

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE GANDÍA

GRADO EN COMUNICACIÓN AUDIOVISUAL

---



## **“Innovaciones tecnológicas en la filmación de video de una carrera de motociclismo.”**

***TRABAJO FINAL DE GRADO***

Autor/a:

**Roberto Sánchez López**

Tutor/a:

**Antoni Josep Canós Marín**

***Gandía, 2018***

## RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

### Resumen:

Este trabajo es un análisis de la evolución y desarrollo de las tecnologías audiovisuales para la captación de imágenes en formato de video en eventos deportivos, haciendo especial hincapié en las tecnologías de los últimos años y futuros.

La primera parte del trabajo se centrará en hablar sobre la historia, antecedentes y actualidad, mientras que la segunda mitad tratará sobre las novedades que han surgido hace relativamente poco y las innovaciones que están por llegar, incluyendo algunas ideas propias sobre posibles nuevas tecnologías o aplicaciones de las mismas inexistentes a día de hoy en particular en el ámbito del motociclismo.

Palabras clave: Motociclismo, cámaras, tecnología audiovisual, producción audiovisual de eventos deportivos.

---

### Abstract:

This work is an analysis of the evolution and development of audiovisual technologies for the filming of images in video format at sporting events, with special emphasis on the technologies of recent and future years.

The first part of the work will focus on talking about history, background and current affairs, while the second half will deal with the innovations that have emerged relatively recently and the innovations that are about to come, including some own ideas on possible new technologies or applications of the same nonexistent today in particular in the field of motorcycling.

Key words: Motorcycling, cameras, audiovisual technology, audiovisual production of sporting events.

# ÍNDICE

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE.....	1
CAPITULO 0: Objetivos y estructura del trabajo .....	3
• Interés y elección del tema .....	3
• Objetivos .....	3
• Estructura del trabajo.....	3
CAPITULO I: Antecedentes de las tecnologías de filmación y recreación de video en eventos deportivos .....	5
CAPITULO II: Tipos de cámaras, soportes y sistemas de tratamiento y representación de imágenes e información actuales en eventos deportivos y retransmisiones de motociclismo.....	13
Cámaras.....	13
Estabilizadores .....	18
Soportes .....	18
Sistemas de tratamiento y representación de imágenes e información .....	29
CAPITULO III: Un ejemplo real de la aplicación de la tecnología de filmación de video en una carrera de motociclismo en la actualidad .....	34
CAPITULO IV: Innovaciones propuestas .....	40
CAPITULO V: Conclusión .....	45
Bibliografía.....	47

## CAPITULO 0: Objetivos y estructura del trabajo

- **Interés y elección del tema**

En este TFG “Innovaciones tecnológicas en la filmación de video de una carrera de motociclismo” convergen dos grandes pasiones propias, por un lado el audiovisual enfocado en la parte que más me interesa y me gusta desde que comencé el grado universitario, la cámara y su operación y más aún en concreto en el ámbito deportivo ya que aquí se juntan el deporte con el audiovisual; por otro lado se encuentra el motociclismo, deporte que admiro, parte de mi vida y que vivo con gran fervor.

- **Objetivos**

El objetivo general de este trabajo es arrojar luz al dispositivo audiovisual que se despliega en el deporte en cuanto a cámaras y tecnologías relacionadas con la imagen, desarrollando su evolución desde los inicios hasta el día de hoy además de una visión de cara al futuro y del cual se desprenden el resto de objetivos que resumo a continuación:

- Indicar las nuevas tecnologías que se están desarrollando en el campo audiovisual del deporte, que aún no están siendo utilizadas y/o son desconocidas por el público.
- Exponer de forma concisa las tecnologías audiovisuales de filmación de video empleadas a día de hoy en el motociclismo.
- Mostrar nuevas aplicaciones de esta tecnología en una carrera de motociclismo, bien adaptando una tecnología que no se utiliza en este campo en concreto o bien con un aporte innovador que todavía no se haya desarrollado en ningún ámbito.

- **Estructura del trabajo**

Este trabajo se divide en dos partes. Una primera en la que se habla del contexto histórico de filmación audiovisual a nivel deportivo general lo que nos permite situarnos, así como una gran muestra de la actual tecnología aplicada en la filmación en eventos deportivos, mientras que en la segunda se centra más en el campo del motociclismo, mostrando como se aplica esa tecnología anteriormente mencionada de forma práctica en un evento concreto de dicho deporte, además para finalizar se muestran posibles avances relacionados con la filmación en este evento deportivo.

Más en concreto, este documento consta de un capítulo preliminar más cinco capítulos, cuyo contenido se resume a continuación.

En el Capítulo I se resume la evolución de la tecnología audiovisual aplicada al deporte hasta la actualidad.

El Capítulo II se centra en la tecnología audiovisual actual utilizada en eventos deportivos, fundamentalmente en una retransmisión de motociclismo.

En el Capítulo III describe cómo se lleva a cabo actualmente la captación de imagen en un evento de motociclismo real mostrando entre otras cosas los recursos utilizados, tipos de cámaras y soportes, planos con la ubicación en el circuito, etc.

En el Capítulo IV se presentan algunas ideas propias, las cuales son innovaciones tecnológicas basadas en la reconversión y/o combinación de las tecnologías actuales expuestas en el “capitulo II” aplicadas a la retransmisión y filmación de carreras de motociclismo.

A modo de cierre de toda la información presentada y como conclusión, en el Capítulo V se destacan los aspectos más relevantes de este TFG con reflexiones y se plantean nuevas dudas y propuestas sobre el avance de la tecnología en esta materia y las múltiples aplicaciones y funciones que tienen y están por llegar.

## CAPITULO I: Antecedentes de las tecnologías de filmación y recreación de video en eventos deportivos

En el mundo del deporte el futbol es de todos el que tiene más seguidores en todo el mundo y es en este donde encontramos la primera retransmisión por TV de un evento deportivo de la historia, exactamente en 1938 cuando la BBC<sup>1</sup> retransmitió la final de la Copa Inglesa entre el Preston North End y el Huddersfield.



*Ilustración 1. Empson Derby de 1937*

Esta sería la primera retransmisión abierta al público a través de la TV ya que hay que contar con un antecedente previo sucedido en las Olimpiadas de Berlín de 1936 cuando el servicio alemán de televisión transmitió partes de los momentos más relevantes del atletismo pero únicamente en salones privados para un pequeño número de personas. Este último evento contó con dos cámaras electrónicas con distintos tipos de iconoscopios<sup>2</sup>.



*Ilustración 2. Cámara iconoscópica de los Juegos de Berlín de 1936*

Desde los inicios de la televisión en el deporte, para su retransmisión, se utilizaba la modulación de frecuencia la cual es una técnica de modulación que permite transmitir información a través de una onda portadora variando su frecuencia, es decir, permite enviar la señal de televisión de un lugar a otro mediante ondas hercianas. Las emisiones hercianas se basan en la modulación de la señal de vídeo en unas ondas que se propagan en la atmósfera por medio del espectro de radiofrecuencia. Esto se realizaba mediante un modulador, cuya función es la de convertir una señal eléctrica (la señal de

---

<sup>1</sup> Servicio público de radio y televisión del Reino Unido.

<sup>2</sup> Antecesor de las cámaras de TV actuales.

vídeo) en una onda electromagnética que transporta la información a larga distancia (onda portadora). Cuando la onda portadora llega al televisor a través de la antena, el sintonizador lleva a cabo la operación inversa. Este mismo sistema de modulación de señal de vídeo es el utilizado en sus inicios para la conexión inalámbrica de las cámaras ENG mediante antenas RF con las unidades de producción para corta distancia. Este tipo de tecnología es analógica.

En 1948 en los JJOO de Londres los tubos de cámara iconoscopios habían sido sustituidos por los tubos de imagen CPS Emitron y las cámaras estaban equipadas con tres objetivos. En esta época los rótulos se captaban directamente con las cámaras.

En la década de los años 50 las cámaras estaban ya equipadas con tubos orticón-imagen, estos eran una generación de tubos de cámara adecuados para la captación de imágenes en el exterior.



*Ilustración 3. Cámara Orticón de 1950*

En España el primer evento deportivo retransmitido por televisión fue un partido de baloncesto disputado el 19 de agosto de 1948, esta retransmisión fue de prueba y gracias a las cámaras de tubo “orticón”. Pese a que esta fuera la primera aunque fuera de prueba, la que se reconoce como originaria es la retransmisión del encuentro de fútbol que enfrentó al Real Madrid y al Racing de Santander el 24 de octubre de 1954 a través de TVE. En este momento en las retransmisiones deportivas ya se contaba con 3 cámaras de la marca “Marconi”, una mesa de sonido por retransmisión y una unidad móvil PYE<sup>3</sup>.



*Ilustración 4. Unidad móvil PYE de TVE de 1962*

---

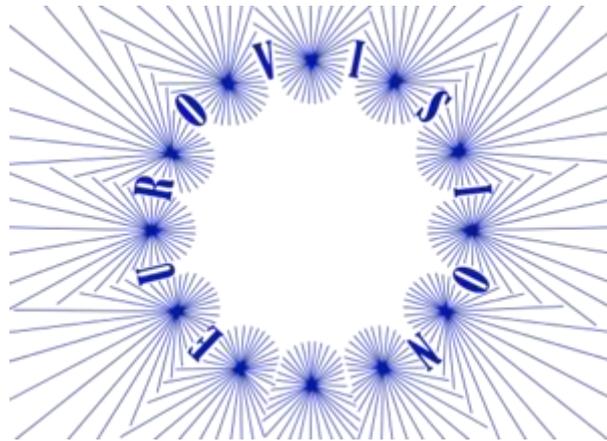
<sup>3</sup> Compañía inglesa de soporte audiovisual.

No es hasta 1958 cuando las retransmisiones aumentan a 4 cámaras y cuando se realiza la primera retransmisión de un partido de fútbol íntegro y en directo, puesto que todo lo anterior habían sido grandes reportajes con las mejores jugadas. Es también en 1958 cuando comienzan a retransmitirse en España otros eventos deportivos como el motociclismo.

En esta época llegó una importante innovación tecnológica en el campo de la producción, esta fue la grabación magnética de las señales de televisión mediante el magnetoscopio de 2 pulgadas, ya que anteriormente se utilizaba el kinescopio<sup>4</sup>. Esto supuso que el montaje pasara de algo mecánico a un sistema más electrónico.

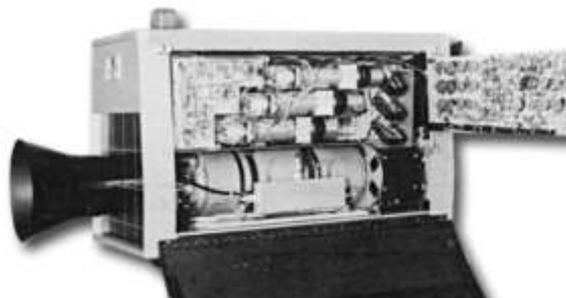
El primer salto de evolución tecnológica no llegaría hasta 1961 cuando apareció en EEUU el primer sistema "slow motion" conocido como "VTX", la cual permitió por primera vez la repetición de acciones a cámara lenta para que la audiencia televisiva pudiera deleitarse con esta nueva tecnología.

Todo lo anteriormente comentado se retransmitía a nivel nacional a excepción del Campeonato Mundial de fútbol de 1954 en Suiza, el cual pudo ser retransmitido a toda Europa a través de la creación de Eurovisión<sup>5</sup>. Es ya en 1966 en el Campeonato Mundial de Inglaterra cuando se realiza la primera retransmisión deportiva a escala mundial.



*Ilustración 5. Logo Eurovisión*

La primera emisión a color nace en Estados Unidos en 1953 con una cámara RCA TK 42X, pero en un evento deportivo es en 1964 en los JJOO de Tokio se comenzaron a utilizar cámaras y televisión a color equipadas con tubos orticón-imagen muy voluminosas.



*Ilustración 6. Cámara RCA TK 42X frontal*

---

<sup>4</sup> Aparato cuyo funcionamiento consistía en la grabación de un producto audiovisual mediante la filmación de un monitor de vídeo.

<sup>5</sup> También conocido como Unión Europea de Radiodifusión, es una organización internacional de radiodifusoras de servicio público.

Esto evolucionó en las siguientes Olimpiadas de México con las cámaras equipadas con los tubos plumbicón que hacían de estas que fueran mucho más ligeras lo que abrió un nuevo camino en las cámaras portátiles para usar en exteriores.

