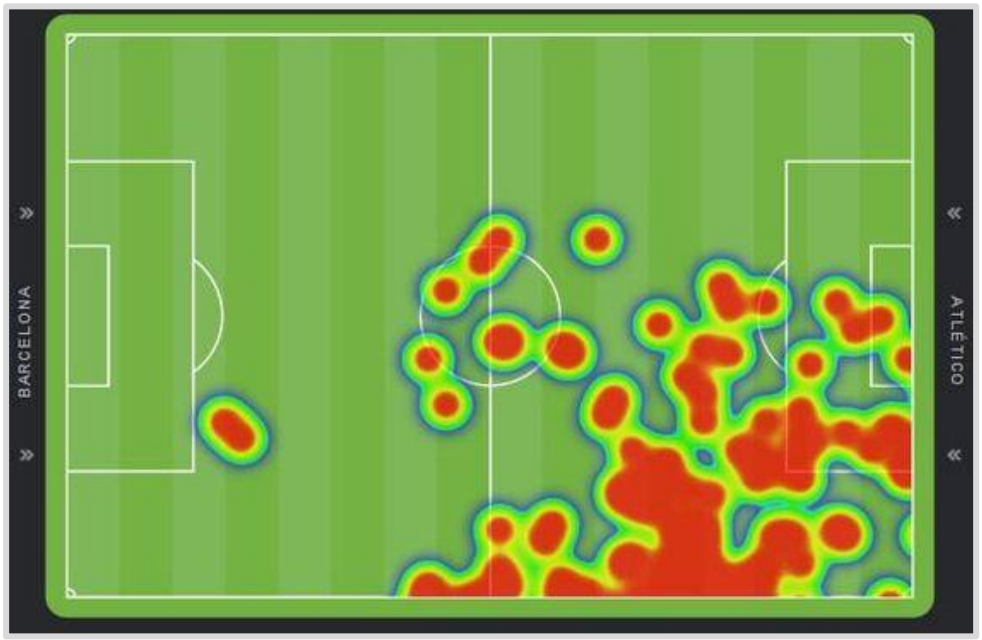
2. Variables de control del Videoanálisis
2.1 Variables de rendimiento físico y técnico

2.1.1 Variables de control de resistencia

Los sistemas de videoanálisis no tienen capacidad para obtener datos de la carga interna de los deportistas. Aun así, estos sistemas de *tracking* a través de video son capaces de proporcionar indicadores de carga externa que pueden alinearse con variables del rendimiento físico.

En este sentido, el seguimiento de los jugadores durante la competición permite conocer su posición en el espacio y en el tiempo, a través de los cuales se pueden obtener datos como la distancia recorrida, la velocidad, etcétera.

Figura 1: Gráfica de ocupación de campo de un jugador en un partido



Fuente: [Imagen sin título sobre ocupación de campo de un jugador en un partido]. (2016). Recuperado de https://www.pinterest.com/pin/128211920617998015/

Una de las variables que más se asocian a la resistencia es la **distancia recorrida** por los deportistas. Esta se puede ofrecer:

- Contextualizada en el juego como, por ejemplo, cuando su equipo tiene posesión del balón y cuando no.

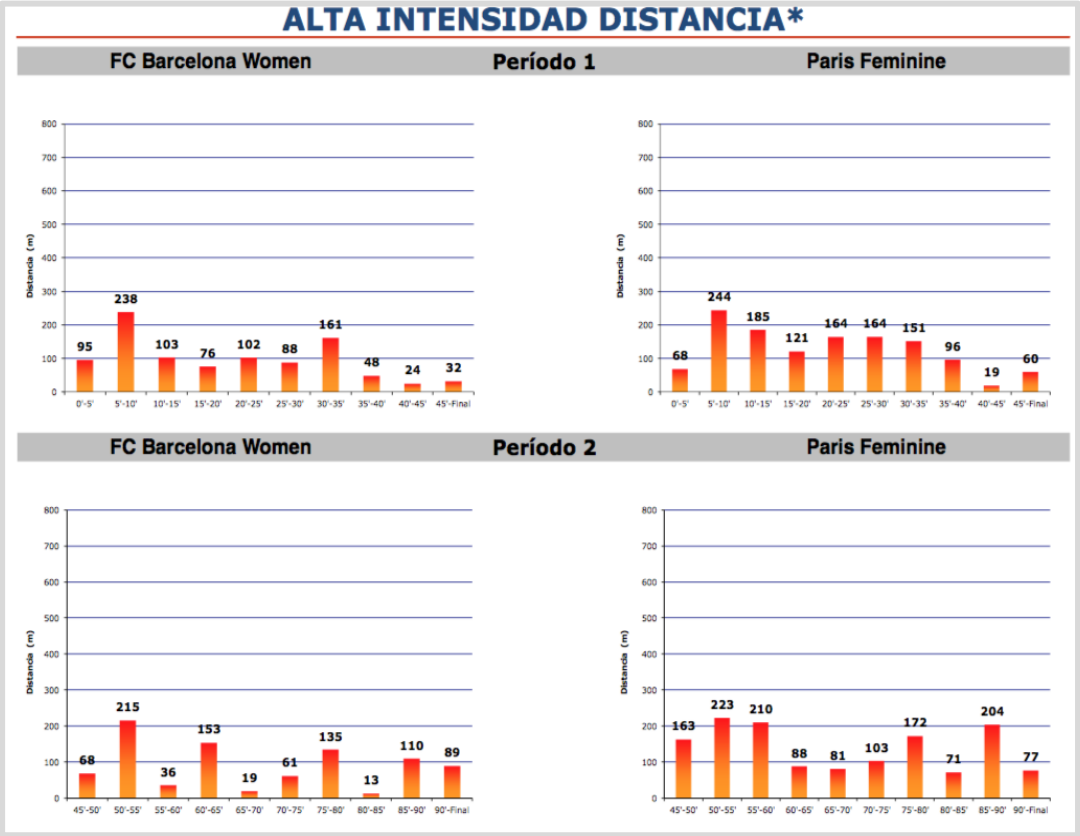
- Categorizada por su intensidad o su velocidad.
- Dividida según el tiempo del partido, cada parte, cada 15 minutos; de manera individual o colectiva.

Figura 2: Tabla comparativa entre dos equipos de fútbol

FC BARCELONA WOMEN		PARIS FEMININE
	DISTANCIA TOTAL	
116770	Distancia Total (m)	110770
7.5	Velocidad Media (km/h)	7.1
37805	Distancia Total en posesión (m)	47587
53886	Distancia Total en posesión del contrario (m)	39483
	SPRINT (+24 km/h)	
615	Sprint Distancia (m)	866
34	Número de Sprints	41
44:40.0	Tiempo medio entre dos Sprints (mn)	30:44.1
169	Sprint Distancia en posesión (m)	603
446	Sprint Distancia en posesión del contrario (m)	260
	ALTA VELOCIDAD (21-24 km/h)	
1252	Alta Velocidad Distancia (m)	1797
96	Número de Alta Velocidad	124
09:46.2	Tiempo medio entre dos Alta Velocidad (mn)	08:55.6
373	Alta Velocidad Distancia en posesión (m)	973
862	Alta Velocidad en posesión del contrario Distancia (m)	807
	CARRERA RÁPIDA (17-21 km/h)	
7100	Carrera Rápida Distancia (m)	7048
588	Número de Carrera Rápida	560
01:35.5	Tiempo medio entre dos Carrera Rápida (mn)	01:46.0
2245	Carrera Rápida Distancia en posesión (m)	3385
4570	Carrera Rápida en posesión del contrario Distancia (m)	3375
	CARRERA (14-17 km/h)	
12183	Carrera Distancia (m)	9955
1316	Número de Carrera	1063
00:40.9	Tiempo medio entre dos Carrera (mn)	00:51.1
3696	Carrera Distancia en posesión (m)	4886
7715	Carrera en posesión del contrario Distancia (m)	4272
	CARRERA LENTA (11-14 km/h)	
20391	Carrera Lenta Distancia (m)	17531
2558	Número de Carrera Lenta	2168
00:20.3	Tiempo medio entre dos Carrera Lenta (mn)	00:24.1
6920	Carrera Lenta Distancia en posesión (m)	8361
11500	Carrera Lenta en posesión del contrario Distancia (m)	7377
	MARCHA Y JOGGING (11-14 km/h)	
75230	Marcha y Jogging Distancia (m)	73572
3068	Número de Marcha y Jogging	2612
00:03.5	Tiempo medio entre dos Marcha y Jogging (mn)	00:03.6
24402	Marcha y Jogging Distancia en posesión (m)	29379
28794	Marcha y Jogging en posesión del contrario Distancia (m)	23392

