con buril electrónico; a la derecha troquelados en alto y bajo relieve y tela hincada

¹⁶ Julio Torres Lázaro (2003) *La fábrica de Papel de Burgos, 50 años garantizando autenticidad*. Pág. 40



Tela hincada. Los altos relieves de la tela se corresponden con las zonas más claras de la marca al agua, y las zonas más hundidas con las más oscuras del dibujo.



Tela hincada con los motivos del billete de 50 euros

- **Hilo de seguridad:** el hilo, normalmente con núcleo plástico y contenido en un carrete, se inserta en el pliego de papel todavía húmedo -en realidad, lo que apreciamos como una sola hoja, es un sándwich de dos capas y el hilo se coloca entre ambas-. Su inserción puede ser embebida -dentro del papel- o como hilo ventana -entra y sale de la estructura del papel, por lo que es parcialmente visible-. Existen los siguientes tipos:

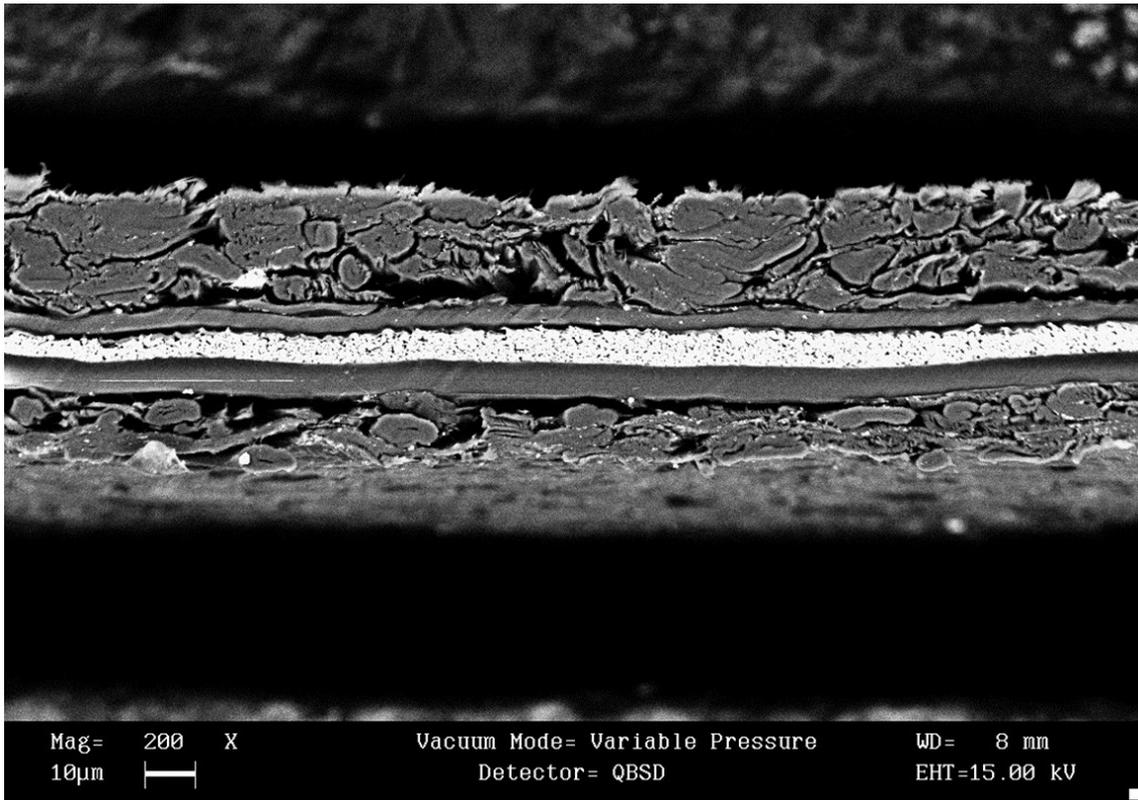
- Metalizado: con base de metal.
- Microimpreso: con textos de reducidas dimensiones.
- Coloreado
- Fluorescente
- Iridiscente: cambio de brillo y de color según el ángulo de iluminación.
- Holográfico: con algún motivo holográfico grabado en el mismo.
- Magnético: con propiedades magnéticas.
- Termocrómico: cambia de color según la temperatura.



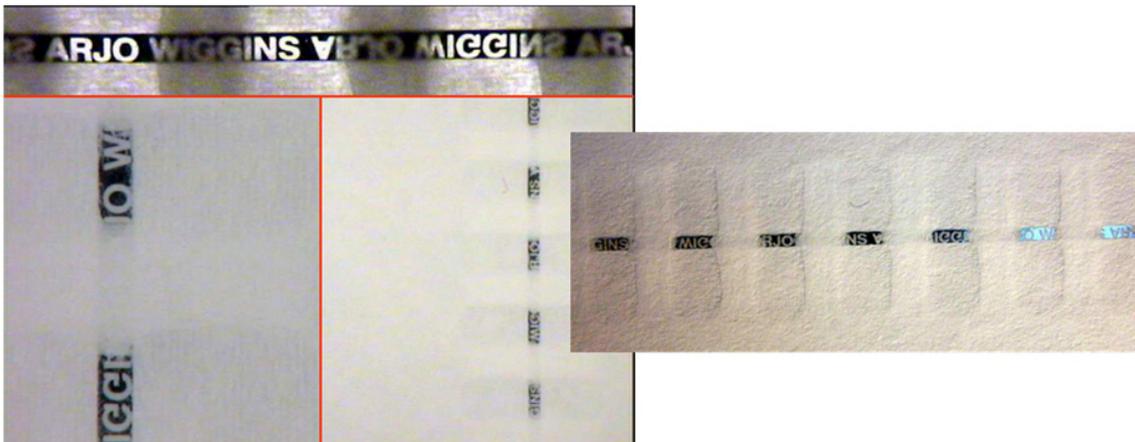
Carretes con sus hilos de seguridad preparados para su introducción en el papel.



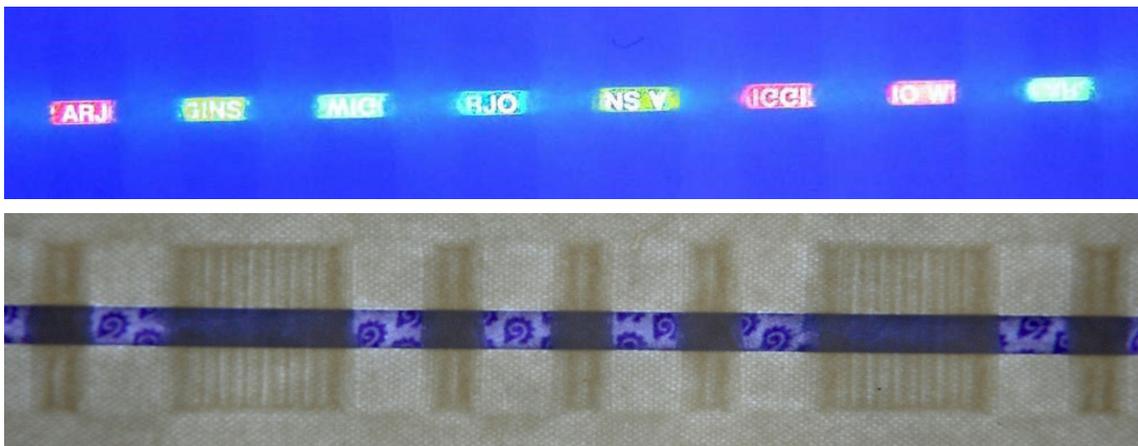
Detalles de los carretes con hilos dispuestos para su inserción.



Hilo de seguridad embutido en el papel, visto con un microscopio electrónico.



Arriba, hilos ventana con textos. En el centro, hilo ventana con texto, holográfico y fluorescente. Abajo, hilo ventana sobre marca de agua, con luz transmitida.



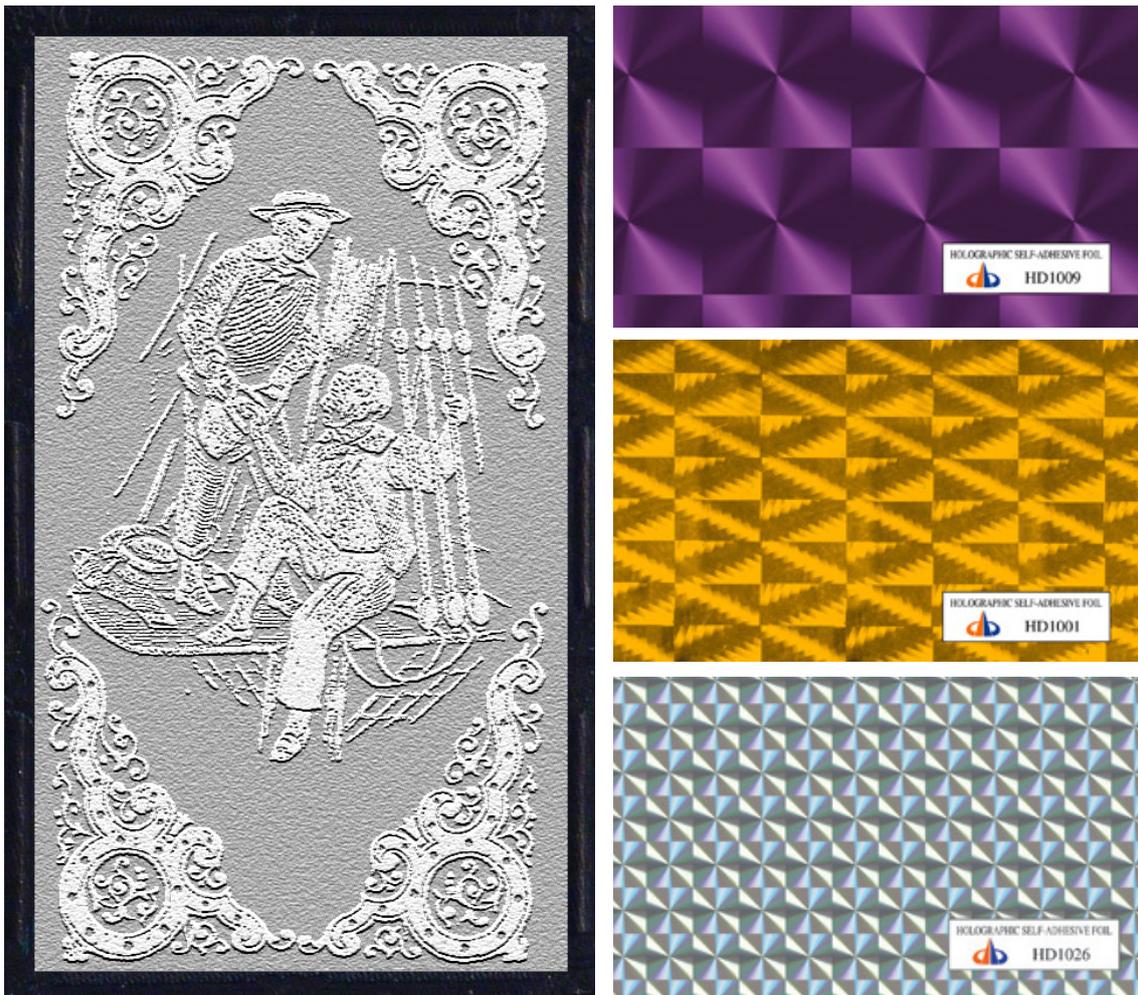


Hilo de seguridad de pruebas de la FNMT.
Arriba, iluminación transmitida con luz natural y abajo transmitida con luz UV

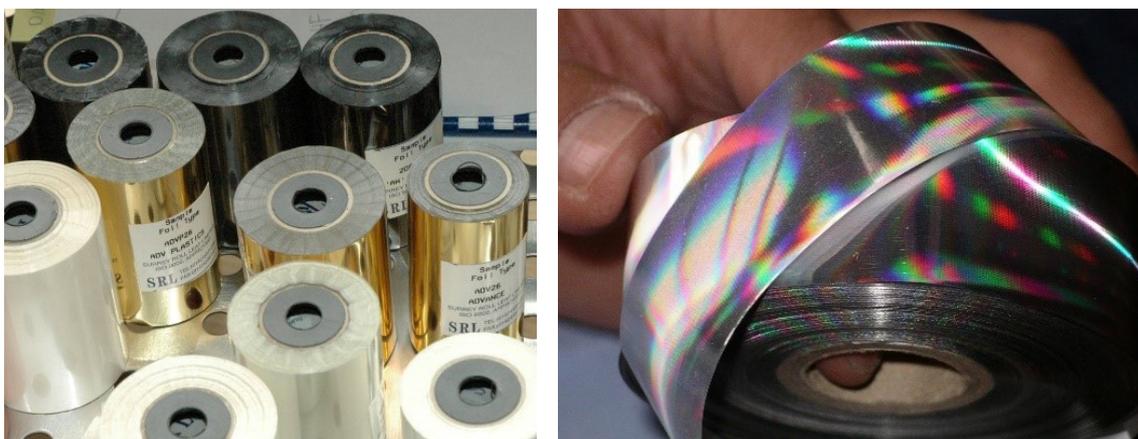
- **Tactocel¹⁷**: patente de la FNMT española. Es una característica de seguridad táctil en la forma de una tira que se intercala en el papel y ofrece un relieve que lo hace apto para ciegos. Se incluye en el pasaporte español 3.0 (Modelo 2015).
- **Estucado**: tratamiento por el cual se añade al papel, una vez fabricado, una capa con sustancias especiales, tales como: fibrillas, nácar, motivos iridiscentes, fosforescentes o con cualidades térmicas. El estucado puede también dotar al papel de un brillo y una suavidad superiores.
- **Papeles gofrados**: se añaden motivos en relieve mediante estampación en seco.
- **Papeles holográficos**: capa estucada con aluminio al que se le añade un motivo holográfico.
- **Papeles térmicos**: reaccionan ante una fuente de calor cambiando de color.
- **Papeles multicapas**: puede disponer de una capa central en color e incluso en plástico.
- **Foil**: laminados normalmente de aluminio para agregar algún tipo de información al soporte (Ej.: toda la información en dorado que aparece en la portada del Pasaporte de España).
- **Barnizado**: para satinar y proteger las capas externas del papel moneda. En la imagen al microscopio electrónico: a la izquierda papel sin barnizar, a la derecha barnizado.



¹⁷ Tactocel es una patente de la FNMT. <http://www.fnmt.es/innovacion/patentes>



A la izquierda una muestra de papel gofrado y a la derecha 3 muestras de papel.



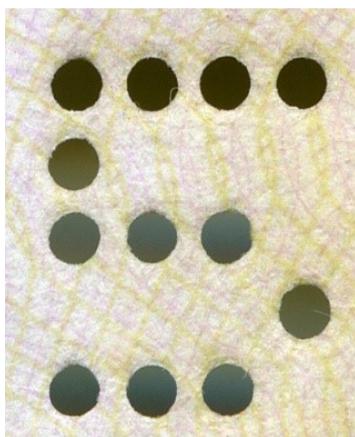
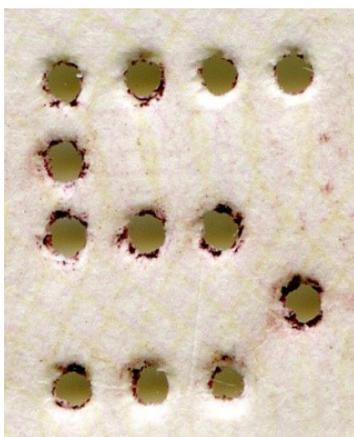
A la izquierda: selección de foils metálicos y transparentes; a la derecha: foil en banda

- **Perforación:** existen dos tecnologías para perforar papel: mecánica mediante agujas y láser. La aplicación tradicional de la perforación es la inclusión del número del documento (suele ser frecuente en los pasaportes). Sin embargo, también se utiliza para incluir, por ejemplo, la imagen fantasma del pasaporte de Bulgaria, como veremos más adelante.

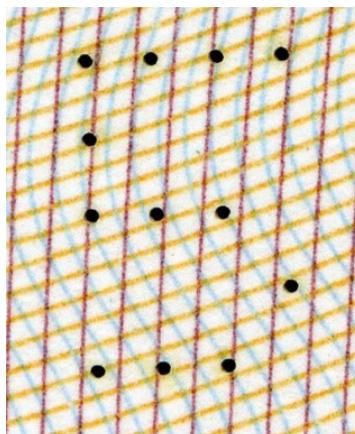
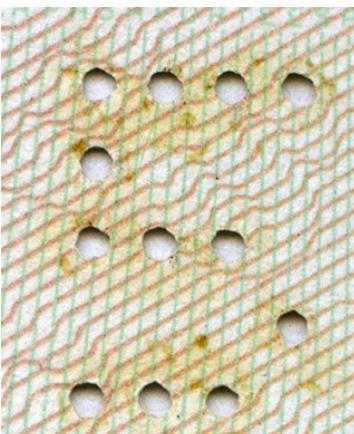
- La perforación mecánica se realiza mediante agujas o punzones del mismo tamaño, que inciden sobre el papel de manera vertical y perpendicular al papel. En el anverso se aprecia hundimiento de la zona perimetral de contacto aguja papel y en el reverso de la hoja horadada se observa un ligero levantamiento

del papel y todos los orificios, de todas las páginas (caso de pasaportes), presentan el mismo tamaño (diámetro).

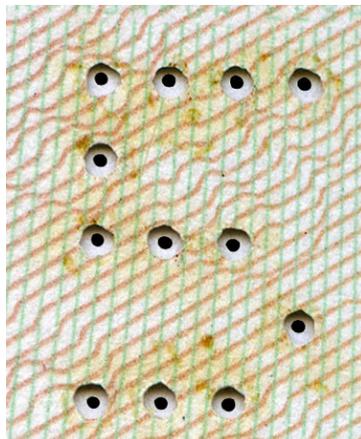
- La perforación mediante rayo láser (que se utiliza también para perforar plásticos de diversa dureza), ha venido a desbancar a la anterior tecnología y es perfectamente reconocible debido a que:
 - o El diámetro de los agujeros va decreciendo a medida que avanzamos en las páginas del cuadernillo.
 - o Aparecen marcas de quemado alrededor de los agujeros de la primera página perforada.
 - o No hay hundimiento del papel en el anverso ni levantamiento del papel en el reverso de la hoja.



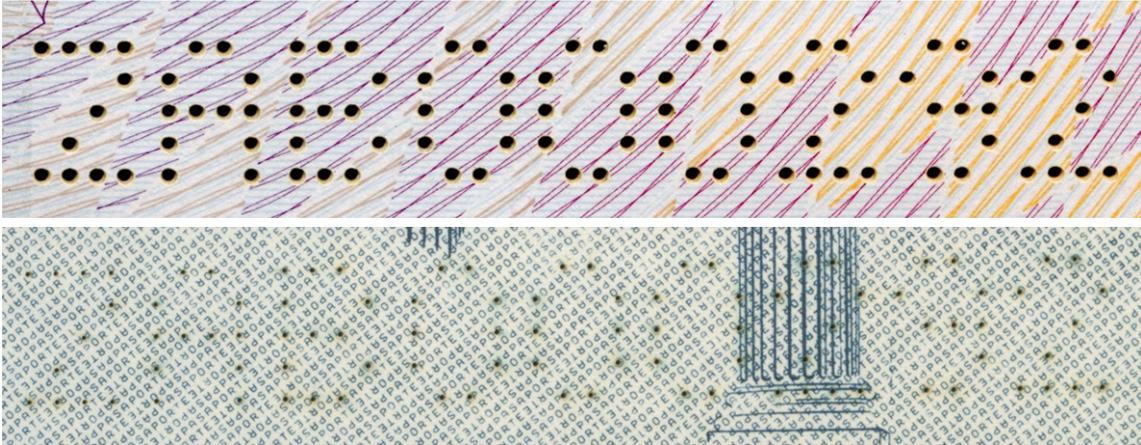
Arriba, sistema mecánico de agujas: primera (Pág. 1) y última perforación (Pág. 32), del mismo pasaporte de España (modelo 1988)



Abajo, sistema láser cónico: primera (Pág. 3) y última perforación (Guarda de la contraportada), del mismo pasaporte de España (modelo 2006, electrónico)



Montaje de las dos imágenes anteriores (sistema láser), en el que se aprecia el diferente diámetro de los primeros orificios y de los últimos.



Perforado láser del pasaporte español modelo 2015. Arriba página 3, abajo guarda de la contraportada.

Como ya habíamos comentado, también se utiliza el láser para trabajos mucho más delicados, como la reproducción de la imagen fantasma del titular del pasaporte de Bulgaria -modelo actual, 2010-, que se verifica por transparencia en su hoja de datos en soporte papel.



3.2 Plásticos

Desde los inicios del nuevo siglo XXI se empezó a hacer uso del plástico como soporte principal para la fabricación de documentos de identidad, tanto en tarjetas tipo DNI como para incluir la hoja biográfica en pasaportes -Holanda- y en billetes de banco -polímero-.

Con anterioridad, los documentos de plástico han estado ligados al mundo económico y financiero, las archiconocidas y utilizadas tarjetas bancarias o dinero plástico se remontan a 1914 cuando en Estados Unidos la Western Union emitió la primera tarjeta bancaria de crédito de consumo para sus clientes preferenciales. La primera tarjeta emitida por un banco fue desarrollada por John Biggins en 1946 para el Banco Nacional de Flatbush de Brooklyn en Nueva York, bajo el programa llamado *Charge-it*, de manera que el banco otorgaba una tarjeta a sus clientes con cuenta para realizar compras en comercios locales.

En 1950, el Diners Club emitió su tarjeta de crédito en los Estados Unidos, destinada en un principio al pago de las facturas en restaurantes. American Express emitió su tarjeta de crédito por primera vez en 1958, en el mismo año el Bank of America hizo lo propio con la Tarjeta BankAmericard (actual Visa¹⁸).

En España no conoceremos este tipo de tarjetas hasta abril de 1971, momento en el que el Banco de Bilbao pone en circulación la tarjeta *Banco de Bilbao BankAmericard*, entidad que empieza a emitir tarjetas VISA en 1976 y que perderá su monopolio en 1979, entrando en el mercado VISA otros bancos como el Vizcaya y el Exterior de España¹⁹.

También tuvo una gran influencia en la expansión del dinero plástico la invención del cajero automático, que se debe al ingeniero británico John Shepherd-Barron, quien al no poder retirar dinero de su banco de Londres por llegar un minuto tarde a su oficina y encontrarla cerrada, decidió buscar una solución a este contratiempo, y así, el 27 de junio de 1967 en la sucursal londinense de Barclays Bank de la calle Enfield, se inauguró el que se considera el primer cajero automático del mundo. El invento llegará a España en 1974 de la mano del Banco Popular, quien instala el primero en una de sus sucursales en la ciudad de Toledo.

Seguidamente, vamos a referenciar los materiales plásticos que podemos encontrar en diferentes documentos de seguridad:

- Materiales plásticos de mayor difusión para la construcción de tarjetas:
 - Policarbonato (PC): el más utilizado para la confección de documentos de identidad, es la base del DNIe, de la tarjeta de extranjeros y del permiso de conducción españoles.
 - PET: Poliéster, suele utilizarse en combinación con el PC, ya que aquel si permite la impresión en color, que es el caso de nuestro permiso de conducción.
 - PVC: policloruro de vinilo. Es el usado masivamente para la fabricación de tarjetas de: crédito, bancarias, clubs sociales, médicas, etc.
 - NEOBOND: cartulina plástica de gran resistencia, fabricada en Alemania y que se utilizaba, por ejemplo, para el anterior permiso de conducción español (Cartulina rosa).

Especial importancia adquiere el sistema de impresión utilizado para imprimir los fondos en las tarjetas de policarbonato destinadas a la identidad de las personas, siendo el de mayor difusión el *Waterless*, que se ha manifestado como el más adecuado y

¹⁸ El Bank of America era el único propietario de la BankAmericard, en 1976 amplía su comercialización a otros bancos y empresas y nace la actual VISA.

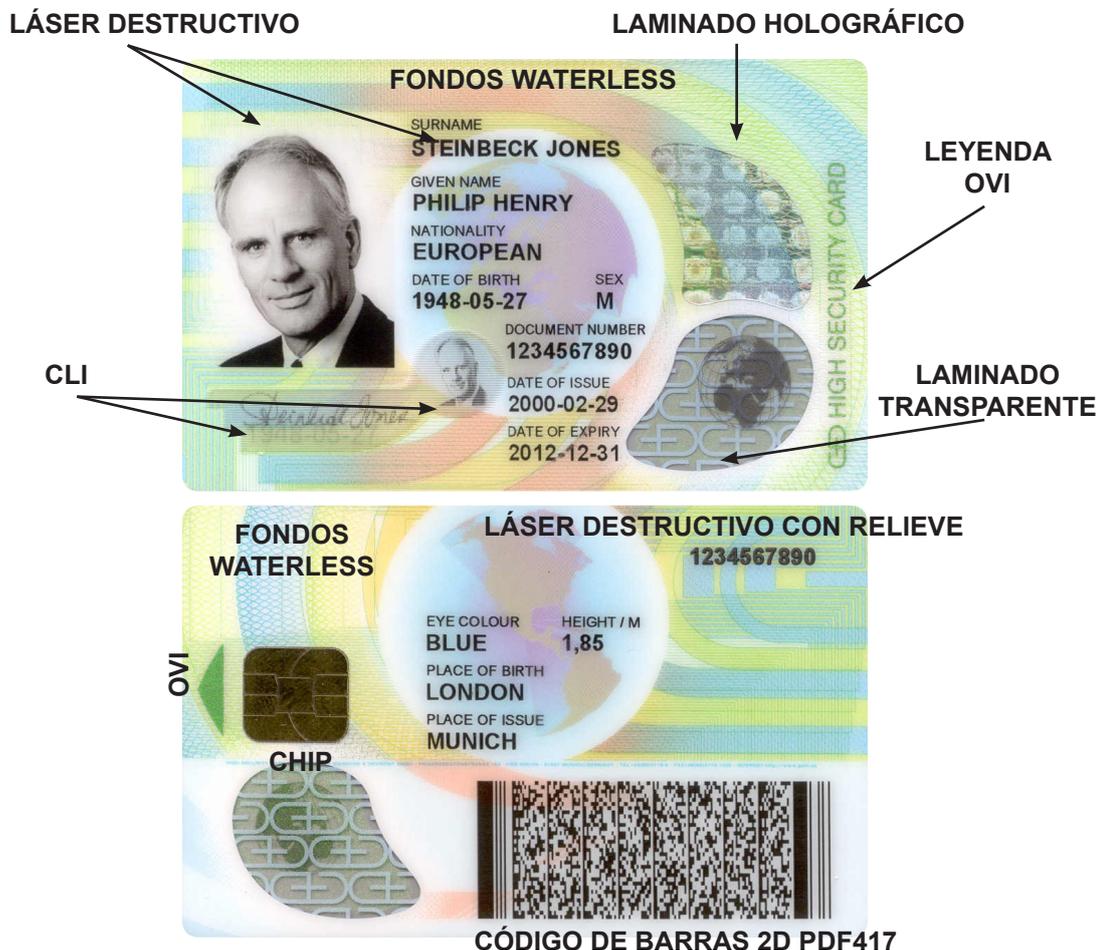
¹⁹ De la publicación corporativa del BBVA, “BBVA 40 años de innovación”, mayo 2011.

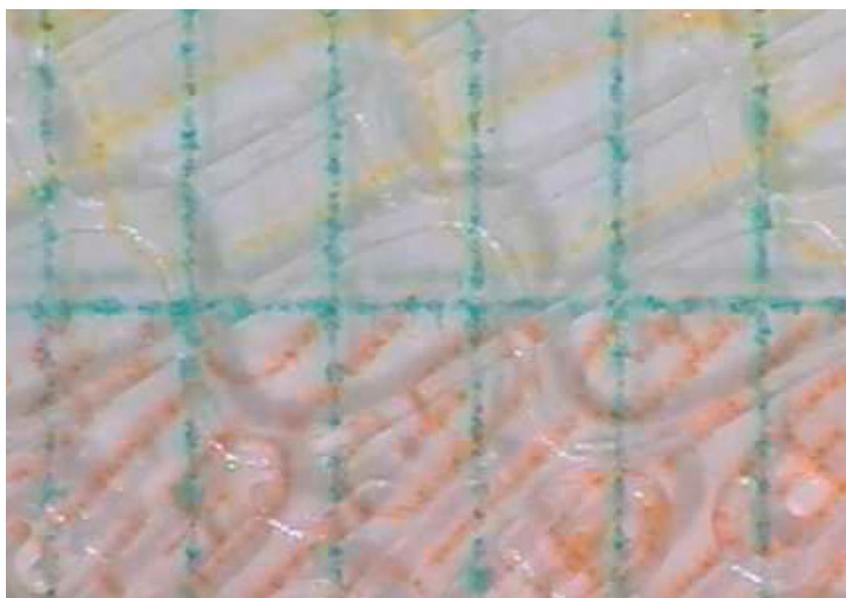
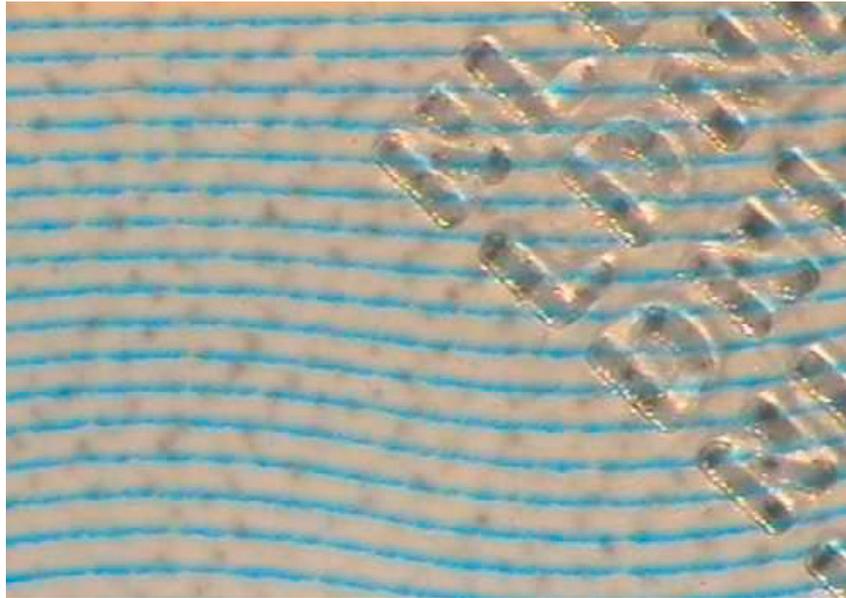
que mejores resultados ha dado: correcto anclaje de las tintas, contornos perfilados y minimización de brisados.

Es abundante el número de medidas de seguridad que pueden incluirse en las tarjetas plásticas y que se relacionan seguidamente:

- Sonido: metálico en PC, apagado o sordo en PVC.
- Impresión de fondos CMYK.
- Banda magnética.
- Banda óptica.
- Códigos de Barras.
- Chip.
- Tintas UV.
- Tintas OVI.
- Códigos OCR para lectura mecanizada.
- Laminados: que pueden contener hologramas, kinegramas y relieves.
- Personalización mediante láser destructivo.
- CLI (imagen láser cambiante) que puede contener datos o una segunda imagen del titular, datos que se graban por láser.
- Perforado mediante láser: perpendicular e inclinado (TLI).
- SLI: Stereo Laser Image: imagen fantasma del titular con efecto 3D.
- Medidas vía "software": impresión de una imagen fantasma, imagen o datos invisibles codificados y que se hacen visibles y legibles mediante una lente decodificadora (IPI - Invisible Personal Information).

A modo de ejemplo véase las medidas de seguridad de una tarjeta de policarbonato del grupo G+D (VeridosGmbH). El código de barras 2D de la tarjeta está activo, por lo que con un lector puede comprobarse su contenido.

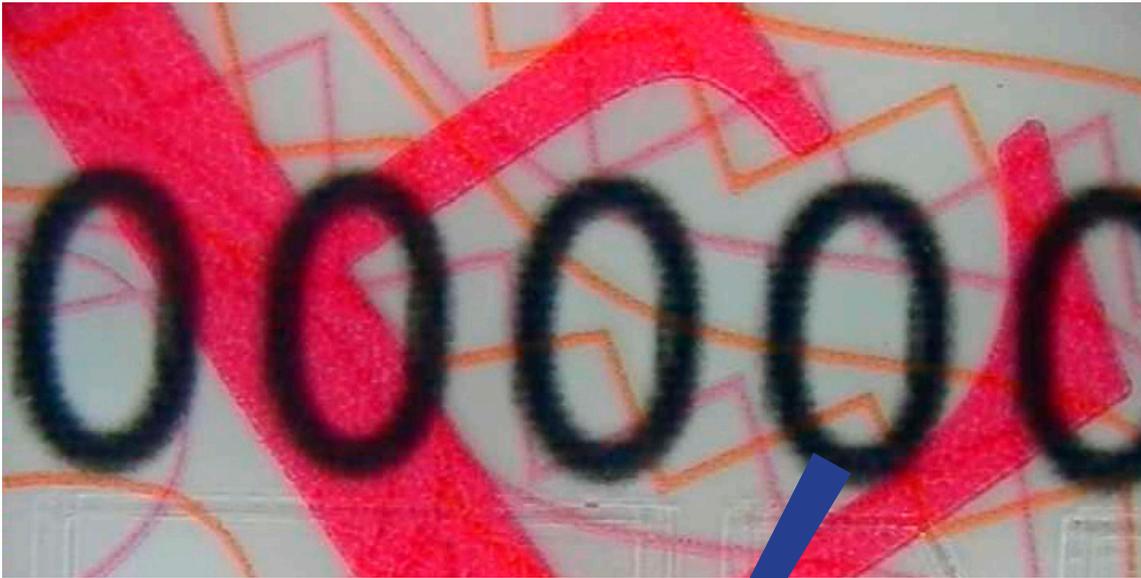




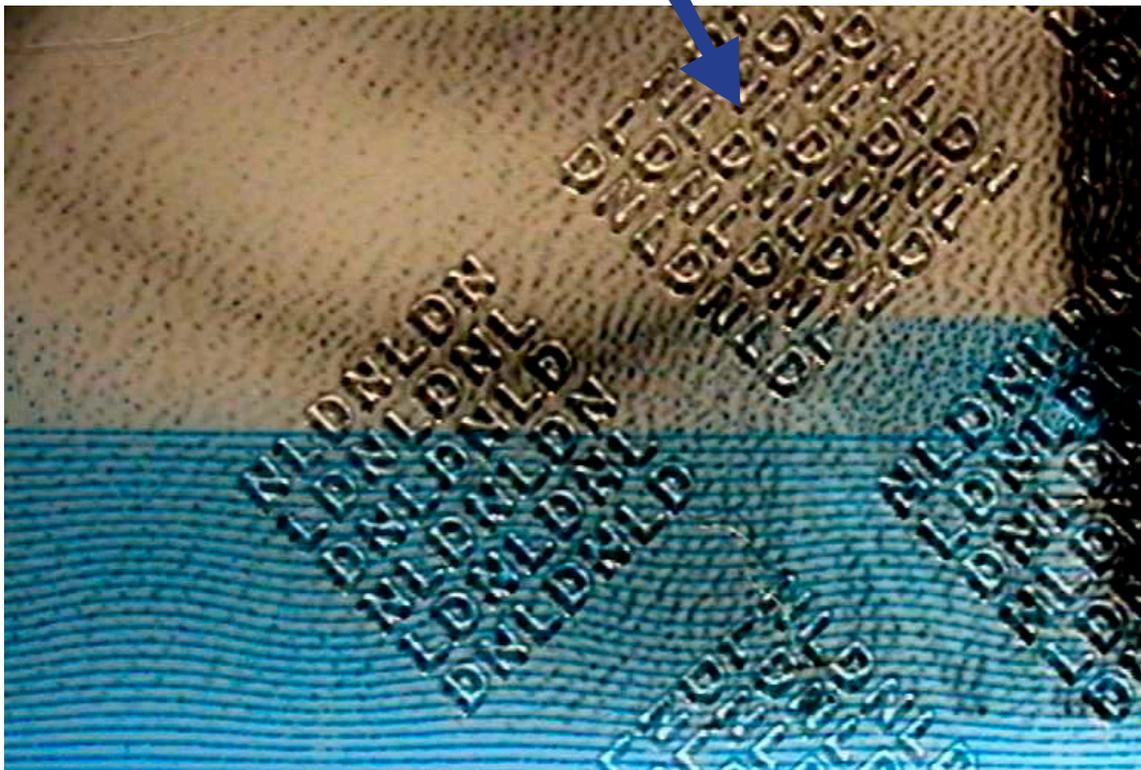
Impresión offset waterless en tres documentos de identidad europeos con soporte plástico.

Dos tarjetas con banda óptica -arriba y en el medio- y otra con la clásica banda magnética.

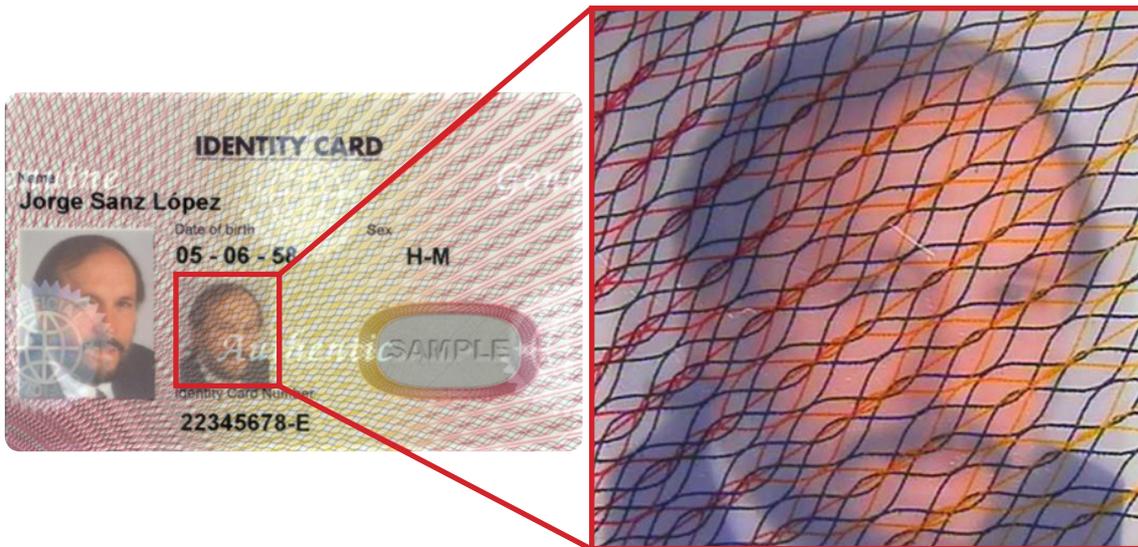




Personalización con láser destructivo de una tarjeta de policarbonato (Finlandia).
Se trata de una grabación con láser, que se ajusta para que interaccione con una de las capas del documento,
consiguiéndose el efecto de gradación de gris.



Laminado con kinegrama y texto en relieve de la tarjeta de identidad de Holanda (Modelo de 2001).

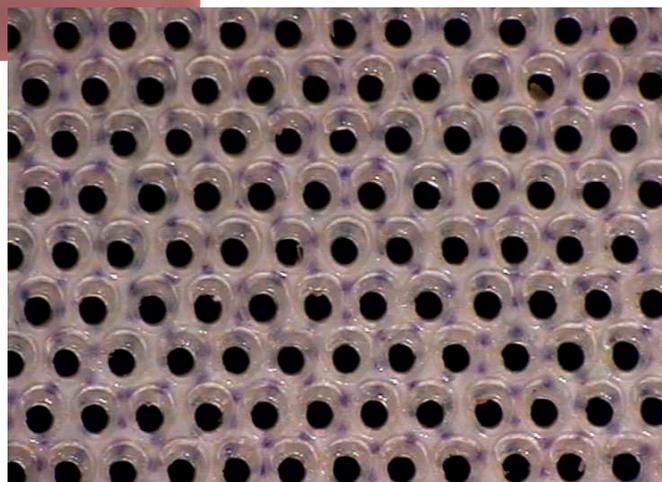
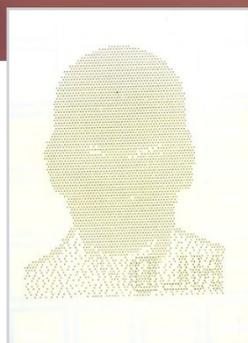


Dos maneras distintas de incluir la imagen secundaria o fantasma del titular en un documento de identidad en plástico.

Arriba: mediante un laminado fotosensible insertado debajo del laminado lineado.

Abajo: mediante perforación láser de la tarjeta.

Una de las mejores medidas de seguridad para proteger un documento (Holanda, hoja datos, pasaporte, modelo 2001).

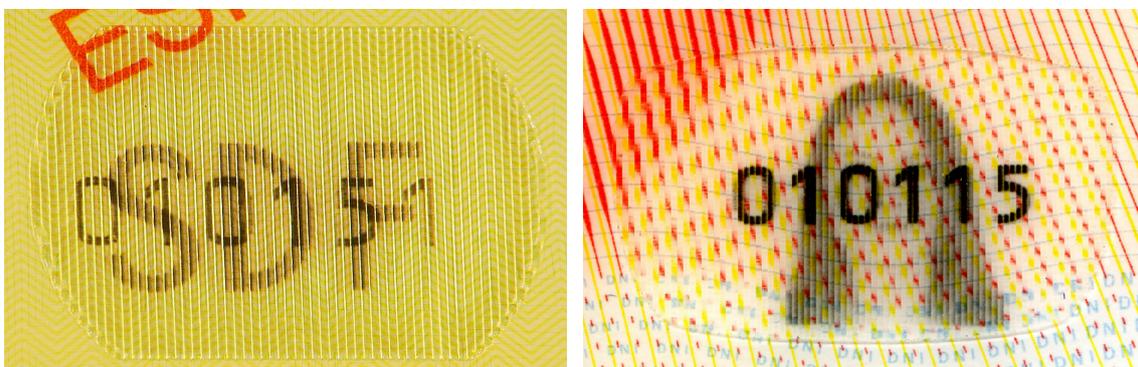


Si bien el uso de la tarjeta de datos en policarbonato, integrada en los pasaportes, se ha extendido notoriamente en Europa, sólo Irlanda, Suecia y Noruega añaden la imagen fantasma mediante perforación láser de la tarjeta de plástico²⁰.

²⁰ En la actualidad en Europa integran tarjeta plástica de policarbonato en sus pasaportes ordinarios, los siguientes países: Alemania, Chequia, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, Finlandia, Holanda, Irlanda, Islandia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Noruega, Suecia y Suiza.

El CLI®, Imagen Láser Cambiante, también reseñado como MLI®, Múltiple Láser Imagen, es una medida de seguridad veterana que empezó a implementarse con la aparición de las tarjetas de identidad en plástico. La retícula plástica tiene tres caras, en forma redondeada, lo cual permite potencialmente grabar, mediante láser, tres mensajes diferentes. Si en un principio los mensajes se reducían a números y letras, en la actualidad es frecuente utilizar el CLI para insertar una imagen fantasma del titular.

A continuación, la tarjeta de G+D con firma, fecha de nacimiento y foto fantasma del titular, el insertado en el DNle del 2006 y a su derecha el del DNle 2015.



El perforado láser de la tarjeta puede realizarse de manera perpendicular, como ya hemos visto en la tarjeta de identidad de Holanda (modelo 2001) y también de manera inclinada, lo que se conoce como técnica TLI®, Tilted Láser Image. Si bien en esa misma tarjeta ya fue utilizado este sistema -en las letras “NLD” bajo la foto fantasma perforada- la nueva tarjeta de Holanda (modelo 2014), que reproducimos más abajo, prescinde de la foto fantasma perforada, pero mantiene una medida TLI, esta vez mucho más nítida, que se sitúa perpendicularmente a la derecha de la foto del titular.

Podemos ver en las dos imágenes ampliadas como los dos dígitos que definen el mes de nacimiento y los que determinan la decena y la unidad del año, responden de manera diferente al ser retro iluminados con diferente ángulo, lo que demuestra que las perforaciones también han sido tratadas de igual manera.



Esta tarjeta de Holanda también nos sirve como modelo para describir una de las medidas de seguridad más recientes en incorporarse al mundo de la protección de los documentos de identidad. Si Holanda desechó la imagen fantasma perforada por láser, tenía que ser por otra mitad aún mejor. Esta medida se ha denominado SLI® o Stereo Laser Image, que es la reproducción de una imagen fantasma consiguiendo un efecto 3D.

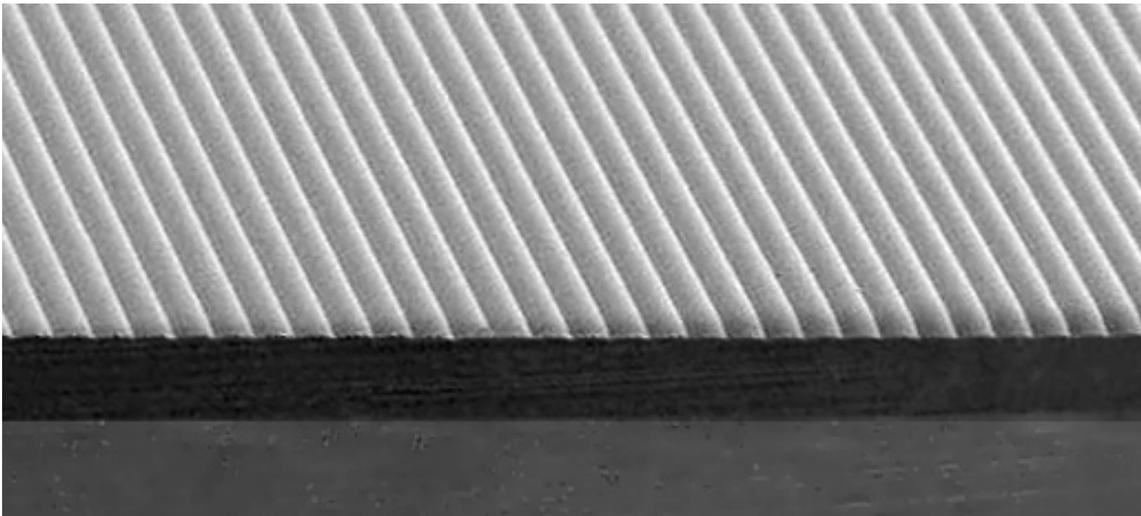
La casa Morpho-Safran (Hoy bajo la denominación de Idemia), anunciaba en el año 2014²¹ la tecnología SLI®²², de manera que, en colaboración con el gobierno holandés, incluirá dicha medida tanto en la página de datos del pasaporte como en la tarjeta de identidad de sus nacionales.

La *imagen láser estereo* es una imagen tridimensional que reproduce el retrato principal del titular del documento. Lo ideal, para obtener una imagen estereo, es disponer de 4 imágenes, que se toman con un ligero desplazamiento horizontal de la cámara de captura y que se grabarán, mediante láser, en una estructura plástica que reproduce un esquema repetitivo que hace las funciones de un conjunto de lentes²³, como puede apreciarse en la siguiente imagen tomada al microscopio.

²¹ https://www.safran-group.com/media/20140624_morpho-upgrades-dutch-id-documents-greater-security

²² Morpho es una empresa francesa especializada en seguridad creada en 1982. En el año 2005 se integra en el grupo Safran -fabricante de motores y equipamiento aeroespacial, con divisiones en Defensa, donde se ubicó Morpho, y en Seguridad-. En el año 2016 Safran entra en negociaciones exclusivas con Advent International para reunir a Safran Identity & Security con Oberthur Technologies, se crea el grupo OT-Morpho. En el año 2017 el grupo pasa denominarse Idemia, de la que ya hablamos en el Capítulo 4. <https://www.idemia.com/>

²³ <https://docplayer.nl/1284130-Het-nieuwe-paspoort-en-de-3d-pasfoto.html>



IPI (Invisible Personal Information): protección de la fotografía del titular de un documento mediante un sistema que combina el software con la decodificación mediante una lupa. La imagen lleva impresa una serie de datos personalizados que previamente han sido grabados en la base de datos de los usuarios y que resultan visibles únicamente con el uso de una lupa decodificadora diseñada al efecto (imágenes de arriba).

El pasaporte de Suecia (modelo de 2012) presenta una ventana en la página de datos que hace las funciones de lupa para ver los códigos IPI del titular obrantes en la página 3 del mismo.

El pasaporte de Bélgica (modelo 2014) y el pasaporte de Croacia (modelo de 2015), presentan código IPI protegiendo la fotografía del titular.

MEDIDAS DE SEGURIDAD EN DOCUMENTOS II

1.- IMPRESIÓN

Dentro de la impresión se contemplan los métodos de impresión, las tintas con las que se lleva a efecto dicha impresión y el diseño de motivos que van a ser objeto de impresión.

1.1 Sistemas de impresión

Los sistemas de impresión más utilizados para incluir cualquier tipo de información (gráficos, dibujos, líneas o datos) en documentos de seguridad son los que se relacionan a continuación (para una información más completa ver los capítulos 3 a 7):

- Tipografía.
- Calcografía.
- Offset: húmedo, seco, waterless u offset sin agua
- Huecograbado.
- Serigrafía.
- Digital: láser, inyección y sublimación de gas (para personalizar documentos).
- Láser destructivo
- “Hot-stamping”: técnica utilizada para la integración de hologramas y “foils” mediante el uso de presión y calor.

1.2 Tintas de seguridad

La aplicación de tintas¹ de seguridad en documentos tiene por objeto impedir la copia de estos, así como su protección contra la manipulación. Para ello se utilizan diferentes estrategias, tales como utilizar tonalidades muy suaves (colores pastel) para la impresión de los fondos de seguridad o el uso de colores que estén “fuera” de la gama registrada en la guía Pantone o de la gama utilizada por las fotocopiadoras o impresoras, circunstancias éstas que dificultan la reproducción por parte de estos dispositivos, que son los más frecuentemente utilizados para la reproducción fraudulenta de billetes de banco.

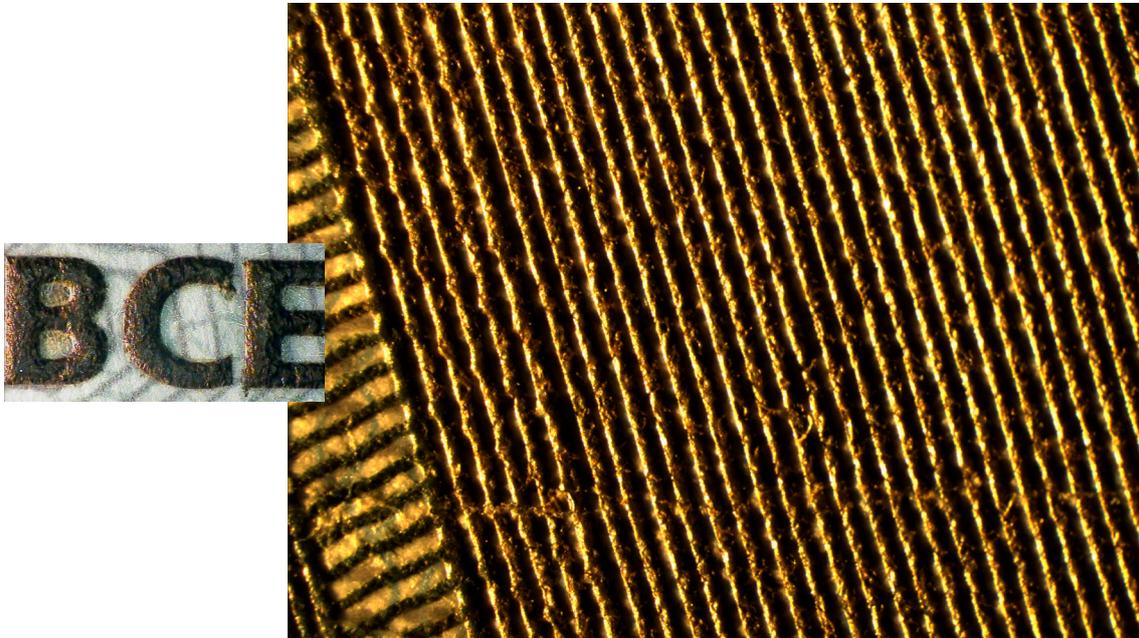
Por otro lado, también se pretende que el público en general pueda reconocer y diferenciar los colores (véase la diferenciación existente entre los diferentes valores en los billetes Euro) y algunas tintas especiales (Ej.: relieve de la tinta calcográfica, ampliamente utilizada en el papel moneda; cambio de color de la tinta OVI). No debemos olvidar que el punto débil a la hora de falsificar un billete está justamente en su reproducción impresa, ya que su lectura mediante escáner permite la exacta reproducción de fondos, diseños y colores².

¹ Las tintas se componen de múltiples elementos: el vehículo o conductor, fluido formado por aceites y resinas, que tiene por finalidad servir de transporte al pigmento, que dota de color a la tinta; el colorante, que se utiliza para dar transparencia a la tinta; el disolvente, que disuelve a las resinas; los aditivos, que confieren a la tinta de características relacionadas con la solubilidad, el secado, la imprimibilidad y el tiro (adherencia o pegajosidad de la tinta al papel).

² Siempre y cuando el papel moneda no esté especialmente protegido, como sucede, entre otros, con el dólar y el euro, que no son escaneables, ni imprimibles, ni tampoco tratables con el Photoshop. Al intentar hacerlo se activará automáticamente un mensaje que nos dirige hacia la página web <http://www.rulesforuse.org/pub/index.php?lang=es>

A continuación, se relacionan las tintas de seguridad más utilizadas en la confección de documentos de identidad:

- **Calcográficas:** presentan relieve y se imprimen en imprentas calcográficas. Todos los billetes Euro, independientemente de su valor y sólo en su anverso, se imprimen en calcografía en diferentes zonas. El relieve es detectable al tacto o con lupa de aumento y luz rasante. Detalles de la calcografía de un billete de 50€.



- **Tipográficas:** tintas densas utilizadas fundamentalmente para la numeración de billetes de banco o pasaportes, siempre sobre papel. Resulta reconocible por la depresión, debido al impacto, que dejan en el reverso del documento.
- **Delebles:** desaparecen en cuanto se actúa sobre ellas.
- **Florescentes sensibles a la luz ultravioleta (UV):** normalmente reaccionan a la iluminación a 365 nm, aunque también hay tintas reactivas a longitudes de onda más cortas -313nm y 254nm-. En las imágenes siguientes vemos dos billetes, de cinco y de diez € de la serie Europa, sometidos, a la izquierda, a iluminación con luz UV a 365 nm. Las tintas UV se centran en la bandera, la firma y las estrellas, los círculos y la pseudo columna de color rosáceo. A la derecha de los anteriores, los mismos billetes iluminados con una longitud de onda más corta, dentro del campo de los UV, en concreto a 313nm, apreciándose diferente respuesta, en tonos y motivos, lo que demuestra el uso de ambas tintas en la confección de los billetes analizados.

