

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA  
ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA  
Máster en Postproducción Digital

---



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA POLITECNICA  
SUPERIOR DE GANDIA

**“EL FLUJO DE TRABAJO EN LA  
CORRECCIÓN DE COLOR DE  
PRODUCCIONES AUDIOVISUALES”**

***TRABAJO FINAL DE MÁSTER***

Autor/a:  
**Julián Affranchino**

Tutor/a:  
**José Luis Giménez López**  
**José Vicente Morro Ros**

***GANDIA, 2017***



**RESUMEN:**

En la investigación se define el flujo de trabajo en la corrección de color de vídeo digital. En él se profundiza en los diferentes procedimientos empleados para realizar la corrección de color de un producto audiovisual. Se presta una atención especial a cómo los diferentes algoritmos de compresión de la señal de vídeo digital influye a la hora de realizar las correcciones. También se analizan las principales herramientas de control de la señal de vídeo, así como las herramientas más extendidas en los *softwares* de corrección de color empleadas para corregir la imagen. Una vez examinados todos estos elementos se plantea un posible flujo de trabajo en la corrección de color de un producto audiovisual. En definitiva se trata de un trabajo enfocado a ayudar a quienes quieran iniciarse en el campo de la corrección de color en vídeo digital.

**PALABRAS CLAVE:** Corrección de color, gradación de color, etalonaje digital, postproducción, vídeo digital.

**ABSTRACT:**

In the research the workflow in the colour correction for digital video is defined. The different procedures used for the colour correction in audiovisual products are studied in depth in it. Particular attention is paid to the influence of the different compression algorithms of digital video signal when the corrections are carried out. It also analyses the main control tools of the signal video, as well as the most used tools in the correction colour software to edit the image. Once all these elements have been analysed, a possible workflow is considered in the colour correction in an audiovisual product. In short, it is a work focused on helping those who want to get started in the field of colour correction for digital video.

**KEYWORDS:** Colour correction, colour grading, digital grading, postproduction, digital video.



# Índice

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>8</b>
1.1	Objetivos	8
1.2	Precedentes del proyecto	8
1.3	Metodología	9
1.4	Estructura del proyecto	10
<b>2</b>	<b>Historia de la corrección de color</b>	<b>11</b>
2.1	Etalonaje/corrección de color	13
2.2	El colorista	14
<b>3</b>	<b>La señal de vídeo digital</b>	<b>14</b>
3.1	Compresión digital	15
3.2	Formatos y algoritmos de compresión	16
3.3	Espacio de color	17
3.3.1	ITU-R BT. 709	17
3.3.2	ITU-R BT. 2020	18
3.3.3	DCI-P3	18
3.3.4	ACES	18
3.4	Rango dinámico	19
3.4.1	Gamma lineal	19
3.4.2	Gamma logarítmica	19
3.4.3	Gamma corregida	20
3.5	Profundidad de color	20
3.6	Submuestreo de croma	21
3.7	Clasificación de algoritmos de compresión	22
3.7.1	Algoritmos de compresión nativos de cámara	22
3.7.1.1	RAW	23
3.7.2	Algoritmos de compresión de postproducción	25
3.7.2.1	Apple ProRes	25
3.7.2.2	Avid DNxHD y DNxHR	28
3.7.3	Algoritmos de compresión de masterización	31
3.7.4	Algoritmos de compresión de difusión	31
<b>4</b>	<b>Herramientas de medida (Scopes)</b>	<b>31</b>
4.1	Herederas del vídeo analógico	32
4.1.1	Vectorscopio	32
4.1.2	Monitor de forma de onda (osciloscopio)	33
4.1.2.1	Rango legal y rango extendido	34

4.1.3	RGB Parade .....	35
4.1.4	YCbCr Parade.....	36
4.2	Herramientas digitales.....	37
4.2.1	Histograma.....	37
4.2.1.1	Histograma YCbCr .....	37
4.2.1.2	Histograma RGB.....	39
5	Herramientas de corrección de color .....	40
5.1	Control de balance de color .....	40
5.2	Curvas de color.....	41
5.3	Camera RAW .....	42
5.4	RGB Mixer .....	42
5.5	Stills .....	43
5.6	Qualifier .....	43
5.7	Máscaras .....	44
5.8	Tracker .....	45
6	Software de corrección de color.....	45
6.1	Davinci resolve (Blackmagic design).....	46
6.2	Baselight (Filmlight) .....	47
6.3	Avid Symphony.....	48
6.4	Adobe SpeedGrade.....	48
7	Flujo de trabajo.....	49
7.1	Corrección de color .....	49
7.1.1	Corrección primaria.....	49
7.1.2	Corrección secundaria .....	51
7.2	Gradación de color .....	51
7.2.1	Look up Table (LUT).....	51
8	Conclusiones .....	52
9	Referencias bibliográficas .....	55

## Índice de Tablas

Tabla 1. Nivel de colores dependiendo del número de bits.....	20
Tabla 2. Algoritmos de compresión nativos de cámara de los principales fabricantes de cámaras profesionales.....	23
Tabla 3. Principales características de los algoritmos de compresión de Apple ProRes. ....	27
Tabla 4. Principales características de los algoritmos de compresión de Avid DNxHD.....	29
Tabla 5. Principales características de los algoritmos de compresión de Avid DNxHR.....	30
Tabla 6. Rango legal y rango extendido codificado a 8 y 10 bits. ....	34
Tabla 7. Requisitos del sistema DaVinci Resolve 14 (HD) .....	46
Tabla 8. Requisitos del sistema DaVinci Resolve 14 (UHD).....	46
Tabla 9. Requisitos del sistema Baselight.....	47
Tabla 10. Requerimientos sistema Avid Symphony (HD) .....	48
Tabla 11. Requerimientos del sistema Avid Symphony (UHD).....	48
Tabla 12. Requerimientos del sistema Adobe SpeedGrade.....	49

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Diagrama CIE 1931.....	18
Ilustración 2. Representación del color banding.....	21
Ilustración 3. Submuestreo de color 4:4:4/4:2:2/4:2:0.....	21
Ilustración 4. Flujo de trabajo de corrección de color con archivos Cinema DNG (RAW). ....	25
Ilustración 5. Flujo de trabajo de corrección de color con archivos Apple ProRes. ....	27
Ilustración 6. Flujo de trabajo de corrección de color archivos Avid DNxHD/DNxHR .....	31
Ilustración 7. Vectorscopio barras. ....	32
Ilustración 8. Patrón de imagen en el vectorscopio. ....	33
Ilustración 9. Monitor de forma de onda representando señal barras en escala de grises. ....	35
Ilustración 10. RGB Parade representando barras SMPTE.....	35
Ilustración 11. RGB Parade con dominante roja.....	36

<b>Ilustración 12. YCbCr Parade representando barras SMPTE en escala de grises.</b>	<b>36</b>
<b>Ilustración 13. YCbCr Parade representando barras SMPTE.</b>	<b>37</b>
<b>Ilustración 14. Histograma imagen subexpuesta.</b>	<b>38</b>
<b>Ilustración 15. Histograma imagen sobreexpuesta.</b>	<b>38</b>
<b>Ilustración 16. Histograma imagen con bajo contraste.</b>	<b>39</b>
<b>Ilustración 17. Histograma imagen con un elevado contraste.</b>	<b>39</b>
<b>Ilustración 18. Histograma RGB.</b>	<b>39</b>
<b>Ilustración 19. Control de balance de color de Davinci Resolve.</b>	<b>41</b>
<b>Ilustración 20. Curva de niveles de Avid Media Composer.</b>	<b>42</b>
<b>Ilustración 21. Panel de Camera RAW de Davinci Resolve.</b>	<b>42</b>
<b>Ilustración 22. RGB Mixer Davinci Resolve.</b>	<b>43</b>
<b>Ilustración 23. Stills Davinci Resolve.</b>	<b>43</b>
<b>Ilustración 24. Qualifier modo RGB de Davinci Resolve.</b>	<b>44</b>
<b>Ilustración 25. Herramienta máscara Davinci Resolve.</b>	<b>45</b>
<b>Ilustración 26. Puntos de seguimiento del Tracker.</b>	<b>45</b>



## **1 Introducción**

El presente trabajo tiene como objeto de estudio el flujo de trabajo en la corrección de color de imágenes digitales en productos audiovisuales profesionales. Se trata de profundizar en los diferentes procesos llevados a cabo durante la corrección de color, con el objetivo de establecer un prontuario sobre dicho proceso.

La motivación de realizar este proyecto nace de la falta de un estudio que agrupe toda la documentación acerca de la corrección de color. Dicha información se encuentra dispersa, principalmente por la red, ya que la tecnología avanza a tal velocidad en la era digital que no permite la creación de libros, manuales o guías consistentes al respecto.

### **1.1 Objetivos**

En esta investigación se explorará el campo de trabajo de la corrección de color de vídeo digital, con la finalidad de realizar un prontuario que agrupe toda la información al respecto de esta fase de la postproducción digital de vídeo. El principal objetivo de este estudio reside en lograr la descripción detallada y precisa de las principales pautas que se deben seguir a la hora de realizar una corrección de color profesional.

Está destinado a guiar a profesionales que busquen iniciarse en el campo de la corrección de color y que aspiren a dominar las técnicas empleadas para ello. Se pretende incorporar toda la información y técnicas necesarias para llevar a cabo una corrección de color a nivel profesional.

Se hará especial hincapié en lo que respecta a la señal de vídeo digital y cómo ésta influye a la hora de llevar a cabo una corrección de color. En particular se prestará especial atención a describir cómo los algoritmos de compresión de la señal de vídeo digital que emplea cada códec pueden influir a la hora de llevar a cabo la corrección de color.

### **1.2 Precedentes del proyecto**

Este trabajo se enmarca en el ámbito de la postproducción digital de vídeo, más concretamente en la corrección de color. Se trata de un campo poco explorado académicamente, la gran parte de las referencias están generadas desde la colaboración con profesionales del medio que llevan a cabo esta tarea.

Alexis Van Hurkman planteó en el año 2013 una guía enciclopédica actualizada sobre la corrección de color. Dicha guía incorpora la información y técnicas que el autor

ha encontrado útiles durante su carrera como colorista (Hurkman, 2013). Se basa en un compendio de información que cubre una gran variedad de técnicas utilizadas por los coloristas, independientemente del sistema que se utilice, ya sea en una aplicación de edición no lineal con una herramienta de corrección de color incorporada como Final Cut Pro de Apple (*Final Cut Pro X*, 2017) o Premiere Pro de Adobe (*Premiere Pro*, 2017); o de una aplicación dedicada exclusivamente a la corrección de color como Baselight de FilmLight (*Baselight*, 2017) o Davinci Resolve de Blackmagic Design (*DaVinci Resolve*, 2017).

En cuanto a manuales sobre corrección de color destaca lo escrito por Hullfish y Fowler (2008). Se trata de una guía sobre las técnicas de corrección de color basadas en el conocimiento de más de una docena de los mejores coloristas del mundo. El libro está dirigido a una audiencia que aspire a comprender cómo llevar a cabo una corrección de color correcta (Hullfish & Fowler, 2008). El texto ofrece una comprensión de lo que los coloristas profesionales buscan en la imagen y cómo llevarlo a cabo a través de distintos *softwares* de corrección de color.

Jonh Watkinson presentó en el 2008 la cuarta edición de una de las guías de referencia para todos aquellos que trabajan en vídeo digital. En ella se incluyen las principales actualizaciones tecnológicas sobre un tema en constante evolución, como es el vídeo digital. El vídeo digital se trata de un tema que abarca un gran número de tecnologías. En el libro se divide este proceso en pequeños pasos que hacen más sencilla su comprensión (Watkinson, 2008).

En lo que respecta a la postproducción de vídeo digital en ultra alta definición, Luis Ocho y Francisco Utray Delgado trazaron en 2016 un manual actualizado sobre la tecnología UHD. “Con este libro electrónico nos hemos propuesto trazar un panorama actualizado de la tecnología de producción en ultra alta definición (Ultra HD o UHD) y las bases en las que se sustenta.” (Ochoa y Utray, 2016, p. 4). De esta publicación se extrae una valiosa información acerca de cómo los algoritmos de compresión afectan al color de la imagen digital.

### **1.3 Metodología**

La finalidad del presente trabajo es la realización de una revisión bibliográfica sobre el estudio del estado del arte. Con ésta se persigue proporcionar al lector una revisión sobre los conceptos útiles de un área en constante evolución, como es la corrección de color. El principal propósito de la investigación reside en detallar

minuciosamente el flujo de trabajo en la corrección de color. A través de la observación y la posterior descripción, se pretende plasmar las principales características que acontecen al campo de la corrección de color en la actualidad.

#### 1.4 Estructura del proyecto

Como ya se ha mencionado el trabajo persigue la creación de un prontuario acerca de la labor que desempeña un etalonador<sup>1</sup> profesional. Para ello se analizarán los principales aspectos de esta fase de la postproducción.

Comenzaremos con un análisis diacrónico de la evolución de la tarea de corrección de color en las producciones audiovisuales. Para ello se llevará a cabo un recorrido desde los inicios del etalonaje tradicional como proceso fotoquímico que se desarrollaba en laboratorios fotográficos, hasta la llegada del cine digital que introdujo el proceso de postproducción llamado corrección de color tal y como hoy en día lo entendemos. En este apartado se definirán los conceptos de etalonaje o *color grading*, corrección de color y colorista.

Posteriormente se hará especial hincapié en todo lo que concierne a la señal de vídeo digital, a cómo los algoritmos de compresión de los distintos códecs afectan a la imagen, y a la influencia que éstos tienen a la hora de llevar a cabo la corrección de color. Se tratarán aspectos de la compresión de vídeo digital que afectan al color como son el espacio de color, el rango dinámico, la profundidad de color y el submuestreo de croma.

Continuando con lo que respecta a la señal de vídeo, se atenderá a las diferentes herramientas que se emplean para monitorizar la señal de vídeo digital, tanto las herederas del vídeo analógico (vectorscopio o monitor de forma de onda), como las propias de la señal digital (histogramas).

Una vez analizados los principales aspectos que conciernen la señal de vídeo se pasará a analizar las distintas herramientas con la que cuentan los *softwares* para llevar a cabo la corrección de color; herramientas como el control de balance de color, curvas de nivel o máscaras y trackeados de movimiento. Se describirán tanto las principales competencias de dichas herramientas como su funcionamiento.

---

<sup>1</sup>Etalonador: se trata del técnico que lleva a cabo el etalonaje de un producto audiovisual. El trabajo del etalonador consiste fundamentalmente en igualar las diferencias entre distintos planos y llevar a cabo el embellecimiento estético de la imagen a través del color.

Tras examinar las distintas herramientas que contienen los *softwares* de corrección de color se analizarán las características de los *softwares* más extendidos en el mundo profesional empleados tanto para cine como televisión. Los *softwares* que se describirán son Davinci Resolve de Blackmagic Design (*DaVinci Resolve*, 2017) y Baselight de filmLight (*Baselight*, 2015) para cine y Symphony de Avid (*Symphony*, 2016) y Speedgrade de Adobe (*Speedgrade*, 2017) para televisión.

Llegados a este punto estaremos en disposición de analizar el flujo de trabajo de una corrección de color profesional, proceso que se divide en dos fases: una primera más técnica que llamaremos corrección de color, en la que se corrigen los posibles errores de filmación que tenga el material; y una segunda fase más creativa, *color grading*, en la que se lleva a cabo un embellecimiento estético de la imagen.

## 2 Historia de la corrección de color

Entre finales del siglo XIX y principios del XX, donde se enmarcan los orígenes del cine, periodo al que Burch (1991) bautizó como modo de representación primitivo (MRP), tienen lugar los primeros experimentos con el color en el cine. “La coloración a mano de cada uno de los fotogramas de las películas sería la primera experiencia en la aplicación del color en el medio cinematográfico” (Molina-Siles, 2013). Alice Guy fue pionera en añadir colores a sus *films* a través de tintas; empleó esta técnica en la película *Le départ d'Arlequin et de Pierrette* (*Le départ d'Arlequin et de Pierrette*, 1900). Dicha técnica también fue empleada posteriormente por directores como el turolense Segundo de Chomón en películas como *El hada primavera* (*La fée printemps*, 1902) o *Los huevos de pascua* (*Les oeufs de Pâques*, 1907); o por George Méliès en la emblemática *Viaje a la Luna* (*Le Voyage dans la lune*, 1902).

