

TALLER
**La pràctica del procés
de digitalització**

Dijous, 20 de setembre de 2018
Aula Magna de la Casa de Cultura de Girona



La pràctica del procés de digitalització

[**Beatriz Martínez**
Laboratori de Qualitat de la Imatge. CITM. UPC]



DEFINICIONS

Un arxiu d'imatge és una sèrie de **dades codificades** que, llegides apropiadament, es poden representar com una imatge a la pantalla d'un ordinador i imprimir sobre un suport físic.

Les dades d'una imatge digital estan contingudes en la unitat bàsica d'una imatge: **el píxel**.

Les dades de cada píxel tenen una posició específica dins de la imatge (coordenades x, y) **i el seu valor indica la lluminositat** (valor d'intensitat).

La mida de la imatge és el nombre de píxels que conté la imatge. És una dada molt important a l'hora de gestionar imatges digitals, en el procés de captació, en generar una imatge màster o en optimitzar-la com a imatge que no ha de ser impresa (visualització en pantalla). Normalment es quantifica mitjançant un nombre de píxels per a cada dimensió (horitzontal × vertical). Per exemple: 4.256 × 3.760 píxels.

La resolució de la imatge és el nombre de píxels que conté una unitat de longitud donada (normalment, polzada). És una informació rellevant només per:

- **Imprimir una imatge**, a fi de conèixer la mida final de la còpia.
- **Reproduir-la amb escàner**, ja que la mida de la imatge final està relacionada amb la mida del document original i el nombre de píxels per unitat de longitud.

La lluminositat d'un determinat píxel està relacionada amb el seu valor de gris. El nombre de valors que pot prendre és la profunditat de color o de bits.

La profunditat de bits s'obté elevat el número 2 al nombre de bits usats per codificar la informació (2^n). Aquest valor representa el nombre total de valors de gris que en la imatge es poden assignar als píxels.

Les dues profunditats de bits més usades en imatge digital són:

- **8 bits – 28 = 256 valors de gris** (0 per a negre i 255 per a blanc)
- **16 bits – 216 = 65.536 valors de gris** (0 per a negre i 65.535 per a blanc)

Formats d'imatge

RAW: conté la informació de lluminositats proporcionada pel sensor de la càmera, abans d'aplicar l'algorisme de *demosaicing*. Es requereixen programes específics d'obertura d'arxius RAW per poder-lo processar.

TIFF (Tagged Image File Format): pot ser sense compressió (reducció del pes de la imatge) o amb compressió sense pèrdua.

JPEG (Joined Picture Experts Group): implica compressió amb pèrdua, de manera que es poden aconseguir nivells de compressió molt elevats però a costa de perdre qualitat d'imatge. Aquesta pèrdua de qualitat sol ser en forma d'aparició d'artefactes.

CÀMERES PER A REPRODUCCIÓ

Introducció

Si l'objectiu és aconseguir un alt grau de precisió en la reproducció de les característiques de l'objecte, una part important del procés és la selecció de l'equip de captació d'imatges.

Tant si l'equip és una càmera com un escàner, és important que ens porti, amb els ajustos adequats, uns mínims de qualitat quant a to, resolució, nitidesa, presència de soroll i reproducció del color. Per tant, és important conèixer i tenir en compte quines característiques, tant dels components òptics com dels components electrònics, són les que poden influir en els diferents atributs de la qualitat de la imatge. A continuació s'enumeren alguns dels requisits bàsics:

- Objectiu lliure d'aberracions monocromàtiques a les obertures utilitzables.
- Objectiu lliure o gairebé lliure d'aberració de distorsió.
- Objectiu amb taxa de TCA (aberració cromàtica transversal) coneguda i disponibilitat del sistema de correcció corresponent.
- Preferència sistemàticament amb captació d'arxiu RAW sense compressió.
- Fotoreceptors amb un *pitch* superior a 5 micres.
- Un nombre de fotoreceptors que permeti l'obtenció d'imatges de mida gran sense necessitat d'utilitzar tècniques d'unió d'imatges (*stitching*).
- Connexió directa a l'ordinador amb control d'ajust i disparament mitjançant programari.

A continuació es descriuen amb més profunditat alguns aspectes bàsics dels components òptics i electrònics, en el cas de les càmeres digitals.

Components òptics

Selecció de la focal adequada

La longitud focal o distància focal és el punt de confluència de tots els rajos que entren al sistema paral·lels a l'eix òptic (perpendicular a l'objectiu). Els rajos que entren paral·lels són els que provenen de l'infinit (a la pràctica, són els que provenen d'una distància molt llunyana).

