

TESIS DOCTORAL

**DETERMINACIÓN DE UN MODELO DE
CUANTIFICACIÓN DE LA CARGA DE ENTRENAMIENTO
EN FÚTBOL EN BASE A LA COMPETICIÓN**

Julio Manuel Gómez Tamayo

DEPARTAMENTO DE FISIOLÓGÍA

2016

TESIS DOCTORAL
DEPARTAMENTO DE FISIOLÓGÍA
AÑO DE LECTURA 2016

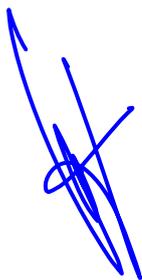
Dr. José Pino Ortega, Profesor Titular Interino del Departamento de Educación Física de la Universidad de Murcia y Dr. Ramón Jesús Flores Díaz Investigador Contratado en el IMUS del Departamento de Geometría y Topología de la Universidad de Sevilla.

CERTIFICAN:

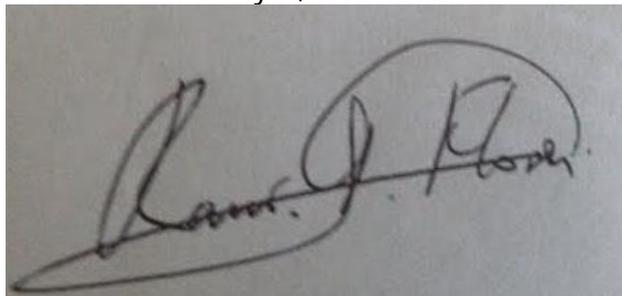
Que Don Julio Manuel Gómez Tamayo, Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, por la Universidad de Extremadura, ha realizado la **Tesis Doctoral** titulada "DETERMINACIÓN DE UN MODELO DE CUANTIFICACIÓN DE LA CARGA DE ENTRENAMIENTO EN FÚTBOL EN BASE A LA COMPETICIÓN" bajo mi dirección, y que, a mi juicio, reúne las condiciones exigidas para poder optar al grado de Doctor.

Y para que así conste, expido el presente certificado.

Badajoz, Noviembre de 2015.



Dr. José Pino Ortega



Dr. Ramón Jesús Flores Díaz

AGRADECIMIENTOS

A Concha por ser la parte más importante de mi vida y por tanto, de este proyecto.

A Julio y Pablo porque con vuestra vida habéis hecho mejor la mía.

A mi padre por transmitirme sus continuas ganas de aprender y a mi madre por enseñarme lo que es el sacrificio.

A mis hermanas, por el cariño y confianza que me dais.

A Pepe por ser el actor principal de este estudio, que gracias a su dirección y paciencia ha finalizado.

A Ramón por liderarme en este proyecto como nadie lo hubiera hecho.

A Agustín por mostrarme la esencia del fútbol y darme su amistad.

A José Ignacio porque que cada día haces que me guste más mi profesión y por la pasión que me irradas.

This hard land.

INDICE GENERAL.	Páginas
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: ANÁLISIS DE LAS DEMANDAS ENERGÉTICAS EN FÚTBOL.....	21
1. ANÁLISIS GENERAL DEMANDAS ENERGÉTICAS.....	5
1.1. Indicadores externos.....	8
1.1.1. Distancia recorrida.....	8
1.1.2. Tipo e intensidad de los desplazamientos.....	8
1.1.3. Duración e intensidad de los esfuerzos realizados durante el transcurso del partido.....	13
2. Indicadores internos.....	14
1.2.1. Frecuencia cardiaca.....	14
1.2.2. Lactacidemia.....	19
1.2.3. Consumo máximo de oxígeno.....	21
1.2.4. Variaciones bioquímicas.....	23
1.2.5. Glucógeno muscular.....	24
CAPÍTULO II- CARGA DE ENTRENAMIENTO Y MÉTODOS PARA CUANTIFICAR ENTRENAMIENTO Y COMPETICIÓN.....	27
2.1. CARGA DE ENTRENAMIENTO.....	27
2.2. MÉTODOS UTILIZADOS PARA CUANTIFICAR EN ENTRENAMIENTO EN FÚTBOL.....	27
2.2.1. Métodos utilizados para cuantificar el entrenamiento en base a indicadores externos.....	28
2.2.1.1. Sistemas de registro de lápiz y papel.....	28
2.2.1.2. Sistemas de registro a través de grabaciones magnetofónicas.....	29
2.2.1.3. Sistemas de registro a través de aplicaciones informáticas.....	29
2.2.1.4. Técnicas de registro semiautomáticas.....	30