La técnica mencionada anteriormente se trataba según Molina-Siles (2013) de un sistema muy elemental que va en consonancia con esta primera etapa de la historia del cine. Ésta consistía en colorear a mano fotograma a fotograma de la película cinematográfica, lo cual ya se hacía con las láminas de linterna mágica, uno de los aparatos precursores del cinematógrafo. A medida que el metraje de las películas aumentaba, este procedimiento fue quedando obsoleto debido en gran medida a la ingente cantidad de trabajo que suponía. Pero ello no fue en vano ya que estas técnicas derivaron en el coloreado de los fotogramas de forma uniforme para crear ambientes. Éstos fueron los precedentes de lo que hoy en día conocemos como *looks* cinematográficos.

Tras estos primeros experimentos con el color, el director británico George Albert Smith junto con Charles Urban desarrollaron el Kinemacolor (Kindem, 1981). Éste fue el primer dispositivo capaz de capturar imágenes en movimiento a color. En 1908, según Kindem (1981), el propio Smith produjo la primera película a color rodada con Kinemacolor, obra titulada *A visit to the Seaside* (*A visit to the Seaside*, 1908). La primera proyección con Kinemacolor tuvo lugar el 26 de febrero de 1909 en el Palace Theatre de Londres. El 11 de diciembre del mismo año se proyectó por primera vez en Estados Unidos en una exposición organizada por el propio Smith en el Madison Square Garden de Nueva York.

A pesar del gran avance que el Kinemacolor supuso al cine, éste nunca tuvo una gran implantación. Esto se debió en gran medida a que era un sistema bastante deficitario, ya que no conseguía reproducir todo el espectro visible. Fue la compañía americana Technicolor Motion Picture Corporation, fundada en Boston en 1914, la que desarrolló un sistema más fidedigno con los colores, llamado Technicolor. Tras varios experimentos previos consiguieron desarrollar en la década de los veinte un proceso de cine a color más fiel con los colores; se trataba de un proceso que exponía simultáneamente tres fotogramas monocromáticos utilizando un filtro de color para cada uno de ellos (Misek, 2010). Technicolor fue muy extendido en Hollywood desde los años veinte hasta principio de los cincuenta. Las películas filmadas con Technicolor eran reconocidas por sus altos niveles de saturación de los colores. Con este proceso fueron rodadas películas como *Lo que el viento se llevó* (*Gone With the Wind*, 1939) o *Cantando bajo la lluvia* (*Singin' in the Rain*, 1952)

A partir de la década de los cincuenta, Kodak, tras años de investigación en el desarrollo de películas a color introdujo un sistema de mayor sencillez, el Eastmancolor. Éste sólo necesitaba un rollo de película, lo que le permitía ser empleado por cualquier cámara analógica (Slide, 2000). Añadido a una mejora en la calidad de la impresión, esto le otorgó a Kodak el control del mercado de las películas cinematográficas hasta su declive con la aparición del cine digital.

Durante este periodo de cine analógico, la corrección de color, conocida como etalonaje, se realizaba en laboratorios cinematográficos. El etalonador equilibraba los colores directamente en el negativo (Jones, 2004). Se trataba de un proceso químico que permitía equilibrar los colores con el fin de asegurar una armonía de color entre los diferentes planos y obtener el *look* deseado por el director de fotografía.

Con la aparición del telecine, según Jones (2004) se amplió las posibilidades para los etalonadores. Este nuevo invento permitía transferir material cinematográfico a imagen electrónica. Una de las grandes ventajas que supuso el telecine fue la posibilidad de realizar correcciones de color primarias y secundarias.

Fue a partir de los años noventa cuando comenzó en el cine el proceso de transición del 35 mm al cine digital. A pesar de que ya en los años ochenta se hicieron películas analógicas con efectos especiales digitales, no fue hasta finales de la década de los noventa cuando la tecnología digital se asentó en la industria cinematográfica. La llegada de la tecnología digital ha supuesto un gran avance en lo que respecta al tratamiento del color de la imagen que se pretende desgranar en el presente estudio.

## 2.1 Etalonaje/corrección de color

En todo proyecto audiovisual, el etalonaje o corrección de color corresponde a la última fase de la postproducción antes de realizar el *mastering*. Por ello es preciso que la edición del proyecto haya quedado concluida antes de comenzar con la corrección de color. La corrección de color es esencial a la hora de asegurar la continuidad y crear ambientes que impulsen el desarrollo de la narración.

Existe cierta controversia sobre los términos etalonaje y corrección de color, ya que para algunos autores ambos términos definen el mismo proceso en diferentes soportes, el etalonaje en cine analógico y la corrección de color en vídeo digital, sin que exista característica que los diferencie.

El proceso de corrección de color puede definirse como el método de selección del adecuado equilibrio de color y de densidad de imagen, cuya finalidad es obtener la apropiada interpretación del color o simplemente una apariencia específica. En el mundo del vídeo, la persona que lleva a cabo este proceso es conocido como colorista, y en el mundo del cine es el etalonador. (Jones, 2004, p. 1).

Por otra parte, otros autores advierten de la existencia de ciertas diferencias entre uno y otro término. Según Hurkman (2013) la corrección de color es un proceso técnico que sirve para corregir problemas cualitativos en una imagen, mientras que el etalonaje o gradación de color es un proceso que busca desarrollar un estilo global adecuado para la imagen en relación con las necesidades narrativas y artísticas.

Según estos autores, la corrección de color se basa en el proceso en el que cada toma es trabajada de forma individualizada con la finalidad de darle coherencia a la sucesión de planos. “Se trata de un proceso de equilibrado de luces y colores cuya meta es mantener el *racord* entre planos”. (Tejero Rodríguez, 2015, p. 6). Sin embargo, consideran el etalonaje o la gradación de color (*Color grading*) como un paso posterior a la corrección de color, que consiste en alterar la imagen con un fin puramente estético, es decir, enfatizar la narrativa del producto audiovisual a través de la manipulación de los colores. “El etalonaje se usa para enfatizar situaciones y emociones, para dotar de un *look* y estilo personal a cada film”. (Tejero Rodríguez, 2015, p. 6). Serán estas las definiciones que se emplearán en el desarrollo del presente trabajo.

## 2.2 El colorista

La función colorista tiene su origen en el cine y está dividida en dos fases. En la primera fase, el trabajo radica en una tarea puramente técnica. Ésta consiste principalmente en corregir diferencias de continuidad y solucionar posibles problemas de iluminación con el objetivo de que no sean perceptibles para el espectador y así no desvíen su atención de la narración. Una vez subsanado todos los errores de la grabación, la función del colorista da paso a una segunda fase en la que se adopta un papel más artístico. Dicha fase consiste en realizar cambios de *look*, introducir mejoras estéticas de color y de luz, contribuyendo a obtener los resultados deseados por el director de fotografía para la película.

## 3 La señal de vídeo digital

En cuanto a la señal de vídeo debemos distinguir entre vídeo analógico y vídeo digital. La cámara de vídeo convierte la luz que entra por el objetivo de la cámara en una señal eléctrica, dicha señal es “la representación de la información a través de variaciones continuas de voltaje.” (Jones, 2004, p. 16). Estas variaciones representan la luminancia (Y), la crominancia (C) y los sincronismos, que indican las características del barrido efectuado en la captación de la imagen. Todos ellos forman conjuntamente un patrón de luz que da como resultado el vídeo digital.

La conversión de la energía luminosa en eléctrica se realiza únicamente sobre la información de brillo, es decir, el elemento transductor optoelectrónico no identifica la información de color. Para registrar la información de color, es necesario descomponer la luz emitida o reflejada por la escena televisada mediante filtros ópticos consistentes en prismas o

espejos dicróicos, en tres colores primarios: rojo, verde y azul. La energía luminosa (brillo) de cada color por separado se convierte luego en otras tantas señales eléctricas. (Vega y Maza, 2003, p. 147).

Por su parte, la señal de vídeo digital codifica la información de luminancia, crominancia y sincronismos del vídeo analógico mediante un código binario. El principal objetivo de los números binarios para el uso del vídeo digital es expresar los valores de las muestras que representan la señal de vídeo analógica original (Watkinson, 2008).

En el dominio digital, la información de vídeo no está representada por la amplitud de las variables físicas, en este caso los voltajes de luminancia y crominancia, sino mediante dígitos que son el resultado de un proceso de muestreo y codificación. Este conjunto de dígitos que representan la información recibe el nombre de señal digital. (Vega y Maza, 2003, p. 199)

La señal de vídeo digital puede ser compuesta o por componentes. “El sistema de vídeo por componentes está constituido por tres señales separadas de rojo, verde y azul.” (Jones, 2004, p. 14), a diferencia del vídeo compuesto en el que “las señales de rojo, verde y azul, junto con la información de luminancia y de sincronización, se combinan mediante un codificador de vídeo compuesto que genera una señal.” (Jones, 2004, p. 15). A la hora de realizar una corrección de color es conveniente la utilización de vídeo por componentes, ya que las imágenes resultantes ofrecen una señal de color más pura.

### 3.1 Compresión digital

Debido a la naturaleza del vídeo, que genera una gran cantidad de datos, es fundamental controlar la cantidad de información que se necesita para obtener una determinada calidad de imagen, ya que de no ser así la cantidad de datos se puede incrementar considerablemente haciendo muy costoso trabajar con dicho material. “La compresión es un proceso que intenta alcanzar una representación más compacta de la señal digital, mediante la eliminación de la redundancia existente en dicha señal.” (Castillo, 1999, p 63). Por tanto, la compresión de vídeo se encarga de la reducción de datos redundantes; para ello emplea una combinación de compresión espacial y compresión temporal.

La compresión espacial o *intraframe* trabaja individualmente con cada *frame*, basándose en la redundancia de píxeles vecinos llamados bloques. “Se reduce la correlación existente entre las muestras de una misma imagen.” (Crémy, 1996, p. 7).



Esto se fundamenta en el hecho de que en la naturaleza existen objetos con superficies y texturas uniformes, lo que genera amplias zonas con píxeles similares. Ello permite almacenar únicamente una representación de todo el bloque de píxeles.

La compresión temporal o *interframe* viene dada por la relación de los píxeles homólogos de *frames* sucesivos. “Corresponde a una reducción de la correlación que existe entre las tramas sucesivas de una secuencia de imágenes.” (Crémy, 1996, p. 7). Esto se basa en la existencia de una redundancia entre los cuadros sucesivos, ya que las imágenes no cambian significativamente de un *frame* a otro. A la hora de realizar este tipo de compresión se busca estas coincidencias entre cuadros para expresarlo de forma más eficiente con el objetivo de eliminar información redundante.

### 3.2 Formatos y algoritmos de compresión

“Un archivo audiovisual puede tener varios audios, varios vídeos y una cantidad variable de metadatos. Todo este conjunto de componentes se compila en formatos contenedores.” (Ochoa y Utray, 2016, p. 37). Estos componentes se encuentran codificados mediante un algoritmo de compresión, algoritmos que son codificados y descodificados por los códecs.

El códec se ocupa de la conversión de la señal de vídeo analógica en digital. “El termino códec, abreviatura de codificador y descodificador, es una especificación que se ocupa de la conversión de una señal de vídeo o audio en datos digitales.” (Ochoa y Utra, 2016 p. 30). Los datos numéricos que se extraen de esta conversión se almacenan en un formato. Para la correcta visualización de los archivos es preciso que los programas de ordenador empleados para la corrección de color conozcan el algoritmo de compresión para así poder descodificarlo.

En este apartado se atenderán cuestiones de la codificación de la señal de vídeo digital que afectan a la hora de realizar una corrección de color como son el espacio de color, la profundidad de color, el submuestreo de croma o el rango dinámico. A la hora de realizar una corrección de color es primordial ostentar un amplio conocimiento de los algoritmos de compresión. Conocer sus limitaciones permite al colorista advertir hasta dónde se puede llegar con una corrección de color determinada sin dañar la señal de vídeo.

### 3.3 Espacio de color

Un *gamut*<sup>2</sup> de un espacio de color nos indica el espectro de color que reproduce un algoritmo de compresión, es decir, “el conjunto de colores que se pueden utilizar en una determinada norma.” (Ochoa y Utray, 2016, p. 18). Se trata de una representación matemática de una gama de colores, lo que permite asignar a cada nivel de color un código, un valor único que lo identifique. El *gamut* de un espacio de color se dibuja dentro de un diagrama CIE 1931<sup>3</sup>, en el que se representa todo el espectro de color capaz de ser percibido por el ojo humano. Dentro de este diagrama el *gamut* queda delimitado por un triángulo, donde en sus vértices se encuentran los tres colores primarios (rojo, verde y azul) y en el centro se encuentra el blanco. En los puntos más cercanos al centro se encuentran los colores menos saturados, y a medida que nos alejamos del centro los colores se van saturando.

En vídeo existen dos grandes familias de espacios de color, los YCbCr, los más utilizados, y los RGB, menos usuales ya que están enfocados a la fotografía. En el modelo RGB, los colores son representados a través de sus componentes espectrales primarios (rojo, verde y azul). Por su parte, los espacios de color YCbCr consisten en una codificación no lineal del espacio RGB. El parámetro Y indica la luminancia, mientras que los parámetros Cb y Cr indican la crominancia a través de la diferencia de color, en el que Cb es azul menos luminancia y Cr es rojo menos luminancia. Las aplicaciones de corrección de color funcionan con los modelos de color RGB y Y'CBCR. Los componentes de cada uno de ellos pueden convertirse matemáticamente en los correspondientes al otro (Hurkman, 2013).

#### 3.3.1 ITU-R BT. 709

La recomendación ITU-R BT.709, más conocido por su abreviatura Rec. 709 se trata del espacio de color estándar para alta definición. La recomendación Rec. 709 define los coeficientes de codificación del color, permitiendo formatos pertenecientes a la familia de espacio de color YCbCr y a la RGB. En la cobertura del espacio de color CIE 1931 el Rec. 709 cubre el 35,9%.

---

<sup>2</sup>Gamut: gama de colores que componen un espacio de color.

<sup>3</sup>Diagrama CIE 1931: es el nombre de uno de los primeros espacios de color definidos matemáticamente. Fue establecido en 1931 por la Comisión Internationale de l'Éclairage (CIE).

### 3.3.2 ITU-R BT. 2020

La recomendación ITU-R BT.2020, más conocida como Rec. 2020 se encuentra actualmente en una fase experimental. Se trata de un espacio de color estándar diseñado para la ultra alta definición. Al igual que el Rec. 709 este espacio de color permite formatos pertenecientes tanto a la familia de espacio de color RGB como YCbCr. En la cobertura del espacio de color CIE 1931 el Rec. 2020 cubre el 75,8%.

### 3.3.3 DCI-P3

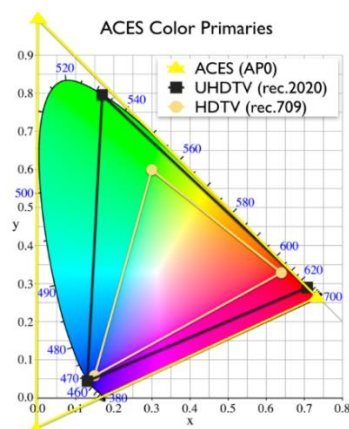
El DCI-P3 es el *gamut* definido para las proyecciones de cine digital. Es un intermedio entre el Rec. 709 y el Rec. 2020. Pertenecce a la familia de espacio de color RGB. Todos los proyectores con los que están equipadas las salas de exhibición en la actualidad emplean este espacio de color. El DCI-P3 cubre el 53,6% del espacio de color CIE 1931.

### 3.3.4 ACES

Con el fin de asegurar la compatibilidad de color en el futuro, se ha diseñado un nuevo espacio de color más amplio y que ofrece una mayor flexibilidad a la hora de codificar el color. Se trata del Academy Color Encoding System (ACES). Éste tiene unas coordenadas más amplias que los sistemas previos y se presenta como el sistema de color que podrá perdurar una mayor cantidad de tiempo. El espacio de color ACES supera el 100% del espacio de color CIE 1931.

En la Ilustración 1 se puede observar el diagrama CIE 1931 y en su interior los triángulos que forman el *gamut* Rec. 709, el Rec. 2020 y el ACES.

Ilustración 1. Diagrama CIE 1931.