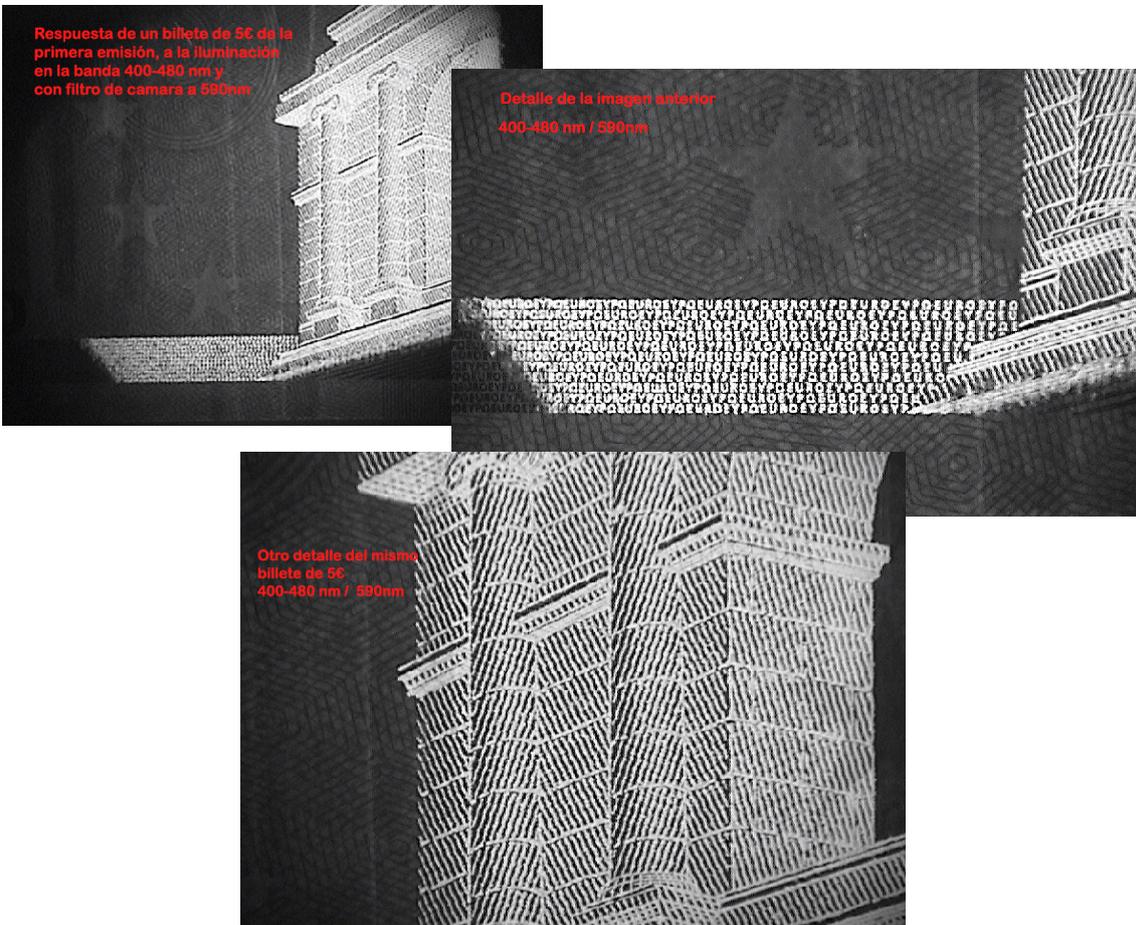




- **Florescentes sensibles al infrarrojo (IR):** tintas que cuando se excitan con una fuente de iluminación de alta intensidad, emiten fluorescencia en el rango de los infrarrojos. Habitualmente se utiliza una luz foco de banda estrecha para generar fluorescencia visible.

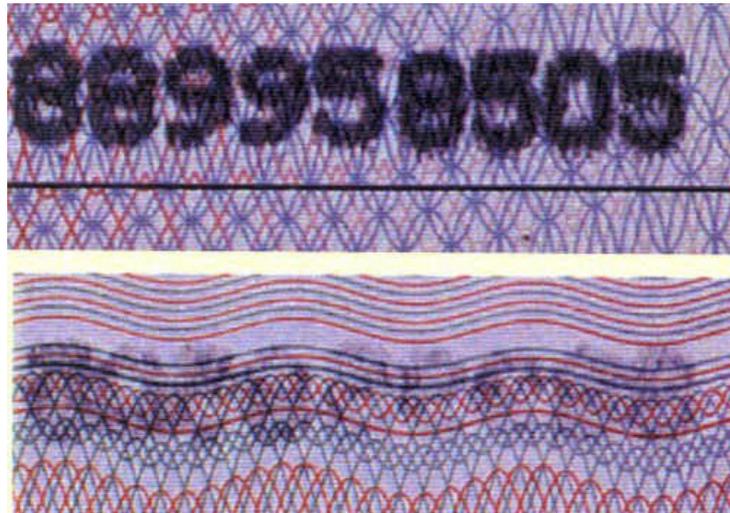
El fenómeno fue descrito por el físico irlandés George Stokes (1819-1903), quien utilizó como fuente de excitación la fluorina, de manera que la superficie del material radiado absorbe longitudes de onda específicas de la fuente de excitación y a su vez emite luz fluorescente de una longitud de onda distinta, normalmente más larga, hacia el extremo rojo del espectro.

La técnica utilizada en los Videos Espectros de Comparación, consiste en excitar la muestra con una luz foco entre dos longitudes de onda determinadas (ver los ejemplos más abajo) y luego filtrar la fluorescencia, para hacerla visible, con un filtro de cámara.



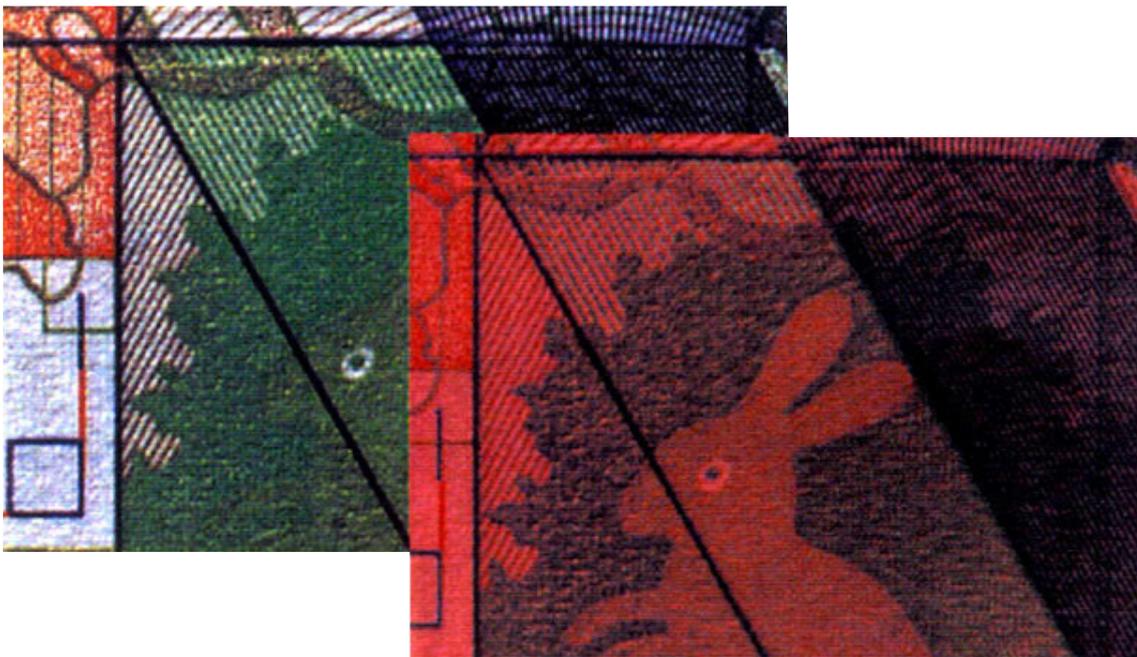
- **Fluorescencia anti Stokes:** algunas tintas y pigmentos reaccionan de manera inversa al fenómeno descrito anteriormente, de manera que la fluorescencia emitida por el pigmento excitado es de una longitud de onda más corta que la radiación de excitación, por lo que la fluorescencia tiende hacia el extremo azul del espectro. Los VSC utilizan una fuente IR xenón, tubos de destello, que radia entre los 850nm y los 1100 nm.
- **Fosforescentes:** mantienen la emisión de luz durante un corto periodo de tiempo tras cortar la fuente UV con las que han sido iluminadas.
- **Invisibles:** sólo pueden verse al ser iluminadas con algún tipo de radiación, como puede ser la UV.
- **Sangrantes:** cuando se manipulan aparece un cerco característico.

- **Penetrantes:** se introducen en la masa de papel, por lo que llegan a atravesar la hoja (Ej.: billetes de lotería y antiguo Pasaporte Español).

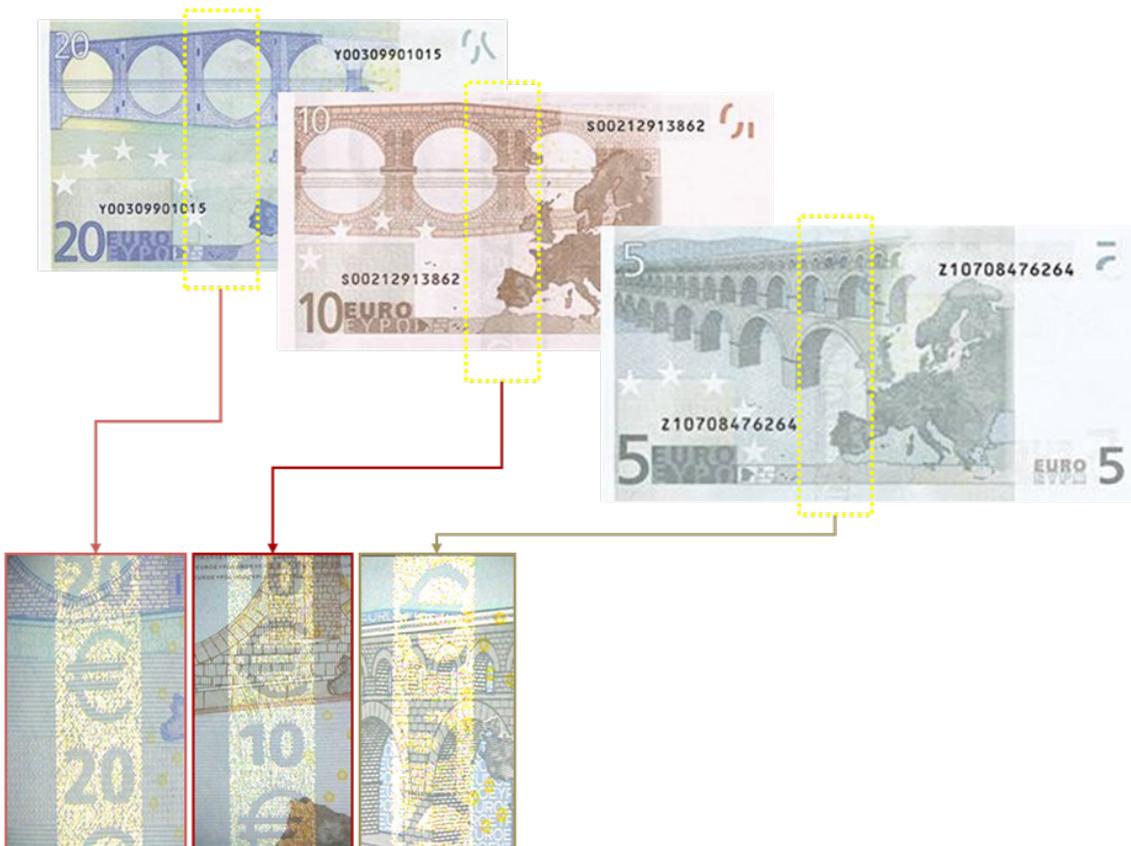


- **Metálicas:** con base metálica y que se caracteriza por un brillo de difícil reproducción con otro tipo de tintas.

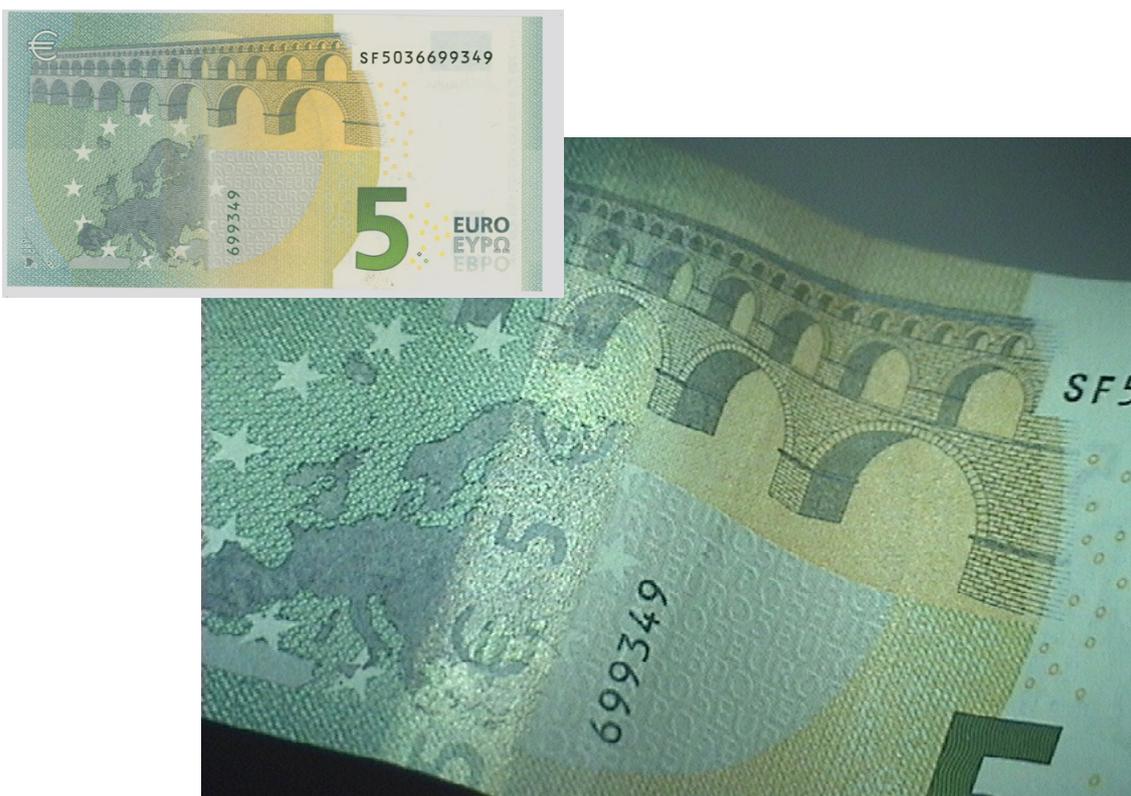
- **Metaméricas:** la utilización de filtros de color permite apreciar información (dibujos o trazados) que no se observan a visión directa con luz natural. El cambio se acompaña de un cambio de color.



- **Iridiscentes:** cambia el tono y el color dependiendo del ángulo de la luz incidente. La banda iridiscente de los billetes euro de la primera serie, es un buen ejemplo de este tipo de tinta de tonos metálicos.



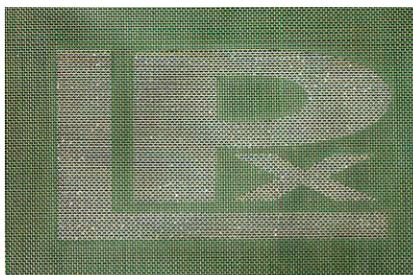
También los de la serie Europa (siempre refiriéndonos a los de baja denominación, 5, 10 y 20 €, y en su reverso) presentan dicha banda iridiscente, como este de 5 €.



El billete Lince de la FNMT, al que hemos recurrido en diversas ocasiones, al ser un ejemplar para prácticas y docencia de extraordinaria calidad y que contempla la casi totalidad de las medidas de seguridad de un moderno papel moneda, también presenta, en su reverso una banda iridiscente, que en este caso visualizamos a través del VSC4 de Foster & Freeman, con luz especial para dispositivos ópticamente variables (OVD).



- **OVI®³**: tinta ópticamente variable, cambia el color dependiendo del ángulo de la luz incidente. Las tintas OVI se configuran como una serie de partículas dispuestas en capas (hasta cinco) y que se consolidan en una cámara de vacío. Se orientan eléctricamente y se imprimen mediante serigrafía. Abajo, billete lince, malla de serigrafía y debajo impresión de tintas OVI con las dos tonalidades atendiendo a la diferente incidencia de la luz.



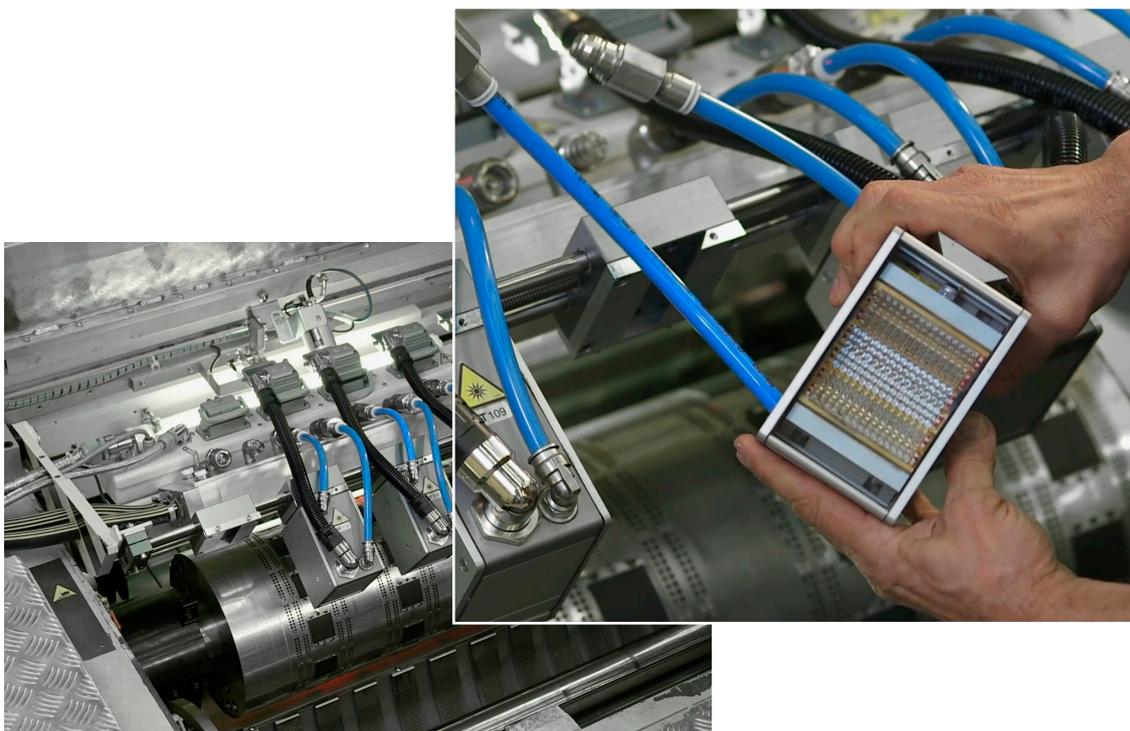
³ OVI® es una patente de SICPA. <https://www.sicpa.com/>

Otro ejemplo de tintas OVI, en este caso sobre policarbonato, la hoja de datos del pasaporte de Lituania -modelo 2009-, que presenta dos motivos OVI y que reproducimos en sus variantes de tonalidad.

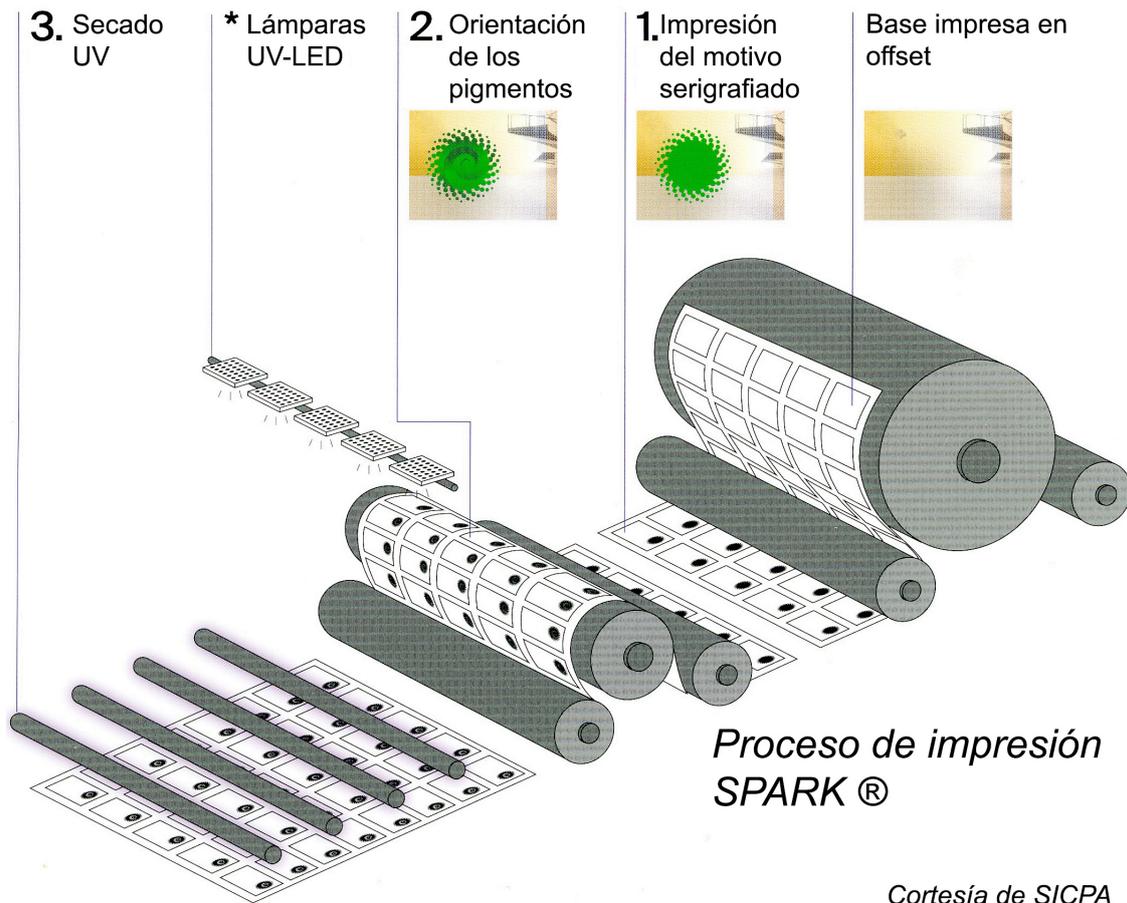


- **Tinta Spark®⁴**: se define como tinta magnética -OVMI®- brillante y dinámica con cambio de color, que se manifiesta en el movimiento del color de la tinta más brillante sobre el fondo más oscuro.

En las siguientes imágenes vemos el módulo encargado de la orientación de los pigmentos -que presentan carga magnética y que han sido previamente impresos mediante serigrafía-, con los cabezales que contienen los Leds UV.

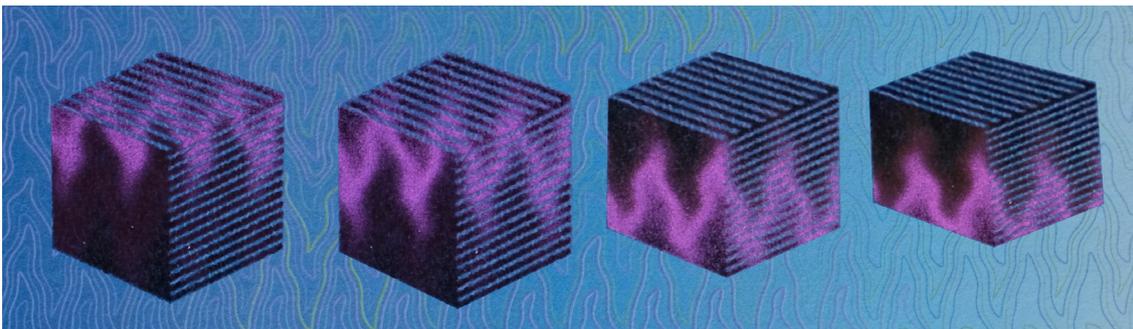


⁴ SPARK® es una patente de la empresa suiza SICPA. Empezó a aplicarse a billetes en el 2008. En 2013 se incluye en los billetes Euro de la serie Europa.



Tres ejemplos del dinamismo SPARK atendiendo a la inclinación de la incidencia de la luz sobre el motivo.



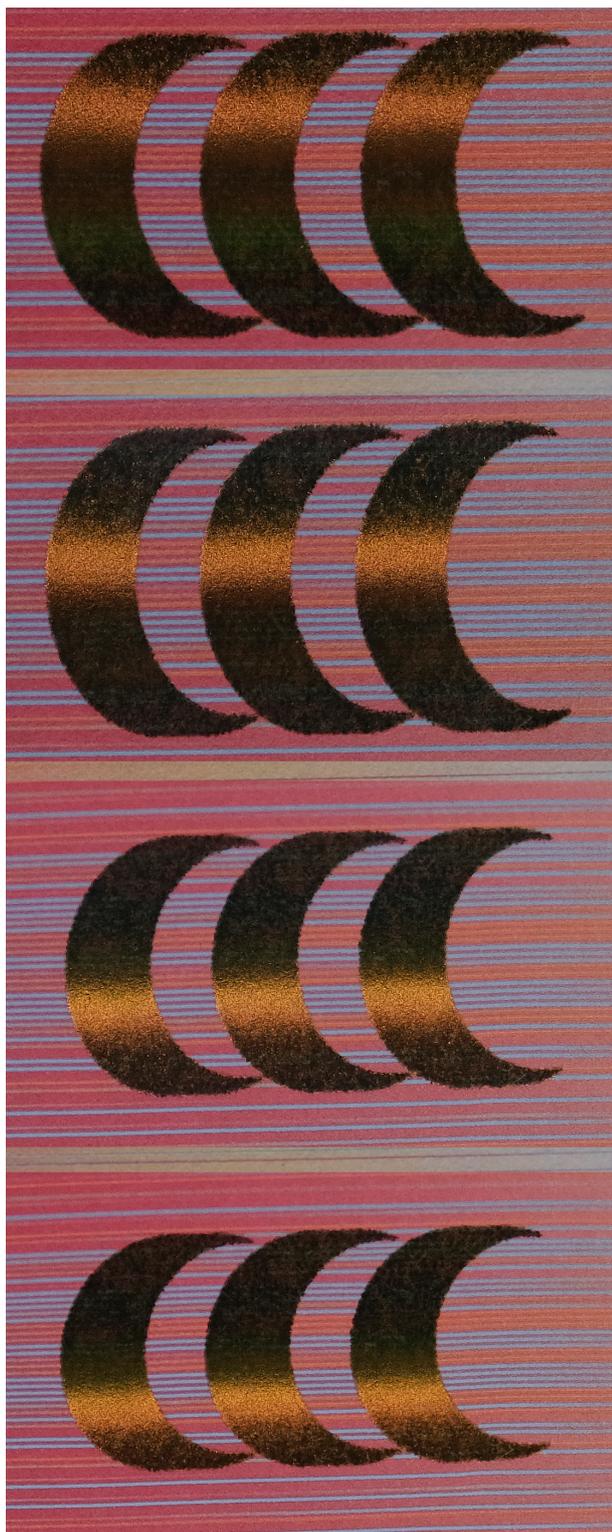


SPARK® se crea en un solo proceso de impresión a través de tres pasos consecutivos:

1. El primer paso es la serigrafía del motivo con tintas magnéticas OVMI®.
2. El segundo paso es la creación del efecto magnético dinámico. La hoja impresa se pone en contacto con el cilindro magnético y los pigmentos de OVMI® son orientados magnéticamente de forma específica mientras la tinta todavía está húmeda. Es necesario un módulo de magnetización consistente en un cilindro y una serie de cabezas con lámparas UV-Led, cuya acción orientará el pigmento magnético justo antes del secado de la tinta mediante UV. El módulo de magnetización es perfectamente integrable con las rotativas de KBA y sus prensas serigráficas Nota Screen II.
3. En el tercer paso, una vez creado el diseño seleccionado, la hoja abandona el módulo magnético y la orientación específica del pigmento se fija mediante secado UV. Solo cuando el proceso se completa y la tinta se seca, el SPARK ha sido creado.

Estas tintas y efectos son los que han sustituido a las tintas OVI tradicionales de los billetes Euro, y que ahora podemos ver en los billetes de la serie Europa.

- **Tintas OASIS®:** otra tinta también patentada por la suiza SIPCA. Según el propio fabricante se trata de un sistema completo, ya que tiene múltiples características ópticas y niveles de seguridad, tanto para la



autenticación por el público como del experto -policía o controlador-, así como para la detección mediante máquinas o instrumental, y se puede personalizar combinando estética y seguridad.

OASIS utiliza el fenómeno de la interferencia de la luz para reflejar diferentes colores, dependiendo del ángulo de visión. La técnica se fundamenta en el uso de una base translúcida que no absorbe la luz y refleja los colores que puede ver el ojo humano. Los fondos más claros reflejan colores suaves, mientras que los fondos más oscuros reflejan colores brillantes y fuertes que son fáciles de ver.

El primer nivel de seguridad de SICPA OASIS® es su cambio de las propiedades del color cuando se ve desde diferentes ángulos.

El segundo nivel de seguridad requiere del uso de filtros especiales polarizadores. El filtro-validador dispone de dos ventanas. Este efecto de polarización puede ser simple o doble. Cuando el efecto es simple, el color se ve intenso y brillante a través de un lado del validador, mientras que a través del otro lado desaparece mostrando solo un fondo oscuro.

Cuando es doble, hay un efecto en ambos lados del filtro. Incluso con el uso de una sola tinta OASIS es posible conseguir que los colores pueden aparecer más brillantes y más oscuros, o incluso cambiar de color. Yuxtaponiendo dos tintas se pueden crear múltiples efectos ópticos y con un solo motivo se podrían obtener 8 variantes de color -2 colores en la vista frontal, otros 2 en la vista en ángulo y 4 más en la vista de filtro-.

Por último, el tercer nivel de seguridad requiere del uso de detectores integrados en instrumental de laboratorio forense.

Estas tintas se pueden imprimir en serigrafía, flexografía o huecograbado, aunque la serigrafía proporciona la mejor lógica de efectos ópticos, pudiendo hacerlo en diferentes tipos de sustratos, incluidos los sintéticos.

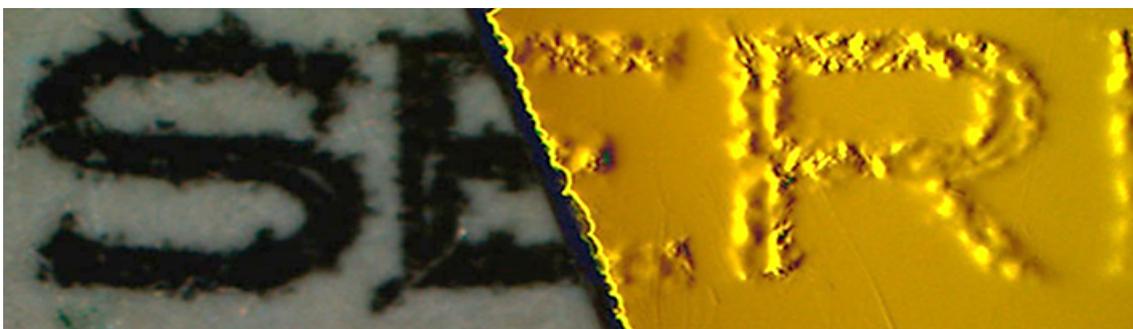
Además de ser una opción válida para la protección de todo tipo de documentos de seguridad, incluido el papel moneda, el DNle 3.0 integra dicha media en el reverso del documento, en la ventana transparente.

A continuación, tres ejemplos de la respuesta de las tintas Oasis al ser observadas mediante el filtro especialmente diseñado para este uso.



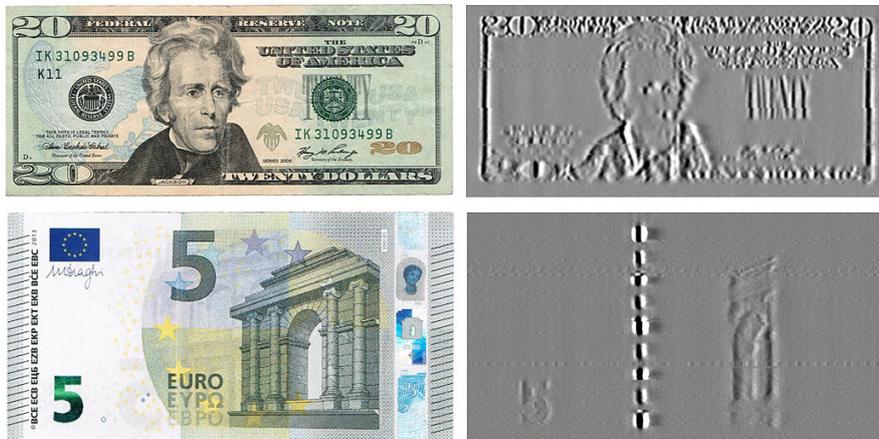


- **Termocrómicas:** el cambio de temperatura provoca cambio de color.
- **Magnéticas:** diseñadas para almacenar información codificada, son reconocidas automáticamente por los sensores de los que están dotados algunos lectores, que se encuentran integrados, por ejemplo, en los cajeros automáticos o en máquinas independientes, como las que funcionan para la comprobación de medidas de seguridad del papel moneda o los cheques bancarios y que por lo tanto son capaces de hacer funciones de Reconocimiento de Caracteres de Tinta Magnética (MICR. Magnetic Ink Character Recognition).



La tinta magnética contempla en su composición óxido de hierro, que permitirá magnetizarla y posteriormente detectarla e interpretarla con los cabezales o dispositivos de lectura MICR.

También es frecuente que para la impresión de motivos en papel moneda se utilicen tintas con propiedades magnéticas, como en la comparativa que se adjunta, del mapa magnético de un billete de 20\$ y otro de 5€, en la que, además, se aprecia la carga magnética del hilo de seguridad del billete euro.



En los cheques emitidos por los bancos de España, Francia, México, Brasil y Japón se utilizan el estándar de caracteres magnéticos CMC-7 -inventado por la compañía francesa BULL en 1957- para la codificación de los números al pie de los cheques bancarios, que son impresos mediante impresoras láser con tóner magnético. En USA, Canadá, Reino Unido y Australia, principalmente, siguen el estándar E13B⁵ del ANSI (American National Standards Institute).

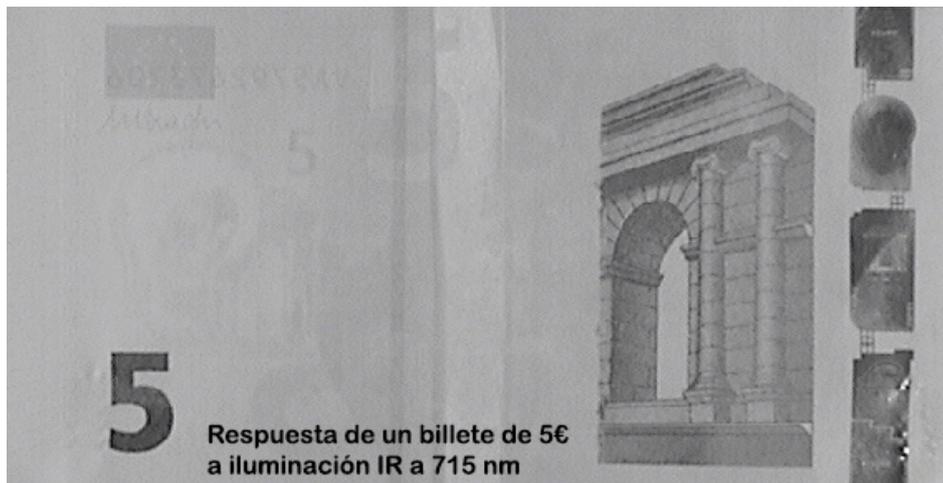
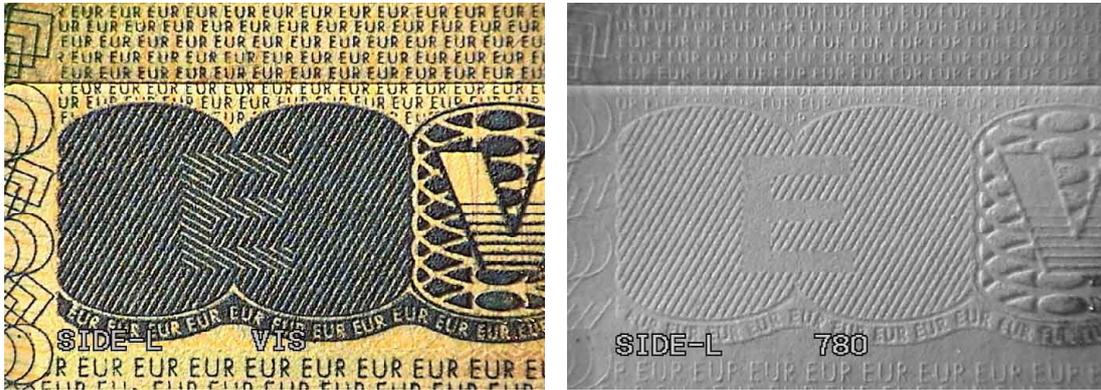


Arriba, al pie del documento: Codificación ANSI E13B
Abajo, al pie del documento: Codificación CMC 7

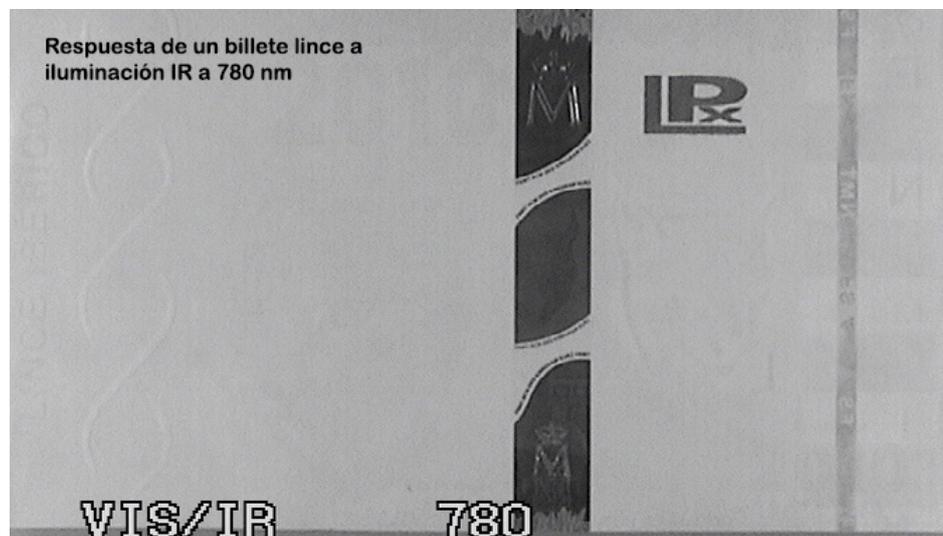


⁵ <https://webstore.ansi.org/standards/bsi/bsiso10042013>

- **Infrarrojos:** se distinguen las TIR (transparentes al IR) y las NO TIR (no transparentes al IR), ambas se ven exactamente igual con luz natural, sin embargo, cuando se iluminan con una fuente IR entre los 640 y los 800 nm las tintas TIR desaparecen, mientras que las NO TIR siguen siendo visibles. Este tipo de tintas son frecuentemente usadas en papel moneda, documentos de seguridad y de identidad. A continuación, detalle de un visado Schengen, arriba iluminado con luz natural y abajo respuesta de las tintas calcográficas TIR a 780 nm (se observa el relieve de la tinta, pero el color de la tinta ha desaparecido).



Mientras que en el billete de 5 € permanece parte de la tinta calcográfica, al ser NO TIR, en el lince todas las tintas offset y calcográficas son TIR. Únicamente permanecen, en ambos casos, las tintas Spark y Ovi.

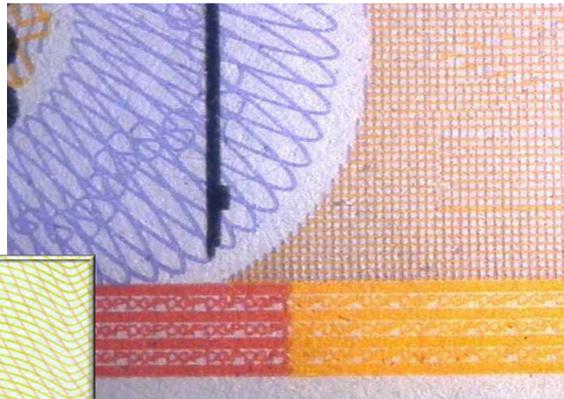
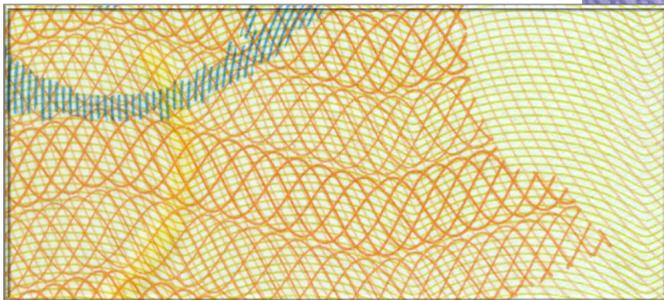


1.3 Diseño

El diseño de los documentos de seguridad busca dificultar su reproducción, por lo que se trabaja con diseños de líneas finas, muy próximas entre sí y formando complicados dibujos geométricos. Una vez más se intenta impedir o al menos complicar la impresión del documento, ya que la reproducción de la imagen digital mediante el empleo de los ya mencionados escáneres resultará perfecta y no impedirá la lectura de colores o líneas, por muy finas que estas puedan ser o por muy complicados que sean sus trazados.

Para conseguir diseños de difícil reproducción impresa se recurren a las siguientes técnicas:

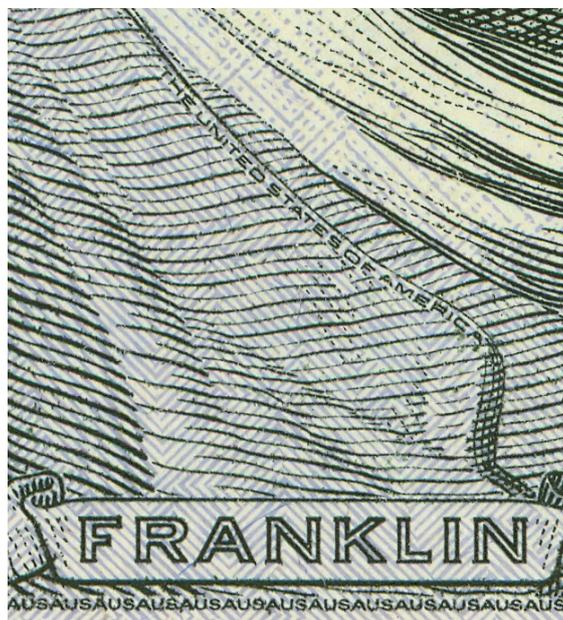
- **Guiloches:** dibujos geométricos de líneas finas, son los más utilizados para configurar y proteger los fondos de seguridad, como los que observamos en la imagen de al lado, en un DNI modelo 1996 en papel, en las líneas de color violeta, que realizan complicados arabescos y más abajo los que adornan los fondos del billete lince. En ambos casos el sistema de impresión es offset seco.



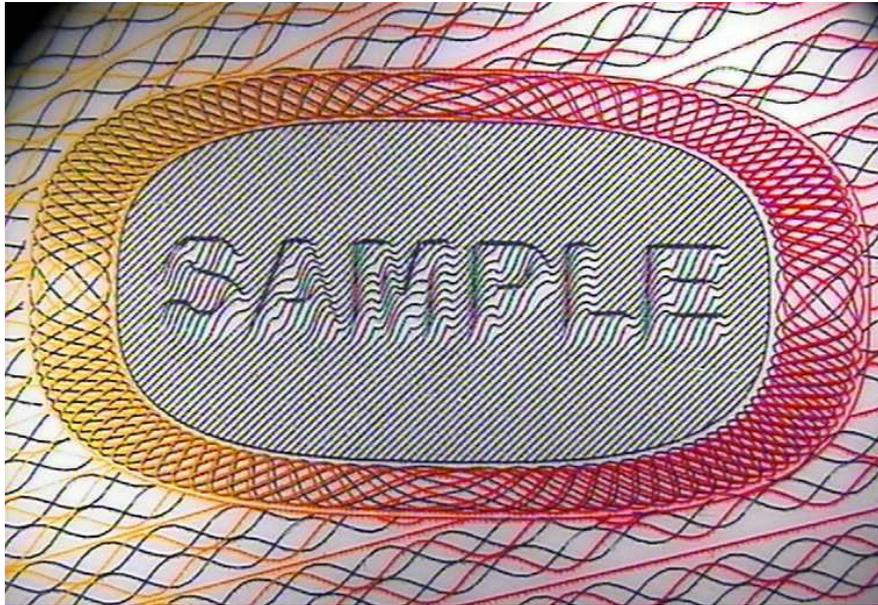
En este detalle de un billete de Vietnam de 10000 Dong, impreso sobre polímero, observamos el complejo diseño de líneas que configuran el fondo de seguridad.



- **Microimpresiones:** normalmente mediante textos; pueden ser positivas y negativas. En la imagen, microtextos en un billete de 100 dólares USA (Series 2009).



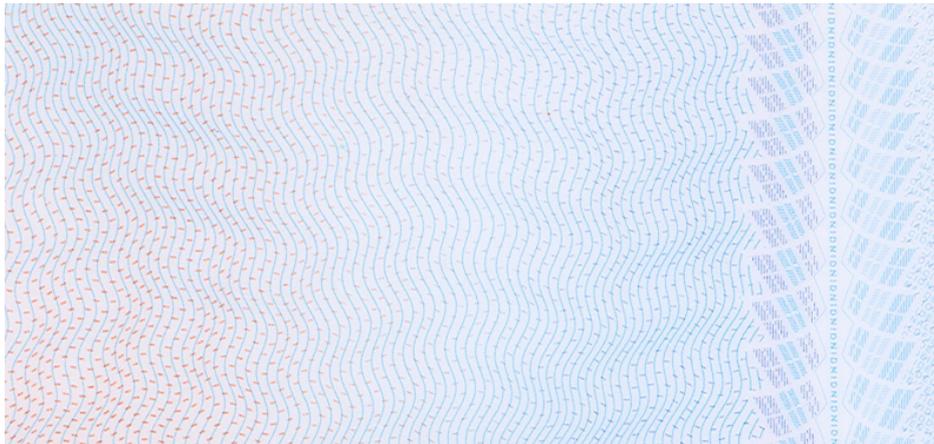
- **Efecto medal:** aspecto tridimensional de un dibujo que se consigue desplazando lateralmente, en un punto determinado, líneas que hasta llegar a ese punto se desarrollaban paralelamente. Por lo tanto, el aparente relieve no es más que un efecto óptico conseguido por la especial disposición de las líneas que conforman el motivo.



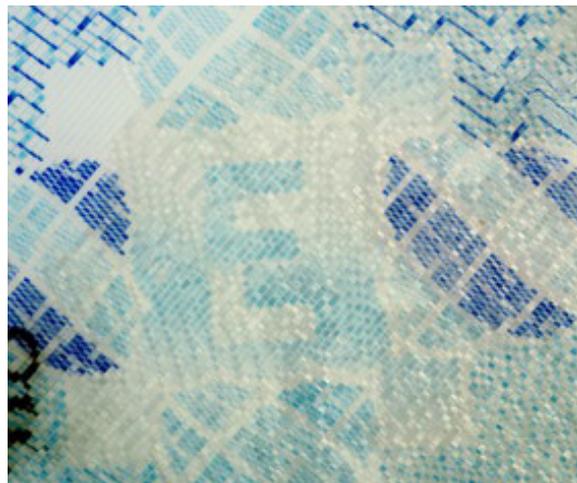
- **Impresión en iris:** líneas que durante su recorrido cambian de color sin interrupción del trazo. En la primera imagen detalle del efecto irisación del DNIe español (modelo 2006) y debajo detalle en un billete de 100 pesetas.



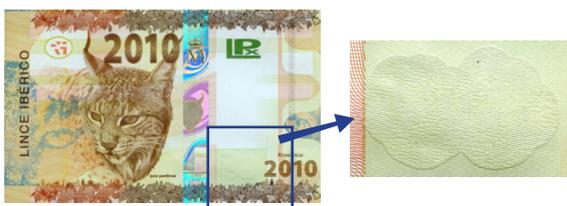
- **Líneas finas:** de anchura variable, se busca provocar el efecto “moiré”: líneas que se entrecruzan dificultando su visualización. Abajo: DNIe 2006 reverso.



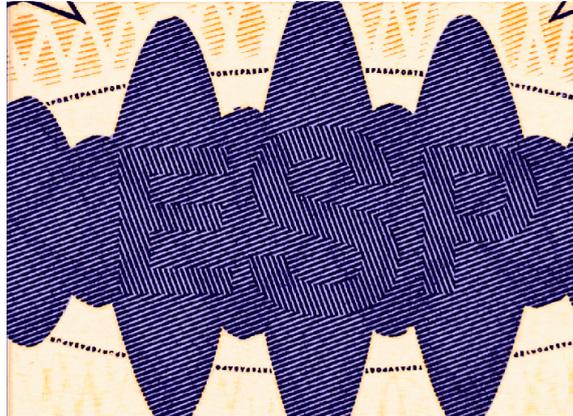
- **Impresión codificada:** diseño realizado por ordenador y que requiere el uso de una lente decodificadora para poder interpretar el mensaje. En la imagen la “E” codificada en el DNI modelo 2006. A su lado la colocación correcta de la lupa para poder visualizar el huidizo motivo. Este tipo de medida se utilizó por última vez, en un documento de identidad español, en el Dnie modelo 2006.



La misma lente sirve para visualizar una imagen oculta en la zona marcada del billete lince.

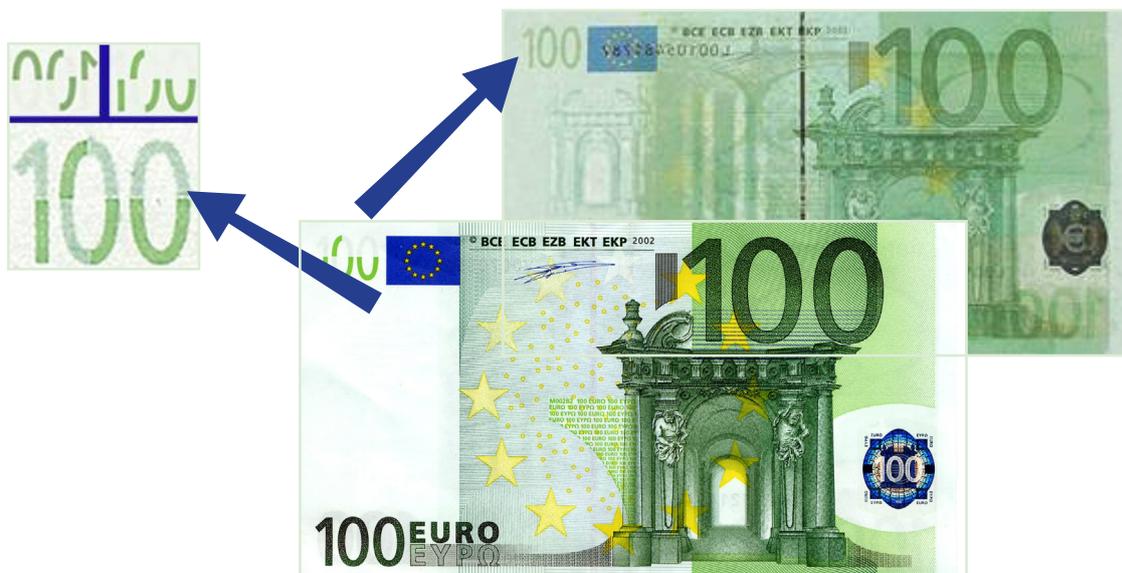


- **Imagen latente:** su visualización se verifica orientando el documento a una inclinación determinada respecto de la luz incidente. Al lado, el motivo latente son las letras “ESP” (Guarda interna del Pasaporte de España modelo 2015).



- **Imagen fantasma:** repetición de la imagen principal del titular de un documento en otra parte del mismo, normalmente en un tamaño y definición inferiores, actualmente suele incluirse en las tarjetas de identidad dentro del CLI, aunque hay otros sistemas novedosos, como el usado en el Pasaporte Español de 2015, que veremos más adelante.
- **Motivo de coincidencia:** por una cara de la hoja se imprime una parte del mensaje y por la otra el complementario. Al observar por transparencia se ve la imagen completa como si fuera una impresión única. El casamiento de los motivos de ambas páginas se consigue mediante máquinas offset que consiguen trabajar a registro perfecto, circunstancia prácticamente imposible para las impresoras y fácilmente detectable a simple vista por cualquier usuario.

Por ello, resulta curiosa la decisión del Banco Central Europeo de suprimir dicha medida en los billetes Euro de la Serie Europa. Nos referimos, en concreto al motivo coincidente del tipo al reproducido más abajo -billete de 100 € de la primera serie⁶-.



⁶ Es cierto que en la serie Europa se ha introducido un nuevo “motivo coincidente”, prácticamente invisible, mucho más difícil de reproducir que el anterior y que no viene recogido en ningún manual del BCE o de alguno de los bancos de los países europeos y que nosotros, por prudencia, tampoco vamos a revelar.

Pero no sólo se utiliza esta medida para proteger papel moneda, también la podemos ver en billetes de polímero y en documentos de viaje, como podemos ver en las siguientes imágenes.



1 Leu Rumano en polímero, en circulación desde 2005. Detalles del motivo de coincidencia y, a la derecha, montaje de los motivos del anverso y reverso, mediante iluminación por transparencia.



Hoja de un pasaporte de Lituania, modelo actual de 2011.
Motivo de coincidencia que se encuentra en todas las hojas de papel en la parte superior central.
Los motivos del anverso y del reverso forman una imagen única, a la derecha, que se consigue mediante iluminación por transparencia.

- **Motivos anticopia para equipos informáticos:** nos referimos a aquellos elementos diseñados para interrumpir el funcionamiento de unidades periféricas informáticas, impresoras y escáneres, así como al software de edición fotográfica (*Photoshop* y *Paint Shop Pro*), cuando son detectados por éstos. Consisten en unos patrones que se repiten en el diseño del documento -normalmente billetes de banco- y que al ser leído o detectado por las unidades informáticas o por los programas de edición re-señados, lanzan un mensaje al usuario informándole que no permiten su impresión, escaneado o edición.

Este sistema anticopia se encuentra más ampliamente desarrollado en el capítulo dedicado al papel moneda.

2.- DISPOSITIVOS OPTICAMENTE VARIABLES (DOV'S)

Un DOV es un elemento que cambia de apariencia según el ángulo de visualización o iluminación, también puede cambiar de color y tono. Son elementos de seguridad muy frecuentes, diríamos que imprescindibles y se pueden implementar en tintas o en otros materiales.

Existen dos grupos bien definidos, los iridiscentes, cuyo funcionamiento se basa en el ángulo de la fuente de iluminación y los no iridiscentes, cuyas propiedades se manifiestan variando el ángulo de visualización.

2.1 Iridiscentes

- Iridiscentes: ángulo de iluminación.
 - Hologramas: 2D o 3D, imagen tridimensional obtenida mediante sistema fotográfico y que puede contener varios mensajes diferentes en su estructura. Ejemplo: la paloma de las tarjetas VISA.
 - Redes cinéticas difractivas: de respuesta similar a los hologramas, pero diseñados y desarrollados por ordenador, los hay de tres tipos: Kinegrama (a base de líneas), Exelgrama (líneas cortas o píxeles), Dot-matrix (configuración a base de puntos). Ej.: el DNIe (modelos 20016 y 2015) y la Tarjeta de Extranjeros llevan sendos kinegramas en la zona de la fotografía del titular, interesando parte de ésta.
 - Tintas OVI y sus variantes: descritas anteriormente.
 - Tintas iridiscentes: descritas anteriormente.

2.2 No iridiscentes

- No iridiscentes: ángulo de visualización.
 - Imagen latente: descrita anteriormente.
 - Imagen codificada: descrita anteriormente.

2.3 Kinegramas: especial referencia

Resulta parada obligatoria para desarrollar con un poco más de detenimiento el DOV denominado Kinegram®. La etimología de la palabra nos conduce al griego, así Κίνηση quiere decir movimiento. Por lo tanto, el kinegrama es una imagen en movimiento.

En la actualidad la suiza OVD Kinegram Ag⁷ pertenece al grupo alemán Kurz⁸, siendo líder mundial en la aplicación de esta medida de seguridad para documentos de identidad en plástico o papel -tarjetas de identidad, permisos de conducir, pasaportes y visados- y moneda -tanto en papel como en polímero-.

⁷ <https://www.kinegram.com/en/home/> La calidad de los contenidos de esta página, tanto desde un punto de vista estético como informativo y, sobre todo, formativo, hacen imprescindible una visita detenida a la misma y tenerla como referencia.

⁸ <https://www.kurz.de/> adquirió a OVD Kinegram AG en 1999.

El primer parche Kinegram se desarrolló, en 1985 por la empresa suiza Landis & Gyr, para proteger el pasaporte de Arabia Saudita, posteriormente, en 1988, el primer billete de banco que recibió esta medida fue el billete de 5000 Schilling austriaco (Parche octogonal anaranjado con Retrato de Mozart).



OVD Kinegram Ag es el actual proveedor de los kinegramas que protegen, entre otros muchos documentos: los billetes euro, las libras inglesas, los dólares USA y canadienses, los francos suizos, los visados de la Unión europea, las tarjetas de identificación de extranjeros -TIE- de la UE, los DNIE y los pasaportes españoles (2006 y 2015).



Reproducción del visado de la UE a tamaño original y globo terráqueo ampliado, que forma parte del kinegrama. Respuesta a iluminación cenital.

Kinegram ha ido desarrollando diferentes soluciones para la protección de documentos de seguridad:

- Parches Kinegram, como los utilizados en los billetes euro de la primera serie de alta denominación, 50, 100, 200 y 500€, o en el visado de la Unión Europea.