En la siguiente década, en los años 70, se avanza en aspectos como es el del aumento de cámaras en los eventos deportivos llegando hasta cinco cámaras y la normalización de la utilización de la repetición, especialmente para la aclaración de jugadas dudosas. Además en 1969 se instala el primer generador de caracteres que permite sobreimpresionar en pantalla textos. En esta década comienzan a aparecer las cámaras portátiles instaladas en vehículos conocidas como “autocámaras”<sup>6</sup>.

En los Juegos Olímpicos de Múnich de 1972 se utilizan por primera vez cámaras robotizadas y magnetoscopios de banda alta para la grabación y retransmisión en color.

En 1976 se crea la “steadicam” pero no será hasta la década de los 90 cuando inicie su andadura en los eventos deportivos ya que su creación surge enfocada al ámbito cinematográfico.



*Ilustración 7. Steadicam de 1976 en la filmación de la película "Rocky"*

En la década de los 80 el número de cámaras aumenta a seis y su distribución en el campo ya comienza a ser más similar a la que hoy conocemos: 3 en las gradas, dos en los fondos y algo que es revolucionario como es el uso de una cámara para captar el ambiente del público situándola tanto a pie de campo como en las gradas.

A partir de 1980 comenzó a desarrollarse un sistema de transmisión de información con mayores ventajas que el empleado hasta el momento como eran las antenas con modulaciones analógicas tradicionales. Este sistema mejorado son los radioenlaces, estos eran capaces de transmitir la señal a mucha mayor distancia que la tecnología anterior, mientras que los radioenlaces podían cubrir miles de kilómetros de distancia, los moduladores y antenas tradicionales cubrían por los 40 kilómetros aproximadamente, por lo que necesitaban de varios repetidores. Los radioenlaces transmiten microondas, las cuales son ondas electromagnéticas de altísima frecuencia. Esta señal puede ser analógica o digital, esto último es lo que supone un gran avance. Estos sistemas de frecuencia modulada de microondas proporcionaban unas conexiones más potentes, rápidas, flexibles y económicas frente a las anteriores.

---

<sup>6</sup> También llamadas “camera car” o “camcar”.

Es en 1985 cuando aparece el primer precedente de las cámaras "on board"<sup>7</sup> cuando Randy Mamola<sup>8</sup> instala en su motocicleta una cámara de kilo y medio de peso cuyo montaje ocupaba parte del depósito de gasolina. En este mismo año se crean prototipos de cámaras equipadas con CCD<sup>9</sup> lo que permite una reducción del tamaño de las cámaras manteniendo la calidad de imagen, lo que sería el inicio de las videocámaras personales y de las cámaras deportivas. A finales de la década existe una mejora sustancial en los magnetoscopios y en los sistemas gráficos por ordenador junto con los generadores de caracteres.



*Ilustración 8. Izq: Cámara "on board" 2015. Der: Cámara "on board" 1985 equipada en la motocicleta de Randy Mamola*

Es ya en 1992 en los Juegos Olímpicos de Barcelona cuando entran en escena dos revoluciones innovadoras. Por una parte la utilización de cámaras CCD y por otra la adopción de magnetoscopios digitales. Las cámaras CCD junto con la robótica<sup>10</sup> permitieron un avance que hizo posible la creación de cámaras que ampliaron la cobertura a nivel de realización televisiva con grúas, soportes como la peseta, etc. A partir de este año muchos eventos deportivos pasaron a la televisión en alta definición.

En este mismo año otro hito importante en la historia de las retransmisiones en directo en el audiovisual aparece junto a la estandarización del digital frente al analógico, me refiero al códec o compresión de video, con la aparición del formato .AVI. Un códec es un programa, dispositivo hardware o algoritmo capaz de codificar o decodificar una señal o flujo de datos digitales. Los códec permiten reducir de forma significativa el flujo de datos por medio de la compresión/descompresión de datos de video. Esta tecnología aparece debido a la necesidad de retransmitir de forma fluida las imágenes que captan las cámaras pero que debido a la calidad que poseen, y por lo tanto a su peso, hace inviable que esto se realice correctamente. El códec lo que permite es la reducción de peso de estas imágenes mediante la compresión y de forma inversamente proporcional un aumento de transmisión de imágenes a través de la misma velocidad de transmisión. A partir de los 90, se han ido desarrollando y estandarizando códec cada vez más potentes y complejos que han ido mejorando la relación calidad/tasa binaria pero a la vez requiriendo equipos con cada vez mayor capacidad de cálculo.

<sup>7</sup> Cámaras instaladas en la carrocería o carenado de los vehículos.

<sup>8</sup> Expiloto de motociclismo de velocidad estadounidense.

<sup>9</sup> Sensor de imagen empleado en las cámaras profesionales o de alta calidad.

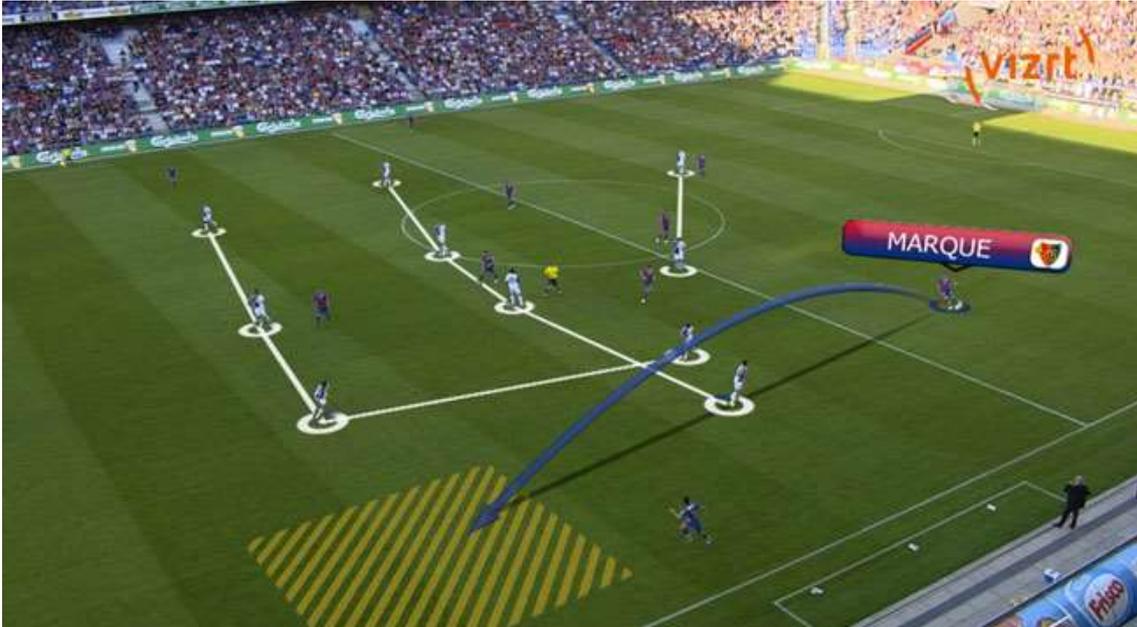
<sup>10</sup> Rama de ciertas ingenierías que se ocupa de las diferentes fases de creación de los robots.

A finales de los años 90 tuvo lugar una de las mayores revoluciones tecnológicas en referencia a las retransmisiones deportivas que vino de la mano de la empresa belga EVS. El denominado sistema EVS se trata de un sistema digital que captura la imagen en varios discos duros y no en cinta mediante magnetoscopios como se venía haciendo tradicionalmente, con lo cual el acceso a la imagen es prácticamente instantáneo y permite al operador lanzar o mostrar en vivo un determinado momento de lo capturado sin dejar de grabar lo que sigue sucediendo ante las diversas cámaras. Han supuesto un avance tecnológico fundamental tanto desde el punto de vista de la realización en directo como del diseño de las unidades móviles puesto que el sistema EVS era más ligero y menos voluminoso que los clásicos magnetoscopios utilizados anteriormente. Además actualmente sus servidores de producción permiten la creación, edición, intercambio y reproducción de audio y video, todo ello en vivo lo cual es la verdadera revolución. El sistema EVS presenta recursos interesantes como la división de pantalla, herramienta que permite la presentación de dos secuencias sincronizadas y hasta 64 fuentes de video en un mismo monitor de forma no sincronizada.

Otra herramienta útil para la producción deportiva de este sistema es el *Telestrator*. Permite dibujar y marcar imágenes gráficas sobre la imagen real, una versión moderna de los generadores de caracteres. Una jugada puede ser analizada con la utilización de una amplia variedad de elementos gráficos como círculos, flechas y líneas. Estos recursos sirven para establecer trayectorias, indicar estrategias, anticipar jugadas, etc., mediante la incorporación de una tabla de digitalización. Este sistema también cuenta con la función de seguimiento de objetivos mediante el uso de círculos, resaltados o una lupa. Es un sistema simple de seguimiento de los deportistas o las acciones, basado en cuadros de referencia.



*Ilustración 9. Sala de producción con sistema EVS*



*Ilustración 10. Funcionamiento gráfico con la herramienta Telestrator*

A lo largo del siglo XX con el avance de la robótica aparecen numerosos tipos de cámaras y se produce un vertiginoso aumento en la década de los 90 tanto en el número de cámaras presentes en los eventos deportivos como puede ser la “omnicam”, “cablecam”, etc. así como en la calidad de imagen, aspectos que continuarán en los años venideros pertenecientes ya al siglo XXI. También se han desarrollado avances tecnológicos como es el “ojo de halcón” utilizado sobretodo en partidos de tenis. Uno de los avances que se deben a lo anteriormente citado en cuanto a la calidad de imagen es el paso del HD<sup>11</sup> o alta definición al FULL HD<sup>12</sup> o 1080 y como hemos comentado, estos avances aumentan su velocidad exponencialmente en relación con el tiempo que pasa viéndonos en la actualidad con una calidad de imagen llamada ULTRA HD<sup>13</sup> o 4K, la cual ha aparecido en 2014 y ya está estandarizada en la producción y captación de eventos de diversos ámbitos incluyendo claramente entre estos los deportivos. También en los últimos años han proliferado los sistemas de recreación 3D, realidad virtual, visión 360°, repeticiones 360, etc. Todas estas nuevas tecnologías presentes a día de hoy y que siguen desarrollándose, serán tratadas y expuestas en el siguiente capítulo.

En la actualidad en cuanto a la cantidad de cámaras presentes en un evento deportivo el número es muy dispar dependiendo del deporte según su popularidad y seguimiento por parte del público, incluso dentro de un mismo deporte según quien o que equipo esté, contará con mayor cobertura visual y técnica o menos, siempre hablando tanto ahora como a lo largo de la historia de eventos de primer nivel. En esta horquilla nos movemos desde un mínimo por norma general de aproximadamente 6-8 cámaras en deportes minoritarios o con menor rango visual, por tamaño del lugar donde se practica, como podría ser un partido de fútbol sala, hasta un máximo, sin límite claro está, pero

<sup>11</sup> Resolución de 1280x720 píxeles.

<sup>12</sup> Resolución de 1920x1080 píxeles.

<sup>13</sup> Resolución de 3840x2160 píxeles.

que a día de hoy se encuentra en más de 100 cámaras en un evento como la Super Bowl<sup>14</sup> de la NFL<sup>15</sup>.

En cuanto a los avances de retransmisión, aunque las mejoras han sido constantes a lo largo del tiempo, es a partir de 2010 cuando comienza una gran revolución con la aparición de las mochilas de retransmisión inalámbricas. Estas mochilas vienen equipadas con todo lo necesario para retransmitir desde cualquier parte del mundo imagen y sonido en directo siempre que haya cobertura. Se les puede conectar casi cualquier cámara, cuentan con varios módems en los que poder insertar varias tarjetas SIM de las diferentes compañías móviles y de este modo poder retransmitir la señal en directo al centro de producción sin necesidad de antenas o unidades móviles. Estas mochilas han ido evolucionando con los años pasando de la tecnología 3G a la 4G y actualmente a la 5G. Además también se pueden conectar a señales WiFi<sup>16</sup>. Sus principales ventajas son la velocidad de transmisión de señal, su versatilidad en cuanto a libertad de movimientos y lugares a los que puede llegar y su elevado ahorro económico frente a los sistemas de antenas y parabólicas tradicionales y a los radioenlaces.

---

<sup>14</sup> Nombre que se le da al partido final del campeonato de la liga nacional de fútbol americano.

<sup>15</sup> Liga Nacional de Fútbol americano

<sup>16</sup> Es una tecnología que permite la interconexión inalámbrica de dispositivos electrónicos. Los dispositivos habilitados con WiFi pueden conectarse entre sí o a internet a través de un punto de acceso de red inalámbrica.