Fuente: [www.nanosysinc.com](http://www.nanosysinc.com)

### 3.4 Rango dinámico

“El rango dinámico de una imagen digital es la capacidad que tiene dicha imagen de representar correctamente el contraste, las altas luces y las sombras profundas”. (Ochoa y Utray, 2016, p. 20). El rango dinámico se mide en *f-stops* o pasos, los cuales coinciden con un diafragma. Cada paso tiene la mitad de iluminación que el anterior y el doble de iluminación que el siguiente.

En la actualidad han irrumpido las imágenes con alto rango dinámico (*High Dynamic Ranger*, HDR). Éstas registran entre 14 y 15 *f-stops* de rango dinámico, lo que las hace contener más detalle tanto en las altas luces como en las sombras. Con la implantación de esta tecnología se pretende una representación más cercana a la visión humana. Esta tecnología se encuentra aún en fase de desarrollo, ya que su implantación en el mercado implica un proceso de estandarización tecnológico.

El rango dinámico de la imagen viene marcado por la curva de gamma que emplea la cámara al captar la imagen. Las cámaras profesionales pueden captar tres tipos de curva de gamma distintas: gama lineal, gama logarítmica y gama corregida.

#### 3.4.1 Gamma lineal

Esta es la gamma que nos ofrece directamente el sensor de la cámara antes de que se realice cualquier codificación de la señal; es por tanto la gamma nativa de los archivos RAW. Este tipo de archivos nos ofrecen una gran calidad de imagen, pero en contraprestación generan archivos de gran tamaño, lo que dificulta trabajar con ellos tanto en coste como en tiempo.

#### 3.4.2 Gamma logarítmica

Los espacios de color de gamma logarítmica (Log) nacen con el objetivo de generar archivos con un mayor rango dinámico, capacidad de captar la diferencia entre los valores de luminancia máximos y mínimos con archivos de menor peso. Esto se fundamenta en el hecho de que a medida que la luminosidad aumenta, el ojo humano no percibe esta luminosidad de manera proporcional. Si duplicamos una determinada luminosidad a la que está expuesta el ojo humano, éste percibirá un aumento de luminosidad pero no lo percibirá como el doble de luminosidad. La forma matemática de expresar esto es una función logarítmica.

La gamma logarítmica da como resultado una imagen desaturada y poco contrastada pero que preserva una gran cantidad de información. Esto las hace ideales

para la corrección de color. Empresas como Arri, Sony o Blackmagic entre otras tienen su propio espacio de color Log. Esta gamma se emplea en filmaciones de imágenes de alta calidad.

### 3.4.3 Gamma corregida

Estas curvas de gamma generan un contraste correcto para la visualización final. Estas imágenes salen de la cámara con un menor rango dinámico pero con un aspecto más definitivo, no siendo preciso aplicar una corrección de color. Esta gamma es empleada en producciones en las que no está previsto realizar una corrección de color a la imagen.

## 3.5 Profundidad de color

La profundidad de color o profundidad de bits por píxel es otro indicador de la calidad de la imagen digital. “Indica la cuantificación de la señal, es decir, cuantos bits se utilizan para describir cada píxel.” (Ochoa y Utray, 2016, p. 17). Dependiendo del número de bits se pueden expresar la cantidad de colores disponibles a la hora de codificar la imagen.

Los algoritmos de compresión profesionales de vídeo digital utilizan una profundidad de color mínima de 8 bits por cada componente de RGB que da como resultado 256 niveles de color y un máximo de 16 bits de profundidad de color. En la Tabla 1 se puede observar el número de bits más extendidos en los algoritmos profesionales y la cantidad de niveles de color que ofrece cada uno de estos.

Tabla 1. Nivel de colores dependiendo del número de bits.

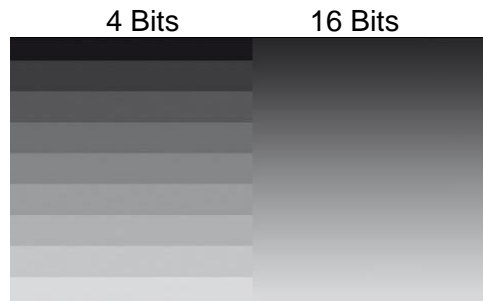
Nº BITS	NIVELES DE COLOR
8	256
10	1.024
12	4.096
16	65.536

Fuente: elaboración propia.

El incremento de la capacidad de codificación de los matices de color se puede apreciar en la representación de degradados, evitando el *color banding*. En la Ilustración 2, se observa una imagen a 4 Bits en la que se aprecia de forma exagerada el *color*

*banding* y una imagen a 16 Bits en la que el degradado está perfectamente representado.

Ilustración 2. Representación del color *banding*.



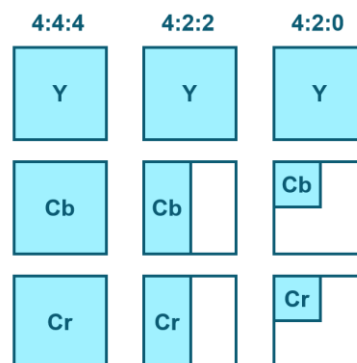
Fuente: elaboración propia.

### 3.6 Submuestreo de croma

El submuestreo de croma se trata de un proceso que consiste en la codificación del componente de croma de la señal de vídeo. “Es un tratamiento que consiste en reducir el número de píxeles que se codifican en las componentes de color reduciendo la información del mismo. Esta estrategia aprovecha que la visión humana es más sensible al brillo que al color.” (Ochoa y Utray, 2016, p. 31).

En una señal 4:4:4 (Y, Cb,Cr), en la que Y representa la señal de luminancia y Cb y Cr los componentes de croma, no existe submuestreo de color. El submuestreo 4:2:2 disminuye la resolución espacial de los componentes de color (Cb y Cr) un 50% manteniendo la señal de luminancia. El 4:2:0 reduce la resolución de color un 25%. En la Ilustración 3 se puede ver la representación de los píxeles de un submuestreo de croma 4:4:4, 4:2:2 y 4:2:0.

Ilustración 3. Submuestreo de color 4:4:4/4:2:2/4:2:0.



Fuente: [www.709mediaroom.com](http://www.709mediaroom.com)

En flujos de trabajo de cine digital es conveniente trabajar con señales 4:4:4, sin submuestreo de color. El submuestreo 4:2:2 es conocido como submuestreo de calidad *broadcast* por ser utilizado en producciones televisivas. Por su parte, el submuestreo 4:2:0 no tiene cabida en un entorno profesional, pero sí se encuentra ampliamente extendido en los formatos de distribución.

### 3.7 Clasificación de algoritmos de compresión

Existen infinidad de algoritmos de compresión con diversos niveles de calidad tanto para la producción como para la difusión de televisión y cine digital. Estos se podrían clasificar según Ochoa y Utray (2016) en cuatro grupos:

- Algoritmos de compresión nativos de cámara
- Algoritmos de compresión de postproducción
- Algoritmos de compresión de masterización
- Algoritmos de compresión de difusión

Cabe señalar que estos cuatro grupos no son inamovibles, ejemplo de ello es la existencia de cámaras que permiten codificar la señal con algoritmos de compresión pertenecientes al ámbito de la postproducción, como el Apple ProRes o Avid DNxHR.

#### 3.7.1 Algoritmos de compresión nativos de cámara

Estos algoritmos son los generados por las cámaras de vídeo. Es frecuente que las cámaras permitan grabar con distintos algoritmos. Asimismo, cada fabricante de cámara ofrece su propia gama de algoritmos.

En la Tabla 2 se plasman los algoritmos utilizados por los principales fabricantes de cámaras profesionales así como se describen algunas de las características más relevantes. Esta información ha sido extraída de las páginas web de Arri (ARRI AG, s. f.-a), (ARRI AG, s. f.-b); Red (RED, s. f.-a), (RED, s. f.-b), (RED, s. f.-c); Blackmagic (Blackmagic Design, s. f.-a), (Blackmagic Design, s. f.-b) y Sony (Sony Corporation, s. f.-a), (Sony Corporation, s. f.-b), (Sony Corporation, s. f.-c).

Tabla 2. Algoritmos de compresión nativos de cámara de los principales fabricantes de cámaras profesionales.

MODELO	FORMATO	RAW	CON COMPRESIÓN	PROFUNDIDAD DE COLOR	ESPACIO DE COLOR	SUBMUESTREO DE CROMA (max.)	RANGO DINÁMICO
Arri Alexa Clasic	Arriraw	SI	ProRes/DNxHD	12 bits	Rec 709/Log C (YCbCr)	4:4:4	14 F-STOP
Arri Alexa XT	Arriraw	SI	ProRes/DNxHD	16 bits	Rec 709/Log C (YCbCr)	4:4:4	14 F-STOP
Blackmagic ursa	Cinema DNG	SI	ProRes/DNxHD	12 bits	Rec 709/Log C (YCbCr)	4:4:4	15 F-STOP
Blackmagic Pocket Cinema Camera	Cinema DNG	SI	ProRes	12 bits	Rec 709/Log C (YCbCr)	4:4:4	13 F-STOP
Red One	R3D	SI	ProRes/DNxHD	12 bits	Rec 709/Log C (YCbCr)	4:4:4	13 F-STOP
Red Epic	R3D	SI	ProRes/DNxHD	16 bits	Rec 709/Log C (YCbCr)	4:4:4	13,5 F-STOP
Red Dragon	R3D	SI	ProRes/DNxHD	16 bits	Rec 709/Log C (YCbCr)	4:4:4	16,5 F-STOP
Sony F5	Sony RAW	SI	XAVC/ProRes/DNxHD	16 bits	Rec 709/ S-Log 2 (YCbCr)	4:4:4	14 F-STOP
Sony F55	Sony RAW	SI	XAVC/ProRes/DNxHD	16 bits	Rec 709/ S-Log 2 (YCbCr)	4:4:4	14 F-STOP
Sony F65	Sony RAW	SI	XAVC/ProRes/DNxHD	16 bits	Rec 709/ S-Log 2 (YCbCr)	4:4:4	14 F-STOP

Fuente: elaboración propia.

- Arri: Tienen su propio formato RAW (ArriRaw). También permiten grabar vídeo comprimido empleando los algoritmos de compresión Apple ProRes y Avid DNxHD.
- Blackmagic: Emplean el formato RAW (Cinema DNG). También permiten grabar vídeo comprimido con los algoritmos Apple ProRes y Avid DNxHD.
- Red: Emplean su propio formato RAW (Redcode Raw). Recientemente han introducido a sus cámaras la posibilidad de grabar vídeo comprimido en Apple ProRes y Avid DNxHD.
- Sony: Tienen su propio formato RAW (SonyRaw). También permiten grabar vídeo con compresión mediante su propio algoritmo de compresión (XAVC) y con los algoritmos Apple ProRes y Avid DNxHD.

### 3.7.1.1 RAW

Como se observa en la Tabla 2, el formato RAW es el más extendido en las cámaras de vídeo profesionales, ya que la gran mayoría de éstas permiten almacenar la imagen en este formato. “Son los datos obtenidos directamente del sensor antes de



realizar cualquier proceso en la imagen.” (Shipsides, 2012), es decir, se trata de un formato “en crudo”, sin compresión. Los datos obtenidos del sensor de la cámara generan una corriente eléctrica, ésta se convierte directamente en datos binarios sin la aplicación de ningún tipo de compresión. Al tratarse de un archivo sin compresión lo convierte en altamente manipulable, permitiendo obtener resultados muy distintos dependiendo de la corrección de color empleada.

En líneas generales, grabar en RAW nos ofrece mayores posibilidades creativas y una mayor calidad de imagen. Por su parte, el tamaño de los archivos es el principal inconveniente que presenta a la hora de trabajar con él en una corrección de color, ya que se trata de archivos extremadamente grandes que generan unos elevados *bitrates*<sup>4</sup>. Esto exige tecnologías muy potentes para poder trabajar con estos archivos correctamente, lo que implica que el proceso de corrección de color sea más costoso y lento.

En la Ilustración 4 se observa un posible flujo de trabajo básico entre la edición y la corrección de color con material grabado en RAW, concretamente con el formato Cinema DNG de Blackmagic. En primer lugar, el material extraído de la cámara se ingesta en un *software* de edición no lineal como Final Cut Pro X (*Final Cut Pro*, 2017), Avid Media Composer (*Media Composer*, 2017) o Adobe Premiere (*Premiere Pro*, 2017) mediante archivos *proxys*; esto consiste en una copia del material original a una resolución menor para facilitar la edición. Una vez realizada la edición, la secuencia resultante se exporta al *software* de corrección de color mediante alguno de los protocolos existentes (EDL<sup>5</sup>, XML<sup>6</sup>, AAF<sup>7</sup>) dependiendo del programa de edición no lineal empleado. En paralelo, el material original rodado en Cinema DNG (RAW) debe ser ingestado en el *software* de corrección de color, en este caso Davinci Resolve 14 (*DaVinci Resolve*, 2017). Es en este momento cuando se realiza la corrección de color, llevándose a cabo en el formato RAW para sacar el máximo rendimiento al material. Como ya se ha mencionado anteriormente, se trata de un esquema básico ya que dependiendo de las características de la producción este esquema puede ser más complejo.

---

<sup>4</sup> *Bitrates*: es la tasa de bits o datos que son procesados por unidad de tiempo.

<sup>5</sup> EDL: *Edit decision list* (lista de decisiones de edición).

<sup>6</sup> XML: *Extensible Markup Language* (lenguaje de marcas extensibles).

<sup>7</sup> AAF: *Advanced Authoring Format* (formato de autoría avanzada).

Ilustración 4. Flujo de trabajo de corrección de color con archivos Cinema DNG (RAW).



Fuente: elaboración propia.

### 3.7.2 Algoritmos de compresión de postproducción

Este tipo de algoritmos, junto a los formatos sin compresión (RAW), son los empleados a la hora de llevar a cabo la corrección de color. Intentan mantener la máxima calidad de las imágenes salidas del sensor de la cámara con una mínima compresión para evitar que el peso de los archivos sea demasiado elevado.

Existen infinidad de algoritmos de compresión de postproducción, pero los más extendidos en la actualidad son los ProRes de Apple y los DNxHD y DNxHR de Avid.

#### 3.7.2.1 Apple ProRes

Apple ProRes es un algoritmo de compresión muy extendido en la actualidad. Está destinado a la postproducción, por tanto, busca mantener la calidad que genera el sensor de la cámara reduciendo el peso del archivo. En la actualidad, como se observa en la Tabla 2, las principales cámaras profesionales permiten grabar en ProRes, lo cual es debido principalmente a su elevado rendimiento y a que simplifica el flujo de trabajo, ya que al filmar en ProRes el algoritmo nativo de cámara es un algoritmo de postproducción.

A continuación, se analizan los 5 miembros que forman parte de la familia Apple ProRes a través de los datos extraídos del Libro Blanco de Apple ProRes (*Apple ProRes Libro Blanco*, 2014):

- Apple ProRes 4444 XQ: se trata de la versión de mayor calidad de la familia ProRes para fuentes de imágenes 4:4:4:4 (incluido el canal alfa). Este algoritmo admite hasta 12 bits por canal de imagen (profundidad de color). Emplea una tasa de datos elevada con el objetivo de preservar el detalle de las imágenes de alto rango dinámico generado por el sensor de la cámara. La velocidad de datos

final es de aproximadamente 500 Mbps para fuentes 4:4:4 a 1920x1080 y 29,97 fps entrelazado.

- Apple ProRes 4444: se trata de una versión de calidad extremadamente alta de Apple ProRes para fuentes de imagen 4:4:4:4 (incluyendo canal alfa). El algoritmo admite hasta 12 bits por canal de imagen. Este algoritmo incorpora color RGBA 4:4:4:4 de resolución completa y altísima calidad. ProRes 4444 cuenta con una velocidad de datos de aproximadamente 330 Mbps para fuentes 4:4:4 a 1920x1080 y 29,97 fps entrelazado. Además, ofrece codificación directa a formatos de pixel RGB e YCbCr.
- Apple ProRes 422 HQ: se trata de una versión de Apple ProRes 422 con una mayor velocidad de datos que conserva la calidad visual al mismo alto nivel que Apple ProRes 4444, pero para una fuente de imagen 4:2:2. Este algoritmo es compatible con fuentes de vídeo 4:2:2 de ancho completo a profundidades de píxeles de 10 bits (profundidad de color). La velocidad de datos de Apple ProRes 422 HQ es aproximadamente de 220 Mbps a 1920x1080 y 29,97 fps entrelazado.
- Apple ProRes 422: se trata de un algoritmo de compresión de alta calidad que ofrece casi todas las ventajas de Apple ProRes 422 HQ pero con el 66% de velocidad de datos para un rendimiento de edición en tiempo real multicanal aún mejor. La velocidad de datos final de Apple ProRes 422 es de aproximadamente 147 Mbps a 1920x1080 y a 29,97 fps entrelazado.
- Apple ProRes 422 LT: se trata de un algoritmo que comprime aún más que el Apple ProRes 422, con aproximadamente un 70% de velocidad de datos respecto al 422 HQ y un tamaño de archivos un 30% menor. La velocidad de datos final de este algoritmo es de aproximadamente de 102 Mbps a 1920x1080 y a 29,97 fps entrelazado.