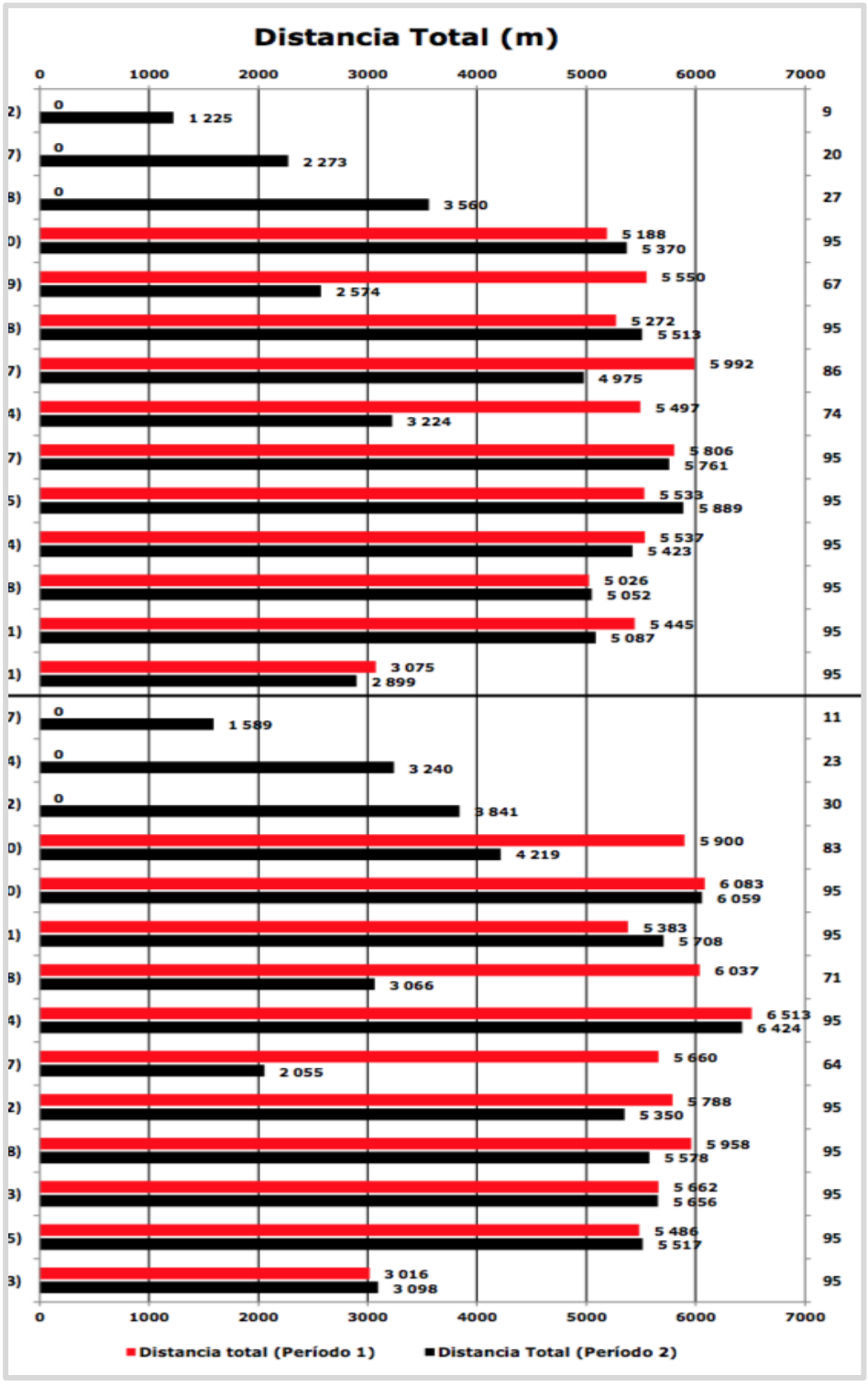
Fuente: Elaboración propia a base del software Prozone, 2016.

Figura 3: Intensidad y distancia



Fuente: Elaboración propia a base del software Prozone, 2016.

Figura 4: Métrica de distancia total



Fuente: Elaboración propia a base del software Prozone, 2016.

Figura 5: Métrica de sprint o carrera de alta intensidad

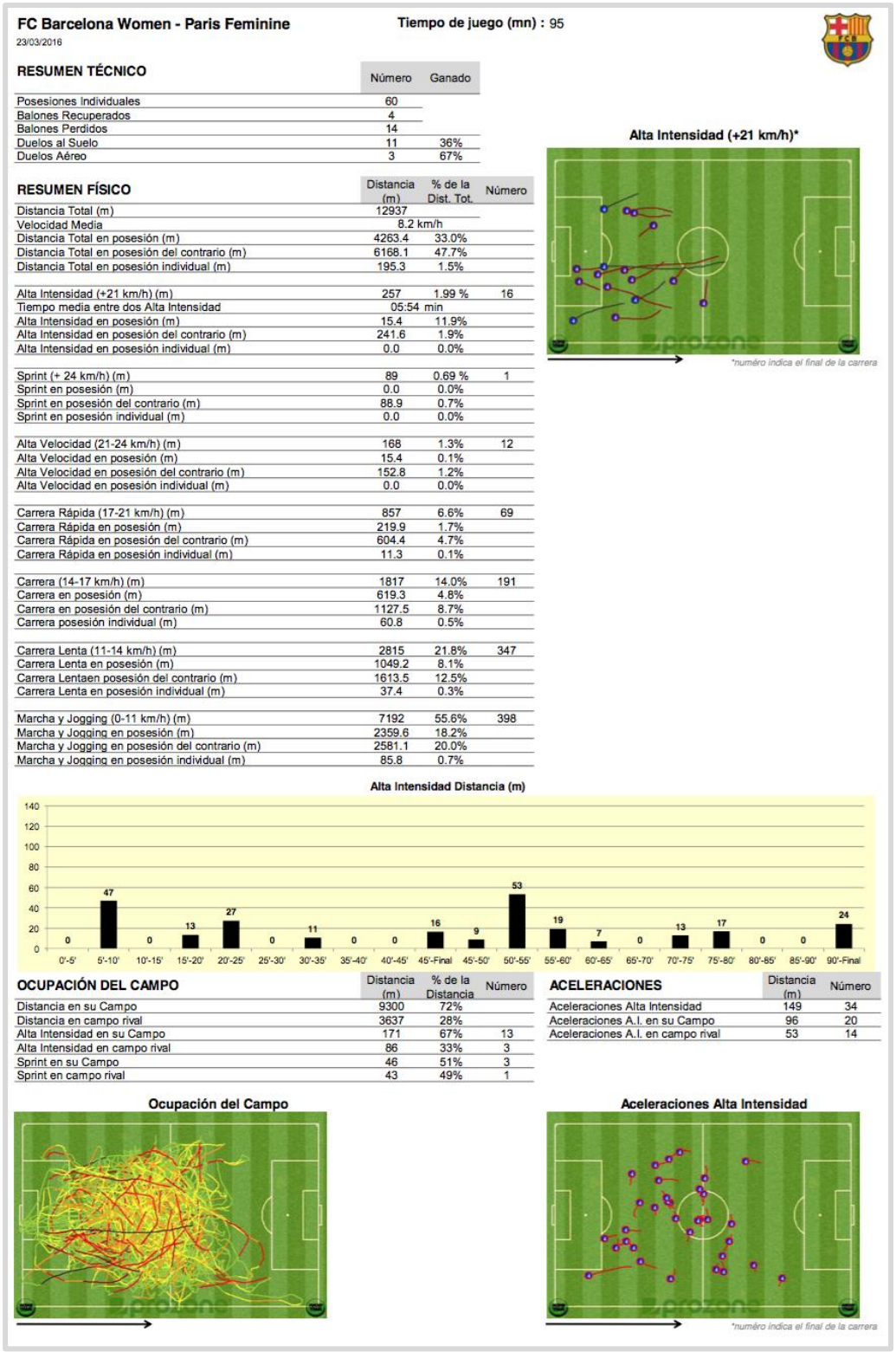
Fuente: Elaboración propia a base del software Prozone, 2016.

Todos estos parámetros pueden ofrecerse de manera grupal para los dos equipos o a través de informes individuales de cada atleta.

También es importante destacar que se pueden obtener reportes a través del panel de control, del que disponen ciertos *softwares*, que integre múltiples mediciones, y a partir de dicho panel de control ingresar a realizar un seguimiento pormenorizado de alguna de las métricas que nos interesen particularmente en cada momento.

La lógica de **panel de control** nos debe permitir, ante todo, que la información sea de utilidad para tomar decisiones, y por ello, uno de los factores clave pasa por su claridad al momento de diseñarlo y prestablecer las variables que más nos interesen controlar para cada momento de utilización.

Figura 6: Panel de control



Fuente: Elaboración propia a base del software Prozone, 2016.

2.1.2 Variables de control de velocidad y RSA

Como ya se mencionó en el tema anterior, los sistemas de videoanálisis son capaces de ofrecer indicadores de la carga externa. En ese sentido, la mayoría de los sistemas ópticos ofrecen la geolocalización de los deportistas 25 veces por segundo, lo cual debería ser suficiente para obtener todos los indicadores de carga externa a través de fórmulas matemáticas. Tengamos en cuenta que los canales de televisión graban a 25 ó 30 imágenes por segundo, y con ello logran que la imagen sea continua sin ninguna clase de deformación o retraso para los televidentes.

Siguiendo con los indicadores, por ejemplo, para conocer la velocidad o la aceleración, bastaría con aplicar las siguientes fórmulas.

$$V = \frac{d}{t}$$

Siendo la velocidad **V** igual al cociente entre la distancia **d** y el tiempo **t**.

$$a = \frac{V}{t}$$

Siendo la aceleración **a** igual al cociente entre la velocidad **V** y el tiempo **t**.

Aun así, cuando se han realizado *tests* para evaluar la fiabilidad de estos sistemas, se han detectado numerosos errores a medida que aumenta la velocidad y, sobre todo, la aceleración (Stevens, De Ruiter, Van Niel, Van de Rhee, Beek y Savelsbergh, 2014). Cabe decir que los sistemas ópticos mejoran muchísimo año tras año y cada vez son más fiables.

Lo más eficiente que hoy tenemos para medir la aceleración son los acelerómetros triaxiales que pueden llevar los deportistas en su cuerpo, a través de dispositivos *wearables* o tecnología ponible.

Los sistemas ópticos nos pueden dar información de manera grupal o individual. Como ejemplo, puede verse, en la figura 7, una tabla comparativa de lo que este sistema, en concreto, denomina **alta intensidad**.
La alta intensidad es un concepto que se asocia a la velocidad y que, en la mayoría de los productos que se encuentran en el mercado, se refiere a esfuerzos que realiza el atleta por encima de 21 km/h.

Otro valor que se suele utilizar es el de los ***sprints*** y se refiere a esfuerzos realizados por el atleta por encima de 24 km/h.

El estadio de desarrollo de la disciplina es aún incipiente y en muchos casos se encuentra que los datos que trabaja son inconsistentes, porque están llenos de incongruencias, sobre todo, terminológicas. De todas formas, la industria del deporte se

está familiarizando con estos conceptos, la nomenclatura, la fiabilidad de los datos, etcétera. Lo que permite que año a año el desarrollo se profundice y profesionalice.