## CAPITULO II: Tipos de cámaras, soportes y sistemas de tratamiento y representación de imágenes e información actuales en eventos deportivos y retransmisiones de motociclismo

A lo largo de la historia de las cámaras y la tecnología que hay detrás de ellas, el deporte ha estado presente casi desde sus inicios y las enfocadas a este ámbito han ido evolucionando en función de las necesidades del deporte y posibilidades que ofrecía el mismo. Esta evolución también ha ido en las últimas décadas de la mano de la robótica, ofreciendo unos avances que han hecho ir más allá en la cobertura de eventos deportivos, con la creación de novedosos soportes que permiten una amplia gama de planos, movimientos, etc. y en general mejorar la creatividad visual.

Las cámaras empleadas en la cobertura de eventos deportivos suelen ser por norma general cámaras ENG<sup>17</sup> o EFP, sin embargo existe un inmenso abanico de diferentes tipos de cámaras y soportes donde colocarlas. Todas ellas empleadas en eventos deportivos son muy utilizadas en la realización multicámara<sup>18</sup>.

De forma paralela pero con menor tiempo presente en el sector se encuentran las tecnologías enfocadas a la recreación 3D, simulación, realidad virtual, etc. las cuales, han comenzado a formar parte del contenido visual presente en eventos deportivos.

Todo esto se muestra a continuación.

### Cámaras

- **Características generales y cámaras de estudio**

La cámara de video es un dispositivo que captura imágenes convirtiéndolas en señales eléctricas. Las cámaras de estudio constan básicamente de dos partes: cabeza de cámara y estación base. La primera es la parte que se encuentra en el lugar donde ocurren las acciones y está formada por:

- Óptica: sistema de lentes que permiten encuadrar, enfocar, hacer zoom, etc. la imagen en el objetivo.
- Cuerpo de cámara: espacio donde reside una parte (la mínima necesaria) de los instrumentos electrónicos encargados de la captación y la conversión de imágenes.

Mientras que la segunda alberga el resto de los instrumentos electrónicos encargados de la captación y la conversión de imágenes y es la parte que conecta la cámara con el sistema de producción y no necesariamente está junto a la cabeza de cámara, sino que ambas partes están conectadas por un cable multicore<sup>19</sup>, Triaxial<sup>20</sup>, o de fibra óptica<sup>21</sup>.

---

<sup>17</sup> Cámaras de TV de tamaño más reducido que las EFP cuya característica principal es la portabilidad.

<sup>18</sup> Método de filmación en el que varias cámaras son dispuestas y graban simultáneamente.

<sup>19</sup> Cable formado en su interior con múltiples cables hechos de alambre de cobre.

<sup>20</sup> Contiene un conductor central y dos pantallas aisladas entre sí, permitiendo soportar varias funciones en un mismo cable.

<sup>21</sup> Consiste en un hilo muy fino de material transparente por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir.

Además de conectarse mediante este cableado, existe la posibilidad de mandar las señales de forma inalámbrica.

Su funcionamiento es el siguiente: la luz que proviene del exterior es captada por la óptica y descompuesta al pasar por el prisma de espejos de su interior en 3 componentes conocidos como RGB<sup>22</sup>. En la otra cara de cada lado de este prisma se encuentran los captadores llamados sensores los cuales leen la imagen mediante su sistema de muestreo y es conducida a los circuitos preamplificadores.

En los preamplificadores se genera e inserta la señal de prueba llamada calibración, la cual recorre toda la electrónica de la cámara y sirve para realizar un ajuste de la misma. Desde aquí las señales se enrutan a los procesadores donde se realizan ciertas correcciones. Una vez superado este paso, las imágenes ya están listas para salir al sistema de producción o para ser grabadas. Es entonces cuando se envían a los circuitos de visionado, donde la imagen aparece en el visor de la cámara y la transmite mediante los conectores de salida y el cableado correspondiente o sistema inalámbrico a la estación base que a su vez se encargara de redirigir la señal de imagen al sistema de producción.



*Ilustración 11. Cabeza de cámara*



*Ilustración 12. Cámara ENG*

Una alternativa a las cámaras de estudio son las cámaras ENG, más ligeras y de menores prestaciones y pensadas para usarse en exteriores, sin soportes o con soportes muy sencillos y ligeros, pudiendo almacenar las imágenes en la propia cámara o no y conectarse a un sistema de producción.

---

<sup>22</sup> Siglas en inglés referentes al color rojo, verde y azul.

Las cámaras que se van a mencionar de ahora en adelante utilizan el sistema de video digital<sup>23</sup> de alta calidad ya que es el estándar, pero presentan unas características muy particulares que las hacen diferentes.

- **Cámara lenta o “Slow motion”**

Se obtiene tras grabar una acción con un número de fotogramas<sup>24</sup> por segundo superior a la velocidad de proyección, de este modo la escena se reproduce a la misma velocidad pero da la sensación de desarrollarse más lenta ya que durante la grabación el registro fue mucho más rápido. Hegemónicamente las grabaciones se realizan a 24 o 25 *frames* por segundo ya que el ojo humano es capaz de interpretar secuencias de hasta 25 fps<sup>25</sup> como algo continuo, es por ello que para la captación de imágenes en “slow motion” se utilizan cámaras que pueden incluso llegar hasta los 30.000 fps, es decir, donde una cámara normal graba 24 imágenes por segundo, esta grabaría 30.000 imágenes por segundo, lo que permite que a la hora de ralentizar la imagen, no haya cortes o parones y sea totalmente fluida.

Esta velocidad se consigue gracias a la alta sensibilidad de los sensores de las cámaras, capaces de capturar la luz en menor tiempo.

Su uso en el deporte es en las repeticiones de las acciones o jugadas más destacadas.

- **Minicámara**

La aparición de este tipo de cámaras vino dado con el desarrollo de los sensores CCD principalmente junto con el desarrollo de la tecnología en su conjunto ya que permite la reducción de tamaño de los elementos básicos de una cámara sin perder calidad de imagen.

Para ello la estructura de estas cámaras se reduce a lo esencial como una óptica de distancia focal<sup>26</sup> fija que usualmente es gran angular<sup>27</sup>, diseño simplificado en cuanto al manejo y sistema CCD. Por norma general, al utilizarse mayormente de forma portátil, este tipo de cámaras funcionan con batería, aunque también pueden conectarse directamente a una fuente de energía externa o a la red eléctrica y poseen un espacio para el almacenamiento de imágenes o transmisión de señal de forma inalámbrica.

En el mundo del deporte estas cámaras se utilizan tanto a nivel particular como profesional. En el ámbito de retransmisiones deportivas su uso es variopinto, un ejemplo de ello son las cámaras “on board” en MotoGP o Formula1, las cámaras POV o “refcam” en rugby, todas ellas explicadas más adelante.



*Ilustración 13. Minicámara*

---

<sup>23</sup> Es una representación de imágenes en movimiento en la forma de datos digitales codificados, a diferencia del video analógico que representa estas imágenes mediante señales analógicas.

<sup>24</sup> Imagen cinematográfica considerada aisladamente. Es lo mismo que *frame*.

<sup>25</sup> Abreviatura de “frames por segundo”.

<sup>26</sup> Es la distancia entre el centro óptico de la lente y el foco.

<sup>27</sup> Objetivo cuya distancia focal es menor a un objetivo normal, resultando un ángulo de visión mayor al de la visión humana.

- **Subacuática**

Permiten captar imágenes submarinas con gran nitidez gracias a la posibilidad de realizar los mismos ajustes que con una cámara normal pero bajo el agua y también al desarrollo tecnológico con la aparición de cámaras Full HD para este sector. Los controles de estas cámaras pueden ser tanto remotos desde la superficie más dirigidos a eventos náuticos o competiciones de velocidad deportiva como directamente en la cámara para actividades más contemplativas como podría ser el esnórquel<sup>28</sup> o el buceo. A día de hoy a nivel usuario, las cámaras subacuáticas y las minicámaras suelen estar homogeneizadas, es decir, una misma cámara se puede utilizar para ambas funciones. En un nivel más profesional existen cámaras especializadas para obtener una imagen más estándar dentro del agua la cual no se diferencia de una cámara de exterior. Un ejemplo serían las cámaras situadas en el interior de las piscinas en las competiciones de natación.

Algunas dificultades técnicas que han tenido que solventar estas cámaras son por ejemplo la presión elevada que se incrementa de manera proporcional a la profundidad en la que se encuentran, lo cual podría ocasionar graves daños. Otra sería el empleo de sofisticados equipos de iluminación debido que a mayor profundidad mayor es la falta de luz del entorno y la aparición del efecto de filtrado selectivo de los colores, por lo que con estos equipos se consigue restaurar la coloración original.

La difracción del agua también hace que la longitud focal aumente, dificultando así la buena toma de imágenes.

Una variante es la cámara periscópica, empleada para captar acciones a nivel del agua. En esta cámara lo único que debe introducirse en el agua es la lente. Esta variante permite captar objetos o personas dentro del agua y mostrarnos la parte subacuática y la parte exterior simultáneamente a modo de pantalla partida sin distorsionar.



*Ilustración 14. Cámara subacuática*

- **Estereoscópica o 3D**

Este tipo de cámara recibe su nombre por el intento de emular la visión estereoscópica del ser humano ya que al igual que las personas contamos con dos ojos, estas cámaras cuentan con dos objetivos y posteriormente sincronizándolas para así conseguir una imagen en 3 dimensiones creando de este modo el efecto de relieve. Al igual que los ojos humanos, en las cámaras los objetivos suelen colocarse a una distancia entre ellos de unos 65mm.

---

<sup>28</sup> Con este nombre suele referirse al buceo libre realizado con el tubo de respiración esnórquel, del cual recibe su nombre.

Además de esto, tras su captura, las imágenes se emiten a través de visores especiales o proyecciones polarizadas, para crear la ilusión óptica de 3D. Esta tecnología se encuentra en una fase muy inicial dentro del deporte, ya que no se suelen retransmitir muchos eventos en 3D aunque algunos ejemplos podrían ser la liga francesa de fútbol, el Roland Garros<sup>29</sup>, la NFL, etc. aunque siempre emitidos en lugares concretos con tecnología capaz de reproducir ese formato como salas de cine. Su utilidad principal es en el cine.



*Ilustración 15. Cámara estereoscópica*

- **Cámara 360º**

Dentro de este tipo de cámaras podemos encontrar las de nivel usuario que cuentan con 2 objetivos o las de nivel profesional que cuentan desde 4 hasta incluso 17 lentes por cámara.

En las de nivel usuario cada una de las lentes se encuentran situadas a la espalda de la otra y cada una cubre 180º de campo visual; en las profesionales como puede ser la Samsung 360 Round, las lentes están colocadas en forma circular y por parejas además de una más en la parte superior.

El funcionamiento es en parte similar a la tecnología empleada en las cámaras estereoscópicas, la cámara toma una imagen con cada una de las lentes y después el procesador las junta dando como resultado una imagen 360º.

En las profesionales y tomando como ejemplo la anteriormente mencionada se va mas allá puesto que debido a su colocación por parejas se dota a esta cámara de la capacidad de tomar imágenes 360º con más calidad y además en 3D.



*Ilustración 16. Cámara 360º con 2 lentes*

---

<sup>29</sup> Torneo de tenis organizado por la Federación Francesa de Tenis.



*Ilustración 17. Cámara 360º con 17 lentes. Samsung 360 Round*

### Estabilizadores

Antes de entrar en la amplia muestra de soportes, cabe destacar la importante función que realizan los estabilizadores de imagen tanto ópticos como electrónicos, que permiten un excelente resultado en la imagen sobre todo al ser montadas las cámaras en los soportes.

El estabilizador de imagen es el dispositivo encargado de reducir las vibraciones en la captura de una imagen cuando en la toma se producen movimientos no deseados.

Los estabilizadores de imagen ópticos normalmente son un sistema mecánico localizado en el objetivo y en el cuerpo de la cámara, que incorpora dos superficies ópticas flotantes paralelas al interior del objetivo, que actúan como un tipo de prisma flexible. Cuando la cámara se mueve, el movimiento es detectado mediante acelerómetros o giroscopios, y el sistema genera un movimiento en el sistema de lentes de estabilización. Esto altera el ángulo de la luz que atraviesa el prisma y envía la imagen al sensor en la dirección opuesta al movimiento que realiza la cámara, estabilizando la imagen antes de ser procesada.

Por otro lado, los estabilizadores de imagen electrónicos actúan directamente sobre la imagen obtenida en el sensor de la cámara. En este tipo de sistemas, la superficie de la imagen útil es ligeramente menor que la superficie de la imagen. Cuando la cámara se mueve, el encuadre menor se desplaza entre el área mayor del sensor, tratando de compensar el movimiento. El sistema electrónico se encarga de determinar el índice de la fila y la columna de la imagen capturada por el sensor que debe presentarse como primera fila y primera columna de la imagen útil. Aunque la técnica funciona efectivamente cancelando movimientos limitados de cámara, al reducir el área aprovechable del sensor, se sacrifican la resolución, y la claridad de la imagen.