En la Tabla 3 se reflejan las principales características de los 5 miembros que forman la familia Apple ProRes.

Tabla 3. Principales características de los algoritmos de compresión de Apple ProRes.

NOMBRE	FABRICANTE	PROFUNDIDAD DE COLOR	EPACIO DE COLOR	SUBMUESTREO CROMA
PRORRES 422 LT	APPLE	8 Bits	COMPONENTES YCbCr	4:2:2
PRORES 442	APPLE	8 Bits	COMPONENTES YCbCr	4:2:2
PRORES 442 HQ	APPLE	10 Bits	COMPONENTES YCbCr	4:2:2
PRORES 4444	APPLE	12 Bits	COMPONENTES YCbCr/RGB	4:4:4
PRORES 4444 XQ	APPLE	12 Bits	COMPONENTES YCbCr/RGB	4:4:4

Fuente: elaboración propia.

En la Ilustración 5 se observa un posible flujo de trabajo básico entre la edición y la corrección de color de un material grabado con el algoritmo de compresión Apple ProRes. En primer lugar, el material rodado en Apple ProRes 4444 XQ se ingesta en el *software* de edición no lineal. En este caso se emplea Final Cut Pro X (*Final Cul Pro*, 2017). Este material se debe bajar de resolución para facilitar la edición convirtiéndolo a otro de los miembros de la familia ProRes como el ProRes 442 HQ. Una vez realizada la edición, la secuencia resultante se exporta al *software* de corrección de color mediante el protocolo XML, también desarrollado por Apple. En simultaneo, el material original se ingesta en el *software* de corrección de color, en este caso Davinci Resolve 14 (*DaVinci Resolve*, 2017), con el algoritmo ProRes 4444. Es en este momento cuando se lleva a cabo la corrección de color, ésta se realiza con el algoritmo ProRes 4444 XQ para así poder sacar el mayor rendimiento posible al material. Nuevamente destacar que se trata de un esquema básico, ya que dependiendo de las características de la producción este esquema puede ser más complejo.

Ilustración 5. Flujo de trabajo de corrección de color con archivos Apple ProRes.



Fuente: elaboración propia.

### 3.7.2.2 Avid DNxHD y DNxHR

Avid DNxHD (alta definición) y DNxHR (ultra alta definición) son los principales competidores de Apple ProRes en cuanto a algoritmo de compresión de postproducción en la actualidad. Fueron desarrollados por Avid con el objetivo de obtener la mayor calidad de imagen posible reduciendo el peso del archivo “en crudo”. Al igual que ProRes, las principales cámaras profesionales también permiten grabar en este formato.

A continuación, se analizan los 5 miembros que forman parte de la familia Avid DNxHD a través de los datos extraídos del Avid DNxHD Technology (*Avid DNxHD Technology*, 2012):

- Avid DNxHD 444: se trata del algoritmo de compresión que ofrece imágenes de mayor fidelidad de color y calidad de imagen de la familia Avid DNxHD, con un espacio de color RGB para fuentes de 10 bits. Emplea una tasa de datos elevada con el objetivo de preservar el detalle de imágenes con un elevado rango dinámico generado por el sensor de la cámara. Este algoritmo ofrece una velocidad de 440 Mbps para una resolución de 1920x1080 a 29,97 fps entrelazados y sin submuestreo de color (4:4:4). La ausencia de submuestreos permite conservar la información de color original, lo que asegura la compresión sin pérdida.
- Avid DNxHD 220: este algoritmo de compresión se emplea para obtener una imagen de calidad superior en un espacio de color YCbCr para fuentes de 10 bits, con un submuestreo de color 4:2:2. La velocidad de datos varía dependiendo de la velocidad de fotogramas. Para una resolución de 1920x1080 a 29,97 fps entrelazado la velocidad de datos final será de 220 Mbps, mientras que para 24 fps progresivo la velocidad final será de 175 Mbps.
- Avid DNxHD 145: se trata de un algoritmo de compresión para masterización de alta calidad para fuentes de 8 Bits. La velocidad de datos final es de 145 Mbps para una resolución de 1920x1080 a 29,97 fps entrelazado, de 115 Mbps para 24 fps progresivo y 120 Mbps para 25 fps progresivo.
- Avid DNxHD 100: es un algoritmo de compresión para fuentes de imagen de 8 Bits con submuestreo de color 4:2:2, donde la velocidad del flujo de trabajo y la capacidad de almacenamiento son factores fundamentales. La velocidad de datos final es de 100 Mbps para una resolución de 1920x1080 a 29,97 fps entrelazado.
- Avid DNxHD 36: es un algoritmo de compresión para fuentes de imagen de 8 Bits con submuestreo de color 4:2:2, empleado para edición off-line de alta

calidad de fuentes progresivas de alta definición. La velocidad de datos final es de 36 Mbps para una resolución de 1920x1080 a 25 fps progresivo.

En la Tabla 4 se reflejan las principales características de los 5 algoritmos de compresión que componen Avid DNxHD.

Tabla 4. Principales características de los algoritmos de compresión de Avid DNxHD.

NOMBRE	FABRICANTE	PROFUNDIDAD DE COLOR	EPACIO DE COLOR	SUBMUESTREO CROMA
DNxHD 36	AVID	8 Bits	COMPONENTES YCbCr	4:2:2
DNxHD 100	AVID	8 Bits	COMPONENTES YCbCr	4:2:2
DNxHD 145	AVID	8 Bits	COMPONENTES YCbCr	4:2:2
DNxHD 220	AVID	8-10 Bits	COMPONENTES YCbCr	4:2:2
DNxHD 444	AVID	10 Bits	RGB	4:4:4

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se analizan los 5 miembros que forman parte de la familia Avid DNxHR:

- **DNxHR 444:** se trata de un algoritmo que ofrece imágenes de mayor calidad de la familia DNxHR, ideales para una corrección de color y acabados de alta calidad para fuentes de 10 Bits y sin submuestreo de color. Para ello emplea una tasa de datos elevada. Este algoritmo ofrece una velocidad de 416 Mbps para una resolución de 3840x2160 a 29,97 fps entrelazado.
- **DNxHR HQX:** se trata de un algoritmo de compresión de calidad ampliada ideal para la corrección de color y la masterización para fuentes de 10 Bits y con submuestreo de color 4:2:2. Ofrece una velocidad de 208 Mbps para una resolución de 3840x2160 a 29,97 fps entrelazado.
- **DNxHR HQ:** algoritmo de compresión de alta calidad. Ofrece el equilibrio perfecto entre la calidad de imagen y un ancho de banda más reducido para editar. Permite una velocidad de 208 Mbps para una resolución de 3840x2160 a 29,97 fps entrelazado para fuentes de 8 Bits y con submuestreo de color 4:2:2.
- **DNxHR SQ:** algoritmo de compresión de calidad estándar ideal para editar. Ofrece una velocidad de 137 Mbps para una resolución de 3840x2160 a 29,97 fps entrelazado para fuentes de 8 Bits y con submuestreo de color 4:2:2.
- **DNxHR LB:** algoritmo de ancho de banda baja ideal para ahorrar espacio en los discos duros. Ofrece una velocidad de 42 Mbps para una resolución de

3840x2160 a 29,97 fps entrelazado para fuentes de 8 Bits y con submuestreo de croma 4:2:2.

En la Tabla 5 se encuentran las principales características de los 5 algoritmos de compresión que forman la familia DNxHR.

Tabla 5. Principales características de los algoritmos de compresión de Avid DNxHR.

NOMBRE	FABRICANTE	PROFUNDIDAD DE COLOR	EPACIO DE COLOR	SUBMUESTREO CROMA
DNxHR LB	AVID	8 Bits	COMPONENTES YCbCR	4:2:2
DNxHR SQ	AVID	8 Bits	COMPONENTES YCbCR	4:2:2
DNxHR HQ	AVID	8 Bits	COMPONENTES YCbCR	4:2:2
DNxHR HQX	AVID	10 Bits	COMPONENTES YCbCR	4:2:2
DNxHR 444	AVID	10 Bits	RGB	4:4:4

Fuente: elaboración propia.

En la Ilustración 6 se observa un posible flujo de trabajo básico entre la edición y la corrección de color con el algoritmo de compresión Avid DNxHD o DNxHR, dependiendo que sea alta definición o ultra alta definición. En primer lugar, el material rodado en DNxHD 444 (HD) o DNxHR 444 (UHD) se ingesta en el *software* de edición no lineal, en este caso se emplea Avid Media Composer (*Media Composer*, 2017). Este material se debe bajar de resolución para facilitar la edición convirtiéndolo a otro de los algoritmos de compresión desarrollados por Avid como DNxHD 100 (HD) o DNxHR SQ (UHD). Una vez realizada la edición, la secuencia resultante se exporta nuevamente al *software* de corrección de color mediante el protocolo AAF, también desarrollado por Avid. En paralelo, el material original se ingesta en el *software* de corrección de color, en este caso Davinci Resolve 14 (*DaVinci Resolve*, 2017). Una vez exportada la secuencia se realiza la corrección de color con el algoritmo DNxHD 444 o DNxHR 444, para así poder extraer el máximo rendimiento al material. Una vez más destacar que se trata de un esquema básico, ya que dependiendo de las características de la producción este esquema puede ser más complejo.

Ilustración 6. Flujo de trabajo de corrección de color archivos Avid DNxHD/DNxHR



Fuente: elaboración propia.

### 3.7.3 Algoritmos de compresión de masterización

Una vez finalizado el proceso de postproducción, se emplean algoritmos de compresión de máxima calidad para archivar el material. En esta fase, el tamaño del fichero ya no es tan relevante, por lo que se emplean sin compresión o con compresión sin pérdidas. Los formatos más extendidos son el DPX, QuickTime sin compresión y MXF.

### 3.7.4 Algoritmos de compresión de difusión

En cine digital el estándar de difusión es el DCP (*Digital Cinema Package*). Este formato utiliza el códec JPEG 2000, que consiste en una secuencia de imágenes con compresión JPG encapsulada en MXF.

En cuanto a la difusión por televisión se emplean algoritmos de compresión orientados a optimizar el ancho de banda de transmisión. Los algoritmos más extendidos para la difusión son: MPEG 2 y MPEG4 (H.264), tanto para resolución estándar como de alta definición. En la actualidad se está implementando el H.265 para la ultra alta definición. La principal diferencia que presenta este nuevo algoritmo reside en la reducción del 50% del ancho de banda necesario para la transmisión de vídeo sin pérdida de calidad.

## 4 Herramientas de medida (Scopes)

La mayor parte de las herramientas de medida de la señal de vídeo digital se basan en las herramientas tradicionales de medida de vídeo analógico. Esto es debido a que la observación de la señal de vídeo no difiere sustancialmente en uno u otro soporte.



Existen dos propósitos por los cuales se debe medir la señal de vídeo, en primer lugar, la observación de la señal con el fin de utilizar todo el espacio disponible a la hora de realizar la corrección de color con el objetivo de mejorar la señal, y, por otro lado, controlar que la señal no exceda de las medidas que marcan los estándares de calidad. Por estos motivos es extremadamente importante utilizar herramientas de medida durante el proceso de corrección de color.

## 4.1 Herederas del vídeo analógico

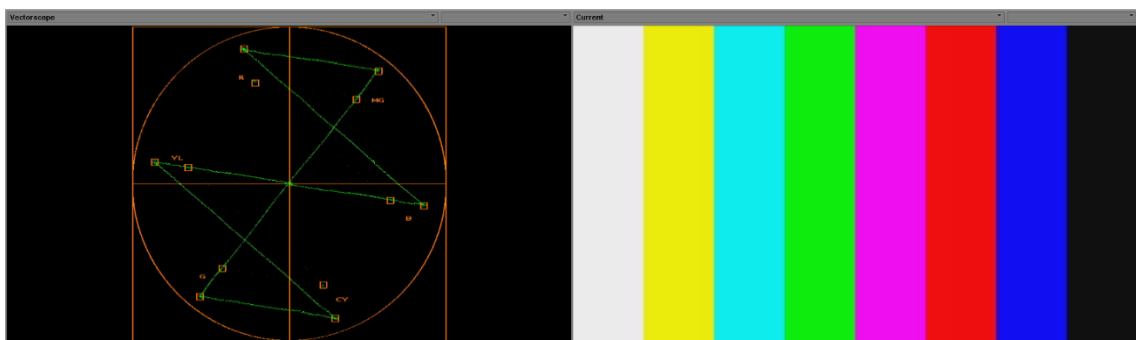
Como ya se ha mencionado las principales herramientas de medida de la señal de vídeo digital proceden del vídeo analógico, ya que el vídeo digital es una extensión del analógico. La diferencia reside únicamente en que el vídeo digital es una representación numérica del voltaje de la señal analógica.

### 4.1.1 Vectorscopio

El vectorscopio es la herramienta destinada a observar y medir la señal de crominancia de una imagen, “muestra las propiedades de tono y saturación de la señal de color” (Jones, 2004, p. 10). Consiste en un diagrama polar en el cual se observan unos recuadros con la abreviatura del nombre de los diferentes colores primarios y secundarios en inglés (R, Yi, G, Cy, B, G). En la

Ilustración 7 se observa un vectorscopio representando el patrón que generan las barras de color.

Ilustración 7. Vectorscopio barras.



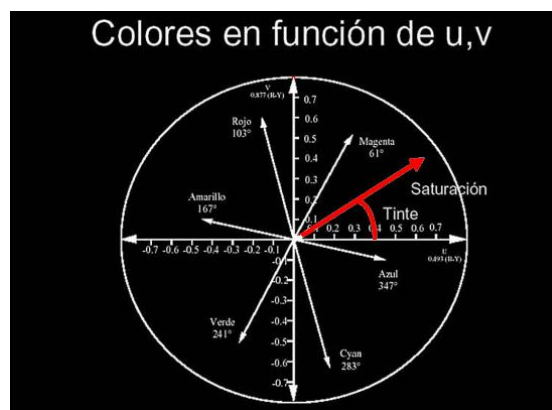
Fuente: elaboración propia, extraído del programa Avid Media Composer.

El tono viene determinado por el ángulo del patrón con respecto al eje de abscisas (U); dicho ángulo indicará cuál es el color dominante de la imagen. Por su parte, la saturación se mide desde el centro del diagrama (donde se ubican los neutros), hacia los extremos (donde se representan los colores más saturados). Las imágenes

saturadas generan un patrón a cierta distancia del centro, mientras que las imágenes en blanco y negro solamente generan un punto en el centro del diagrama.

En la Ilustración 8 se observa en rojo un ejemplo de la representación gráfica de un patrón de imagen X. En éste, la longitud del patrón nos da la información de saturación y el ángulo del patrón con respecto a U nos da la información de tono.

Ilustración 8. Patrón de imagen en el vectorscopio.



Fuente: elaboración propia.

A la hora de realizar la corrección de color es fundamental utilizar el vectorscopio para calibrar el color de un plano a otro, ya que esta herramienta nos permite visualizar pequeñas diferencias de tono y saturación que se hacen imperceptibles viendo las imágenes.

#### 4.1.2 Monitor de forma de onda (osciloscopio)

“El monitor de forma de onda mide y despliega una gráfica del nivel de brillo o luminancia de la señal de vídeo.” (Ochoa Hernandez, 2009, P. 27). Es la herramienta principal de control técnico de la señal de vídeo, la cual se emplea en corrección de color para equilibrar la exposición de las tomas.