2.2.1.5. Técnicas de registro automáticas: Sistemas de registros basados en radiofrecuencia.....	33
2.2.1.6. Sistemas de registro a través de dispositivos GPS.....	34
2.2.2. Técnicas contemporáneas para el análisis del ritmo de trabajo.....	35
2.2.2.1. Análisis individual de jugadores.....	35
2.2.2.2. Análisis de varios jugadores.....	36
2.2.2.3. Análisis de datos del ritmo de trabajo total.....	37
2.2.3. El uso del match analysis en fútbol.....	40
2.3. MÉTODOS UTILIZADOS PARA CUANTIFICAR EL ENTRENAMIENTO EN BASE A INDICADORES INTERNOS.....	42
2.3.1. Métodos de interpretación de los registros de frecuencia cardiaca.....	42
2.3.2. Método de cuantificación en base a las rutas metabólicas.....	44
2.3.3. Método de cuantificación en base a los ritmos de entrenamiento.....	47
2.3.4. Métodos de cuantificación en base a la percepción subjetiva del esfuerzo.....	48
CAPÍTULO III: PLANIFICACIÓN DEL ENTRENAMIENTO.....	34
3.1. CONCEPTO DE PLANIFICACIÓN.....	54
3.2. MODELOS DE PLANIFICACIÓN Y ESTRUCTURAS BÁSICAS.....	54
3.2.1. Modelo de planificación con cargas regulares.....	55
3.2.2. Modelo de planificación con cargas concentradas.....	59
3.3. MODELOS DE PLANIFICACIÓN ESPECÍFICOS EN FÚTBOL.....	59
3.3.1. Microciclo estructural de Seirulo.....	62
3.3.2. Periodización táctica.....	66
3.4. EJERCICIO DE ENTRENAMIENTO.....	66
3.4.1. Ejercicios de preparación general.....	73
3.4.2. Ejercicios específicos de preparación general.....	74

3.4.3. Ejercicios específicos.....	55
3.4.4. Ejercicios competitivos.....	77
3.4.5. Variables descriptivas de las actividades.....	87
CAPÍTULO IV: JUEGOS REDUCIDOS EN FÚTBOL.....	28
4.1. INTRODUCCIÓN.....	89
4.2. VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA INTENSIDAD EN LOS JUEGOS REDUCIDOS.....	90
4.2.1. Área de juego.....	91
4.2.2. Número de jugadores.....	95
4.2.3. Manipulación simultánea de área de juego y número de jugadores.....	98
4.2.4. Estímulo del entrenador.....	104
4.2.5. Presencia o no de porteros.....	107
4.2.6. Régimen de entrenamiento.....	107
4.2.7. Modificaciones de reglas.....	114
4.3. LIMITACIONES DE LOS JUEGOS REDUCIDOS.....	115
CAPÍTULO 5: MATERIAL Y MÉTODO.....	32
5.1. OBJETIVOS.....	117
5.2. MATERIAL Y MÉTODO.....	117
5.2.1. Participantes.....	118
5.2.2. Procedimiento.....	119
5.2.3. Material e instrumentos de medida para la prueba de esfuerzo.....	121
5.2.4. Materiales utilizados para la valoración de la competición y de las sesiones de entrenamiento.....	122
5.2.5. Material informático empleado para la interpretación de datos.....	125
5.2.6. Fases seguidas en investigación.....	139

5.3. VALIDEZ.....	140
5.3.1. Validez de la FC para cuantificar el entrenamiento en fútbol.....	140
5.3.2. Validez del sistema Suunto.....	144
5.3.2.1. Utilización de Suunto Team Pod.....	144
5.3.3. Efecto de la deriva cardiaca en la FC.....	145
CAPÍTULO 6: RESULTADOS, DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y LIMITACIONES.....	23
6.1. RESULTADOS.....	146
6.1.1. Ejercicios competitivos.....	149
6.1.2. Ejercicios de preparación general.....	156
6.1.3. Ejercicios específicos.....	158
6.1.4. Ejercicios específicos de preparación general.....	158
6.2. DISCUSIÓN.....	162
6.3. CONCLUSIONES.....	165
6.4. LIMITACIONES.....	168
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	169
8. ANEXO 1.....	191
ANEXO 2.....	199