La focal de l'objectiu es relaciona amb el seu camp de visió (FOV), en funció de la mida del sensor amb el qual es treballa. Per a un sensor Full Frame (36 × 24 mm, igual que la pel·lícula de 35 mm), la relació entre diferents focals i els camps de visió respectius és la que mostra la figura 1:

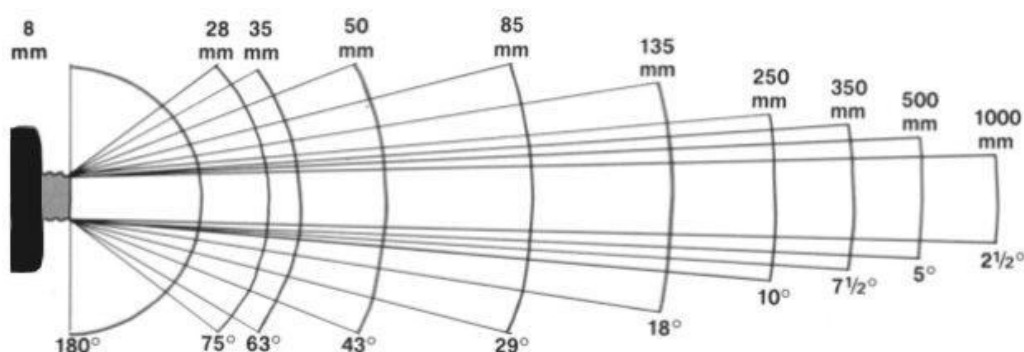


Figura 1. Relació entre focals i camps de visió (FOV) per a un sensor Full Frame (36 × 24 mm).

En general, per a la digitalització de material fotogràfic, es recomana la utilització d'objectius amb focals intermèdies, entre 50 i 100 mm. Focals més curtes impliquen distàncies entre la càmera i l'objecte molt curtes, amb la qual cosa es dificulta la il·luminació correcta de materials petits (per als quals cal acostar molt la càmera). A més, molts objectius de focal curta donen lloc a distorsions de les vores de la imatge. D'altra banda, les focals molt llargues impliquen distàncies entre la càmera i l'objecte més llargues; en el cas d'originals de format gran, es requereix l'ús d'un estatiu de reproducció amb una columna molt alta.

També és recomanable l'ús d'objectius de distància focal fixa (una sola focal), ja que solen proporcionar major qualitat d'imatge que els objectius de focal variable (també coneguts com a *objectius zoom*).

Per seleccionar la focal més adequada per a una determinada estació de digitalització s'ha de tenir en compte el format més gran a digitalitzar i la longitud de la columna de l'estatiu de reproducció. El primer ens permet calcular els augments mínims als quals cal treballar, tenint en compte l'expressió:

$$m = l / O$$

en què m són els augments, l és l'amplada (o altura) del sensor en mil·límetres i O és l'amplada (o altura) del format més gran a digitalitzar en mil·límetres.

A partir d'aquí, es poden relacionar els augments calculats amb la distància entre l'objecte i el sensor, per a una determinada focal, mitjançant l'expressió:

$$D = f' (1 + m) 2 / m$$

en què f' és la focal de l'objectiu i D és la suma de les conjugades objecte i imatge ($u+v$), que equival a la distància entre la superfície de l'objecte i el sensor de la càmera i, per tant, a l'altura de la columna de l'estatiu de reproducció, en el cas de la digitalització dels formats més grans.

Òptiques macro

En el cas de la digitalització de formats petits cal utilitzar objectius macro per poder obtenir reproduccions amb una qualitat d'imatge acceptable. És per això que és convenient, en aquest apartat, fer una aproximació a la fotografia macro i a les seves limitacions.

Quan es capten imatges amb augments entre 0,1 i 1 es parla de fotografia d'acostament, i per a augments entre 1 i 50 es parla de fotografia macro. De totes maneres, en molts àmbits d'aplicació, se sol fer referència a la fotografia macro per a situacions de fotografia d'acostament.

Per calcular els augments als quals es treballarà per digitalitzar un determinat format, s'ha d'utilitzar l'expressió $m = l / O$, en la qual l és una de les dimensions del sensor amb què es digitalitza (en mil·límetres) i O és la dimensió corresponent del format a digitalitzar (també en mil·límetres), tal com s'ha explicat en l'apartat anterior. Per exemple, si es vol digitalitzar un format de 36×24 mm amb un sensor Full Frame (també de 36×24 mm), s'ha de treballar a augment $m = 1$.

Amb tot això, els objectius macro es caracteritzen per:

- Helicoidal d'enfocament més llarg, que permet captar imatges formades a una distància d'imatge llarga (corresponents a una distància d'objecte curta).
- Correcció d'aberracions per a augments superiors a $m = 0,1$. Per tant, millor rendiment a augments elevats, quant a qualitat d'imatge.

En l'àmbit de la reproducció d'arxius fotogràfics, l'existència de negatius i còpies en paper de formats petits fa que moltes vegades calgui treballar amb objectius macro. Encara que una alternativa sigui l'ús d'anells d'extensió amb objectius d'ús general (no macro), aquesta opció resol el problema de l'enfocament d'objectes molt propers (permet obtenir una distància d'imatge major), però no resol el problema de pèrdua de qualitat per presència d'aberracions.