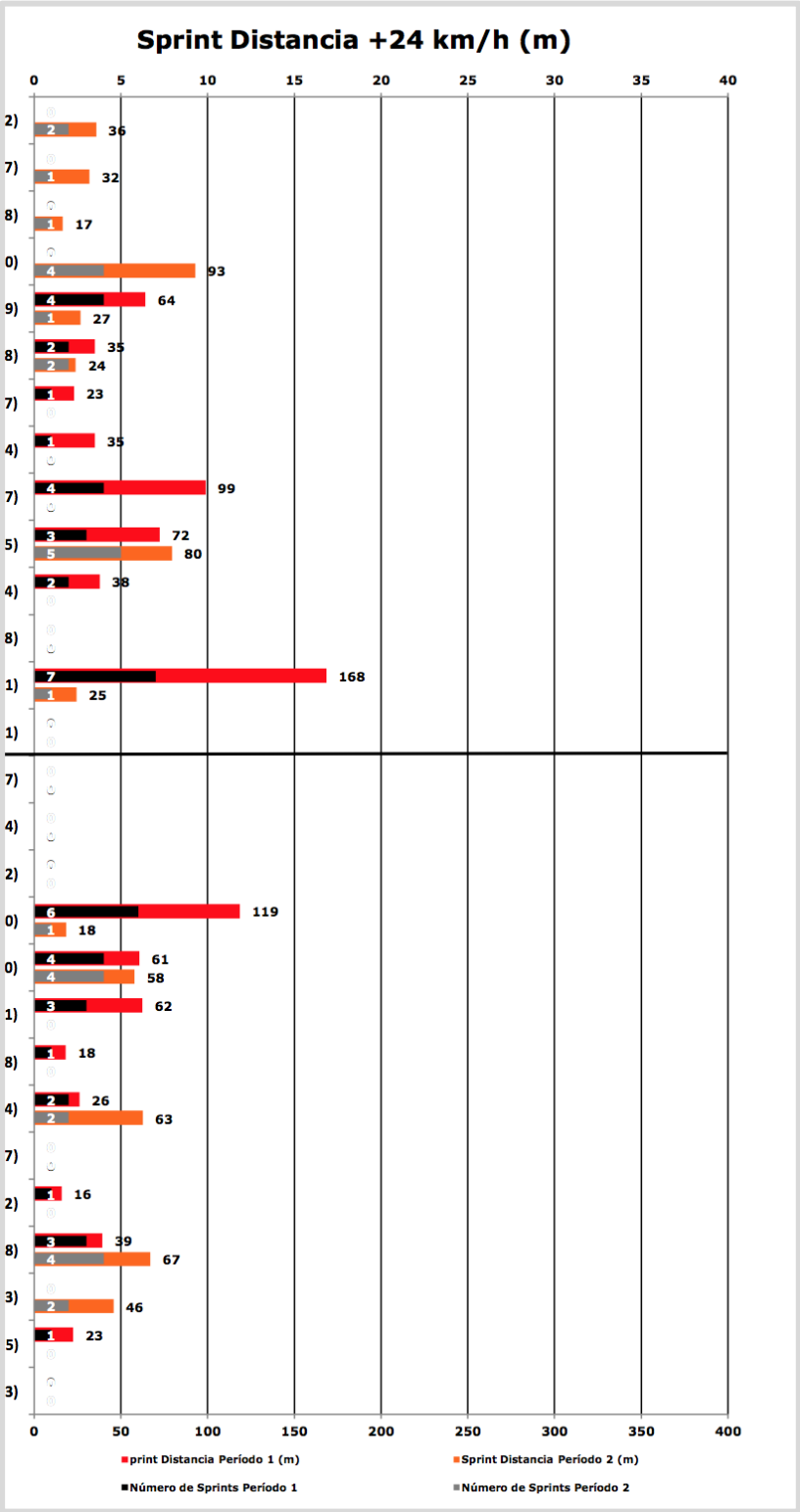
Figura 7: Comparación entre alta velocidad y aceleración

ALTA INTENSIDAD (+21 km/h)		
1867	Alta Intensidad Distancia (m)	2664
130	Número de Alta Intensidad	165
07:49.2	Tiempo medio entre dos Alta Intensidad (mn)	07:14.6
543	Alta Intensidad Distancia en posesión (m)	1576
1308	Alta Intensidad Distancia en posesión del contrario (m)	1067
ACELERACIÓN ALTA INTENSIDAD		
1237	Aceleración Alta Intensidad Distancia (m)	1120
306	Número de Aceleración Alta Intensidad	252
03:41.2	Tiempo medio entre dos Aceleraciones Alta Intensidad (mn)	05:19.7

** Sin Portero*

Fuente: Elaboración propia a base del software Prozone, 2016.

Figura 8: *Sprints* por jugador



Fuente: Elaboración propia a base del software Prozone, 2016.

2.1.3 Análisis biomecánico y de ejecución motriz

Muchos estudios han investigado la cinemática de las destrezas deportivas, sobre todo, la descripción de la técnica u otras variables que afectan al rendimiento. A su vez, muchas de estas destrezas o habilidades son movimientos complejos, tridimensionales, que involucran muchas articulaciones (Smith, Gilleard, Hammond, y Brooks, 2006).

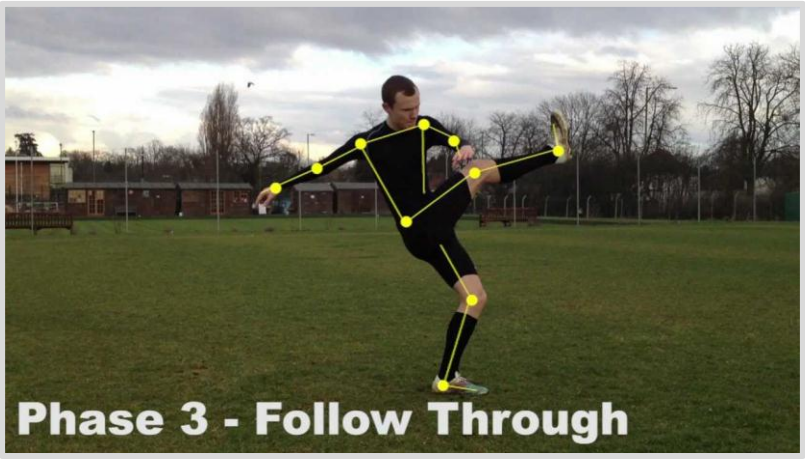
El remate es la destreza más estudiada en el fútbol. Aunque hay varios tipos de remate, la forma más reportada en la literatura es el remate a máxima velocidad con el empeine a un balón detenido. En contraste, otras destrezas, como el lanzamiento lateral o las atajadas de portero, han recibido menor atención (Lees y Nolan, 1998).

El ángulo mayormente utilizado por los jugadores está alrededor de los 43° (Egan, Verheul y Savelsberg, 2007), lo cual coincide con previas investigaciones que reportaron un ángulo de aproximación cercano a los 45°, que genera la velocidad máxima del balón (Isokawa y Lees, 1988). La longitud del último paso es de gran importancia para un remate máximo. (Stoner y Ben-Sira, 1981) Reportaron una mayor longitud en el último paso cuando los jugadores profesionales realizaban un remate de larga distancia (1.69 m) comparado con un tiro de media distancia (1.50 m). Se realizó así una asociación entre una mayor longitud de paso con un mayor grado de retracción pélvica, lo cual permite un mayor rango de protracción pélvica (rotación anterior del lado del remate) (Lees y Nolan, 2002)

Figura 9: Primera fase del remate

Fuente: Captura de pantalla de Biomechanics (Devan, 2015, https://www.dailymotion.com/video/x35n7de)

Figura 10: Análisis biomecánico del remate



Fuente: Captura de pantalla de Biomechanics (Devan, 2015, https://www.dailymotion.com/video/x35n7de)

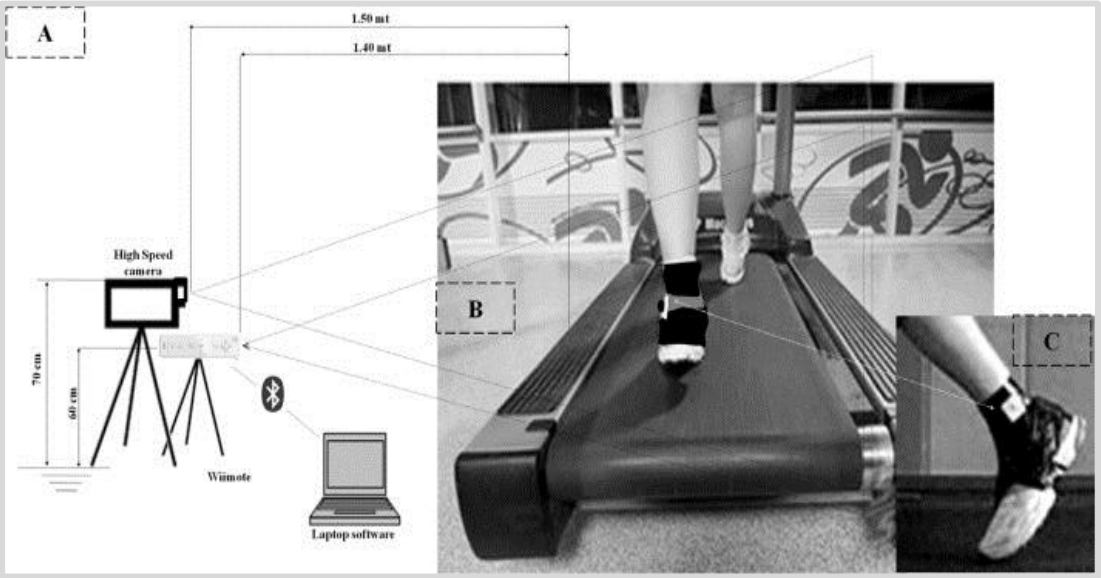
La cinemática es la rama de la mecánica clásica que describe el movimiento de puntos, cuerpos y sistemas de cuerpos, sin considerar las causas de ese movimiento (Whittaker, 1904). En el laboratorio, el estudio de la cinemática se realiza con instrumentos, como dispositivos optoelectrónicos, que tienen la ventaja de proveer una gran precisión en los marcadores de seguimiento. Sin embargo, tienen la desventaja de ser costosos, con una configuración compleja y procedimientos que requieren de un técnico experto, además de no ser transportables.