ÍNDICE DE TABLAS

Capítulo 1

Tabla 1.	Distancia recorrida total, a alta intensidad y sprint (m) según puesto específico (media y desviación standard).....	10
Tabla 2.	Valores FC (hombres) en partidos de competición expresados en valores absolutos (b.min-1) y en % de FC max.....	16
Tabla 3.	Valores FC (hombres) en partidos amistosos (PA), expresados en valores absolutos (b.min-1) y en % de FC max.....	17
Tabla 4.	Concentración de lactato, valores medios en jugadores de fútbol (Garganta, Maia, & Basto, 1997).....	20
Tabla 5.	Resultados de lactacidemia efectuadas cada 15 min durante un partido de fútbol (mmol.l-1).....	21
Tabla 6.	Consumo de oxígeno durante un partido (Masach, 1992).....	22
Tabla 7.	VO ₂ max (ml/kg/min) en jugadores de fútbol (Garganta et al., 1997).....	23
Tabla 8.	Comparativa VO ₂ máx. (ml/kg/min) de los jugadores de fútbol de distinto nivel Papaevangelou et al. (2012).....	23

Capítulo 2

Tabla 9.	Escala de percepción subjetiva del esfuerzo- 6 a 20 puntos (Borg, 2001; Borg, 1998).....	49
Tabla 10.	Escala de percepción subjetiva del esfuerzo- CR10 (Borg, 2001).....	49

Capítulo 3

Tabla 11.	Diferencias principales del diseño de entrenamiento basado en el enfoque clásico y en el concepto de periodización en bloques (Issurin & Yessis, 2012)	56
Tabla 12.	Diferentes niveles de estructura de la planificación deportiva (García Manso, Navarro Valdivielso, & Ruiz Caballero, 1996).....	57
Tabla 13.	Clasificación de las sesiones (García Manso et al., 1996).....	58
Tabla 14.	Estructura morfociclo patrón con un partido semana (Tamarit & Gimeno, 2007).....	64
Tabla 15.	Datos identificadores de la sesión.....	78
Tabla 16.	Variables clasificadoras de la actividad.....	79
Tabla 17.	Variables descriptivas de las relaciones entre los jugadores.....	81
Tabla 18.	Variables descriptivas de las relaciones en el espacio.....	82
Tabla 19.	Variables descriptivas de las relaciones en el espacio.....	83
Tabla 20.	Variables descriptivas de las relaciones con el tiempo.....	84
Tabla 21.	Variables descriptivas de las relaciones de los jugadores en el espacio.....	85
Tabla 22.	Variables clasificadoras del tipo de ejercicio.....	86
Tabla 23.	Variables clasificadoras del tipo de ejercicio.....	87

Capítulo 4

Tabla 24.	Resumen de estudios que investigan los efectos de la modificación de las dimensiones del área de juego en los juegos reducidos en jugadores de fútbol.....	93
Tabla 25.	Resumen de estudios que investigan los efectos de la modificación del número de jugadores y de las dimensiones del área de juego en los	94

	juegos reducidos en jugadores de fútbol.....	96
Tabla 26.	Resumen de estudios que investigan los efectos de varios cambios en la modificación del número de jugadores y de las dimensiones del área de juego en los juegos reducidos en jugadores de fútbol.....	99
Tabla 27.	Resumen de estudios que analizan los efectos de la presencia o no de porteros en la intensidad de los juegos reducidos.....	106
Tabla 28.	Resumen de estudios que investigan los efectos de la modificación de las reglas en los juegos reducidos en jugadores de fútbol.....	110

Capítulo 5

Tabla 29.	Características de los sujetos.....	119
Tabla 30.	Tiempo respecto a la competición y duración de las sesiones (promedio de duración sesiones (s) y (h: min) en microciclo).....	120
Tabla 31.	Equipos y uso de ergoespirometría de esfuerzo.....	120
Tabla 32.	Registro datos de partido competición sujeto 6 (%s).....	136

Tabla 33.	Datos obtenidos en % y tiempo en zonas en ejercicios de entrenamiento sujeto 6.....	136
------------------	---	-----

Tabla 34.	Datos obtenidos en % y tiempo en zonas de entrenamiento en sumatorio de tareas y total de sesión sujeto 6.....	138
------------------	--	-----

Tabla 35.	Categorización y enumeración de los ejercicios de entrenamiento.....	139
------------------	--	-----

Capítulo 6

Tabla 36.	Resultados de significatividad, % de aceptación por línea-individuo-puesto específico-tarea y diferencias en los ejercicios.....	150
------------------	--	-----