També cal tenir en compte que la fotografia macro presenta una sèrie de limitacions respecte de la fotografia a augments més baixos. Aquestes limitacions fan que l'elecció de l'objectiu i el control de les condicions de captació siguin encara més crítics. Les limitacions que s'han de tenir en compte quan es treballa a augments elevats són:

- Major difracció (pèrdua de nitidesa amb diafragmes tancats), la qual cosa implica un diafragma òptim més obert.
- Menor profunditat de camp. En l'àmbit de la digitalització, això implica una major dificultat per enfocar l'objecte correctament.
- Major pèrdua de nitidesa provocada per moviments o vibracions en el moment de la presa.

Components electrònics: el sensor

El component electrònic bàsic de la càmera és el sensor CCD (Charge-coupled Device) o CMOS (Complementary Metal Oxidi Semiconductor). Tots dos comparteixen característiques similars com a detectors de llum i es basen en les propietats dels compostos de silici.

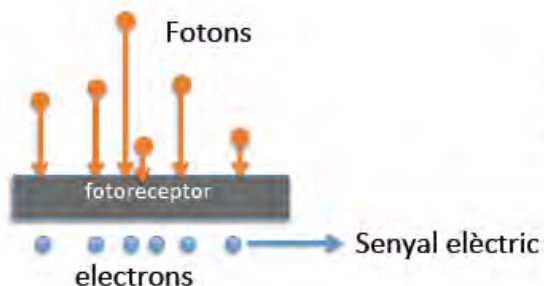


Figura 2a. La incidència de fotons en el fotoreceptor provoca la generació de senyal elèctric.

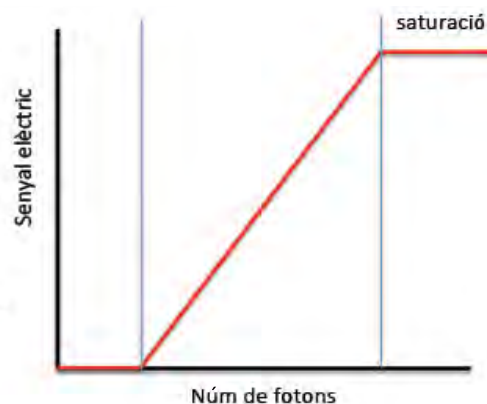


Figura 2b. Gràfic que mostra la resposta d'un fotoreceptor a diferents intensitats d'energia lumínica (fotons).

Els sensors estan formats per una matriu de fotoreceptors de silici, que són capaços de convertir l'energia dels fotons de la llum en energia elèctrica. És a dir, generen electrons lliures a partir de la incidència de fotons en la seva superfície (figura 2a). Cal tenir en compte que els fotoreceptors tenen sensibilitat a un rang d'intensitat lumínica determinat; per sota d'aquest rang no emeten senyal i per damunt queden saturats (figura 2b). Aquest és un dels principals factors que condicionen el rang dinàmic d'una càmera.






Sensors										
Lens Factor	1.0		1.3		1.1		1.3		1.1	
CCD size effective	53.9 x 40.4 mm		43.9 x 32.9		49.1 x 36.8		44.2 x 33.1		48.9 x 36.7	
Active pixels	8984 x 6732		7320 x 5484		7216 x 5412		6496 x 4872		5436 x 4080	
Pixel size (micron)	Full res. 6 x 6	Sensor+ 12 x 12	Full res. 6 x 6	Sensor+ 12 x 12	6.8 x 6.8		6.8 x 6.8		9 x 9	
Resolution (megapixels)	60.5		40		39		31.6		22	
Light sensitivity (ISO)	50-800		50-800		50-800		100-1600		50-800	

Figura 3. Dades de mida, nombre de fotoreceptors i pitch de diversos sensors d'un mateix fabricant.

La mida del sensor i la mida dels fotoreceptors o *pitch* (figura 3) influeixen en una sèrie de paràmetres que tenen conseqüències directes en la qualitat de les imatges obtingudes. Aquests paràmetres són:

- **Fill factor:** fracció de l'àrea del fotoreceptor que és sensible a la llum.
- **Soroll:** errors de lectura que poden ser deguts a diversos factors:
 - *Shot noise:* a causa d'errors en la conversió de fotons a electrons.
 - *Dark current:* electrons generats espontàniament sense presència de fotons.
 - *Termal noise:* electrons generats per temperatura i no per fotons.
 - *Reset noise:* soroll produït en el moment de llegir la càrrega per fer l'amplificació (conversió d'un nombre d'electrons a diferència de voltatge).
 - *Quantization noise:* provocat per la conversió d'analògic a digital.
- **Rang dinàmic:** rang de luminàncies que el sensor és capaç de reproduir correctament.
- **Resolució:** expressada en nombre de línies per mil·límetre.