Consiste en un osciloscopio diseñado para monitorear la luminancia de dicha señal. Ofrece una representación de los parámetros de la señal de vídeo que conforman electrónicamente la imagen en forma de representación cartesiana. En el eje de abscisas se representa el tiempo, es decir, el ancho de la imagen en el monitor, y en el eje de ordenadas se representa la amplitud de la señal (en vídeo analógico ésta se mide en unidades IRE, en vídeo digital ésta se representa en un sistema RGB de 8 o 10 bits).

#### 4.1.2.1 Rango legal y rango extendido

“La señal útil de vídeo analógico (luminancia) viene limitada por dos valores de referencia, uno para el negro o base y otro para el blanco puro.” (García, G, 2013). Estos son los niveles máximos y mínimos de luminancia permitidos. Para los ajustes de los niveles de luminosidad existen dos modelos: el rango legal, que no emplea todo el rango posible, el cual es utilizado en la señal de televisión; y el rango extendido, que utiliza el rango completo, y el cual es el empleado en cine digital.

A la hora de codificar la señal de luminancia a 8 bits, disponemos de 256 niveles que corresponden a la escala de grises que va del negro absoluto situado en el 0, al blanco puro situado en el 255. Este rango del 0 al 255 se corresponde al rango extendido. Por su parte, el rango legal marca como valor máximo permitido para el blanco puro en 235, mientras que el negro absoluto se sitúa en 16.

Cuando la señal se codifica a 10 bits el rango extendido es de 1.024 niveles, 0 para el negro y 1.023 para el blanco. Por su parte, el rango legal de la señal se encuentra entre 940 utilizado para el blanco y 64 para el negro.

En la Tabla 6 se observan los niveles de los rangos legal y extendido para imágenes de 8 y 10 Bits.

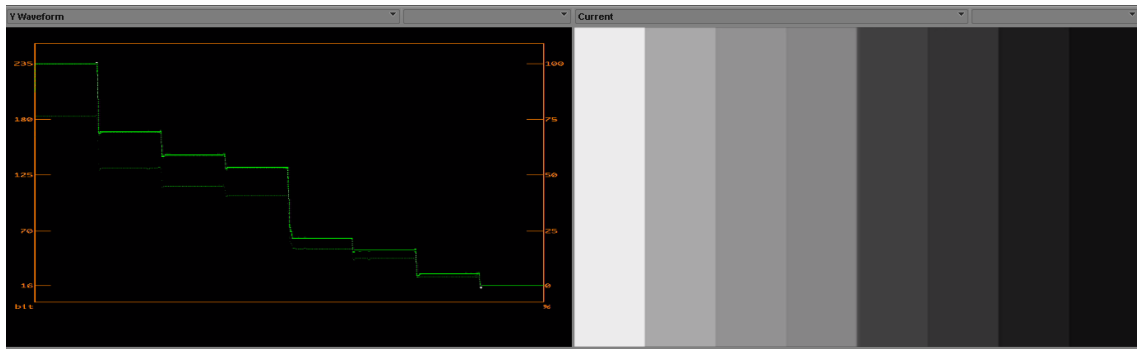
Tabla 6. Rango legal y rango extendido codificado a 8 y 10 bits.

CODIFICACIÓN	RANGO LEGAL	RANGO EXTENDIDO
8 Bits	16-235	0-255
10 Bits	64-940	0-1023

Fuente: elaboración propia.

En la Ilustración 9 se observa un monitor de forma de onda trabajando en RGB de 8 bits, con el rango legal de emisión *broadcast* (16-235). En él se representa la señal de vídeo de una escala de grises que va del blanco puro (235) al negro absoluto (16).

Ilustración 9. Monitor de forma de onda representando señal barras en escala de grises.



Fuente: elaboración propia, extraído del programa Avid Media Composer.

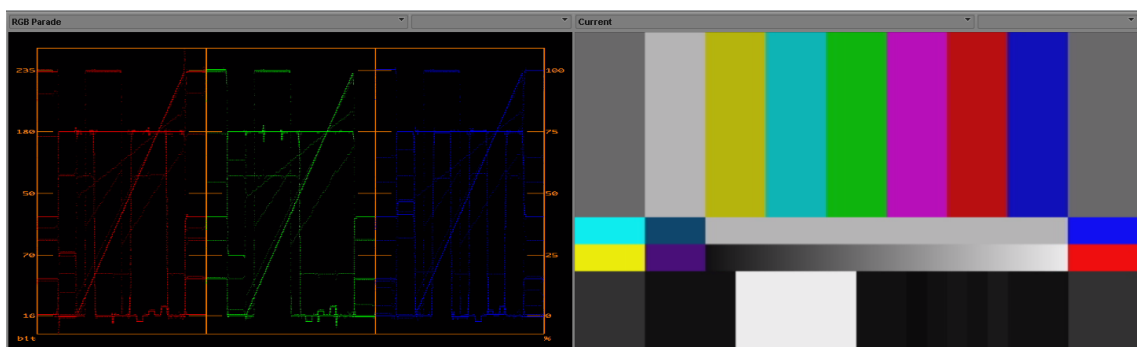
### 4.1.3 RGB Parade

El RGB Parade se trata de un monitor de forma de onda que representa los niveles de los canales rojo, verde y azul de una imagen, donde los niveles de cada canal se miden individualmente. Las tres formas de onda aparecen en un gráfico de forma consecutiva. Esta herramienta de control es utilizada para visualizar la distribución de los componentes de color en una imagen.

Esta herramienta es muy útil a la hora de detectar una dominante de color, ya que los blancos y negros se caracterizan por tener la misma cantidad de rojo, verde y azul. Por tanto, en una señal equilibrada la altura de las tres señales deben ser similares. En el caso de que un color se encuentre por encima de los otros dos éste será el color dominante de la imagen.

En la Ilustración 10 se observa un monitor parade RGB representando las barras SMPTE. En este caso los tres colores se encuentran perfectamente equilibrados.

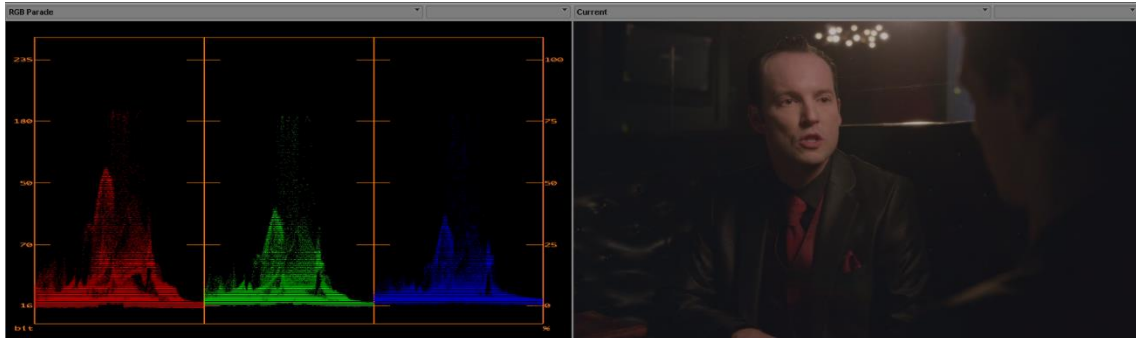
Ilustración 10. RGB Parade representando barras SMPTE.



Fuente: elaboración propia, extraído del programa Avid Media Composer.

En la Ilustración 11 se puede observar la señal de una imagen con una dominante roja en el monitor RGB Parade.

Ilustración 11. RGB Parade con dominante roja.

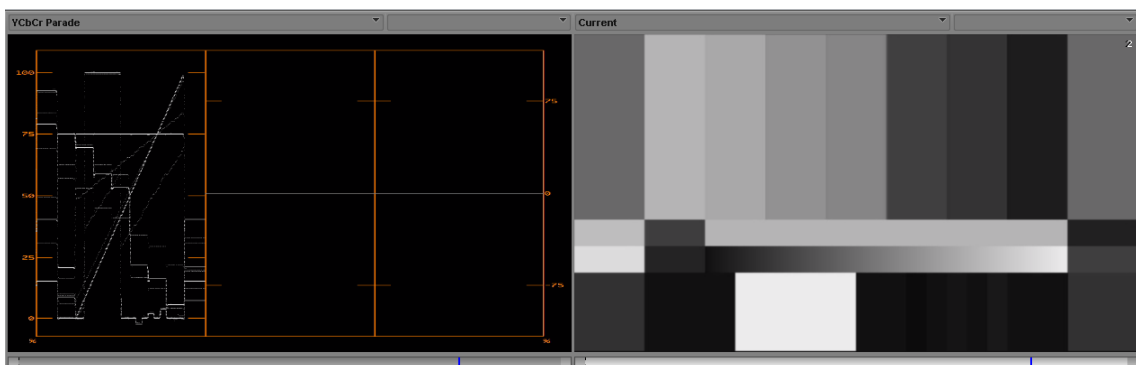


Fuente: elaboración propia, extraído del programa Avid Media Composer.

#### 4.1.4 YCbCr Parade

Por su parte el YCbCr Parade se trata de un monitor de forma de onda que representa los niveles de luminancia (Y), unido a los canales de diferencia de color (Cb que es azul menos luminancia y Cr que es rojo menos luminancia). Estas señales de diferencia de color representan la información relativa al color de una señal a la que se le ha extraído la luminancia, por lo que para una señal en blanco y negro los valores de Cb y Cr son 0. En ese caso se observa una línea blanca en el centro del monitor como se aprecia en la Ilustración 12.

Ilustración 12. YCbCr Parade representando barras SMPTE en escala de grises.



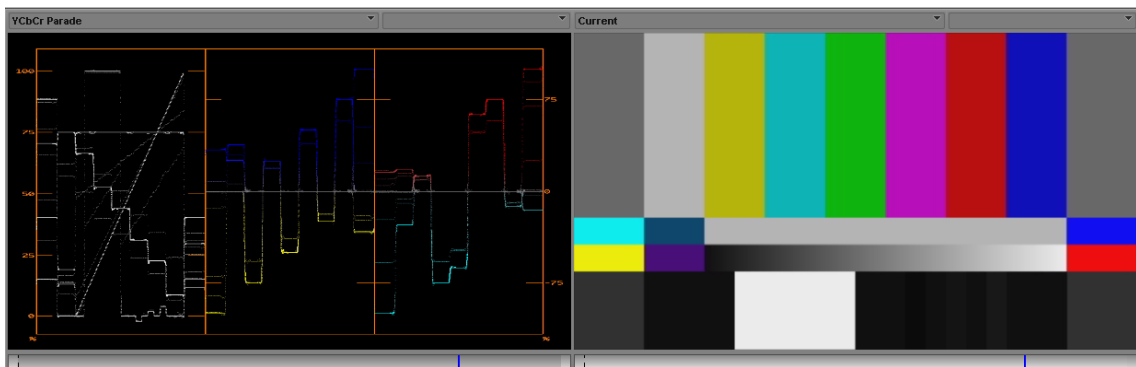
Fuente: elaboración propia, extraído del programa Avid Media Composer.

En una imagen a color los valores de Cb y Cr pueden ser tanto negativos como positivos. A medida que estos valores aumentan, tanto de forma positiva como negativa, indica una mayor saturación de los colores. Un Cb positivo se representa con una fase

de color azul y un Cb negativo se representa por fase de color amarillo. Por su parte, un Cr positivo se representa por fase de color rojo y uno negativo por fase de color cian. Por último, si las formas de onda de Cb y Cr no están centradas indica una desviación de color de la imagen.

En la Ilustración 13 se observa un YCbCr Parade representando la señal de vídeo que generan las barras SMPTE en la que todos los colores se encuentran equilibrados.

Ilustración 13. YCbCr Parade representando barras SMPTE.



Fuente: elaboración propia, extraído del programa Avid Media Composer.

## 4.2 Herramientas digitales

Como ya se ha mencionado anteriormente, la mayor parte de las herramientas de control de la señal de vídeo proceden del vídeo analógico. Solamente han sido incorporadas algunas herramientas específicas que se encargan de controlar la calidad del canal digital, como son el diagrama de ojo y herramientas estadísticas como los histogramas dada la naturaleza numérica de la señal de vídeo digital.

### 4.2.1 Histograma

El histograma muestra la distribución de los valores de pixel de una imagen en forma de grafica de barras. Podemos encontrar tanto histogramas YCbCr como RGB.

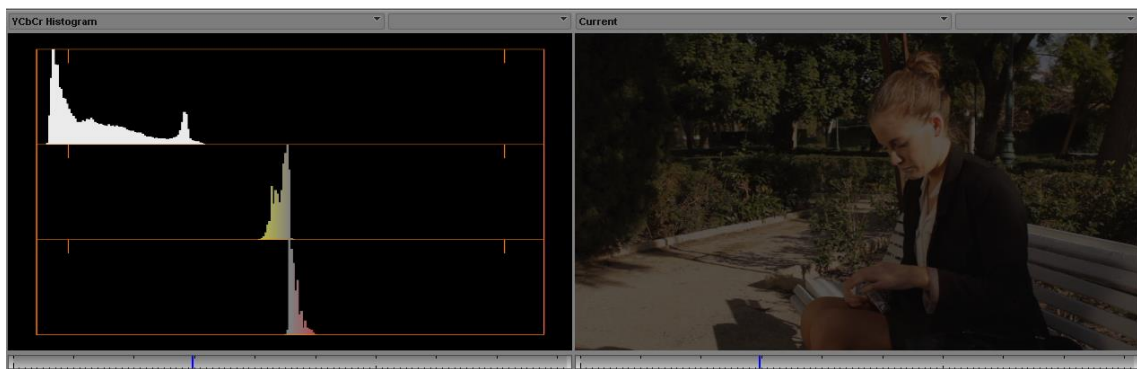
#### 4.2.1.1 Histograma YCbCr

El histograma YCbCr muestra en la parte superior una representación gráfica de la señal de luminancia (Y) y en las dos inferiores se encuentran Cb y Cr que representan las señales de diferencia de color. En la parte izquierda se representan los pixeles más oscuros, que comienzan en el negro absoluto; en la parte derecha se representan los

pixeles más claros de la imagen, que comienzan en el blanco puro. En el eje de abscisas se representa el número total de pixeles.

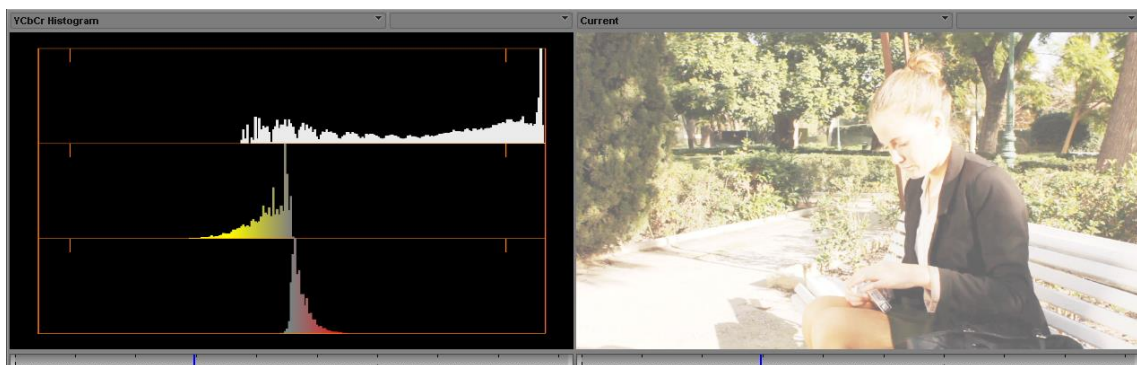
La distribución de las barras nos advierte si una imagen se encuentra subexpuesta o sobreexpuesta. Un histograma que acumula todas las barras en la parte izquierda de la imagen se encontrará subexpuesta, como se observa en la Ilustración 14. De lo contrario se encontrará sobreexpuesta, como se observa en la Ilustración 15.

Ilustración 14. Histograma imagen subexpuesta.



Fuente: elaboración propia, extraído del programa Avid Media Composer.