Tabla 37.	Resultados en % de aceptación por línea-individuo-puesto específico-tarea en categorías de ejercicios.....	155
------------------	--	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Esquema conceptual investigación.....	4
Capítulo 1		
Figura 2.	Análisis de las demandas energéticas del fútbol Adaptado de Grosgeorge (1990).)	7
Figura 3.	Concentraciones de glucógeno muscular en reposo y durante la primera y segunda mitad en un partido amistoso (Krustrup et al., 2006).....	25
Capítulo 2		
Figura 4.	Componentes estructurales del proceso de entrenamiento (Castelo & Fernández, 2009).....	41
Figura 5.	Taxonomía de base ejercicios entrenamiento fútbol (Castelo & Fernández, 2009).....	42
Capítulo 3		
Figura 6.	Etapas del proceso de observación sistemática. Adaptado de (Anguera et al., 2000).....	68
Figura 7.	Ciclo de entrenamiento (Carling et al., 2005).....	71
Capítulo 5		
Figura 8.	Puestos específicos de los jugadores.....	120
Figura 9.	Representación de FC en zonas (distintos colores) con Suunto Team Monitor.	122
Figura 10.	Gráfica sesión de entrenamiento Suunto Team Manager.....	123
Figura 11.	Ordenador portátil con el que se realizó el estudio.....	123
Figura 12.	Dispositivo Suunto team pod.....	124

Figura 13.	Trípode para colocar el dispositivo Suunto Team Pod.	124
Figura 14.	Correas transmisoras Suunto Dualt Comfort Belt.....	125
Figura 15.	Cinta métrica.....	125
Figura 16.	Esquema metodología procedimental.....	126
Figura 17.	Protocolo de esfuerzo.....	127
Figura 18.	Representación ideal del modelo trifásico de Skinner y McLellan (Modificado de Benito, 2004)	129
Figura 19.	Determinación de las zonas de entrenamiento de los distintos sujetos.....	129
Figura 20.	Edición datos personales prueba de esfuerzo sujeto 6.....	130
Figura 21.	Registro partidos de competición 1º tiempo sujeto 6.....	131
Figura 22.	Porcentajes por zonas entrenamiento y tiempo (min-s) de un partido competición del sujeto 6.....	131
Figura 23.	Distribución de la FC por zonas de un partido competición del sujeto 6 (%).	
Figura 24.	Hoja de registro de control de tiempo.....	132
Figura 25.	Selección total de una sesión entrenamiento del sujeto 6.....	132
Figura 26.	% Zonas entrenamiento total sesión sujeto 6.....	134
Figura 27.	Selección tarea entrenamiento sujeto 6.....	134
Figura 28.	% Zonas entrenamiento por tarea del sujeto 6.....	135

Figura 29.	Representación gráfica % zonas entrenamiento competición y entrenamiento (ejercicios y sesión).....	137
Figura 30.	Factores que afectan a la recepción señal FC (Suunto®).....	145
Figura 31.	Esquema explicativo Cardiovascular.....	Drift 147
Figura 32.	Resultados totales ejercicios test Wilcoxon con nivel significación p 0,01.....	151
Figura 33.	Resultados totales ejercicios test Wilcoxon con nivel significación p 0,05.....	152
Figura 34.	Resultados totales ejercicios test signos con nivel significación p 0,01.....	152
Figura 35.	Resultados totales ejercicios test signos con nivel significación p 0,05.....	153
Figura 36.	Valores totales en rangos (5) estadístico D por ejercicio.....	155
Figura 37.	Análisis % aceptación entre agrupaciones y ejercicios.....	158
Figura 38.	Análisis % aceptación en ejercicios competitivos y de preparación general.....	161
Figura 39.	Análisis % aceptación en ejercicios específicos.....	164

ABREVIATURAS

A	Acumulación
ATR,	Acumulación-Transformación-Realización
b.min ⁻¹	Latidos por minutos
CE	Carga de entrenamiento
EE	Estímulo del entrenador
EII	
FC	Frecuencia cardiaca
FCmax	Frecuencia cardiaca máxima
FCmed	Frecuencia cardiaca media
FCres	Frecuencia cardiaca reserva
H	Hora
JR	juegos reducidos
km.h ⁻¹	Kilómetros/hora
Lac	Concentración lactato
ml/kg/min.	Mililitros/kilogramo/minuto
mmol.l ⁻¹	Milimoles
PA	Partidos amistosos.
R	Realización
RPE	Percepción subjetiva del esfuerzo
S	Segundos
T	Transformación
TD	Distancia total recorrida.
TDAI	Distancia recorrida a muy alta intensidad
TDS	Distancia recorrida sprint
Trec	Tiempo de recuperación
Vmax	Velocidad máxima
VO ₂ máx	Consumo máximo de oxígeno

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

En los deportes de equipo la adaptación al entrenamiento se produce a través de la propia actividad competitiva de juego (Tschiene, 1996). Por ello el entrenamiento se debe plantearse a partir de un análisis de la competición, considerando los esfuerzos y acciones que más predominan y tomarlas de referencia para introducirlas en los entrenamientos (Mombaerts, 1998).