- Desarrollos en banda, como los de los euros de baja denominación -5, 10 y 20€- de la primera emisión.
- Bandas con ventana, como las de los € de la serie Europa a partir del valor 20€.
- Kinegrama TKO (Transparent Kinegram Overlay): fina película plástica para proteger completamente la página de datos de un pasaporte o laminar una tarjeta de identidad de policarbonato, impidiendo su deslaminado y conteniendo elementos ópticamente variables, como el que protege al pasaporte español.
- Kinegram PCI (Plastic Card Inlay), fina lámina plástica de policarbonato con kinegramas, diseñada para su fusión con el resto de las capas del sándwich que conforman la tarjeta. Siendo transparente a la personalización láser y conservando sus propiedades difractivas. Utilizada en tarjetas de identidad.
- Kinegram ZERO, aporta una mejor integración con la tarjeta de policarbonato, así como libertad total al diseñador a la hora de colocar las líneas metalizadas y las áreas brillantes, creando registros perfectos, con tolerancia cero, de muy difícil o imposible imitación. El primer documento que recibió este Kinegrama ZERO fue la Lira Turca de la serie 2009 y posteriormente, en 2012, los billetes canadienses.
- Kinegram VOLUME, representa la última innovación, ya en el año 2014, que se implementa por primera vez en el billete israelí de 50 Shequel y se evidencia como una franja a registro transparente conteniendo imágenes difractivas de un solo color.
- RFID Kinegram, hace referencia a la incrustación de antenas RFID para documentos de viaje biométricos y tarjetas de identidad. Según el fabricante la novedad se basa en "...un nuevo proceso de cobre aditivo que eleva el estándar en términos de productividad, durabilidad y seguridad... es un proceso de "metal a pedido" que implica el depósito selectivo y la formación de capas continuas de cobre en ambos lados de una amplia variedad de sustratos de lámina diferentes, incluidos materiales de policarbonato y poliéster."
- Kinegram MOVE, para la mejora del control del estado de los vehículos, es una etiqueta de seguridad para colocar en la parte interna del parabrisas y demostrar, por ejemplo, que ha pasado con éxito la ITV.

Como ya hemos ido indicando, las soluciones Kinegram® tienen capacidad para proteger los materiales más habituales de los utilizados para la confección de documentos de seguridad, tales como: el papel para pasaportes, el papel moneda, el Teslin® , el polímero para la fabricación de billetes y plásticos -policarbonato, PVC, composites-.

A continuación, los efectos de movimiento y luz sobre una tarjeta con Kinegram ZERO y ampliación del mismo.





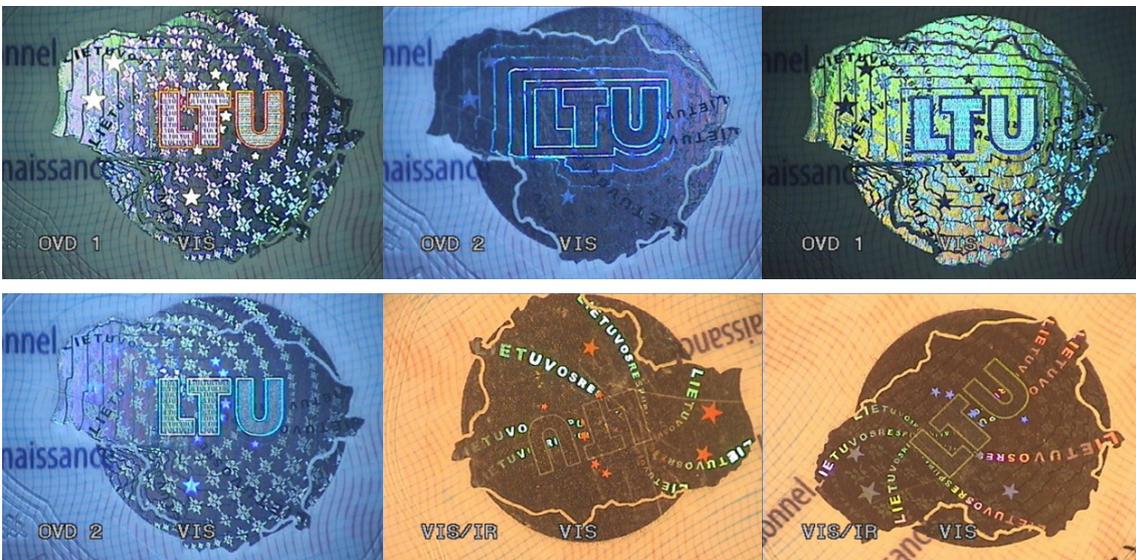
Otro ejemplo de tarjeta protegida con Kinegram ZERO metalizado.



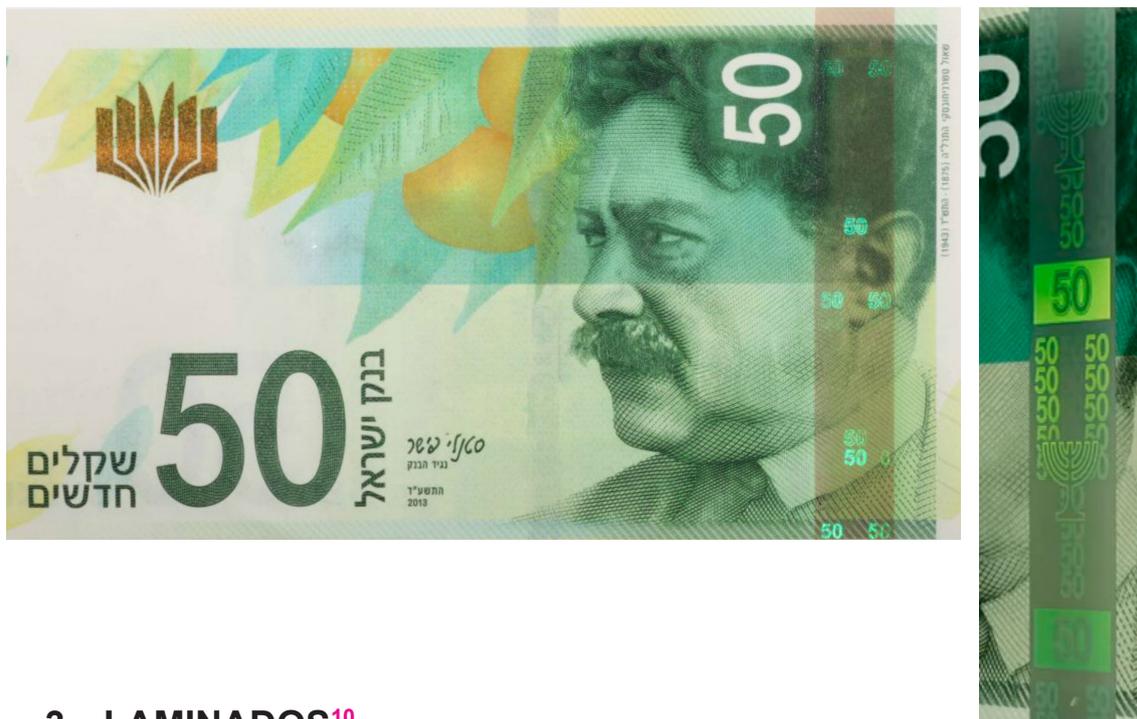
Dos posiciones del kinegrama que protege la fotografía del titular del DNIe 3.0



Kinegram PCI integrada en la hoja de datos, policarbonato, del pasaporte de Lituania.



Ejemplo de Kinegram VOLUME, en este ejemplar de billete israelí de 50 Shequel y detalle de su franja difractiva monotonal.



3.- LAMINADOS¹⁰

Los laminados se han utilizado siempre para proteger el acceso a los datos del titular, desde simples plastificados (DNI azul, de 1952 a 1990), pasando por plastificados gofrados (DNI papel, modelo 1996) a sofisticados “overlays” o láminas finas que pueden contener a su vez otras medidas de seguridad (tintas UV, relieve, kinegramas, etcétera) y que son la solución actual para la conformación del sándwich de las modernas tarjetas de identidad en policarbonato y la protección de la página de datos de los pasaportes, en el caso de que esta sea de papel.

Para cumplir su función de protección, en el caso de las tarjetas de identidad multicapa, el laminado debe adherirse de manera absolutamente solidaria con las capas exteriores e interiores y estas con el núcleo. Por lo tanto, se trata de impedir el deslaminado, para conseguirlo resulta fundamental que todas las capas sean del mismo material, demostrándose una mejor adherencia entre documentos construidos con idéntico material (en consecuencia, con las mismas características o propiedades físicas, térmicas y mecánicas) que en aquellos en los que se recurre a mezclas (composites de papel y plástico o de plásticos de estructuras físicas diferentes). En este sentido se ha demostrado la superioridad del policarbonato.

Otro de los recursos de los fabricantes es la generación de laminados extraordinariamente finos y muy sensibles a la tracción, de manera que cuando intentan levantarse para acceder a los datos que protegen, se rasgan y se rompen, resultando imposible su recolocación sobre el documento e impidiendo, por lo tanto, la reutilización del original manipulado. Este sería el caso de las láminas -overlays- usadas para la protección de las páginas biográficas de los pasaportes. Como en el caso precedente, pueden contener un buen número de las medidas de seguridad revisadas hasta ahora, siendo las más utilizadas en la actualidad las que contemplan la inclusión de alguno de los DOVs del tipo kinegrama o tintas OVI.

¹⁰ <https://www.kinegram.com/en/government-documents/foil-technology/>

3.1 Material

Los materiales sintéticos más utilizados para la fabricación de laminados son:

- PC: Policarbonato, utilizado para proteger las capas internas de las tarjetas confeccionadas en este mismo material, permiten el gofrado o adición de motivos en relieve.
- PET: poliéster al que se le pueden añadir tintas UV, se utiliza para cubrir la hoja de datos del Pasaporte Español y del DNI (papel).
- PVC: para proteger tarjetas fabricadas en este mismo material.
- CONFIRM/3M: plástico semi translúcido que, cuando se ilumina con luz coaxial¹¹, permite visualizar un mensaje que a simple vista no es apreciable (Ej.: Pasaporte de Argentina)

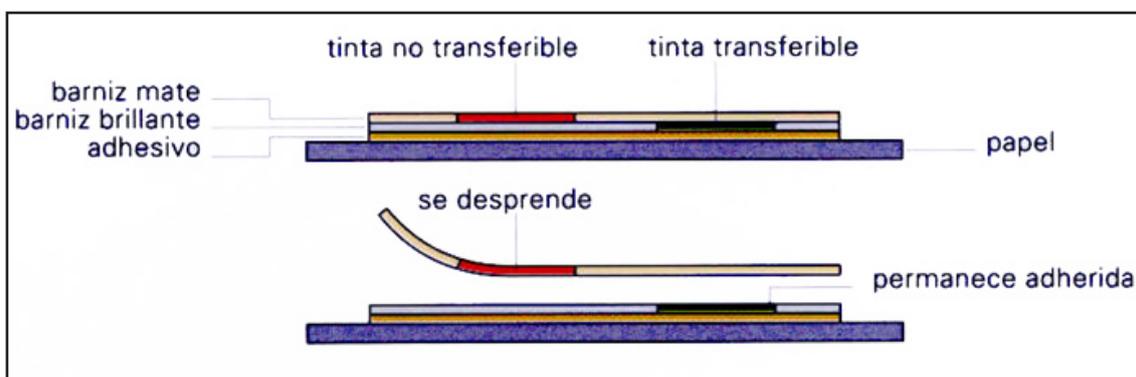
3.2 Disposición en capas

Los modernos documentos de identidad confeccionados en tarjetas plásticas se configuran como un sándwich en el que partiendo de un núcleo se añaden varias capas, tanto por anverso como por reverso, con las finalidades tanto de proteger al documento como de dotarle de medidas de seguridad añadidas a cada una de esas capas.

El DNIe presenta una estructura multicapa con núcleo de PC y una capa de protección en el reverso y dos por el anverso, todas ellas también en PC.

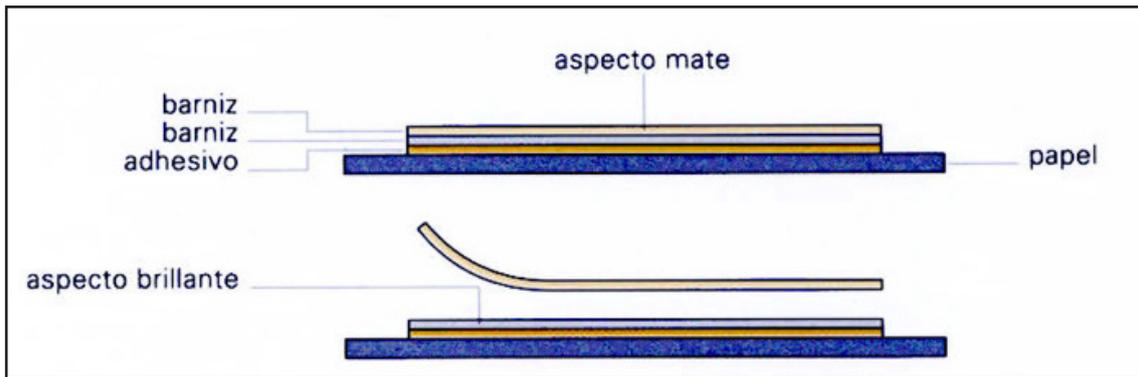
El sistema multicapa de materiales homogéneos más utilizado da preferencia al policarbonato por sus mejores cualidades de resistencia, adherencia, durabilidad, estabilidad térmica y flexibilidad, material que se ha impuesto para la fabricación de documentos de identidad.

El sistema multicapa, que tantas ventajas presenta, arrastra no obstante un problema, tal como es la situación de casi todas las medidas de seguridad en el interior de alguna de las capas (Por ejemplo, las tintas OVI, el motivo codificado y el kinegrama). Esta colocación interna se explica para proteger la medida de seguridad del rozamiento diario, que llevaría en poco tiempo a su destrucción. Pues bien, el problema surge porque la eficacia de estas medidas queda mermada por las diferentes capas que se sitúan encima de los mismos, de manera que no se aprecian con toda claridad e intensidad, se trata en cualquier caso de equilibrar el compromiso entre una correcta visualización de la medida y la duración de la misma.

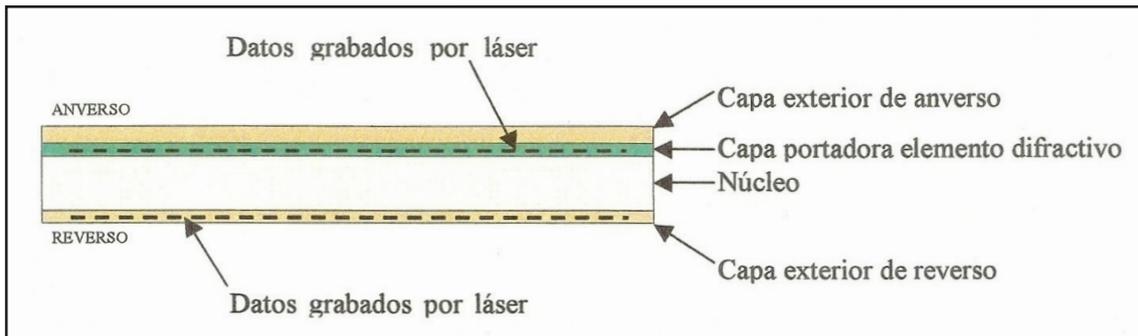


Sistema de laminado para documentos con núcleo de papel.

¹¹ Este tipo de luz se caracteriza en que la dirección de iluminación es paralela a la dirección de observación.



Sistema de laminado para documentos con núcleo de papel.

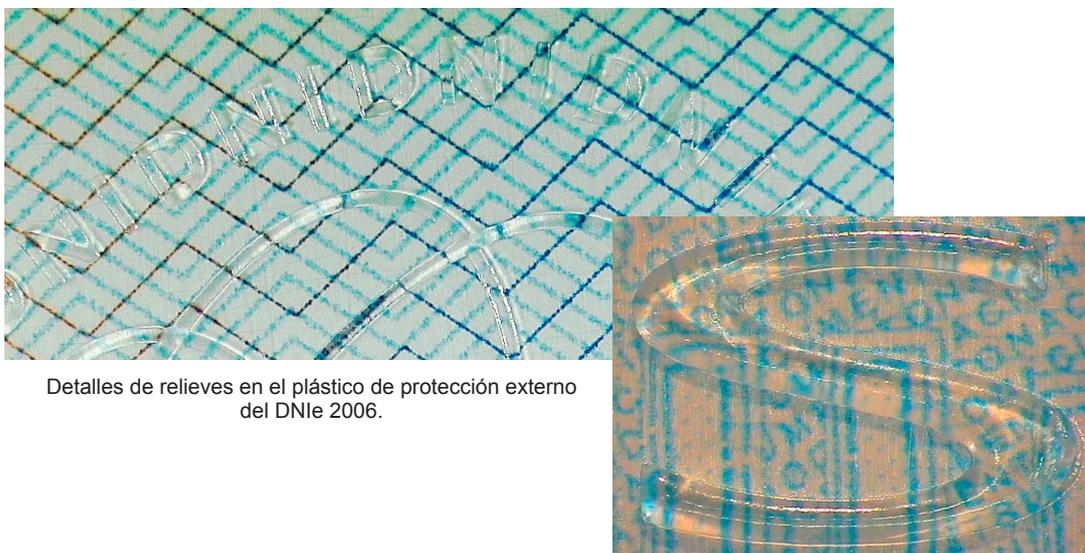


Laminado de un documento de identidad con núcleo de policarbonato.

3.3 Medidas de seguridad en laminados

A los laminados plásticos se les puede añadir las siguientes medidas de seguridad:

- **Kinegramas:** todos los documentos de seguridad protegen los datos del titular mediante un laminado que suele llevar algún motivo del tipo holográfico (incluimos en este grupo a los kinegramas). En los documentos modernos no va a faltar nunca, así todos los documentos de identidad expedidos por la FNMT de España contemplan algún dispositivo holográfico, tanto si hablamos del DNI, TIEX (en la imagen el kinegrama que se sitúa sobre parte del rostro del titular), Pasaporte o Permiso de Conducir.
- **Relieves o gofrados:** como los contenidos en la lámina externa del DNle (en este caso el relieve se transfiere mediante el motivo previamente grabado en planchas de metal) o del documento de identidad de Holanda y Finlandia.



Detalles de relieves en el plástico de protección externo del DNle 2006.

- **CLI:** sistema lenticular denominado imagen láser cambiante. La estructura se conforma como una repetición de lentes cilíndricas, incrustadas en el cuerpo de la tarjeta, que son compatibles con la grabación mediante láser, de manera que, normalmente, se graban dos imágenes con diferentes ángulos, cuya visualización se alterna mediante la inclinación de la tarjeta. La mejora de la calidad del láser ha permitido, en un espacio muy reducido, no solo grabar letras y guarismos, sino también incluir una segunda reproducción, imagen fantasma, del titular, como es el caso del DNIe 3.0. o la hoja contenedora de los datos biográficos del pasaporte de Lituania visto unas páginas antes.
- **Retroreflexión:** es el nombre asignado al sistema de visualización de los plásticos de 3M mencionados en el apartado 5.1., los cuales deben ser iluminados con una fuente de luz coaxial.



Hoja biográfica de un pasaporte iluminado con luz natural, a la izquierda y el efecto retroflexivo al utilizar una fuente de luz coaxial (Plástico y medida patentada por 3M).

DOCUMENTOS DE IDENTIFICACIÓN ESPAÑOLES

1.- INTRODUCCIÓN

En este capítulo dedicado a los documentos de identidad expedidos en España, describiremos de una manera muy visual y directa los elementos de seguridad que contienen y que todo especialista en Documentoscopia debe conocer. Sobre las imágenes de los especímenes situaremos cada una de las medidas de seguridad que contienen y que, por haber sido descritas en temas anteriores, no volveremos a explicar. Pero antes de entrar en materia un poco de conocimientos históricos sobre el origen de los documentos de identificación y su razón de ser.

La necesidad de identificarse nace en el siglo XVI cuando los países europeos exigen un salvoconducto o pasaporte a los extranjeros que quieran circular por sus territorios, esta novedad obedece tanto al deseo de controlar los movimientos de los extranjeros como a la intención de evitar el asentamiento de personas no deseables. Además, el descubrimiento y la conquista de América por parte de los españoles supusieron un férreo control de aquellos aventureros que pretendían asentarse en los territorios colonizados, creándose lo que se denominó *cédulas de composición*¹ y que se otorgaban excepcionalmente a los extranjeros con dichas pretensiones.

La obligatoriedad de portar pasaporte por los extranjeros se convirtió también en norma para los propios nacionales que quisieran trasladarse por el territorio nacional, de hecho en España se mantuvo esta situación desde el siglo XVII hasta los inicios del XIX, momento en que, por influencia de la administración francesa a través del gobierno de José Bonaparte, se comienzan a usar unos sencillos documentos de identidad bajo el nombre de *cédulas de seguridad* (1809-1824), que cambiarán de nombre por el de *cartas de seguridad* (1824-1835)². Posteriormente, por el Real Decreto 15/02/1854 se crean las *cédulas de vecindad*³, éstas estuvieron en vigor hasta 1870, cuando son sustituidas por las *cédulas de empadronamiento* que se mantuvieron en vigor hasta 1874 cuando a su vez son sustituidas por las *cédulas personales*, que perdurarían hasta su abolición en 1943.

Lo cierto es que se pretendía un control sobre la población, sobre todo aquella con antecedentes delictivos, pero la ausencia de un documento común (coexistían documentos militares, eclesiásticos, políticos, partidistas), sin expedición centralizada, sin respaldo de unos archivos de registro y sin el amparo de una organización administrativa estatal comprometida y responsable, generó tal caos que hacía imposible una solución a la identificación civil.

¹ Los marinos españoles con destino América llevaban consigo una *cédula de composición*, mediante ella se identificaban a la vez que les autorizaba a tomar tierras en nombre de la Corona del Reino de España, puede consultarse una transcripción de estas cédulas en AGCA, A1.57(3), Leg. 660, Exp. 5962, folio 1, http://www.afehc-historia-centroamericana.org/index.php?action=fi_aff&id=1288

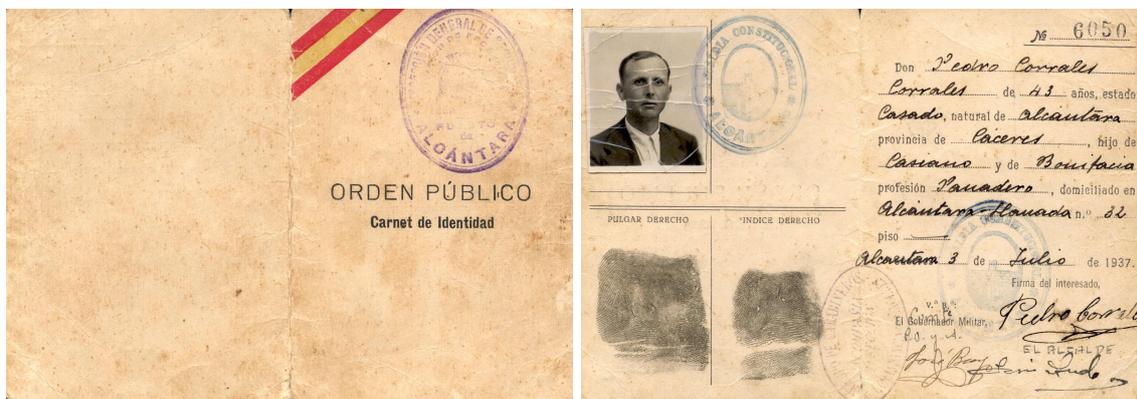
² ALVAREZ SAAVEDRA, F. J., Fundación Policía Española, publicación “Sesenta años de expedición del Documento Nacional de Identidad”, pág. 23.

³ Las cédulas de vecindad, las de empadronamiento y las personales, eran documentos de identificación interna dentro del territorio nacional español para sus propios nacionales. Si las dos primeras tenían un fin censal y de control de la población, las cédulas personales se utilizaron tanto como documento acreditativo de identidad como documento fiscal y recaudatorio.

Será el científico granadino, Dr. Federico Olóriz Aguilera⁴, el primero que de manera resuelta plantea el problema de la identificación civil en España y aporta soluciones a través de la dactiloscopia. En 1909 presentó una ponencia al I Congreso Penitenciario (Valencia) sobre *Procedimiento de identificación*. Cuál es el *preferible*, que se publicó al año siguiente junto a la *Guía para extender la tarjeta de identidad*, documentos que van abriendo camino para la genial y anticipada idea del propio Olóriz formulada ya en 1909 ante el Ministro de la Gobernación, Juan de la Cierva y Peñafiel, de la creación del *Servicio Nacional de Identificación y expedición del Documento Personal*⁵, que sustituiría al sistema antropométrico de Bertillón⁶ y además, se extendería a toda la población española, basándose en la identificación dactilar con el apoyo de la fotografía. Sin embargo, la guerra con Marruecos, que empezaría el 9 de julio de 1909, daría al traste con tan ambicioso proyecto.

Varios fueron los intentos de sustituir, en la década de 1930, las cédulas personales por un documento de identidad, así ese mismo año se pretende crear un carnet de identidad obligatorio para la emisión del voto; en 1931 se intentó crear una *cédula de identificación* obligatoria para los españoles mayores de 14 años, pero el cambio de régimen truncó la iniciativa; en 1935 se hizo una propuesta al Gobierno para sustituir las *cédulas de personales* por una carnet de identidad que tampoco llegó a formalizarse; durante la Guerra Civil el bando denominado nacionalista creó diversos documentos de índole identificativa como el de *Orden Público*, que fueron abandonados al final de la contienda. Si subsistió el órgano institucional encargado de la administración de todo lo referido a la creación de un futuro Documento Nacional de Identidad, de nombre Servicio de Identificación y creado por el Ministerio del Interior en abril de 1938. Al año siguiente se intentó implantar el Carnet oficial de Identidad, con doble finalidad, identificativa y fiscal, pero los avatares de la guerra civil no permitieron su cristalización.

En las siguientes imágenes un Carnet de Identidad del año 1937 y un Carnet de la Central Nacional Sindicalista del año 1938 -obligatorio para ejercer empleo o profesión-. Las medidas de seguridad se reducen a sellos húmedos, firmas manuscritas, fotografía e impresiones del pulgar e índice derechos del titular. Las tarjetas en sí no presentan ninguna medida anti reproducción.



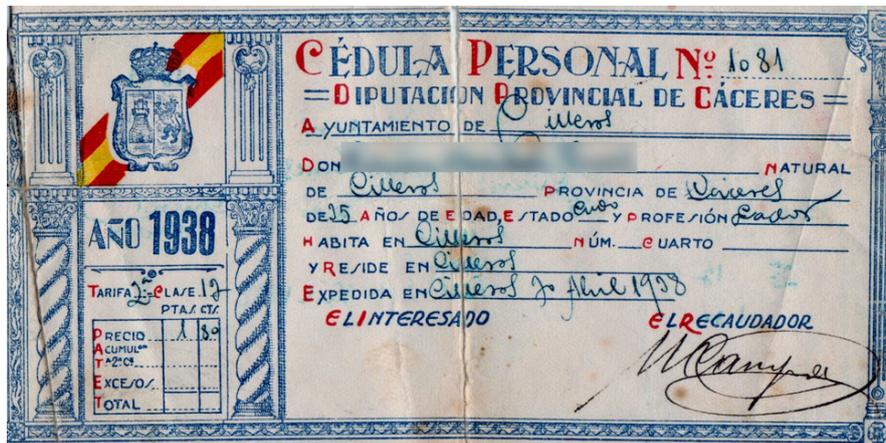
⁴ El insigne antropólogo, Dr. Federico Olóriz Aguilera, es el padre de la Dactiloscopia en España (sistema de clasificación e identificación a través del dibujo papilar de las yemas de los dedos de las manos).

⁵ Guirao Pérez, Juan y Guirao Piñeyro, Miguel, 2007, "Federico Olóriz Aguilera. Biografía íntima del profesor", editorial Comares, Granada, pág. 179. También en "1951-2011 Sesenta años de expedición del Documento Nacional de Identidad", publicaciones de la Fundación Policía Española, 2013, Madrid, pág. 21.

⁶ El sistema antropométrico fue ideado por el francés Alphonse Bertillón, que básicamente consiste en la toma sistemática de varias medidas del cuerpo humano para determinar sus proporciones y que permite la identificación de delincuentes reincidentes, fue puesto en práctica en 1882 en Francia y rápidamente se instauró en todo el mundo. Fue sustituido paulatinamente a partir del año 1900 por otro sistema de identificación más moderno y fiable, la dactiloscopia. ÁLVAREZ SAAVEDRA, F. J., 2003, "Diccionario de Criminalística", Editorial Planeta, Barcelona, pág. 66 y 101. "



Abajo algunas de las cédulas personales en vigor durante los años 30 y 40 del siglo pasado, como puede apreciarse no existía uniformidad en cuanto a su formato e incluso algunas carecían de fotografía.



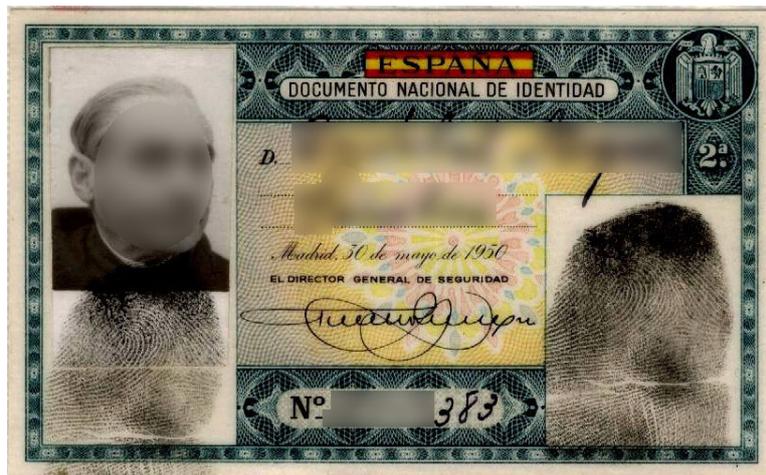
Finalmente, la creación del *Documento Nacional de Identidad* tuvo lugar por Decreto de 2 de marzo de 1944⁷, denominación que permanece hasta nuestros días. Sin embargo, el país se encontraba en una situación económica muy complicada y con escasos recursos técnicos. Tras un laborioso concurso (adjudicado a la empresa SUTNAI, con participación de Rieusset S.A. y la Compañía Industrial Expendedora S.A.) y la creación de un sistema administrativo institucional que diera soporte a todo el proceso (Servicio del Documento Nacional e Identidad, dependiente de la Dirección General de Seguridad)⁸, se abrieron al público las primeras oficinas el 20 de marzo de 1951 en Valencia y el 26 en Madrid, aunque su total implantación en todo el territorio nacional no se consiguió hasta enero de 1952.

Paralela a la tortuosa historia del Documento Nacional de Identidad corre la más tranquila del Pasaporte. Como ya se apuntaba en páginas precedentes el pasaporte es un documento que en origen no sólo es requerido para el viajero que se traslada a otras naciones, sino que lo es también para los nacionales en sus desplazamientos locales, así el Reglamento de Policía de Madrid y Provincias de 1824, establecía en su artículo 85 que “todo habitante de Madrid que tenga necesidad de salir a seis leguas, y carezca de carta de seguridad, está obligado a tomar un pasaporte”⁹, pasaportes que con el tiempo se utilizarán sólo para viajar por el extranjero. Será a raíz de la I Guerra Mundial cuando los países europeos establezcan la obligatoriedad del pasaporte y el visado para los tránsitos externos al territorio nacional. En la conferencia celebrada en París en octubre de 1920 se establece un modelo uniforme de 32 páginas para los pasaportes ordinarios, obligatorio para todos los países firmantes a partir del 1 de Julio de 1921, aunque lo cierto es que cada país ajustó estas normas a sus gustos y necesidades.

2.- EL DOCUMENTO NACIONAL DE IDENTIDAD ESPAÑOL

Las impopulares cédulas personales tenían sus días contados al final de la contienda civil española, en el año 1938¹⁰ su uso quedó reducido al pago de impuestos y fueron suprimidas por Ley en el año 1943.

Si bien el Documento Nacional de Identidad se crea por decreto el 2 de marzo de 1944, su implantación en todo el territorio nacional no será posible hasta 1952.



Un DNI del año 1950, destaca su color verde que después cambiaría a azul.

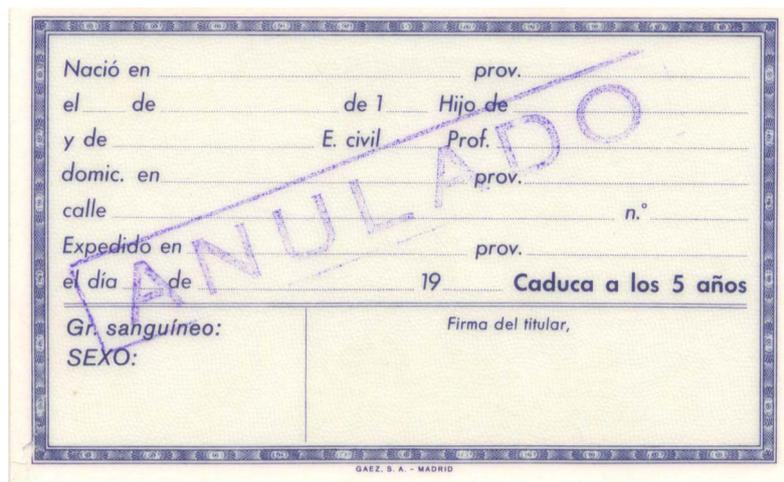
⁷ “El 21 de marzo de 1944 se publicó en el nº 81 del BOE el decreto de Presidencia del Gobierno de 2 de marzo del mismo año por el cual se creaba el DNI...” MARTÍN CORBERA, M., 2008, “La gestación del Documento Nacional de Identidad: un proyecto de control totalitario para la España Franquista”, Dialnet, pág. 323.

⁸ ÁLVAREZ SAAVEDRA, F. J., Fundación Policía Española, publicación “Sesenta años de expedición del Documento Nacional de Identidad”, pág. 44.

⁹ Comisaría General de Extranjería y Fronteras 2006, “Manual de Documentos Españoles”, Madrid, pág. 14.

¹⁰ El Ministerio del Interior creó, el 9 de abril de 1938, el Servicio de Identificación con la intención de iniciar los estudios y posterior expedición de un documento nacional de identidad que realmente acreditara la identidad de su titular, siendo obligatorio para todos los españoles mayores de 16 años.

Aunque el primer modelo tenía un color predominante verde, el segundo, que empezó a expedirse en 1962, viró a un color azul que ya no perdería hasta su sustitución en 1990 por el de nuevo formato. Por el camino, el DNI pasó por varias pequeñas variaciones que afectaban más al contenido que al formato, así en el de 1962 se eliminó el sexo del titular, en 1981 se sustituyó el escudo por el constitucional, recuperó la información sobre el sexo del titular y suprimió las categorías económicas¹¹, con la modificación de 1985 desaparecen la profesión, el estado civil y el grupo sanguíneo.



El modelo que se implantó en 1944 y que permanecerá durante más de 4 décadas, sufrirá un cambio drástico con la implantación del modelo de 1990, modernizando un documento que llevaba más de 40 años con el mismo formato y con unas medidas de seguridad escasas para la época, el momento del cambio había llegado y sería profundo, a partir de este documento las renovaciones no se harían esperar tanto tiempo y vemos como los periodos de modificación y mejora se acortan y es que la velocidad con la que se renueva la tecnología, marca también los plazos de vigencia a los documentos de identidad.

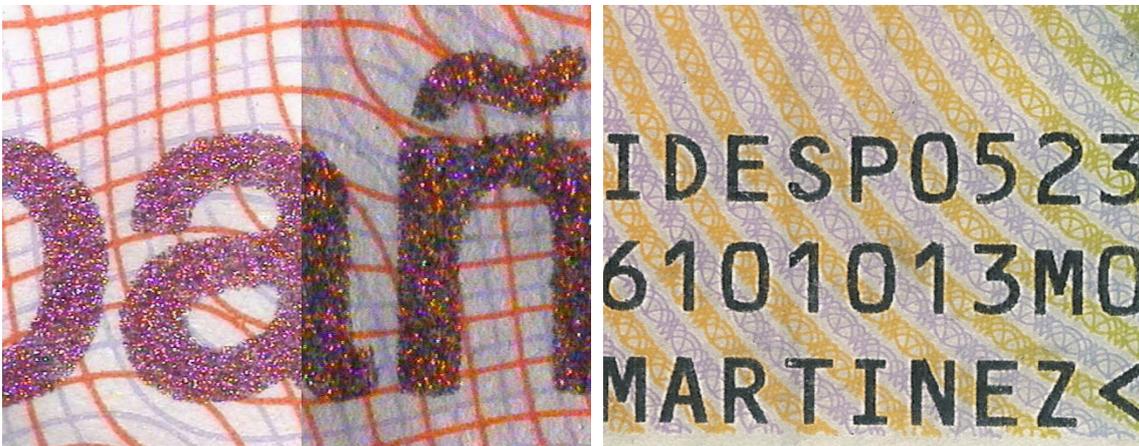
2.1 DNI modelo 1990

Destaca su nuevo diseño, más moderno y colorido, desaparecen las impresiones dactilares, el documento se hace más pequeño y por lo tanto más fácil de transportar y sin lugar a dudas más seguro. La fotografía se mantiene en blanco y negro, pero ahora es una impresión láser previamente digitalizada, así como la firma del titular que cambia de posición y pasa a visualizarse en el anverso.

¹¹ Hasta 1981 existieron tres categorías económicas incluidas en el documento y que hacían referencia a la capacidad económica de su titular.



Detalles de la impresión láser en color utilizada para conformar el rostro del titular -se aprecia por debajo la impresión offset de los fondos de seguridad-, las tintas OVI de la leyenda España y la impresión offset del reverso con los caracteres OCR impresos encima mediante sistema de impresión láser.



2.3 DNle modelo 2006

Al final de la década de los 90 del siglo pasado el DNI modelo 1996 empezó a presentar signos evidentes de “agotamiento”, básicamente el modelo era el mismo que el de 1990, un documento muy visto y conocido, de manera que su falsificación resultaba relativamente sencilla para los profesionales y las redes de crimen organizado, resultaba evidente la necesidad no ya de una remodelación sino de un cambio absoluto, profundo, la creación de un documento totalmente nuevo, moderno y que se ajustara a las necesidades tecnológicas de la sociedad española, así como que garantizara el máximo nivel de seguridad.

Para dar cumplimiento a este ambicioso proyecto se constituyó un equipo de trabajo a principios del año 2001, que mantuvo reuniones periódicas hasta el momento de las

primeras expediciones el 16 de marzo de 2006¹³. El equipo estaba formado por personal destinado en el Centro de Proceso de Datos de El Escorial, de la Comisaría General de Extranjería y Documentación (Unidad de Documentación de Españoles y Brigada de Documentos falsos de Viaje), de la Comisaría General de Policía Científica (Sección de Documentoscopia) y de la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre (FNMT). El objetivo conseguido, como figura en los documentos de trabajo, fue “elaborar un documento de identidad moderno, acorde con la sociedad tecnológica en la que vivimos, que se ajusta a las normas europeas para la producción de este tipo de documentos, a la normativa legal española y que incluye las medidas de seguridad necesarias para impedir su manipulación y dificultar en gran medida su falsificación”¹⁴.

La creación del DNle fue más allá de la fabricación de una tarjeta completamente nueva en un material asimismo nuevo, supuso la modificación y actualización completa del sistema de expedición, todo el proceso fue completamente renovado e implicó tanto a la base de datos del DNI, a la red telemática de transmisión de datos, a la adquisición de ordenadores y de equipos para la personalización en los propios equipos de expedición y, lógicamente, a la formación tanto del personal encargado de la expedición como de los especialistas en Documentoscopia de la Policía Científica y de los policías encargados del control en los puestos fronterizos. Por lo tanto, fue un proyecto global de renovación del DNI, lo que justifica una inversión millonaria en euros y el trabajo del equipo durante 5 años.

Desde las primeras sesiones de trabajo quedó claro, tras probar diversos materiales proporcionados por otros tantos fabricantes, que el material para el soporte debía ser policarbonato (PC)¹⁵, plástico usado en múltiples aplicaciones que se ajustaba perfectamente a los objetivos pretendidos inicialmente:

- Durabilidad, pensado para un uso continuado durante 10 años.
- Flexibilidad.
- Resistencia al envejecimiento: rayado, flexión.
- Adaptabilidad a altas y bajas temperaturas, así como a los cambios de temperatura extremos.
- Resistencia al lavado y a ambientes con alta humedad.
- Máxima adherencia de las capas.
- Facilidad para incluir medidas de seguridad, en especial el láser destructivo.
- Personalización descentralizada.
- Posibilidad de introducir un chip de contacto.

Además, y de forma paralela, casi como ensayo previo, se estaba trabajando sobre la nueva TIEX que salió a la luz en enero de 2003, toda ella en policarbonato. También se disponían de muestras de tarjetas de identidad en este mismo material de algunos países europeos que habían decidido migrar al nuevo plástico (Ej.: Finlandia, Suecia, Alemania y Holanda).

Por cuestiones de índole exclusivamente política se decidió que la expedición fuera descentralizada, circunstancia que resulta más cómoda para el usuario, que sólo tendrá que desplazarse a Comisaría en una sola ocasión para la renovación de su DNle, pero que impide, por meros motivos económicos, la aplicación de alguna medida de seguridad, tal como la imagen fantasma del titular, implementada mediante sistema de taladro de la tarjeta por medio de un rayo láser.

¹³ Las primeras tarjetas se expidieron en Burgos el 16 de marzo de 2006 y la implantación fue progresiva, abarcando todo el territorio nacional a finales de noviembre de 2008.

¹⁴ Del manual sobre el “DNle para peritos en Policía Científica”, editado por la CGPC -Sección de Documentoscopia- en mayo de 2006 para la formación a nivel nacional de sus especialistas.

¹⁵ Se hicieron pruebas en tarjetas de plásticos diversos, tales como PVC, ABS, PET y compuestos PVC+PC, PVC+PET, PET+PC, los mejores resultados siempre se obtuvieron con tarjetas laminadas sólo con PC.

La fabricación del soporte (material-impresión-chip) y su pre-personalización (iniciación del chip y grabación del nº de identificación del soporte), están asignadas a la FNMT, mientras que la personalización del documento (impresión de datos y carga de los mismos en el chip) es asumida por la DGP.

El DNle es emitido por el Ministerio del Interior y goza de la protección que las leyes otorgan a los documentos públicos y oficiales. Su titular velará por su custodia y conservación, además es un documento personal e intransferible.

Este documento permite, por sí solo, acreditar la identidad de su titular, sirve como documento para entrar y circular en todos los países de la Unión Europea y en otros países extracomunitarios.

El DNle permite, a los españoles mayores de edad y que gocen de plena capacidad jurídica de obrar, la identificación electrónica de su titular, así como realizar la firma electrónica de documentos en los términos previstos por la ley. La firma electrónica realizada a través del DNI tiene, respecto de los datos consignados en forma electrónica, el mismo valor que la firma manuscrita en relación con los consignados en papel.

La fabricación de la tarjeta del DNle se ajusta a las normas ISO-7810: 1995, características físicas de las tarjetas; ISO-7816-1: 1998, características de las tarjetas con circuitos integrados con contactos; ISO-10373-1: 1997, métodos de ensayo.

El formato de la tarjeta esta unificado para toda la Unión Europea de acuerdo a las normas ISO (Organización Internacional para la Estandarización) impuestas por la Unión Europea y la OACI (Organización de la Aviación Civil Internacional). Esto quiere decir que tanto las dimensiones de la propia tarjeta, como el número de campos con información, el número de caracteres por cada campo, el tamaño de aquellos y el número IDESP¹⁶, responden a rígidas normas que hay que respetar escrupulosamente para que el modelo sea validado por la Unión Europea.

En cuanto a la normativa legal reguladora destacamos el real decreto 1553/2005 de 23 de diciembre, que regula la expedición del documento nacional de identidad y sus certificados de firma electrónica.

En la propia tarjeta se indica el periodo de validez de la misma. La validez del DNI es la siguiente:

- Hasta los 30 años: 5 años.
- De 30 a 70 años: 10 años.
- Mayores de 70 años, grandes inválidos y enfermos psiquiátricos: permanente.
- En casos especiales tendrá una validez de 1 año.

El DNle del 2006 se expidió hasta finales del año 2015, siendo sustituido por una versión renovada de la que hablaremos más adelante. No obstante, desde marzo de 2006 hasta el momento actual -octubre de 2019- podemos asegurar que, tras una reflexión crítica sobre su comportamiento en cuanto a documento principal de identidad de los españoles, no puede ser más favorable, durante estos 13 años no se ha producido ni una sola falsificación, parcial o total, con la calidad suficiente como para engañar a un policía de un filtro fronterizo o a un cajero de un banco. Ahí está la fuerza de este documento, en su extraordinaria entereza a la hora de resistir manipulaciones, es cierto que es posible su reproducción completa mediante sistemas informáticos, pero hay que completar la falsificación reproduciendo todas las medidas de seguridad y disponer del soporte en policarbonato. En el año 2011 la TIEX, siempre banco de pruebas del DNle, decide incorporar la tecnología NFC, como precursora de los que veremos en el DNle del 2015.

¹⁶ IDESP: es el nº de identificación del espécimen, es decir, cada tarjeta lleva un nº diferente que la identifica, es independiente del nº del DNle, este siempre permanece inmutable durante toda la vida de su titular.



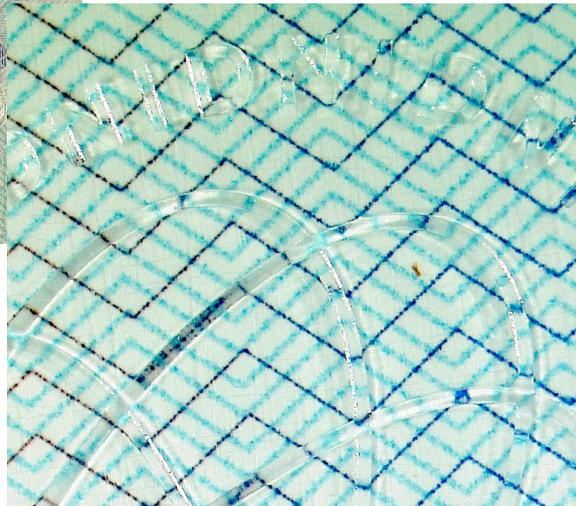
Tarjeta del DNIe bajo luz natural, presenta las medidas estándar de las tarjetas de crédito (85,6 x 53,98 mm), lo cual facilita su transporte y conservación y que comparte con la TIEX y el Permiso de Conducción.

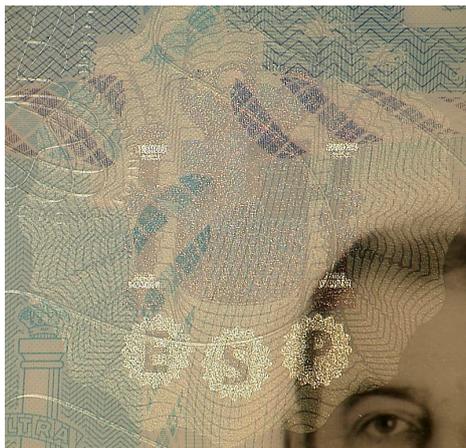
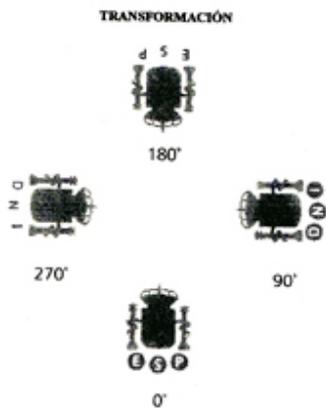


Motivo codificado y posición correcta de la lupa decodificadora para leerlo. La posición del kinegrama sobre el motivo codificado no facilita la visualización del mismo.



Detalles de parte del embosado en relieve del plástico del anverso del DNIe.

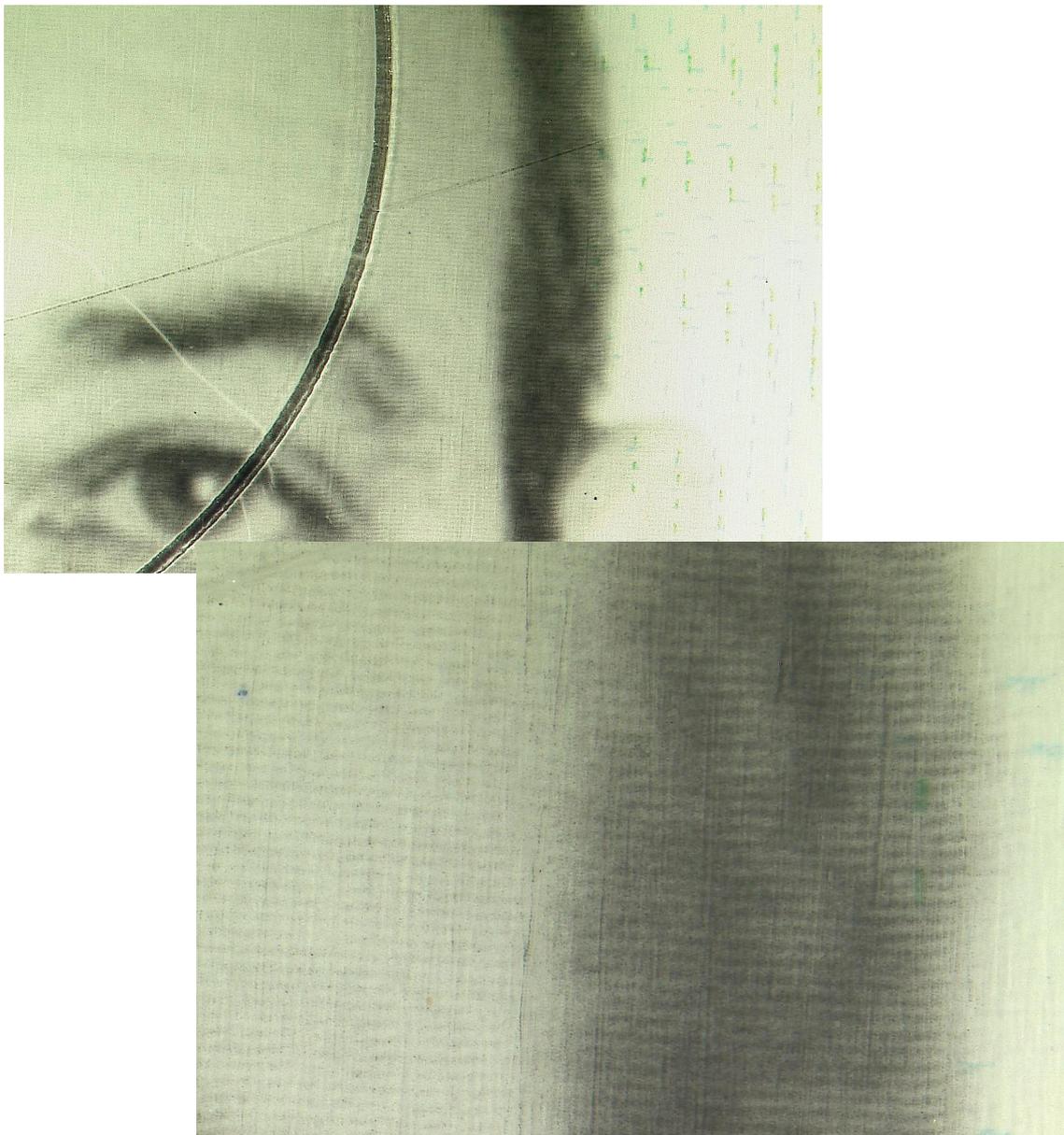




Diferentes respuestas del kinegrama del DNIe atendiendo al ángulo de visualización.



Las dos grabaciones del CLI.
La cifra se refiere a la fecha de expedición y
las tres letras se corresponden con la primera consonante
del 1^{er} apellido, primera consonante del 2^o apellido
y primera consonante del nombre.



Grabado mediante láser destructivo.
Detalles de la imagen del titular, arriba a 50 aumentos y abajo a 250 aumentos.
Las cabeceras fijas de los datos, los datos biográficos, la firma y la imagen del titular, se graban mediante un láser que se ajusta a una de las capas interiores -previamente preparada para recibir la descarga-. El resultado es una respuesta que se verifica como negro o gris y que se matiza atendiendo a la intensidad del láser. La imagen obtenida es imposible de modificar, salvo previa destrucción de la capa sobre la que asienta el grabado.



Diferentes respuestas al filtrado mediante infrarrojos a distintas longitudes de onda.

Sin lugar a dudas el gran salto en calidad, modernidad y seguridad en el DNI, fue el modelo de 2006, destacando:

- Soporte en policarbonato.
- Modelo electrónico.
- Personalización mediante láser destructivo.
- Uso de un kinograma.

2.4 DNle modelo 2015

El año 2015 empezaba con importantes noticias desde el punto de vista de la identidad y la documentación en España, si el día dos de enero se iniciaba la expedición del nuevo pasaporte ordinario español, el día 12 se presentaba, en la ciudad catalana de Lérida, el nuevo DNle 3.0, cuyo primer ejemplar fue expedido a nombre de la nadadora olímpica Mireia Belmonte.

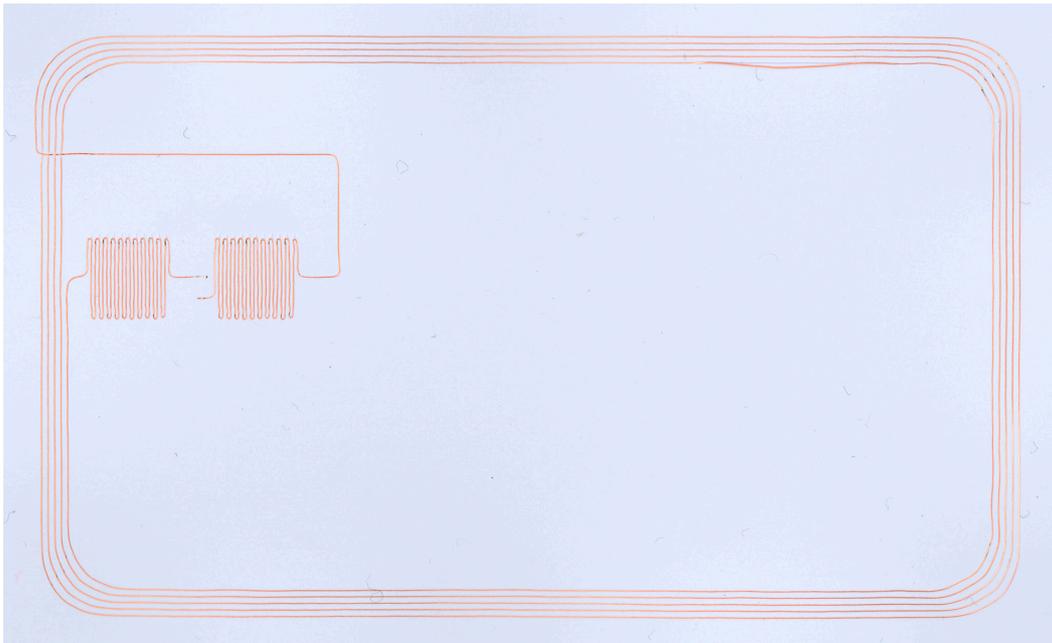
Este nuevo, DNle, nació bajo la signatura 3.0 y suponía una renovación y modernización del DNle del 2006, del que va a permanecer el formato, el material para el soporte, la personalización mediante láser destructivo, el sistema de impresión mediante offset waterless y el chip de contacto.



Arriba: el motivo en alto relieve que recorre de arriba hacia abajo el documento, hasta perderse por el ángulo inferior derecho; la línea sinuosa de izquierda a derecha, a la altura de la cabeza y que interesa la ventana transparente, con el microtexto repetido y en relieve "DN"; también se aprecia el volumen del kinegrama.
Abajo: dos imágenes diferentes del kinegrama.



A la izquierda: detalle del bajo relieve al pie de la fotografía principal del titular, contempla la franja inclinada y la leyenda "ESPAÑA".
A la derecha: CLI -Imagen Láser Cambiante- con fotografía del titular y fecha de expedición.



La antena NFC en el interior de una tarjeta del DNle 2015.