### Soportes

Los soportes para cámaras más utilizados:

- **Trípode**

Es el soporte más utilizado en cualquier tipo de grabación en exteriores. Da altura, firmeza y estabilidad a la imagen ya sea fija o en movimiento, además de todo esto permite su inclinación su que haya movimientos no deseados. Podemos distinguir dos partes de un trípode: la cabeza y los pies.

La cabeza es el lugar del trípode donde se coloca la cámara, normalmente a través de una zapata<sup>30</sup> para una mayor rapidez en el trabajo de poner y quitar la cámara del soporte. En la cabeza también encontramos generalmente un nivel donde podemos observar si el trípode está recto totalmente o inclinado y de esta forma poder corregir cualquier imperfección de este tipo.

Con las diferentes roscas y el mango, la cabeza nos permite rotar tanto en horizontal como en vertical.

Por otra parte encontramos los pies, son los 3 apoyos sobre los que se coloca la cabeza y que soportan la cámara. Estos pies son regulables para variar la altura del mismo. El trípode suele ser de un material ligero para facilitar su transporte.



*Ilustración 18. Trípode*

- **Peseta**

Soporte giratorio de cámara utilizado para posicionarla a pie de campo. Su geometría octogonal le otorga una gran estabilidad, además su reducida altura evita tapar la visión del público situado detrás. Consta de un brazo en el centro para colocar la cámara. Permite realizar panorámicas de seguimiento muy fluidas. Actualmente se les han incorporado asientos para la comodidad del operador.



*Ilustración 19. Peseta*

---

<sup>30</sup> Elemento móvil de anclaje de un soporte que se ensambla en la parte inferior de la cámara.

- **Travelling**

Soporte que consta de dos partes: plataforma o carro y rieles o rail.

La plataforma es el lugar donde se coloca la cámara y el operador<sup>31</sup>, mientras que los rieles es por donde la plataforma se desliza. Su finalidad es la de conseguir un movimiento de travelling<sup>32</sup> (de ahí viene su nombre) lo más estable y limpio posible, evitando de esta manera que al desplazarse de forma veloz la cámara se balancee y oscile. Al deslizarse la plataforma por las vías, railes tubulares o de canalón, el movimiento de la cámara es homogéneo ya que la superficie de contacto es uniforme. Se suele colocar en lugares estrechos y donde la acción que se va a captar es lateral.



*Ilustración 20. Travelling*

- **Omicam**

Este sistema de cámara omnidireccional se trata de un dolly<sup>33</sup> con una cámara montada deslizándose a alta velocidad por un riel o monorraíl de aluminio tanto en línea recta como en curva lo que permite un recorrido total a lo largo de todo el perímetro consiguiendo de este modo perspectivas únicas desde ángulos que los sistemas convencionales de soportes como el trípode no alcanzan. El riel de la omnicam puede instalarse tanto en el suelo como suspendido.



*Ilustración 21. Omnicam instalada en el suelo*



*Ilustración 22. Omnicam instalada en el techo*

<sup>31</sup> Encargado de manejar la cámara.

<sup>32</sup> Movimiento cinematográfico que consiste en desplazar una cámara montada sobre unas ruedas.

<sup>33</sup> Herramienta de rodaje diseñada para realizar movimientos fluidos.

El sistema está operado de forma remota por un panel digital. Desde este se pueden programar movimientos automatizados o directamente se puede controlar mediante un joystick y un pedal.

- **Polecam**

Este soporte es un sistema similar al de una pluma<sup>34</sup>, diseñada para ser manejada por un único operador gracias a su flexibilidad y facilidad y también debido a que estas cámaras suelen ser manejadas de forma remota por el propio operador. En ellas se colocan cámaras de menor tamaño a lo habitual o minicámaras. Es un sistema similar al de una cabeza caliente pero de menor tamaño, peso y envergadura. Consta de un pie y de un brazo, en el extremo superior se coloca la cámara y en el otro el contrapeso para poder realizar sin esfuerzo movimientos suaves.



*Ilustración 23. Polecam*

- **Cabeza caliente**

Se trata de un dispositivo electromecánico en el cual se coloca la cámara, o en algunos modelos la cámara ya viene incorporada, y este permite total libertad de movimientos en todos los ángulos. Es un mecanismo controlado de forma remota ya que por norma general la cabeza caliente va colocada en el extremo de un mástil o grúa. Para diferenciar este sistema de la grúa y no confundirlos es que en la grúa el operador de cámara necesariamente debe estar subido junto a la cámara en el extremo de la pluma para operarla y presenta limitaciones de movimiento en cuanto a angulaciones, mientras que con este sistema el operador está controlándola de forma remota desde abajo. Con el nombre “cabeza caliente” la referencia es al sistema de soporte de la cámara que permite total libertad de movimiento, no a la grúa que lo eleva ya que esta última es una pluma convencional.



*Ilustración 24. Sistema cabeza caliente sin pluma*

---

<sup>34</sup> Mástil de una grúa.



*Ilustración 25. Cabeza caliente*



*Ilustración 26. Cabeza caliente*

- **Grúa**

Soporte que consta de una base y un brazo similar al de la cabeza caliente en cuyo extremo se coloca una plataforma lo suficientemente grande como para instalar un soporte para una cámara, la cámara y el operador de la misma, lo que le permite un control directo.



*Ilustración 27. Grúa*

- **Steadicam**

Consiste en un sistema de estabilización con brazo recto vertical llamado montante tubular con soporte para una cámara que además cuenta con sistema de contrapesos. Para una mayor comodidad y estabilidad cuenta con un brazo elástico-mecánico adosado a un chaleco o arnés. Este soporte dota a la cámara de una increíble estabilidad y fluidez de la imagen ya que se utiliza a modo de “cámara en mano” en diferentes tipos de superficies y con el movimiento del propio operador, lo que genera oscilaciones, vibraciones y balanceos no deseados, este sistema hace que no se den estos problemas. El steadicam cuenta también con estabilizadores electrónicos para una mayor estabilidad, firmeza y suavidad en los movimientos.



*Ilustración 28. Steadicam*

- **Gimbal**

Es un soporte pivotante que permite la rotación de un objeto sobre un solo eje mediante cardanes<sup>35</sup>. Se puede usar un conjunto de tres cardanes, uno montado en el otro con ejes de pivote ortogonales, para permitir que un objeto montado en el cardán más interno permanezca independiente de la rotación de su soporte.



*Ilustración 29. Soporte gimbal con cámara Canon*

---

<sup>35</sup> La suspensión cardán es un mecanismo de suspensión consistente en dos aros concéntricos cuyos ejes forman un ángulo recto, lo cual permite mantener la orientación de un eje de rotación en el espacio aunque su soporte se mueva.

Los cardanes manuales de 3 ejes se usan en sistemas de estabilización diseñados para brindar al operador de la cámara la independencia de la tomas sin la vibración ni el temblor de la cámara. Alimentados por tres motores, los cardanes tienen la capacidad de mantener el nivel de la cámara en todos los ejes a medida que el operador de la cámara mueve la cámara. Una unidad de medición inercial responde al movimiento y utiliza sus tres motores separados para estabilizar la cámara. Con la guía de los algoritmos, el estabilizador es capaz de notar la diferencia entre el movimiento deliberado y el no deseado. Esto permite que la cámara parezca flotar en el aire, un efecto logrado por una Steadicam en el pasado.

- **Camcar**

Los primeros sistemas de este tipo<sup>36</sup> consistían en una camioneta tipo *pick up* a la cual le reforzaban el cajón trasero para que todo el equipo de grabación pudiera realizar su trabajo, pero esto tenía ciertas limitaciones de puntos de grabación y dinamismo en ciertas escenas. Con el avance de la tecnología se ha llegado hasta lo que se utiliza actualmente, esto es un sistema de fijación de cámaras y cabezas calientes sobre vehículos a través de un soporte conocido como “brazo ruso”<sup>37</sup>, es decir, tiene la total libertad de una cabeza caliente montado sobre un vehículo, lo que dota de un gran aumento de posibilidades en cuanto a planos y menor peso por lo que las escenas rápidas pueden ser más espectaculares.

La mayoría del uso que se le da a este tipo de soporte es para cinematografía aunque dentro del mundo del deporte se utiliza en competiciones de ciclismo, atletismo de larga distancia y pruebas deportivas que se desarrollen por carretera. Bien es cierto que se utiliza mayormente motocicletas para estos eventos deportivos.



*Ilustración 30. Camcar*

---

<sup>36</sup> Camioneta empleada generalmente para el transporte de mercancías, y que tiene en su parte trasera una zona de carga descubierta.

<sup>37</sup> Pluma colocada en vehículos controlada de forma remota.



*Ilustración 31. Motocicletas con sistema completo audiovisual de filmación y retransmisión.*

- **Cámara “on board”**

Este tipo de cámara nació exclusivamente para los deportes de motor y de uno de ellos, MotoGP. Es un tipo de cámara de dimensiones reducidas, similar a las minicámaras. Se ubican en las diferentes partes del vehículo ya sea una motocicleta o un coche. El mayor exponente en cámaras “on board” es la empresa Dorna que a su vez es la encargada de retransmitir el mundial de MotoGP, ellos mismos desarrollan la tecnología de sus propias cámaras “on board”. Desde su aparición en 1985 hasta 2010 los avances afectaban en cuanto al tamaño de la cámara y la calidad de imagen, pero desde 2010 ha sufrido varias modificaciones muy relevantes como la incorporación de un giroscopio y la tecnología 360º.

En lo relativo al giroscopio se incorporó un sistema interno a la cámara que le permitía girar en sentido contrario a la inclinación de la motocicleta para así mostrar al público un punto de vista más subjetivo y similar a lo que ven los pilotos. Además actualmente las motocicletas cuentan con hasta 4 cámaras instaladas para tener una total cobertura visual.



*Ilustración 32. Cámara “on board”*

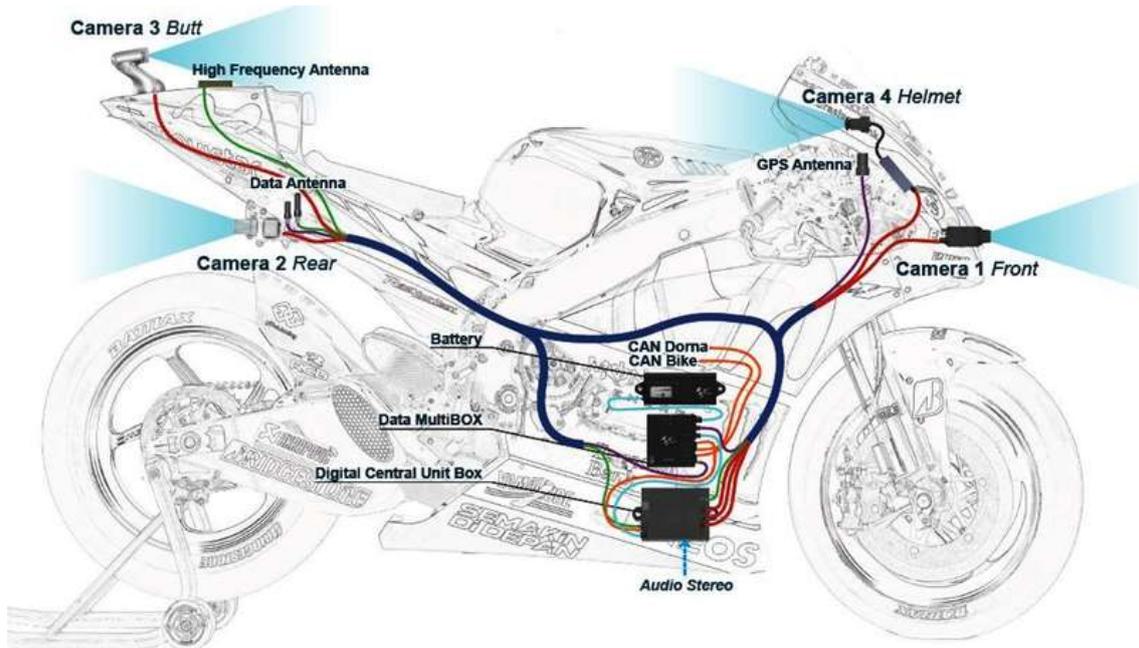


Ilustración 33. Distribución sistema "on board" 2017 en una motocicleta de MotoGP

- **Refcam / POV cam**

Esta clase de cámaras están específicamente diseñadas para ser integradas en un casco, unas gafas o una camiseta. Son cámaras de menor tamaño y peso que una minicámara pero sin renunciar a la calidad de imagen. Dan una visión totalmente subjetiva de alguno de los participantes en el deporte, tanto jugadores como árbitros.