En la actualidad los medios tecnológicos de los que se disponen permiten tener a los técnicos más control de la carga en entrenamiento y en competición. Por ello se debe definir un modelo de cuantificación del entrenamiento que se fundamente en la competición.

La motivación de este estudio es determinar un modelo de cuantificación del entrenamiento en base a las zonas de entrenamiento de la FC (frecuencia cardiaca) analizando el entrenamiento y tomando como referencia la competición para ajustar el proceso de entrenamiento.

La accesibilidad a medios tecnológicos, existencia de métodos de cuantificación de la carga y facilidad para registrar valores de competición (partidos oficiales o amistosos) constituyen los pilares del proceso de entrenamiento en fútbol. Aunque estos tres pilares no pueden ser independientes, sino que deben estar relacionados entre sí con un modelo de comparación sustentada en técnicas estadísticas.

Cuanto más próximo esté el entrenamiento de la competición mejor será el entrenamiento, y esta medida de referencia permitirá a los técnicos reajustar las variables que caracterizan al ejercicio de entrenamiento.

En el primer capítulo se ha realizado un análisis de las demandas energéticas en la competición teniendo en cuenta los estudios que registran indicadores externos (distancia recorrida, intensidad y tipo de desplazamientos, duración e intensidad de los esfuerzos) e indicadores internos (frecuencia cardiaca, concentración de lactato en sangre, VO_2 max, variaciones bioquímicas y glucógeno muscular).

En el segundo capítulo se ha estudiado la carga de entrenamiento y los métodos utilizados para cuantificar entrenamiento y competición en fútbol. Se ha realizado una revisión de las técnicas de registros más utilizadas y modernas para analizar la competición según indicadores externos y los métodos para controlar la intensidad en función de

indicadores como la frecuencia cardiaca y la percepción subjetiva del esfuerzo.

En el tercer capítulo se ha tratado los conceptos básicos y unidades de planificación, así como, las diferencias entre los modelos de cargas regulares y concentradas y los modelos específicos de planificación en fútbol como el microciclo estructural de Seirullo y la periodización táctica. Posteriormente se profundiza en la unidad más simple de planificación, se establece una taxonomía de ejercicios y se caracterizan con una serie de variables según las relaciones con los jugadores, en el tiempo, en el espacio y de los jugadores respecto al espacio.

El cuarto capítulo se centra en los juegos reducidos y las variables que influyen al desarrollarlos en el entrenamiento como son el área de juego, número de jugadores, relación espacio de juego y número de jugadores, tipo de régimen, presencia o no de porteros, estímulo del entrenador y modificación de las reglas. Para argumentar estas variables se han revisado los datos aportados por diferentes estudios.

Durante los tres capítulos siguientes se realiza el planteamiento de la investigación, detallando los objetivos e hipótesis, así como el apartado en el que se describe material utilizado para llevar a cabo la investigación, las características de los sujetos con los que se realizó y la metodología elaborada para cuantificar el entrenamiento y la competición. Además se fundamenta la validez del material utilizado para controlar la carga y se trata el efecto del drift cardiovascular.

En el siguiente capítulo exponemos los resultados obtenidos en la investigación, las directrices seguidas en el tratamiento estadístico y la descripción y comparación de las categorías de ejercicios estudiados. También contrastamos los resultados con los datos obtenidos en otros estudios similares. Finalmente en el último capítulo, se citan las principales conclusiones obtenidas durante el estudio y las futuras líneas de investigación a seguir próximamente.

Estructura del estudio

Análisis de las demandas energéticas en fútbol.
Métodos de cuantificación del entrenamiento.
Planificación del entrenamiento en fútbol.
Los juegos reducidos.

Metodología de la investigación y determinación del modelo de cuantificación a partir competición.

Presentación y análisis de resultados.
Discusión.
Conclusiones.
Futuras líneas investigación.