La captura de movimiento, por otro lado, es una herramienta intensamente utilizada (Ekman y Friesen, 1969) que, gracias a las innovaciones tecnológicas, puede generar imágenes de video con una alta definición. Sin embargo, estas tecnologías también tienen algunas desventajas, como ser el análisis posterior de los datos, el cual lleva una gran cantidad de tiempo y requiere de gran atención para seguir las marcas (Bharatkumar, Daigle, Pandy, Qin, y Aggawrwal, 1994).

En los últimos años, Nintendo ha introducido en el mercado una herramienta (La Wii-Remote) capaz de seguir un marcador activo que emite luz en un espectro infrarrojo (Clark, Paterson, Ritchie, Blundell y Bryant, 2011).

Basado en la cantidad de ventajas de esta tecnología, esta herramienta puede ser utilizada para estudiar la cinemática en el deporte. Wii-Remote puede conectarse a un marcador activo fijado a una parte del cuerpo, y posibilitar el estudio de la cinemática. Padulo, et al. (2015) validaron el MarkWiiR comparándolo con videoanálisis de alta frecuencia, mientras estudiaban el desplazamiento espacial del marcador en el maléolo, durante caminata y carrera a distintas velocidades. Lo que mostraron estos autores es que Wii-Remote y el marcador activo MarkWiiR ofrecen una excelente validez con respecto al videoanálisis.

Figura 11: Análisis utilizando Wii Remote



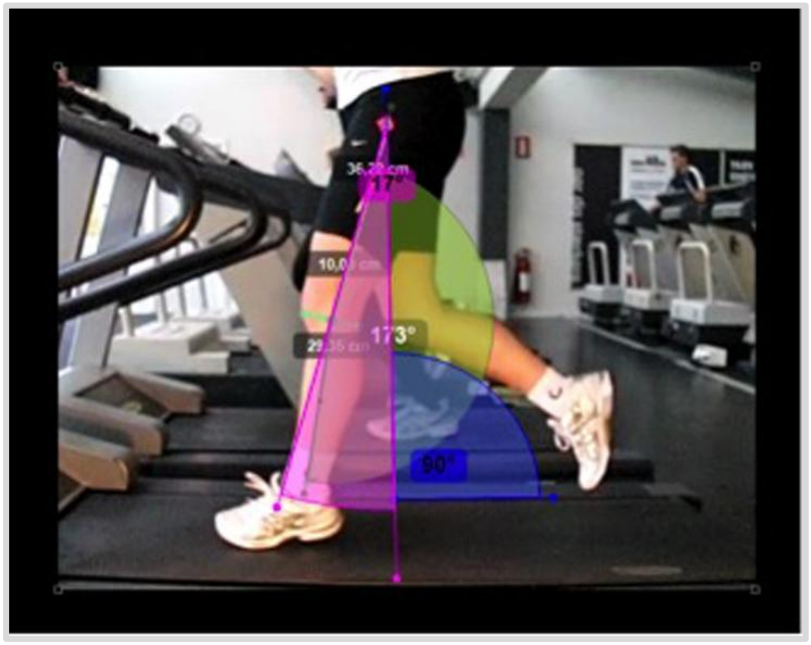
Fuente: Padulo et al, 2015, p. 54.

Disposición experimental:

- A: la posición de la cámara, el Wii-RemoteTM, y la laptop, con respecto a la cinta.
- B: Un sujeto en la cinta.
- C: el led infrarrojo MarkerWiiRTM y el marcador pasivo adjuntado al tobillo del sujeto.

En la práctica clínica, en cambio, se utilizan métodos más simples. La cinemática de las articulaciones durante la carrera es cuantificada, como dijimos previamente, principalmente, por grabaciones de video bidimensionales (2D) y *softwares* de *motion*-análisis. Sin embargo, la aplicabilidad de este enfoque depende de la habilidad de los clínicos para cuantificar la cinemática de un modo confiable. Damsted, Oestergaard Nielsen y Henrik Larsen (2015) investigaron la confiabilidad intra e inter evaluador para cuantificar los ángulos de rodilla y cadera y la pisada durante la carrera. Utilizaron una instalación de video 2D con el *software* de *motion*-análisis Kinovea 0.8.15. Estos autores encontraron que la confiabilidad del análisis de distintos evaluadores es suficiente para usar las técnicas de *motion*-análisis de 2D. Sin embargo, la interpretación debe incluir una evaluación crítica del sistema de *motion*-análisis, antes de tomar en cuenta las conclusiones obtenidas.

Figura 12: Captura de pantalla de imagen en los ángulos cuantificados



Fuente: Damsted, Oestergaard Nielsen y Henrik Larsen, 2015, p. 150.

- En el ángulo verde se puede observar la flexión de rodilla: ángulo relativo entre la tibia y el fémur.
- En el ángulo azul se observa la flexión de cadera: ángulo relativo entre el fémur y la línea perpendicular a la cinta.
- El ángulo rosa muestra la flexión a través del trocánter mayor del fémur.

Otro modo de valorar la cualidad biomecánica de los gestos deportivos es por medio de dispositivos que indirectamente cuantifiquen la aptitud física de los deportistas. Así, por ejemplo, pueden determinarse asimetrías y su posible correlación con asimetrías estructurales o funcionales evaluadas por otros métodos.

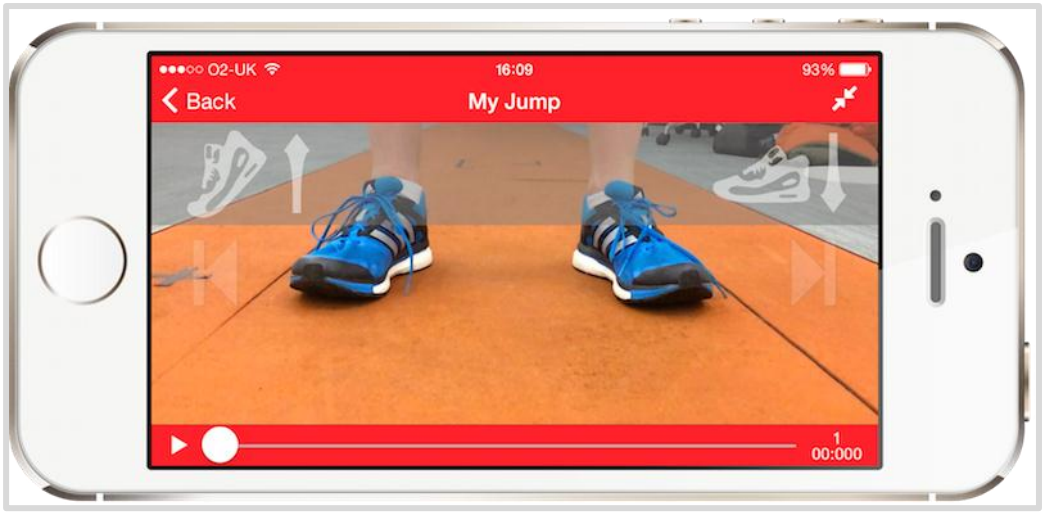
Los saltos verticales son comúnmente utilizados para evaluar la aptitud física en numerosas poblaciones.

El método *gold* estándar para cuantificar la capacidad de salto han sido las plataformas de fuerza que pueden hacerlo usando el tiempo de vuelo del salto y la velocidad de despegue del suelo del sujeto. El uso de plataformas de salto, así como acelerómetros, plataformas de infrarrojo y cámaras de alta velocidad han sido validados para medir el tiempo de vuelo de los saltos verticales, pero todos tienen potenciales limitantes. En primer lugar, son costosos para los entrenadores y su uso está más que todo confinado a laboratorios de universidades y clubes de elite. En segundo lugar, muchos de ellos son muy pesados y se necesita de *softwares* específicos para analizar los datos (Balsalobre-Fernández, Glaister y Lockey, 2015).

La última tecnología de análisis cinemático disponible en el mercado es la aplicación creada por la compañía Apple, conocida como My Jump. Esta tecnología, menos costosa y más portable, fue validada recientemente (Balsalobre-Fernández, Tejero-González, del

Campo-Vecino y Bavaresco, 2014) y combina el uso de una cámara de alta velocidad y un *software* para evaluar la altura del salto vertical. Su costo es de USD 9.99. El proceso de evaluación toma unos cinco minutos, más 30 segundos por cada cálculo de la altura de salto. Es importante mencionar que la relación encontrada entre la altura del salto por plataforma de fuerza y My Jump en un salto con contramovimiento fue casi perfecta (ICC=0.997, 95 % CI: 0.996-0.998, p < 0.001) (Balsalobre-Fernández et al, 2015).

Figura 13: My Jump app de iPhone



Fuente: Balsalobre-Fernández et al, 2015, p. 3.

La biomecánica en el deporte ofrece métodos por los cuales las acciones muy veloces que ocurren en el deporte pueden ser grabadas y analizadas en detalle (Lees en Reilly y Williams, 2003). Las técnicas de desarrollo biomecánico han ayudado en el entendimiento de los mecanismos subyacentes del rendimiento, aunque su uso es limitado. Sin embargo, existen muchas características del juego que son susceptibles a tratamientos biomecánicos y, por ende, son buenas las oportunidades para los biomecánicos en cuanto a su contribución en la ciencia del fútbol (Lees y Nolan, 1998).