El DNle 3.0 conserva todas las características de documento electrónico de su antecesor, habiendo mejorado la velocidad y la capacidad de almacenamiento del chip de contacto, añadiendo las propiedades de la tecnología NFC, de manera resumida destacamos¹⁸:

- Autenticación de la Identidad, el titular podrá, a través de su certificado, acreditar su identidad frente a cualquiera, ya que se encuentra en posesión del certificado de identidad y de la clave privada asociada al mismo.
- Firma electrónica de documentos, que permite que tanto el receptor como el emisor de un contenido puedan identificarse mutuamente con la certeza de que son ellos los que están interactuando.
- Certificación de Integridad de un documento, permite comprobar que el documento no ha sido modificado por ningún agente externo a la comunicación.
- Documento de viaje el DNle puede realizar funciones como Documento de Viaje y se permite su uso en los Pasos Rápidos de Frontera (Automated Border Control System - Sistema Automatizado de Control de Fronteras) de forma totalmente equivalente a un pasaporte electrónico. El chip almacena los datos personales del titular, su fotografía, la imagen digitalizada de su firma manuscrita y el patrón de la impresión dactilar de los dos dedos índices.
- Propiedades NFC¹⁹: simplifica las comunicaciones con todo tipo de servicios -no es necesario un lector con contacto directo con el chip-, basta con disponer de un dispositivo NFC activo -Smartphone, tableta o lector NFC- y la APP del servicio con el que queremos conectar.

La conexión entre la tarjeta del DNle y, por ejemplo, el smartphone, se consigue aproximando la tarjeta a unos pocos centímetros del lector, verificando la conexión entre ambos mediante la solicitud del número CAN -situado debajo del CLI-, y en su caso, atendiendo al servicio reclamado, la introducción del PIN para la gestión y firma de los trámites solicitados.

¹⁸ https://www.dnielectronico.es/PDFs/Guia_de_Referencia_DNle_con_NFC.pdf Descripción completa de características y usos del DNle.

¹⁹ https://www.dnielectronico.es/PDFs/Implementacion_NFC_FNMT.pdf



Comparativa visual entre los modelos del DNIe 2006 y 2015.

3.- TARJETA DE IDENTIDAD DE EXTRANJEROS (TIE). PERMISOS DE RESIDENCIA

3.1 TIE modelo 1997 para permiso de residencia

- Por orden del Ministerio del Interior de 7 de febrero de 1997 se establecen las normas para la emisión de las tarjetas para la identificación de extranjeros. La emisión efectiva tuvo lugar el 18 de diciembre de 1997 en la Comunidad Autónoma de Aragón.
- En aquella época existía un único modelo con seis variantes atendiendo a las circunstancias del peticionario (Residencia y trabajo, residencia, régimen comunitario, estudiante, trabajador transfronterizo y asilo). El documento estaba extendido en papel de seguridad y protegido con lámina plástica idéntica al modelo de DNI de 1996.
- Se acompañan imágenes, a tamaño reducido, de la TIE para permiso de residencia y trabajo (Arriba: luz natural, abajo luz UV).



3.2 TIEX modelo 2003 para permiso de residencia

La gran innovación de las tarjetas de identificación para extranjeros tuvo lugar en el año 2003 con la llegada de la primera tarjeta de identificación en plástico policarbonato expedida por las autoridades españolas. Esta tarjeta además serviría de prueba piloto para la profunda renovación del DNI que tendría lugar en el 2006.

El Consejo de la Unión Europea mediante el Reglamento 1030/2002 de 13 de junio de 2002, estableció un modelo uniforme de permiso de residencia para nacionales de terceros países, que España empezó a emitir el 21 de enero de 2003 y que sustituyó al anterior de 1997 en casi todas sus diferentes versiones²⁰.

La expedición en España es centralizada corresponde a la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre. El formato es el denominado ID-1 (86x54mm), en policarbonato multicapa.

Esta tarjeta no dispone de chip y en su reverso conserva la impresión digital del dedo índice derecho del titular, última tarjeta de identificación emitida por España que lo tendrá visible.

La personalización de datos (datos biográficos, firma, fotografía e impresión dactilar), al igual que como hemos visto anteriormente con el DNIe, se realiza mediante láser destructivo en una de sus capas interiores y resulta igual de efectivo que en el caso de los DNIe. Destacan el grabado del número de la tarjeta (anverso, esquina superior derecha) y el del número de identificación del extranjero (anverso, abajo junto a la fotografía del titular) ya que lo han sido en la capa plástica externa y presentan un nítido relieve.

Otras medidas de seguridad son: la inclusión de un kinegrama que afecta parcialmente a la fotografía del titular (ángulo superior derecho), el uso de tintas OVI y la impresión de fondos de seguridad y microtextos con offset waterless.

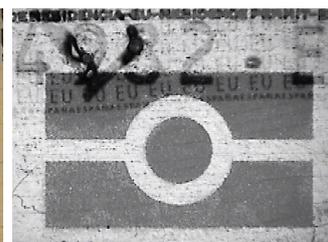
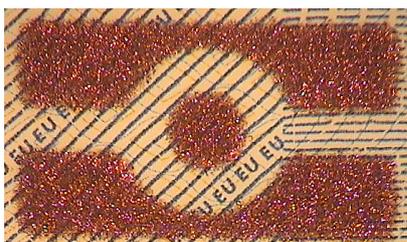


²⁰ En realidad, las versiones para “trabajador transfronterizo”, “estudiante” y “régimen comunitario” siguieron expidiéndose en papel hasta su sustitución por tarjetas de PVC en el 2011.

3.3 TIEX modelo 2011 para permiso de residencia

El último modelo de permiso de residencia data de mayo de 2011, conserva el mismo formato ID-1 (85x54mm) que las tarjetas anteriores, así como el material plástico en policarbonato y la personalización mediante láser destructivo. Se mantiene la expedición a cargo de la FNMT y la gestión y entrega de la tarjeta por la Dirección General de la Policía²¹.

Presenta mejoras en las medidas de seguridad, tales como: motivos en relieve en el plastificado del anverso, rediseño del motivo OVI (símbolo de documento electrónico), un nuevo embosado en bajo relieve con el motivo de documento electrónico bajo el número NIE, nuevos motivos UV (dos tonalidades), inclusión en el interior de la tarjeta de un chip electrónico de presencia (se aprecia como un suave rebaje en el reverso de la tarjeta en la zona superior derecha). Finalmente, ha sido suprimida la imagen externa de la impresión dactilar.



²¹ La TIEX responde a lo recogido en la legislación europea, Reglamento 2254/2004 del Consejo de la Unión Europea -sobre datos biométricos en documentos de identidad- y reglamento 562/2006 del Parlamento y del Consejo -sobre la nueva tarjeta electrónica uniforme para extranjeros con permiso de residencia-.

En la página anterior, podemos observar tres imágenes que tienen como motivo el símbolo de documento electrónico. El primero a la izquierda está generado mediante tintas OVI y se encuentra situado arriba a la izquierda del documento. Las otras dos imágenes son reproducciones del mismo motivo, el embosado en bajo relieve que se halla debajo del número de la tarjeta, en la base del documento -la imagen del centro está tomada con luz natural y una inclinación del documento de unos 30° respecto de la fuente de iluminación y la de la derecha con luz coaxial-.

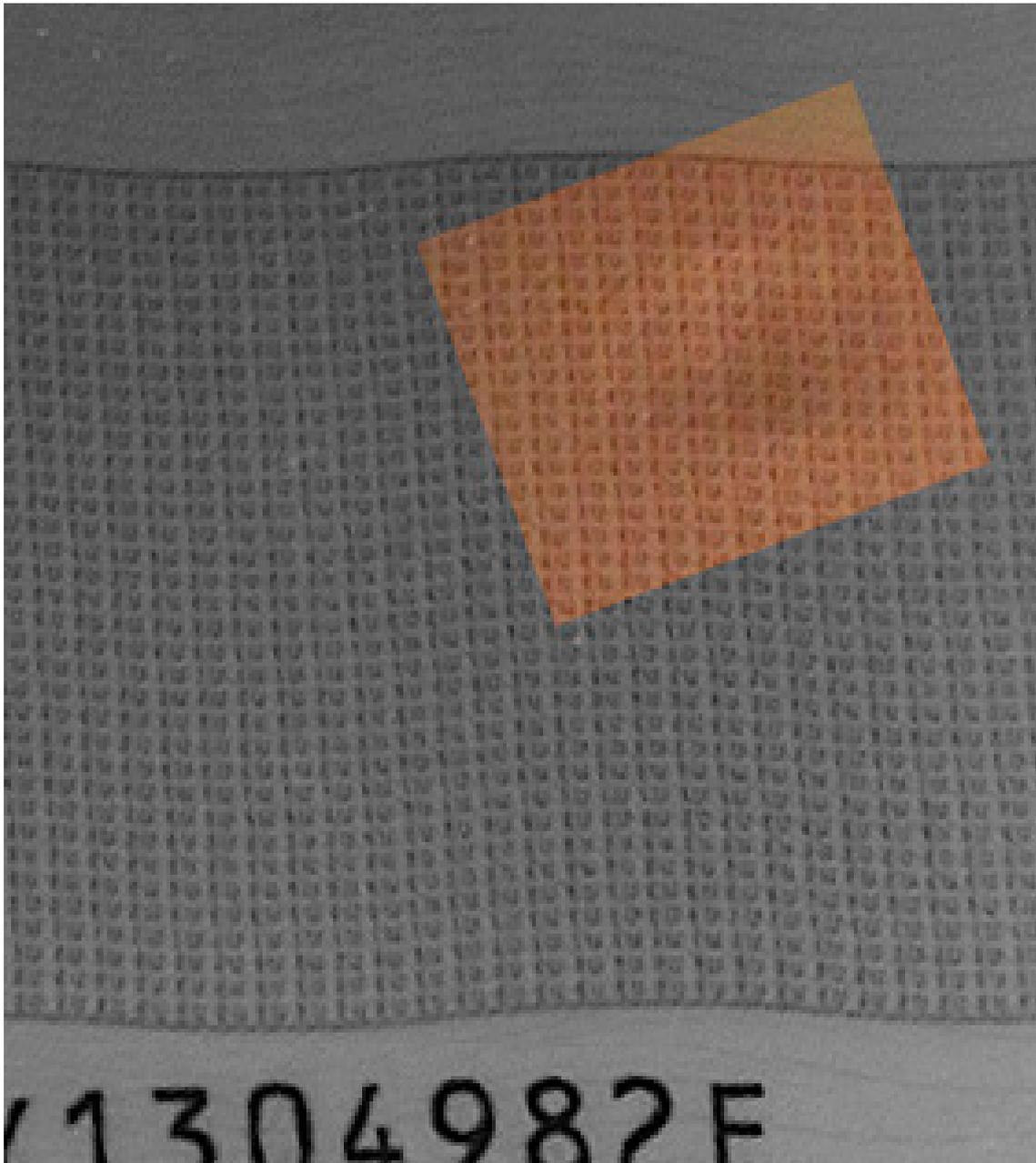


En la imagen de arriba se ha inclinado la tarjeta para resaltar los motivos en relieve, alto y bajo. Así en la zona superior derecha se aprecia el número de soporte de la tarjeta “E12493014”, generado mediante láser destructivo que incide sobre la capa exterior de policarbonato y consigue un evidente relieve (Ver detalle en la imagen siguiente).

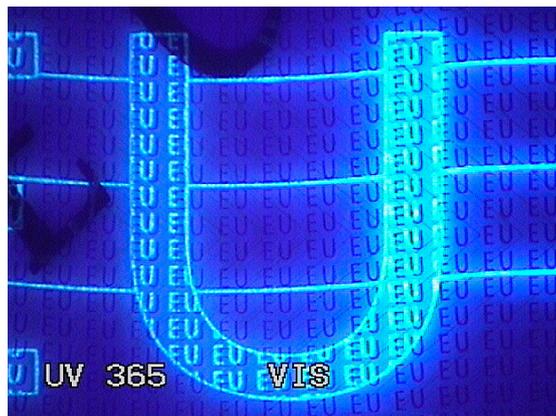
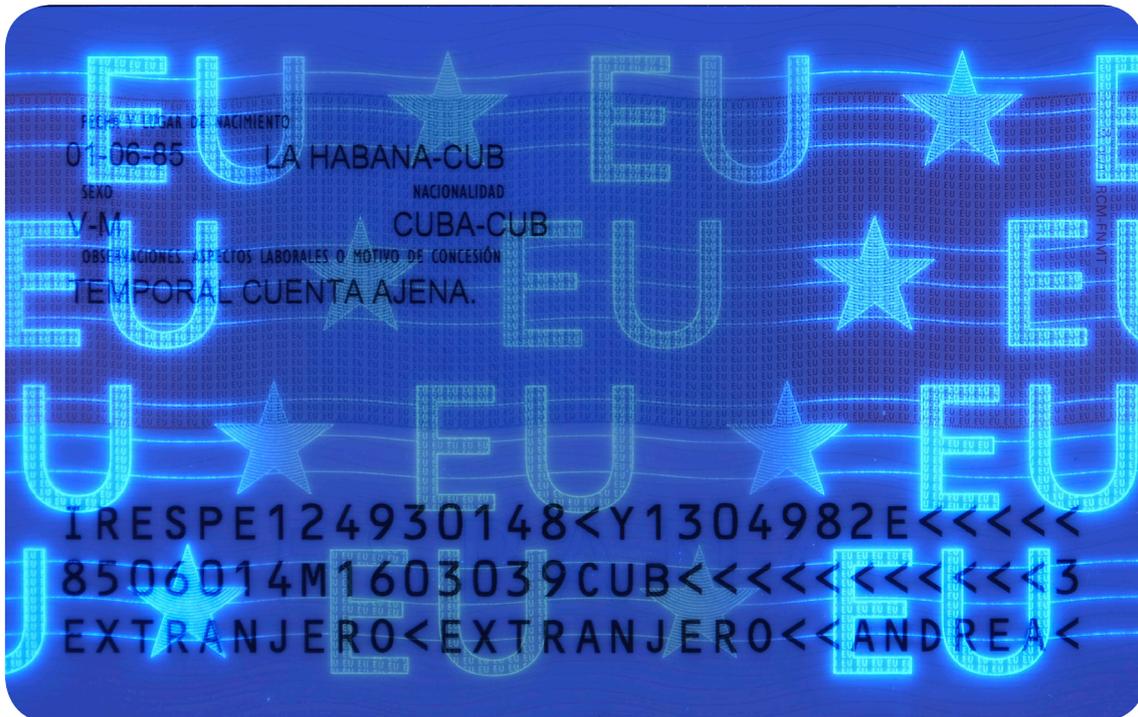
A continuación, de izquierda a derecha, una banda ondulada con texto en negativo que contiene repetido el mensaje “ESP- PERMISO DE RESIDENCIA-EU-RESIDENCE PERMIT-...”, debajo de éste, siete líneas finas en alto relieve y debajo de estas otras dos, también en alto relieve, que interesan el rostro del titular con el mismo texto que el descrito más arriba. En el centro el perímetro de un toro y un motivo tipo cadeneta de doble trazado. Abajo del todo, centrado, vemos el símbolo del documento electrónico, ya descrito en esta misma página. Finalmente, en el cuadrante superior izquierdo resalta el relieve de la leyenda “ESPAÑA”.



En la imagen de al lado se ha destacado, en color, el alojamiento del chip, apreciándose una ligera sombra en la zona correspondiente (Reverso de la tarjeta, cuadrante superior derecho).



Por último, en las imágenes de la siguiente página se puede observar la respuesta de la tarjeta a la iluminación con luz ultravioleta, longitud de 365 nm. Tanto el motivo del anverso como del reverso es el mismo. Se utilizan dos intensidades de tinta diferentes dentro de un registro de tonalidad amarillento azulada, destacando, respecto del modelo anterior, la protección del anverso. En la imagen en detalle de una de las letras se aprecia con nitidez el texto “EU” que componen cada una de las letras.



4.- EL PASAPORTE ORDINARIO

En la Conferencia celebrada en París en octubre de 1920, los países asistentes, entre ellos España, establecen unas normas comunes para la expedición de los pasaportes, entre otras deciden el uso obligatorio de un modelo común que entrará en vigor el 1 de Julio de 1921, la expedición de visados, las medidas de seguridad y el número de 32 páginas para la conformación del librito. No obstante, lo anterior, España, como hicieron otros muchos países, no siguió de forma rigurosa los acuerdos de la Conferencia de París, así por Real Decreto de fecha 2 de Mayo de 1922, introduce una serie de novedades de uso interno.

Se sucederán una serie de decretos en los años 1958 y 1971 que, teniendo presente los acuerdos de la Conferencia de París, regularán la expedición de los pasaportes para españoles (vigencia de 2 años, pasaportes individuales, familiares y colectivos) así como el formato del propio pasaporte (medidas de seguridad, cabeceras impresas en español y francés, tipo de papel y marca al agua). Tiene especial trascendencia el Real Decreto 1329/77 de 23 de septiembre, ya que sigue en vigor y es base de la legislación actual sobre la expedición de pasaportes ordinarios y que posteriormente sería modificado por el Real Decreto 126/1985 de 23 de enero.

4.1 El pasaporte ordinario modelo 1988

El Pasaporte se moderniza por el Real Decreto 1064/1988 de 16 de septiembre, empezando a emitirse ese mismo día. Presenta medidas de 125x88mm y mantiene las 32 páginas.

En cuanto a las medidas de seguridad de este documento destacamos las siguientes:

- **Portada.** Material sintético en color burdeos con estampación en caliente de los textos y del escudo nacional (ambos en dorado). Reacciona al UV con la aparición repetida en diagonal de la letra "E" en tono amarillo. Troquelado mecánico hasta la página 32.
- **Guarda de la Portada.** Fondos offset y sobre estos, calcografía en textos, escudo y marco.



- **Página con datos biográficos.** Ocupa la guarda de la contraportada, foto pegada y datos protegidos mediante laminado plástico cosido al cuadernillo y pegado en caliente, cenefa de color verde sobre la zona derecha de la fotografía del titular. Personalización mediante impresora matricial.

- **Otras medidas.** Marcas al agua y respuesta UV (leyenda España) en todas las páginas, cosido central con respuesta en color rojo al UV.

4.2 El pasaporte ordinario modelo 2003

Regulado por Real Decreto 896/2003 de 11 de Julio, básicamente es el mismo documento que el pasaporte expedido a partir del año 2006 -que veremos a continuación- con la salvedad que carece de chip electrónico. Empezó a expedirse el 24 de Julio de 2003 y presenta las mismas medidas de seguridad que su sucesor. Las unidades expedidas por una validez de 10 años (mayores de 30 años) ya no están en vigor, pues las últimas unidades se expidieron el 27 de agosto de 2006.



4.3 El pasaporte ordinario electrónico modelos 2006 y 2009

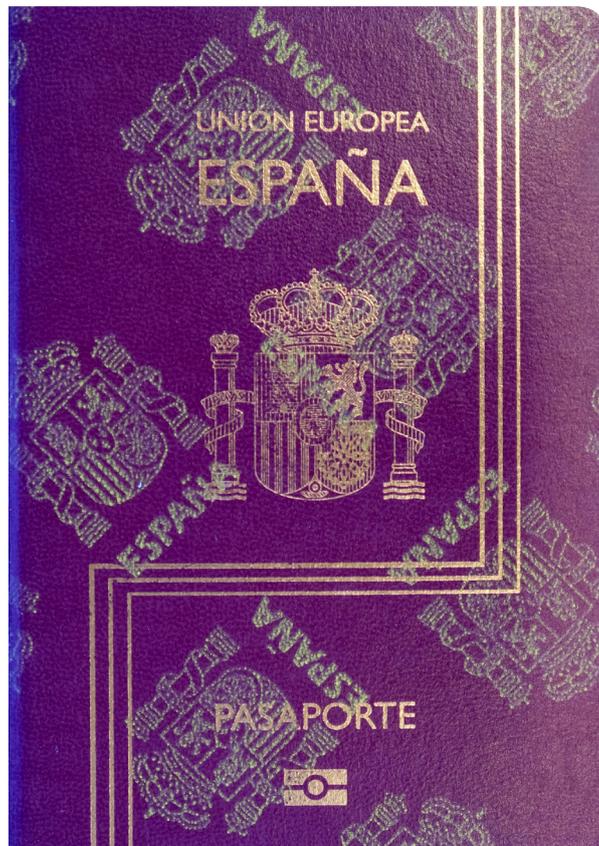
El modelo de pasaporte ordinario español electrónico o biométrico, ya que incluye (en la contraportada) un chip RFID²² que permite la lectura de los datos contenidos en el mismo a distancia, sin necesidad de entrar en contacto directo con un lector, inicia su emisión el 14 de agosto de 2006 y a partir del día 28 de agosto del mismo año sólo se expide este tipo de pasaporte-e, cuyo chip contenía originalmente los datos personales y, como dato biométrico, la imagen del rostro del titular.

Destaca, desde el 28 de junio de 2009, la ampliación incorporada a la información del chip de las imágenes de las impresiones dactilares de los dedos índices de ambas manos -o las que en su defecto correspondan-, también se recreó el material de la portada y la contraportada para darle mayor solidez y consistencia al libro, ya que este modelo tenía cierta tendencia a que las páginas en papel se descosieran de la portada y la contraportada, circunstancia que lo invalidaba para su uso y obligaba al titular a una nueva renovación. Por lo demás, el documento es el mismo.

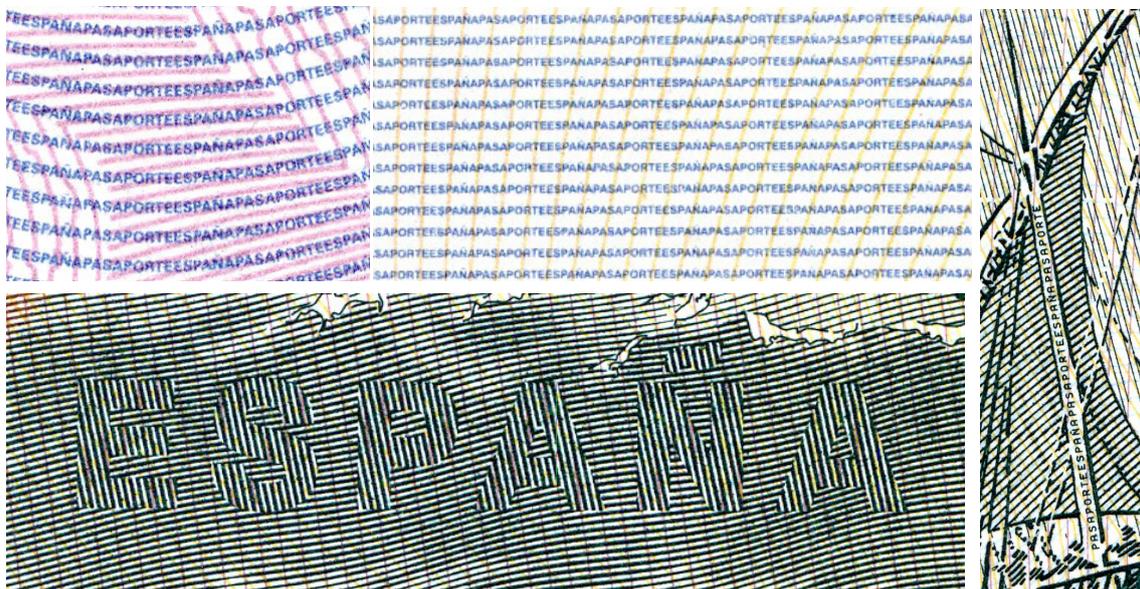
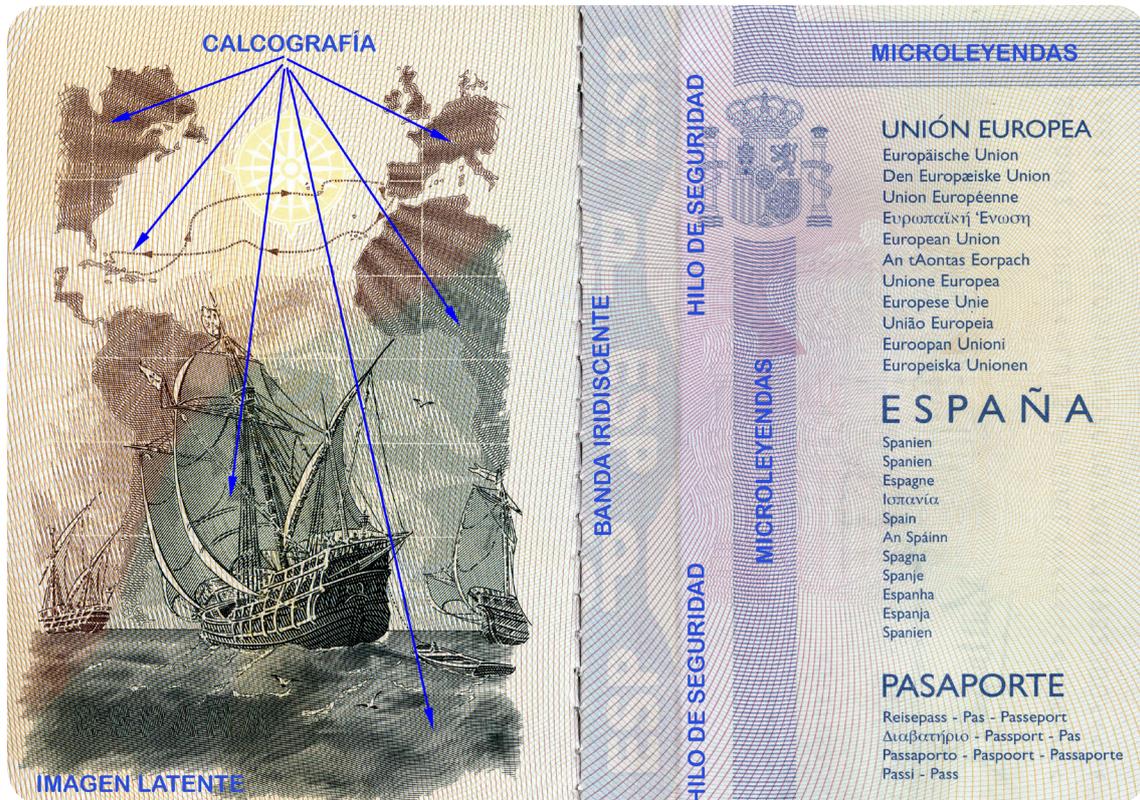
Anotamos la legislación europea a la que se encuentra sometida la expedición del pasaporte electrónico español: Reglamento (CE) n.º 2252/2004 del Consejo, de 13 de diciembre de 2004, sobre normas para las medidas de seguridad y datos biométricos en los pasaportes y documentos de viaje expedidos por los Estados Miembros (Diario Oficial de la Unión Europea n.º 385, de 29 de diciembre), modificado por el Reglamento (CE) n.º 444/2009, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 28 de mayo de 2009.

Las principales medidas de seguridad, se describen seguidamente.

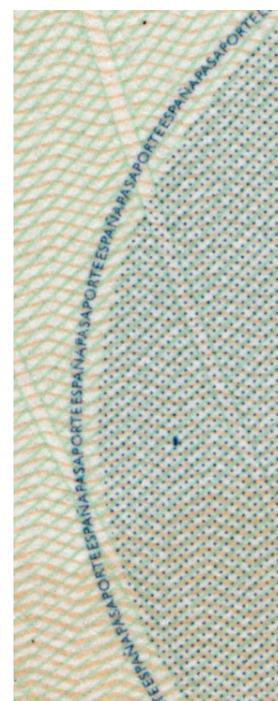
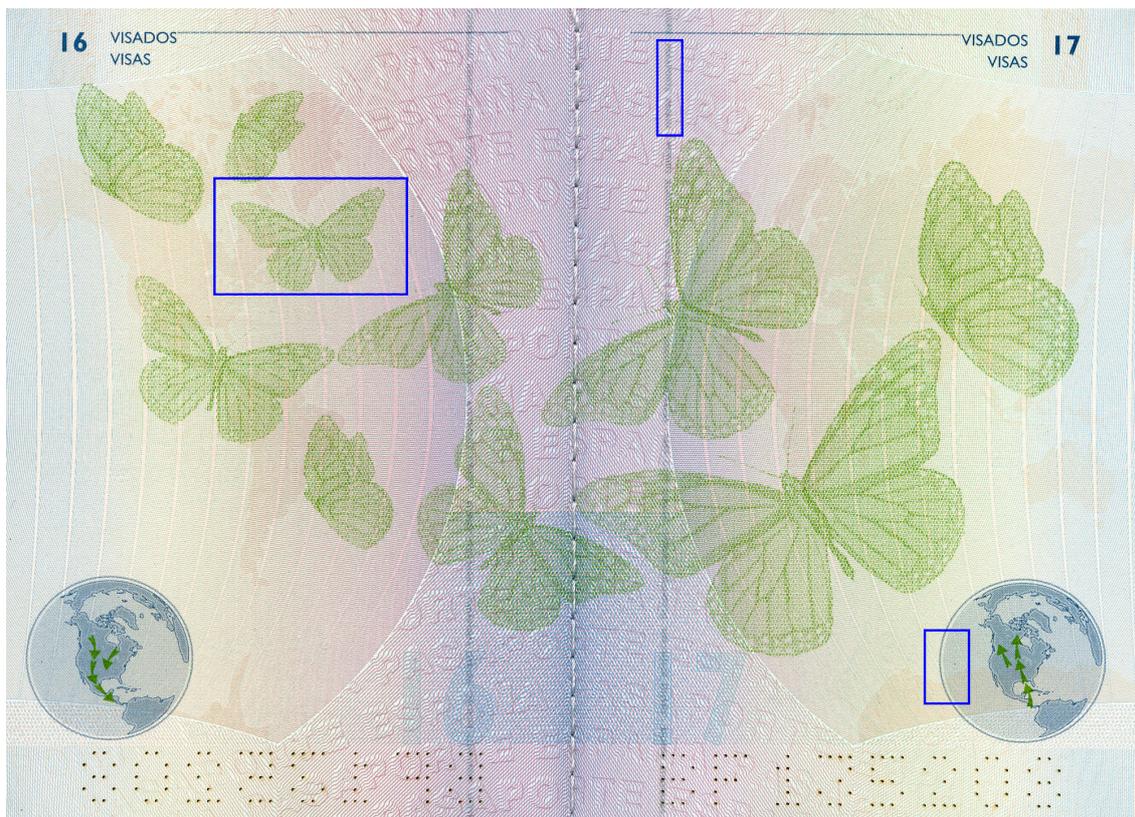
²² RFID: siglas de Radio Frequency IDentification, en español Identificación por Radiofrecuencia, es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remoto mediante el uso de ondas de radio. En la actualidad todos los países de la Unión Europea más Suiza, Islandia y Noruega, utilizan RFID en sus pasaportes a partir del 26 de octubre de 2006. Desde los inicios del uso de chips RFID se ha suscitado una gran polémica sobre la seguridad del sistema, ya que existen sistemas fraudulentos bastante eficaces para la clonación de los datos contenidos en el chip.



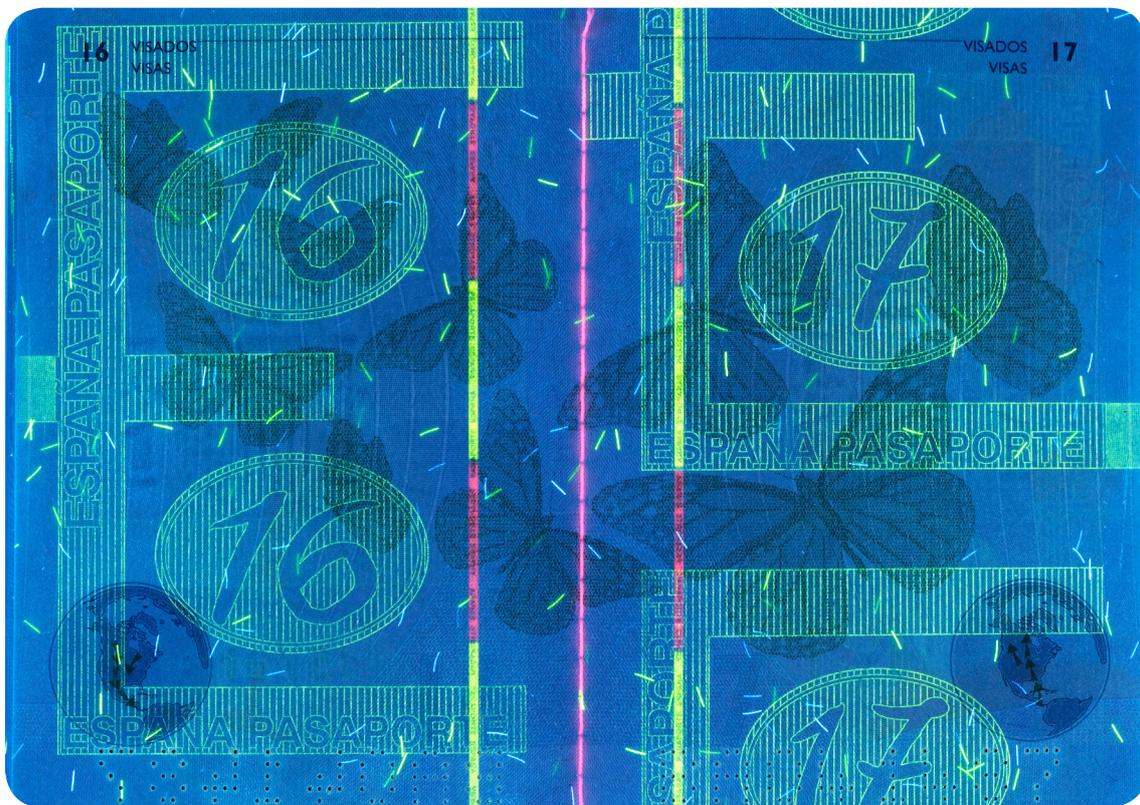
Portada del primer Pasaporte electrónico de España, con luz natural a la izquierda y bajo la radiación de la luz ultravioleta a la derecha UV. Véase en la base el símbolo de documento electrónico.



Arriba: conjunto de la guarda de la portada y página 1, se han marcado las principales medidas de seguridad, sobresaliendo, en la guarda, el tratamiento mediante tintas calcográficas en tonos verde y marrón, sobre la impresión en offset seco del fondo. Detalles: microtextos o microleyendas de la página 1; microleyenda calcográfica, "PASAPORTE ESPAÑA", en el mástil de popa de la nave; imagen latente con la leyenda "ESPAÑA" en calcografía, en la guarda.



Páginas centrales y detalles de los fondos de seguridad, algunos de ellos configurados a base de microtextos con la leyenda "PASAPORTE ESPAÑA", como se lee en la mariposa y en la línea de texto que circunvala el globo terráqueo. También se detalla una parte del hilo de seguridad -la posición original es vertical-.



Respuesta a la iluminación UV de la guarda de la portada y de la pág. 1 (arriba) y de las páginas centrales 16 y 17 (abajo). Destaca el hilo de seguridad con respuesta bicolor que se corresponde con los colores de la bandera de España y el hilo de cosido central de color rojo, fibrillas luminiscentes en tonalidades verde, azul y amarillo.

Falsedad documental para especialistas en Documentoscopia



Arriba, página de datos biográficos protegida con lámina plástica que aporta un kinegrama con diversos efectos atendiendo al ángulo de iluminación y visualización (ver dos detalles de los múltiples que se pueden conseguir).
Abajo, respuesta a la iluminación con luz UV a 365 nm.



Arriba: numeración del pasaporte mediante tipografía y debajo de esta, por láser.
 A la izquierda detalle del perforado láser y a la derecha arriba, el impacto de la tipografía provoca un nítido relieve en la página 4, a la derecha abajo, el aspecto de la tipografía en la página 3.
 Abajo: contraportada, detalle de las imágenes latente de las leyendas “ESP” a izquierda, en calcografía de tonalidad verde y a la derecha en calcografía de tonalidad marrón.





Páginas 29 y 30, medidas de seguridad que se verifican por transparencia, a la izquierda, en vertical, el hilo de seguridad y un detalle del mismo, en el centro la marca multicolor de escudo constitucional, debajo las marcas al agua monotónicas que indican los números de página "29 / 30".

4.4 El pasaporte ordinario electrónico modelo 2015

La última actualización del pasaporte ordinario electrónico español tuvo lugar el 2 de enero de 2015, día en el que, continuando con la misma legislación emanante del Consejo de Europa, formato y demás garantías de emisión y administración, se empezó a expedir un renovado documento, cuyas novedades se centran en:

- Desaparecen de la portada las tres líneas, quedando el resto de los mensajes y buscando una mayor uniformidad y armonía con el resto de los documentos de la misma clase de los países que conforman la Unión Europea.
- Cambio de diseño de los elementos decorativos en ambas guardas y en las páginas que configuran las 32 páginas del librito, destacan las destinadas a las visas -7 a 31- cuyos fondos son adornados con diferentes motivos relacionados con los medios de transporte y la aportación española a los mismos.
- La aparición, en el centro de la página 1, de la leyenda “ESPAÑA” en tinta OVI de tono azulado.
- La página 2, contenedora de los datos biográficos, se protege con un nuevo overlay plástico, con un completo y aún más complejo conjunto de kinogramas, del que destaca el escudo constitucional en 3D, a la derecha de la foto del titular.
- La página 3, en la que aparece un texto en negativo con la leyenda “ESP”, enmarcado en una cinta ondulada. Ésta, responde a las mismas características de la tinta OVI de la página uno. Debajo se encuentra una imagen fantasma o imagen secundaria del rostro del titular, realizado mediante microtextos que se corresponden con los datos biográficos contenidos en las dos líneas OCR.
- Nuevas marcas al agua:
 - Páginas 1-2 y 3-4 escudo constitucional;
 - Páginas 5-6, 11-12, 17-18, 23-24, 29-30 y 31-32, comparten la leyenda “España” repetida y en dos tonos, los números de página monotonaes y una tira o motivo Tactocel²³.
 - El resto de las páginas incorporan una marca de agua multitonal con el busto de la diosa “Libertas” y los números de página monotonaes.
- Nuevos diseños de los fondos con tintas ultravioleta, hilo de seguridad con nueva distribución de los colores de la bandera de España, hilo de cosido central bitonal -rojo y amarillo-.

²³ Tactocel: medida de seguridad patentada por la FNMT y descrita en el capítulo 8.

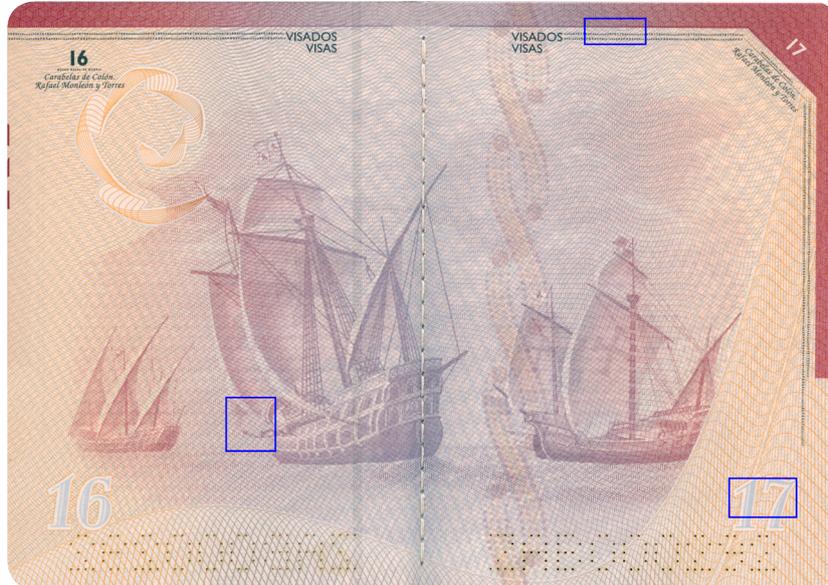


Como puede apreciarse en las imágenes de aquí arriba, las modificaciones con los modelos 2006-2009, respecto de la portada del pasaporte, son mínimas y de tipo “estético”, al haber desaparecido las líneas que adornaban los modelos anteriores. Se trata de unificar totalmente el formato respecto del resto de los países que conforman la Unión Europea. Por otro lado, la respuesta a la iluminación ultravioleta, a la derecha, es la misma que en los modelos 2006-2009.

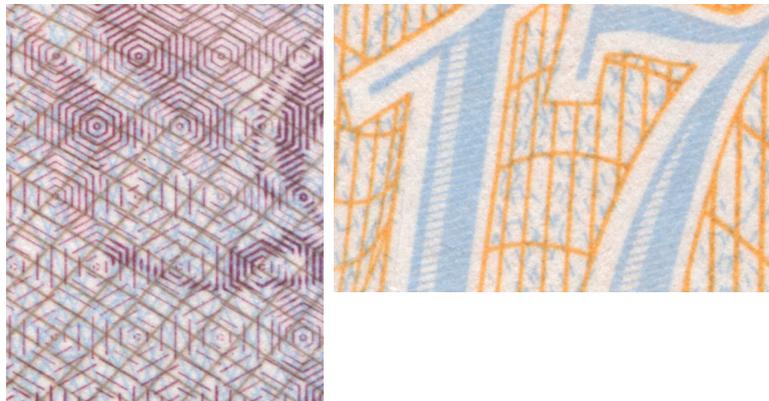


En la primera imagen se reproduce la guarda de la portada y la página 1. El diseño respecto de los modelos anteriores es absolutamente diferente. Éste nuevo modelo es más institucional, destacando el escudo constitucional, en calcografía en tonos marrones y azulados. El resto de los textos y la imagen latente al pie del documento, “ESP”, enmascarada en un motivo de líneas de mayor volumen (Véase detalle), también se plasman mediante calcografía, sobre un fondo de seguridad offset de líneas finas entrelazadas con predominio de los colores de la bandera de España.

La página número 1 aporta como novedad la utilización, por primera vez en pasaporte español, de tintas OVI, en concreto la leyenda “ESPAÑA” obrante en el centro de la página, en tonalidad azul oscura o brillante (en la ampliación). Resulta evidente que la continuidad del motivo de líneas offset que proviene de la guarda, en la página 1 pierde intensidad, mostrándose con un tono más apagado, menos contrastado, sobre todo en la zona de continuidad con la guarda.



Páginas centrales. El diseño de las páginas es absolutamente nuevo. Los motivos que adornan las páginas de las visas se refieren a medios de transporte, en este caso las carabelas de Cristóbal Colón. La cadeneta vertical de la página 17 es el Tactocel.



Detalles de la imagen anterior. Arriba a la izquierda, se corresponde con el marcado en la página 16, en la parte de la proa de la nave, destaca, sobre un fondo de líneas marrones y azules, un motivo repetido que completa un hexágono realizado a base de segmentos de tonalidad granate. Arriba a la derecha, detalle de la numeración de la página 17 situada en el cuadrante inferior derecho, tonalidad azul pastel de líneas extraordinariamente finas y cercanas, llevando a la tecnología offset a sus límites. En el centro, detalle de la parte superior central de la página 17 con microtextos en negativo, tonalidad granate, y positivos con sucesivo crecimiento y decrecimiento de los tipos, en verde.

Si el trabajo de diseñadores e impresores ya resulta llamativo en los fondos y motivos visibles offset, en los ultravioletas demuestran su virtuosismo, con un resultado, tanto estético -por la mezcla de tonalidades, la luminosidad, el impacto visual- como desde el punto de vista de la seguridad -la complejidad del diseño, la mezcla de tintas, las diferentes intensidades de las tonalidades-, de difícil o tal vez imposible reproducción fraudulenta.



Páginas centrales bajo el efecto de la radiación uv a 365 nm.
En las ampliaciones se observa la variedad de tonalidades y diversos efectos.
En el detalle de la página siguiente, destaca la respuesta del hilo de seguridad,
a la izquierda y la del cosido central, a la derecha y las diferentes gradaciones
de la fluorescencia de las tintas azules.



En la página anterior imagen principal con la hoja biográfica (página n.º 2) y la pág. n.º 3, que recoge una imagen secundaria del rostro del titular. A la derecha dos visiones de la tinta OVI, una ampliación de parte de la imagen secundaria, formada por letras y números de los que componen las dos filas OCR y detalle del perforado láser del número de pasaporte.

Más abajo dos imágenes de parte del plástico de seguridad con los kinegramas implementados en el mismo. Destaca el escudo constitucional en 3D y un variado conjunto de efectos visuales a lo largo y ancho de la página, los cuales requieren de tiempo y dedicación para poder expresar todas sus amplísimas posibilidades.



5.- EL PERMISO DE CONDUCCIÓN

Su expedición comenzó el 2 de noviembre de 2004 en Asturias y Córdoba, progresivamente se implantó en todo el territorio nacional. El formato es el ya tradicional ID-1 (86x54mm).

El documento, físicamente, es un “composite” formado por núcleo de policarbonato con al menos una capa de poliéster que es la designada para acoger la fotografía en color del titular, que se integra mediante técnica de impresión por sublimación, técnica que también se utiliza para la inclusión de los datos biográficos y firma del anverso.

En el reverso los datos variables, los permisos, se graban con láser destructivo en la capa exterior, por lo que se nota cierto relieve al pasar la yema del dedo.

El resto de las impresiones, campos con textos fijos, se imprimen en offset. En el cuadrante superior derecho del anverso hay una imagen codificada con la leyenda “DGT”, que requiere, para su visualización, de lente decodificadora.

El conjunto del anverso se protege con una lámina holográfica con diferentes mensajes, también presenta respuesta a la iluminación UV en anverso y reverso, como se aprecia en las imágenes adjuntas.

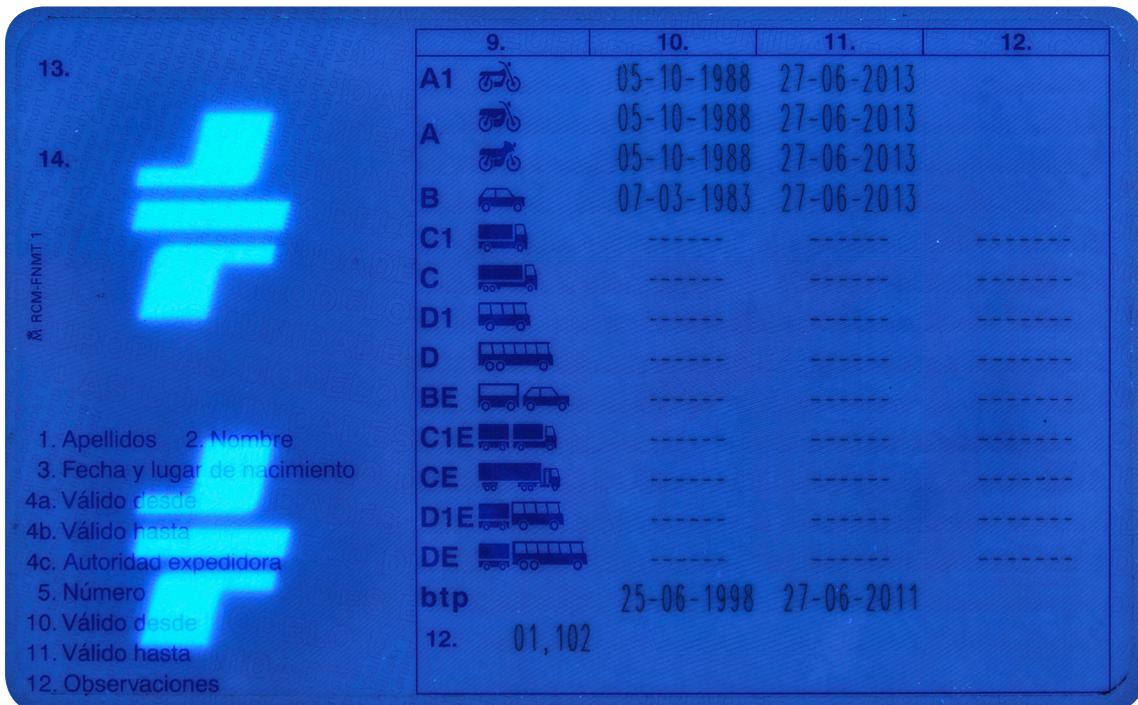
La expedición es competencia de la Dirección General de Tráfico y se encarga de su fabricación la FNMT²⁴.

Hay que recordar que el permiso de conducción es un documento que certifica la autorización administrativa para conducir los vehículos recogidos en la tarjeta, pero no debe entenderse esta habilitación como para considerar esta tarjeta un documento válido para la identificación de un individuo, ya que esta potestad documental queda reservada para el DNIe y el pasaporte, en el caso de los nacionales y los permisos de residencia, para los extranjeros.

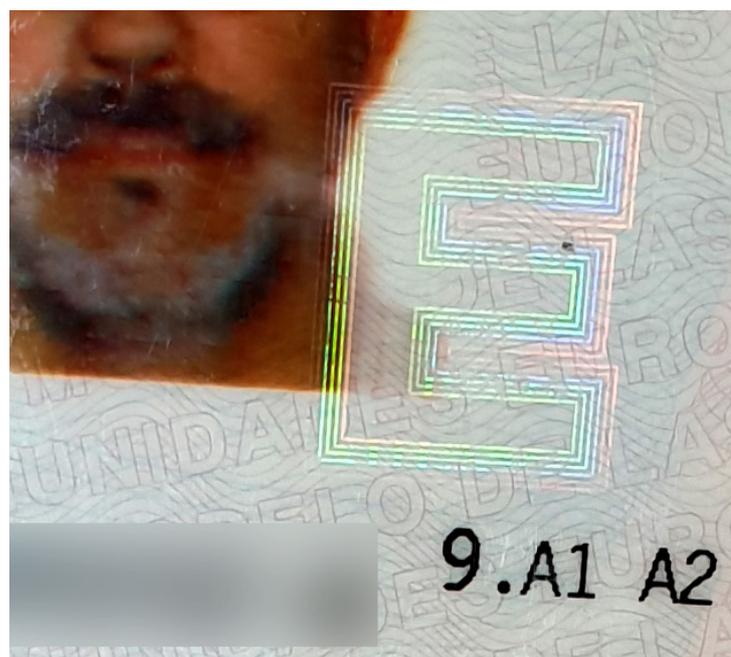


²⁴ Sobre el Reglamento General de Conductores http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/normativa-legislacion/reglamento-traffic/2016/RD-818_2009.-Rgto-Gral-de-Conductores-actualizado-a-RD_1055_2015-vigente-31-12-2015.pdf

En la página anterior el anverso y reverso del permiso de conducción español visto con luz natural y abajo ampliación del permiso "B" en el reverso, tratado con infrarrojos para resaltar el relieve que se consigue al grabar con láser la capa externa. En esta página la visualización a la luz ultravioleta.



Dos detalles de los motivos que configuran el kinegrama que se encuentra adherido al interior de la lámina plástica de protección del anverso. Dependerá de la inclinación del documento y de la iluminación para obtener diferentes respuestas, incluso, en la misma zona.



MEDIDAS DE SEGURIDAD EN PAPEL MONEDA

1.- INTRODUCCIÓN

Los primitivos sistemas de trueque en los que se basaban las antiguas transacciones comerciales evolucionaron hacia el uso de los metales preciosos, oro y plata, siendo utilizados por primera vez en Mesopotamia allá por el 3000 a. JC.

Aquellos geniales sumerios y babilonios, pobladores primigenios de la “Tierra entre ríos”, que inventaron la rueda, la escritura cuneiforme y junto con ella la poesía y la novela (La epopeya de Gilgamesh), las primeras ciudades estado, el primer código legislativo (Hammurabi), el arado y la irrigación artificial, el bote a vela y la cerveza, también fueron los primeros impulsores a gran escala del comercio y rápidamente llegaron al convencimiento de que era más cómodo unificar todos los negocios bajo un valor común que sirviera para medir el precio de las cosas. Así empezaron a utilizar lingotes de oro y plata en los que los reyes estampaban un sello que certificaba su peso y ley¹, dando lugar al concepto de moneda.

Las primeras monedas metálicas tal y como las conocemos hoy, probablemente fueron acuñadas en el reino de Lidia -al oeste de la península de Anatolia- que, en el siglo VII a. JC., era un importante emporio comercial que servía de puente entre los reinos de Asia y las prosperas ciudades costeras griegas. La moneda acuñada se conocería con el nombre de electro, una aleación de oro y plata, de forma cilíndrica y en el que se grababa el símbolo del rey, en ocasiones este era una cabeza de león rugiente, como en la que vemos aquí y que data entre el 610 y el 560 a. JC.

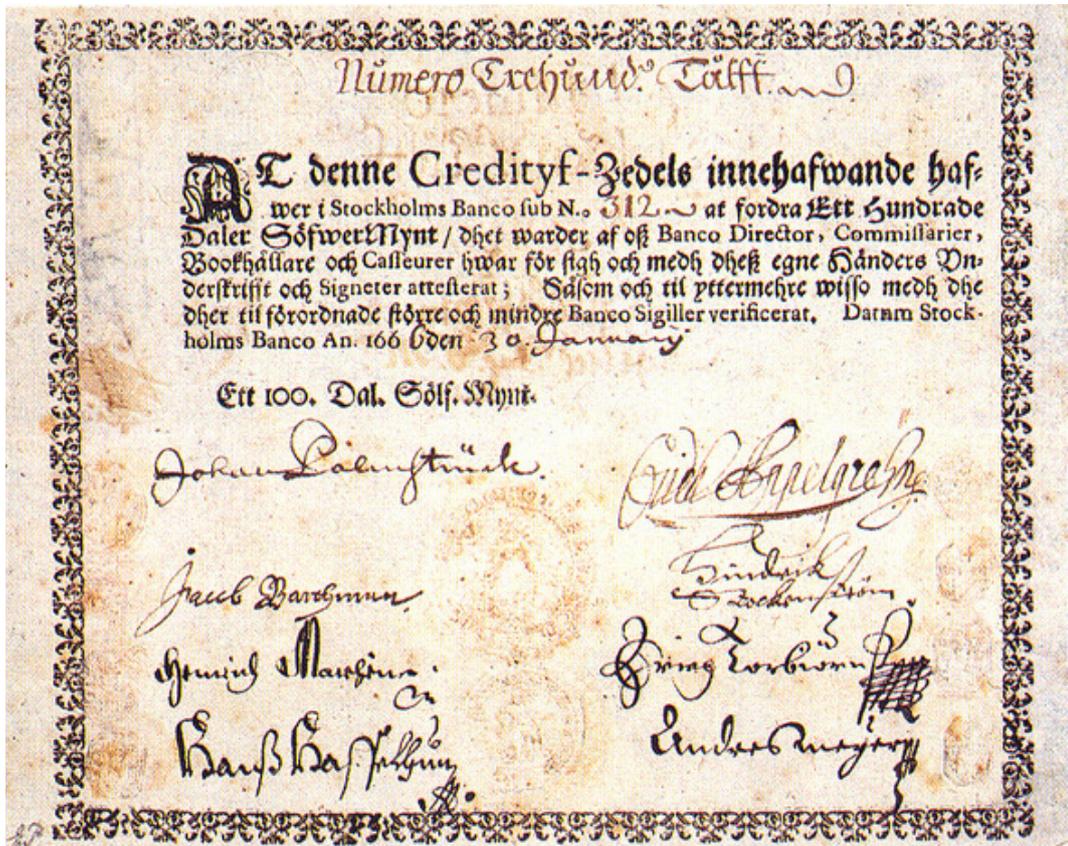


Avanzando en el tiempo recogemos los primeros testimonios del uso de la moneda en formato papel en la China del S. VII durante la dinastía Tang. China se adelantará casi mil años a Europa en la emisión de papel moneda, siendo en el S. XVI cuando en Occidente se empiezan a emitir pagarés por parte de los bancos para respaldar los depósitos monetarios efectuados por los clientes.

El primer país en emitir billetes en Europa fue Suecia. Johan Palmstruch, comerciante de origen holandés fue nombrado gerente general del recién fundado Banco de Esto-

¹ La ley es la una unidad de medida que define la pureza de los metales preciosos, describiendo la cantidad de oro o plata finos en las ligas de barras, alhajas y monedas de oro y plata. La pureza del oro se mide en quilates -24 quilates es oro puro- y la de la plata en dineros -12 dineros es plata pura-.

colmo (1657). En 1661 inicia la emisión de billetes canjeables por las monedas de oro y plata que los clientes tenían depositados en el banco, sin embargo, una mala política de préstamos y una incontrolada emisión de billetes sin un respaldo real, llevó al banco a la bancarrota en 1668 y a Johan a la cárcel. Abajo uno de estos primeros billetes suecos.



1.1 La moneda en España

La moneda más antigua encontrada en España es un Hecte acuñado en Focea (Turquia) alrededor del siglo VI a. JC. No obstante, las colonias griegas de Ampurias y Rosas emitían su propia moneda en el S. V a. JC. bajo el nombre genérico utilizado por los griegos para definir a su moneda, el dracma.



A la izquierda el Hecte de Focea y a la derecha un dracma acuñado en Ampurias alrededor del S. II a. JC.
Cortesía de www.cngcoins.com

Las invasiones germánicas en la península, que se inician con Ataulfo en el 415, y el asentamiento de los reyes godos dio lugar, en tiempos del rey Leovigildo, a la acuñación de las primeras monedas por parte de estos nuevos ocupantes, a quienes sucedieron los árabes del califato omeya en el año 711, quienes trajeron su superior cultura y sus propias monedas, el dinar de oro y el dírham de plata ².