Quant a la reproducció del color, cal tenir en compte que els fotoreceptors no són capaços de diferenciar la intensitat de la llum per a les diferents longituds d'ona que componen la llum visible. Solament llegeixen la intensitat de la llum, independentment del color. Per tant, el sensor solament és capaç de proporcionar imatges en escala de grisos. Per poder reproduir el color cal afegir altres sistemes al sensor. Hi ha diferents formes de reproduir el color, totes basades en la síntesi RGB:

- Utilització de 3 sensors, cadascun amb un filtre roig, verd o blau. Aquest sistema ja està obsolet.
- Un sensor amb 3 filtres RGB que s'alternen. Aquest sistema requereix la realització de tres captacions per obtenir una sola imatge. Encara que ja pràcticament no s'utilitza, actualment estan sortint suports digitals, específics per a reproducció, que usen aquesta tecnologia.
- Un sensor amb un filtre Bayer (format per petits filtres vermells, verds i blaus, que coincideixen amb les posicions dels fotoreceptors). És el sistema més utilitzat i es veurà amb més profunditat en el capítol 8 d'aquesta assignatura («Gestió del color»).

Tipus de càmeres digitals

Els sistemes de captació d'imatges, a més de l'objectiu i el sensor, estan composts per altres elements encarregats de controlar l'exposició, d'una banda, i de permetre la visualització de l'escena que s'està captant, de l'altra. A més, tots els sistemes de control poden ser més o menys complexos.

Els sistemes de control d'exposició són, bàsicament, el diafragma (contingut en l'objectiu) i l'obturador, que tant pot formar part de l'objectiu com estar disposat davant del sensor o ser un sistema electrònic que activa i desactiva el mateix sensor. D'altra banda, els visors poden ser òptics o electrònics.

En funció de la configuració de tots aquests elements, del tipus de sensor i de les opcions d'intercanvi d'objectius, les càmeres digitals es poden classificar en diferents grups:

- Càmeres compactes (Point-and-Shoot): tenen l'objectiu fix (no intercanviable) i, en general, un sensor petit amb un *pitch* petit. El visor pot ser òptic (en models més antics), però la majoria solen tenir visor electrònic a través del mateix sensor de la càmera. L'obturador també és electrònic. El fet que el sensor sigui petit i l'objectiu sigui fix fa que aquestes càmeres no siguin recomanables per reproduir amb uns mínims de qualitat.

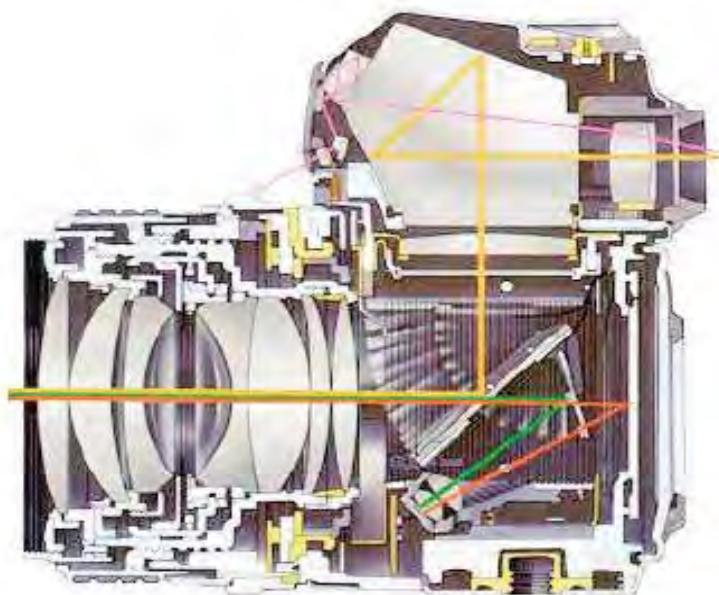


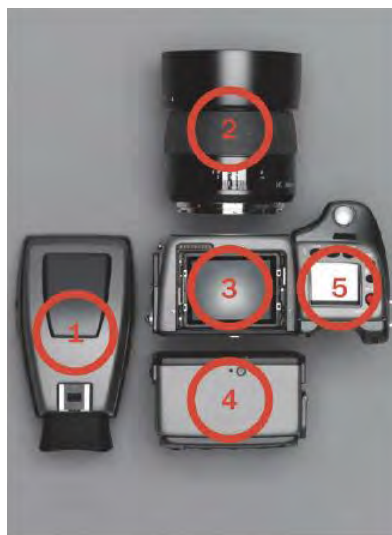
Figura 4. Esquema de sistema òptic i visor d'una càmera DSLR.