2.1.4 Análisis de ejecuciones técnicas específicas del deporte

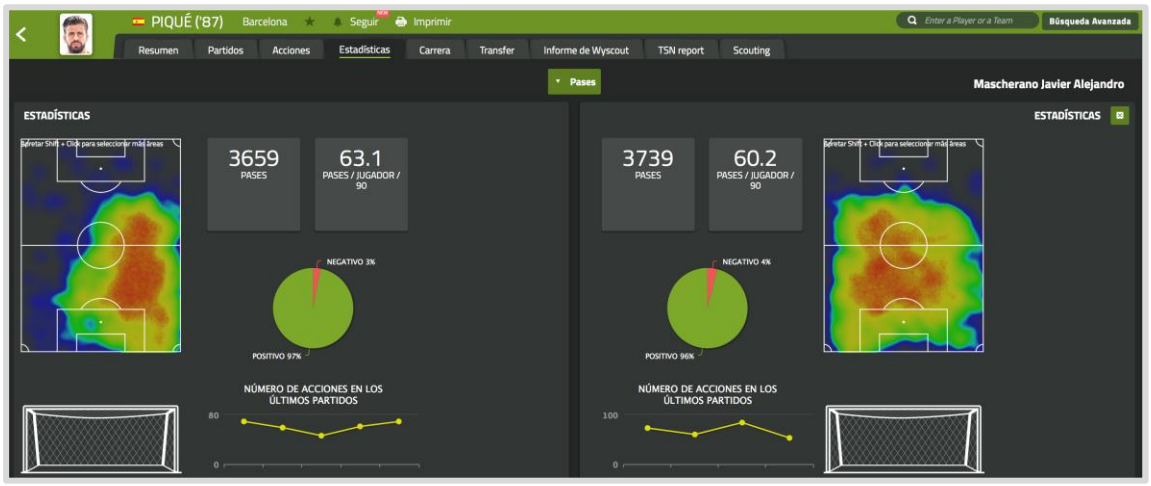
Actualmente, los sistemas ópticos todavía no son capaces de ofrecer datos de análisis de ejecuciones técnicas específicas. No existen sistemas automáticos o robotizados que permitan una adquisición de estos datos por parte de las máquinas. Se hace necesaria la intervención de un humano que, subjetivamente, recopila estos datos, los que después son integrados en los servicios que dan las empresas de videoanálisis. De esta manera, la solución final sí viene completa, pero hay que saber que los datos técnicos son adquiridos por humanos.

En esta adquisición de datos, existen muchas diferencias, tanto en el criterio como en la calidad. Hay empresas que optan por formar de manera muy exhaustiva a sus técnicos y trabajan con una calidad cercana al 95 % y a tiempo real. Una vez revisado este trabajo, en unas dos horas se sirve la información con un nivel de calidad cercano al 98 %.

Cuando se habla de calidad, se refiere a que cuando una empresa define lo que es un tiro a portería, todos los eventos calificados como tiro a portería siguen el criterio definido por esta empresa (Liu, Hopkins, Gómez y Molinuevo, 2013). Otro tema es si el cliente está de acuerdo con esa definición.

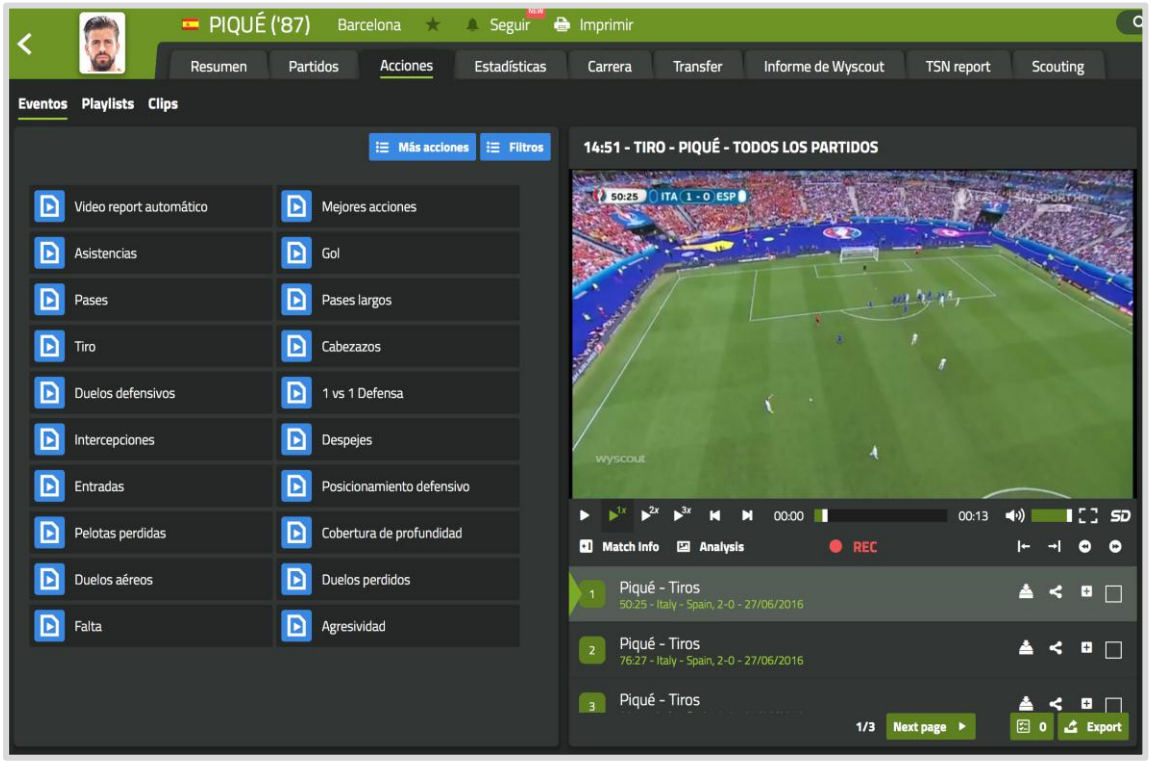
Un ejemplo que clarifica este tema es el de los pases correctos. A menudo, las empresas dan este dato cuando un jugador hace un pase a un compañero y este pase no es interceptado por otro adversario. Para la mayoría de los técnicos deportivos este dato no es suficiente, ya que un jugador puede hacer un pase a un compañero, pero quizá es la peor opción de todas las que tenía, se lo envía con una fuerza inadecuada, lo realiza orientado a la pierna menos hábil de su compañero o con poca precisión, o el compañero tiene que hacer un gran esfuerzo para controlar ese balón, etcétera. Todas estas situaciones son catalogadas como pase bueno, correcto, acertado, etcétera.

Figura 14: Análisis de la técnica del futbolista a través del etiquetado manual



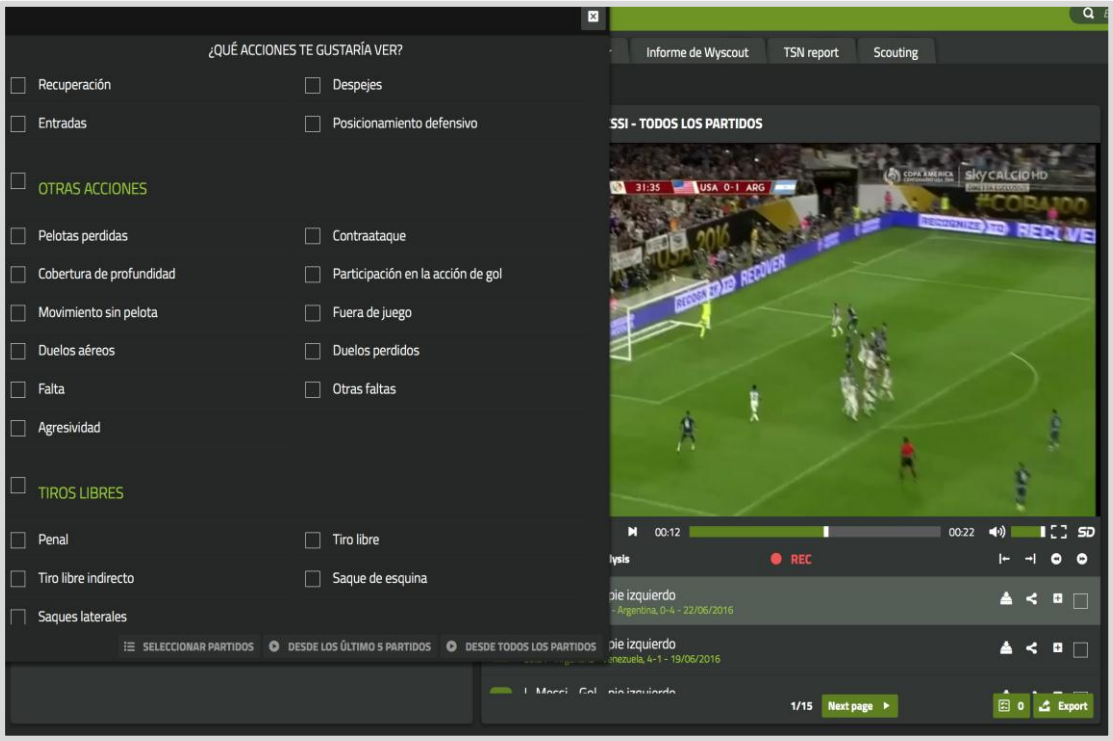
Fuente: Elaboración propia a base del software Wyscout, 2016.