² Los dírham de plata adquirieron la forma cuadrada tras la invasión almohade en 1145. Los almohades o “unificados”, eran musulmanes de origen marroquí bereber que se hicieron con el poder en el sur de la península, seguidores de una interpretación rigurosa del Corán, desplazaron a los anteriores gobernantes, los almorávides. Su derrota ante las tropas cristianas en la batalla de Navas de Tolosa en 1212 marca el inicio del declive del Islam en la península.



Dinar de oro omeya, 4 grms., del año 715 o 717 acuñado en El Andalus con texto en latín y árabe. Cortesía de www.cngcoins.com



Dirham almohade de plata, alrededor del 1200. La inscripción árabe dice: "Ala es nuestro Dios, Mohamed es nuestro Profeta, nos guía hacia el buen camino"

Será Alfonso VI el primer rey castellano que acuñó moneda propia tras la reconquista de Toledo en el 1085. Tiempo después aparecerá la moneda más longeva de la historia de España, el maravedí (*moneda almorávide*), cuyas primeras acuñaciones son de oro -2 gramos- y se llevan a cabo durante el reinado de Alfonso VIII en el 1172. El maravedí se utiliza en un principio para el comercio con los musulmanes en tierras de Castilla y poco a poco fue extendiendo su campo de acción. Alfonso X el Sabio (1221-1284) lo convirtió en plata y abolió el maravedí de oro sustituyéndolo por la dobla de oro³.

Muchos avatares sufrió el maravedí, que desapareció a mediados del Siglo XIV para reaparecer a finales del mismo siglo, siendo acuñado en plata y en cobre, conocido en tiempos de los Reyes Católicos, compartiendo destino con otras monedas como el Real de Plata, el Real de vellón, el Escudo de oro, los ducados, los excelentes, las blancas, los doblones, para, finalmente, terminar su dilatada vida conjuntamente con el reinado de Isabel II, de manera que la Revolución Liberal de 1868 consiguió que, tanto el maravedí como las otras 83 monedas de curso legal que operaban en España y que hacían del sistema económico español un verdadero caos, fueran sustituidas por la peseta⁴.



Maravedí de oro de Alfonso VIII



4 maravedíes de cobre de la época de los Reyes Católicos

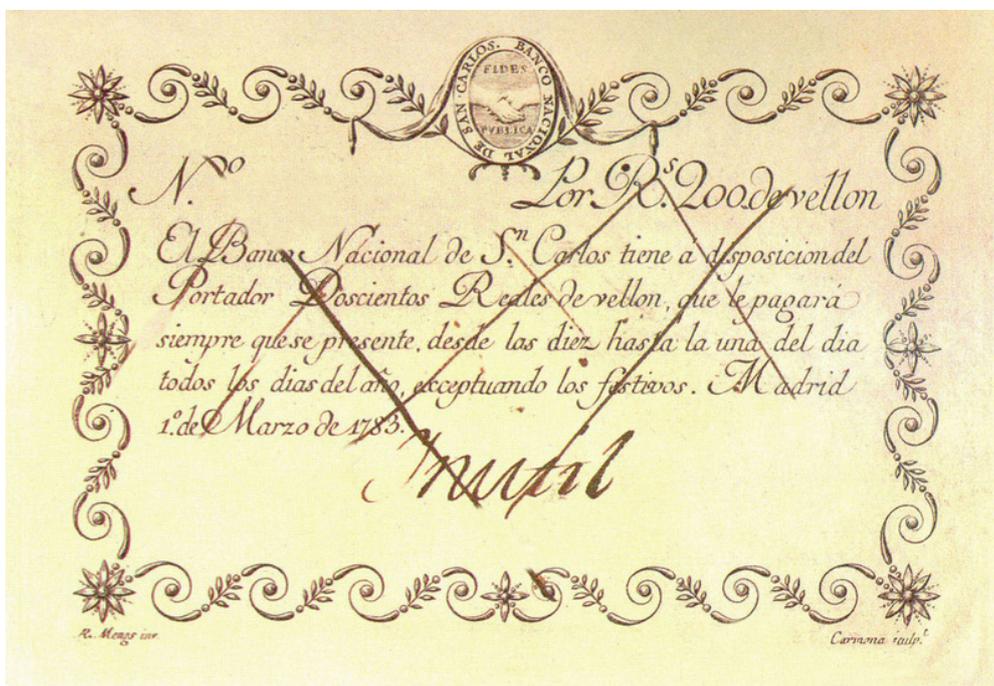
³ Esta modificación, que dio lugar a la dobla de oro, se realizó en tiempos de Alfonso X con la finalidad de ajustar el patrón de pesos en Castilla al denominado Marco de Colonia, que era el utilizado en ese momento en Europa y equivalía a 3,80 gramos. Con esta innovación se abandonó definitivamente el antiguo sistema romano.

⁴ Páginas 15 a 34, "El caos previo a la peseta" del libro de Miguel Martorell "Historia de la peseta". Edit. Planeta 2002.

Una vez conseguido el triunfo de *La Gloriosa* durante la revolución de septiembre de 1868, el gobierno provisional decide adoptar un nuevo sistema monetario unificado y el 19 de octubre de ese año, se elige a la peseta como moneda única en España. Desde ese momento hasta el advenimiento del euro el 31 de diciembre de 2001, pasarían ciento treinta tres años de historia. Las primeras monedas de 1 peseta de plata verían la luz en el año 1869 y llevarían la leyenda “GOBIERNO PROVISIONAL”, en la siguiente tirada del mismo año, ya se podía leer la leyenda “ESPAÑA”.



Respecto al papel moneda, los primeros billetes fueron impresos por el Banco Nacional de San Carlos⁵ en 1783 y se llamaban cédulas, garantizando el banco emisor el inmediato reembolso en metálico de la cantidad recogida en el documento, en reales de vellón, al portador del mismo (En la imagen uno de aquellos primeros ejemplares).



⁵ El Banco de San Carlos, fundado en 1782 por Carlos III con fondos e instituciones particulares, se convertiría de hecho en el Banco Español de San Fernando el 9 de julio de 1829, que a su vez se fusionaría con el Banco de Isabel II el 25 de febrero de 1847 y pasaría a llamarse Banco de España en 1856. El 19 de marzo de 1874 el gobierno, obligado por serios problemas financieros, decretó la fusión de todos los bancos emisores provinciales -unos 20- con el Banco de España, que pasaría a ser el único Banco emisor de papel moneda. Los bancos provinciales pudieron optar por la absorción en condiciones económicas ventajosas o por continuar sus actividades comerciales, pero sin emitir billetes.

Si bien la peseta se empezó a acuñar como moneda metálica en 1869, hubo que esperar un poco más para la aparición de los primeros billetes, en concreto al 1 de julio de 1874, día en el que El Banco de España⁶ emitió las primeras series con valores de 25, 50, 100, 500 y 1000 pesetas (En la imagen una reproducción de un billete de 1000 pesetas de 1 de julio de 1874).



El Banco de España no siempre pudo, o casi mejor podríamos decir que casi nunca pudo, ofrecer unos niveles de calidad aceptables que permitieran la seguridad de cara a impedir la falsificación de los billetes, ni tan siquiera proveer de las cantidades demandadas por una pujante economía española.

Las falsificaciones en el S. XIX eran constantes y las medidas para evitarlas en ocasiones eran pueriles, tales como realizar la numeración a mano, insertar la rúbrica de los administradores de los bancos o el recorte, también a mano, de cada billete de su matriz para contrastar con las líneas de corte. La impresión se realizaba mediante tipografía y litografía a un solo color. Si resultaba más eficaz una medida de seguridad que se ha mantenido en el tiempo, la marca al agua, que a partir del 1 de julio de 1884 aparecía en todos los billetes dentro de una reserva en forma circular, como puede verse en el billete de 500 pesetas de esa misma fecha.



⁶ El Banco de España estuvo emitiendo billetes en escudos hasta que le fue concedido el monopolio para la emisión de billetes en marzo de 1874. Era costumbre en la época que cada Banco emitiera sus billetes, poco a poco en todo el mundo los gobiernos crearon un único Banco Nacional emisor de la moneda de cada país.

Esta ausencia evidente de garantías ante la falsificación provocó que El Banco de San Fernando contratara a empresas extranjeras con recursos técnicos más avanzados, así lo hizo en 1850 y, ya bajo la denominación de Banco de España, en 1866, a la empresa inglesa J.H. Saunders de Londres⁷. Si bien los talleres del Banco de España emitieron billetes entre 1866 y 1906 y por lo tanto iniciaron la impresión de los primeros billetes en pesetas a partir de 1874, recurrieron de nuevo a la sociedad inglesa en 1875. Las emisiones de pesetas de 1876 y 1884 se confiaron a la empresa American Bank Note de Nueva York. A partir de 1906 la emisión de billetes fue encomendada a la empresa británica Bradbury, Wilkinson & Co. quien la llevó a cabo hasta el inicio de la guerra civil. También recibió contratos la firma británica Thomas de la Rue & Co. Ltd⁸.

Tras la Guerra Civil el Ministerio de Hacienda obligó al Banco de España a que la fabricación del papel moneda español la asumiera la FNMT⁹ con prioridad sobre cualquier otra empresa, de manera que la FNMT inició la impresión de billetes el 21 de octubre de 1940. No obstante, los primeros billetes fabricados inmediatamente después de finalizar la contienda fratricida fueron impresos por la empresa alemana Giesecke y Devrient (5 pesetas), la italiana Calcografía e Cartevalori (25, 50, 100, 500 y 1000 pesetas) y las españolas Gráficas Reunidas (1 peseta) y Rieusset (1 peseta).

El principal problema que se planteaba terminada la Guerra Civil era la falta de materia prima, el papel, y la inversión en tecnología que todo el proceso requería, para solventar estos problemas se dieron competencias plenas a la FNMT en 1941¹⁰. Se decidió crear una fábrica propia de papel en Burgos para no depender del abastecimiento exterior, el proyecto se inició en 1944 pero debido a los problemas económicos que arrasaba el país no pudo materializarse hasta el 14 de octubre de 1953, fecha en la que se produjo la primera hoja con marca al agua española destinada a las imprentas de la FNMT en Madrid. Este papel llevaba la marca al agua de una mujer en el billete de 100 pesetas dedicado a Julio Romero de Torres¹¹, cuya primera serie lleva impresa fecha de 7 de abril de 1953 (Ver billete y el detalle de la marca al agua con figura de mujer).



⁷ Esta empresa tenía tecnología que les permitía incorporar a los billetes tintas de hasta tres colores y simultanear los tres procedimientos de impresión de la época: calcografía, litografía y tipografía.

⁸ En concreto las series del billete de 50 pesetas emitidas durante 1935 por problemas técnicos de Bradbury.

⁹ La Fábrica Nacional de Moneda y Timbre nace en 1893 de la fusión de La Casa de la Moneda y La Fábrica del Timbre, que ofrecían sus servicios y productos desde principios de los S. XVII y XVIII respectivamente.

¹⁰ Por Real Decreto de fecha 24 de junio de 1941, el Gobierno ordena que sea la FNMT quien fabrique el papel moneda español y que se le dote de los recursos técnicos necesarios para tal labor.

¹¹ “La Fábrica de Papel de Burgos, 50 años garantizando autenticidad”, FNMT, Madrid 2003, pág. 30.

Tradicionalmente el valor de los billetes era de 25, 50, 100, 500 y 1000 pesetas, aunque también hubo una emisión de 200 y otra de 250 pesetas. Durante la Guerra Civil e inmediatamente después de acabar se imprimió lo que se denominaba moneda divisoria, por tener un valor inferior a las 25 pesetas, así se imprimieron billetes por valor de 0,5, 1, 2, 5 y 10 pesetas. Con el paso del tiempo se hicieron necesarios otros valores mayores, naciendo el billete de 5000 pesetas en 1976, el de 2000 pesetas en 1980 y finalmente el de 10.000 pesetas en 1985.

Estas últimas series son billetes modernos que presentan casi todas las medidas de seguridad que podemos ver en el euro, tales como la impresión de fondos de seguridad en offset seco, calcografía en varios colores, numeración tipográfica, hilo de seguridad, tintas y fibrillas reactivas a la iluminación ultravioleta y a la infrarroja, motivo de coincidencia, imagen latente, leyenda codificada, impresión en iris, marca al agua, marcas especiales para ciegos y microtextos. La última serie fue impresa el 21 de noviembre de 2000. Estos billetes estarían en circulación hasta la llegada del euro el 1 de enero del 2002.



Ultima emisión de un billete con valor nominal en pesetas. 10.000 pesetas. 12-10-1992.

2.- EL EURO

El Euro - € - es la moneda única europea que, mediante un proceso de transición, sustituyó a todas las monedas nacionales de los países participantes en la Unión Monetaria Europea (U.M.E.).

2.1 El calendario del Euro

El 8 de octubre de 1970, el primer ministro de Luxemburgo, Pierre Werner, presenta al Consejo y a la Comisión un informe que recoge los pasos a seguir en el camino hacia la Unión Económica y Monetaria. El Plan Werner, aprobado en 1971 propone una unión en tres fases: convertibilidad irreversible de las monedas comunitarias, centralización de la política monetaria y crediticia, y puesta en circulación de una moneda común.

En marzo de 1979 entra en funcionamiento el Sistema Monetario Europeo (SME), cuyo objetivo principal era facilitar la cooperación financiera y la estabilidad monetaria en la Unión Europea. El SME se basa en el ECU (Unidad monetaria europea) como unidad de cuenta con intenciones monetarias en la Unión Europea y que sería sustituido por el EURO en 1999.

En 1989 se publica el informe Delors que establece los fundamentos del Euro, destacando la creación de un Sistema Europeo de Bancos Centrales y estableciendo la necesidad de fijar las paridades de las monedas nacionales.

El 7 de febrero de 1992 se firma el Tratado de Maastricht, fundamento jurídico de la Unión Económica y Monetaria (UEM) y la moneda única. Entró en vigor el 1 de noviembre de 1993. Se establecen los criterios de convergencia que los países deben cumplir para entrar en la Eurozona: estabilidad en los precios o inflación, tipo de cambio, tipo de interés y finanzas públicas.

En diciembre de 1995, el Consejo Europeo de Madrid decide el nombre de la moneda única, El Euro, así como que la tercera fase se inicie el 1 de enero de 1999 (http://www.europarl.europa.eu/summits/mad1_es.htm).

El 3 de mayo de 1998 el Consejo Europeo de Bruselas determina los Estados miembros participantes en la UEM: Bélgica, Alemania, España, Francia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Países Bajos, Austria, Portugal y Finlandia. Fija los tipos de cambio bilaterales entre sus monedas nacionales, y crea el Banco Central Europeo (BCE).

A partir del 1 de enero de 1999 el euro se convierte en moneda de curso legal, y las monedas nacionales de los países participantes en subdivisiones del euro. Se fijan los tipos de cambio irrevocables entre las monedas de los Estados participantes frente al euro. El ECU deja de existir. El BCE define y ejecuta la política monetaria única en euros. Empleo del euro en las operaciones que no requieren el uso del efectivo. Comienzo de las operaciones de cambio en euros. Nuevas emisiones de deuda pública en euros. Se inicia la acuñación de monedas y billetes en euros.

El 1 de enero de 2002 empiezan a circular los billetes y monedas euros en paralelo con las monedas nacionales.

El 1 de marzo de 2002 el euro es la única moneda de curso legal en la Eurozona. Se retiran los billetes y monedas nacionales.

La segunda serie de billetes euro, bajo la denominación "Europa", ha sustituido a los valores de 5€, 10€, 20 y 50€ en los años 2013, 2014, 2015 y 2017 respectivamente. Los valores de 100€ y 200€ fueron actualizados en mayo de 2019.

El 26 de abril de 2019 dejaron de emitirse los billetes de 500€.

En la actualidad hay una cifra superior a los 23.000.000.000 millones de billetes € en circulación, de los cuales casi la mitad son billetes de 50 €¹².

2.2 El Euro en Europa

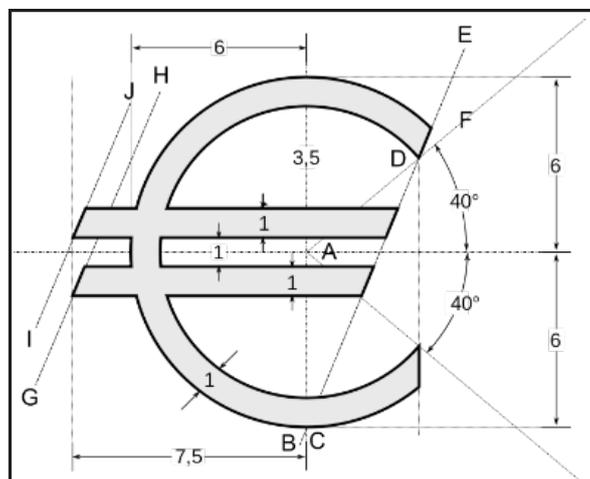
El euro (€) es en la actualidad la moneda oficial de 20 países europeos, entre ellos están incluidos 19 de los 28 estados miembros de la Unión Europea, y que forman la Eurozona, estos países son: Alemania, Austria, Bélgica, Chipre, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Países Bajos, y Portugal.

También es moneda oficial, por acuerdos previos con la Unión Europea, en Andorra, Ciudad del Vaticano, Mónaco y San Marino.

Otros estados utilizan la moneda, pero sin acuerdos previos con la Unión Europea, en concreto Montenegro y Kosovo.

Sin embargo, todavía hay 8 países de la Unión Europea que, por diversos motivos, no han adoptado el Euro: Bulgaria, Dinamarca (rechazada la adopción en acuerdo por referéndum en el año 2000), Hungría (a partir del 2020), Polonia, República Checa, Reino Unido (Cláusula de exclusión), Rumanía y Suecia (rechazada la adopción en acuerdo por referéndum en el año 2003).

La numeración de cada billete, en la serie Europa, se repite en dos ocasiones en el reverso de cada unidad, uno dispuesto en horizontal impreso con tinta negra -completo, 10 dígitos, precedidos de dos letras- y otro en vertical con los últimos seis guarismos y en la tinta predominante para el valor del billete. De las dos letras de la numeración, la primera hace referencia a la fábrica del billete y la segunda, que no tiene significado concreto, sirve para poder añadir más series¹³. A continuación, el diseño del símbolo del Euro¹⁴.



2.3 Medidas de seguridad del Euro

Sin lugar a dudas, no hay mejor manera de conocer las medidas de seguridad y el diseño del Euro -monedas y sobre todo billetes- que acudiendo a la página web del BCE.

¹² Fuente: https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/banknotes+coins/circulation/html/index.en.html

¹³ Para conocer las correspondencias entre la primera letra y la fábrica de un billete visitar <https://www.ecb.europa.eu/euro/banknotes/design/html/index.es.html> En esta misma página pueden consultarse los código de país, que no de fábrica, de la primera serie del Euro.

¹⁴ Un diseño en el que se fusionaron, sobre la letra griega Epsilon, dos líneas paralelas atravesando su centro, como signo de estabilidad del Euro. Se pretendía que fuera reconocible como signo europeo, fácilmente dibujable y estético.

No pudiendo superar en calidad y cantidad a las imágenes, videos¹⁵ y materiales informativos¹⁶ contenidos en la misma, consideramos mucho mas eficaz y coherente acudir a las direcciones facilitadas para profundizar en su conocimiento.

No obstante, si haremos una comparativa entre la primera serie y la serie Europa, destacando lo que se ha suprimido, las novedades y las diferencias entre valores de la serie Europa, intentando añadir solo aquello que no podamos encontrar en la referida y magnífica página web, todo ello con la finalidad de completar la información que el especialista que ha accedido a este manual necesita.

Partimos de la base de que permanecen las mismas medidas físicas para cada uno de los billetes, la tonalidad y los motivos arquitectónicos -en este caso con pequeñas pero evidentes diferencias de diseño-.

Medidas de seguridad como el uso de tipografía, offset seco y húmedo, calcografía, serigrafía, tintas UV, infrarrojas y ópticamente variables, fibrillas luminiscentes, marcas al agua, hilo de seguridad, banda iridiscente y motivos holográficos se mantienen, con las variantes que detallaremos seguidamente.

Si queremos ofrecer una breve referencia al soporte base de los billetes, es 100% borra de algodón, que carece de blanqueante óptico. En el caso de los valores 20€ a 200€, se ha implementado una banda holográfica con un motivo transparente, lo cual convierte a estos billetes en híbridos¹⁷.

Las balas de algodón se preparan mediante el desbroce y sacudido de la borra para eliminar impurezas físicas.

A continuación, se procede a la limpieza química, al lejiado o blanqueado y al secado. Seguidamente la borra se introduce en las pilas holandesas para su desfibrado, donde se convierte en pulpa para, seguidamente, proceder al refinado (para reducir las fibras al mínimo tamaño) y al pigmentado (tono del papel). El resultado es la obtención de la pasta de papel a la que se añadirán las fibrillas y que quedará dispuesta en el depósito de la máquina de papel para su transferencia a las telas metálicas colocadas en los rodillos cilíndricos formadores que, girando sobre su eje longitudinal, recogen la pasta del depósito.

Durante este proceso de formación de la hoja intervienen dos rodillos formadores cuyo uso conjunto permite la obtención de papel de doble capa, que es el utilizado para la fabricación de papel moneda. Uno de ellos es el encargado de formar la capa lisa y el otro la que contiene la marca de agua, entre ambas capas se situará el hilo de seguridad y ya como una sola lámina, la banda de papel continuo, netamente húmeda y con casi todos los elementos de seguridad implementados, extendida sobre el fieltro tomador continúa su camino hacia los cilindros de secado, donde es prensada y calentada.

Luego se procede al encolado y adición de otras cargas que permitirán la impresión del papel y le procuran sus cualidades físicas (flexibilidad y resistencia al doblado, resistencia a la tracción y al rasgado, carteo, transparencia y blancura), finalmente se pasa por la calandra que lo alisa y se enrolla en bobinas de doble ancho (el doble de ancho del futuro pliego). Antes de mandar el papel a la imprenta de Madrid es necesario incorporar la banda holográfica y cortarlo en pliegos, que se agrupan en pilas de 500 (una resma).

En resumen, durante la fabricación del soporte se añaden las fibrillas fluorescentes, las marcas de agua, el hilo de seguridad y la banda iridiscente.

¹⁵ <https://www.ecb.europa.eu/euro/banknotes/security/html/index.es.html>

¹⁶ <https://www.ecb.europa.eu/euro/banknotes/info/html/index.es.html>

¹⁷ Un billete híbrido contiene, sobre una base de papel, algún elemento plástico que forma parte de la propia estructura. Como es el caso de los billetes € a partir del valor 20€.

2.3.1 Lo que se ha suprimido en la Serie Europa

En líneas generales, debemos hablar de actualizaciones, por ejemplo, en los valores de alta denominación -50€ a 200€- se ha sustituido el parche holográfico de la primera serie por una banda que contiene también motivos holográficos, además de una ventana transparente antes aludida, ya que la experiencia ha demostrado que es mucho más difícil imitar o reproducir una banda que un parche, ya que aquella puede contener motivos más variados que éste.

En los mismos términos podríamos hablar de las tintas OVI®, que han dejado paso a las tintas Spark®, ambas del fabricante SICPA.

Sin embargo, hay una medida, dirigida al gran público en general que, sorprendentemente, ha sido eliminada, el motivo de coincidencia. Esta medida, de fácil comprobación por el público tenía como añadido la dificultad de conseguir una reproducción perfecta mediante impresoras de las gamas baja y media, ya que tienen que coincidir las impresiones en anverso y reverso, característica reservada a la impresión offset.

2.3.2 Lo que se ha añadido en la Serie Europa

Los elementos de seguridad que aparecen en los billetes € de la serie Europa y que los distingue de la primera serie son:

- Capa de barniz que protege el anverso de los billetes del desgaste.
- Fibrillas de seguridad en tres colores, que reaccionan a la iluminación UV, tanto a la clásica 365nm como a la de 313nm.
- Nuevas tintas UV que reaccionan a la iluminación a 313nm, y que el BCE denomina UV-C. Estas tintas se usan en el anverso de los billetes y añaden nuevos colores, anaranjado y motivos, como el símbolo €.
- Marcas para ciegos: tintas calcográficas en alto relieve en los laterales del anverso de los billetes, que en la primera serie solo se ofrecían en los valores de 200 y 500 €. Ahora se unifica la medida para todos los valores y en idéntica zona, aunque con diseño diferente para poder distinguir cada uno de los valores.
- El número de serie completo, en el reverso de cada billete, reacciona a la iluminación UV en tono anaranjado.
- La banda iridiscente, antes solo implementada en el reverso de los billetes de baja denominación, lo es ahora en todos los valores. Además, al ser iluminada con una fuente UV, se muestra en tono rojizo anaranjado.
- La imagen de la diosa Europa aparece en la nueva marca al agua, en la banda holográfica de los billetes de 5 y 10 € -que carecen de ventana- y en el resto de los valores en la ventana de la banda holográfica.
- La banda holográfica con ventana a partir del valor de 20€, incluido. En la ventana transparente se observa, por anverso y reverso, una imagen de la cabeza de la diosa Europa. Al girar el billete podremos observar el valor del billete (En los casos de los valores de 100 y 200 €, en el anverso se aprecia el símbolo del € sobre el rostro de la diosa y en el reverso el valor facial del billete en números).
- Las tintas Spark®, sustituyen a las OVI® -en la primera serie solo portaban tintas OVI® los valores de alta denominación- y se extienden a todos los valores, además se trasladan del reverso al anverso. En el caso de los valores de 100 y 200€ las nuevas tintas Spark® no solo viran del verde al azul sino que, además, contienen un mensaje consistente en la repetición del valor nominal del billete.
- Un motivo de coincidencia para verificación bancaria.

2.3.3 Diferencias entre valores de la serie Europa

Una vez reseñado el conjunto de novedades que ha supuesto la renovación de los billetes € con la nueva serie Europa, destacamos que los valores han unificado bastante las medidas de seguridad, aunque hay pequeñas diferencias entre ellos.

La diferencia más notable es la ventana de la banda holográfica, que no ha sido incluida en los billetes de 5 y 10 €. En estos valores sin ventana, aparece el rostro de la diosa Europa con tonos de color cambiante al giro, en los valores 20 y 50 € aparece sobre el rostro de la diosa la cifra del valor del billete y en los de 100 y 200 € el símbolo del euro. En todos los valores con ventana, en el reverso, al giro, se muestra en tonos metálicos el valor facial del billete.



De izquierda a derecha y de arriba abajo 2 imágenes de la banda del billete de 5; la banda y ventana con iluminación transmitida de un billete de 20; dos imágenes con iluminación frontal de la ventana de un billete de 50; imagen ventana de un billete de 100; imagen frontal con giro de un billete de 200 y reverso con giro de un billete de 200.

La tinta Spark® presenta una diferencia evidente en los billetes de 100 y 200 €, en los que se añade como medida adicional, el logo del €, que se evidencia mediante giro.

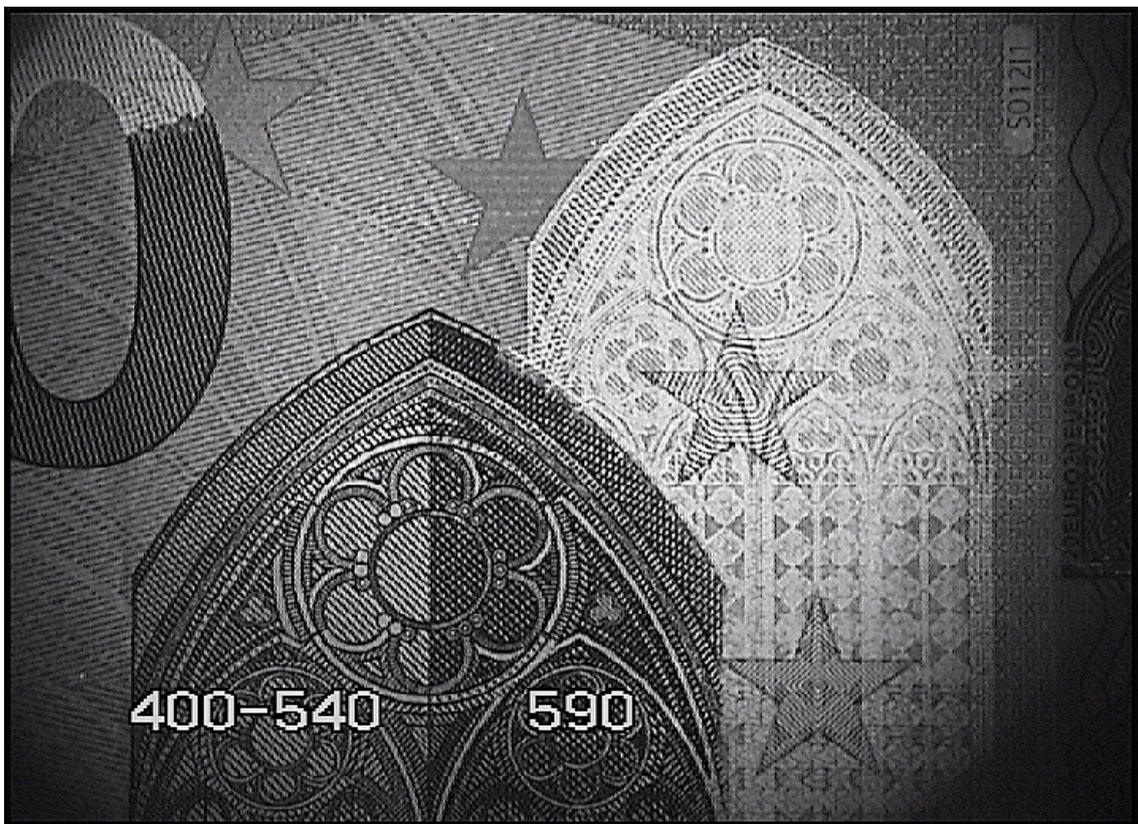


También se evidencian ciertas diferencias en cuanto al diseño y respuesta de las bandas holográficas, además de las reseñadas en cuanto a las ventanas. La respuesta de estos motivos depende de la luz y el giro, obteniéndose variadas tonalidades e incluso cambios significativos de los motivos contenidos en las bandas.

En las siguientes imágenes se ha plasmado una respuesta de la zona inferior de las bandas holográficas de cada uno de los valores.



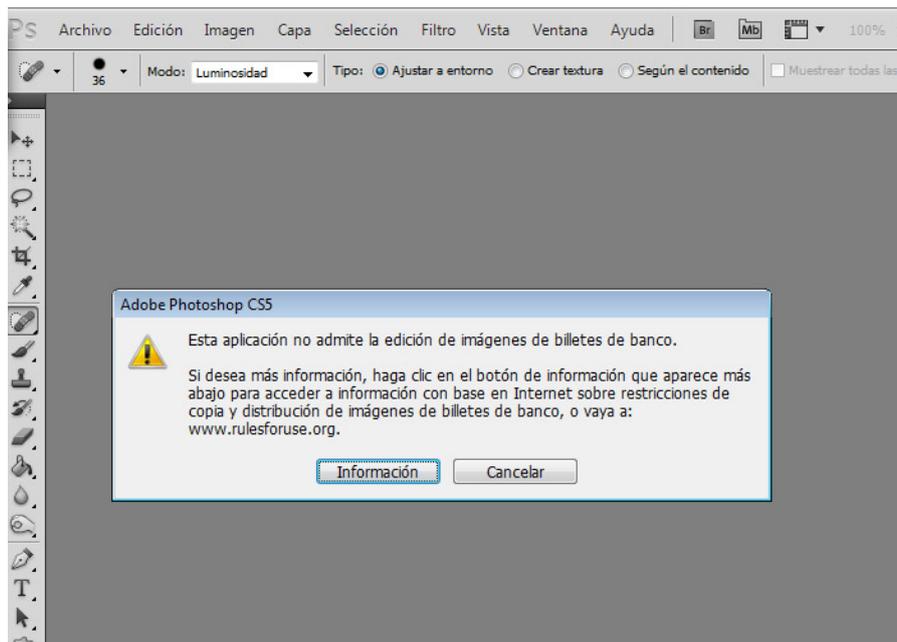
Por último, un estudio en profundidad en el laboratorio, usando el potencial proporcionado por un VSC, da lugar al descubrimiento de nuevas “sorpresas” como, por ejemplo, las que se adjuntan a continuación, utilizando la combinación de iluminaciones y filtros. Arriba, anverso de la zona calcográfica del motivo arquitectónico de un billete de 10€ y abajo la misma zona de uno de 20€.



2.3.4 Las medidas anti copia

Ciertamente podría decirse que todas las medidas de seguridad implementadas en los billetes euro son sistemas o medidas orientadas a evitar su copia, no obstante, hay una serie de medidas que están dirigidas directamente en este sentido.

La constelación EURión y los patrones de repetición: si un buen escáner es capaz de obtener imágenes con una calidad que no dejará de sorprendernos y si las impresoras son capaces de reproducir imágenes con calidad fotográfica, se trata de limitar estas capacidades cuando su objetivo es la captura y la reproducción de billetes de banco. Tampoco queda fuera de esta problemática la aplicación de retoque fotográfico profesional líder del mercado, Photoshop, como vemos aquí abajo.



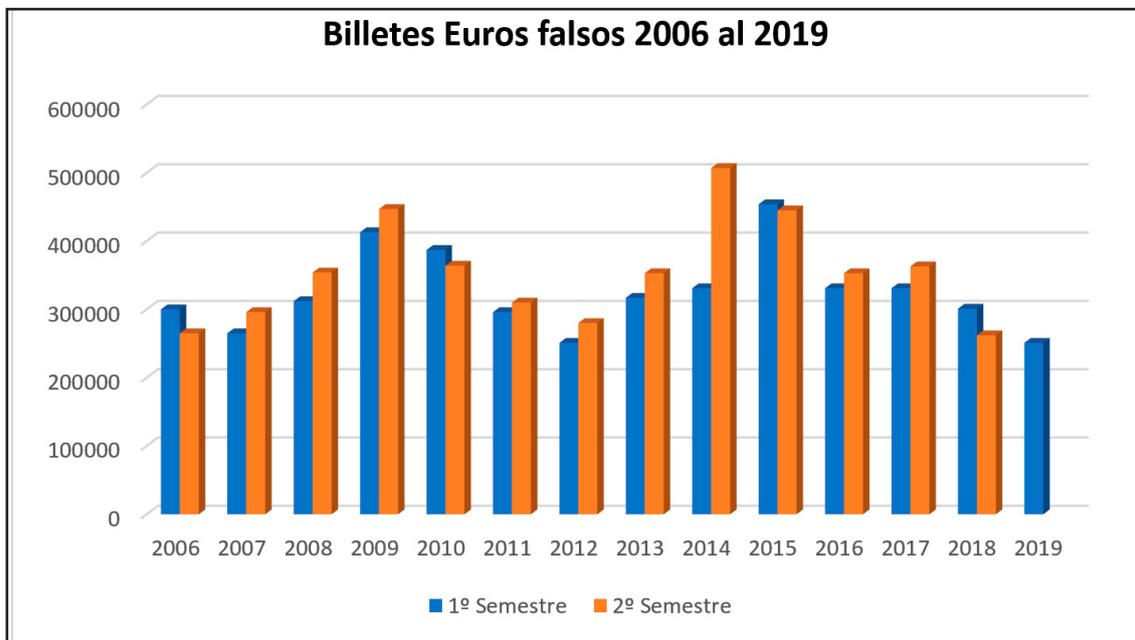
El Grupo de Bancos Centrales de Disuasión de las Falsificaciones¹⁸, ha creado el denominado *Sistema de Disuasión de las Falsificaciones* (Counterfeit Deterrence System, CDS), que de manera voluntaria han integrado los fabricantes y diseñadores de estas máquinas y programas informáticos, que consiste en el reconocimiento de patrones que se repiten en los principales y más usados billetes del mundo. En cuanto al euro está protegido, al menos, con un patrón que responde al nombre de Constelación de EURión y que produce la parada del escáner, impresora o programa informático, que de manera directa nos informa que el dispositivo no trata imágenes de billetes de banco y nos ofrece la posibilidad de visitar la página www.rulesforuse.org, en donde se nos informa de la posibilidad de solicitar imágenes en alta resolución al BCE, eso sí, con fines profesionales y tras firmar un documento de confidencialidad.



¹⁸ <https://rulesforuse.org/>

2.4. Falsificaciones de Euros

A continuación, podemos ver las estadísticas facilitadas por el BCE sobre billetes euros falsos recuperados desde el 2006 hasta mediados del 2019 en periodos semestrales¹⁹.



Lo que supone un total de 9.139.000 billetes -en todo el mundo-, es decir una media anual de 676.692. El semestre en el que se registró el índice más alto de falsificaciones fue el segundo del año 2014 (507.000 billetes falsos), manteniéndose una relativa alta tasa de falsificaciones durante el 2015 (454.000 y 445.000 respectivamente).

La tendencia de los últimos 4 años es claramente descendente, consecuencia de la entrada en vigor de los nuevos valores de la serie Europa de 20 € y 50 €, en los años 2015 y 2017 respectivamente, que son los que más se falsifican (el de 50€ suma aproximadamente el 60% del total de las falsificaciones, y el de 20€ otro 20%). El número de falsificaciones del primer semestre del año 2019 desciende hasta las 251.000 unidades.

Las cantidades reseñadas son ciertamente pequeñas en relación al volumen total de papel moneda euro que hay circulando por el mundo.

¹⁹ <https://www.ecb.europa.eu/press/pr/date/2019/html/ecb.pr190726~d8a42deb53.en.html>

3.- EL DÓLAR USA²⁰

El dólar USA es el billete de mayor circulación y aceptación en el mundo, aunque hoy en día seguido de cerca por el Euro.

El tamaño siempre es el mismo, 156 x 66 mm, lo cual favorece las falsificaciones por borrado químico para reutilizar el papel e imprimir una cantidad superior. Su composición es a base de una 75% de algodón y un 25% de lino, de ahí que su tacto sea diferente al Euro.

Los valores faciales que se manejan en las transacciones diarias son: 1, 5, 10, 20, 50 y 100 \$, cada uno de estos billetes presenta en su anverso el retrato de un presidente distinto, salvo los billetes de 10 y 100 \$²¹. Sin embargo, existen otros valores como el de 2 \$ y los de 500, 1.000, 5.000, 10.000 y 100.000 \$, si bien éstos no circulan en las transacciones comunes.

En los billetes USA \$ en circulación actualmente, el mismo valor siempre llevará el rostro de la misma persona independientemente de su fecha de emisión, así en los billetes de 1\$ aparece el rostro de George Washinton (primer presidente de los USA), en el de 2\$ el de Jeferson , en el de 5\$ el de Lincoln, en el de 10 \$ el de Hamilton, en el de 20\$ el de Jackson, en el de 50\$ el de Ulyses S. Grant y en el de 100\$ el de Franklin.

3.1. Emisiones hasta 1996

- “FEDERAL RESERVE NOTE” (sello del tesoro y nº de serie, en color verde).
- “UNITED STATES NOTE” (sello del tesoro y nº de serie, en color rojo).
- “SILVER CERTIFICATE” (sello del tesoro y número serie, en color azul).

Las principales medidas de seguridad de estas emisiones son: fluorescencia oscura del papel, impresión calcográfica en anverso y reverso en dos colores (negro para el anverso y verde para el reverso) y tipográfica, fibras textiles (azules y rojas). Resulta destacable que no se utiliza la impresión offset.

A partir del año 1996 sólo siguió emitiéndose las series bajo la denominación Federal Reserve Note.



De arriba abajo: FEDERAL RESERVE NOTE y UNITED STATES NOTE

²⁰ <https://www.uscurrency.gov/denominations> Página web de referencia para consultar todo lo referente a medidas de seguridad, dólares USA.

²¹ 10\$: lleva la efigie del que fuera el primer secretario del Tesoro estadounidense, Alexander Hamilton (1755-1804). 100\$: lleva la efigie del científico y político norteamericano Benjamin Franklin (1706-1790).



De arriba abajo: UNITED STATES NOTE y SILVER CERTIFICATE

Hay 12 Bancos de la Reserva Federal repartidos por Estados Unidos, todos ellos tienen autorización para la emisión de billetes de banco y se reconoce donde ha sido impreso el billete por los siguientes códigos que deben aparecer en el anverso en el cuadrante medio izquierdo. En ocasiones observamos directamente el sello del banco emisor. Boston A1, Nueva York B2, Filadelfia C3, Cleveland D4, Richmond E5, ATLANTA F6, Chicago G7, ST. Louis H8, Minneapolis I9, Kansas City J10, Dallas K11, San Francisco L12.

3.2 Emisiones a partir de 1996

A partir de este año las nuevas emisiones sumarán tres nuevas medidas de seguridad a las anteriores, tales como la marca de agua, el hilo de seguridad y las tintas OVI. No obstante, los billetes de 1\$ y 2\$ (este es de todos los billetes en circulación el que menos unidades tiene) mantienen las características de las series anteriores a 1996 y el de 5\$ carece de tintas OVI. En las dos imágenes siguientes, un billete de 50\$ y otro de 100\$ que cumplen con las 3 nuevas medidas de seguridad.



3.3 Emisiones a partir del año 2004

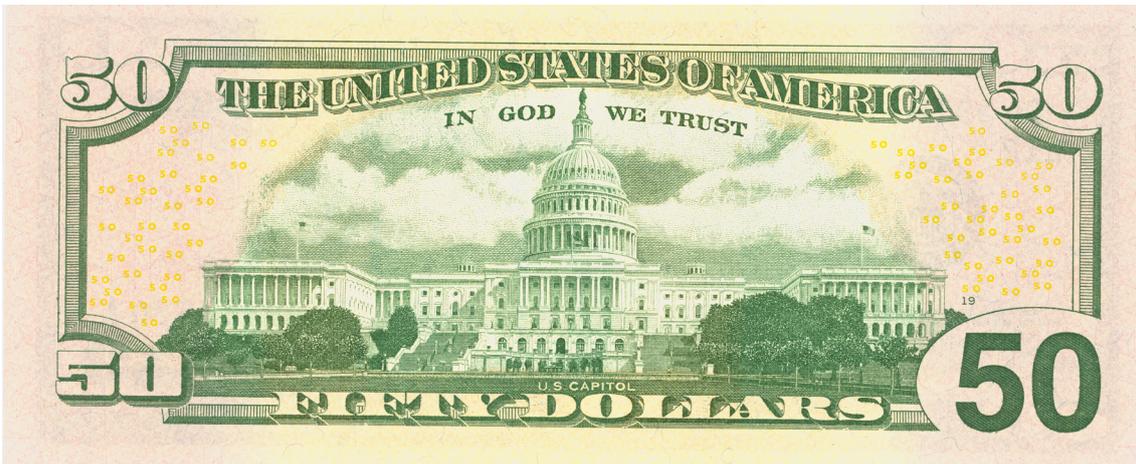
A partir del año 2004 los dólares USA van a verse beneficiados de una serie de modificaciones que van a modernizar sus diseños y además van a hacerlos más seguros. Esta renovación se produce de manera progresiva y como veremos a continuación no ha llegado a todos los valores (el de 100\$ probablemente entre en vigor en octubre de este año y no hay fechas conocidas para los valores de 1\$ y 2\$).

Entre las nuevas medidas de seguridad destacan de manera genérica, la inclusión del sistema offset para la impresión en color de fondos de seguridad y motivos históricos y tradicionales fácilmente identificables por el usuario norteamericano, el abandono del marco que constreñía la imagen de las personalidades que aparecen en los billetes, la introducción de sistemas anti copia y el cambio de tonalidad de la tinta OVI hacia colores dorados y rojizos.

- 20 \$: entró en vigor el 9 de octubre de 2003 como serie 2004.
 - Colores: azul, verde y durazno en el anverso; amarillo (20) en el reverso.
 - Nuevos motivos: águila en el anverso; numeración repetitiva 20 en el reverso.



- 50\$: entró en vigor el 18 de septiembre de 2004.
 - Colores: azul, rojo y plata (estrella sobre la bandera).
 - Nuevos motivos: estrellas y bandera.



- 10\$: entró en vigor el 2 de marzo de 2006.
 - Colores: naranja, amarillo y rojo.
 - Nuevos motivos: antorcha de la libertad, leyenda "We the people"





• 5\$: entró en vigor el 13 de marzo de 2008.

- Colores: púrpura claro, gris, amarillo (05) en anverso y reverso.
- Nuevos motivos: águila y estrellas en el anverso. El dígito "5" en el reverso en color morado.



• 100 \$: pretendía entrar en vigor el 10 de febrero de 2011 como serie 2009. Un error durante la fase de impresión pospuso su circulación. La Reserva Federal finalmente empezó a emitir este valor el 08 de octubre de 2013, presentando las siguientes nuevas medidas de seguridad:

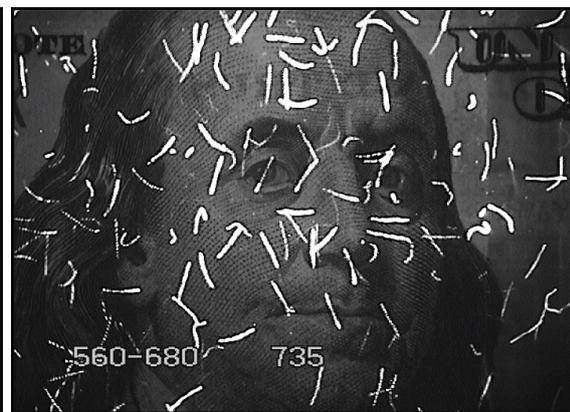
Falsedad documental para especialistas en Documentoscopia

- Banda de seguridad en 3-D: banda azul en el anverso, con imágenes de campanas y números "100".
- Campana en el tintero: campana dentro de un tintero de color cobre en el anverso. Dependiendo del ángulo del billete, la imagen de la campana cambia de color cobre a color verde, un efecto que hace parecer que la campana aparece y desaparece dentro del tintero
- Indicador de Fort Worth (FW). Los nuevos billetes de 100\$ se imprimen en dos dependencias: en Fort Worth, Texas, y en Washington, D.C. En los impresos en Fort Worth aparecerá "FW" en letras pequeñas en el extremo superior izquierdo del anverso del billete, a la derecha del número "100". Si un billete no tiene el indicador de "FW", quiere decir que fue impreso en Washington, D.C.



Para interpretar los números y letras que aparecen en cualquier billete dólar USA, se aconseja la consulta de la página web de la U.S. Currency.
<https://www.uscurrency.gov/es/denominaciones/identificadores-de-billetes>

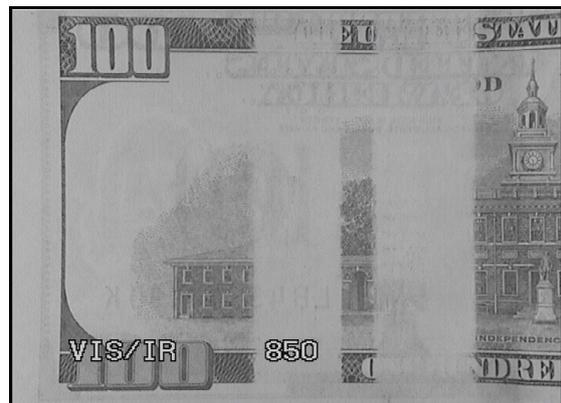
Los billetes \$ USA no destacan por una especial protección en cuanto a medidas ultravioleta. El papel ofrece la típica respuesta azul oscura del papel sin blanqueante óptico, las fibrillas, visibles con luz natural, no reaccionan al UV, aunque si lo hacen a otras combinaciones con filtros de IR. El hilo de seguridad si está tratado con un tinte UV de tonalidad fucsia.





Arriba dos motivos, localizados en el anverso, que responden a la misma medida de seguridad, tintas OVI y que se encuentran muy próximos, redundancia innecesaria.

Abajo a la izquierda un detalle de la calcografía del valor facial del billete, situado en el anverso en el cuadrante superior izquierdo; a la derecha, respuesta al IR del reverso del documento.



4.- BILLETES DE POLÍMERO

Desde los orígenes del papel moneda en China en el siglo VII, pasando por el comienzo del uso de dicho sistema y soporte en la Europa del siglo XVII por medio de Suecia, continuando por España, donde el papel moneda empieza a emitirse en el año 1783 durante el reinado de Carlos III, hasta alcanzar los niveles de seguridad y eficiencia de, por ejemplo, el Euro, siempre hablamos de un elemento común que, a modo de código genético, los define y clasifica dentro de una misma especie, el papel. Todos ellos parten de común denominador, un sustrato vegetal.

Sin embargo, este tipo de soporte no es, probablemente, la mejor opción en zonas de clima tropical, con altos niveles de humedad y calor. La durabilidad de un billete está directamente relacionada con el soporte, la protección del mismo, el uso que se le dé y las condiciones ambientales del lugar donde deba ser usado.

La búsqueda de una alternativa real y fiable al papel moneda llevó a Australia a presentar el primer billete de “plástico” en el año 1988. Sustrato que hoy denominamos polímero²². Material éste más resistente que el papel y con el que se pretende aumentar la durabilidad en esas condiciones climáticas extremas.

Por otro lado, esta búsqueda de un material con características especiales de durabilidad y resistencia, tiene que ser compatible con la integración de las medidas de seguridad propias de estos documentos, pues bien, el polímero ha demostrado su eficacia en ambos sentidos, de manera que aquella aventura solitaria de Australia es a día de hoy seguida por 45 países, tales como Brasil, Canadá, Chile, China, Costa Rica, Guatemala, Indonesia, Reino Unido, Israel, Kuwait, Malasia, México, Nepal, Nicaragua, Nigeria, Rumanía, Singapur, Tailandia y Vietnam, entre otros.

4.1 De los primeros intentos al primer billete

El primer antecedente del uso de soporte plástico para la fabricación de billetes lo encontramos en los trabajos realizados por la empresa DuPont²³ a inicios de la década de los 60 del siglo pasado, fabricando un polímero a base de polietileno, registrado como Tyvek®. Posteriormente, en 1980, este material sería usado por la American BankNote Corporation (ABCorp)²⁴ como soporte para imprimir los billetes de banco de Haití, y en 1983 los de Costa Rica.

Este primer intento resultó infructuoso, ya que se evidenciaron problemas en la fijación de las tintas, así como cierta fragilidad del plástico, causas suficientes como para retirar de la circulación la moneda impresa. Este fracaso incidió negativamente en el interés suscitado en otros países de la zona, tales como Ecuador, El Salvador o Venezuela.

Por otro lado, Australia, que había sufrido la falsificación de sus últimas versiones de papel moneda a finales de los años 60, empezó a investigar en soportes que no pudieran ser fotografiados, dando como resultado la viabilidad sustituir el papel por un film transparente de plástico.

Sin embargo, esta iniciativa no fue del agrado de los responsables del Banco de la Reserva de Australia²⁵, quienes expusieron sus temores ya que, al no haber ningún precedente en el país, no estaba garantizada una buena acogida por parte del público,

²² Según la Rae un *polímero* es un compuesto químico, natural o sintético, formado por polimerización y que consiste esencialmente en unidades estructurales repetidas. La polimerización es una reacción en la que dos o más moléculas se combinan par formar otra en la que se repiten unidades estructurales de las moléculas originales.

²³ <https://www.dupont.com/about/our-history.html>

²⁴ <https://abcorp.com/>

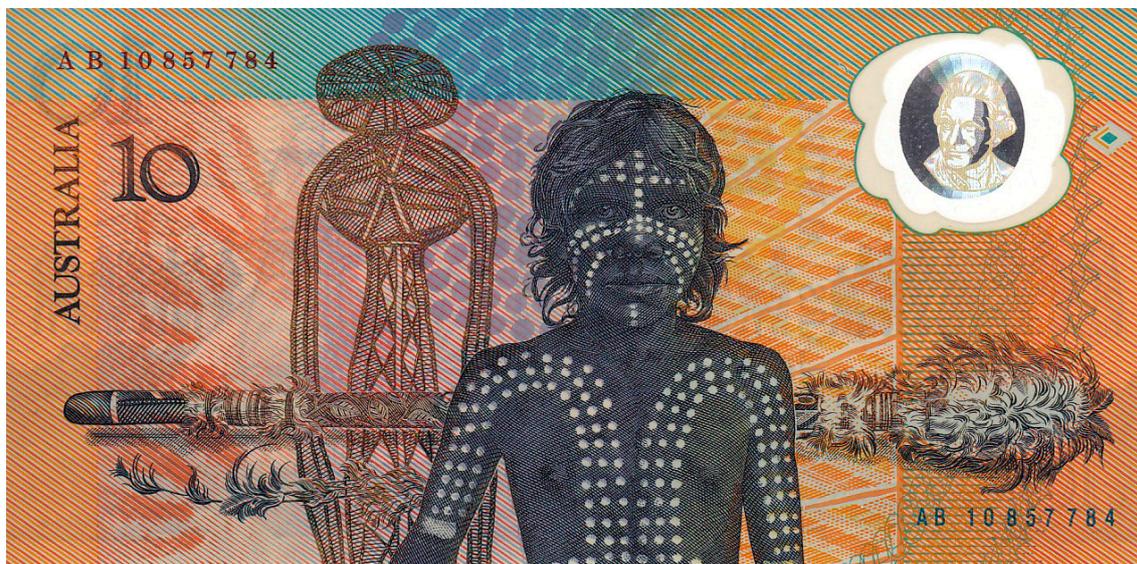
²⁵ <https://www.rba.gov.au/>

la consabida resistencia al cambio, además de algunas incógnitas de carácter técnico, como la respuesta de los cajeros automáticos al manejo de los plásticos e incluso a la capacidad de las máquinas para discriminar billetes de papel y plástico.

Finalmente, el resultado de las pruebas experimentales de laboratorio fue que el denominado polipropileno orientado biaxialmente (BOPP), un film transparente imposible de fotocopiar, reunía las características de durabilidad, resistencia y estabilidad impuestas durante la investigación.

Si bien el producto final elevaba su coste respecto de los billetes de papel, se compensaría con un periodo mayor de circulación gracias a una vida útil netamente superior.

En 1988 el RBA emitió el primer billete en soporte de polímero, un billete de 10 dólares australianos, conmemorativo del bicentenario del descubrimiento de Australia, cuyo anverso reproducimos a continuación.



Este billete presenta fondos en offset, calcografía, la ventana transparente (arriba a la derecha) con un motivo ópticamente variable e inicia una historia imparables en la historia del hasta entonces "papel" moneda.

Australia solucionó los problemas con las falsificaciones que había estado sufriendo, consiguió que los nuevos billetes fueran aceptados por la población e inició, con solvencia técnica, un nuevo mercado al que se han ido sumando otros países. El éxito de esta primera emisión se vio refrendado con la sustitución, durante los años 1992 a 1996, de todos los billetes en papel.

4.2 Descripción del polipropileno (pp) y su obtención

El propileno o propeno es un hidrocarburo incoloro e inodoro, siendo el producto de partida para la síntesis del polipropileno, así, la polimerización del propileno permite obtener una macromolécula, el polipropileno, que es un termoplástico, parcialmente cristalino. Resulta altamente resistente a solventes químicos, a la abrasión, a los cambios de temperatura y altamente hidrófugo.

Su uso se extiende a la composición de tejidos, plástico para envoltura de alimentos, moldeo por inyección de piezas, moldeo por soplado, extrusión de perfiles, láminas y tubos y películas transparentes (BOPP).

El procedimiento seguido para la fabricación de este sustrato, válido para su uso en billetes, se basa en la obtención de una película, film, mediante un proceso de ex-

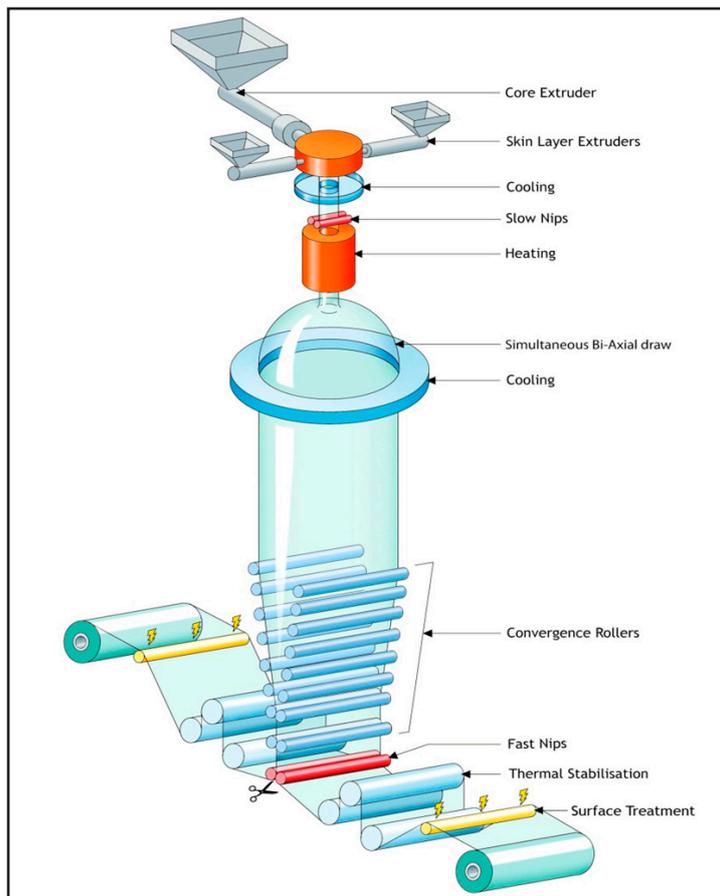
trusión o proceso de burbuja, en el que el polipropileno se orienta biaxialmente (BOPP), de tal manera que se estira en dos direcciones, longitudinal -dirección de la máquina- y transversal, de esta forma las moléculas quedan orientadas de forma equilibrada.