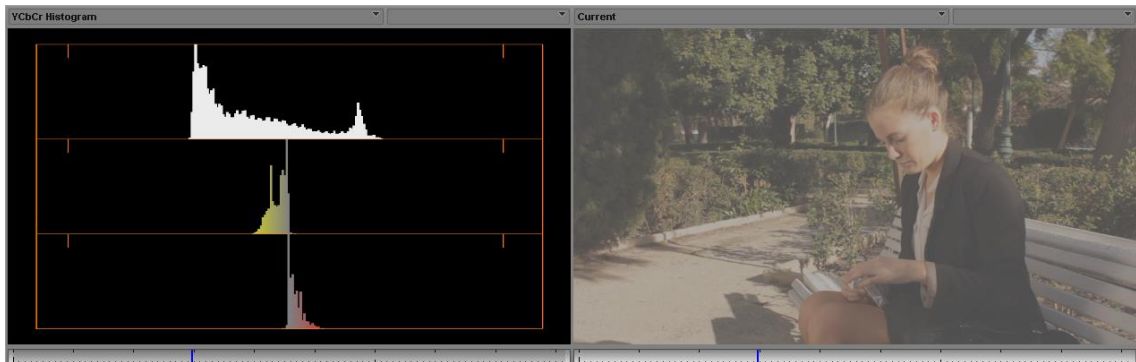
Ilustración 15. Histograma imagen sobreexpuesta.



Fuente: elaboración propia, extraído del programa Avid Media Composer.

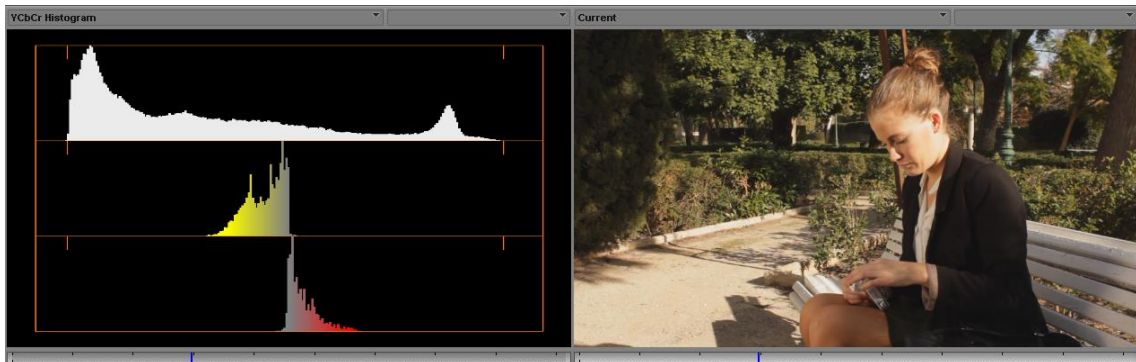
Por último, el histograma también nos indica el nivel de contraste que tiene una imagen. Cuando todas las barras se acumulan en una misma zona, nos encontramos con una imagen poco contrastada, como se observa en la Ilustración 16. En cambio, si las barras se reparten a lo largo de todo el histograma nos encontramos frente a una imagen muy contrastada, como se observa en la Ilustración 17.

Ilustración 16. Histograma imagen con bajo contraste.



Fuente: elaboración propia, extraído del programa Avid Media Composer.

Ilustración 17. Histograma imagen con un elevado contraste.

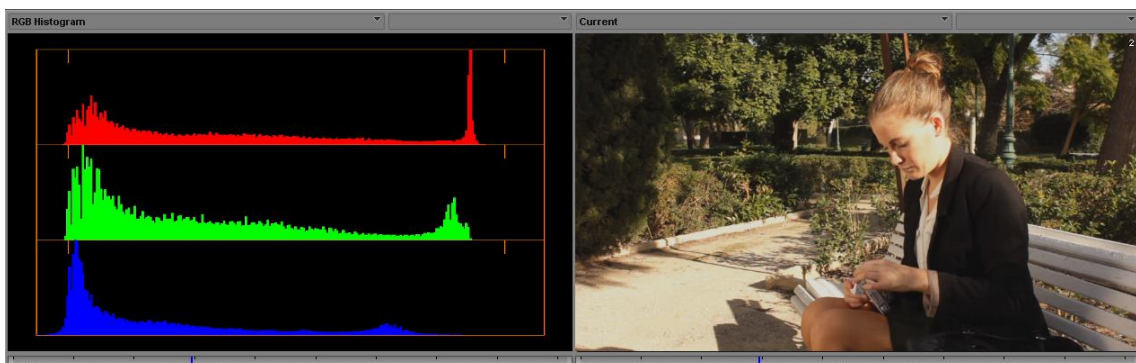


Fuente: elaboración propia, extraído del programa Avid Media Composer.

#### 4.2.1.2 Histograma RGB

Por su parte el histograma RGB muestra la gráfica de luminancia (Y) separada por los colores rojo, verde y azul. En la Ilustración 18 se observa el mismo fotograma que en la Ilustración 17 en un histograma RGB.

Ilustración 18. Histograma RGB.



Fuente: elaboración propia, extraído del programa Avid Media Composer.



La Ilustración 18 refleja que el histograma de verde tiene una mayor cantidad de píxeles que el rojo y el azul; éste se encuentra bastante repartido entre luces y sombras. Por su parte, el rojo tiene una mayor cantidad de picos altos en la parte derecha de la gráfica que los otros dos colores, lo cual nos advierte de que el rojo se encuentra en mayor medida en las partes luminosas de la imagen. Por el contrario, el color azul se localiza en mayor medida en la parte izquierda de la gráfica, lo que nos indica que se encuentra principalmente en las partes menos luminosas de la imagen.

## 5 Herramientas de corrección de color

En este apartado se detallan las principales herramientas con las que cuenta un colorista a la hora de enfrentarse a una corrección de color. No se hará hincapié en ningún *software* concreto, ya que todos los programas de corrección de color comparten las mismas herramientas básicas.

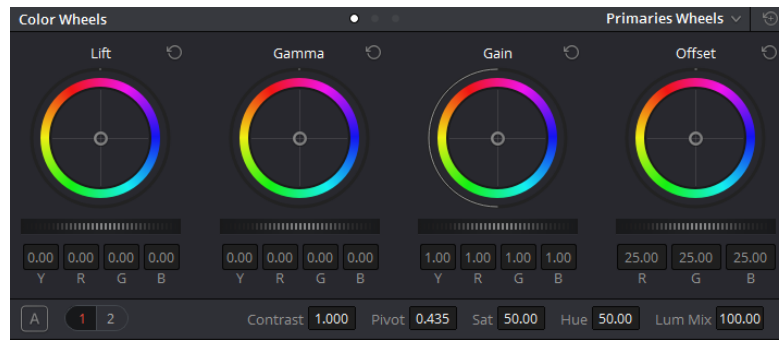
### 5.1 Control de balance de color

El control de balance de color es una de las principales herramientas de trabajo del etalonador, se encuentra presente en todos los *softwares* de corrección de color. Hurkman (2013) defiende que los controles de balance de color son un medio esencial para realizar ajustes, ya que dominando su funcionamiento se puede resolver rápidamente una amplia gama de problemas comunes relacionados con la temperatura del color, el balance de blancos y los tonos inesperados de las imágenes.

El control de balance de color permite equilibrar el tono de la imagen. Tiene un funcionamiento extremadamente simple. Los controles consisten en tres ruedas cromáticas: sombras (*lift*), medios (*gamma*) y luces (*gain*), que se desplazan hacia el color deseado permitiendo corregir una dominante no deseada con el objetivo de neutralizar la imagen, aunque también es empleada para crear un *look* a la imagen. Bajo estas tres ruedas cromáticas se encuentran otras ruedas de color negro, que se desplazan de izquierda a derecha afectando a la luminancia de las luces altas, medias y bajas. Por último, en la parte inferior de la herramienta se encuentran los controles de saturación (*saturation*), tono (*hue*) y luminancia (*lum mix*).

En la Ilustración 19 se observa la herramienta control de balance de color.

Ilustración 19. Control de balance de color de Davinci Resolve.



Fuente: elaboración propia, extraído del programa Davinci Resolve.

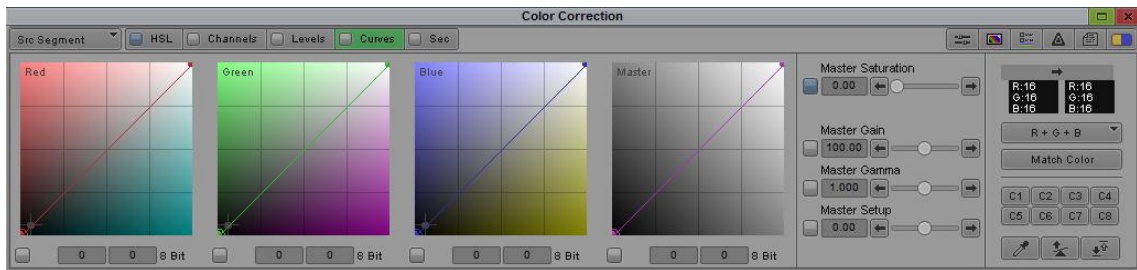
## 5.2 Curvas de color

Las curvas de niveles son otra de las herramientas más extendidas. Tiene una utilidad similar al control de balance de color, pero se diferencia según Hurkman (2013) en que mientras que los controles de balance de color permiten ajustar los componentes rojo, verde y azul de una imagen simultáneamente, las curvas permiten ajustar los componentes de cada canal individualmente. Esto permite perspectivas creativas y utilitarias adicionales con una especificidad imposible de conseguir con el control de balance de color.

Se encuentra separada por canales: master (luminancia), rojo, verde y azul. Se trata de un eje cartesiano en el que una línea recta va desde el extremo de la parte inferior izquierda, donde se sitúan las luces bajas, al vértice superior derecho, donde se sitúan las altas luces. El eje horizontal es una representación del rango tonal de la imagen original, mientras que el eje vertical representa el rango de alteración llevado a cabo. Mediante la adición de puntos de control a la curva de niveles es posible ajustar el rango tonal completo (luminancia) o solamente una gama de colores de la imagen.

En la Ilustración 20 se representan curvas de nivel previo a la realización de la corrección.

Ilustración 20. Curva de niveles de Avid Media Composer.

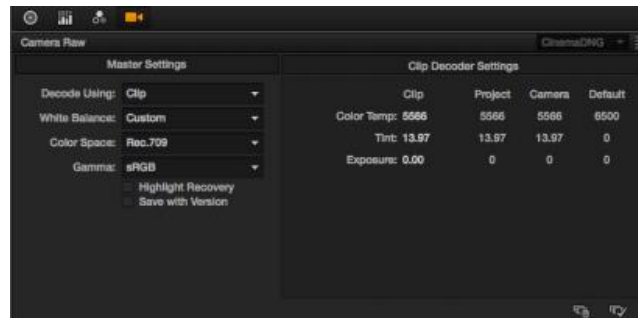


Fuente: elaboración propia, extraído del programa Avid Media Composer.

### 5.3 Camera RAW

Cuando se trabaja con un archivo grabado en RAW, los *softwares* de corrección de color tienen un panel de Camera RAW, como se observa en la Ilustración 21. Dicho panel permite acceder a los datos de configuración de la cámara almacenados en el vídeo y modificarlos. Este panel permite cambiar ajustes como la ISO, el balance de blancos, la curva de gamma o el espacio de color, entre otros.

Ilustración 21. Panel de Camera RAW de Davinci Resolve.



Fuente: elaboración propia, extraído del programa Davinci Resolve.

### 5.4 RGB Mixer

La herramienta RGB Mixer permite mezclar diferentes cantidades de datos de imagen de uno de los tres canales. Como se observa en la Ilustración 22, es posible mezclar cualquier cantidad de color rojo, verde y azul en cualquiera de los tres canales, es decir, cada canal de color RGB tiene un grupo de control dedicado al rojo, al verde y al azul que se emplean para realizar la mezcla.

Ilustración 22. RGB Mixer Davinci Resolve.



Fuente: elaboración propia, extraído del programa Davinci Resolve.

## 5.5 Stills

Los Stills consisten en una referencia de una corrección de color realizada previamente. En los Stills se almacena toda la información sobre la corrección de color realizada en un clip determinado. Tiene dos funciones principales dentro de la corrección de color, una como clip de referencia de color y otra como almacenamiento de la información de todas las correcciones realizadas para llegar al resultado deseado. En la Ilustración 23 se observan diferentes Stills almacenados en Davinci Resolve.

Ilustración 23. Stills Davinci Resolve.



Fuente: <http://www.elieserjairo.com.br>

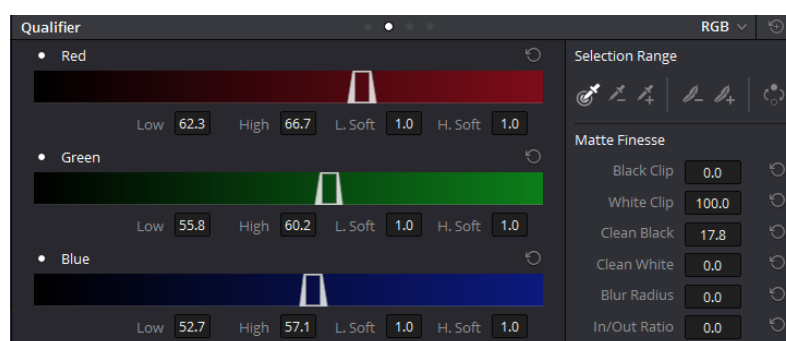
## 5.6 Qualifier

El Qualifier consiste en un cuentagotas que permite seleccionar partes de la imagen en función del color. Se trata de una herramienta utilizada para llevar a cabo correcciones secundarias. Su funcionamiento es de una gran sencillez, una vez seleccionado el cuentagotas se debe clicar en el color del pixel que se pretende seleccionar; posteriormente se podrá corregir la selección a través del *Blur* y el *Shrink*.

Con el primero se pueden difuminar los bordes de la selección, y con el segundo se pueden contraer los bordes de la selección de fuera hacia dentro.

Esta herramienta se puede emplear en tres modos: HSL, RGB o LUM. El modo HSL nos ofrece tres opciones de selección en función del tono, saturación y luminancia. Cuando se trabaja en RGB la selección se realiza por canales de crominancia. Por último, cuando se emplea el modo LUM se seleccionará una zona de la imagen en función de la luminancia. En la Ilustración 24 se observa la herramienta Qualifier en modo RGB.

Ilustración 24. Qualifier modo RGB de Davinci Resolve.



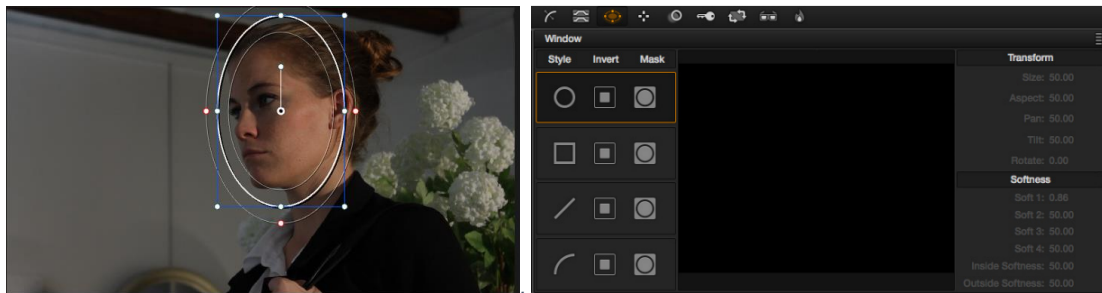
Fuente: elaboración propia extraído, del programa Davinci Resolve.

## 5.7 Máscaras

Se trata de una herramienta empleada para realizar correcciones de color secundarias, con la que es posible crear máscaras de diversas formas. Una máscara consiste en un trazado que se emplea para aislar un área específica de la imagen, lo que permite modificar atributos de color solamente en el área seleccionada.

Las máscaras aparecen definidas por dos líneas, con unos puntos que emplearemos como controles; estos puntos tendrán un color u otro dependiendo del *software* con el que estemos trabajando. Emplearemos la versión 14 de Davinci Resolve como ejemplo. En este *software* estos controles son de color azul y rojo. El control azul nos permiten modificar el tamaño de la máscara, y el punto de control rojo nos permite cambiar el encaje. Por otro lado, la máscara está delimitada por dos líneas, la línea exterior indica la zona en la que empieza a difuminarse la máscara y la línea interior indica dónde acaba de difuminarse la máscara. En la Ilustración 25 se observa la herramienta máscara de Davinci Resolve.

Ilustración 25. Herramienta máscara Davinci Resolve.