- Càmeres Digital Single Lens Reflex (DSLR): són les conegudes com a càmeres Reflex. La seva característica principal és el sistema de visor òptic, mitjançant un mirall a 45°, i un pentaprisma que permeten visualitzar l'escena tal com es veu a través de l'objectiu (figura 4). Aquest sistema es va idear abans d'existir els sistemes de visor electrònic, que també permeten visualitzar el mateix que capta l'objectiu. La seva construcció fa que puguin tenir un objectiu intercanviable i el sensor sol ser de format de 23 × 15 aprox. (APS-C) o 36 × 24 (Full Frame).



Figura 5. Figura esquemàtica d'una càmera Mirrorless. El cos és més estret que els de les càmeres DSLR.

- Càmeres Mirrorless (Mirrorless Interchangeable Lens Camera): són càmeres amb un objectiu intercanviable, com les DSLR, però sense el sistema Reflex de visor òptic (figura 5). Els avenços tecnològics en la qualitat dels visors electrònics han permès dissenyar aquest tipus de càmeres amb visor electrònic comparables a les càmeres Reflex. La mida del sensor és, en la majoria de casos, de tipus APS-C però actualment ja es troben en el mercat càmeres d'aquest tipus amb sensor Full Frame. Cal tenir en compte que els objectius adaptables a les càmeres Mirrorless no són els mateixos que els utilitzats per a les càmeres Reflex.



Figures 6 i 7. Càmeres DSLR amb suport digital intercanviable.

- Càmeres DSLR amb suport intercanviable: són també conegudes com a càmeres de mitjà format. Disposen de sistema Reflex, objectiu intercanviable i, a diferència de les DSLR d'ús general, porten un sensor intercanviable (figures 6 i 7). El mòdul en el qual s'allotja el sensor és conegut com a *suport digital*. Això fa que aquestes càmeres siguin completament modulables. A més, els sensors solen ser més grans que els Full Frame de les DSLR. Són, per tant, els sistemes que permeten obtenir imatges de mida més gran quant a nombre de píxels.



Figura 8. Càmera de banc amb suport digital adaptat.

- Càmeres de banc: es tracta de sistemes de càmera no rígida formats per dos muntants (muntant d'objectiu i muntant d'imatge) units per una manxa. Això permet controlar la distància d'imatge amb moltes més possibilitats respecte a les càmeres rígides i també realitzar moviments de descentrament i basculació per controlar les perspectives i el pla d'enfocament (figura 8). Es poden adaptar els objectius dissenyats específicament per a gran format i els mateixos suports digitals que s'usen per a les càmeres DSLR amb suport intercanviable. Hi ha càmeres de banc específiques per a reproducció, que permeten alguns moviments però asseguren el paral·lelisme entre l'objectiu i el sensor.

Pàgines web d'interès:

www.hasselblad.es
www.phaseone.com

www.dpreview.com
www.dxomark.com

IL·LUMINACIÓ PER A REPRODUCCIÓ

Equips d'il·luminació

Els instruments d'il·luminació per a reproducció d'originals es poden classificar des de dos punts de vista:

- Tipus d'il·luminador:
L'il·luminador fa referència a la tecnologia utilitzada per produir la llum.
 - Llums de tungstè (en desús per qüestions mediambientals)
 - Llums halògens
 - Llums HMI
 - Plafons LED
 - Flaix electrònic

Diferents tipus d'il·luminadors:



Focus LED.



Plafó LED.



HMI.



Flaix electrònic autònom.

Equips d'il·luminació

El tipus de lluminària es pot establir, per a determinades fonts de llum, afegint modificadors, normalment reflectors o difusors. Els reflectors permeten obtenir llum de tipus directe, més adequada per reproduir textures i volums, ja que produeix ombres més marcades i dona més contrast entre llums i ombres. D'altra banda, els difusors generen un tipus d'il·luminació menys contrastada, amb ombres menys marcades. La il·luminació difusa és molt convenient per il·luminar materials translúcids (per transmissió) i materials opacs en els quals no es vol reproduir la textura de la superfície.

- Tipus de lluminària:

El concepte de lluminària fa referència a la forma de la font de llum i als accessoris utilitzats per controlar la qualitat i la mida efectiva d'aquesta font de llum.

- Reflector estàndard per a il·luminació especular directa
- Difusors tèxtils per a llum difusa
- Caixes rígides per a il·luminació per transmissió

Diferents tipus de lluminàries:



Flaix electrònic amb reflector estàndard.



Flaix electrònic amb difusor tèxtil.



Caixa difusora per a il·luminació per transmissió.

La il·luminació i l'original

Des del punt de vista de l'original, l'il·luminador ha de complir algunes característiques:

- Espectre d'emissió constant a través del temps.
- Emissió de nivell d'energia constant al llarg del temps.
- Espectre d'emissió com més uniforme millor i intensitat similar per a totes les longituds d'ona del rang del visible.
- Màxima emissió energètica amb el mínim desenvolupament de calor.
- Nivell energètic suficient per utilitzar temps d'exposició curts.