Este proceso confiere a la lámina obtenida las propiedades que le permitirán su uso para la fabricación de billetes: lisura, rigidez, estabilidad dimensional, permitiendo su impresión y corte²⁶.

El proceso de burbuja queda plasmado en la imagen adjunta (Cortesía de CCLSecure GuardianTM)²⁷.

Una vez obtenidos los rollos de film de BOPP, se aplican varias capas de tinta blanca por ambas caras, dejando una reserva sin entintar -la ventana transparente-, quedando el

polímero preparado para su impresión de fondos mediante offset, a la que se superpone la impresión calcográfica y la estampación del número de serie. Para terminar, se protegen ambas caras con un barniz, que alargara la vida útil del billete, dotándole de cualidades extras contra el desgaste y la suciedad.



4.3 Fabricantes y marcas

Dos son los principales fabricantes de billetes de polímero, habiendo desarrollado una tecnología paralela para dotar a los mismos de nuevas medidas de seguridad.

Ccl Secure e innovia Security: La empresa canadiense Ccl Secure -Connecticut Chemical Limited-, adquirió Innovia Security en el año 2017. Esta empresa formaba parte del Grupo Innovia, empresa química de películas plásticas cuya base se encontraba en Wigton (Inglaterra), y con sucursales en Australia, México e Inglaterra.

En 1996 Innovia Films se asoció con el Banco de la Reserva de Australia, creando Securrency Internacional, para asumir la fabricación del soporte de billetes de polímero a nivel mundial, haciéndose con un hueco importante en la industria del billete. Securrency Internacional se encargó de la producción de la mayoría de billetes de polímero desde que se inventaron hasta 2013, año en que finalmente Innovia compro las acciones de RBA y produciendo en solitario el polímero GuardianTM²⁸.

²⁶ BILLETARIA (Revista Internacional de Gestión del Efectivo) n° 5, pp. 25-27.

²⁷ <https://cclsecure.com/Guardian---Facts-and-Figures/>

²⁸ <https://vimeo.com/135839525>

De La Rue: es una de las principales empresas fabricantes de documentos de seguridad, papel de seguridad y billetes, tanto en papel como en polímero. Fundada en Londres en 1821, es una de las fábricas más famosas de dinero y suministra a numerosos países. Una de las monedas en las que participa es en la fabricación del euro.

En cuanto a billetes de polímero, se encuentra a mucha distancia de CCL Secure pero tiene su mercado con su marca Safeguard®, fabricando el sustrato o el billete de polímero completo²⁹.

4.4 Medidas de seguridad en billetes de polímero

Este soporte, especial, diferente y en sí una medida de seguridad, ya que su obtención es bastante complicada, permite integrar prácticamente todas las medidas de los billetes de papel, además de otras que se han diseñado y desarrollado específicamente para este sustrato.

De tal manera que los fondos se imprimen en tintas offset con tonalidades diversas, con mayor o menor saturación, con brillo o tonos pastel, con líneas finas y microtextos. Las tintas calcográficas se superponen sobre las anteriores y se aprecia al tacto la altura de las mismas. También se utiliza la variante calcográfica sin tinta, con la intención de aportar un motivo en relieve al plástico. Podemos ver tintas iridiscentes, las ópticamente variables y las infrarrojas, así como las tintas ultravioletas.

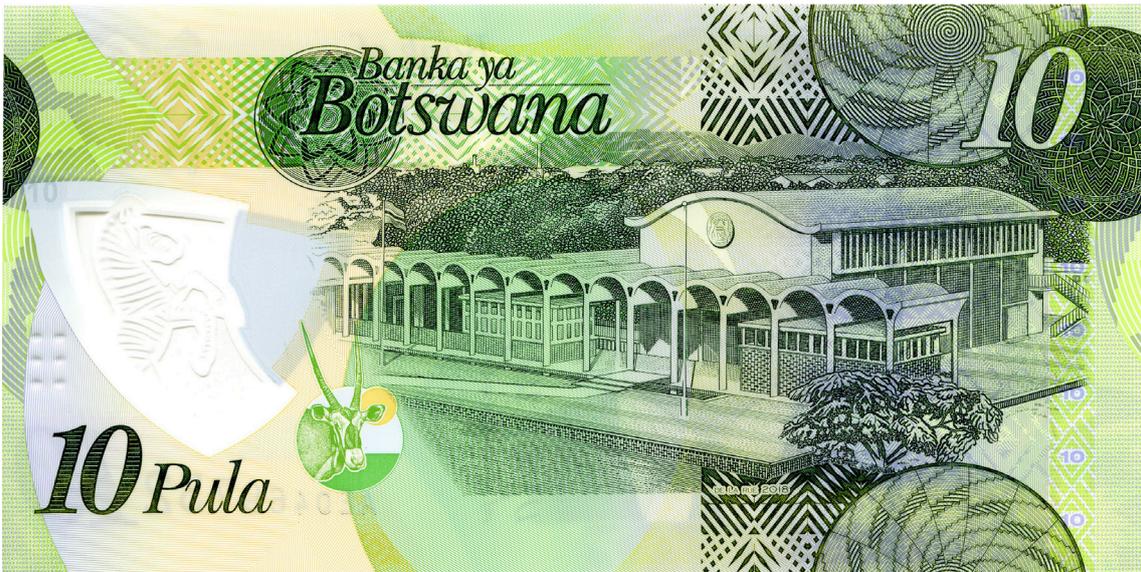
Los dispositivos ópticamente variables (DOVS) aparecen en diferentes partes del billete, siendo muy apreciadas por su calidad y diversidad de respuesta a la iluminación, los situados sobre las ventanas transparentes. Parches holográficos, hilo de seguridad y motivos de coincidencia también protegen estos documentos de los intentos de falsificación.

Podemos encontrar una “variante” de marca al agua o tal vez podríamos denominarlo como un motivo que nos recuerda a la marca al agua, aunque no lo sea técnicamente hablando. Lo que no veremos son las típicas fibrillas de seguridad típicas del papel moneda.

A continuación, podemos observar un billete de 10 pula del banco de Botswana, billete que contempla las medidas descritas con anterioridad, hemos ampliado el motivo circular -arriba a la izquierda, junto al valor facial- y la ventana a la que hemos colocado una lámina de color marrón para que se pueda distinguir la parte transparente de la opaca. Abajo, bajo la iluminación UV.

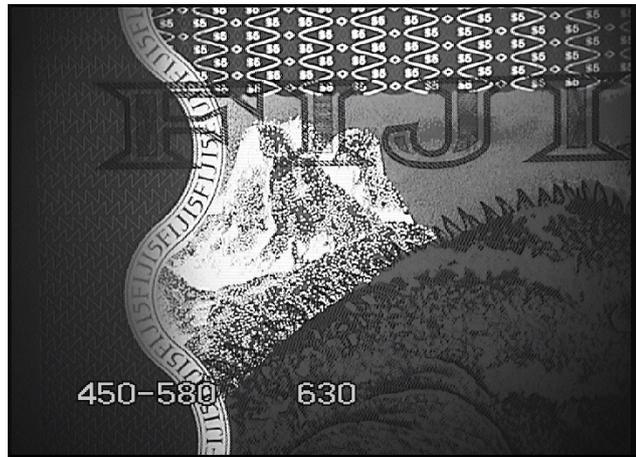


²⁹ <https://www.delarue.com/global-insights/new-and-news/de-la-rue-safeguard-proven-polymer-integration>



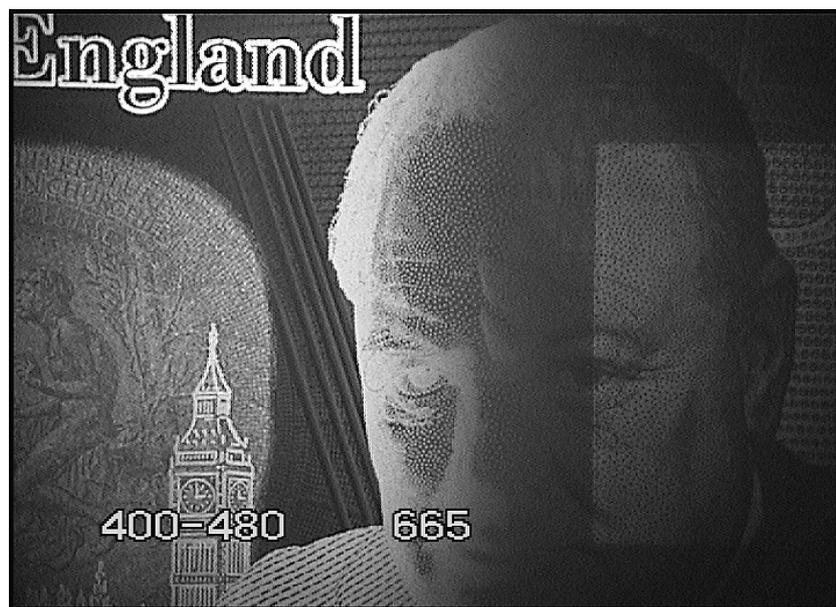
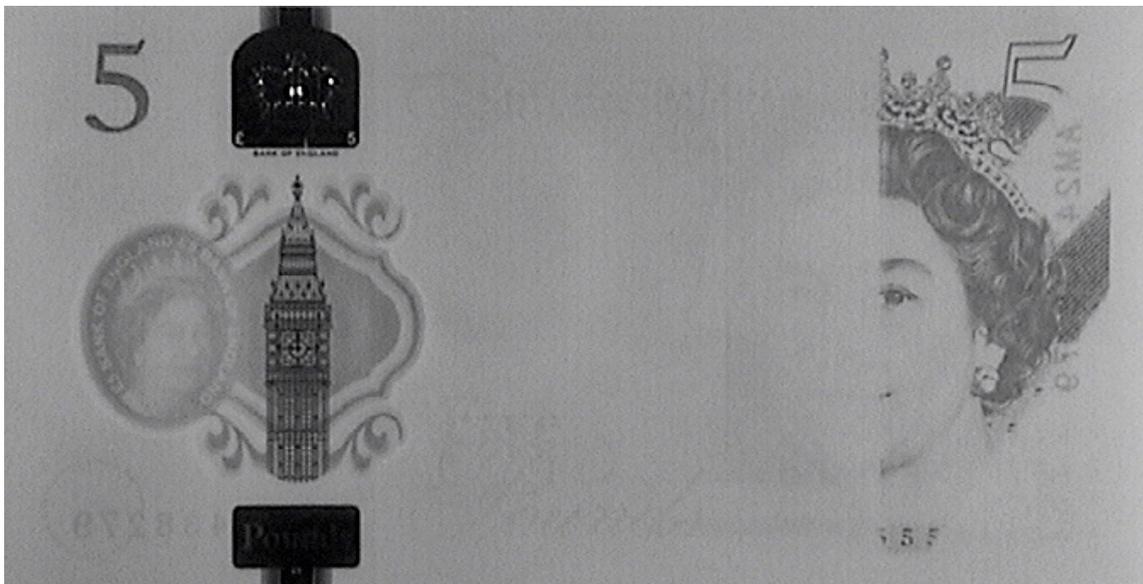
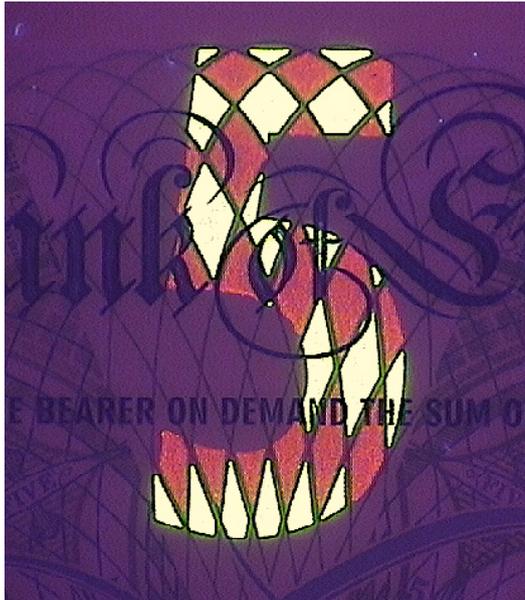
Un billete de 5 \$ de las islas Fiji, destacando, en la siguiente página como en el caso anterior, la zona transparente de la ventana en color marrón y a su derecha un detalle de los microtextos y del colorido y trabajo del ojo del pájaro -Kulawai-. La respuesta al UV: del anverso y un detalle del reverso. Por último, filtrado combinado con IR (Reverso).



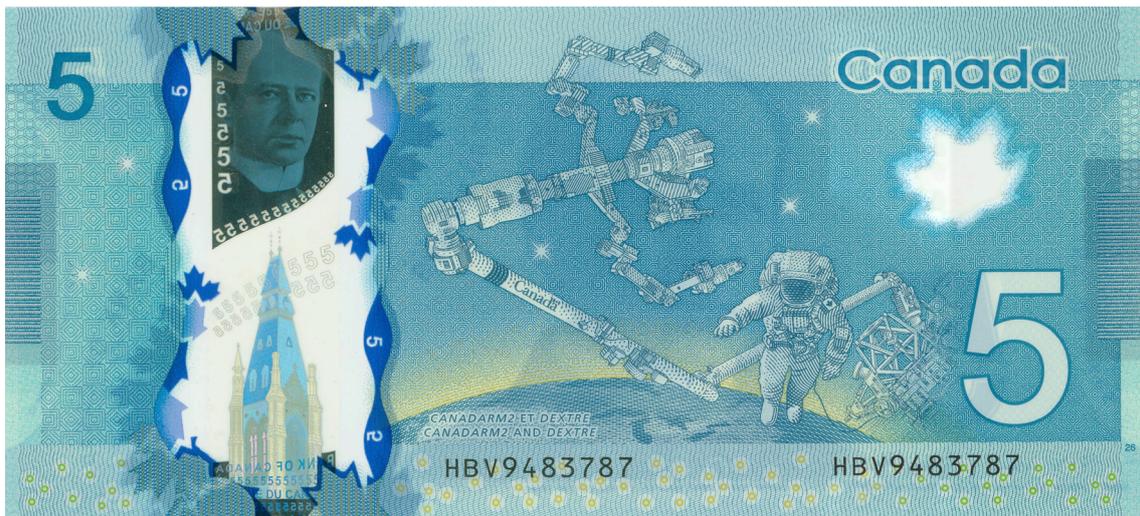


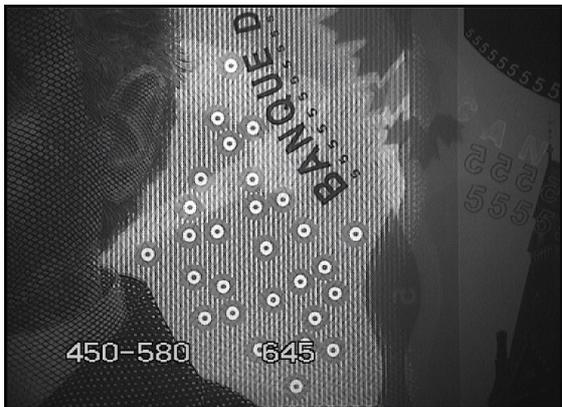
Billete de 5 libras del Banco de Inglaterra. Respuesta al UV del anverso y detalle. También se ha ampliado la ventana -como en los billetes anteriores-, en marrón la zona transparente, que contiene un llamativo DOV. Debajo de la imagen anterior, el documento sometido al filtrado IR y por último a filtro combinado (reverso).





Billete de 5 \$ de Canadá. Respuesta al UV. Detalle de la ventana transparente. El anverso sometido a los IR y dos imágenes, izquierda del anverso y derecha del reverso, de filtrado IR combinado.





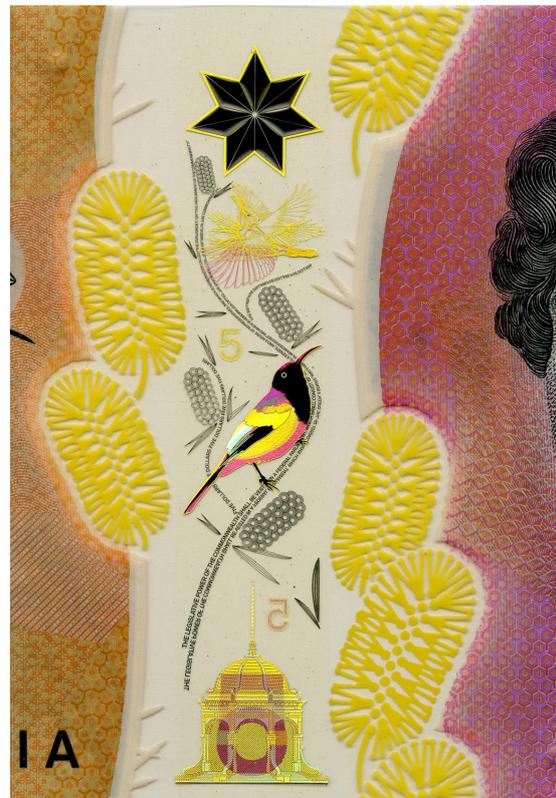
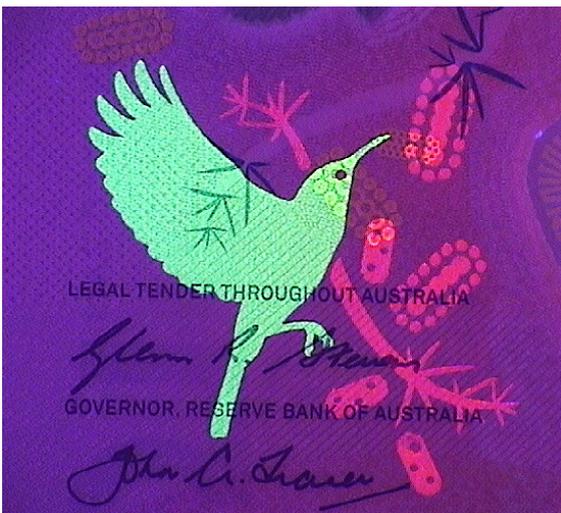
Billete de 5 \$ australianos, este billete de polímero presenta tres ventanas, la principal de arriba abajo -en el centro- con motivo floral (Prickly Moses) y fauna (Acanthorhynchus) autóctonos. A la izquierda, en donde aparece de nuevo el pájaro en tonos dorados. Por último, a la derecha y abajo en el anverso, otra ventana transparente con motivo de líneas en relieve.



Con luz episcópica, a la izquierda, el motivo aparece como si se tratara de fondo opaco y tintas de respuesta Spark®, con luz transmitida a la derecha, aparece claramente como ventana traslúcida y con una evidente variación del trazado de los fondos.



Abajo, detalle del trabajo con tintas UV que se aprecia en el anverso del billete; a la derecha, la ventana principal, con un llamativo colorido metálico.



A continuación, el tratamiento que, como en los casos anteriores se ha dado al documento con IR y filtrado combinado.



Consideramos que los ejemplos ahora aportados, son suficientes para dar una clara idea de las posibilidades de este soporte y la garantía que las medidas de seguridad implementadas son, fundamentalmente, las mismas que sobre soporte papel, por lo que su viabilidad y utilidad quedan plenamente contrastadas.

4.5 Medidas de seguridad especiales para billetes de polímero

Ccl Secure, cuando adquirió Innovia Security también se hizo cargo del soporte Guardian^{TM30} y de la tecnología que hay tras esta marca, que ha ido adaptándose a los tiempos, mejorando su producto y desarrollando nuevas medidas de seguridad, como las descritas a continuación:

AURORA^{TM31}: se trata de un efecto óptico de cambio de color, metamerismo, utilizando dos tintas ópticamente variables de alta seguridad, que combinadas crean un efecto especial bajo la luz reflejada. Mediante el metamerismo se consigue que un diseño presente el mismo color o dos colores diferentes dependiendo de la inclinación de la luz reflejada. Es posible imprimir dicho motivo en la ventana transparente, pudiendo verificarse por ambas caras.

ECLIPSE^{TM32}: esta medida consiste en un dispositivo ópticamente variable (OVD) que permite la aparición de una imagen oculta al mirar a una fuente de luz puntual a través de la ventana transparente, gracias a la difracción de la luz.

HORIZON^{TM33}: utiliza una tecnología de impresión lenticular que permite que una lente ultradelgada de 12 micrones produzca una serie dinámica y llamativa de movimientos con cambio de contraste.

LATITUDE^{TM34}: Este elemento de seguridad consiste en un efecto óptico de difracción y a la vez de semi-opacidad gracias a una estructura de difracción alojada en la capa del sustrato y recubierta con nanopartículas de plata.

Si el elemento se observa a la luz diascópica (al trasluz), se percibe en un solo color y se puede ver a través de este. Si se observa con luz reflejada se aprecia el efecto óptico de difracción (cambios de color y movimiento en la imagen).

5.- BILLETES DE PAPEL, DE POLÍMERO Y...

Tal vez en un futuro, bastante cercano, no será necesario seguir investigando en nuevos materiales y medidas de seguridad para proteger nuestros billetes, ya que la tendencia, a la que cada vez se suman más países, es perseguir el blanqueo de capitales y el fraude, es decir, atacar a la delincuencia organizada allí donde más le duele, el dinero y eliminar el formato físico actual, dejando en circulación sólo la moneda virtual.

La prevención del blanqueo de capitales ha puesto en su punto de mira a las monedas de alto valor, así el Banco Central Europeo puso fin a la emisión de los billetes de 500€ en este mismo año 2019, procediendo además a su retirada paulatina a través de los bancos centrales nacionales.

Cada vez más, se controlan y se investigan las transacciones en efectivo, por ejemplo, en España las empresas no pueden hacer pagos en efectivo superiores a 2.500€, por su parte los bancos no permiten ingresos superiores a 30.000€ en metálico en cuentas diferentes a las del titular.

El SEPBLAC (Servicio Ejecutivo de la Comisión de Prevención del Blanqueo de Capitales e Infracciones Monetarias) ha suscrito el 10 de enero de 2019³⁵ ha suscrito el Acuerdo Multilateral para el Intercambio de Información entre el Banco Central Europeo

³⁰ <https://cclsecure.com/why-guardian/>

³¹ <https://cclsecure.com/aurora/>

³² <https://cclsecure.com/eclipse/>

³³ <https://cclsecure.com/horizon/>

³⁴ <https://cclsecure.com/latitude/>

³⁵ <https://www.sepblac.es/es/2019/01/18/acuerdo-con-el-banco-central-europeo/>

y las Autoridades Nacionales competentes, para facilitar o requerir al BCE información relevante en materia de blanqueo de capitales y financiación del terrorismo.

La ley 10/2010³⁶, de 28 de abril, de prevención del blanqueo de capitales y de la financiación del terrorismo, establece cuales son los sujetos obligados a informar al SEP-BLAC y el tipo de operaciones de las que se debe informar, de manera que, respecto a estas últimas, se introduce en la legislación el término “Comunicaciones por indicio”, es decir, todas aquellas operaciones sobre las que exista indicio o certeza de que están relacionadas con el blanqueo de capitales. Por otro lado, la ley también recoge el término “Comunicaciones sistemáticas”, que es la comunicación mensual al Servicio de diferentes operaciones que se realizan en metálico.

Esta lógica preocupación de los estados por la persecución del blanqueo de capitales y de la delincuencia organizada que subyace bajo estos movimientos de dinero, ha hecho plantarse a varios países la conveniencia o la necesidad de eliminar totalmente el dinero tangible, en metálico.

Suecia fue el primer país europeo que empezó a utilizar, en el Siglo XVII, el papel moneda y ahora se convierte en adalid de su supresión física, trabajando en un proyecto para su sustitución por una moneda electrónica, “E-Krona”, bajo la supervisión del estado³⁷. Otros países como Corea del Sur, Noruega y Dinamarca -que ya ha anunciado que en el 2030 no habrá circulación de efectivo en el país- apuestan por la misma solución³⁸.

Diferentes estudios económicos abogan en el mismo sentido, ya no tan solo por el control del blanqueo, sino por la comodidad, la rapidez y la seguridad del pago mediante, por ejemplo, las tarjetas bancarias, o la banca y el comercio “on line”, en el que ya se utilizan tarjetas virtuales³⁹.

Sin lugar a dudas, la biometría, como sistema de reconocimiento y pago -contra una base de datos en la que el usuario se ha registrado previamente- es el procedimiento de pago que más expectativas está suscitando. Visa y Mastercard, ya están trabajando en sus propios proyectos para garantizar un pago seguro por identificación biométrica a través de sus propias plataformas⁴⁰.

Consumir, comprar y pagar mirando a una cámara, en ello ya trabajan el BBVA -Selfie & Go-, Alipay (filial de Alibaba) -Smile to Pay-, Amazon -Amazon Go-, entre otros, constituyéndose en la punta de lanza de la aplicación imparable de esta nueva tecnología⁴¹.

El Banco de Santander, inmerso en una profunda reestructuración, en la que piensa cerrar 1.100 oficinas y aplicar un ERE a entre 3000 y 4000 trabajadores, nos ofrece un claro ejemplo de que la banca tradicional está llegando a su fin, los servicios antaño imprescindibles (pagos de recibos, gestiones de domiciliaciones, pagos en metálico de nóminas, ingresos en efectivo, etc) son ofrecidos con todas garantías y comodidad por la banca “on line”, desde el sofá de nuestras casas o a un par de clics de nuestro smartphone.

Por su parte, las grandes empresas tecnológicas seguro que no van a dejar escapar esta oportunidad de negocio. Amazon, Apple, Facebook, Google, WhatsApp⁴² tienen sus propias tarjetas y sus plataformas de pago, formando alianzas con bancos y otras empresas.

³⁶ <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2010-6737> y el Reglamento de la ley anterior https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2014-4742

³⁷ <https://www.riksbank.se/en-gb/payments--cash/e-krona/>

³⁸ <https://www.blogbankia.es/es/blog/paises-sin-efectivo.html>

³⁹ <https://www.universaldeliber.es/las-cinco-claves-de-por-que-el-consumidor-prefiere-pagar-mediante-tarjeta-estamos-ante-el-fin-del-efectivo/>

⁴⁰ <https://www.expansion.com/economia-digital/innovacion/2019/07/14/5d23712fe5fdead45b8b45a8.html>

⁴¹ <https://www.xataka.com/robotica-e-ia/efectivo-tarjeta-movil-china-pagan-sonrisa-mediante-reconocimiento-facial>

⁴² <https://elandroidelibre.espanol.com/2018/09/whatsapp-prepara-pagos-moviles-espana.html>

En fin, este breve y superficial estudio de los sistemas de pago en el mundo en el que vivimos, avanza en una única dirección, los sistemas telemáticos, bien mediante tarjetas, biometría, plataformas, banca "on line" o diferentes plataformas de pago y aboca, para bien y para mal, a las monedas físicas tradicionales a su paulatina extinción.

Es posible que, dentro de 20 o 30 años, estos billetes sean ya solo culto de coleccionistas o material para las vitrinas de nuestros museos, que sean historia, aunque nadie podrá negarles su intrínseca belleza.

TECNOLOGÍA SMART EN EL ESTUDIO DE DOCUMENTOS I

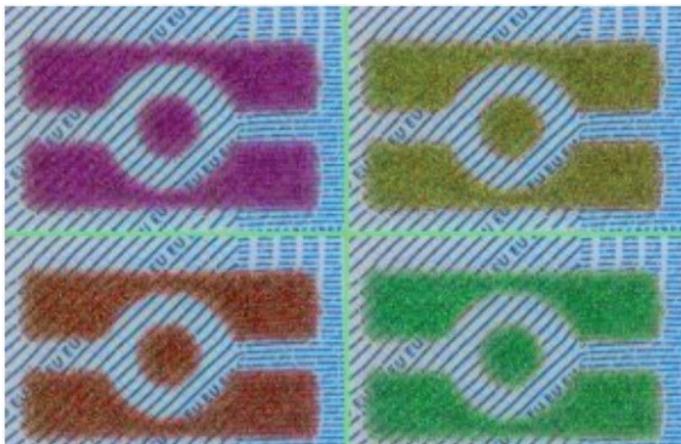
1.- IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD “INTELIGENTES” EN DOCUMENTOS

1.1 Introducción

Hoy en día los documentos de seguridad, como son, entre otros, los pasaportes, las cartas de identidad, los permisos de residencia o los permisos de conducir, se utilizan para múltiples fines, como pueden ser para viajar, como prueba de identidad, para abrir una cuenta bancaria, para alquilar un vehículo o para la realización de algún tipo de trámite con la administración. Por ello, la seguridad de estos documentos es esencial en una sociedad altamente burocratizada como es la actual.

Además, el aumento mundial del número de personas que viajan y su crecimiento continuo, junto con el incremento de la delincuencia internacional, el terrorismo, la inmigración ilegal y el tráfico de personas, han agudizado la inquietud de los estados por la seguridad, preocupados en mejorar la solidez de estos documentos ante posibles alteraciones o falsificaciones, así como por el perjuicio que los usurpadores de identidad, impostores, hacen a sus legítimos titulares.

Desde principios del siglo XXI la Unión Europea, conocedora de la problemática existente y castigada por sus consecuencias, cumple con las recomendaciones de la Organización de Aviación Civil Internacional (ICAO), plasmadas en el Doc. 9303¹, sobre las normas de seguridad en “Documentos de Viaje de Lectura Mecánica” (MRTD), equipando sus documentos con características avanzadas de seguridad, incluyendo medidas de seguridad biométrica (imagen facial - huellas dactilares) y de lectura digital (líneas de lectura mecánica - códigos de barras).



Símbolo ICAO para documento biométrico.

Gracias a este conjunto de medidas se ayuda a luchar de manera activa contra la falsificación de estos documentos, en parte porque estos avances tecnológicos de seguridad establecen un vínculo fiable entre el titular y su documento.

¹ <https://www.icao.int/publications/pages/publication.aspx?docnum=9303>



El DNIe, modelo 2015, cuenta con el símbolo del Chip Icao, lo que le habilita para su lectura con dispositivos móviles.

Este nuevo método de fabricación y expedición de los documentos de identidad y de viaje, denominados hasta ahora “MRTD” (Machine Readable Travel Documents), ha pasado a denominarse e-MRTD (electronic Machine Readable Travel Document o Documento Electrónico de Viaje de Lectura Mecánica), debido a que estas nuevas medidas de seguridad se basan en el uso de la tecnología electrónica para su personalización y comprobación, siendo en esencia, documentos de seguridad de muy difícil alteración y falsificación.

Básicamente, están diseñados para incorporar garantías de protección contra acciones fraudulentas durante su período de validez y de este modo evitar:

- a) Imitación fraudulenta: es la falsificación que afecta al documento en su totalidad -íntegramente falso-, se trata de una reproducción de un original al que se le añaden los datos del usuario, con la intención de utilizarlo como si fuera original.



Documento íntegramente falso.

- b) Alteración fraudulenta: también conocida como falsificación, es la manipulación de un documento genuino. Los datos personales del titular y la fotografía, son los principales objetivos de esta alteración.



Alteración fraudulenta de un documento original.

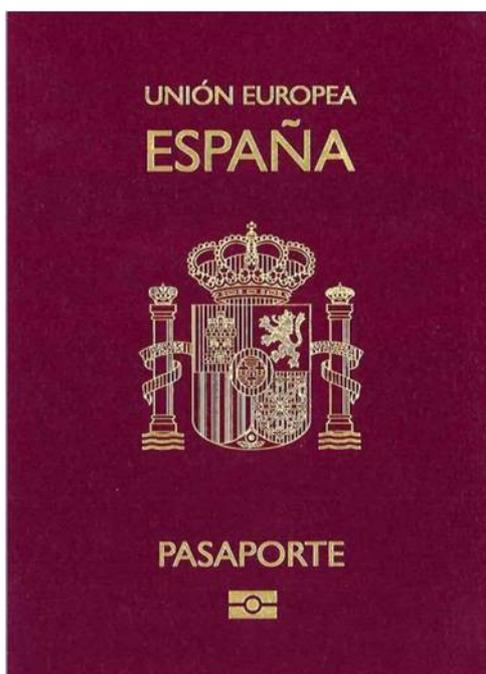
- c) Usurpación de identidad: el impostor asume la identidad de otra persona mediante el uso indebido de su documento oficial, haciéndose pasar por su legítimo titular debido al parecido físico entre ambos.



Si bien se parecen, no son la misma persona, el impostor fuerza el parecido al caracterizarse como el titular legítimo.

En definitiva, estos avances proporcionan mayor seguridad contra los tipos de acciones fraudulentas descritas y conlleva en primer lugar que, para su fabricación, se usen materiales que no estén fácilmente al alcance del público, combinado con sistemas de diseño exclusivo, así como la impresión y el proceso de personalización, que requieren de equipos y conocimientos técnicos muy especializados.

Por otra parte, la implementación de las nuevas medidas de seguridad biométricas y de lectura digital, ofrecen una excelente ayuda a la hora de acreditar la autenticidad de los datos contenidos en estos documentos, ya que pueden ser comprobados con cualquier smartphone comercial.



1.2 Motivación de las medidas de seguridad “inteligentes” para evitar los principales riesgos en la seguridad de los documentos.

La necesidad de introducir elementos de seguridad electrónicos en los documentos surge para hacer frente a algunas falsificaciones que, en una inspección rutinaria, dada la calidad del material y del sistema de impresión utilizados por el falsificador, pudiesen ser aceptados como documentos genuinos.

Como sucede con la mayoría de documentos falsos, cuando son analizados en el laboratorio por expertos, se detectan en ellos numerosos errores, pero para que lleguen a los expertos, los documentos tienen que ser detectados en un primer filtro y es aquí donde a día de hoy los documentos fraudulentos, si no se analizan con detenimiento, pueden ser dados por genuinos debido principalmente, como ya anticipamos, a la calidad de las impresoras comerciales que están disponibles al público en general y a un costo accesible.

Con estos elementos de seguridad electrónica añadidos en los documentos, el personal encargado de una primera inspección podrá determinar fehacientemente si existe fraude o no con la ayuda de un dispositivo móvil o smartphone, a través de las diferentes aplicaciones que se pueden utilizar para la lectura de la información biométrica contenida en el microchip o la decodificación de los datos incluidos en las zonas de lectura mecánica o bien en los códigos de barras.

Esta es la motivación que ha llevado a la Unión Europea a cumplir rigurosamente con las recomendaciones del Doc. 9303 de la ICAO, ordenando sin demora diferentes Reglamentos y Directivas de obligado cumplimiento, para que, todos los documentos de identidad y viaje de los países miembros, pasen a ser electrónicos, haciendo así un frente común contra los peligros de seguridad y evitar el uso fraudulento de los mismos. En la parte 2 del DOC. 9303, se establecen las “Especificaciones para la seguridad del diseño, la fabricación y la expedición de MRTD”, cuya finalidad es evitar las siguientes acciones:

- Falsificación total del documento.
- Sustitución de la fotografía.
- Supresión o alteración del texto en la zona visual o de zona de lectura mecánica de la página biográfica.
- Construcción de un documento fraudulento, o de partes de este, empleando materiales de otros documentos legítimos.
- Extracción y sustitución de páginas enteras o visados.
- Supresión de anotaciones en las páginas de visados y en la página de observaciones.
- Robo de documentos genuinos en blanco.
- Manipulación indebida del CI -Circuito Integrado- sin contacto (cuando exista), sea por medios físicos o electrónicos.
- Impostor: persona que solicita y obtiene un documento asumiendo un nombre e identidad falsos o persona que modifica su apariencia física para hacerse pasar por otra con objeto de utilizar el documento de esa otra persona.

1.3 Normativa reguladora.

En cuanto a la normativa reguladora, hay de destacar el liderazgo de la ICAO-OACI (Organización Aeronáutica Civil Internacional) en el desarrollo de especificaciones formales para pasaportes y otros documentos de viaje que la convierte en la principal norma de referencia para la fabricación, impresión y personalización de los documentos modernos.

La ICAO es un organismo especializado de la ONU, creado por los Estados miembros en 1944 para ejercer la administración y velar por la aplicación del Convenio sobre Aviación Civil Internacional. En la actualidad agrupa a 193 países y a través de su “Documento 9303” recoge las especificaciones técnicas de seguridad para los documentos de identidad y viaje, consistentes en pasaportes, visados, cartas de identidad y tarjetas de identidad de extranjeros utilizados en el cruce de fronteras.

En sus inicios siguió la tradición establecida por las conferencias de la Liga de las Naciones sobre pasaportes en los años veinte. El mandato de la ICAO, de perseverar en su función de liderazgo, tiene su origen en el Convenio de Chicago sobre Aviación Civil Internacional -año 1944-, que recoge una amplia gama de requisitos para que las operaciones de aviación civil se ejerzan en forma eficiente y ordenada.

La Asamblea de la ICAO en 2004 afirmó que la labor de cooperación respecto a especificaciones para fortalecer la seguridad de los documentos de viaje es objetivo prioritario de la Organización, colaborando, además, con la Organización Internacional de Normalización (ISO)²; con el Grupo Técnico Asesor sobre el Programa de Identificación de Viajeros (TAG/TRIP)³ que se encuentra integrado por la Asociación del Transporte Aéreo Internacional (IATA), el Consejo Internacional de Aeropuertos (ACI) y la Organización Internacional de Policía Criminal (INTERPOL).

En 2005, los 188 Estados miembros de la ICAO existentes en esa fecha aprobaron una nueva norma por la que todos los Estados debían comenzar, a expedir pasaportes de lectura mecánica con arreglo al Doc. 9303, no más allá del año 2010. Por otro lado, se aprobó que, a partir del año 2015, debían haber caducado todos los documentos de viaje que no fueran de lectura mecánica.

En 2008 las especificaciones técnicas del Doc. 9303 recibieron la aprobación de la Organización Internacional de Normalización con carácter de norma ISO/IEC 7501-1:2008 (ICAO 9303-1). Esta aprobación se hace posible mediante un mecanismo de enlace que permite, a los fabricantes de documentos de viaje, dispositivos de lectura mecánica y otras tecnologías, proporcionar asesoramiento técnico al TAG/TRIP bajo los auspicios de la ISO. Mediante esta relación de trabajos, las especificaciones de la ICAO han alcanzado y se espera que continúen recibiendo, la categoría de normas mundiales, empleando un procedimiento simplificado dentro de la norma ISO.

El mecanismo de enlace con la ISO se ha empleado con éxito no sólo para avalar nuevas especificaciones de documentos de viaje como normas ISO, sino también para aprobar enmiendas de las especificaciones. Por consiguiente, las revisiones que se hagan más adelante al Doc. 9303 se tramitarán del mismo modo que antes se hacía para obtener la aprobación de la ISO⁴.

1.4 Descripción de las medidas de seguridad inteligentes.

A. Zona de Lectura Mecánica (MRZ).

Este requisito formal nace con un doble objetivo. Primero: crear un sistema para inspeccionar, validar y verificar los documentos de forma sencilla y eficaz de manera que pueda ser utilizado por cualquier entidad pública o privada, por ejemplo, autoridades de control fronterizo, líneas aéreas y otros operadores de transporte o instituciones financieras. Segundo: busca simplificar las formalidades para el cruce de fronteras, evitando así la demora innecesaria gracias a la automatización en la lectura mecánica de los documentos.

A partir del año 2015 no debía haber ningún documento de viaje sin la zona de lectura mecánica (MRZ), consecuencia del acuerdo firmado por los estados miembros de la ICAO en el año 2005, al que nos hemos referido anteriormente.

La característica principal de la zona de lectura mecánica es la codificación de los datos relevantes del titular y del documento, que figuran en él en unas líneas alfanu-

² <https://www.iso.org/home.html>

³ <https://www.icao.int/Meetings/TAG-MRTD/Pages/default.aspx>

⁴ Al final de este trabajo, tras la bibliografía y la webgrafía, se puede consultar una relación más detallada de las normas ISO e ICAO referidas a los datos biométricos contenidos en los documentos de identidad y de viaje. También se pueden consultar a través de las respectivas webs de ISO e ICAO.

Así, la Uniform Code Council, UCC, es una organización estadounidense que en 1973 adoptó el código de barras denominado UPC, creado para identificar productos de origen propio.

Posteriormente, dados sus beneficios, Canadá decidió acogerse a este sistema estándar. La Asociación Europea de Codificación de Artículos, EAN, a imagen de la americana, se funda en 1977 por doce países europeos, que tuvieron la iniciativa de crear su propio estándar de identificación. Más tarde, Japón y Australia se unieron a la iniciativa de la EAN, tomando el nombre de Asociación Internacional de Codificación de Artículos, EAN Internacional y finalmente, en el año 2005, se fusionan la UCC y la EAN internacional para dar lugar a la GS1 Global⁵.

Esta red internacional, de carácter privado, está formada por más de 1,3 millones de empresas de todo el mundo, constituida por 112 organizaciones internacionales, que representan a 150 países y además es la responsable de la asignación de los prefijos a cada país.

Del mismo modo, multitud de países utilizan estos códigos de barras en sus pasaportes, cartas de identidad o permisos de conducir para codificar la información del titular. Además, este simple método de codificación, aporta una mayor seguridad a sus documentos y resulta una herramienta útil para comprobar que no existe alteración alguna, ya que la imagen puede ser leída por dispositivos móviles o smartphones a través de su lente y traducidos mediante un software determinado (App).

En los documentos se pueden introducir diferentes tipos de códigos de barras según las necesidades de información a codificar, existiendo principalmente dos grupos: los códigos de barras lineales (1D) y los códigos de barras bidimensionales o de matriz (2D):

- **Los códigos de barras lineales (1D):** son los primeros y más utilizados. Tienen una capacidad limitada para contener información. Presentan una variedad considerable atendiendo al uso al que se destinen.

Los de uso más extendido en los documentos de seguridad son:

- **Code 39:** es el formato de código unidimensional más usado en el mundo por las empresas para el control interno de mercancías, siendo muy común en identificación, logística, inventarios y usos industriales. Los caracteres que admite son números del 0 al 9, letras mayúsculas (salvo caracteres nacionales, incluidos los acentos), el espacio en blanco y los caracteres “- . \$ / + %”.

El uso de Code 39 presenta longitud variable y no requiere asignación de código por parte de ninguna autoridad de registro, por lo que las empresas pueden utilizarlo libremente para el etiquetado de sus artículos.

A continuación, mostramos un Code 39 e invitamos al lector a comprobar todo lo anterior, cargando una aplicación de escaneado de códigos de barras para smartphone (App PDF417), activándola y pasando el teléfono por encima de este código.



FALSEDAD DOCUMENTAL

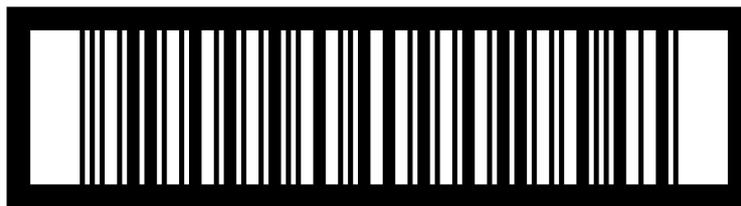
⁵ <https://www.gs1.org/>

- **Code 128:** similar al anterior, pero con la posibilidad de codificar los 128 caracteres del ASCII (American Standard Code for Information Interchange, o Código Estándar Estadounidense para el Intercambio de Información). Publicado en 1967 y actualizado por última vez en 1986. Utiliza 128 caracteres que se activan con la tecla ALT+nº “activado con el teclado numérico”. Aquí tampoco pueden incluirse los caracteres nacionales ni acentos. Se utiliza en logística, distribución y transportes, no en el punto de venta. Como en el caso anterior es de longitud variable y tampoco requiere asignación de código por parte de ninguna autoridad de registro. A continuación, mostramos un Code 128.



FALSEDAD DOCUMENTAL

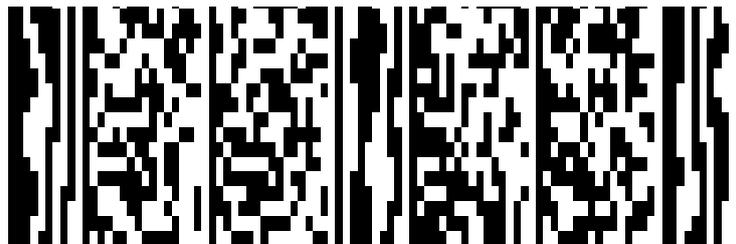
- **ITF BARCODE:** es el código de barras de 1 dimensión estandarizado como un código de distribución común, tiene una capacidad de 14 números y solo acepta valores numéricos (0 a 9).



0 19 22700 89348 7

- **Códigos de barras bidimensionales o de matriz (2D):** son más seguros y pueden albergar mucha más información en un espacio más pequeño que los códigos de una dimensión. Este tipo de códigos están muy extendidos en los pasaportes y cartas de identidad de América.

- **PDF417:** es un formato de código de barras utilizado en una amplia variedad de aplicaciones, principalmente de transporte, identificación y gestión de inventario. Cada patrón es un código de barras individual, consiste exactamente en 4 barras y 4 espacios y cada patrón tiene 17 unidades de longitud. De aquí es de donde viene el número 417. El código de barras PDF417 puede codificar hasta 1800 caracteres ASCII por código de barras o hasta 1100 caracteres binarios por símbolo.



Falsedad documental para especialistas en documentoscopia

- **Código QR:** del inglés Quick Response Code, que puede traducirse como Código de Respuesta Rápida. Es un código de barras bidimensional cuadrada que puede almacenar los datos codificados. Suelen ser utilizados como enlace para dirigirnos, a través de una URL concreta, a la página WEB especificada en la misma. Do ejemplos: el primero contiene un texto y el segundo una URL.



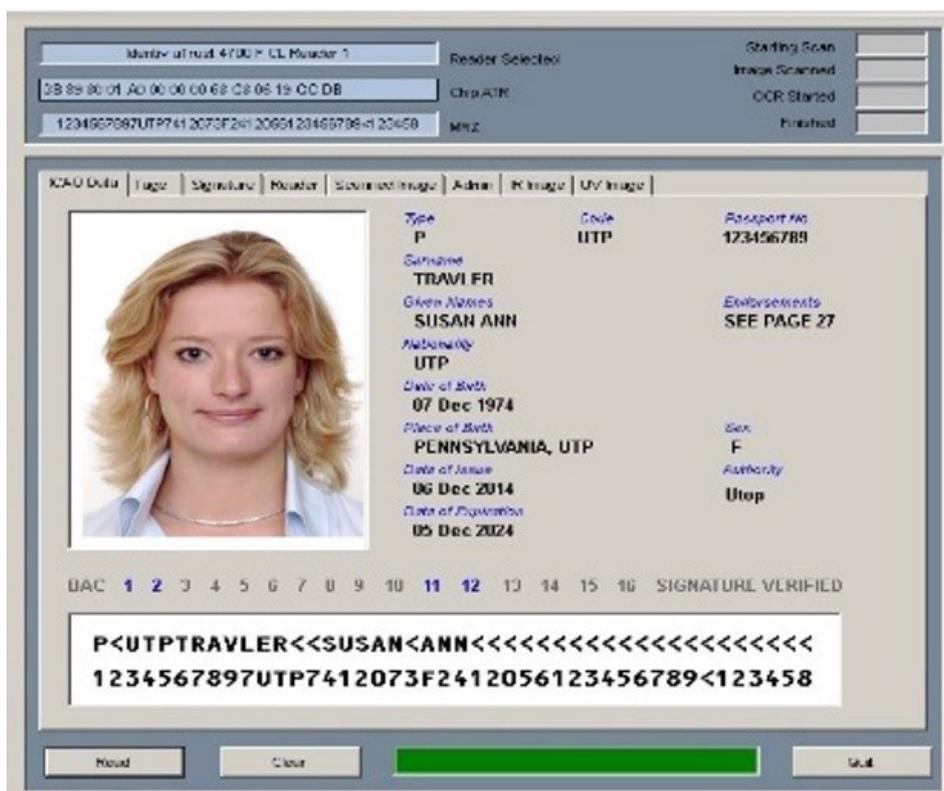
Falsedad documental
para especialistas en documentoscopia



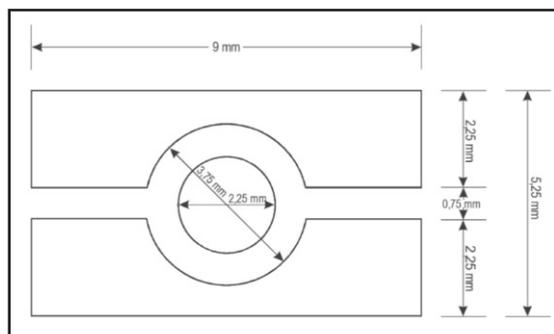
<https://www.c1b3rwall.es>

C. Identificación biométrica en los documentos de viaje de lectura mecánica electrónica (eMRTD)

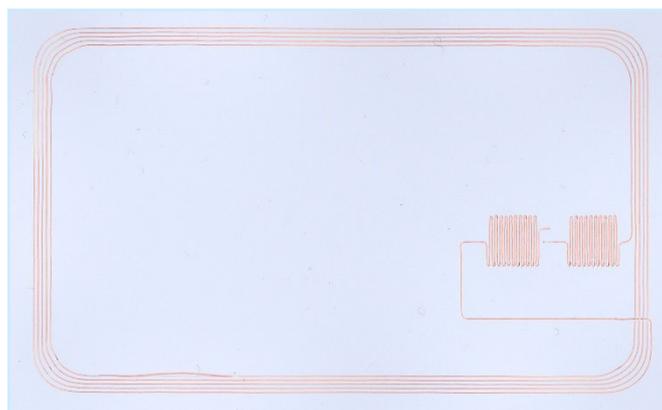
La tecnología biométrica aplicada a la identificación de personas es una potente herramienta a la hora de determinar el vínculo inequívoco entre el documento y su portador, ya que puede realizarse una comprobación dual, es decir, por un lado, se inspecciona el soporte material y por el otro se comprueba, a través de un dispositivo móvil, que toda la información contenida en el documento sea la misma que la ofrecida la pantalla, además de las huellas digitales e imagen en color del titular, información biométrica mínima.



Todos los documentos biométricos que contengan un circuito integrado sin contacto, con capacidad de almacenamiento de datos de por lo menos 32 kB, codificado con arreglo a la estructura lógica de datos (Doc. 9303-10), se identifican con el símbolo internacional estandarizado por la ICAO, un chip, que estará visible como mínimo en la primera página. Abajo el símbolo.



La información grabada en los documentos sin contacto es seleccionada por el estado u organización expedidores, pero debe permitir que el resto de los estados tengan acceso a los datos correspondientes, como así también las organizaciones públicas o privadas. De tal manera, es necesario, para lograr un interfuncionamiento mundial fiable, que la integridad y autenticidad de los datos estén aseguradas.



La capacidad de almacenamiento de datos, por ejemplo, en las cartas de identidad sin contacto, queda a discreción del estado expedidor, pero será como mínimo de 32 kB. Esta capacidad mínima es la necesaria para almacenar la imagen facial obligatoria (normalmente 15 a 20 kB), los datos de la zona de lectura mecánica y los elementos necesarios para asegurar la información. El almacenamiento de imágenes faciales, de huellas digitales o de iris adicionales puede exigir un aumento considerable de la capacidad de almacenamiento, por tanto, no se especifica un valor máximo de la capacidad de datos.

Al respecto, la ICAO ha determinado que la estructura lógica de datos (LDS) predefinida y normalizada debe satisfacer varios requisitos obligatorios, como son⁶:

- Asegurar la facilitación eficiente y óptima del titular legítimo.
- Asegurar la protección de los detalles registrados en la tecnología de ampliación de capacidad opcional.
- Permitir el intercambio mundial de los datos de capacidad ampliada basándose en el uso de una LDS única común a todos los eMRTD.

⁶ https://www.icao.int/publications/Documents/9303_p10_cons_es.pdf

2.- LOS SMARTPHONES COMO DISPOSITIVOS DE VERIFICACIÓN PORTÁTIL

Esta nueva tecnología permite verificar eficazmente tanto los documentos tradicionales como los electrónicos. Si hasta no hace mucho, la verificación de la integridad de los documentos de identidad y viaje y los datos contenidos en los mismos, era un campo restringido a tecnología específica -VSC con capacidades adicionales para la comprobación de las medidas de seguridad, sólo disponible y de interés para los estados-, para el control de fronteras o para el análisis pericial de la Policía Científica, ahora es posible, para cualquier entidad pública o privada, la comprobación de los datos y confirmar la autenticidad del documento mediante el uso de teléfonos inteligentes.

Las características de seguridad verificables con máquina se recogen en el Doc.9303-10 de la ICAO, donde se recomienda que “Puede ser conveniente que el eMRTD también se comunique con otros sistemas de inspección sin contacto y con dispositivos móviles. Por ejemplo, los teléfonos inteligentes con NFC utilizan 1,5 A/m”.

El éxito mundial de la iniciativa de la ICAO ha llevado a la expedición de millones de documentos de viaje de lectura mecánica electrónico que cumplen con las especificaciones del Doc. 9303, con un objetivo específico, mejorar la seguridad de los documentos de viaje de lectura mecánica en todo el mundo mediante el uso de procedimientos de autenticación de documentos con ayuda de máquina.

Siguiendo esta iniciativa de la ICAO, a continuación mostraremos cómo utilizar, un dispositivo móvil o smartphone, como un verdadero lector avanzado de detección de documentos, gracias a las diferentes utilidades que ofrecen, como son la captación de imágenes a alta resolución, la descodificación de los datos dentro de la zona de lectura mecánica o códigos de barras y además la lectura de la información contenida en el circuito integrado sin contacto.

2.1 Verificación de la zona visible.

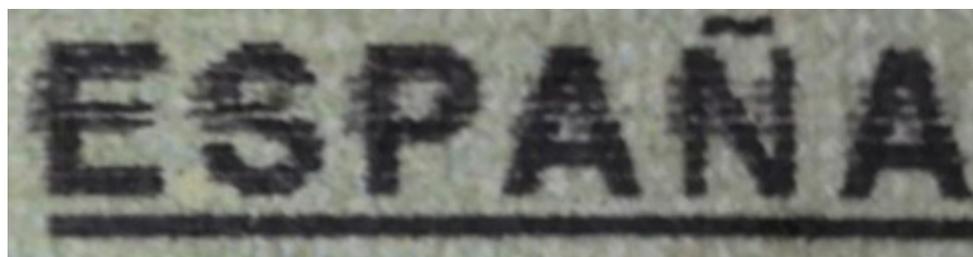
Cuando tras comprobar un documento con el sistema tradicional de tocar, mirar y girar, existen dudas sobre la autenticidad del mismo o por el contrario se quiere ratificar que se trata de uno genuino y no se cuenta con un sistema de verificación profesional, se puede recurrir a cualquier smartphone actual que cuente con una cámara superior a 8 Mpx (megapíxel), requisito mínimo para utilizar un teléfono como dispositivo de captación de imágenes a alta resolución para poder comprobar, entre otras medidas de seguridad: sistemas de impresión, fondos de seguridad y microtextos.

Existen dos posibilidades de análisis. Una de ellas es utilizar la cámara de fotos a máxima resolución siempre con el flash activado, como en la siguiente imagen tomada con la cámara de un smartphone a 8 Mpx.