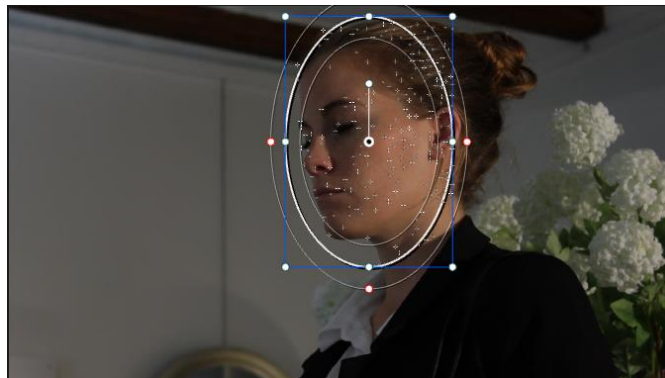


Fuente: elaboración propia, extraído del programa Davinci Resolve.

## 5.8 Tracker

Se trata de una herramienta que se encarga de rastrear la imagen para analizar el movimiento, lo cual permite animar las máscaras de forma rápida y muy eficiente evitando así tener que realizar este proceso manualmente a través de *keyframes*. El Tracker crea puntos de seguimiento que le permiten modificar la forma y el tamaño de la máscara a medida que el objeto seleccionado se mueve. En la Ilustración 26 se observa la misma máscara que en la Ilustración 25 con los puntos de seguimiento generados por la herramienta Tracker de Davinci Resolve.

Ilustración 26. Puntos de seguimiento del Tracker.



Fuente: elaboración propia, extraído del programa Davinci Resolve.

## 6 Software de corrección de color

Los *softwares* de corrección de color se tratan de sistemas que trabajan con algoritmos de compresión de postproducción como Apple ProRes o Avid DNxHR o el material en crudo RAW para poder extraer los mayores niveles de calidad posible. Trabajar con esta clase de archivos de gran tamaño provoca que en ocasiones el material no pueda ser reproducido a tiempo real. En este caso se emplean las mismas

estrategias que en las ediciones *offline*; por un lado se puede trabajar con *proxy*<sup>8</sup>, es decir, realizar transcodificaciones de referencia para previos en una calidad inferior que admita una reproducción fluida, y por otro lado, también es usual bajar la calidad de monitorización.

Actualmente existen diversos *softwares* en los que se puede llevar a cabo la corrección de color. En este apartado se analizan los principales *softwares* que existen en el mercado tanto para cine digital como para televisión.

### 6.1 Davinci resolve (Blackmagic design)

Davinci Resolve (*DaVinci Resolve*, 2017), de Blackmagic, es uno de los *softwares* más utilizados en el campo de la corrección de color. Uno de los principales motivos de su fuerte implantación se debe a que ofrece una versión gratuita que posee casi todas las funcionalidades de la versión de pago. Utiliza un sistema de procesamiento por nodos, lo que permite combinar diferentes gradaciones, efectos y mezclas superpuestas, lo que le proporciona la creación de un sin fin de correcciones. De este *software* destacan los logaritmos que emplean para renderizar las imágenes, que le permite alcanzar una calidad en coma flotante de 32 Bits.(Blackmagicdesign, 2017).

En la Tabla 7 se observan los requisitos mínimos y recomendados de memoria RAM y tarjeta gráfica del *software* DaVinci Resolve para trabajar con imágenes en HD. En la Tabla 8 se observan estos mismos requisitos para trabajar con imágenes UHD.

Tabla 7. Requisitos del sistema DaVinci Resolve 14 (HD)

	Mínimo	Recomendado
GPU	1 GB	2 GB
RAM	8 GB	16 GB

Fuente: elaboración propia.

<sup>8</sup>*Proxy*: es una forma de metadatos, compuesta por un vídeo muy comprimido de baja resolución, que refleja un archivo original maestro en alta definición.

Tabla 8. Requisitos del sistema DaVinci Resolve 14 (UHD)

	Mínimo	Recomendado
GPU	2 GB	4 GB
RAM	8 GB	16 GB

Fuente: elaboración propia.

En la actualidad, la compañía Blackmagic está centrando sus esfuerzos en mejorar las herramientas de edición, buscando acercarse a un modelo de programa de procesos finales (*finishing*), a pesar de que inicialmente fuese un programa de corrección de color y masterización. Es por este motivo que Blackmagic actualmente no está desarrollando las herramientas de color. Esto se ve reflejado en el hecho de que Davinci Rsolve aún no ofrezca un buen soporte para ACES, a diferencia de programas enfocados exclusivamente a corrección de color como Baselight.

## 6.2 Baselight (FilmLight)

Baselight (FilmLight, 2014) desarrollado por FilmLight es una poderosa herramienta de corrección de color desarrollada como *plug-in* de Avid Media Composer (*Media Composer*, 2017) o de Final Cut Pro X (*Final Cul Pro X*, 2017) muy extendido en las postproducción de cine digital. Se trata de un programa capaz de realizar correcciones de color en imágenes ultra HD a tiempo real, lo cual se debe principalmente a su arquitectura multi-nodo. Una de las principales ventajas que presenta este *software* es el *rendering background* que funciona de forma automática en los momentos de inactividad, lo que reduce el tiempo de espera en el render para la salida final (FilmLight, 2014).

En la Tabla 9 se observan los requerimientos mínimos y recomendados de memoria RAM y tarjeta gráfica del programa Baselight.

Tabla 9. Requisitos del sistema Baselight

	Mínimo	Recomendado
GPU	1 GB	2 GB
RAM	8 GB	16 GB

Fuente: elaboración propia.



### 6.3 Avid Symphony

Symphony (*Symphony*, 2016) es una herramienta desarrollada por Avid para el acabado de proyectos profesionales, que desde la versión 7 se incluye en Avid Media Composer (*Media Composer*, 2017).

El *software* incorpora a Avid Media Composer (*Media Composer*, 2017), una avanzada herramienta de corrección de color. Se trata de una herramienta que permite operar de manera muy rápida lo que la convierte en ideal para trabajar en televisión. A diferencia de Davinci y Baselight no es nodal, sino que trabaja a mediante capas. Además de ello, permite realizar hasta seis correcciones secundarias por tono de la imagen. Esto hace que sea mucho más eficiente a la hora de aislar ciertos tonos para realizar una corrección de color secundaria. Otra de las ventajas que presenta Symphony a la hora de hacer correcciones secundarias es la posibilidad de modificar lo que el programa considera altas luces, medias y sombras para cada plano, lo que permite que sean más selectivas (Avid Technology, 2010).

En la Tabla 10 se observan los requerimientos técnicos mínimos y recomendados de memoria RAM y tarjeta gráfica del Avid Symphony para trabajar con material en alta definición. En la Tabla 11 se observan los mismos requerimientos del sistema para trabajar con material en ultra alta definición.

Tabla 10. Requerimientos sistema Avid Symphony (HD)

	Mínimo	Recomendado
GPU	1 GB	2 GB
RAM	8 GB	16 GB

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11. Requerimientos del sistema Avid Symphony (UHD)

	Mínimo	Recomendado
GPU	4 GB	8 GB
RAM	16 GB	32 GB

Fuente: elaboración propia.

### 6.4 Adobe SpeedGrade

SpeedGrade (*Speedgrade*, 2017) es el *software* de corrección de color desarrollado por Adobe. Se trata de un nuevo miembro de la Creative Suite de Adobe. Este *software* trabaja a tiempo real. El programa al igual que Symphony trabaja

mediante capas, en consonancia con toda la *suite* Adobe. Este *software* incluye un motor interno de color de 32 bits en coma flotante Lumetri Deep Color Engine. Este motor de color no destructivo ofrece la máxima amplitud para trabajar con imágenes sin compresión (RAW) y con alto rango dinámico (HDR), lo que le permite extraer una gran cantidad de detalles tanto de las luces como de las sombras (Adobe, 2015).

En la Tabla 12 se observan los requerimientos mínimos y recomendados de memoria RAM y tarjeta gráfica del *software* Adobe SpeedGrade.

Tabla 12. Requerimientos del sistema Adobe SpeedGrade

	Mínimo	Recomendado
GPU	1 GB	2 GB
RAM	4 GB	8 GB

Fuente: elaboración propia.

## 7 Flujo de trabajo

Como ya se ha mencionado anteriormente, a la hora de realizar la corrección de color de un producto audiovisual existen dos fases bien diferenciadas. La primera fase es una fase más técnica denominada corrección de color. En ésta se equilibran los diferentes planos que forman la pieza audiovisual con el fin de darle una coherencia de luz y color a toda la pieza. La segunda fase tiene un carácter más artístico; en ella se añaden modificaciones estéticas de luz y color para lograr un *look* determinado acorde con la narración.

### 7.1 Corrección de color

A la hora de realizar la corrección de color es esencial seguir un orden. Se parte de las correcciones más generales, la corrección primaria, a las más específicas, la corrección secundaria.

#### 7.1.1 Corrección primaria

“La corrección primaria de color es un método de ajustar el equilibrio global de color en una escena particular.” (Jones, 2004, p. 69). En esta fase se corrigen todos los posibles errores de contraste y tono de toda la imagen. Estos retoques deben ser sutiles, se trata de cambios mínimos para dejar la imagen correctamente expuesta y balanceada.

El primer paso que se debe seguir es ajustar las luces bajas (negros). Para que los negros sean correctos, el pico más alto debe rondar el 0 en cine digital (rango extendido) y 16 en televisión (rango legal), como se ha indicado anteriormente. Según Hurkman (2013), para llevar a cabo este proceso se pueden emplear distintas herramientas que nos proporcionan los *softwares* de corrección de color; éstas son el control de balance de color o las curvas de nivel. La utilización de una u otra dependerá principalmente de las preferencias del colorista, ya que con ambas herramientas se obtienen resultados muy similares. Para llevar a cabo este procedimiento también será necesario emplear una herramienta de control de la señal de vídeo, como el monitor de forma de onda o el RGB Parade, que nos advierta cuando la señal se encuentra en 0. A la hora de ajustar las luces bajas se debe evitar perder los detalles en los negros, error conocido como *crushing*.

En segundo lugar, se deben ajustar las altas luces (blancos). Para que las luces blancas sean correctas el pico más alto debe estar en 255 en cine digital y en 235 en televisión para una señal de 8 bits, y, 1023 para cine digital y 940 para televisión en una señal de 10 bits. Al igual que para las luces bajas emplearemos el monitor de forma de onda o el RGB Parade para monitorizar la señal, y, el control de balance de color o las curvas de nivel para ajustar al nivel deseado. En el caso del ajuste de altas luces también se debe evitar perder detalles en los blancos, error conocido como *clipping*.

En el siguiente paso se deben ajustar los tonos medios (contraste), es decir, el rango de la imagen que va desde el punto más luminoso al más oscuro. Cuanto mayor sea este rango, más contrastada estará la imagen. El contraste se puede crear en una zona concreta de la imagen, esto dependerá si se ajusta los medios tonos con las altas luces o los medios tonos con las luces bajas. De este modo se puede alterar el contraste en las altas luces, las medias luces y las luces bajas.

El último paso en la corrección de color primaria es la eliminación de la dominante de color, ya que la imagen puede presentar una dominante hacia algún color debido a un mal balance de blancos en la grabación. Para detectar la dominante es fundamental el empleo del vectorscopio, que nos indica cual es el color preponderante en la imagen. Para corregir dicha dominante como en los casos anteriores se pueden emplear indistintamente el control de balance de color o las curvas de nivel.

### 7.1.2 Corrección secundaria

Una vez superada la fase de corrección primaria en la cual se han corregido los posibles errores de forma general a toda la imagen, pasamos a la corrección secundaria. Ésta consiste en “un método para rectificar el parámetro de un color concreto en una imagen, sin afectar al equilibrio de color global de la escena.” (Jones, 2004, p. 70). Esto puede lograrse aislando ciertos píxeles a través de máscaras y trackeados de movimientos, fusión de nodos, etc.

La corrección secundaria más empleada es la corrección de pieles, las cuales pueden verse afectadas tras la corrección primaria. Sin embargo, la corrección secundaria abarca más que esto, con ella se pueden realizar cambios de color a cualquier parte de la imagen.

## 7.2 Gradación de color

Una vez corregidos todos los posibles errores de la imagen, el colorista se encuentra en disposición de pasar a la parte más creativa del trabajo; se trata del diseño de un *look* acorde con la narración. Para llevar a cabo esta fase del proceso serán fundamentales herramientas como el control de balance de color, las curvas de niveles o el RGB Mixer. También será esencial el control de la señal a través del monitor de forma de onda para evitar que ésta supere los límites permitidos, lo que anteriormente ha sido definido como rango legal y rango extendido, dependiendo de que el producto sea para cine o para emisión *broadcast*.

### 7.2.1 Look up Table (LUT)

LUT son las siglas de *Look up Table*. Consiste en una tabla de valores que transforma un rango de colores de entrada en otros de salida. El LUT realiza un ajuste de color y brillo a una imagen proporcionando una visión del archivo original de forma muy similar al acabado final. “Es la forma de lograr la diferencia entre el archivo de origen y el resultado, nunca es el resultado por sí mismo.” (Friesen, J., 2011). El LUT se emplea como una referencia del acabado final al que se debe llegar a través de la corrección de color.

Sin embargo, actualmente se ha convertido en un método empleado por pequeñas producciones para darle el acabado final a sus productos. A pesar de ello no se elimina por completo la labor del etalonador, ya que las variaciones de luz o temperatura de color que existan entre planos no se resuelven con el LUT y deben ser

atenuadas por el técnico. Por ello es importante remarcar que los LUTs nunca podrán sustituir a un etalonador profesional, sino que se trata de una herramienta más con la que se cuenta para trabajar.

## 8 Conclusiones

Una vez llegados a este punto, es posible afirmar que se ha conseguido el principal objetivo planteado en la investigación, realizar una guía sobre las principales pautas que se deben seguir a la hora de llevar a cabo una corrección de color profesional. Para ello se ha realizado un análisis exhaustivo de los principales formatos de vídeo empleados a la hora de realizar la corrección de color, así como de la influencia que tiene sobre el color de la imagen el uso de los distintos algoritmos de compresión que existen actualmente. También se han analizado los diferentes instrumentos de control de la señal de vídeo (*scopes*), así como los límites en los que la señal se debe mantener tanto para emisiones de televisión (rango legal) como para cine digital (rango extendido). Asimismo el análisis de las distintas herramientas que incluyen los *softwares* de corrección de color, así como las características de los principales *softwares* han sido otro de los puntos tratados.

Tras ello, es posible analizar el flujo de trabajo en la corrección de color. En primer lugar, se debe destacar la importancia que adquiere este flujo, ya que no seguir el orden y las pautas que éste marca provocaría de forma más que probable el deterioro de la imagen. En consonancia con esta idea se considera la necesidad de realizar la corrección de color y posteriormente la gradación de color. Este orden es algo inamovible, primero se corrige y posteriormente se embellece, es decir, en primer lugar se nivelan todos los clips que forman la secuencia y tras ello se crea un *look* (embellecimiento estético).

Estos no son los únicos pasos que marcan el flujo de trabajo y que se deben seguir de forma rigurosa. Dentro de la propia corrección de color también existe un orden irrefutable; en primer lugar, se debe realizar la corrección primaria y posteriormente la secundaria. Esto marca otra de las reglas de la corrección de color, siempre se trabaja de lo más general a lo más específico. Se comienza corrigiendo todo el clip, y una vez conseguido el resultado deseado se trabaja una parte concreta del clip.

Además de ello, dentro de las correcciones primaria y secundaria también se debe seguir el orden que marca el flujo de trabajo. En primer lugar se debe ajustar el contraste adecuado dentro de los límites antes mencionados, y, para ello también es

preciso seguir un orden: primero se corrigen los negros, posteriormente las luces y los tonos medios; tras ello se elimina la dominante de color en el caso de que sea preciso. Esto se debe a que el contraste afecta al color, pero en cambio el color no afecta al contraste, es por ello que se aconseja trabajar en primer lugar el contraste y posteriormente realizar el balance del color.

Para llegar hasta este punto en la investigación ha sido fundamental la fase de documentación. En ella se observa que la información al respecto se encuentra bastante dispersa principalmente por la red, lo cual se debe en gran medida a la celeridad con la que en la actualidad se suceden los desarrollos tecnológicos en el campo del vídeo digital.

Tras la elaboración del estudio son varias las conclusiones que se extraen. En primer lugar, destacar, como ya se ha mencionado con anterioridad, la velocidad con la que la tecnología avanza. Esta celeridad con la que se suceden los avances tecnológicos es tal que los profesionales del medio deben estar en una constante actualización tecnológica para mantener su competitividad frente a otros trabajadores. Esto se hace patente en la incesante aparición de nuevas actualizaciones de los *softwares* de corrección de color por parte de las compañías que los desarrollan.