Están presentes en deportes como el hockey integrado en los cascos y en el rugby en el pecho de los árbitros. Los planos que ofrecen permiten al espectador meterse más de lleno en el espectáculo y poder ver con más detalle la acción.



Ilustración 34. Punto de vista de una "Refcam" en un partido de hockey



*Ilustración 35. Árbitro de rugby con una "POV cam"*

- **Cámara volante / Sky cam / Cable cam / Spider Cam**

Se trata de una cámara ubicada en el plano cenital<sup>38</sup> sostenida por dos cables de acero formando una X que son los encargados de hacer que se mueva de un extremo a otro. La cámara se mantiene estable en el aire debido a los giroscopios<sup>39</sup> que lleva incorporados.

Esta cámara reúne la tecnología similar a la de una cabeza caliente combinada con los cables de acero. El movimiento se hace de forma remota y consigue que además de que tenga 360º en cuanto a ángulos de visión de la propia cámara, con los ajustes de los cables le permite además de variar su posición variar también su altura.



*Ilustración 36. Spidercam*

- **Wescam**

Es un dispositivo de forma esférica que se instala en helicópteros y avionetas para la toma de planos aéreos. Este sistema consta de la cámara y un juego de giroscopios que la dotan de gran estabilidad. El control de esta cámara se realiza desde el interior del propio vehículo a través de un monitor. Es muy utilizada en grandes premios de motor como MotoGP, Nascar o Formula1.

---

<sup>38</sup> Es aquel en el que el punto de vista de una cámara se encuentra perpendicular respecto del suelo y la imagen obtenida ofrece un campo de visión orientado de arriba abajo.

<sup>39</sup> Es un dispositivo mecánico que sirve para medir, mantener o cambiar la orientación en el espacio.



*Ilustración 37. Wescam*

- **Dron**

También llamado “vehículo aéreo no tripulado” es como su propio nombre indica una aeronave que vuela sin tripulación. Es un vehículo capaz de mantener de manera autónoma un nivel de vuelo controlado y sostenido. Dentro del mundo y aplicación audiovisual funcionan mediante motores eléctricos por norma general, estos motores hacen girar varios rotores y a su vez las hélices haciendo posible su vuelo y maniobrabilidad. Los drones son controlados mediante un sistema remoto que permite gobernar su dirección, altura, velocidad y diversos parámetros más en cuando a su movimiento y también a través de este sistema remoto se puede controlar el ángulo, zoom, etc. de la cámara, esto último se da normalmente en los drones que ya llevan la cámara incorporada.

Estos vehículos aéreos vendrían a ser el soporte en el cual bien se le incorporaría una cámara adicional usualmente de pequeñas dimensiones como una minicámara o cámara deportiva, llegando incluso a poder portar cámaras del tamaño de una réflex común, o bien la llevarían ya integrada en el propio armazón del vehículo.

Esta tecnología cuenta con calidades de imagen muy altas como el 4K.



*Ilustración 38. Dron con cámara externa adicional*

## Sistemas de tratamiento y representación de imágenes e información

- **Intel 360 Replay<sup>40</sup>**

Este sistema de repetición se basa en 3 fases: grabación, procesado y transmisión. Esta tecnología se basa en unas nuevas repeticiones 360º en las que el espectador puede experimentar la sensación de estar en cualquier parte del estadio, debido a la colocación de cámaras de gran resolución a lo largo y ancho de todo el perímetro en posiciones estratégicas, lo que hace que se den casi infinitas posibilidades en cuanto a puntos de vista.

Actualmente se suelen utilizar entre 30 y 40 cámaras Teledyne Falcon 2 para la cobertura 360 de una cancha de baloncesto o un campo de fútbol. Estos dispositivos cuentan normalmente con sensor CCD, una resolución de 5K y trabajando a una velocidad de unos 25 fps con un zoom digital 6x. Además de las imágenes captadas por cada cámara, se dispone de la posición exacta de todas ellas, algo que es esencial para posteriormente poder tratar los datos captados y reconstruir la escena en 3D, es por esto que la instalación de las cámaras es permanente. Las cámaras deben estar perfectamente calibradas y con una angulación casi idéntica, para lo cual su altura con respecto al lugar que se quiere grabar debe ser la misma.

Cada cámara lleva asociada un único servidor de gran potencia para el procesamiento de datos de cada una ya que deben procesar unos 50 Gbps<sup>41</sup> entre todas, lo que da como resultado en torno a 1 Tb<sup>42</sup> por cada 20 segundos. Para poder transferir tal cantidad de información se utiliza un cableado de fibra óptica por su baja latencia y su gran ancho de banda. Todos los servidores son muy rápidos tanto en la escritura como en la lectura dado las grandes cantidades de video que deben almacenar y procesar. Para conseguir esta velocidad los bits con información más antigua se elimina y es llenado con información nueva constantemente, es decir, no se almacena un evento de inicio a fin, sino que constantemente la información va renovándose a medida que se va desarrollando el encuentro deportivo. Este momento de renovación de la información dura aproximadamente unos 30 segundos, que es donde el editor debe decidir si la jugada se va a procesar y repetir o esa información almacenada se va a descartar para que entre nueva información de filmación. Es una decisión importante puesto que mientras se está procesando una jugada el equipo no puede almacenar nueva información simultáneamente y estas nuevas imágenes no podrían ser captadas para su posterior procesamiento y se perderían.

Una vez captada la acción por las diferentes cámaras, estas imágenes en 2D pasan a un proceso de representación 3D mediante las herramientas FreeD a través del sistema de coordenadas locales y Visual Hull por la técnica de reconstrucción 3D con forma de silueta. Tras el tratamiento de la imagen con ambas herramientas, al objeto resultado se le dota de volumen mediante los vóxeles<sup>43</sup>. Por último, en el proceso de renderización<sup>44</sup>, del cual se obtiene como resultado la repetición desde diferentes posiciones al poder visualizar todo el cúmulo de vóxeles en el espacio tridimensional que almacenan y representan toda la información.

---

<sup>40</sup> <<https://www.youtube.com/watch?v=gs9sQx1VuRk>>

<sup>41</sup> Abreviatura de "Gigabytes por segundo".

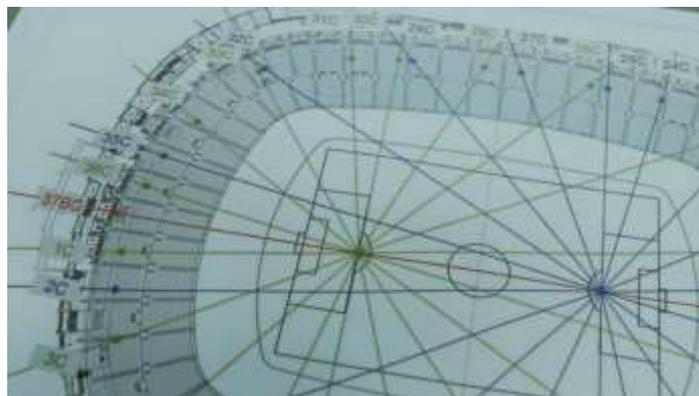
<sup>42</sup> Abreviatura de Terabyte.

<sup>43</sup> Es la unidad cúbica que compone un objeto tridimensional. Constituye la unidad mínima procesable de una matriz tridimensional y es, por tanto, el equivalente del píxel en un objeto 2D.

<sup>44</sup> Término usado en la jerga informática para referirse al proceso de generar una imagen partiendo de un modelo en 2D o 3D.



*Ilustración 39. Secuencia realizada con "Intel 360 replay"*



*Ilustración 40. Planimetría de las cámaras con sus respectivas posiciones, haces y puntos focales.*



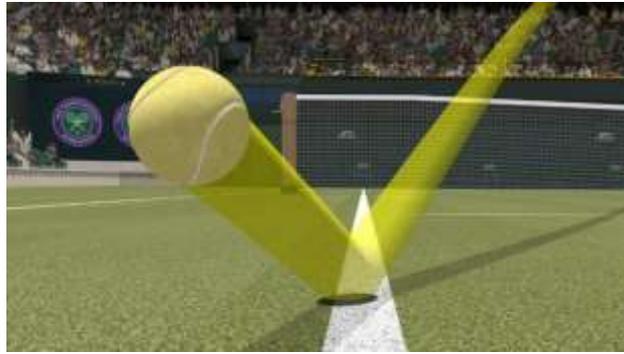
*Ilustración 41. Cámara perteneciente al sistema "Intel 360 replay"*

- **Hawk-eye / Ojo de halcón**

Es un *software*<sup>45</sup> generalmente utilizado en el mundo del tenis que representa virtualmente la trayectoria y huella dejada por la pelota en la superficie de juego para determinar si ha tocado dentro o fuera de pista.

Su funcionamiento se basa en la colocación de varias cámaras de alta velocidad situadas en puntos estratégicos que enfocan a cada parte de la pista captando imágenes a unos 500 fps y conectadas a un sistema central. El sistema reconoce en cada fotograma de cada cámara a la pelota y tras una triangulación de imágenes lo convierte en imagen y posición 3D, recreando así una trayectoria vectorial de la pelota en su situación en la pista. Una vez se procesan los datos, el *software* genera una animación 3D en cuestión de segundos donde se ve claramente el recorrido y bote de la bola.

Actualmente es una tecnología aplicada también al fútbol con el denominado DAG (Detector Automático de Goles), el cual es un sistema prácticamente igual y se utiliza para determinar si un balón entra por completo en la portería traspasando íntegramente la línea.



*Ilustración 42. Sistema "Ojo de halcón"*



*Ilustración 43. Sistema DAG*

- **Instant replay / VAR**

El VAR más que un sofisticado o innovador software consiste en la aplicación de las repeticiones televisivas procedentes de las propias cámaras que están ubicadas en los diferentes puntos del estadio en el arbitraje del partido, es decir, que los árbitros puedan ver la repetición de alguna acción particular como apoyo para determinar su veredicto. La repetición de estas acciones únicamente se da en 4 casos particulares y se solicitan bien a instancia del árbitro o juez de video, prevaleciendo siempre la decisión del primero. Este sistema es una innovación más enfocada a la funcionalidad que en

---

<sup>45</sup> Conjunto de programas e instrucciones informáticas para ejecutar ciertas tareas en un ordenador.

cuanto a la técnica desarrollada. La puesta en funcionamiento de este sistema se lleva a cabo en una sala aislada del campo donde en su interior se encuentran un árbitro responsable, un ayudante del árbitro y un operador de video además de las numerosas pantallas y sistemas de reproducción de video.

Para este sistema cuentan con las imágenes de todas las cámaras y no solo con las que la realización del evento lanza en pantalla. Sumando a esto, el árbitro de campo cuenta con una pantalla en el lateral donde puede visualizar de nuevo la jugada para dejar a su juicio la determinación de la misma.



*Ilustración 44. Sala del VAR con los responsables del mismo*

- **3D digital Venue**

Plataforma digital de representación en 3D diseñada para gestionar y visualizar toda una experiencia de representación digital de un espacio real mediante motores de videojuegos donde el espectador puede concebir de la forma más real posible su situación y localización en el campo, es decir, es una recreación 3D de un lugar deportivo donde el usuario puede ubicarse dentro y figurarse como visualizará las acciones que se desarrollen desde el lugar que ha seleccionado e imaginarse como lo verá una vez allí. A día de hoy esta tecnología ya se está empleando por ejemplo en el Circuito de Cataluña, en estadios de futbol como el Camp Nou, Wembley Stadium, San Mamés, etc., canchas de baloncesto como Staples Center de Los Angeles Lakers, pistas de tenis como las del Mutua Open Madrid, incluso en teatros como el Liceu de Barcelona o el Teatro Nacional La Castellana.



*Ilustración 45. Representación a través del sistema 3D digital Venue de la sección C10 del Circuito de Cataluña*

- **3D recreation-replay<sup>46</sup>**

Software que recrea en 3D y de forma virtual una acción basándose en imágenes reales extraídas del clip de vídeo original, mediante datos de precisión obtenidos del análisis de la imagen real como ángulos de inclinación, posicionamiento de una motocicleta con respecto a la otra, etc. Las imágenes se representan en 3D mediante programas de representación visual y espacial y programas informáticos destinados a la arquitectura si es necesario la introducción de datos más técnicos como podría ser en el campo de los deportes de motor. Esta recreación se puede realizar en deportes que no sean de motor en los cuales únicamente se necesitaran las imágenes reales, como en deportes de motor donde al análisis para vectorizar<sup>47</sup> en 3D las imágenes reales se le sumaría la combinación con los datos de telemetría de los vehículos.