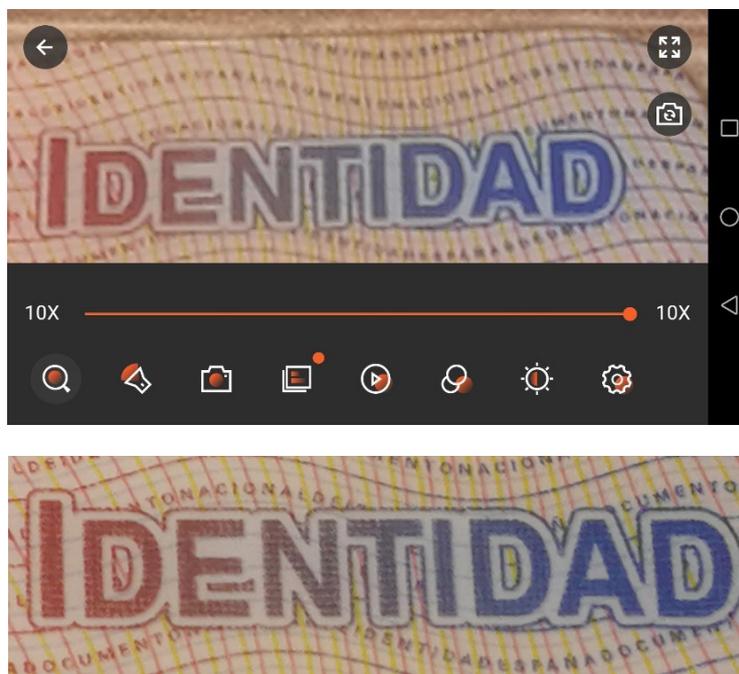


En esta fotografía se aprecian las posibilidades que ofrecen los actuales teléfonos móviles, la imagen permite analizar con calidad los microtextos y las líneas continuas impresas que conforman los fondos de seguridad.

Del mismo modo, permite detectar documentos fraudulentos como se muestra en estas imágenes, en ellas podemos distinguir fácilmente los falsos de los originales al observar: los microtextos, en unos legibles y en otros ilegibles y analizando la nitidez de los fondos de seguridad.



La otra es usar una App con lupa disponible, funciona de forma muy similar a una lupa digital, observando directamente en la pantalla la imagen ampliada mediante las funcionalidades de la App, igualmente proporciona calidad suficiente para poder leer microtextos y demás motivos de seguridad característicos de la impresión tradicional.



2.2 Verificación de la zona mecánica

En este punto conoceremos las diferentes aplicaciones desarrolladas, por empresas destacadas del sector de la seguridad, para la comprobación y verificación de los diferentes MRTD y e-MRTD en documentos:

A. Verificación de la zona de lectura mecánica

Estas aplicaciones funcionan en base a las especificaciones del Doc. 9303 de la ICAO, por las que se ha incorporado en los documentos una zona de lectura mecánica que sirve para verificar de forma automática el documento, comprobación que se realiza a través de una serie de dígitos de control que, además, permiten cotejar visualmente los datos arrojados por la aplicación al examinar la información contenida en la zona de inspección visual (VIZ). Entre las aplicaciones más eficaces destacamos:

- Regula Document Reader⁷ (sistema operativo Android e iOS)

Regula Document Reader es una de las aplicaciones más completas para poder utilizar los smartphones como dispositivos móviles de control, ya que verifica la zona de lectura mecánica y la zona visual. Realiza el control de los códigos de barras y la lectura de la información biométrica contenida en el circuito integrado del documento.



Como empresa, Regula lleva más de 25 años en el mercado de alta tecnología, siendo hoy una de las más importantes del sector de producción de dispositivos especializados para autenticar documentos, billetes y valores.

La empresa posee la certificación ISO 9001:2015 e ISO 27001: 2013 por lo que todos sus productos cumplen con las normas y estándares internacionales.

⁷ <https://regulaforensics.com/es/>



La App Regula Document Reader funciona reconociendo el tipo de documento a través del OCR, a continuación, realiza la lectura de los datos de MRZ, código de barras y chip RFID y verifica automáticamente todo tipo de documentos de identidad con el smartphone. Puede funcionar tomando imágenes con la cámara o bien siendo seleccionadas las imágenes de la galería.

Ya sea un documento de viaje ICAO 9303 con MRZ, como un pasaporte, una tarjeta de identificación, una visa, o como una licencia de conducir, un certificado de registro de vehículo o un permiso de trabajo, la aplicación puede leer los datos y verificarlos en un instante.



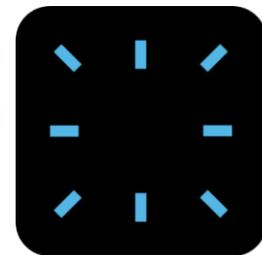
C. Códigos de barras.

En los códigos de barras, a diferencia de la zona de lectura mecánica o de los datos biométricos contenidos en el circuito integrado, la información no está estandarizada, es decir, es el país emisor el que elige el tipo de información a introducir según el tipo de código que determine, por ejemplo si se utilizan en el documento códigos lineales como son el Code 39, Code 128 o ITF, la información que tendrán serán básicamente números, como el número de soporte o identidad, fechas de expedición o nacimiento, pudiendo estar combinadas de cualquier forma. En caso de haber elegido un código bidimensional como es el PDF417 o QR code, las posibilidades aumentan ya que son capaces de almacenar más información, pudiendo encontrar además de los números anteriores, el nombre y apellidos, domicilios, etc.

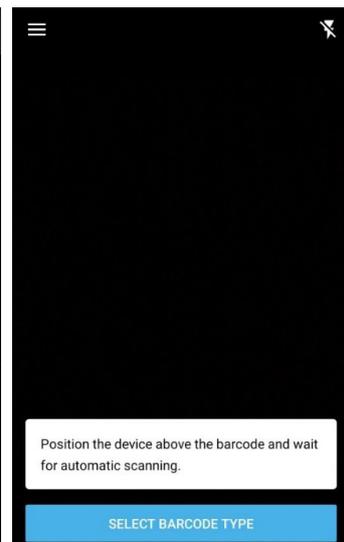
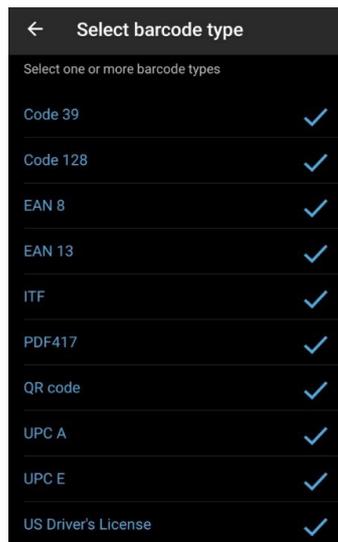
Por lo tanto, para comprobar los códigos de barras con la aplicación, hay que ver la información que es proporcionada por el dispositivo y buscar con que se corresponde.

• PDF417 Android y iOS

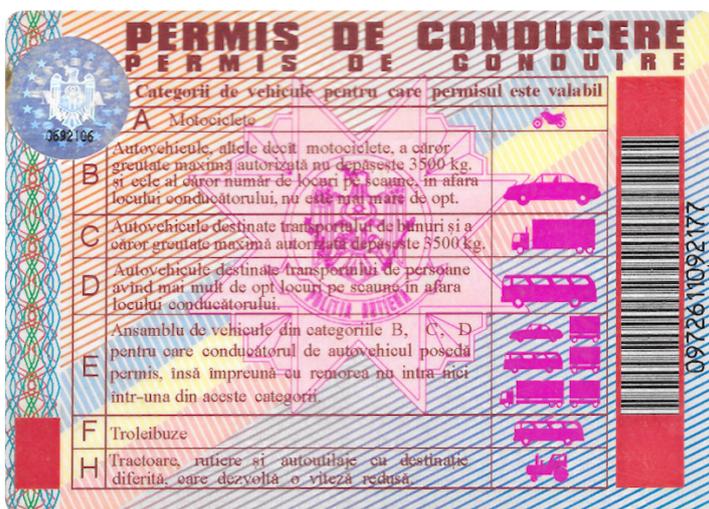
Microblink es una empresa de I + D que desarrolla tecnología patentada de visión por computadora optimizada para el procesamiento en tiempo real en dispositivos móviles. Cuenta con una red mundial de clientes en más de 60 países, incluye bancos e instituciones financieras, telecomunicaciones, minoristas, aseguradoras, integradores de sistemas, desarrolladores de aplicaciones y otras empresas orientadas a la producción y servicios.



Es capaz de reconocer cualquier tipo de código de barras de los utilizados comercialmente, como son los Code 39, Code 128, EAN 8, EAN 13, ITF, PDF414, QR code, UPC A, UPC E y, además, las licencias de conducir de los Estados Unidos, por tanto, puede reconocer los diferentes tipos de códigos utilizados en los documentos de seguridad como las siguientes:



- Code39



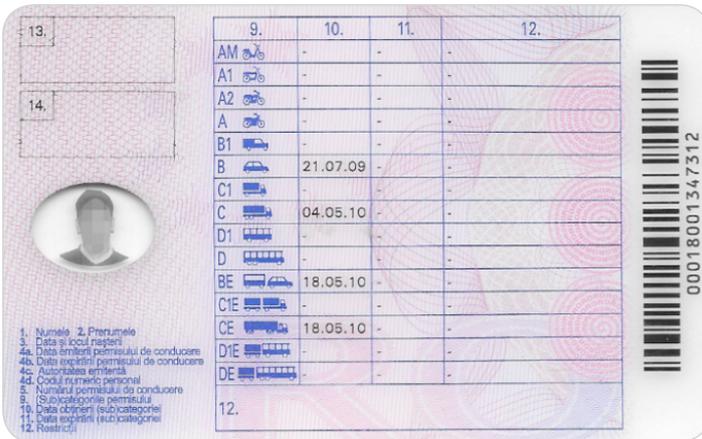
Code 39

0972611092177



N.º de soporte

- Code128

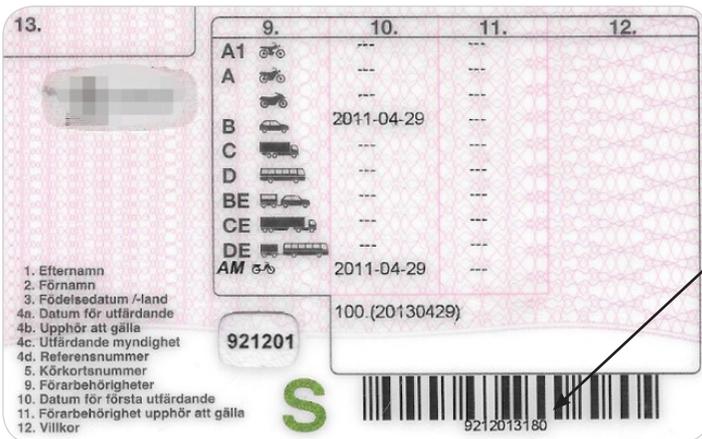


Code 128

00018001347312

DONE

- ITF



ITF

9212013180

DONE

- PDF417

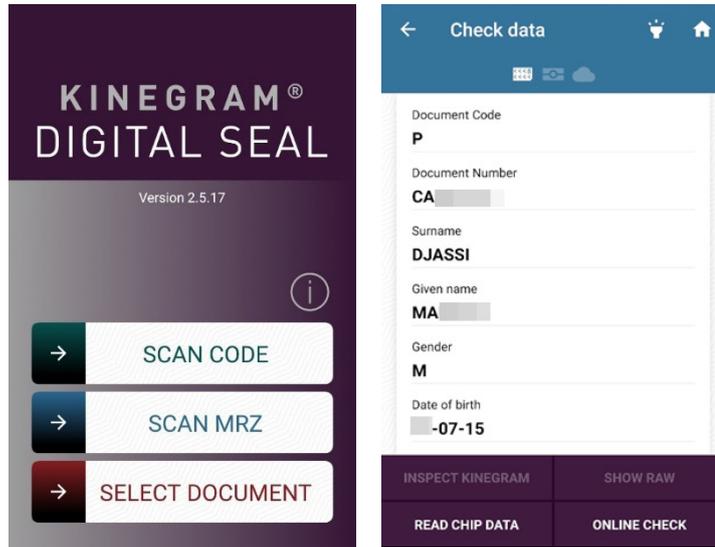


PDF417

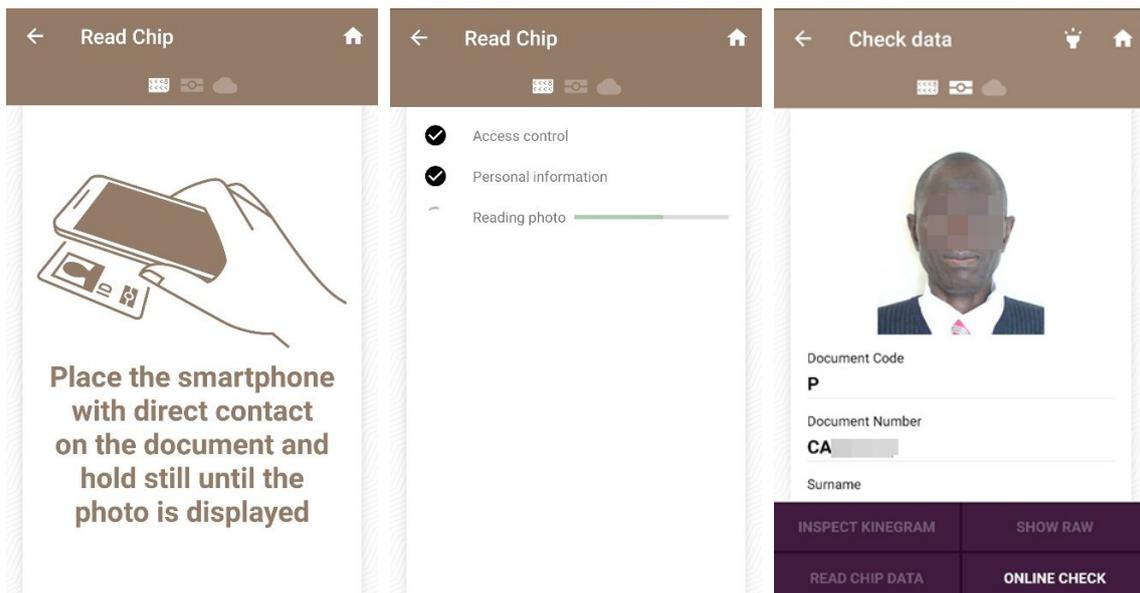
00133850147@INZAURALDE@NORMA
BEATRIZ@F@30413209@A@25/08
/1983@04/09/2012

DONE

Comenzaremos por la lectura de la zona de lectura mecánica situada en el inferior de la página biográfica, seleccionando en la pantalla del teléfono "SCAN MRZ" y tras ser leída aparecen los datos principales del documento.



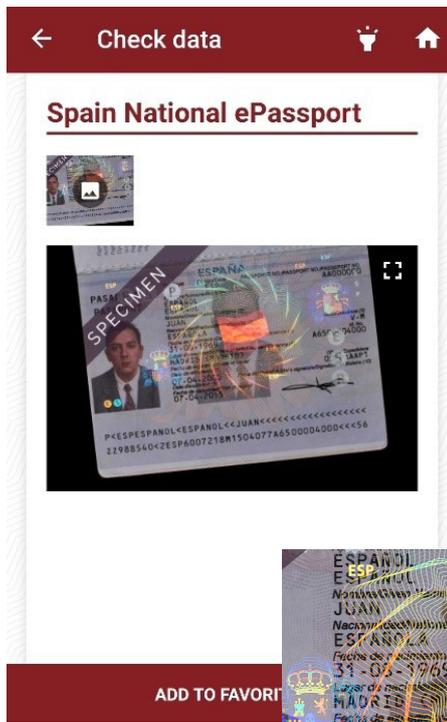
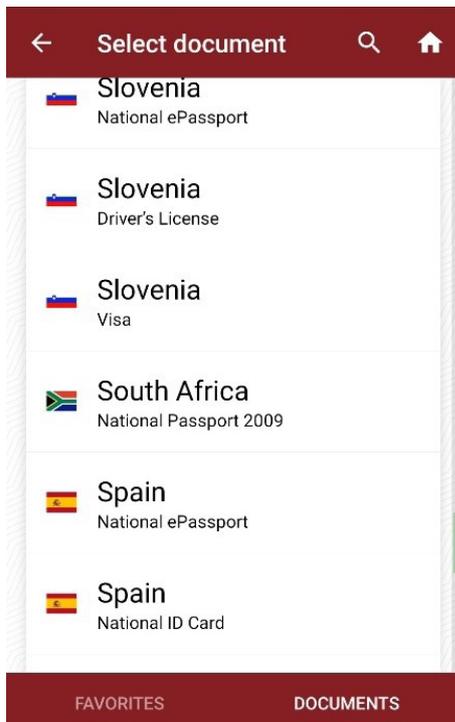
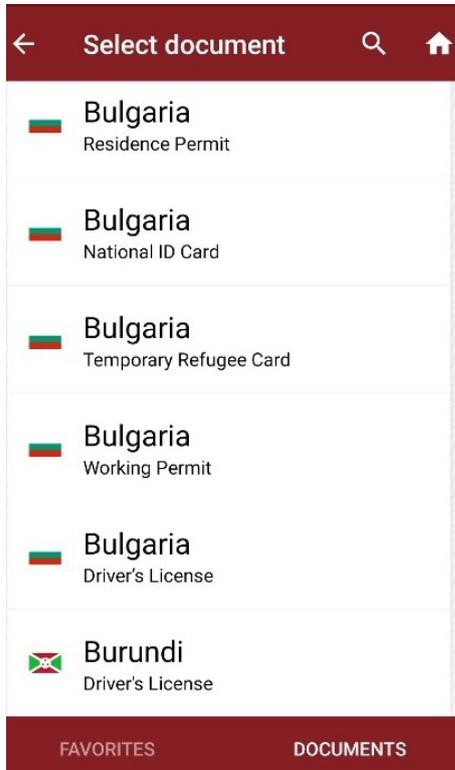
Para continuar con la lectura del chip debemos seleccionar "READ CHIP DATA" y seguir los pasos que se indican.



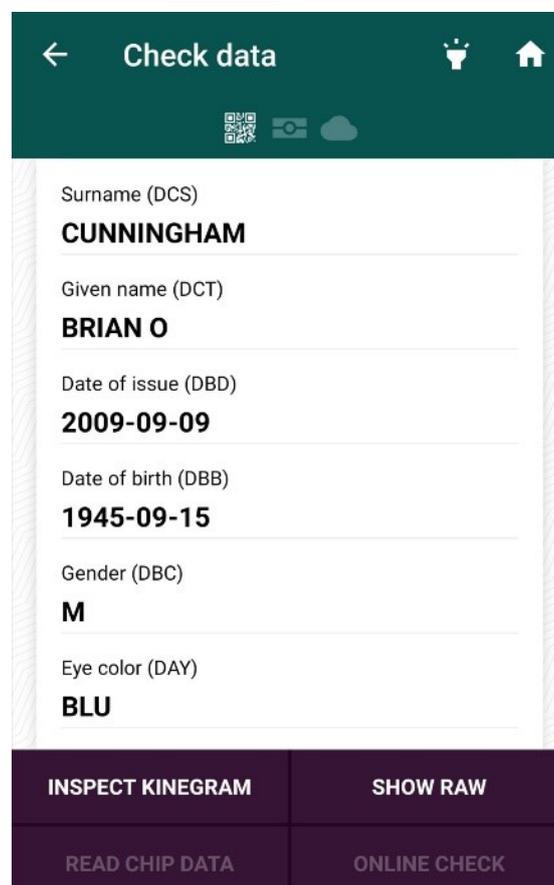
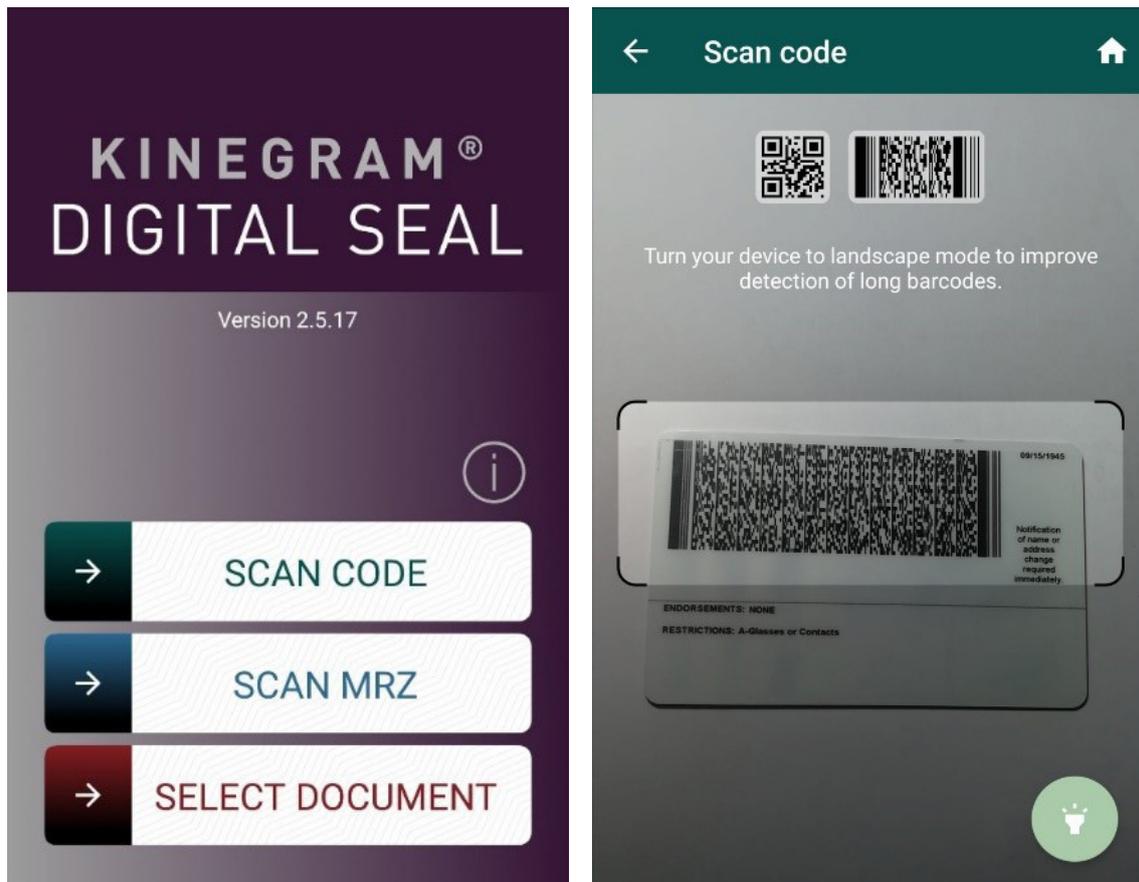
La información que se muestra nos sirve para comparar los datos impresos con los introducidos en el chip del documento.



Esta App, Digital Seal KINEGRAM®, permite también la inspección de lado a lado de las características físicas de seguridad del documento (especialmente las de KINEGRAM), utilizando una base de datos de referencia dentro de la aplicación que contiene imágenes y vídeos.



Además, la aplicación permite leer los códigos QR y los códigos de barras PDF417 de los documentos.



• Regula Document Reader

Regula, además de lo descrito anteriormente sobre la verificación que puede realizar de la zona de lectura mecánica, también es capaz de Autenticar e-MRTD mediante lectura del chip RFID con tecnología NFC.



TECNOLOGÍA SMART EN EL ESTUDIO DE DOCUMENTOS II

1.- LOS SMARTPHONES COMO DISPOSITIVOS DE CONSULTA PORTÁTIL

Debido a la preocupación generalizada en torno a la seguridad de los documentos de identidad y viaje, por parte de diversas entidades públicas y también privadas, se han creado diferentes bases de datos de consulta de acceso libre para que, tanto los ciudadanos como las organizaciones y las empresas, puedan distinguir entre documentos falsos y auténticos, ya que cada vez más existe la obligación legal de comprobar la identidad de las personas en los más diversos trámites de la vida diaria.

Estas herramientas de consulta toman una especial relevancia gracias al internet móvil, donde mediante el uso de un smartphone se pueden realizar consultas de casi cualquier tipo de documento de seguridad.

Además de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad, las personas que utilizan estas bases de datos son aquellas con la obligación legal o la necesidad profesional de comprobar la identidad a través de los documentos de seguridad (por ejemplo: empresarios, servicios postales, bancos y entidades de crédito, empresas de vigilancia y seguridad, agencias de alquiler de vehículos, notarios y abogados), así como por el público en general.

1.1 Webs públicas para la consulta de documentos.

- **Documentos prado**

<https://www.consilium.europa.eu/prado/es/search-by-document-country.html>



El sistema PRADO es una base de datos de consulta online de documentos que pertenece a la Unión Europea, actualmente está alojado en la Secretaría General del Consejo de la Unión Europea, si bien existe una mesa de trabajo para que en un futuro próximo dependa directamente de Frontex.

PRADO toma su nombre de las siglas en inglés Public Register of Authentic Documents Online («Registro Público de Documentos Auténticos en Red») y está disponible en las 24 lenguas oficiales de la Unión Europea.

Documentos PRADO permite acceder con facilidad a las descripciones técnicas e imágenes de los documentos de identidad, de viaje y permisos de conducir, etc., así como a una detallada información sobre validez y principales usos, no solo de los documentos de la Unión Europea ya que desde hace unos años en Prado también podemos realizar una búsqueda de documentos de terceros países bajo el título “Documentos de países que no participan en PRADO”, que cuenta con información de 161 países y regiones.

Esta base de datos se halla en continuo crecimiento, actualizándose regularmente con información extraída de la base de datos Expert FADO (False and Authentic Documents Online, «Documentos Auténticos y Falsos en Red»).

Existe un nivel de acceso intermedio que se sitúa entre el acceso público de Prado y el restringido para expertos de Fado, este es Ifado (Intranet False and Authentic Documents Online «Documentos Auténticos y Falsos en Red Interna»), al que solo pueden acceder policías desde la intranet de la Policía Nacional o desde un teléfono móvil dándose de alta en el sistema, en ella se encuentran, además de las descripciones técnicas e imágenes de los documentos -con una resolución superior al ser de acceso restringido-, las difusiones y alertas sobre documentos falsos detectados por los socios comunitarios.

Para realizar una búsqueda de un documento en el sistema, primero hay que comenzar por “Buscar por país del documento”, a continuación, elegir el país emisor teniendo en cuenta si está en la primera lista de estados miembros o en la segunda de terceros países.

Una vez en el país emisor, seleccionaremos el tipo de documento a consultar, además este buscador incorpora “Todos los documentos” que es una útil herramienta a la hora de buscar tipos de documentos de otros países que por las diferencias idiomáticas no es posible determinar, al seleccionar esta utilidad se despliegan todas las imágenes de los documentos que están en el sistema del país elegido.

En el siguiente ejemplo consultaremos el último modelo de documento de identidad estonio paso a paso.

The image consists of two side-by-side screenshots of the PRADO website interface.

Left Screenshot: Shows the PRADO search interface. At the top, there is a search bar and a language selection dropdown. Below, there are two main sections: "PRADO - Registro Público de Documentos Auténticos de Identidad y de Viaje en Red" and "Buscar por país del documento". A red box highlights the "Buscar por país del documento" button, labeled with a '1'. Below this, there is a section titled "Búsqueda por país expedidor" with a list of countries. A red box highlights "EST - Estonia • EESTI • 88", labeled with a '2'.

Right Screenshot: Shows the "EST - Estonia • EESTI •" document type selection screen. It lists various document types under "Clase de documento". A red box highlights "B. Documento de identidad (4)", labeled with a '3'.

Una vez seleccionado “documento de identidad” escogeremos el modelo según su año de expedición, por tanto, en Prado se pueden consultar modelos actuales y anteriores.

EST - Estonia • EESTI •

B - Documento de identidad

EST - Estonia • EESTI •

> **ISIKUTUNNISTUS_ Identity Card** EST-BO-04001

B - Documento de identidad Fecha de la primera expedición:
03/12/2018



EST - Estonia • EESTI •

> **ISIKUTUNNISTUS_ IDENTITY CARD** EST-BO-03001

B - Documento de identidad Fecha de la primera expedición:
01/01/2011



EST - Estonia • EESTI •

> **ISIKUTUNNISTUS IDENTITY CARD** EST-BO-02001

B - Documento de identidad Fecha de la primera expedición:
03/09/2007



EST - Estonia • EESTI •

> **ISIKUTUNNISTUS IDENTITY CARD** EST-BO-01001

B - Documento de identidad Fecha de la primera expedición:
01/01/2002



Última actualización 31.08.2019 07:02:22 CEST

The **General Secretariat of the Council** is a body of staff responsible for assisting the European Council and the Council of the EU. It helps organise and ensure the coherence of the Council's work and the implementation of its 18-month programme.

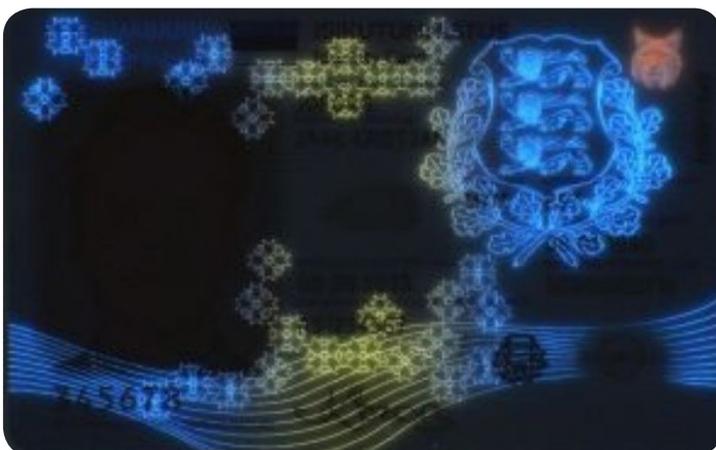
Secretaría General del Consejo
Contratación pública
Posibilidades de empleo
Prácticas

Políticas corporativas
Protección de datos
Transparencia
Identidad visual

Contacto
Dónde estamos
Edificios del Consejo
Preguntas generales
Visitas al Consejo

 [European Union](#) | [European Parliament](#) | [European Commission](#)

En caso de necesitar conocer con detalle el documento o alguna medida de seguridad en concreto, seleccionando las imágenes se obtiene una fotografía con un mayor tamaño y con la posibilidad de ampliarse aún más a través de un zoom digital.



Desde el sistema Prado también es posible descargar el Glosario (términos técnicos relacionados con las medidas de seguridad y los documentos de seguridad en general), de acceso público y divulgado por primera vez en 2007, es un ejemplo de la fructífera cooperación entre los expertos en documentos de todos los Estados miembros de la Unión Europea y de Islandia, Liechtenstein, Noruega y Suiza, que se reúnen con regularidad en el Grupo «Fronteras/Documentos Falsos» y en el Comité Mixto.

Este Glosario no solo tiene la finalidad de explicar los términos técnicos que se usan en las descripciones de documentos de PRADO, sino también la de fomentar el uso de una terminología coherente, uniforme y contribuir a la comprensión mutua, como fundamento de una comunicación eficaz y de la cooperación policial y administrativa en las veinticuatro lenguas oficiales de la UE.

Asimismo, tiene por objeto contribuir a concienciar a quienes tienen las competencias de control de la identidad, así como ayudar a mejorar la comunicación y la cooperación como forma de combatir la inmigración ilegal y la delincuencia organizada, además de reforzar la seguridad en las fronteras exteriores y en todos los territorios de los estados de la UE y asociados.



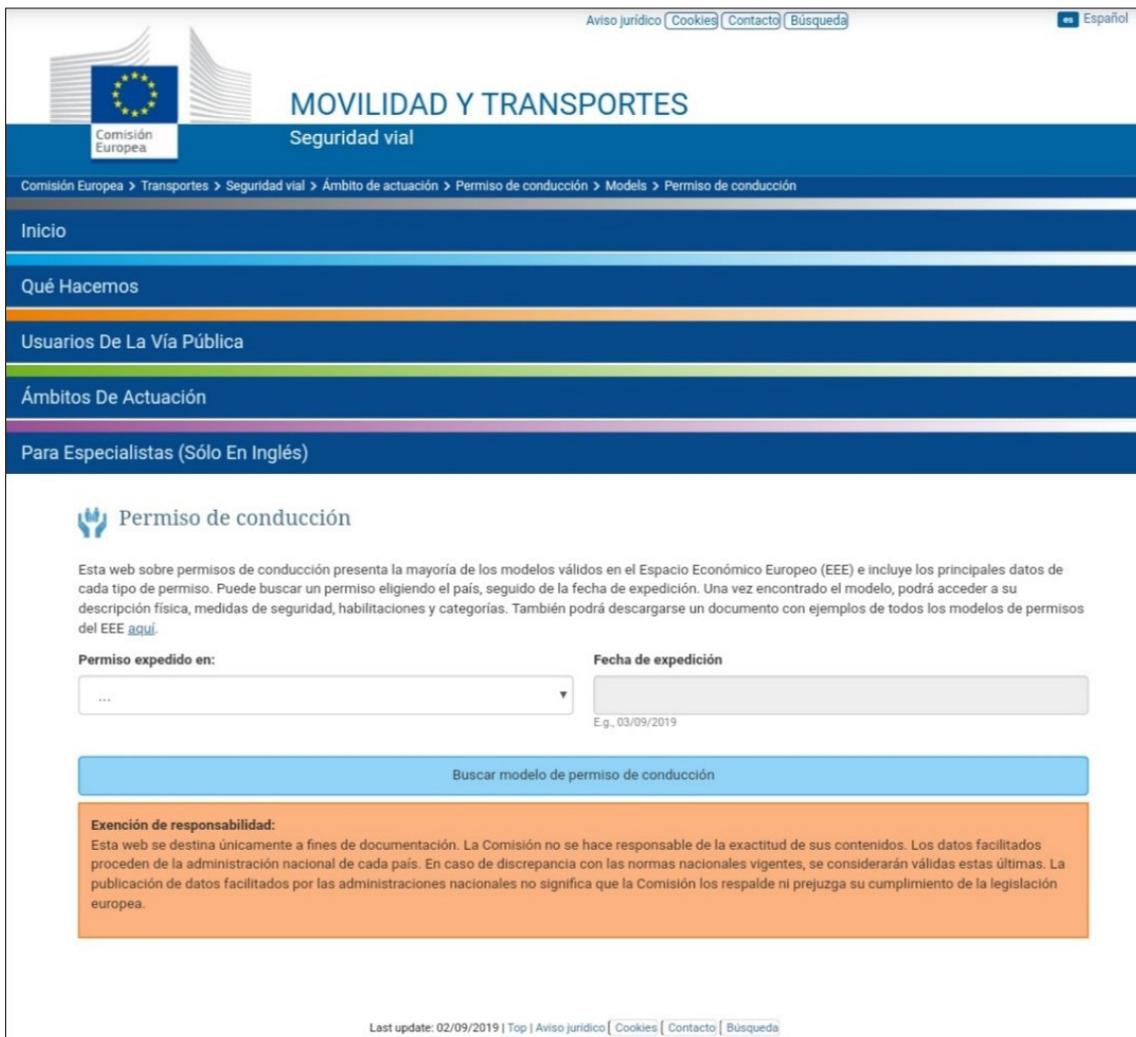
<https://www.consilium.europa.eu/prado/es/prado-glossary/prado-glossary.pdf>



• Permisos de conducir del Espacio Económico Europeo (EEE)

Para facilitar la consulta por los usuarios, la Comisión Europea, a través de la Dirección General de Movilidad y Transportes, ha creado esta página web con información sobre permisos de conducción de la mayoría de los modelos válidos en el Espacio Económico Europeo (EEE) e incluye las principales descripciones y medidas de seguridad de cada uno de los permisos. Esta iniciativa obedece a la necesidad de una mayor facilidad de comprensión de estos documentos ya que en el EEE hay más de 170 modelos válidos en uso, lo que dificulta su reconocimiento, tanto por parte de las autoridades como de los particulares.

Aunque la web está principalmente dirigida a las autoridades de los Estados miembros, también puede ser de utilidad para los particulares y otras partes interesadas (por ejemplo, empresas de alquiler de automóviles).



The screenshot shows the website interface for 'MOVILIDAD Y TRANSPORTES' under 'Seguridad vial'. It features a navigation menu with items like 'Inicio', 'Qué Hacemos', 'Usuarios De La Vía Pública', 'Ámbitos De Actuación', and 'Para Especialistas (Sólo En Inglés)'. The main content area is titled 'Permiso de conducción' and includes a search form with fields for 'Permiso expedido en:' and 'Fecha de expedición'. Below the search form is a blue button labeled 'Buscar modelo de permiso de conducción'. A disclaimer box titled 'Exención de responsabilidad' is also visible. The footer contains the text 'Last update: 02/09/2019 | Top | Aviso jurídico | Cookies | Contacto | Búsqueda'.

https://ec.europa.eu/transport/road_safety/topics/driving-licence/models/spain_es



Los dos objetivos principales al facilitar esta información son: apoyar el principio del reconocimiento recíproco de todos los permisos expedidos por los Estados miembros, garantizando con ello la libre circulación de sus titulares, y describir los distintos modelos, en beneficio de las autoridades responsables.

Para realizar la búsqueda de un permiso nacional, se debe elegir el país emisor y la fecha de expedición. Una vez encontrado el modelo, se podrá acceder a su descripción física, medidas de seguridad, habilitaciones y categorías.

Permiso de conducción

Esta web sobre permisos de conducción presenta la mayoría de los modelos válidos en el Espacio Económico Europeo (EEE) e incluye los principales datos de cada tipo de permiso. Puede buscar un permiso eligiendo el país, seguido de la fecha de expedición. Una vez encontrado el modelo, podrá acceder a su descripción física, medidas de seguridad, habilitaciones y categorías. También podrá descargarse un documento con ejemplos de todos los modelos de permisos del EEE [aquí](#).

Permiso expedido en: Fecha de expedición:
E.g. 02/09/2019

[Buscar modelo de permiso de conducción](#)

Dinamarca - DK6

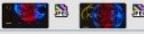
Descripción física y medidas de seguridad | [Categorías y códigos](#)

- Dimensiones: 86 x 54 mm
- Formato: 2 páginas
- Material: Tarjeta de plástico
- Color: Rosa y beige



Sello UV

Ubicación	Repartida por toda la tarjeta (anverso y reverso)
Método de verificación	Lámpara ultravioleta

[Imágenes](#) 

Huella

Ubicación	Centro de la tarjeta, en el anverso
Características	Un mapa de Dinamarca
Método de verificación	Luz rasante

[Imágenes](#) 

Holograma (kinograma)

Ubicación	Cubriendo parte de la foto en el anverso
Características	Holograma de un cisne
Método de verificación	Inclinando el permiso

[Imágenes](#) 

OVI (tinta ópticamente variable)

Ubicación	Parte inferior derecha del anverso
Características	Pareja de cisnes que cambian de color (verde-rojo)
Método de verificación	Inclinando el permiso

[Imágenes](#) 

Medida de seguridad ópticamente variable (CLI)

Ubicación	Parte superior derecha del anverso
Características	Ventana transparente con una fotografía secundaria del titular. La foto es visible tanto en el anverso como en el reverso del permiso
Método de verificación	Inclinando el permiso

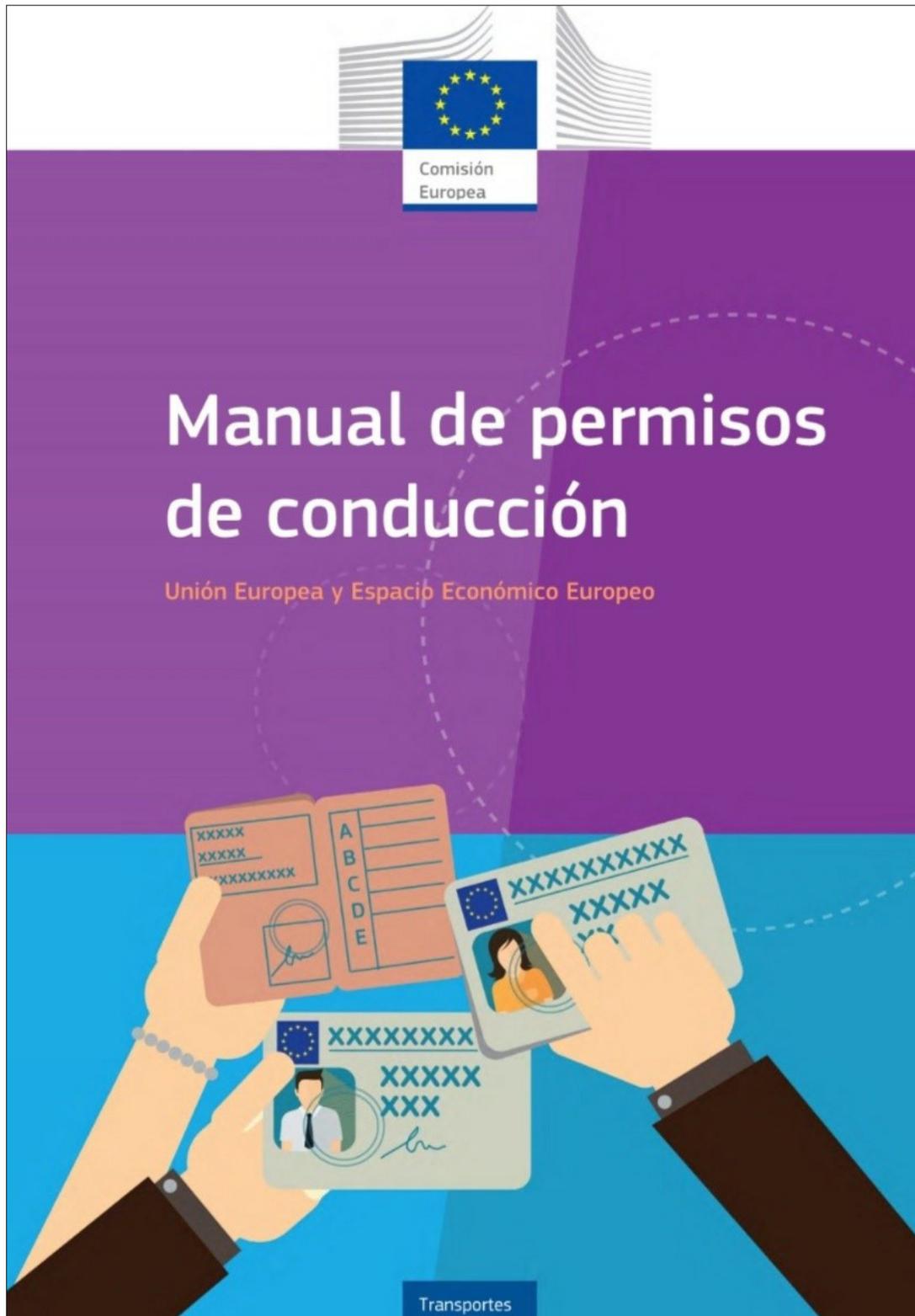
[Imágenes](#) 

OVI (tinta ópticamente variable)

Ubicación	Bajo la fotografía secundaria en el reverso del permiso
Características	Cochete que cambia de color (dorado-verde)
Método de verificación	Inclinando el permiso

[Imágenes](#) 

Desde esta web también está disponible la descarga del manual de permisos de conducción de la Unión Europea y Espacio Económico Europeo en PDF, con ejemplos de todos los modelos de permisos del EEE.



<https://publications.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/ae58b7c9-4716-46e2-8868-2920735bc95d>

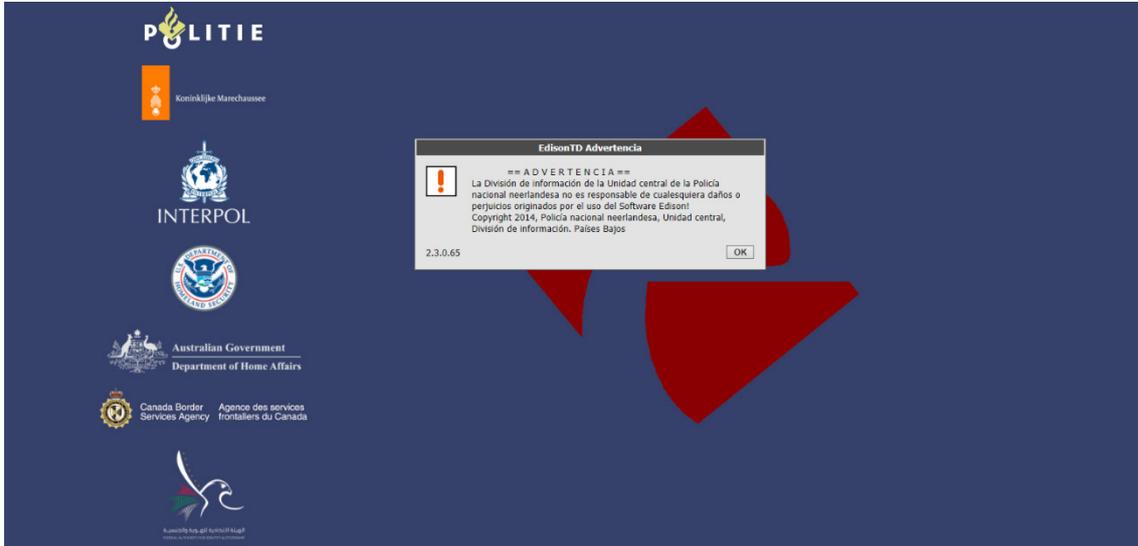


• EdisonTD

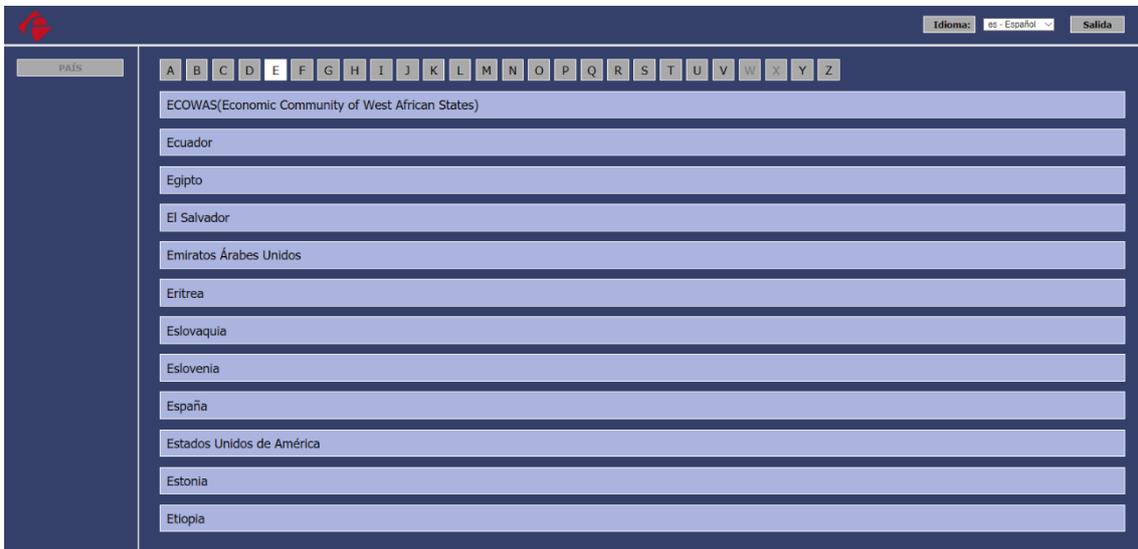
<http://www.edisontd.net/>



La División de Información de la Unidad Central de la Policía Nacional de Holanda, en colaboración con la Interpol, el Departamento de Seguridad Nacional de los EE. UU y la Agencia de Servicios Fronterizos de Canadá, ha creado esta web destinada a la consulta de la gran mayoría de los documentos de identidad y de viaje existentes en la actualidad.



La consulta del documento comienza por la selección de la inicial del nombre del país emisor ordenado alfabéticamente. Una vez seleccionado se muestra un desplegable con los países disponibles.



A continuación, hay que elegir el tipo de documento que se desea consultar.



Una vez elegido se mostrarán todos los modelos disponibles, teniendo que seleccionar el deseado.



Cuando se encuentra el documento a consultar en pantalla aparece una descripción detallada con las principales medidas de seguridad.



• **Document Checker**

<https://www.documentchecker.com/>



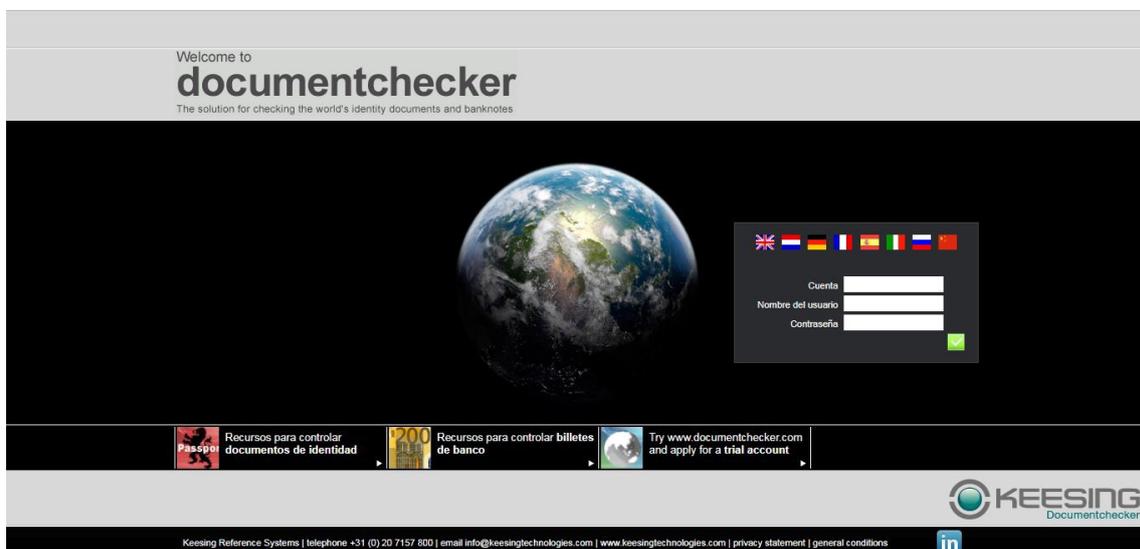
Document Checker es una de las bases de datos más completa en documentos de identificación y billetes, que contiene descripciones detalladas e imágenes de alta resolución de miles de pasaportes, tarjetas de identificación, permisos de conducir, visas y billetes de banco de más de 200 países y organizaciones, incluyendo sus características de seguridad.



Document Checker es un producto de Keesing Technologies, empresa fundada en 1923 siendo su principal objetivo ayudar a las organizaciones a prevenir la falsificación y combatir el fraude, proporcionando las mejores soluciones de autenticación.

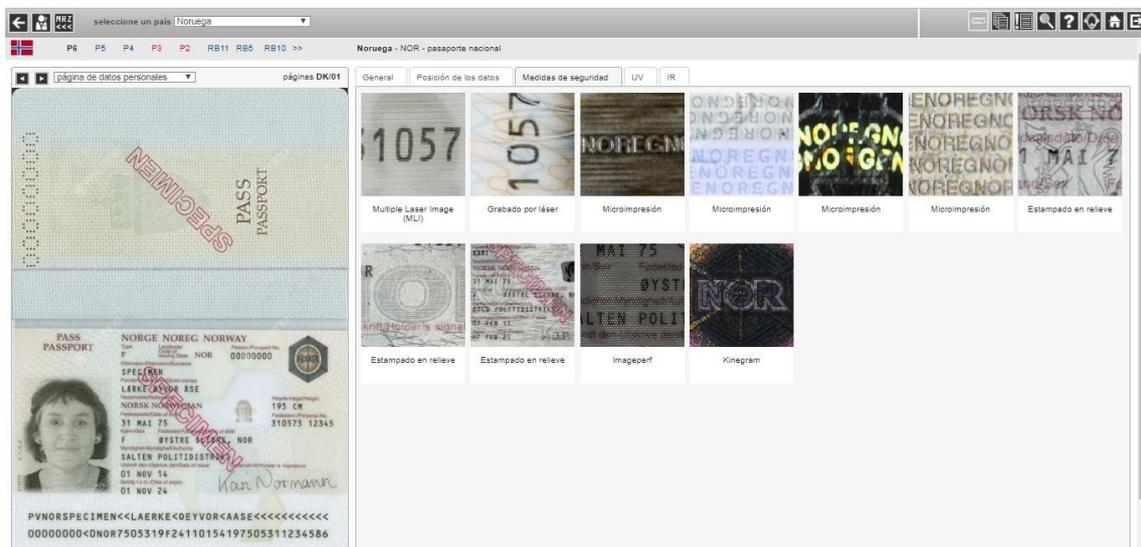
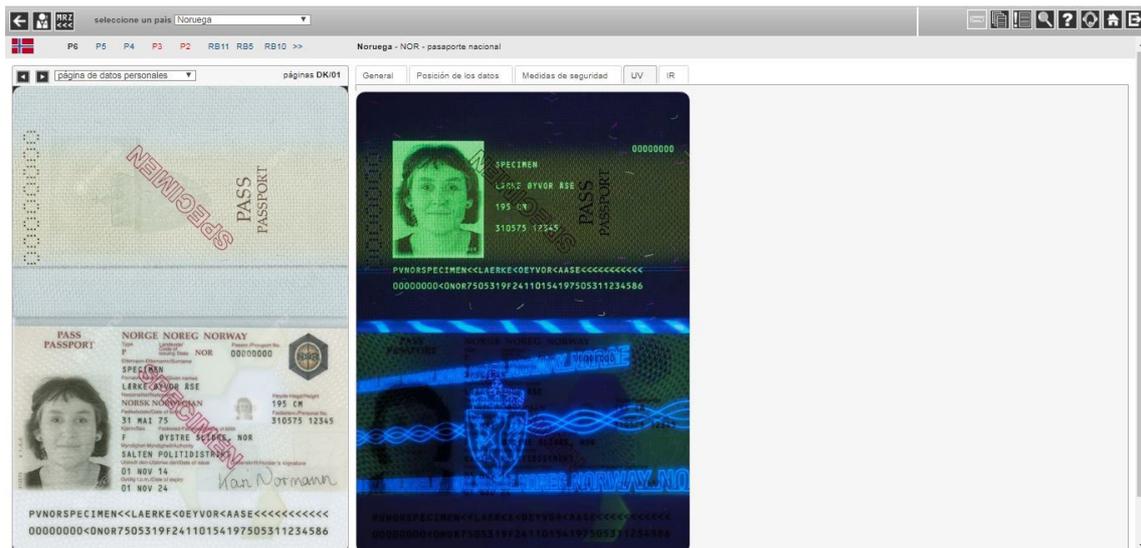
Keesing Technologies está registrada en la ISO 9001 y cuenta con la certificación ISO 27001, principal estándar de seguridad internacional que garantiza la viabilidad de un sistema de gestión documental de seguridad de la información (SGSI).

Para acceder a esta base de datos de consulta hay que estar previamente registrado, como único punto negativo diremos que es de pago, aunque tiene un periodo gratuito de muestra.



Falsedad documental para especialistas en Documentoscopia

La búsqueda de los documentos es muy similar a las otras webs, comenzando por elegir el país y posteriormente el tipo de documentos que queremos conocer, una vez tenemos en pantalla el documento, por ejemplo, el pasaporte de Noruega, nos aparecen todas las medidas de seguridad y características técnicas con gran detalle y definición, como mostramos en las siguientes imágenes:



1.2 App para la consulta de documentos.



- **Adofor**

https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mobincube.adofor.sc_376GYL&hl=es
<http://376gyl.mobincube.mobi/>

ADOFOR PRO, es una aplicación disponible en la plataforma Android y en web creada por la Asociación de Documentoscopia y Formación Policial (ADOFOR), destinada como herramienta para poder realizar un control sobre documentación e identificación de personas y para conocer el estado administrativo de vehículos, seguros e inspecciones técnicas, además de un sin fin de utilidades para la identificación de vehículos y personas.

En ella se pueden encontrar aproximadamente 1200 enlaces de direccionamiento a organismos oficiales y no oficiales que facilitan información sobre vehículos extranjeros.

Esta aplicación también dispone de verificación de documentos personales y permisos de conducción.

Otra de las funcionalidades, son los decodificadores VIN que determinan las características técnicas del vehículo identificado, así como fechas de producción y otros elementos identificativos del vehículo.

Y por último, reseñar la inclusión de consultas sobre características de matrículas, páginas sobre documentoscopia, bases de datos vehículos sustraídos, información sobre aseguradoras de vehículos y legislación de países.