Figura 15: Videoanálisis y etiquetado



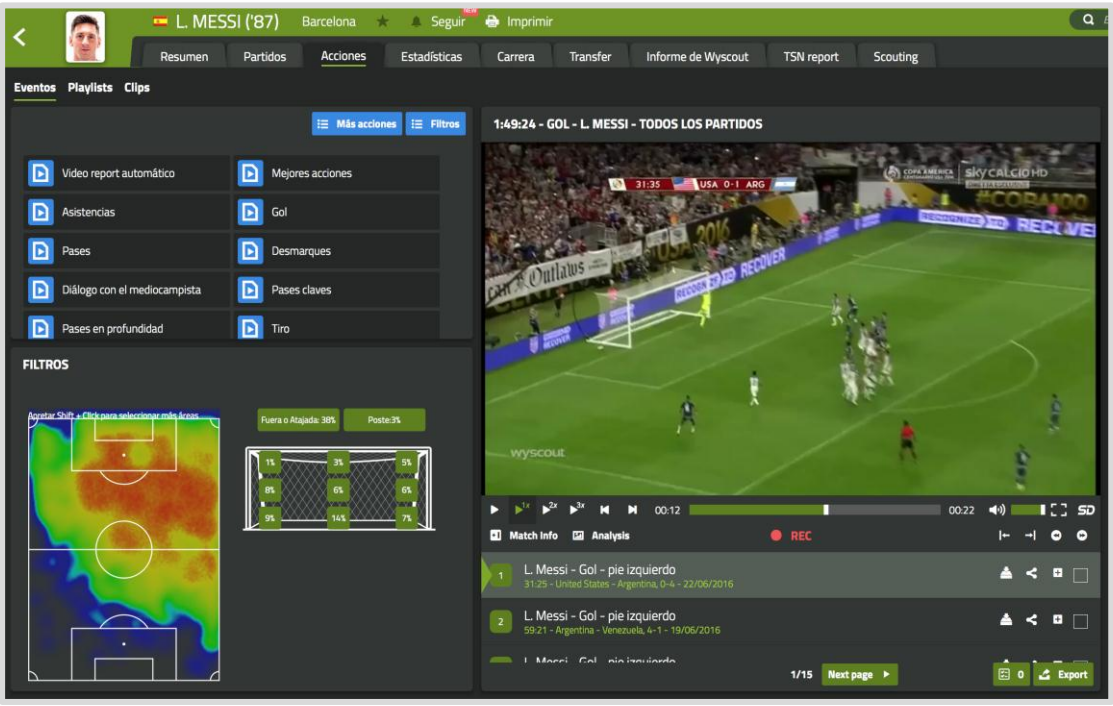
Fuente: Elaboración propia a base del software Wyscout, 2016.

Figura 16: Menú de selección de eventos y acciones registradas



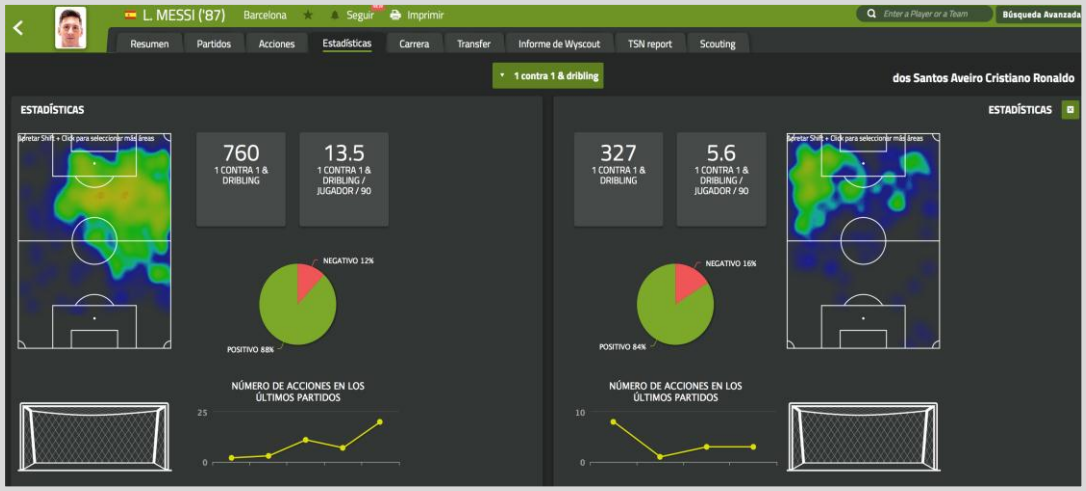
Fuente: Elaboración propia a base del software Wyscout, 2016.

Figura 17: Panel de control con video



Fuente: Elaboración propia a base del software Wyscout, 2016.

Figura 18: Análisis gráfico del rendimiento de un futbolista



Fuente: Elaboración propia a base del software Wyscout, 2016.

2.2 Variables de rendimiento táctico y estratégico

2.2.1 Comportamiento del jugador en función de su rol

El videoanálisis permite analizar a los jugadores de manera objetiva, a través de la información que proporcionan terceros, como por ejemplo lo hace OPTA Sportsdata con un alto nivel de fiabilidad, pero es importante tener en cuenta que la confiabilidad podría fortalecerse aún más mediante técnicas más avanzadas y específicas de seguimiento de jugadores (Liu et al, 2013), y también el videoanálisis permite analizar a los jugadores de manera subjetiva, que es la que realizan los propios analistas de cada club.

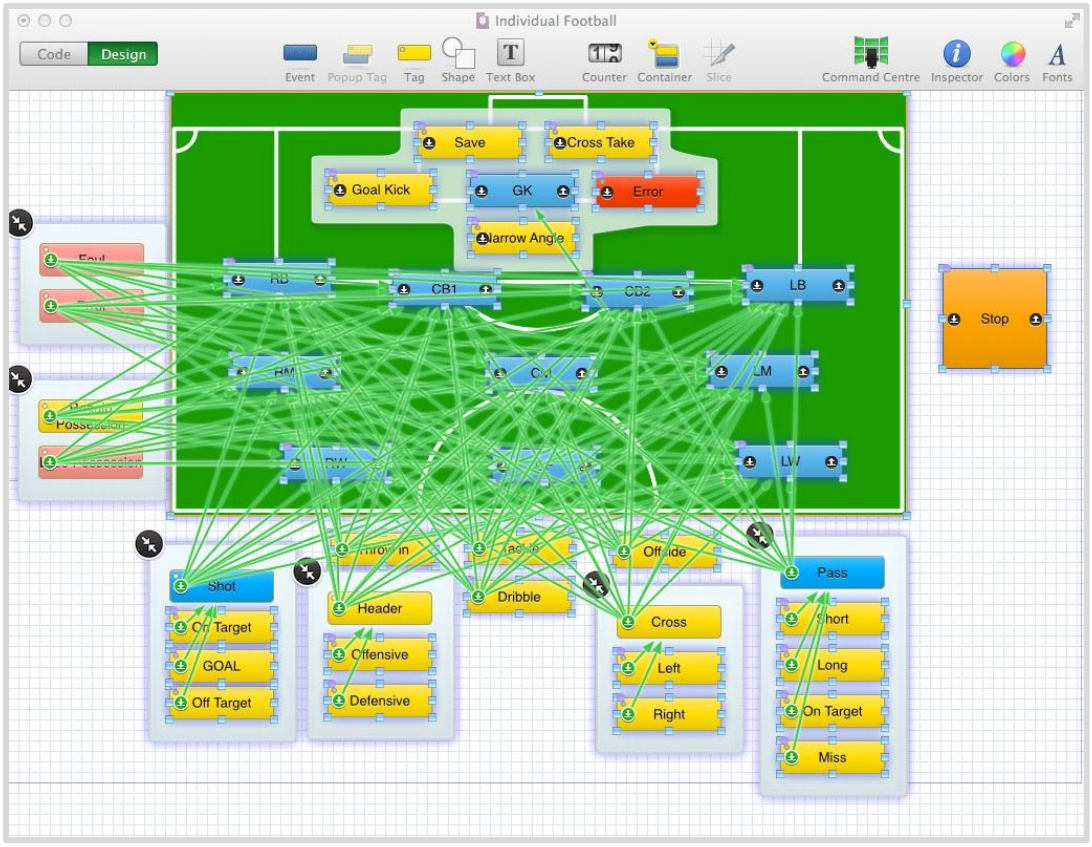
Se hace difícil encontrar análisis objetivos realizados por terceros, que sean de utilidad a la hora de analizar el rol de un jugador en un equipo, ya que ese rol que juega en cada equipo solo lo conocen los componentes del equipo y cuerpo técnico. Aun así, hay conceptos que pueden aprovecharse, pero por lo general, son los menos. Volviendo a lo comentado en temas anteriores, hay empresas que nos ofrecen datos como los que observamos en la figura 14.
Si miramos la información, los datos indican que estos jugadores solo han cometido un 4 % de error en pase en toda la temporada. Es decir, que cuando el balón salió de sus pies, de alguna manera que aún desconocemos, llegó a un compañero suyo.

Si este análisis lo realiza un analista del club, seguramente, la estadística no sería tan favorable, y este concepto (pase) estaría desgranado en muchos otros conceptos, por ejemplo, pases bajo presión, en zona de iniciación, de finalización, aéreos, rasos, superando líneas adversarias, erróneos tácticamente, etcétera.

¿Para qué son útiles los datos que nos ofrecen estas empresas? Un analista que quiera analizar todos los pases de un jugador no tiene que visualizar todo el partido, simplemente selecciona todos los pases del partido y luego, el analista etiqueta o descarta según sus criterios. Para realizar este trabajo, se utilizan plataformas como la que vemos en la figura 20 o, lo más habitual, *software* de videoanálisis. De estos últimos, podemos encontrar una gran variedad en el mercado con sus fortalezas y limitaciones gracias a la revisión realizada por Bustamante y Burillo (2016). Por ejemplo Nacsport, *software* dirigido a entrenadores, que tiene la ventaja de personalizar las etiquetas para catalogar acciones de preferencia. SoccerLab es un sistema centralizado, que combina varias aplicaciones de *software*, *hardware* y servicio de mantenimiento. Es específico para el fútbol y tiene un potente sistema de administración de usuarios y de seguridad. Además, cuenta, por ejemplo, con análisis de video en línea y posibilidad de asociar metadatos (nombre, descripción, etiquetas) a los clips de vídeo. DVSport Fastbreak herramienta personalizable y escalable que se ajusta a necesidades y presupuestos de cada usuario. Entre otras funciones permite personalizar datos y generar gráficos e informes, y la opción *frame by frame slow motion*, telestrator y soporte de múltiples monitores.