*Ilustración 46. Imagen original utilizada en el 3D recreation-replay*



*Ilustración 47. Recreación a partir de la acción de la Ilustración 40*

---

<sup>46</sup> <<https://www.youtube.com/watch?v=REXr6vZF8RM>>

<sup>47</sup> Representar los contornos obtenidos mediante un conjunto de curvas Bezier. Las curvas Bezier son ampliamente utilizadas en computación gráfica debido a que requieren poco espacio de almacenamiento y son independientes de la resolución de salida que se utilice.

## CAPITULO III: Un ejemplo real de la aplicación de la tecnología de filmación de video en una carrera de motociclismo en la actualidad

En el presente capítulo trataré de aunar y mostrar de forma práctica como se han utilizado algunas de las tecnologías de filmación de video anteriormente descritas en el “Capítulo II” con el ejemplo de una carrera de motociclismo real, exactamente la realizada en 2018 en el mundial de MotoGP en el Circuito de Cataluña.

Para el desarrollo de este capítulo aportaré un plano del propio circuito con la ubicación de las cámaras que tras haber visionado dicho evento he podido realizar una planta de cámara lo más ajustada posible a la realidad. Además mostraré los diferentes tipos de planos que el espectador ve desde casa, relacionándolos con las cámaras del plano con las que se corresponden haciendo mención a estas mediante el número que poseen en el plano, el tipo de cámara y soporte utilizado para conseguir ese plano y demás información relevante al respecto. Para una total comprensión a nivel visual de lo expuesto a continuación, en la bibliografía del trabajo se encuentra el enlace de la carrera al completo donde poder visualizarla.

En la Ilustración 41 observamos el plano con la ubicación de las diferentes cámaras empleadas en la filmación de la propia carrera, esta aclaración la realizo debido a que en el propio evento hay mayor número de cámaras a las representadas en el plano, pero se utilizan de modo auxiliar, suelen ser móviles y capturan imágenes que no están relacionadas directamente con la carrera propiamente dicha, es decir, son cámaras cuya función es la de grabar reacciones del público, el interior de los *boxes*<sup>48</sup> o contenido extradeportivo al estilo “behind the scenes”.

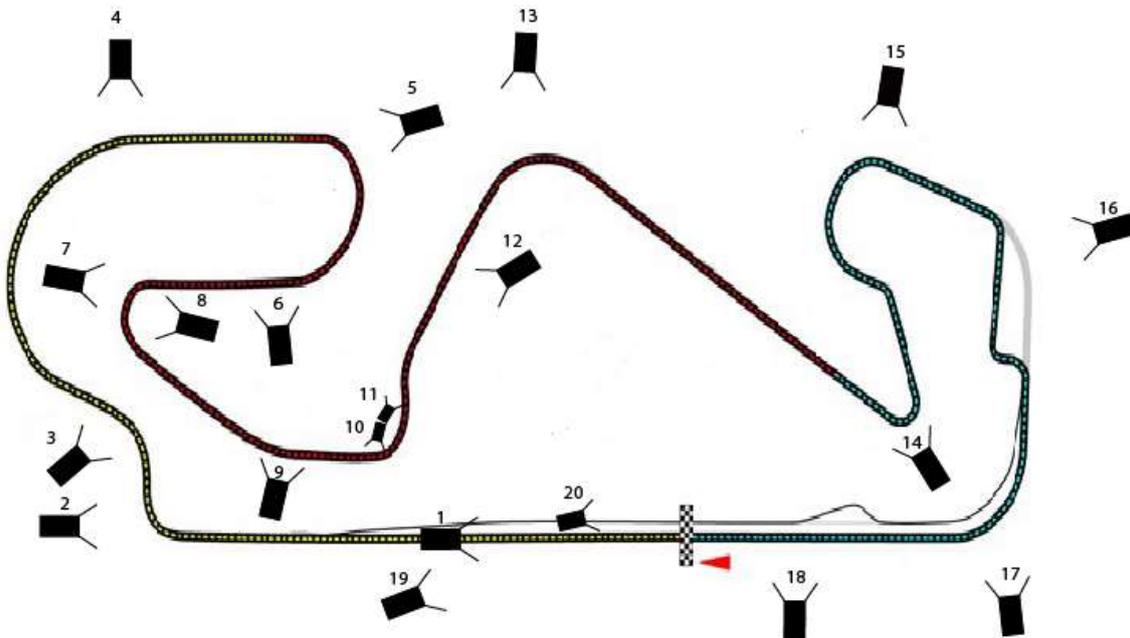


Ilustración 41. Circuito de MotoGP de Cataluña con las diferentes cámaras ubicadas en sus emplazamientos

<sup>48</sup> Rectángulo a un lado del *pit lane* dentro del cual los participantes pueden detenerse para recargar el tanque de combustible, cambiar de neumáticos y de piloto, y realizar reparaciones menores al vehículo.

Ciñéndonos al mero deporte, el circuito cuenta con un total de 20 cámaras distribuidas a lo largo y ancho del trazado más una *wescam* que lo sobrevuela instalada en un helicóptero. A todas estas cámaras, como he citado antes, hay que sumar otras tantas que podemos llamar “cámaras recurso”. Además de todas estas cámaras, he de mencionar que las cámaras *on board* tampoco están señaladas en el plano puesto que cada piloto porta en su motocicleta al menos 1 y hay algunos que hasta 4, por lo que a esas 20 cámaras fijas, las móviles al hombro o *steadicam* que son entorno a unas 10 y la *wescam*, hay que sumar las *on board* que el número rondará las 75 cámaras en total.

Para desarrollar este capítulo iremos de lo particular a lo general, es decir, primero hablaré de las cámaras que sean más peculiares y de las que se cuente con menor número y para finalizar de las más comunes y abundantes.

Para comenzar hablaré tanto de las diferentes *steadicam* y cámaras ENG que hay desplegadas en el circuito, en concreto en la zona del *pit lane*<sup>49</sup> y *boxes* que es donde la gente (pilotos, mecánicos, jefes de equipo, periodistas, etc.) se encuentran antes de comenzar la carrera o bien, durante el transcurso de esta, no hay circulación de vehículos, con lo cual los operadores de cámara o *steadicam* pueden moverse libremente aunque siempre con precaución para captar diferentes planos de recurso y no de la propia carrera, como podría ser cuando están en pista con los mecánicos preparándose para comenzar, las reacciones de los mecánicos en el *box*, de los familiares, de las motocicletas entrando una vez terminada la carrera, etc. Con los planos y recursos que nos pueden ofrecer estas cámaras, hacen sentir al espectador más cerca del evento pese a estar al otro lado de la televisión e inducirlo al ambiente que se respira en el circuito, e incluso llevándolo más allá de lo que podría ver estando en el propio circuito. Un ejemplo de esto se encuentra reflejado en la cámara número 20 de la ilustración 41, la cual se encuentra sobre una fina línea que representa el *pit lane*.



Ilustración 42. Imagen tomada desde una cámara ENG en la línea de salida



Ilustración 43. Box del equipo Ducati captado por una *steadicam*

<sup>49</sup> Es la pista asfaltada que conecta el circuito con los *boxes* y que normalmente transcurre en paralelo a la recta final e inicial del circuito.



*Ilustración 44. Interior del Safety car antes del inicio de la carrera*

Otra cámara que se utiliza solamente una única vez en todo el evento de forma muy puntual y que no filma nada de la carrera en sí, es una minicámara que porta el *safety car*<sup>50</sup> en su interior y que muestra al espectador una visión casi subjetiva de lo que ven los pilotos de ese coche. Es el plano menos vistoso y con menos utilidad de todos a lo largo de la realización del evento.

Ya dentro de la filmación de la propia carrera tenemos la *wescam* instalada en el helicóptero. Esta cámara o más bien dicho, este soporte de cámara ofrece unas tomas realmente impresionantes y desde un punto de vista de pájaro permitiendo al espectador tener un mayor rango visual del circuito y de la posición de los pilotos. Además permite un seguimiento de los mismos por un trazado mayor que cualquier otra cámara, lo que da un resultado muy agradable dada la fluidez de la imagen.



*Ilustración 45. Helicóptero con una wescam instalada sobrevolando el circuito*



*Ilustración 46. Imagen tomada desde la wescam en la salida de los pilotos*

Continuando con cámaras particulares encontramos los números 10 y 11. Estas son minicámaras instaladas en un pequeño soporte en la propia curva del circuito a ras de suelo, lo que ofrece unas increíbles imágenes a pocos centímetros de los pilotos y sus motocicletas los cuales pasan a altas velocidades muy cerca de estas cámaras. Ofrecen unas imágenes únicas desde un punto de vista diferente al habitual.

---

<sup>50</sup> Vehículo, normalmente un coche, que realiza una vuelta previa a la carrera para comprobar y verificar que el estado del circuito es bueno y es posible comenzar con la competición de forma segura.

Estas cámaras, debido a la proximidad con las motocicletas poseen un objetivo gran angular para una mayor cobertura de imagen y perspectiva.



*Ilustración 47. Imagen tomada por una minicámara a la entrada de los pilotos por curva*



*Ilustración 48. Imagen tomada por una minicámara a la salida de los pilotos de la curva*

Similares a las minicámaras y con además un punto de vista subjetivo y desde muy cerca del piloto se encuentran las cámaras *on board*. Estas pequeñas cámaras nos muestran la carrera como si estuviéramos pilotando nosotros mismos una motocicleta y acerca al espectador a la sensación de velocidad y peligrosidad de este deporte.



*Ilustración 49. Cámara on board trasera con visión hacia adelante*



*Ilustración 50. Cámara on board delantera*

La última cámara del plano que encontramos con alguna peculiaridad con respecto al resto es la número 8, la cual realmente es una cabeza caliente que ofrece unos planos de casi 360 grados al paso de los pilotos por esta curva cerrada, ofreciendo un seguimiento completo y además de este seguimiento en cuanto al giro de la propia cámara, el operador de este soporte acompaña el giro con un movimiento de la pluma, lo que ofrece al espectador una imagen muy fluida de los pilotos tomando la curva.

El resto de cámaras no mencionadas son todas relativamente similares. Todas ellas son cámaras digitales ultraHD 4K, con capacidad para captar imágenes *slow motion*, potentes zoom de aumento y grandes distancias focales. Todas ellas pueden realizar amplios paneos para abarcar el mayor tramo de trazado del circuito posible. Se encuentran montadas sobre soportes clásicos como son los trípodes pero de alta calidad e hidráulicos con el fin de obtener una imagen estable y de calidad y realizar unos movimientos suaves y fluidos. A su vez, estas cámaras con su trípode y operador se encuentran colocados sobre torres o andamios para tener un punto de vista más alto y de esta forma mayor cobertura visual.

Dentro de este grupo encontramos algunas con alguna pequeña particularidad como por ejemplo la número 1, situada en un pequeño puente sobre la pista, dotándola de una posición central para la salida y finalización de la prueba. Las motocicletas la rebasan y puede obtener un plano cenital a su paso.



*Ilustración 51. Plano tomado desde la cámara número 1*

Otra sería la cámara 15, la cual se encuentra en una zona alta del circuito y gracias a su posición con un encuadre y simplemente realizando un *zoom out* cubre 3 curvas que son consecutivas.

Por último tenemos la cámara número 18, que además de filmar el paso de las motocicletas, es la encargada de grabar como los mecánicos sacan los carteles con instrucciones para los pilotos de forma simplificada.



*Ilustración 52. Plano tomado desde la cámara número 18 de los carteles de los equipos*

A estas imágenes que muestran los planos que pueden ofrecer las diferentes cámaras a lo largo del todo el circuito cabe añadir el sistema Telestrator que está presente a lo largo de toda la carrera mostrando información relativa a la misma de forma muy visual y dinámica superpuesta a la imagen real como inclinación de los pilotos, velocidad, intensidad de la frenada, posición, ubicación del contrario, etc.



*Ilustración 53. Aplicación de la tecnología Telestrator relativa a información de dos pilotos*



*Ilustración 54. Aplicación de la tecnología Telestrator relativa a la ubicación y velocidad de dos pilotos*

## CAPITULO IV: Innovaciones propuestas

En este capítulo expongo como ciertas cámaras, soportes u otras tecnologías de las citadas en el capítulo II pueden ser utilizadas en el motociclismo bien combinándolas o bien dándoles una nueva función, o como yo pienso que podrían aplicarse ya que a día de hoy no se emplean en la cobertura audiovisual de este deporte. Es una exposición sobre su aplicación y funcionamiento además de la finalidad que tendría, todo ello mostrado de forma sencilla sin profundizar en cuestiones extremadamente técnicas.