Els llums de tungstè i halogen són propensos a desenvolupar calor (que pot ser nociu per a l'original) i el seu espectre d'emissió no és constant ni adequat per a una reproducció correcta del color. El seu nivell energètic és limitat i necessiten temps d'exposició relativament llargs. L'HMI, els focus i plafons LED i el flaix electrònic no emeten quantitats significatives de calor i donen una resposta espectral millor que els llums d'incandescència (tungstè).

A l'hora d'escollir un plafó LED és important consultar les especificacions quant a la capacitat de reproducció del color, ja que n'hi ha de diferents tipus en funció de l'espectre d'emissió. Els plafons LED d'última generació poden arribar a proporcionar condicions d'il·luminació òptimes quant a uniformitat, intensitat i característiques de color.

D'altra banda, respecte als sistemes HMI, solen ser molt potents quant a intensitat de llum, però força delicats pel que fa a l'ús i requereixen una atenció especial quan es manipulen.

La il·luminació i la imatge digital

Des del punt de vista de la imatge digital, l'il·luminador ha de complir algunes característiques:

- Corba de distribució espectral similar a l'il·luminador D65. L'índex CRI (Color Rendering Index) hauria de ser superior a 95 per a una reproducció del color òptima.
- Espectre d'emissió constant al llarg del temps.
- Emissió de nivell energètic constant al llarg del temps.
- Nivell energètic suficient per utilitzar temps d'exposició curts.

Actualment, les dues opcions més recomanables, quant a tipus de font de llum, són el flaix electrònic i els plafons LED.

Algunes característiques del flaix electrònic:

- Mínim desenvolupament de calor.
- Espectre d'emissió constant al llarg del temps.
- Emissió de nivell energètic constant al llarg del temps.
- Emissió de nivells d'energia alts en un breu període de temps.
- Índex CRI elevat.
- Ampli catàleg de lluminàries disponibles.

Algunes característiques del plafó LED:

- Òptima uniformitat d'intensitat en una àrea bastant àmplia de la superfície del plafó (en il·luminadors de gamma alta).
- Mínim desenvolupament de calor.
- Espectre d'emissió constant al llarg del temps.
- Emissió de nivell energètic constant al llarg del temps.
- Índex CRI elevat (en plafons de gamma alta).
- Emissió en un rang de l'espectre relativament estret. Els LED de llum blanca emeten llum visible però pràcticament no emeten radiacions ultraviolades ni infraroges, que poden ser nocives per al material digitalitzat.
- Un mateix plafó LED es pot utilitzar per a llum reflectida i llum transmesa.

Originals opacs. Il·luminació per reflexió

En primer lloc, cal tenir en compte si la superfície que s'ha de fotografiar és especular o no. L'especularitat genera la presència de brillants i reflexos ocasionats per la mateixa font de llum o per elements de l'entorn que són il·luminats per la font de llum i es reflecteixen en la superfície de l'original a reproduir.

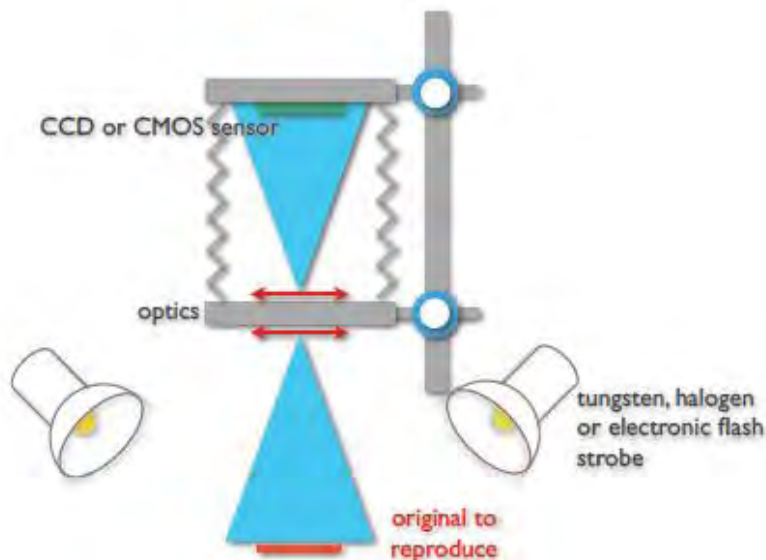


Figura 9. Esquema idealitzat d'un set de reproducció d'originals opacs no especulars mitjançant càmera.

Així, per a originals que tenen una superfície no especular, la il·luminació pot consistir en dos reflectors estàndard situats a banda i banda de l'original a 45° (figura 9). És important que tots dos reflectors emetin la mateixa intensitat de llum i estiguin col·locats a la mateixa distància respecte de l'original per garantir la uniformitat de la il·luminació. Amb originals de gran format, l'ús de quatre reflectors pot contribuir a una millor uniformitat de la il·luminació.