También hay versión gratuita con 275 enlaces de 47 países

1.3 Otras posibilidades

- **The Eye**

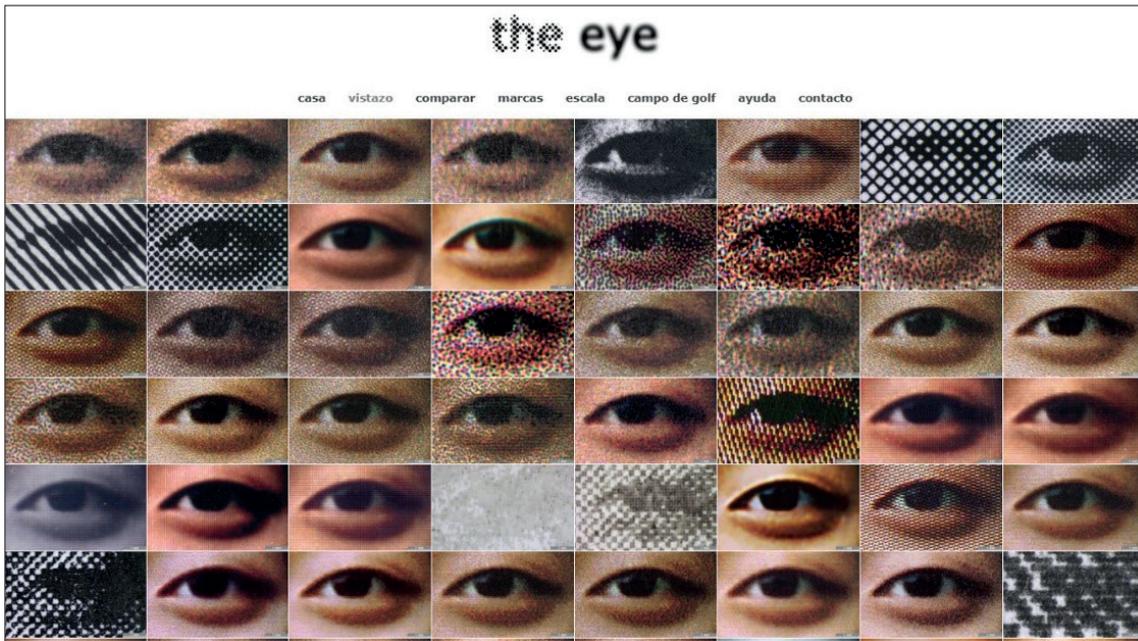
<http://the-eye.nl/>

Este sitio web está diseñado para mostrar las variaciones y similitudes conseguidas mediante la impresión, en soportes y en momentos diferentes, con las distintas tecnologías de impresión digitales.

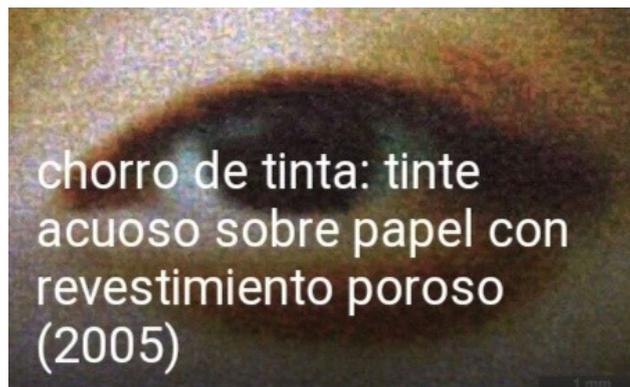


La imagen impresa es siempre la misma, un área ampliada del ojo humano, lo que permite una rápida y eficaz comparación entre procesos de impresión digitales, convirtiéndose en un buen ejercicio para ayudar a perfeccionar las habilidades de identificación y reconocimiento de los distintos procesos de impresión digital.

Las primeras impresiones disponibles en la web datan de 1998, y las últimas se hicieron en el año 2018, están realizadas con diferentes sistemas de impresión, actualmente están disponibles las 13 familias generales, con variantes dentro de una de las familias, por ejemplo, en la inyección de tinta se distingue entre continua frente a inyección de tinta bajo demanda, además de permitir consultas por marcas, impresoras y proveedores. Sin lugar a dudas, la mejor base da datos de documentos impresos mediante impresoras.



Cuando la imagen es seleccionada se muestra sobre ella el sistema de impresión utilizado, el material donde se imprimió y el año.



• Google Imágenes

<https://www.google.es/imghp?hl=es>

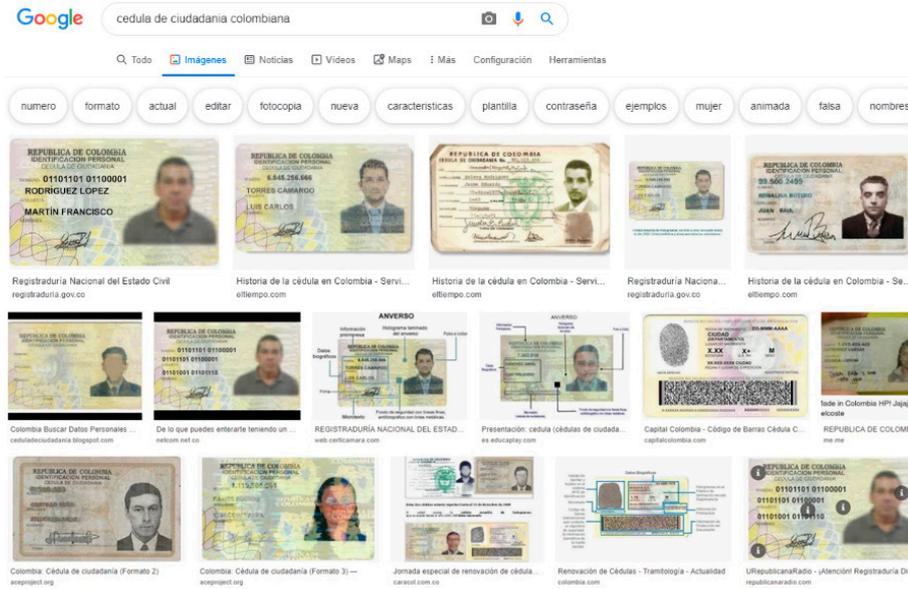


Otra de las posibilidades que ofrece el uso combinado de un teléfono inteligente con conexión a internet es poder consultar a través del buscador de Google Imágenes documentos poco habituales que no se encuentran en las bases de datos convenciones, como podría ser este documento de identidad colombiano.

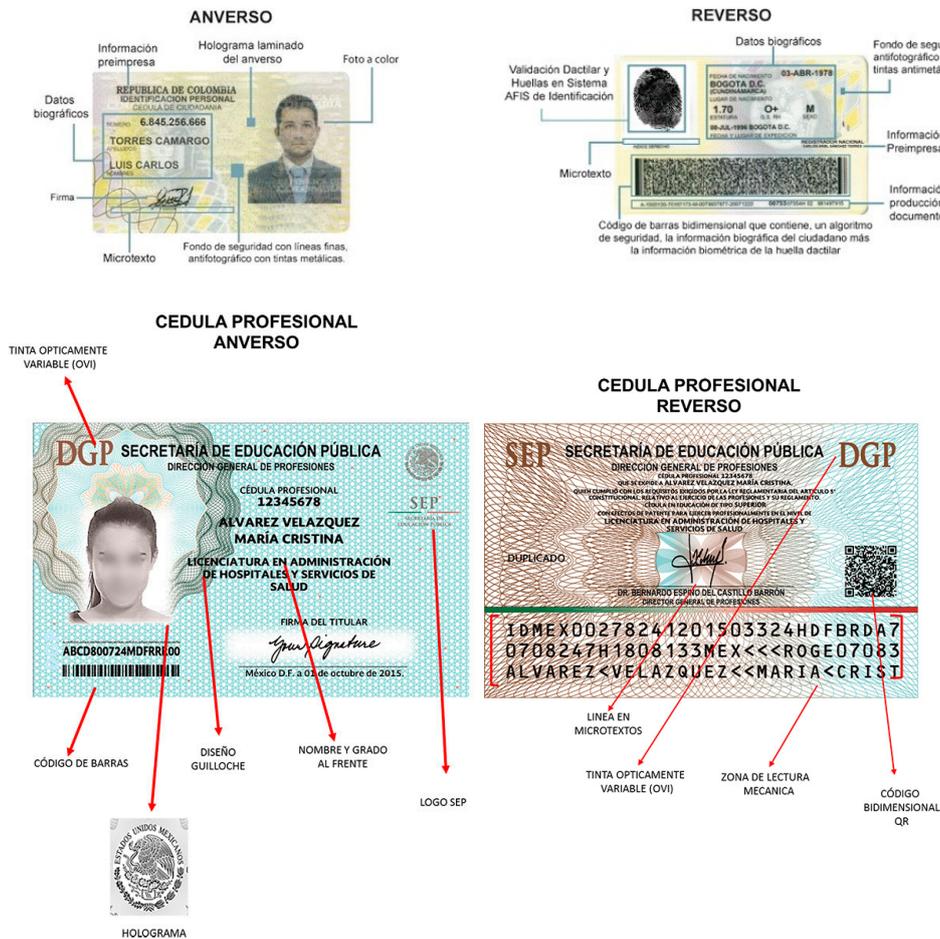


Falsedad documental para especialistas en Documentoscopia

En el buscador de Google escribimos el título exacto que figura en el documento y marcamos Imágenes, a continuación, tras realizar la búsqueda se mostraran todos los resultados disponibles.



Por último, se selecciona alguna de las imágenes -con preferencia las que estén alojadas en un servidor oficial del país emisor-, calidad de imagen y descripción de las medidas de seguridad, obteniendo el resultado que se muestra en los siguientes ejemplos:



Estas imágenes no suelen mostrar medidas de seguridad al detalle, pero si sirven para conocer el aspecto del documento y sus principales medidas de seguridad.

2.- LOS SMARTPHONES COMO DISPOSITIVOS DE CONTROL PORTÁTIL

El intercambio habitual de información sobre los documentos de identidad y viaje extraviados, robados o revocados, constituye a nivel global una estrategia clave para fortalecer el control fronterizo, mitigar los impactos del robo de identidad, el fraude inmigratorio y el tráfico de seres humanos. Este control se puede realizar a través de los números de los documentos de identidad.

Existen diversas websites de control de la numeración, cuyo soporte legal radica en la normativa ICAO, que en su Doc. 9303, establece que los estados deben compartir la información sobre los documentos extraviados y robados que hayan expedido, así como los documentos en blanco que hayan sido robados de una instalación de producción, expedición o durante el tránsito. Igualmente, durante la inspección primaria deberán verificar sistemáticamente las bases de datos de INTERPOL para asegurarse que solamente cruzan los puestos de control fronterizos viajeros con documentos de viaje válidos. Del mismo modo, los Estados deberán compartir con la INTERPOL la información sobre documentos de viaje extraviados, robados y revocados.

Por tanto, los estados deben participar en el intercambio mundial de información, oportuna y exacta, relativa al estado o condición de los documentos de identidad y viaje para ayudar a la vigilancia dentro del país y a la gestión fronteriza, así como favorecer actividades para mitigar las consecuencias del robo de identidad. Gracias al cumplimiento de esta normativa, a través de Internet están disponibles fuentes de datos oficiales de acceso libre para poder realizar consultas desde un smartphone.

2.1 Comprobación de documentos a través de números personales y de soporte

Es una herramienta más para confirmar la validez o no de los documentos, que se puede realizar con teléfonos inteligentes mediante la consulta en websites de acceso público disponibles para el control de los números de documentos de carácter oficial, donde es posible comprobar y verificar su validez.

Si bien a través de las aplicaciones policiales (Argos, Objetos, etc..) conectadas a la BDSN e interconectadas con el SIS también se puede acceder de manera más simple a la información, la desventaja para realizar una consulta es que requiere estar conectado a una intranet oficial y poseer los permisos de acceso. La posibilidad de hacer estas comprobaciones mediante un smartphone amplía la versatilidad y eficacia de su uso.

Estos sitios web suelen permitir hacer búsquedas concretas sobre documentos extraviados o sustraídos mediante la introducción del número del documento, en otras webs pueden ofrecer información general sobre números de documento no válidos.

Al introducir el número de documento para su comprobación, puede saberse si el país emisor tiene constancia de que uno de sus documentos ha sido robado, extraviado, caducado o no es válido.

Si bien, esta herramienta resulta muy útil no se debe tomar una decisión basada únicamente en la información disponible en un sitio web de control, por tanto, una respuesta positiva no sería razón para ejercer una acción penal, pero sí de sospecha y para realizar un control exhaustivo.

• Documentos Prado

<https://www.consilium.europa.eu/prado/ES/check-document-numbers.html>

El sistema Prado ofrece también la posibilidad de consulta de los números de los documentos, mediante la descarga de un PDF situado en el apartado "Compruebe la validez de los números de documentos".



El Consejo Europeo El Consejo de la UE Políticas Calendario de reuniones Documentos y publicaciones Prensa Contacto

Inicio > Documents and publications > PRADO > Compruebe la validez de los números de documento

PRADO

Documentos de viaje reconocidos
Lista de documentos de viaje que permiten el cruce de las fronteras exteriores y en los que puede estamparse un visado de conformidad con la Decisión 1105/2011/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de octubre de 2011

Compruebe la validez de los números de documento
Lista de enlaces a sitios web con información sobre los números de documentos no válidos

Contactos PRADO
Para cualquier pregunta sobre un documento, independientemente de su origen, diríjase a su **punto nacional de contacto**.

Secretaría General

Compruebe la validez de los números de documento

El control del número de los documentos es una **herramienta más** para confirmar la validez o invalidez de un documento. Tomar una decisión basada únicamente en la información disponible en un sitio web de este tipo puede inducir a error por varias razones, por ejemplo, una pérdida o robo que aún no ha sido comunicado, la lentitud de las actualizaciones u otros motivos.

La Secretaría General del Consejo (SGC) no tiene control sobre los enlaces a sitios externos. La SGC no se hace responsable del contenido de dichos sitios. Algunos de los sitios pueden estar temporalmente fuera de servicio; pueden ser de acceso restringido; pueden, por ejemplo, estar a disposición únicamente del propietario del documento cuyo número deba controlarse; algunos sitios pueden requerir que el usuario se conecte; la utilización de algunos sitios puede estar sujeta al pago de una tasa.

> Compruebe los números de documento 



Consejo de la Unión Europea
Secretaría General

PRADO - Registro Público de Documentos Auténticos de Identidad y de Viaje en Red

es

Comprobación de la validez de los números de documento

Lista de enlaces a sitios web con información sobre números de documento no válidos

La Secretaría General del Consejo (SGC) no tiene control sobre los enlaces a sitios externos. La SGC no se hace responsable del contenido de dichos sitios. Algunos de los sitios pueden estar temporalmente fuera de servicio; pueden ser de acceso restringido; pueden, por ejemplo, estar a disposición únicamente del propietario del documento cuyo número deba controlarse; algunos sitios pueden requerir que el usuario se conecte; la utilización de algunos sitios puede estar sujeta al pago de una tasa.

El control del número de los documentos / del número de identificación nacional (personal) / NIF-TIN (Tax Identification Number) es una **herramienta más** para confirmar la validez o invalidez de un documento. Tomar una decisión basada únicamente en la información disponible en un sitio web de este tipo puede inducir a error por varias razones, por ejemplo, una pérdida o robo que aún no ha sido comunicado, la lentitud de las actualizaciones u otros motivos.

Al introducir el número de documento para su comprobación, puede saberse si el propietario del sitio tiene constancia de que ese documento ha sido robado, se ha extraviado, ha caducado o no es válido o si el documento que lleva ese número aún no ha sido expedido como documento válido.

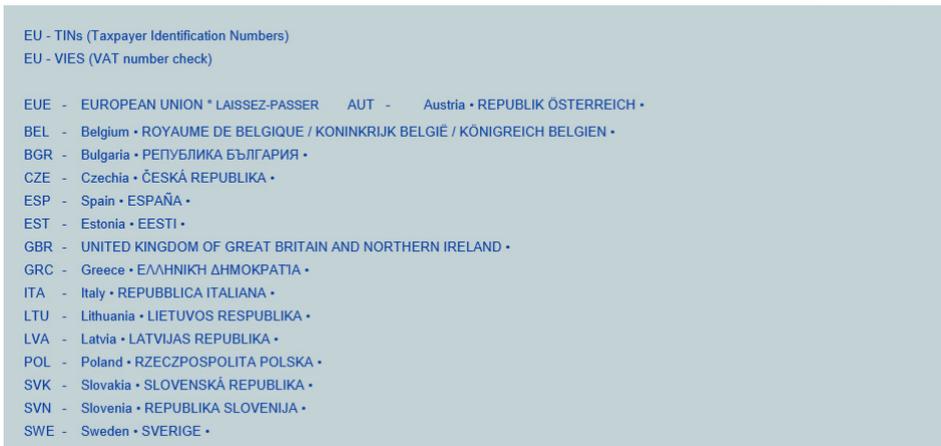


<https://www.consilium.europa.eu/prado/ES/check-document-numbers/check-document-numbers.pdf>

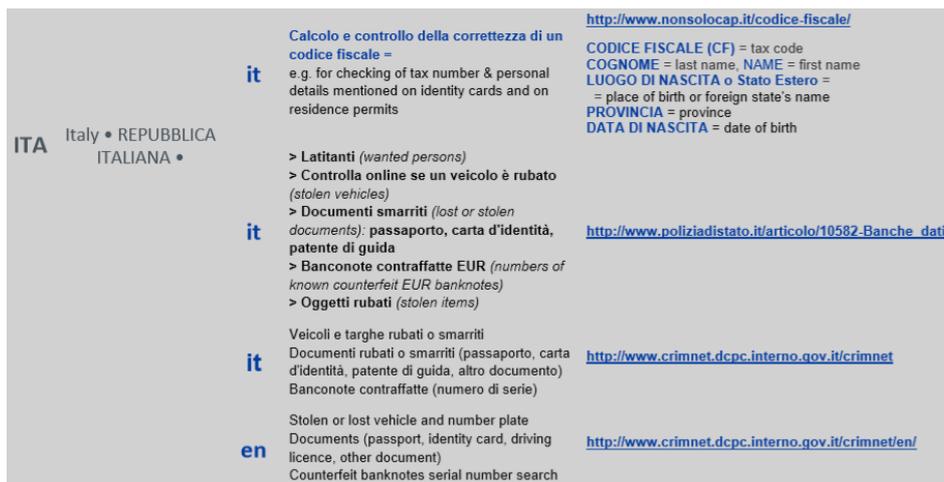


El archivo PDF contiene enlaces ordenados alfabéticamente por países del Espacio Económico Europeo en el primer listado y en el segundo, de los países que se hallan fuera del espacio común.

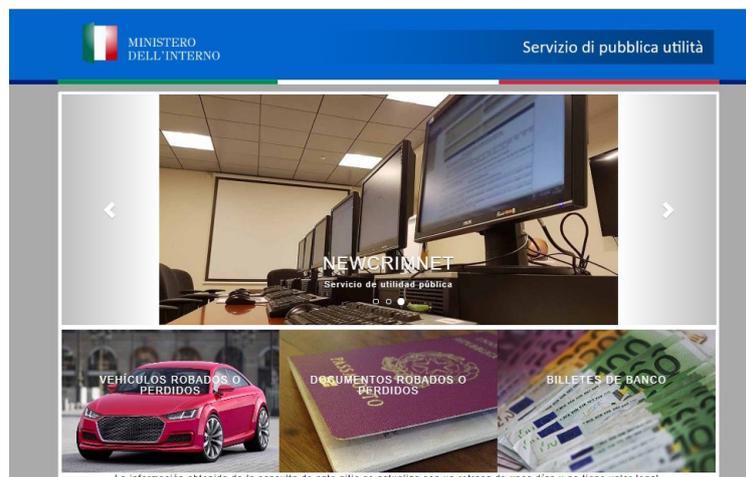
(ST 7725/1/19) v.05.00



Como ejemplo, vamos a comprobar una Carta de Identidad Italiana con numero de soporte AG6818286 usando el PDF disponible en Documentos Prado. Primero se seleccionará el tipo de búsqueda que se quiere realizar en Italia (comprobar el N.º personal, vehículos robados, documentos robados), en este caso documentos robados.



Tras seleccionar en el enlace se abre la web oficial del Ministerio del Interior italiano en la que se puede realizar la búsqueda de vehículos robados o perdidos, documentos robados o perdidos o billetes de banco.



En este supuesto se quiere comprobar un documento a través de su soporte para saber si es válido o por el contrario si tiene algún tipo de reseña, por lo que se elige “documentos robados o perdidos”.

El apartado de documentos robados o perdidos permite seleccionar el tipo de documento que se quiere comprobar, tras marcar en “tarjeta de identidad” se debe introducir el número de soporte y finalizar -hay que introducir el captcha de seguridad-.

The screenshot shows a web form with the following sections:

- SELEZIONARE IL TIPO DOCUMENTO**: A list of radio buttons for document types: Tarjeta de identidad, Tarjeta de identidad electrónica, Licencia de conducir, Pasaporte ordinario, and Otro documento.
- INSERIRE IL NUMERO DOCUMENTO (MINIMO 5 CARATTERI)**: A text input field for the document number.
- CAPTCHA**: A CAPTCHA image with the text "TITAZK" and "Ministero dell'Interno" below it, and a refresh button.
- Entra en el captcha**: A text input field for the CAPTCHA code.
- búsqueda**: A search button.

Por último, el sistema ofrece la información disponible en torno a la numeración del documento introducido, en este caso consta que:

Para el número de documento de la tarjeta de identificación AG6818286, hay un informe de robo insertada en datos 16-01-2012 en la Comisaria de Mecenate.

The screenshot shows search results for document AG6818286:

- RISULTATO DELLA RICERCA**
- Pregunta del 02/09/2019 (datos actualizados al 31/08/2019)
- La información obtenida de este sitio, actualizada con un retraso de 2 días, es puramente indicativa y no tiene valor legal
- Number of document: **AG6818286**
- Type of document: **TARJETA DE IDENTIDAD**
- Location: **MILÁN**
- Para el número de documento de la **tarjeta de identificación AG6818286**, hay un informe de **robo** insertado el **16-01-2012** en **COMMISSARIATO MECENATE**

• Adofor

https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mobincube.adofor.sc_376GYL&hl=es

Mediante el uso de esta aplicación móvil se pueden realizar multitud de búsquedas, gracias a una interfaz clara que ordena los países, primero por continentes y luego alfabéticamente, lo que permite comprobar rápidamente los documentos.

Poniendo como ejemplo la tarjeta de identificación AG6818286 anterior, vamos a realizar la misma búsqueda, paso a paso, mediante la aplicación móvil.



Otra comprobación que se puede realizar utilizando Adofor Pro, es saber si una persona con documentación de Colombia tiene antecedentes judiciales a través de su número personal de identificación.



La búsqueda se realizaría comenzando por el continente, a continuación, el país y por último la consulta a realizar, proporcionando la app el enlace de la Policía Nacional de Colombia para poder comprobar los antecedentes judiciales:

<https://antecedentes.policia.gov.co:7005/WebJudicial/index.xhtml>



Bienvenido a la consulta de Antecedentes Judiciales

Términos de Uso:

El acceso a la consulta de Antecedentes Judiciales por Internet es un servicio de carácter permanente que presta la Policía Nacional de Colombia conforme a lo establecido en el artículo 94 del Decreto 019 de 2012, para que los ciudadanos puedan validar su información judicial personal. El uso de la información suministrada por la Policía Nacional de Colombia está limitado a fines personales, cualquier uso para una finalidad diferente, como la obtención de un beneficio económico o la consulta de información personal de un tercero, será considerado irregular y estará sujeto al inicio de las acciones legales pertinentes. Se prohíbe expresamente a cualquier persona natural o jurídica, diferente del titular de los datos, la utilización de la información personal contenida en este sitio web.

Esta consulta en línea cuenta con mecanismos de seguridad para controlar el acceso y la utilización de la información contenida, por lo tanto, la Policía Nacional de Colombia podrá bloquear el acceso a esta página web por cualquier utilización que

Acepto No Acepto

Enviar

Consulta en línea de Antecedentes Penales y Requerimientos Judiciales

La Policía Nacional de Colombia informa:

Que siendo las 10:07:42 horas del 03/09/2019, el ciudadano identificado con:
Cédula de Ciudadanía N° 21468460
Apellidos y Nombres: RINCON CESPEDES LINA MARIA

NO TIENE ASUNTOS PENDIENTES CON LAS AUTORIDADES JUDICIALES
de conformidad con lo establecido en el artículo 248 de la Constitución Política de Colombia.

En cumplimiento de la Sentencia SU-458 del 21 de junio de 2012, proferida por la Honorable Corte Constitucional, la leyenda "NO TIENE ASUNTOS PENDIENTES CON LAS AUTORIDADES JUDICIALES" aplica para todas aquellas personas que no registran antecedentes y para quienes la autoridad judicial competente haya decretado la extinción de la condena o la prescripción de la pena.

Esta consulta es válida siempre y cuando el número de identificación y nombres, correspondan con el documento de identidad registrado y solo aplica para el territorio colombiano de acuerdo a lo establecido en el ordenamiento constitucional.

Si tiene alguna duda con el resultado, consulte las [preguntas frecuentes](#) o acérquese a las [instalaciones de la Policía Nacional](#) más cercanas.

Volver al Inicio

Del mismo modo, con Adofor también se puede consultar sobre la validez de un permiso de conducir o licencia de conducción colombiano, a través del siguiente enlace:

<https://www.runt.com.co/consultaCiudadana/#/consultaPersona>



Se introducen los datos requeridos en la página y se obtienen los resultados atendiendo a las circunstancias del documento, auténtico o no y de su titular.

Señor usuario si la información suministrada no corresponde con sus datos reales por favor comuníquese con la autoridad de tránsito en la cual solicitó su trámite.

NOMBRE COMPLETO:	LINA MARIA RINCON CESPEDES		
DOCUMENTO:	C.C. 21468460	ESTADO DE LA PERSONA:	ACTIVA
ESTADO DEL CONDUCTOR:	ACTIVO	Número de inscripción:	6406984
FECHA DE INSCRIPCIÓN:	02/05/2011		

☒ Licencia(s) de conducción

Nro. licencia	OT Expide Lic.	Fecha expedición	Estado	Restricciones	Detalles
00000199603774	STRIA TTEyTTO BELLO	11/08/1995	VENCIDA		Ver Detalle

Categorías de la licencia Nro: 00000199603774

Categoría	Fecha expedición	Fecha vencimiento	Categoría antigua
C1	11/08/1995	11/08/1998	

000000003774-19	STRIA TTEyTTO BELLO	25/07/1995	INACTIVA	Ver Detalle
-----------------	---------------------	------------	----------	-----------------------------

2.2 Webs de consulta.

• Genéricas

- Web del Consejo Europeo, para comprobar según el año de expedición, el modelo y las medidas de seguridad de los permisos europeos de conducir.

http://ec.europa.eu/transport/road_safety/topics/driving-licence/models/spain/index_es.htm



- Web de la policía holandesa para comprobar los permisos europeos de conducir.

<https://webapps.politieacademie.nl/bura>



- Web del Consejo Europeo y Consejo de la Unión Europea para comprobar los documentos de la gran mayoría de los países, (pasaportes, cartas de identidad, permisos de conducir, tarjetas de identificación de extranjeros, entre otros.)

<http://www.consilium.europa.eu/prado/es/search-by-document-country.html>



- La División de Información de la Unidad Central de la Policía Nacional Holandesa ha creado en colaboración con otras instituciones y organizaciones esta web de consulta de la gran mayoría de documentos existentes en nuestro planeta.

<http://www.edisontd.net/>



- Para comprobar el número VIN de los vehículos (Nº de chasis o bastidor)

<http://es.vin-info.com/>
<http://www.vin-decoder.net/>



- Stolen cars 24 es una base de datos europea de vehículos robados

<http://www.stolencars24.eu/>



• Consulta por países

En el apartado dedicado a la bibliografía y a las páginas web, se incluye una relación limitada aunque amplia, de enlaces de fuentes oficiales de los países expedidores, que permiten comprobar la validez de sus documentos.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Saavedra, F.J. (2003). *Diccionario de Criminalística*. Barcelona, España: Planeta.
- Álvarez Saavedra, F.J. (2013). *1951-2011 Sesenta años de expedición del Documento Nacional de Identidad*. Madrid, España: Fundación Policía Española.
- Antón Barberá, Francisco y de Luis y Turégano, J. V. (2012). *Policía Científica*, vol 2, págs. 1627-1643. Valencia, España: Tirant lo Blanch.
- Bann, D. (1988). *Manual de Producción para Artes Gráficas*. Madrid, España: Tellus.
- Bermejo, R. (2016). *El método. Manual de verificación operativa de documentos*. Madrid, España: Netpol Police Institute.
- Boon K.N. (2008). *Chronology of Money. Polymer Banknotes Series*. Kuala Lumpur, Malasia: International Educational & Cultural Exchange Foundation & Trigometric SDN. BHD.
- Comisaría General de Extranjería y Fronteras (2006). *Manual de Documentos Españoles*. Madrid, España: Dirección General de la Policía. Material clasificado con la categoría de "Confidencial".
- Comisaría General de Extranjería y Fronteras. UCRIF Central (2016). *Monográfico Histórico de Documentos de Viaje Españoles*. Madrid, España: Dirección General de la Policía.
- Corbobbese, P., Bouquet, A (1987). *Identificación de máquinas de escribir*. Madrid, España: Policía Científica. Dirección General de la Policía.
- Corrales Arenal, F. (2006). *DNIe Especificaciones técnicas para peritos de Policía Científica*. Madrid, España: Dirección General de la Policía. Material clasificado con la categoría de "Confidencial".
- Dawson, J. (1996). *Guía completa de grabado e impresión. Técnica y materiales*. Madrid, España: Hermann Blume
- European Central Bank (2007). *A short history of the euro banknotes and coins*. Frankfurt, Alemania: European Central Bank.
- Feria Rafael, Torres Lázaro, (1994). *Cien años de historia de la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre*. Madrid, España: Fabrica Nacional de Moneda y Timbre.
- Fundación Policía Española (2017). *Historia del Pasaporte Español*. Madrid, España: Fundación Policía Española
- Gayet, Jean (1962). *Manual de Policía Científica*. Madrid, España: Zeus.
- Guirao Pérez, M. y Guirao Piñeyro, M. (2007). *Federico Olóriz Aguilera Biografía íntima del Profesor*. Granada, España: Comares.
- Kipphan, H. (2001). *Handbook of print media*. Heidelberg, Alemania: Springer.
- Martín Corbera, M. (2008). "La gestación del Documento Nacional de Identidad: un proyecto de control totalitario para la España Franquista". Carlos Navajas Zubeldía, Diego Iturriaga Barco, *II Congreso Internacional de Historia de Nuestro Tiempo, Logroño*, Universidad de la Rioja (Dialnet). También puede encontrarse el documento íntegramente en la dirección <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3313002>

- Martorell, M. (2002). *Historia de la peseta*. Barcelona, España: Planeta.
- McLean, R. (1993). *Manual de Tipografía*. Madrid, España: Hermann Blume.
- Méndez Baquero, F. (1994). *Documentoscopia*. Madrid, España: División de Formación y Perfeccionamiento de la Dirección General de la Policía.
- Nieto Alonso, J. (1998). *Apuntes de Criminalística*. Madrid, España: Tecnos.
- Oms Galán, P. (2016). *Soporte de polímero para la fabricación de billetes de banco*. (Trabajo fin de máster). Escuela Nacional de Policía, Ávila, España.
- Otero Soriano, J. M. (2011). "Introducción y notas históricas", *100 años de Policía Científica*. Madrid, España: Secretaría General Técnica del Ministerio del Interior.
- Platt, R. (2003). *En la escena del crimen*. Madrid, España: Person Educación.
- Polt, R., Barro, D., Sirvent A. y Leyte, A. (2011). *Typewriter. A historia escrita a máquina*. Galicia, España: Xunta de Galicia. Fundación cidade da cultura de Galicia.
- Real Academia Española (1815). *Fuero Juzgo*. Madrid, España: Ibarra.
- Sánchez Gozalo, S. (2004). *Guía práctica de detección de documentos falsos*. Madrid, España: Sindicato Unificado de Policía.
- Sanjurjo Castro, B. (2001). *La serigrafía como medio de expresión artística*. (Tesis doctoral). Universidad Complutense, Madrid, España.
- Straus, S., Ludwig, D., Meyer, M., Keeh H. B., T. (2016). *Polymer Bank Notes of the World*. Eslovenia: PBN.
- Torres Lázaro, J. (2003), *La fábrica de papel de Burgos, 1953-2003, 50 años garantizando autenticidad*. Madrid, España: Fabrica Nacional de Moneda y Timbre.
- Tortella, T. (2004). *Billetes españoles 1940-2001*. Madrid, España: Banco de España.
- Varela García de Oteyza, P. 2012, "Las artes gráficas sistemas de impresión", *Revista de la Asociación de ingenieros industriales de Madrid*, núm. 24, págs. 4-12.
- Vílchez de Arribas (1994). *El diseño de la prensa diaria española*. Madrid. Universidad Complutense de Madrid. Barcelona, España: RBA
- Villegas Sánchez, E. y Prieto Martín, J. (2003). *Proceso gráfico*, Salamanca: Europol.

PAGINAS WEB CONSULTADAS

(Se incluye una selección de videos explicativos de diferentes técnicas)



Capítulo 1. Documentoscopia

<http://www.fosterfreeman.com>



<https://www.ultra-forensictechnology.com/nl/>



<http://www.acoelectronics.com>



<https://www.leica-microsystems.com/products/stereo-microscopes-macroscopes/p/leica-m125-c/>



<http://ffsupport.co.uk/Brochures/Foram3.pdf>



Capítulo 2. Máquinas de escribir de impulso manual y eléctrico

<https://www.interpol.int/es>



<https://www.ibm.com/ibm/history/ibm100/us/en/icons/>



Capítulo 3. Historia de las impresoras

<http://museo.inf.upv.es/es/univac/>



<http://www.hpmuseum.net>



http://www.hp.com/hpinfo/newsroom/press_kits/2008/deskjet20/bg_deskjet20thannivtimeline.pdf



<https://www.youtube.com/watch?v=M-bt7pyZr0s>



http://www.hp.com/hpinfo/newsroom/press/2008/080228xa_espanol.html



Capítulo 4. Impresoras de impacto, inyección de tinta, electrofotográficas, térmicas, grabado láser

<http://the-eye.nl/>



<https://www.canon.es/printers/inkjet/pro-photo-printers/imageprograf-pro-1000/>



https://www.youtube.com/watch?v=Wx_b_uk-ZZ4



https://www.canon.es/printers/inkjet/pixma/pixma_ip8750/



<https://www.epson.es/for-home/ecotank>



<https://store.hp.com/SpainStore/Merch/List.aspx?sel=PRN>



https://www.youtube.com/watch?time_continue=12&v=6QxHHWzjaYo



<https://www.xerox.com/en-us/office/solid-ink>



https://www.youtube.com/watch?v=Abk6v_OwXiE



<https://www.youtube.com/watch?v=WHNtsO5etkA>



https://www.youtube.com/watch?v=21A5WkLnlag&list=PLYTsR3TvQr8VFMr1I2ddAd-TexQ_3ol7uc&index=6



<https://www.landanano.com/nanography/nanotechnology>



<https://www.hidglobal.mx/products/card-printers/fargo>



<https://lac.entrustdatacard.com/products/categories/id-card-printers>



<https://www.muehlbauer.de/solutions/id-card-solution/personalization/personalization-technologies/>



<https://www.interempresas.net/Textil/Articulos/244696-HP-reinventa-la-impression-de-sUBLIMACION-con-el-lanzamiento-de-HP-Stitch.html>



<https://www.europapress.es/portaltic/gadgets/noticia-hp-entra-impression-textil-nuevas-impresoras-textiles-stitch-sUBLIMACION-20190426130349.html>



<https://www.hidglobal.mx/products/card-printers-cards-and-credentials/hid-fargo-consumables-ultracard/ultracard-pc>



<https://www.muehlbauer.de/>



<https://lac.entrustdatacard.com/>



<https://www.youtube.com/watch?v=vxncHhchWJU>



<https://www.iai.nl/>



<https://www.muehlbauer.de/solutions/id-card-solution/personalization/personalization-technologies/>



<https://www.gemalto.com/>



https://www.trumpf.com/fr_FR/magazine/a-perfect-id-card-for-camerouns-citizens/

Capítulo 5. Sistemas tradicionales de impresión I: Tipografía



Manual Básico de artes Gráficas. Octubre 2016

<http://www.fnmt.es/documents/10179/10589581/20170227-Manual+Artes+Graficas/6e-cb61ad-c844-4f7b-9576-38d5e4edf862>



Recursos del Ministerio de Educación

http://recursos.cnice.mec.es/fp/artes/ut.php?familia_id=5&ciclo_id=1&modulo_id=6&unidad_id=196&menu_id=2346&pagina=&pagestoyen=12&submenu_id=3565&nca-b=3.1&contadort=12



http://recursos.cnice.mec.es/fp/artes/ut.php?familia_id=5&ciclo_id=1&modulo_id=6&unidad_id=196&menu_id=2346&pagina=&pagestoyen=31&submenu_id=3577&nca-b=5.3&contadort=30



Capítulo 6. Sistemas tradicionales de impresión II: el offset

<http://recursostic.educacion.es/comunicacion/media/web/accesibilidad.php?c=&inc=prensa&blk=1&pag=5>



<http://www.riat-serra.org/tgraf.html#tga-cond>



<http://www.compuart.ru/article.aspx?id=16050&iid=744>



<http://www.drupa.es/>



https://www.elespanol.com/economia/medios/20180125/grandes-diarios-papel-pierden-difusion-decada/279723158_0.html



www.toray.com



www.presstek.com



Capítulo 7. Sistemas tradicionales de impresión III: calcografía, huecograbado, serigrafía y flexografía

<http://www.era.eu.org/>



<https://www.koenig-bauer.com/es/>



<https://www.youtube.com/watch?v=zPfXfspLjGo>



<https://www.youtube.com/watch?v=hvSooFedMEk>



<https://www.youtube.com/watch?v=MzrGjfbk85U>



<https://eprints.ucm.es/1720/1/T18972.pdf>



<https://www.youtube.com/watch?v=rabOV15gGfw>



<https://www.youtube.com/watch?v=APXrqFbQadQ>



Capítulo 8. Medidas de seguridad en documentos I

<http://www.encajabaja.com/2011/12/cumpleanos-del-offset.html>



<https://www.bankofengland.co.uk/banknotes/5-pound-note>



<https://www.xataka.com/moviles/nfc-que-es-y-para-que-sirve>



<https://www.consilium.europa.eu/prado/es/search-by-document-country.html>



<http://prado.consilium.europa.eu/es/glossarypopup.html>



<http://www.fnmt.es/innovacion/patentes>



https://www.safran-group.com/media/20140624_morpho-upgrades-dutch-id-documents-greater-security



<https://www.idemia.com/>



<https://docplayer.nl/1284130-Het-nieuwe-paspoort-en-de-3d-pasfoto.html>



Capítulo 9. Medidas de seguridad en documentos II

<http://www.rulesforuse.org/pub/index.php?lang=es>



<https://www.sicpa.com/>



<https://webstore.ansi.org/standards/bsi/bsiso10042013>



<https://www.kinegram.com/en/home/>



<https://www.kurz.de/>



<https://www.teslin.com/es-MX/Inicio/Centro-de-recursos/Acerca-de-Teslin.aspx>



<https://www.kinegram.com/en/government-documents/foil-technology/>



Capítulo 10. Documentos de identificación españoles

http://www.afehc-historia-centroamericana.org/index.php?action=fi_aff&id=1288



https://www.dnielectronico.es/PDFs/Guia_de_Referencia_DNle_con_NFC.pdf



https://www.dnielectronico.es/PDFs/Implementacion_NFC_FNMT.pdf



http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/normativa-legislacion/reglamento-trafico/2016/RD-818_2009.-Rgto-Gral-de-Conductores-actualizado-a-RD_1055_2015-vigente-31-12-2015.pdf



http://www.afehc-historia-centroamericana.org/index.php?action=fi_aff&id=1288



Capítulo 11. Medidas de seguridad en papel moneda

www.cngcoins.com



http://www.europarl.europa.eu/summits/mad1_es.htm



https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/banknotes+coins/circulation/html/index.en.html



<https://www.ecb.europa.eu/euro/banknotes/design/html/index.es.html>



<https://www.ecb.europa.eu/euro/banknotes/security/html/index.es.html>



<https://www.ecb.europa.eu/euro/banknotes/info/html/index.es.html>



<https://www.ecb.europa.eu/press/pr/date/2019/html/ecb.pr190726~d8a42deb53.en.html>



<https://www.uscurrency.gov/denominations>



<https://www.uscurrency.gov/es/denominaciones/identificadores-de-billetes>



<https://www.dupont.com/about/our-history.html>



<https://abcorp.com/>



<https://www.rba.gov.au/>



<https://cclsecure.com/Guardian---Facts-and-Figures/>



<https://vimeo.com/135839525>



<https://www.delarue.com/global-insights/new-and-news/de-la-rue-safeguard-proven-polymer-integration>



<https://cclsecure.com/why-guardian/>



<https://cclsecure.com/aurora/>



<https://cclsecure.com/eclipse/>



<https://cclsecure.com/horizon/>



<https://cclsecure.com/latitude/>



<https://www.sepblac.es/es/2019/01/18/acuerdo-con-el-banco-central-europeo/>



<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2010-6737>



https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2014-4742



<https://www.riksbank.se/en-gb/payments--cash/e-krona/>



<https://www.blogbankia.es/es/blog/paises-sin-efectivo.html>



<https://www.universalpay.es/las-cinco-claves-de-por-que-el-consumidor-prefiere-pagar-mediante-tarjeta-estamos-ante-el-fin-del-efectivo/>



<https://www.expansion.com/economia-digital/innovacion/2019/07/14/5d23712fe5fdead-45b8b45a8.html>



<https://www.xataka.com/robotica-e-ia/efectivo-tarjeta-movil-china-pagan-sonrisa-mediante-reconocimiento-facial>



<https://elandroidelibre.lespanol.com/2018/09/whatsapp-prepara-pagos-moviles-espana.html>



[Impresión de billetes británicos de 5 libras](#)



<https://www.youtube.com/watch?v=eRbKkfkAH2s>



[Impresión del billete de 50 € de la serie Europa](#)



<https://www.youtube.com/watch?v=0eL9BuKP55I>



[Impresión de los billetes de 100 y 200€ de la serie Europa](#)



<https://www.youtube.com/watch?v=3Gx0VvDr6Os>



[Producción de papel moneda suizo](#)



https://www.youtube.com/watch?v=xE7G_BKaefM



<https://www.youtube.com/watch?v=aJNUajfuj4k>



https://www.snb.ch/en/iabout/cash/series9/id/cash_series9_downloads#t2



[Producción de billetes del Banco de Méjico](#)



https://www.youtube.com/watch?v=uW-R_N-8OHI

Capítulo 12. Tecnología Smart en el estudio de documentos I.

<https://www.icao.int/publications/pages/publication.aspx?docnum=9303>



<https://www.iso.org/home.html>



<https://www.icao.int/Meetings/TAG-MRTD/Pages/default.aspx>



<https://www.gs1.org/>



https://www.icao.int/publications/Documents/9303_p10_cons_es.pdf



<https://www.kinegram.com/en/home/>

Capítulo 13. Tecnología Smart en el estudio de documentos II.



Web del Consejo Europeo, para comprobar según el año de expedición, el modelo y las medidas de seguridad de los permisos europeos de conducir.

http://ec.europa.eu/transport/road_safety/topics/driving-licence/models/spain/index_es.htm



Web de la policía holandesa para comprobar los permisos europeos de conducir.

<https://webapps.politieacademie.nl/bura>



Web del Consejo Europeo y Consejo de la Unión Europea para comprobar los documentos de la gran mayoría de los países, (pasaportes, cartas de identidad, permisos de conducir, tarjetas de identificación de extranjeros, entre otros).

<http://www.consilium.europa.eu/prado/es/search-by-document-country.html>



La División de Información de la Unidad Central de la Policía Nacional Holandesa ha creado en colaboración con otras instituciones y organizaciones esta web de consulta de la gran mayoría de documentos existentes en nuestro planeta.

<http://www.edisontd.net/>



Para comprobar el número VIN de los vehículos (Nº de chasis o bastidor).

<http://es.vin-info.com/>



<http://www.vin-decoder.net/>



Stolen cars 24 es una base de datos europea de vehículos robados.

<http://www.stolencars24.eu/>



Bélgica, Web para verificar el número de identidad.

http://z01.be/hst8_php/rijksregisternummer_uitgebreideOpl.php



Bulgaria, Web para verificar el número personal de identidad.

<https://georgi.unixsol.org/programs/egn.php>



Bulgaria, web para verificar placas de matrícula.

<http://kradenikoli.bg/index.php>



Chile, Web de consulta del permiso de conducir.

<http://www.registrocivil.cl/bloqueo/runLicencia.jsp?accion=C>



Colombia, Web de consulta del permiso de conducir.

<https://www.runt.com.co/portel/libreria/php/>



Colombia, Web de consulta de los antecedentes penales.

<https://antecedentes.policia.gov.co:7005/WebJudicial/index.xhtml>



Colombia, Web para comprobar documentos robados o extraviados.

https://webrp.policia.gov.co:444/publico/buscador_constancia.aspx



Costa Rica, Web de consulta del permiso de conducir.

<https://www.csv.go.cr/web/cosevi/servicio-consulta-certificaciones>



Croacia, Web para verificar el permiso de conducir

<https://mup.gov.hr/status-vozacke-dozvole/283633>



Dinamarca, Web para consultar vehículos.

<http://www.nummerplade.net/>



Ecuador, web de consulta de los puntos del permiso de conducir.

<http://www.ecuadorlegalonline.com/consultas/agencia-nacional-de-transito/consultar-puntos-de-licencia/>



Eslovaquia, web de consulta documentos perdidos o robados.

<http://www.minv.sk/?stratene-a-odcudzene-doklady>



Eslovaquia, web para consulta de vehículos robados.

<http://www.minv.sk/?odcudzene-mot-vozidla>



Eslovaquia, web para consulta verificación de la inspección técnica.

<http://tkcheck.assecosolutions.sk/ovoz/home.htm>



Eslovaquia, Web para la consulta de sus documentos oficiales.

<http://www.minv.sk/?vzory-dokladov>



Eslovenia, web para consulta de documentos robados.
<https://e-uprava.gov.si/javne-evidence/odtujeni-osebni-dokumenti.html>



España, Consulta del estado del permiso de conducir español.
https://sedeapl.dgt.gob.es/WEB_EST_PERSEO/resultado.faces



Estonia, web para verificar de antecedentes de vehículos.
<https://eteenindus.mnt.ee/public/soidukTaustakontroll.jsf>



Estonia, web de la policía para comprobar la validez de documentos.
<https://eteenindus.mnt.ee/paringud/juhiloaKehtivus>



Grecia, para comprobar pasaportes robados.
<http://www.passport.gov.gr/en/qpassport/search.html>



Holanda, Web para consultar los datos de los vehículos.
<https://www.rdw.nl/particulier/Paginas/default.aspx>



Holanda, Web para consultar los vehículos robados.
<http://www.gestolenaautos.nl/>



Hungría, Web para consultar documentos personales.
<https://www.nyilvantarto.hu/ugyseged.xhtml>



Inglaterra, dos webs para comprobar el vehículo.
<https://totalcarcheck.co.uk/>



<https://www.vehicleenquiry.service.gov.uk/>



Inglaterra, Web de consulta de información del permiso de conducir.
<https://www.viewdrivingrecord.service.gov.uk/driving-record/licence-number>



Irlanda, web para verificar permiso de conducir.
<https://booking.ndls.ie/index.php>



Italia, web de consulta de documentos perdidos o robados.
<http://www.crimnet.dcpc.interno.gov.it/crimnet/ricerca-documenti-rubati-smarriti>



Italia, web de buscador vehículos robados.
<http://www.crimnet.dcpc.interno.gov.it/crimnet/ricerca-targhe-telai-rubati-smarriti>



Letonia, web para verificar documentos.
<https://www.latvija.lv/Epakalpojumi/EP22>



Letonia, web para consultar vehículos nacionales.
<https://services.ltab.lv/lv/CheckOcta>



Lituania, web de consulta para poder comprobar los documentos.
<http://www.policija.lt/index.php?id=3393>



Lituania, dos webs de consulta de vehículos robados.
http://www.policija.lt/itpr_paieska/transportas_en.php
<https://www.eregitra.lt/viesa/paiesk/Index.php?lang=en>



Lituania, dos webs de consulta de permisos de conducir.
<https://www.eregitra.lt/viesa/interv/Index.php>
<https://www.eregitra.lt/viesa/iintervp/Index.php?lang=en>



México, web para consultar el permiso de conducir.
<http://app.sct.gob.mx/ConsultaInfracciones//detalleLicFederal.do>



Moldavia, web de consulta permiso de conducir.
<http://www.e-services.md/?q=ro/content/verifisa-statutul-documentului>



Noruega, web para la consulta de los vehículos mediante.
<http://www.vegvesen.no/Kjoretoy/>



Panamá, web para consultar el permiso de conducir.
<http://www.licencia.com.pa/historial/historial>



Perú, web para comprobar la documentación personal.
<http://www.sunat.gob.pe/cl-ti-itmrconsruc/jcrS00Alias>



Perú, web para comprobar el permiso de conducir.
<http://slcp.mtc.gob.pe/>



Polonia, webs para obtener el registro del vehículo.
<https://bezpiecznyautobus.gov.pl/strona-glowna>



Polonia, web para comprobar el número (PESEL).
<http://www.szewo.com/php/pesel.phtml>



República Dominicana, web para consultar el permiso de conducir.

<https://consultalicencia.intrant.gob.do/Default?id=22>



Rumania, dos webs para consulta del número personal (CNP).

<http://www.validare.ro/validare-cnp.html>



Rumania, Web para consultar los vehículos robados.

<http://www.politiaromana.ro/ro/autovehicule-furate>



Rusia, web para consultar pasaportes sustraídos o robados.

<http://services.fms.gov.ru/info-service.htm?sid=2000>



Rusia, web para consultar vehículos robados.

<http://www.gibdd.ru/check/auto/>



Rusia, web para consultar el permiso de conducir.

<http://www.gibdd.ru/check/driver/>



Suecia, para comprobar vehículos robados.

<https://fordonsfraga.transportstyrelsen.se/fragapaannatfordon.aspx>



Venezuela, web para consultar el permiso de conducir.

<http://www.intt.gob.ve/intt/?p=224>

NORMATIVA ISO SOBRE DATOS BIOMÉTRICOS EN DOCUMENTOS DE IDENTIDAD Y DE VIAJE Y ESPECIFICACIONES ENV SOBRE CODIFICACIÓN EN BARRAS

ISO/IEC 19794-6 ISO/IEC 19794-6:2005, Tecnología de la información -Formatos de intercambio de datos biométricos- Parte 5: Datos de imágenes del iris.

ISO/IEC 19794-5 ISO/IEC 19794-5:2005, Tecnología de la información -Formatos de intercambio de datos biométricos- Parte 5: Datos de imágenes del rostro.

ISO/IEC 19794-4 ISO/IEC 19794-4:2005, Tecnología de la información -Formatos de intercambio de datos biométricos- Parte 4: Datos de imágenes del dedo.

ISO/IEC 18745-2 ISO/IEC 18745-2:2016, Tecnología de la información Métodos de ensayo para documentos de viaje de lectura mecánica (MRTD) y dispositivos asociados-Parte 2: Métodos de ensayo para la interfaz sin contacto.

ISO/IEC 18745-1 ISO/IEC 18745-1:2014, Tecnología de la información -Métodos de ensayo para documentos de viaje de lectura mecánica (MRTD) y dispositivos conexos-Parte 1: Métodos de ensayo físicos para pasaportes en libreta (durabilidad).

ISO/IEC 15444 ISO/IEC 15444-n, Sistema de codificación de imágenes JPEG 2000
ISO/IEC 19785 ISO/IEC 19785-n, Tecnología de la información -Marco común de formatos de intercambio biométrico-

ISO/IEC WD 15438 ISO/IEC JTC 1/SC 31 WD 15438, Tecnología de la información -Identificación automática y captación de datos -Especificaciones de simbología de códigos de barras- PDF417.

ISO/IEC WD 15417 ISO/IEC JTC 1/SC 31 WD 15417, Tecnología de la información-Identificación automática y captación de datos -Especificaciones de simbología de códigos de barras- Código 128.

ISO/IEC 14443-4 ISO/IEC 14443-4:2016, Tarjetas de identidad -Tarjetas de circuitos integrados sin contacto -Tarjetas de proximidad- Parte 4: Protocolo de transmisión.

ISO/IEC 14443-3 ISO/IEC 14443-3:2016, Tarjetas de identidad -Tarjetas de circuitos integrados sin contacto- Tarjetas de proximidad -Parte 3: Inicialización y anticolidión-.

ISO/IEC 14443-2 ISO/IEC 14443-2:2016, Tarjetas de identidad -Tarjetas de circuitos integrados sin contacto -Tarjetas de proximidad- Parte 2: Potencia e interfaz de señales de radiofrecuencia.

ISO/IEC 14443-1 ISO/IEC 14443-1:2016, Tarjetas de identidad -Tarjetas de circuitos integrados sin contacto- Tarjetas de proximidad -Parte 1: Características físicas-.

ISO/IEC 10918-1 ISO/IEC 10918-1:1994, Tecnología de la información -Compresión y codificaciones digitales de imágenes fijas de tono continuo: Requisitos y directrices-.

ISO/IEC 10646 ISO/IEC 10646:2012, Tecnología de la información -Conjunto universal de caracteres codificados en octetos múltiples (UCS) RFC 3369 Cryptographic Message Syntax 2002-.

ISO/IEC 10373-6 ISO/IEC 10373-6:2016, Tarjetas de identidad -Métodos de ensayo- Parte 6: Tarjetas de proximidad.

ISO 1073-2 ISO 1073-2:1976, Conjunto de caracteres alfanuméricos para el reconocimiento óptico de caracteres- Parte 2: Conjunto de caracteres OCR-B -Formas y dimensiones de la imagen impresa-.

ISO/IEC 10373-1 ISO/IEC 10373-1: 1998, Tarjetas de identidad -Métodos de ensayo- Parte 1: Características generales.

ISO/IEC 8825-1 ISO/IEC 8825-1:2008, Tecnología de la información (reglas de codificación BER/DER) donde ésta última estipula que en los rótulos con número de cero a 30 (inclusive) DOC.9303.

ISO/IEC 7816-11 ISO/IEC 7816-11: 2004, Tarjetas de identidad -Tarjetas de circuitos integrados- Parte 11: Verificación personal mediante métodos biométricos.

ISO/IEC 7816-6 ISO/IEC 7816-6: 2016, Tarjetas de identidad -Tarjetas de circuitos integrados- Parte 6: Elementos de datos interindustria para intercambio (incluido informe de defecto).

ISO/IEC 7816-5 ISO/IEC 7816-5: 2004, Tarjetas de identidad -Tarjetas de circuitos integrados- Parte 5: Registro de proveedores de aplicaciones.

ISO/IEC 7816-4 ISO/IEC 7816-4: 2013, Tarjetas de identidad -Tarjetas de circuitos integrados- Parte 4: Organización, seguridad y órdenes para el intercambio.

ISO/IEC 7816-2 ISO/IEC 7816-2: 2007, Tarjetas de identidad -Tarjetas de circuito integrado -Parte 2: Tarjetas con contacto -Dimensiones y ubicación de los contactos.

ISO / IEC 7816-1: 2011 especifica las características físicas de las tarjetas de circuito integrado con contactos. Se aplica a las tarjetas de identificación del tipo de tarjeta ID-1, que pueden incluir relieve y / o una banda magnética y / o una marca de identificación táctil como se especifica en ISO / IEC 7811. Los métodos de prueba se especifican en ISO / IEC 10373-1.

ISO/IEC 7810 ISO/IEC 7810: 2003, Tarjetas de identidad -Características físicas-.

ISO / IEC 7501-1: 2008 (ICAO 9303-1) Tarjetas de identificación -Documentos de viaje legibles por máquina- Parte 1: Pasaporte legible por máquina.

ISO / IEC 2382-37: 2017 establece una descripción sistemática de los conceptos en el campo de la biométrica relacionados con el reconocimiento de seres humanos y concilia los términos de variante en uso en estándares biométricos preexistentes con los términos preferidos, aclarando así el uso de términos en este campo.

[ISO 1831] ISO 1831:1980, Especificaciones de impresión para reconocimiento óptico de caracteres.

ENV 12925 ENV 12925:1998, Codificación en barras -Especificaciones de simbología- "PDF417".

ENV 12403 ENV 12403:1998, Codificación en barras -Archivos de datos estructurados-.

EN 1635 EN 1635:1997, Codificación en barras -Especificaciones para pruebas- Símbolos de códigos de barras.

EN 1571 EN 1571:1996, Codificación en barras -Identificadores de datos-.

EN 800 EN 800:1995, Codificación en barras -Especificaciones de simbología- "Código 39".

EN 799 EN 799:1995, Codificación en barras -Especificaciones de simbología- "Código 128".

EN 797 EN 797:1995, Codificación en barras -Especificaciones de simbología- "EAN/UPC".



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DEL INTERIOR

DIRECCIÓN GENERAL
DE LA POLICÍA



9 788481 503319 >

NIPO (papel): 126-19-167-0 DEPÓSITO LEGAL: M-37228-2019