A continuación se sugieren 4 innovaciones: la primera es la aplicación tal cual en MotoGP de una tecnología que ya se está usando en otros deportes; las dos siguientes son la combinación de varias tecnologías tanto citadas anteriormente como externas a este trabajo dando como resultado una innovación que aún no está presente en ningún deporte; por último se plantea una novedad que se encuadra más dentro de la realización que de la filmación, pero como innovación tecnológica en cuanto al audiovisual encauzado a la imagen y de aplicación en el motociclismo, me resulta interesante de tratar.

- **Intel 360 replay en motociclismo**

El funcionamiento de este sistema en una carrera de MotoGP sería el mismo que se le está dando actualmente en otros deportes como el futbol, en vez de repetir alguna jugada importante, en este caso sería la repetición de un adelantamiento teniendo una visión de 360º. Con esto se permitiría una visión total de ángulos muertos que con las cámaras tradicionales no se cubrían y así poder hacer que el espectador vea de qué modo se ha realizado un adelantamiento, una serie de adelantamientos en una parte del circuito o una acción relevante para la carrera, ya que si en cierto sector hay una consecución de curvas de izquierdas y derechas, con esta tecnología se puede ver a lo largo de ese trayecto como ha sido cada adelantamiento en cada curva sin que nos encontremos limitados por la posición de la única cámara de ese sector ni con que un piloto tape a otro. Actualmente un adelantamiento solo se puede visionar desde el lado donde se encuentra una única cámara ya que a diferencia de otros deportes como el futbol, no hay varias cámaras por segmento, es decir, tenemos una visión limitada. Con el sistema Intel 360 replay conseguimos una visión total de cada acción interesante dentro de una carrera.

Un ejemplo de su forma de trabajar en el motociclismo sería, dentro de un segmento del circuito donde encontramos una curva de derechas, una de izquierdas y otra de derechas todas ellas de forma muy seguida, con una cámara convencional no podríamos apreciar del todo bien quien entra primero, quien va delante, quien coge el interior, como entra en la curva, etc. o incluso en caso de accidente serviría como prueba ya que se podría visionar claramente si ha entrado pasado de frenada, si ha cerrado un piloto a otro de forma agresiva, si ha habido algún toque ilegal invisible a cámaras convencionales, etc. También a nivel de realización puede dar un gran juego visual.

La instalación de este sistema se realizaría en los sectores de los circuitos donde la acción y el espectáculo es mayor, es decir, donde haya un mayor número de adelantamientos.

En el ejemplo tomado, como es el Circuito Ricardo Tormo de Valencia, la instalación supuesta de este sistema sería el representado por los 4 óvalos rojos sobre el plano del circuito (Ilustración 55) ya que estas zonas marcadas son las de mayor interés debido al trazado.

Las cámaras utilizadas serían las empleadas hasta el momento, las Teledyne Falcon 2, que irían colocadas de la misma forma que en campos de futbol o canchas de baloncesto, es decir, contorneando el perímetro, a la misma altura y con la misma inclinación todas ellas. Debido a que para su instalación hay partes del perímetro del óvalo imaginario que forman las cámaras que no hay ninguna construcción donde poder fijarlas en el circuito, sería necesaria la instalación de unos travesaños fijados bien al suelo o bien a la parte superior de las gradas y que trazaran una línea en dirección al circuito por encima de los espectadores para evitar molestias en estos y no provocar pérdidas de visión directa al circuito, algo similar a unas pértigas como si de un micrófono de pértiga se tratara, por lo que irían suspendidas en el aire en el extremo del travesaño. Para cubrir la superficie que se pretende filmar que en este ejemplo es de unos 600 metros cuadrados, haría falta una cantidad aproximada de entre 80 y 90 cámaras como mínimo por óvalo. Suponiendo que se contara con 90 cámaras instaladas, estas generarían una cantidad de unos 120Gbps en total y puesto que el sistema está preparado para almacenar grabaciones de unos 20 segundos, generarían poco menos de 2,5Tb por secuencia. Para poder disponer de estos datos lo más rápido posible, el sistema estaría conectado mediante cables de fibra óptica, los cuales conducirían esta información a unos servidores situados en una sala creada en el propio circuito, preparada y equipada con suficientes equipos de refrigeración como para poder mantener en buen funcionamiento los servidores de alto rendimiento allí instalados capaces de procesar tal volumen de información y datos en escasos segundos.



*Ilustración 55. Plano del circuito de MotoGP Ricardo Tormo de Valencia con las posibles ubicaciones del sistema "Intel 360 replay"*

- **3D VR Live**

Este sistema se basaría en la instalación de cámaras 360º de alta calidad en la parte delantera de las diferentes gradas de un circuito de motociclismo junto con un sistema de captación de audio. Su función sería la de retransmisión en directo vía internet del evento para que cada usuario desde casa pueda seguir la carrera casi como si estuviera en una de las gradas del circuito. Para una mayor inmersión, el usuario debería hacer uso de unas gafas de realidad virtual lo que permitiría que con la simple acción de girar la cabeza viera todo lo que le rodea



*Ilustración 56. Gafas de realidad virtual con cascos integrados*

con total libertad. Sumado a esto el sistema de audio le permitiría sumergirse más aun en el evento escuchando los canticos, sonido de los motores, etc.

El usuario dispondría de algunos ajustes como zoom para una mejor visualización de la carrera aunque este sería digital, que no perdería calidad de imagen debido a la alta calidad de las cámaras, ya que como diversos usuarios estarían conectados a la misma cámara de forma simultánea, no sería posible un zoom mecánico. Además de esto los usuarios podrían ir saltando de cámara en cámara a su gusto. Estos ajustes y cambios se realizarían desde el dispositivo utilizado para la recepción de la imagen.

A todo esto se le sumaría la posibilidad de utilizar realidad aumentada en las imágenes que el espectador ve, como podría ser un indicador virtual que acompaña a cada piloto, su posición, velocidad y mucha más información a elección del usuario. Las cámaras no solo estarían en las gradas, sino también en puntos de interés para el espectador como el *pit lane*, la línea de meta, la torre de control, etc.

- **Dron GPS**

A día de hoy ciertos modelos de drones poseen una función que es la de “seguimiento”. Esta se trata de un sistema de que podríamos catalogar como inteligencia artificial donde el usuario establece en los controles remotos del dron que este le siga, más que a él al dispositivo que porta que hace de guía, a cierta distancia, altura y posición. Además de esto se le puede pedir que siga una ruta creada en un mapa o que vaya girando en torno al dispositivo de seguimiento por ejemplo.

Esta tecnología podría ser de aplicación en las carreras de motociclismo para un seguimiento más personalizado y continuado que cubriría un mayor espectro visual y que beneficiaría tanto al espectador por la espectacularidad de los planos como al propio equipo técnico del piloto ya que podrían ver su forma de pilotar y que errores comete. Esta sería una alternativa al helicóptero con wescam.

Para llevar a cabo esto se necesitaría una flota de drones que cubrieran la totalidad del número de pilotos así como la necesidad de que constantemente tengan un dron con ellos, por lo que debido a la reducida capacidad de batería de los drones, cada piloto contaría con más de uno. Esta flota contaría con drones de alta potencia que les permita alcanzar las vertiginosas velocidades a las que llegan las motocicletas, por lo que sería necesario que llevaran equipado lo mínimo necesario para su funcionamiento. A día de hoy el dron más rápido del mundo, el DRL RacerX, alcanza una velocidad de 288 km/h, lo cual está muy cerca de la velocidad máxima de



*Ilustración 57. Dron DRL RacerX*

una motocicleta de competición, también cabría tener en cuenta que estos aparatos no seguirían la trayectoria fielmente de la motocicleta, sino que irían realizando un trayecto más corto recortando en las curvas y zonas que se lo permitiese.

Estos drones irían siguiendo a su correspondiente piloto mediante la función de seguimiento y cada piloto llevaría en su mono una guía. Los ajustes en cuanto a la altura de cada dron vendrían establecidos de forma previa por parte del equipo y no podrán ser modificados por motivos de seguridad. Cabe destacar que estos drones estarían programados para que hubiera una distancia de seguridad entre ellos mismos, o se situarían a diferentes alturas, para evitar accidentes, así como un autorelevo en el momento de agotarse la batería.

La imagen que retransmitirían los drones podría ser utilizada tanto pinchada por la retransmisión de TV en una realización normal así como imagen servida mediante internet sin interrupción, y que cada usuario pudiera elegir seguir la carrera a través del dron de cada piloto según sus preferencias. Algo similar es lo explicado a continuación en el siguiente sistema.

- **Realización personalizada**

Esta realización sería paralela a la de emisión de televisión partiendo de la base de que se retransmitiría a través de internet puesto que las posibilidades que ofrece son inmensas y abarcaría infinidad de canales de TV y no se podría dar cabida a esto, además de que su uso a través de un dispositivo informático sería más cómodo a la hora de hacer los ajustes de personalización de realización que mediante la televisión.

La realización personalizada se basaría en que cada usuario podría elegir con total libertad que es lo que quiere ver y cuando lo quiere ver. Tendría opciones en su mano como que cámara quiere pinchar o a que piloto quiere seguir durante la carrera. Existiría la posibilidad de que el propio usuario realizara de forma manual para él mismo mediante una interfaz simplificada que se lo permitiría. En esta rama de este sistema el espectador podría acceder a través de internet como he mencionado anteriormente tanto a las cámaras que emiten por televisión como a una red de cámaras fijas propias de este sistema explicado más adelante.

Por otro lado también existiría una forma automática que realizara según el piloto que quisiera ver, para localizar a cada piloto en el circuito, la interfaz del sistema contaría con un plano del circuito donde estarían ubicados los pilotos en cada momento para saber dónde se encuentran y que cámara hay que pinchar para poder verlo. Esto viene dado a que por norma general se realiza enfocado a emitir imágenes con los pilotos más importantes de la parrilla, pero hay

ciertos espectadores que están más interesados en otros pilotos a los que no se les da espacio en la retransmisión, es por ello que este sistema sería a gusto de todos. Para ello esta tecnología contaría con acceso a todas las cámaras del circuito y no partiría de la realización master que se emite por TV como es lógico.

Para poder realizar de forma automatizada y no tener tantos realizadores como pilotos, cada piloto portaría en su motocicleta un sistema GPS que le ubicara en el circuito y que a su vez estuviera conectado con las cámaras del mismo, por lo que al aproximarse a cada cámara de cada sector, esta será pinchada automáticamente para su “canal de emisión particular”.

En este segundo caso donde la realización se haría de forma automática e individual por piloto, es posible que por un mismo lugar pasen dos pilotos con diferencia de pocos segundos o décimas y que al operador no le dé tiempo a cogerlos a los 2. Es por esto que en este caso en particular sería necesaria la instalación de cámaras fijas con un gran angular para que de este modo permita la mayor cobertura de trazado. Para ello, un ejemplo de donde podrían ir instaladas estas cámaras son los círculos azules enumerados (Ilustración 58). Gracias a su gran angular y su colocación en las curvas, se captaría la entrada, la curva y la salida de esta y así saltando de una cámara a otra. Pese a que para esta rama del sistema las cámaras de TV no se podrían utilizar, al revés si que podría ser, es decir, que este sistema de cámaras fijas de gran angular podría servir de apoyo a la realización televisiva.



*Ilustración 58. Ejemplo de plano del circuito de Jerez de MotoGP con la ubicación ficticia de las cámaras*

## CAPITULO V: Conclusión

La relación que une al deporte con el audiovisual es más que evidente como se ha podido ver a lo largo de este trabajo. En gran medida el desarrollo de la tecnología del mundo audiovisual tanto a nivel de cámaras, como de soportes para estas, sistemas de almacenamiento o tecnologías que podríamos denominar de recreación, han ido de la mano de la realización de eventos deportivos ya que es en este donde, por una parte, le proporciona infinitas posibilidades de innovación donde poder crear nuevas tecnologías, combinar varias de ellas y/o utilizarlas de forma diferente con el fin de conseguir mayor espectacularidad en las imágenes y cubrir un mayor rango de puntos de vista. En este sentido cabe destacar que incluso hay tecnología audiovisual que ha nacido del deporte y no ha sido derivada de la cinematografía como era habitual, es decir, la necesidad de continuar innovando ha conseguido que nazca tecnología con el único fin de hacer más vistosos los eventos deportivos. Un ejemplo de esto podría ser el “Intel 360 replay” cuyo único objetivo por el momento es ser aplicado en enfrentamientos de fútbol y baloncesto.