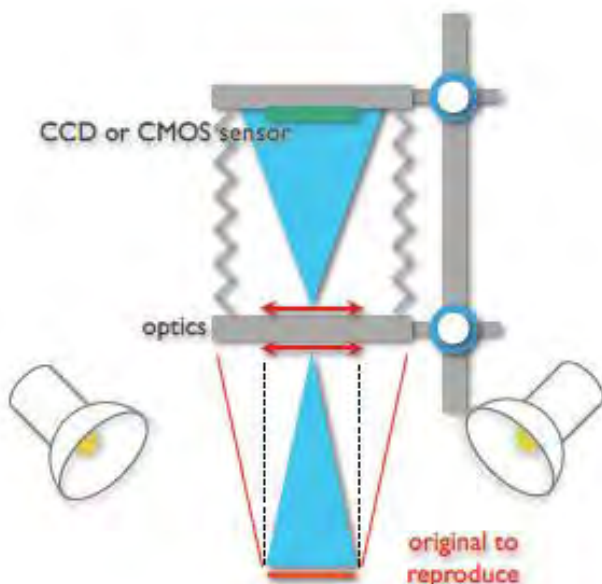


Figura 10. Posició de les lluminàries fora del grup d'angles de reflexió (indicat amb línies vermelles).

Amb originals especulars (per exemple, còpies brillants o materials amb suport de vidre), les lluminàries han de col·locar-se fora del grup d'angles de reflexió que determina la relació entre les dimensions de l'objecte i la posició relativa de l'objectiu de captació (figura 10).

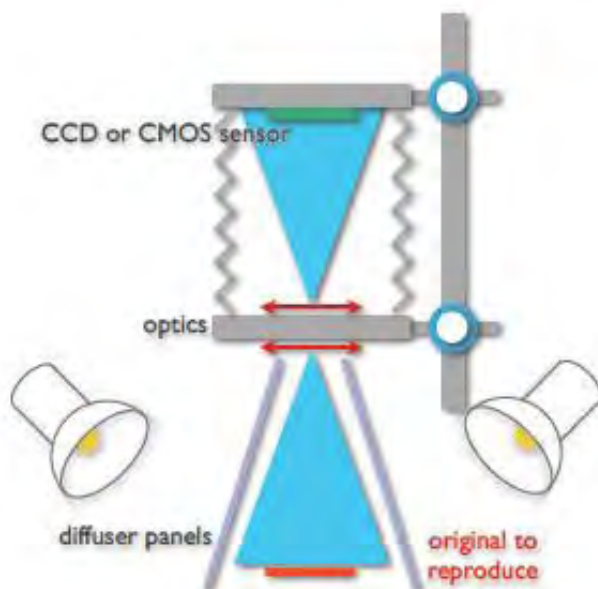


Figura 11. Posició de les lluminàries fora del grup d'angles de reflexió, considerant que ambdues són lluminàries difuses de gran format.

La reproducció d'originals especulars amb textura pot produir reflexos en moltes direccions diferents, en funció de l'orientació local de la superfície, provocats per la textura. En aquest cas, determinar el grup d'angles és pràcticament impossible i no és operatiu, ja que serà molt gran. Una primera aproximació per evitar reflexos localitzats consisteix a utilitzar difusors de gran format entre les lluminàries i l'original. Dos difusors tan propers a l'objecte com sigui possible constitueixen la font difusa més gran utilitzable. Aquesta és una bona solució per a originals amb poca textura (figura 11).

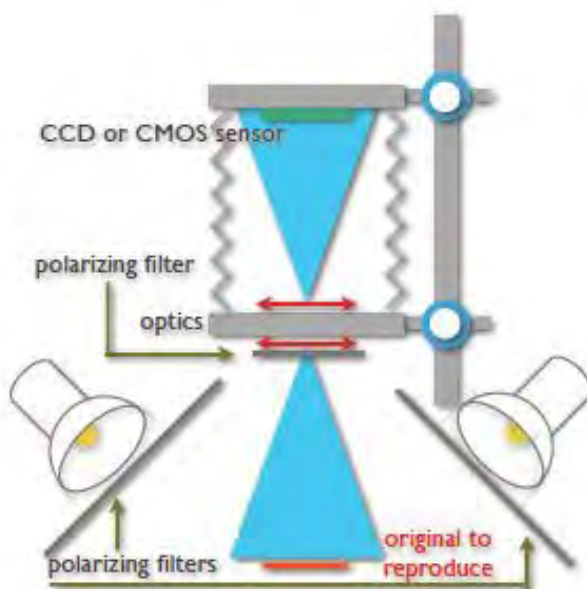


Figura 12. Il·luminació amb filtres polaritzadors per evitar reflexions especulars en la imatge.

Si la tècnica anterior no dona bons resultats, una segona aproximació consisteix en la utilització de filtres polaritzadors en les lluminàries i en l'objectiu de la càmera. Creuant de forma adequada els eixos de polarització, una bona part dels reflexos poden desaparèixer (figura 12).