De todos modos, todavía existe cierta confusión al momento de utilizar este tipo de sistemas por parte de entrenadores y atletas, por lo que la estandarización de protocolos de transmisión, estandarización de las técnicas de medidas y estructuración de datos se torna indispensable, al igual que el cuidado sobre el manejo de la información, ya que las cuestiones éticas entran en juego al momento de compartir datos personales de los deportistas (Bustamante y Burillo, 2016).

Figura 19: Panel de etiquetado manual del videoanalista



Fuente: Elaboración propia a base del software Wyscout, 2016.

Figura 20: Etiquetando múltiples jugadores a la vez

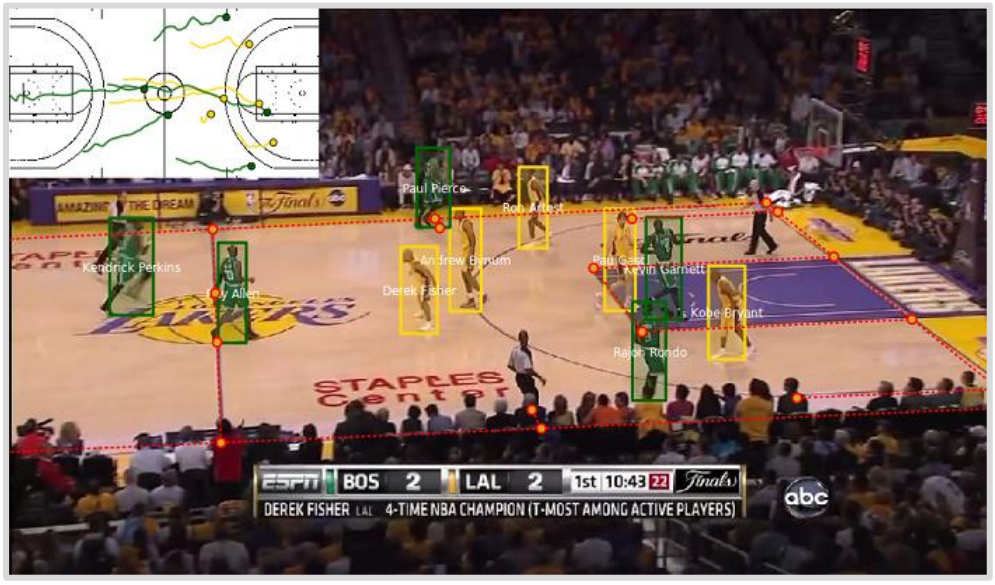
Fuente: Captura de pantalla sobre etiquetado múltiple de jugadores (Sportscode, 2015, https://www.sporttech.biz/sportscode).

2.2.2 Intervención objetiva en el juego o el entrenamiento

Como ya se comentó en temas y unidades anteriores, es difícil objetivar el juego o incluso el entrenamiento. Se hace necesaria la intervención del análisis subjetivo, ya que faltan datos objetivos que puedan ser conectados con los análisis subjetivos.

En los próximos años, vamos a empezar a ver experiencias apoyadas en el *machine learning* o aprendizaje automático. El *machine learning*, que proviene de la ciencia de la computación a través de la inteligencia artificial, desarrolla técnicas que les permite aprender a las máquinas o a los ordenadores.

Figura 21: Análisis subjetivo



Fuente: Rogez, 2012. p. 4.

Estos conceptos que pueden parecer abstractos son muy fáciles de entender mediante ejemplos.

Imagine que hay un entrenador que detecta que hay un defensor que continuamente se separa de sus compañeros y provoca desajustes en el sistema defensivo que luego, propician ocasiones de gol del rival. Para analizar esa situación, le va a encargar al analista que le muestre, mediante video, cuándo se produce esta situación. Hoy en día, esta acción solo la puede hacer subjetivamente un analista. Ahora, si se dispone de la posición XY de todos los jugadores y del balón, lo que el analista analiza puede convertirse en un algoritmo que sirve para analizar por sí solo un partido, y dar los datos objetivos a una situación subjetiva, identificando de forma automática las situaciones solicitadas por el entrenador.

Si se ha entendido esta situación, esperamos que también pueda entenderse esta otra. Si después de una temporada o de varias temporadas, se alimenta una máquina de todo el análisis subjetivo de un cuerpo técnico, con su criterio propio, y se le añaden todos los videos de los partidos y, además, todos los datos geoposicionales de balón y jugadores, la máquina puede aprender y crear algoritmos que objetivan lo subjetivo.

Experiencias de este tipo van a empezar a ser habituales en los próximos años.

Al contrario de lo que se pueda pensar, este tipo de trabajos no van a sustituir el trabajo del videoanalista, simplemente, le van a proporcionar más datos y más tiempo para que pueda ofrecer mejores soluciones a los cuerpos técnicos de los equipos y liberarlo de trabajos rutinarios que no aportan valor y que pueden ser realizados por máquinas.

Figura 22: Cabina de análisis

Fuente: Outside of the Boot, 2015, http://outsideoftheboot.com/2015/09/24/insight-into-data-analysis-in-football/

2.2.3 Relación entre comportamiento táctico y momento del juego, semana, temporada

El análisis de video adquiere una gran relevancia cuando se utiliza con el fin de estudiar la táctica colectiva. Esto no quiere decir que se analice grupalmente, ya que el rendimiento táctico individual es lo que configura la táctica colectiva de un equipo deportivo.

Cuando un cuerpo técnico diseña una temporada, no solo trabaja temas condicionales, sino que, por supuesto, hay un contenido táctico que se debe programar en función del cuerpo técnico, el conocimiento de los jugadores, las competiciones que se deban afrontar, etcétera.

Todo el contenido táctico se distribuye en microciclos, mesociclos, momentos de la temporada en función de rivales y competiciones. Cuando se intenta instaurar una forma de jugar en un equipo, todo el contenido que se ofrece al colectivo, de alguna manera, se debe medir para conocer si esto se realiza correctamente o no.

Esta medición se puede hacer en entrenamientos y en partidos de manera subjetiva, como sucede la mayoría de las veces, o de manera objetiva, mediante la utilización de tecnología de geoposicionamiento. Pero el formato final que todo este estudio tiene es el de videoanálisis. Por lo tanto, es muy importante tener las herramientas adecuadas para llevarlo a cabo, y a los profesionales cualificados y alineados con el entrenador para que la medición, si es subjetiva, se ajuste a lo que se busca.

Figura 23: Revisión de técnica

Fuente: Lineout Coach, 2015, https://thesneakytester.com/category/the-workplace/

De acuerdo con cada cuerpo técnico y de los resultados del videoanálisis, la devolución que se realiza a los jugadores de manera individual o al grupo varía sustancialmente. No existe un modelo definido, un modelo mejor o peor, sino que depende de muchas variables que se determinan en función de la habilidad y preferencia de cada cuerpo técnico.

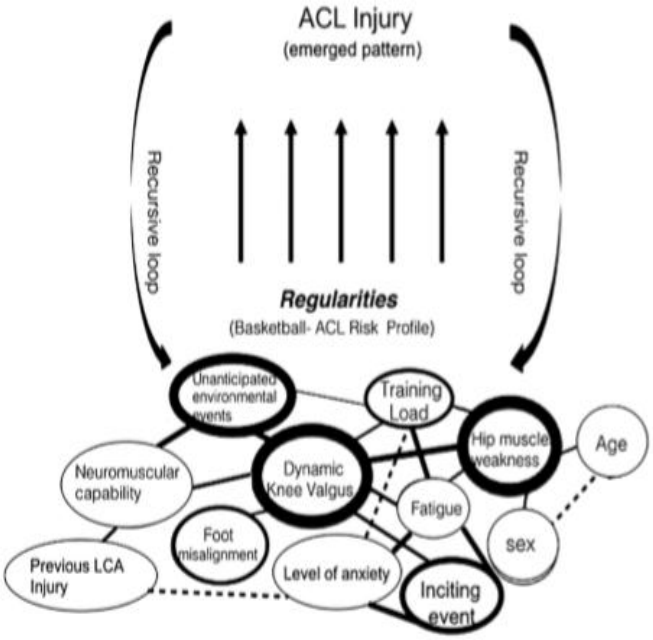
El videoanálisis es la técnica más importante que se tiene a la hora de analizar tácticamente a un equipo, ya sea el propio, o el rival.