Por otra parte los eventos deportivos generan grandes resultados de audiencia del lado de los espectadores ya que cada vez más deportes cuentan con retransmisión audiovisual y en estos la cobertura es mayor a nivel técnico, lo que llama al espectador al hacerlo más atractivo y accesible a él. Esta progresiva relación ha hecho que cada vez el deporte llegue a más gente cuyo deporte no era retransmitido ya que no generaba una gran masa de seguidores y por lo tanto no interesaba a las empresas audiovisuales, pero a día de hoy con el gran despliegue y oferta audiovisual, esto ya es una realidad. En relación a esto podríamos hablar de cómo a día de hoy desde casa una persona puede ver desde el partido de final de la Champions, hasta un partido de *curling* pasando por una competición de polo, los cuales, los dos últimos son deportes bastante minoritarios. También permite ver las cosas de una forma que hasta el momento era impensable y que el espectador que se encuentra en el lugar del evento no puede captar en vivo, lo cual lo hace más atractivo para el telespectador. Esto le permite vivirlo de una forma más real y cercana aunque sea a través de una pantalla. Un perfecto ejemplo sería la cámara “on board” en MotoGP, gracias a esta innovación el espectador puede vivir de forma remota la experiencia de estar subido a una motocicleta de competición a 300 km/h y de este modo sentirse como el piloto del que es seguidor, siempre salvando las distancias por supuesto.

Además no solo existen beneficios para el telespectador, sino también para el propio deporte, aplicando estas tecnologías audiovisuales a su reglamento lo que permite disolver las dudas y poder arbitrar de una forma más justa, sin depender del criterio único y subjetivo del árbitro que como persona puede equivocarse. Dentro de esta vertiente de uso que se le puede dar a la tecnología audiovisual en el deporte encontramos el “ojo de halcón” utilizado desde hace años en el tenis, o el “VAR” presente y utilizado recientemente en eventos futbolísticos.

Por otra parte, la evolución en la compresión de video y los sistemas de transmisión por líneas o inalámbricos resulta también fundamental para el avance en general de las retransmisiones deportivas pero también en general en el mundo audiovisual. Permitiendo por un lado con la compresión de video un crecimiento del desarrollo en las calidades en cuanto a resolución de imagen, el aumento de la velocidad de tratamiento y procesamiento de los datos filmados y la reducción de tamaño de los soportes de almacenamiento. Por otro lado en cuanto a los sistemas de transmisión en especial los inalámbricos han facilitado una inmensa amplitud de la cobertura de un evento deportivo o de un evento cubierto audiovisualmente en general, propiciando un

crecimiento de nuevos puntos de filmación, con mayor distancia con respecto al receptor pasando de unos metros en la época en la que se utilizaba únicamente cable y actualmente llegando a cientos y miles de kilómetros mediante la tecnología inalámbrica, esto permite cosas increíbles como poder estar retransmitiendo un evento a miles de kilómetros en directo en un lugar donde las conexiones alámbricas no llegan o que las cámaras tengan total libertad de movimiento por un lugar sin la preocupación de la libertad que el cable de conexión les pueda dar.

Todas estas innovaciones y aplicaciones se han llevado y particularizado como no podría ser de otro modo al mundo del motociclismo. Pese a que llegó más tarde al no considerarse como un deporte mayoritario y que la escasa tecnología audiovisual del momento estaba destinada en gran medida a la cobertura del fútbol en el ámbito deportivo, su desarrollo ha ido creciendo de manera exponencial con el paso de los años hasta llegar a contar con tecnología de última generación como las cámaras “on board” con el sistema de giroscopios o cámaras “slow motion” muy potentes creadas especialmente para los diferentes tipos de competiciones que existen en este deporte como puede ser el mundial de MotoGP, Superbikes, etc. Siendo cierto que el motociclismo no cuenta con el gran número de cámaras que puede contar otro deporte más seguido como el fútbol, debemos tener presente que verdaderamente el abanico tecnológico utilizado en MotoGP es más amplio que en otros eventos deportivos con más seguidores, ya que cuenta con mayor número de tecnologías audiovisuales diferentes en sus retransmisiones.

En general la tecnología en todos sus campos que tienen relación de forma directa o indirecta con el deporte como informática, mecánica, electrónica, audiovisual, etc. está altamente desarrollada, llegando a lugares donde hace 50 años era inimaginable que pudiera hacerse como mini cámaras a bordo de una motocicleta a alta velocidad y que tú desde casa lo pudieras ver en el acto en una calidad tan perfecta como puede ser la imagen real. Pese a que nos encontramos en un momento de gran esplendor tecnológico, este no se detiene y siempre busca más allá y cómo superarse y desarrollar nuevas formas de sorprender al espectador, de hacer posible lo que se pensaba que era imposible. Como he comentado anteriormente, en el motociclismo actualmente cuentan con tecnología puntera en el sector, pero esto no quiere decir que ya hayan encontrado su tope y su límite en este campo, sino todo lo contrario puesto que conforme avanza el mundo y la tecnología, esta hace que las innovaciones cada vez sean mayores y por supuesto en el sector audiovisual ya que queda mucho por explorar, muestra de ello son las 4 novedades que he expuesto en el capítulo III de este trabajo y que quizás algún día se lleven a cabo y sean una realidad.

Actualmente son muchos los avances tecnológicos presentes en el deporte y no se concibe un mundo en el que no estén interrelacionados y sigan progresando de la mano de forma paralela.

## Bibliografía

### TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

ANTOLÍ ORTS, Alejandro: *Realización Televisiva de programas de entretenimiento cultural: El Deporte*, Trabajo Final de Grado, Gandía: Universidad Politécnica de Valencia, 2014.

JIMÉNEZ SORIA, Pedro Jesús: *La tecnología aplicada a la realización y transmisión de partidos de fútbol*, Trabajo Final de Grado, Gandía: Universidad Politécnica de Valencia, 2015.

### TESIS DOCTORALES

ROGER MONZÓ, Vanessa: *Nuevas tecnologías aplicadas a la realización de la información audiovisual y retransmisiones deportivas*, Tesis doctoral, Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2010.

### ARTÍCULOS ELECTRÓNICOS

BORRERO, O. (2016). "Cómo funciona una cámara 360".  
<<http://www.virtualizate.net/2016/07/20/como-funciona-camara-360/>> [Consulta: 02 de julio de 2018]

BRANNAN, S. "How EyeVision works. EyeVision's future".  
<<https://electronics.howstuffworks.com/eyevision2.htm>> [Consulta: 03 de julio de 2018]

CUARTAS, E. (2017). "Conoce la cámara profesional para realidad virtual Samsung 360 Round". <<http://www.enter.co/especiales/universoandroid/hub/noticias-samsung/conoce-la-camara-profesional-para-realidad-virtual-samsung-360-round/>> [Consulta: 02 de julio de 2018]

DOMÍNGUEZ, C. (2016). "Cámaras on board en MotoGP, ayer, hoy y mañana".  
<<https://www.motociclismo.es/mundial-motogp/articulo/camara-onboard-origenes>> [Consulta: 11 de junio de 2018]

EL PAIS. (2018). "Historia y Palmarés".  
<<https://resultados.elpais.com/deportivos/motor/motogp/historia/>> [Consulta: 11 de junio de 2018]

— (2017). "VAR: qué es y cómo funciona el video arbitraje en el fútbol".  
<[https://elpais.com/deportes/2017/03/29/actualidad/1490774378\\_402315.html](https://elpais.com/deportes/2017/03/29/actualidad/1490774378_402315.html)> [Consulta: 03 de julio de 2018]

GARCÍA, E. (2017). "Slow motion: el arte de observar el mundo en calma".  
<<https://www.xataka.com/fotografia-y-video/slow-motion-el-arte-de-observar-el-mundo-en-calma>> [Consulta: 02 de julio de 2018]

GAVILÁN ESTELAT, E. (2016). "Tecnologías de radio y TV en los Juegos Olímpicos".  
<<https://www.coit.es/publicac/publbit/bit102/egavilan.htm>> [Consulta: 21 de mayo de 2018]

LAW, P. y GUEST, L. (1997). "Fútbol y televisión – Una historia de gran éxito".  
<<https://es.fifa.com/news/y=1997/m=10/news=futbol-television-una-historia-gran-exito-76069.html>> [Consulta: 21 de mayo de 2018]

- MACÍAS, A. (2011). "75 Años de BBC". <<http://carta-de-ajuste.blogspot.com/2011/11/75-anos-de-bbc.html>> [Consulta: 21 de mayo de 2018]
- MARTA, L. (2017). "Treinta años de innovación en las retransmisiones del deporte del motor". <[http://www.abc.es/play/television/abci-formula-1-treinta-anos-innovacion-retransmisiones-deporte-motor-201703260001\\_noticia.html](http://www.abc.es/play/television/abci-formula-1-treinta-anos-innovacion-retransmisiones-deporte-motor-201703260001_noticia.html)> [Consulta: 04 de junio de 2018]
- MORRILLU. (2015). "30 años de cámaras on board en MotoGP". <<https://www.motorpasionmoto.com/motogp/30-anos-de-camaras-on-board-en-motogp>> [Consulta: 11 de junio de 2018]
- NDRES. (2014). "Coches cámara, persiguiendo sueños". <<http://8000vueltas.com/2014/02/20/coches-camara-persiguiendo-suenos>> [Consulta: 03 de julio de 2018]
- PENZEL, R. (2016). "Wireless MotoGP". <<https://www.live-production.tv/case-studies/sports/wireless-motogp.html>> [Consulta: 11 de junio de 2018]
- PETROVIC, K. (2015). "360 Degree replay technology brings basketball fans into the future". <<https://iq.intel.com/360-degree-replay-technology-brings-fans-into-the-future-of-sports/>> [Consulta: 03 de julio de 2018]
- REDACCIÓN PHOTOLARI. (2017). "El 75% de los fotógrafos que cubrieron la Super Bowl trabajaron con Canon, presume la compañía". <<https://www.photolari.com/el-75-de-los-fotografos-que-cubrieron-la-super-bowl-trabajaron-con-canon-presume-la-compania/>> [Consulta: 28 de mayo de 2018]
- RODRIGUEZ, P. (2016). "Se conmemoran 90 años de las primeras transmisiones de televisión". <<https://www.efe.com/efe/america/gente/se-conmemoran-90-anos-de-las-primeras-transmisiones-televison/20000014-2820878>> [Consulta: 21 de mayo de 2018]
- SANZ, L. (2017). "Historia de los medios técnicos de la televisión: Cámaras de televisión". <<http://www.tmbroadcast.es/index.php/historia-television-camaras/>> [Consulta: 25 de junio de 2018]
- (2017). "Historia de los medios técnicos de la televisión. Manipuladores de señal II: Generadores de caracteres y gráficos". <<http://www.tmbroadcast.es/index.php/generadores-caracteres-graficos/>> [Consulta: 04 de junio de 2018]
- WIKIPEDIA. (2018). "Campeonato del Mundo de Motociclismo". <[https://es.wikipedia.org/wiki/Campeonato\\_del\\_Mundo\\_de\\_Motociclismo](https://es.wikipedia.org/wiki/Campeonato_del_Mundo_de_Motociclismo)> [Consulta: 21 de mayo de 2018]
- (2017). "Motociclismo de velocidad". <[https://es.wikipedia.org/wiki/Motociclismo\\_de\\_velocidad](https://es.wikipedia.org/wiki/Motociclismo_de_velocidad)> [Consulta: 21 de mayo de 2018]
- (2013). "Generador de caracteres". <[https://es.wikipedia.org/wiki/Generador\\_de\\_caracteres](https://es.wikipedia.org/wiki/Generador_de_caracteres)> [Consulta: 04 de junio de 2018]
- YANNY. (2015). "30 años de evolución en cámaras on board". <<https://www.pasionbiker.com/30-anos-de-evolucion-en-camaras-on-board/>> [Consulta: 11 de junio de 2018]

## **PÁGINAS WEB**

- 3D DIGITAL VENUE. <<https://3ddigitalvenue.com/clients/sports/fcbarcelona>> [Consulta: 03 de julio de 2018]

ALCIN SL. <<http://alcinweb.com/productes>> [Consulta: 02 de julio de 2018]

OMNICAM4SKY TEMPLATE. <<http://www.omnicam.pt/>> [Consulta: 02 de julio de 2018]

POLECAM LIMITED. <<http://www.polecam.com/>> [Consulta: 02 de julio de 2018]

PRODUCTORA AUDIOVISUAL BARCELONA. <<https://yumagic.com/camaras-grabacion-4k-jvc/>> [Consulta: 04 de junio de 2018]

VICAREO SYSTEMS INC. <<http://www.refcam.pro/>> [Consulta: 02 de julio de 2018]

### **ENLACES YOUTUBE**

Doctor MOTORS. (2018). "MotoGP 2018 Round 07 Catalunya Race". <  
<https://www.youtube.com/watch?v=YaHodPb4ALI>> [Consulta: 13 de agosto de 2018]