Originals opacs texturitzats. Il·luminació amb llum reflectida direccional

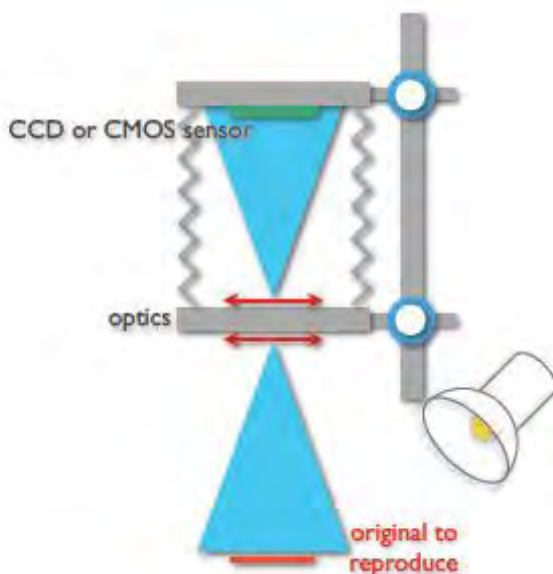


Figura 13. Il·luminació amb una sola llumina per ressaltar la textura d'un determinat tipus d'original.

Alguns originals texturitzats han de reproduir-se usant una sola llumina per preservar-ne la textura. La falta d'uniformitat en la il·luminació de la superfície original ha de corregir-se posteriorment mitjançant el processament digital de la imatge (figura 13).

Originals translúcids. Il·luminació per transmissió

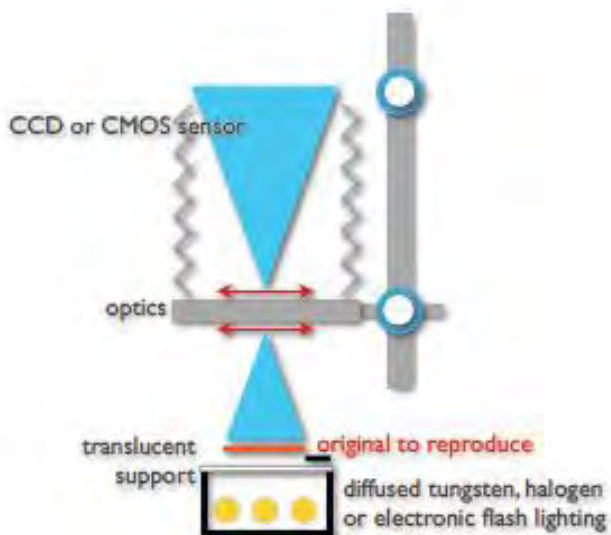
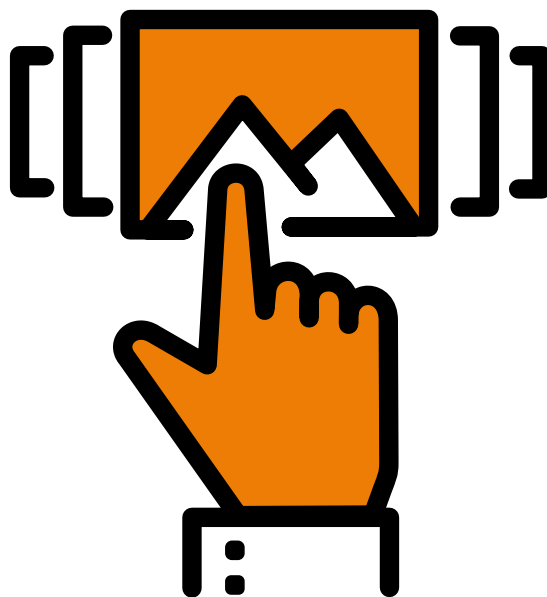


Figura 13. Il·luminació d'originals translúcids amb una caixa difusora rígida.

Les caixes difusores rígides donen una il·luminació uniforme de baix contrast adequada per reproduir negatius i transparències. La llum difusa no ressalta el gra i les imperfeccions de l'original. L'àrea de la caixa difusora al voltant de l'original ha de ser emmascarada amb material opac per evitar la llum paràsita en la superfície de l'objectiu.

Per evitar reflexos indesitjats, és important evitar la presència d'objectes metàl·lics i/o brillants a les zones properes a l'estació de digitalització. És convenient cobrir o pintar de negre les parts metàl·liques de l'estatut de reproducció i aquells elements reflectors que pugui haver-hi en el sostre i les parets adjacents.



INSPAI
Centre de la Imatge
Diputació de Girona



Plaça de l'Hospital, 6
17002 Girona
Tel. 972 185 000 - 972 185 058
info@inspai.cat
www.inspai.cat
www.facebook.com/inspai
www.instagram.com/inspai_ci