2.2.4 Relación entre comportamiento táctico, rendimiento físico, lesión

A menudo se realizan análisis del rendimiento físico y análisis lesionales, de manera aislada e individualizada, sin tener en cuenta el ecosistema en el cual se producen estas acciones. No es lo mismo un entrenamiento que un partido, un partido amistoso que una final, así como tampoco es lo mismo una carrera a máxima intensidad y lineal de un deportista en un campo de entrenamiento que una carrera de parecidas características en la disputa de un balón con un rival en un partido o en un entrenamiento, con una carga cognitiva, emocional y socio-afectiva que desconocemos , ya que las lesiones deportivas no surgen de una combinación de factores aislados y predictivos, sino que son producto de una compleja red multifactorial de determinantes, los cuáles puedes estar vinculados entre sí linealmente o no. A partir de esto, necesitamos posicionarnos en el enfoque de sistemas complejos, en donde pequeños cambios en algunos determinantes pueden llevar a grandes consecuencias, incluso inesperadas, ya que este enfoque es dinámico y abierto, en el cual existen bucles recursivos e interacciones complejas entre unidades, organizadas espontáneamente. La complejidad supone que la predicción está basada en la probabilidad y no en una causalidad directa (Bittencourt, Meeuwisse, Mendonça, Nettel-Aguirre, Ocarino y Fonseca, 2016). Podemos ver un

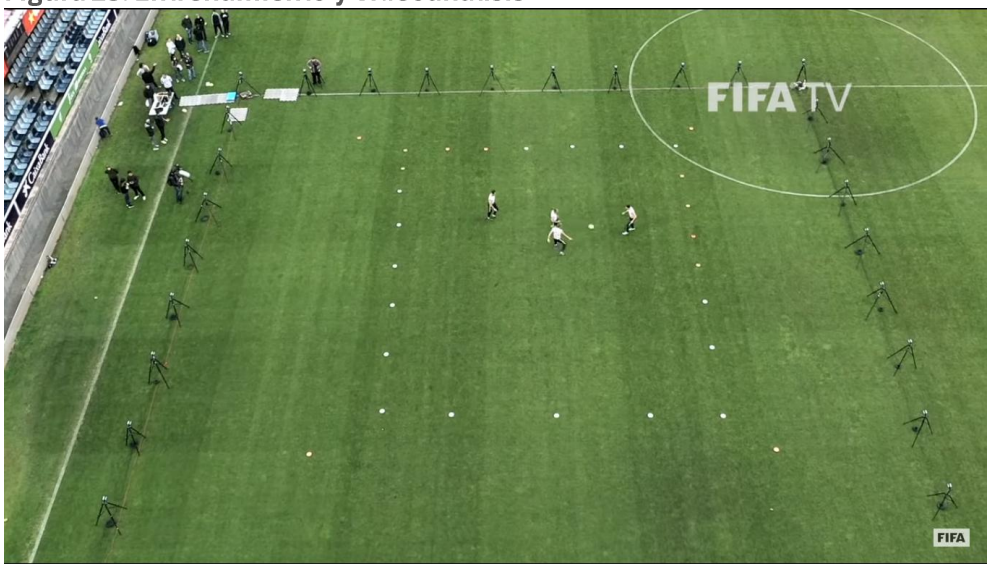
ejemplo de esta red de determinantes complejos para una lesión específica en la figura 24.

Figura 24: Red de determinantes para una lesión de LCA en atletas de baloncesto



Fuente: Bittencourt et. al., 2016. p. 1313

Figura 25: Entrenamiento y videoanálisis



Fuente: Captura de pantalla de Electronic Performance Tracking Systems Validation Study (FIFA TV, 2019, https://www.youtube.com/watch?time_continue=157&v=bMY6C_tLEAQ)

El videoanálisis ayuda a contextualizar las situaciones que viven nuestros deportistas. Esto, lejos de simplificar el análisis, lo que nos muestra es la complejidad en la que se desarrollan los deportes, y en función de esa complejidad y con toda la información recabada, se puedan tomar mejores decisiones.

Figura 26: Carrera de alta intensidad en contexto

Fuente: Martín, 2013, http://www.elespectador.com/deportes/futbolcolombiano/lionel-messi-les-habria-buscado-pelea-jugadores-del-rea-articulo-402184

Cada vez más, los *softwares* de análisis de rendimiento físico como los que proporcionan las empresas de EPTS permiten incorporar videos para ver en qué circunstancias se desarrollan los esfuerzos.
Así mismo, los médicos, fisioterapeutas y recuperadores se introducen en el análisis de video para poder efectuar mejores diagnósticos y diseñar mejores protocolos de

prevención y recuperación. Esto no quiere decir que deban registrar y analizar por su propia cuenta los vídeos. Quizá se deban organizar mejor las estructuras de trabajo, en las que los analistas de video, a través de la colaboración y cooperación, provean de fuentes de video y análisis. De manera que los profesionales que forman parte de una estructura organizativa de un equipo puedan beneficiarse de todos los recursos.

Figura 27: Recursos de videoanálisis

Fuente: Reel, 2016, https://www.linkedin.com/pulse/experiential-screen-combining-ipad-pro-myplayxplay-turning-reel

Referencias

Balsalobre-Fernández, C., Glaister, M. y Lockey, R. A. (14 de septiembre de 2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of sports sciences, 33*(15), 1-6.

Balsalobre-Fernández, C., Tejero-González, C., del Campo-Vecino, J. y Bavaresco, N. (2014). The concurrent validity and reliability of a low-cost, high-speed camera-based method for measuring the flight time of vertical jumps. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *28*(2), 528-533.

Bharatkumar, A., Daigle, K., Pandy, M., Qin, C. y Aggawrwal, J. (1994). Lower limb kinematics of human walking with the medial axis transformation. *Proceedings of IEEE workshop on Motion of Non-Rigid and Articulated Objects*, 70-76.

Bittencourt, N.F.N., Meeuwisse W.H., Mendonça L.D., Nettel-Aguirre, A., Ocarino, J.M. y Fonseca, S.T. (2016). Complex systems approach for sports injuries: moving from risk factor identification to injury pattern recognition—narrative review and new concept. *Br J Sports Med*., 50, 1309-1314.

Bustamante, A. y Burillo, P. (2016). *Gestión y evaluación del rendimiento en baloncesto: una revisión sistemática del software. Retos, 29,* 72-78.

Clark, R., Paterson, K., Ritchie, C., Blundell, S. y Bryant, A. (14 de 03 de 2011). Design and validation of a portable, inexpensive and multi-beam timing light system using the Nintendo Wii hand controllers. *Journal of Science and Medicine in Sports*, *14*(2), 177-82.

Damsted, C., Oestergaard Nielsen, R. y Henrik Larsen, L. (2015). Reliability of video-based quantification of the knee and hip angle at foot strike during running. *International Journal of Sports Physical Therapy*, *10* (2), 147-154.

Devan, N. (Usuario). (08 de septiembre de 2015). *Biomechanics - Analysis of a Football Free Kick* [Dailymotion]. Recuperado de http://www.dailymotion.com/video/x35n7de

Egan, C., Verheul, M. y Savelsberg, G. (2007). Effects of experience on the coordination of internally and externally timed soccer kicks. *Journal of Motor Behavior*, *39*(5), 423-432.

Ekman, P., y Friesen, W. (1969). The Repertoire of Nonverbal Behavior: Categories, Origins, Usage and Coding. *Semiotica, 1*, 49-98.

Fifa TV. (2019). Electronic Performance Tracking Systems Validation Study. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?time_continue=157&v=bMY6C_tLEAQ

Isokawa, M. y Lees, A. (1988). A biomechanical analysis of the instep kick motion in soccer. In Science and Football. E and FN Spon, *8*(2), 449-455.

[Imagen sin título sobre ocupación de campo de un jugador en un partido]. (2016). Recuperado de https://www.pinterest.com/pin/128211920617998015/

Lees, A., y Nolan, L. (1998). The biomechanics of soccer: A review. *Journal of Sports Sciences* 16, 211-234.

Lees, A. y Nolan, L. (2002). Three-dimensional kinematic analysis of the instep kick under speed and accuracy conditions. *Science and football IV*, 16-21.

Lineout Coach. (2015). *Lineout Coach*. Recuperado de https://thesneakytester.com/category/the-workplace/

Liu, H., Hopkins, W., Gómez, A. M. y Molinuevo, S. J. (2013). Inter-operator reliability of live football match statistics from OPTA Sportsdata. *International Journal of Performance Analysis in Sport, 13*(3), 803-821.

Martín, A. (31 de enero de 2013). Lionel Messi les habría buscado pelea a jugadores del Real Madrid. *El espectador* [Digital]. Recuperado de http://www.elespectador.com/deportes/futbolcolombiano/lionel-messi-les-habria-buscado-pelea-jugadores-del-rea-articulo-402184

Outside of the Boot. (24 de septiembre de 2015). *Insight into data analysis in football.* Recuperado de http://outsideoftheboot.com/2015/09/24/insight-into-data-analysis-in-football/

Padulo, J., Vando, S., Chamari, K., Chaouachi, A., Bagno, D. y Pizzolato, F. (2015). Validity of the MarkWiiR for kinematic analysis during walking and running gaits. *Biology of sport, 32(1)*, 53-58.

Prozone. (2016). Prozone (V3.1). Captura de Pantalla del software Prozone. Recuperado el 15 de 01 de 2017. Stats LLC.

Reel, I. (06 de enero de 2016). *The Experiential Screen. Combining #iPad Pro and #myplayXplay - A turning point for Coaching, Video Analysis and Medical Review.* Recuperado de https://www.linkedin.com/pulse/experiential-screen-combining-ipad-pro-myplayxplay-turning-reel

Reilly, T. y Williams, M. (2003). *Science and Soccer*. Londres: Psychology Press.

Rogez, Grégory. (2012). Advances in Monocular Exemplar-based Human Body Pose Analysis: Modeling, Detection and Tracking.

Smith, C., Gilleard, W., Hammond, J. y Brooks, L. (2006). The application of an exploratory factor analysis to investigate the inter-relationships amongst joint movement during performance of a football skill. *Journal of Sports Science and Medicine, 5*(4), 517-524.

Sportscode. (2015). *Home Sportscode*. Recuperado de http://sporttech.biz/sportscode/products/overview/

Stevens, T. G. A., De Ruiter, C. J., Van Niel, C., Van de Rhee, R., Beek, P. J., y Savelsbergh, G. J. P. (2014). Measuring Acceleration and Deceleration in Soccer-Specific Movements Using a Local Position Measurement (LPM) System. *International Journal of Sports Physiology and Performance, 9*(3), 446 - 456. doi:10.1123/ijspp.2013-0340

Stoner, L. y Ben-Sira, D. (1981). Variation in movement patterns of professional soccer players when executing a long range and a medium range in-step soccer kick. *Biomechanics, 7*(B), 337–341.

Whittaker, E. (1904). On an expression of the electromagnetic field due to electrons by means of two scalar potential functions. *Proceedings of the London Mathematical Society, 1*, 367-372.

Wyscout. (2016). Wyscout App. Versión 4. Captura de Pantalla del software Wyscout. Recuperado el 15 de 01 de 2017. Wyscout Spa - Corso Garibaldi, 32/8 16043 Chiavari (Ge), Italy - VAT n. IT01499880993 - Enfold Theme by Kriesi.