Por otro lado, también destacar que esta situación de continuo avance tecnológico de forma desenfrenada ha supuesto la aparición de una cantidad ingente de formatos de vídeo de características similares, lo cual se puede apreciar en la cantidad de formatos RAW que existen; cada fabricante de cámara tiene su propio formato RAW: Arriraw (Arri), Cinema DNG (Blackmagic), R3D (Red) o SonyRAW (Sony). Esto también se da en los formatos con compresión, donde encontramos: ProRes (Apple), DNxHD/DNxHR (Avid) o XAVC (Sony). Esta proliferación de gran cantidad de formatos entorpece los flujos de trabajo a la hora de llevar a cabo la corrección de color, así como cualquier fase de la postproducción de vídeo digital, por lo que se debe perseguir una estandarización de formatos de vídeo. A pesar de ello, el desarrollo de nuevos formatos por diferentes compañías genera una mayor competencia que favorece un mayor desarrollo de los mismos.

Este avance tecnológico también lleva a la desaparición de puestos de trabajo. El mejor ejemplo de ello en el campo de la corrección de color es la aparición de los LUTs, ya que éstos sustituyen parte de la función de un colorista. Sin embargo, como se ha comentado, la función del colorista nunca podrá ser sustituida por una máquina, lo cual se debe en gran medida a la gran parte de creatividad que requiere esta tarea.

En cuanto a las aportaciones personales que ha originado llevar a cabo este trabajo debemos incluir el que fuera el principal objetivo planteado por el mismo, la comprensión del flujo de trabajo de la corrección de color. Este objetivo se introduce dentro de las aportaciones personales debido a que se trataba de un campo de la postproducción digital de vídeo bastante desconocido para mí antes de comenzar con esta investigación. Tras la elaboración de este estudio he conseguido tener una visión global de esta tarea, es por ello que ésta es la principal aportación que ha supuesto realizar este trabajo.

Por otro lado, merece ser destacado el conocimiento adquirido en cuanto a formatos de vídeo y algoritmos de compresión de la señal de vídeo digital. Éste se trata de un campo fundamental a la hora de trabajar con imágenes digitales, ya que el desconocimiento en esta materia puede generar el deterioro de la señal de vídeo. Tras la elaboración de esta investigación he adquirido las competencias necesarias para trabajar con diferentes formatos de vídeo digital y poder extraer de ellos el máximo rendimiento.

Por último, destacar que al realizar este estudio se ha llevado a cabo una aproximación al campo de la corrección de color. Concretamente consiste en una visión limitada de esta tarea ya que se podría llegar a profundizar mucho más en ésta. Es por ello que para concluir disertaremos sobre las posibles futuras líneas de trabajo que pueden llevarse a cabo tras este estudio.

La primera de estas posibles líneas de investigación reside en continuar ahondando en el flujo de trabajo de la corrección de color, es decir, profundizar aún más en los objetivos planteados en esta investigación. Como se ha mencionado anteriormente, con este estudio se ha realizado una aproximación al flujo de trabajo en la corrección de color, pero sería factible extendernos enormemente en cada uno de los apartados analizados.

Otra posible línea de investigación que deriva de este estudio es el análisis en profundidad de los LUTs y las posibilidades que ofrecen a los coloristas. Estos se incluyen en el trabajo de manera bastante superficial, pero debido al impacto que está teniendo en la actualidad merece ser estudiado con detenimiento y profundidad.

Otra de las posibles líneas de investigación se encuentra en el estudio del flujo de trabajo en la corrección de color para integración de elementos 3D o FX, ya que la corrección de color es un elemento fundamental a la hora de integrar elementos creados digitalmente.

## 9 Referencias bibliográficas

Adobe Premiere Pro (Versión CC 2017) [software]. (2017). Obtenido de <http://www.adobe.com/es/products/premiere.html>

*Apple ProRes Libro Blanco*. (2014). Recuperado a partir de [https://www.apple.com/support/assets/docs/products/finalcutpro/Apple\\_ProRes\\_June\\_2014\\_loc\\_es\\_GLOBAL.pdf](https://www.apple.com/support/assets/docs/products/finalcutpro/Apple_ProRes_June_2014_loc_es_GLOBAL.pdf)

ARRI AG. (s. f.-a). ALEXA Classic EV Technical Data. Recuperado a partir de [https://www.arri.com/es/camera/alexa/cameras/camera\\_details/alexa-classic-ev/subsection/technical\\_data/](https://www.arri.com/es/camera/alexa/cameras/camera_details/alexa-classic-ev/subsection/technical_data/)

ARRI AG. (s. f.-b). ALEXA XT Technical Data. Recuperado a partir de [https://www.arri.com/es/camera/alexa/cameras/camera\\_details/alexa-xt/subsection/technical\\_data/](https://www.arri.com/es/camera/alexa/cameras/camera_details/alexa-xt/subsection/technical_data/)

*Avid DNxHD Technology*. (2012). Recuperado a partir de <http://www.avid.com/~media/avid/files/whitepaper-pdf/dnxhd.pdf?la=es&v20170331132307>

Avid Technology. (2010). *Avid Symphony Effects and Color Correction Guide*. Recuperado a partir de [http://resources.avid.com/SupportFiles/attach/Symphony\\_Effects\\_and\\_CC\\_Guide\\_v5.5.pdf](http://resources.avid.com/SupportFiles/attach/Symphony_Effects_and_CC_Guide_v5.5.pdf)

*Avid Symphony Color Correction Guide*. (2003). Recuperado a partir de [http://resources.avid.com/SupportFiles/attach/SymCC\\_v4\\_7.pdf](http://resources.avid.com/SupportFiles/attach/SymCC_v4_7.pdf)

Adobe. (2015). *Ayuda de Adobe Speedgrade CC*. Recuperado a partir de [https://helpx.adobe.com/es/pdf/speedgrade\\_reference.pdf](https://helpx.adobe.com/es/pdf/speedgrade_reference.pdf) *Ayuda de Adobe*

Bartolomé, A. (2003). Vídeo digital. *Comunicar*, (21). Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=15802106>

Baselight (Versión 4.4.7517) [software]. (2015). Obtenido de <https://sites.fastspring.com/filmight/product/bltriallicence?member=new>

Blackmagic Design. (s. f.-a). Blackmagic Pocket Cinema Camera. Recuperado a partir de



<https://www.blackmagicdesign.com/es/products/blackmagicpocketcinemacamera>

Blackmagic Design. (s. f.-b). Blackmagic URSA Mini Pro. Recuperado a partir de <https://www.blackmagicdesign.com/es/products/blackmagicursaminipro>

Blackmagicdesign. (2017). *Reference Manual DaVinci Resolve 14*. Recuperado a partir de [http://documents.blackmagicdesign.com/DaVinciResolve/20170424-d01b5c/DaVinci\\_Resolve\\_14\\_Reference\\_Manual.pdf](http://documents.blackmagicdesign.com/DaVinciResolve/20170424-d01b5c/DaVinci_Resolve_14_Reference_Manual.pdf)

Burch, N. (1991). *El tragaluz del infinito: Contribución a la genealogía del lenguaje cinematográfico*. Madrid: Cátedra.

Castillo, P. Á. C. (1999). *Codificación y transmisión robusta de señales de vídeo MPEG-2 de caudal variable sobre redes de transmisión asíncrona ATM*. Cuenca: Univ de Castilla La Mancha.

Cobo, M. (2012). Color Correction 101: Introducción. Miguel Cobo Recuperado a partir de <http://miguelcobo.com/blog/2012/10/color-correction-101-introduccion/>

Crémy, C. (1996). Estimación del movimiento intraframe y su aplicación a la compresión de secuencias de imágenes: una introducción. Informes Técnicos CIEMAT, 811.

DaVinci Resolve 12: una herramienta para postproducción de vídeo... muy en serio. (2015). Panorama Audiovisual Recuperado a partir de <http://www.panoramaaudiovisual.com/2015/10/09/davinci-resolve-12-una-herramienta-para-postproduccion-de-video-muy-en-serio/>

DaVinci Resolve (Versión 14) [software]. (2017). Obtenido de <https://www.blackmagicdesign.com/es/products/davinciresolve/#>

FilmLight. (2014). *Baselight software*. Recuperado a partir de <https://www.filmlight.ltd.uk/pdf/datasheets/FL-BL-DS-0615-BLSoftware.pdf>

Final Cut Pro (Versión 10.3.3) [software]. (2017). Obtenido de <https://www.apple.com/es/final-cut-pro/trial/>

Freed, A. (Productor). Donen, S. Kelly, G. (Director). (1952). *Singin' in the Rain*. EU: metro goldwyn mayer.

Friesen, J. (2011). ¿Qué es un LUT? Technicolor CineStyle para Canon DSLR. Cine digital. Recuperado a partir de <http://www.cinedigital.tv/%C2%BFque-es-lut-technicolor-cinestyle-para-canon-dslr/>

Garcia, G. (2013). Rango Legal Vs Rango Extendido. Director de fotografía. Recuperado a partir de <https://directordefotografia.wordpress.com/2013/01/14/rango-legal-vs-rango-extendido/>

Guy, A. (Directora). (1900). *Le départ d'Arlequin et de Pierrette*. Francia: Société des Etablissements L. Gaumont

Hullfish, S., & Fowler, J. (2008). *Color Correction for Video, Second Edition: Using Desktop Tools to Perfect Your Image* (2 edition). Amsterdam ; Boston: Focal Press.

Humanes, E. (2012). Nueva versión de Baselight. 709 Media Room. Recuperado a partir de <https://www.709mediaroom.com/nueva-version-de-baselight/>

Hurkman, A. V. (2013). *Color Correction Handbook: Professional Techniques for Video and Cinema* (2 edition). San Francisco: Peachpit Press.

Hurkman, A. V. (2013b). *Color Correction Look Book: Creative Grading Techniques for Film and Video*. Peachpit Press.

Jones, S. B. (2004). *Correccion De Color Para Edicion De Video No Lineal*. España: Escuela Cine Y Video.

Kindem, G. (1981). The Demise of Kinemacolor: Technological, Legal, Economic, and Aesthetic Problems in Early Color Cinema History. *Cinema Journal*, pp. 3-14.

Lavín, M. (2012). RAW I: ¿ME PUEDE DECIR ALGUIEN QUÉ ES UN ARCHIVO RAW? Norender. Recuperado a partir de <http://www.norender.com/raw-i-me-puede-decir-alguien-que-es-un-archivo-raw/>

Lavín, M. (2013a). PREPARACIÓN DE UN PROYECTO EN EDICIÓN PARA LLEVARLO A CORRECCIÓN DE COLOR. Norender Recuperado a partir de <http://www.norender.com/preparacion-de-un-proyecto-en-edicion-para-conformarlo-en-correccion-de-color/>

Lavín, M. (2013b). RAW VS LOG. CUESTIONES PRÁCTICAS. Norender. Recuperado a partir de <http://www.norender.com/raw-vs-log-cuestiones-practicas/>

Lavín, M. (2014). DIFERENCIAS ENTRE UNA GAMMA LINEAL, UNA GAMMA LOG Y UN REC. 709. Norender. Recuperado a partir de <http://www.norender.com/diferencias-entre-una-gamma-lineal-una-gamma-log-y-un-rec-709/>

López, E. P. (2000). *La calidad y sus medidas en la señal de televisión*. Madrid, España: Instituto Rtve.

López, M. (2012). SpeedGrade CS6: primeras impresiones. Digital frozen. Recuperado a partir de <http://digitalfrozen.com/2012/04/speedgrade-cs6-primeras-impresiones/>

Luijk, G. (2007). QUÉ ES EL RANGO DINÁMICO. Guillermo Luijk. Recuperado a partir de <http://www.guillermoluijk.com/article/digitalp02/index.htm>

Machado, T. (1990). *Sistemas de televisión clásicos y avanzados*. Madrid: Instituto Rtve.

Machado, T. (2004). *TELEVISIÓN DIGITAL*. Madrid. Instituto Rtve.

Mamer, B. (2008). *Film Production Technique: Creating the Accomplished Image, 5th*. Cengage Learning.

Media Composer (Versión 7.0.3) [software]. (2017). Obtenido de <http://www.avid.es/es/media-composer>

Méliès, G. (Director). (1902). *Le Voyage dans la lune*. Francia: Star Film

Misek, R. (2010). *Chromatic Cinema: A History of Screen Color*. Hoboken: John Wiley & Sons.

Molina-Siles, P. (2013). El color en los comienzos del cine. De la aplicación manual al Technicolor. Libro de Actas del X Congreso Nacional del Color. Valencia.

Ochoa Hernandez, C. (2009). *SISTEMAS DE CODIFICACIÓN Y TRANSMISIÓN DE TELEVISIÓN A COLOR, VIDEO Y AUDIO*. (Tesis doctoral) Instituto Politécnico Nacional, Mexico DF. Recuperado a partir de <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/7569/ice%20269.pdf?sequence=1>

Ochoa, L. (2012). Tutorial: Ventajas del corrector de color Avid Symphony. 709 Media Room. Recuperado a partir de <https://www.709mediaroom.com/ventajas-del-corrector-de-color-avid-symphony/>

Ochoa, L. (2013). ¿Qué hace un colorista audiovisual? 709 Media Room. Recuperado a partir de <https://www.709mediaroom.com/que-es-un-colorista-2/>

Ochoa, L. y Utray, F. (2016). *Tecnologías para la producción audiovisual en Ultra HD y 4K. Guía 4K 709*. Madrid: Dykinson.

Pathé, C. (Productor). Chomón, S. (Director). (1902). *La fée printemps*. Francia: Pathé Frères

Pathé, C. (Productor). Chomón, S. (Director). (1907). *Les oeufs de Pâques*. Francia: Pathé Frères

RED. (s. f.-a). RED EPIC-W 8K S35. Recuperado a partir de <http://www.red.com/products/epic-dragon#overview>

RED. (s. f.-b). RED ONE. Recuperado a partir de <http://www.red.com/products/red-one>

RED. (s. f.-c). WEAPON 6K. Recuperado a partir de <http://www.red.com/products/weapon-6k>

Selznick, D. (Productor). Fleming, V. Cukor, G. Wood, S. (1939). *Gone With the Wind*. EU: Selznick International Pictures / Metro-Goldwyn-Mayer

Shipsides, A. (2012). Una explicación de los formatos, Raw, Log y Vídeo Descomprimido. Cine digital. Recuperado a partir de <http://www.cinedigital.tv/una-explicacion-de-los-formatos-raw-log-y-video-descomprimido/>

Smith, G. (Director). (1908). *A visit to the Seaside*. UK: Natural Colour Kinematograph Co.

Slide, A. (2000). *Nitrate Won't Wait: A History of Film Preservation in the United States*. McFarland.

Sony Corporation. (s. f.-a). F65. Recuperado a partir de <https://www.sony.es/pro/product/broadcast-products-camcorders-digital-motion-picture-camera/f65/overview/>

Sony Corporation. (s. f.-b). PMW-F5. Recuperado a partir de <https://www.sony.es/pro/product/broadcast-products-camcorders-digital-motion-picture-camera/pmw-f5/>

Sony Corporation. (s. f.-c). PMW-F55. Recuperado a partir de <https://www.sony.es/pro/product/broadcast-products-camcorders-digital-motion-picture-camera/pmw-f55/specifications/>

Speedgrade (Versión CC) [software]. (2017). Obtenido de <http://www.adobe.com/es/creativecloud.html?promoid=ZP46FD38&mv=other>

Symphony (Versión 8.5.0) [software]. (2016). Obtenido de <http://www.avid.com/es/products/media-composer-symphony-option>

Tejero Rodríguez, A. (2015). *CORRECCIÓN DE COLOR Y ETALONAJE EN ADOBE PREMIERE PRO DESDE CERO*. (Trabajo fin de grado). Universidad de Extremadura, Badajoz.

Utray, F. (2015). *El flujo de trabajo de la corrección de color en postproducción audiovisual*. Madrid: Dykinson.

Vega, C. P., & Maza, J. M. Z. S. de la. (2003). *Fundamentos de televisión analógica y digital*. Santander: Ed. Universidad de Cantabria.

Watkinson, J. (2008). *The Art of Digital Video* (4 edition). Amsterdam ; Boston: Focal Press.