Figura 1. Esquema conceptual investigación.

CAPÍTULO 1

ANÁLISIS DE LAS DEMANDAS ENERGÉTICAS EN FÚTBOL

1. ANÁLISIS GENERAL DE LAS DEMANDAS ENERGÉTICAS EN FÚTBOL.

Para confeccionar un modelo de entrenamiento específico en los deportes de equipo, es necesario conocer cuáles son las demandas físicas, fisiológicas y energéticas que comporta dicha actividad. Partiendo de su conocimiento, se puede establecer programas adecuados dirigidos hacia las cualidades condicionales específicas (Barbero, 1998).

Según Reilly, & Secher (1990) el punto de partida para definir las demandas de una actividad deportiva es el análisis de las acciones y movimientos que se realizan durante la competición y su intensidad.

En los deportes colectivos acíclicos e intermitentes, el análisis de las necesidades energéticas presenta numerosos problemas metodológicos (Grosgeorge, 1990) como son:

- Variabilidad de las distancias recorridas y de las velocidades.
- Modalidades específicas de desplazamientos.
- Interposición de esfuerzos isométricos entre los desplazamientos.
- Coste energético ligado a la perfección del gesto técnico.
- Posibilidad de alcanzar un mismo rendimiento solicitando vías energéticas distintas.

El fútbol se caracteriza por ser un esfuerzo físico discontinuo, intermitente y de gran intensidad, en el que se alternan carreras y períodos de reposo, con saltos o carreras continua de baja intensidad, obteniéndose energía para todas estas acciones, a partir de las vías metabólicas, fosfágeno, aeróbica y anaeróbica (Ekblom, 1986), aunque no se ha determinado con precisión la contribución de cada una de ellas.

Además en este deporte existen diferencias individuales entre los jugadores en función del puesto específico que ocupen en el terreno de juego y de las funciones que le asigne el entrenador (Bangsbo, Norregaard, & Thorso, 1991).

Para estudiar el trabajo efectuado por cada jugador y poder evaluar así su coste energético durante un partido, no es posible recurrir a indicadores directos como la determinación del VO_2 (consumo de oxígeno), sino que hay que basarse en la medición de un conjunto de parámetros o indicadores indirectos, que serán de dos tipos como son (figura 2):

1. **Indicadores Externos.** Intentan valorar la carga competitiva del jugador por su aspecto externo (distancia recorrida, tipo, intensidad y duración de los desplazamientos).
2. **Indicadores Internos.** Aquellos otros que, valiéndose de material más sofisticado, intentan valorar las exigencias de la carga competitiva por las repercusiones internas en el organismo del jugador (carga fisiológica: distribución de la frecuencia cardiaca, consumo de oxígeno, niveles de ácido láctico y variaciones bioquímicas).

La mayoría de los estudios realizados en torno a los aspectos fisiológicos en fútbol, se basan en la comprobación de uno o varios de estos aspectos y su comparación con los resultados obtenidos en los distintos tests de valoración funcional de laboratorio o en el propio terreno mediante acciones de simulación.



Figura 2. Análisis de las demandas energéticas del fútbol Adaptado de Grosgeorge (1990).

Los indicadores internos nos permiten obtener información objetiva del esfuerzo realizado en competición, mediante la tecnología disponible. Actualmente los medios tecnológicos de que disponemos nos permiten realizar mediciones en partidos oficiales y la posibilidad de desarrollar el entrenamiento en base a los datos obtenidos.

1.1. INDICADORES EXTERNOS.

Los niveles de fatiga y la posterior recuperación, están estrictamente vinculados con los estímulos que se apliquen durante el proceso de entrenamiento. Durante la práctica deportiva, estos estímulos determinan la carga de trabajo a que se somete el deportista, y para obtener los máximos beneficios, la aplicación de los mismos deben ajustarse (García, Navarro, & Ruiz, 1996):

- **Al nivel de especificidad.** Éste viene dado por la mayor o menor similitud del ejercicio con la manifestación propia del movimiento durante la competición.
- **Al potencial de entrenamiento.** Se define como la forma en que la carga estimula la condición del atleta.

La carga es el trabajo muscular que implica en sí mismo el potencial de entrenamiento derivado del estado del deportista, que produce un efecto de entrenamiento que lleva a un proceso de adaptación (Verjoshanski, 1990). Los indicadores externos son todos aquellos que se manifiestan de forma visible durante el juego, estos son: distancia recorrida, tipo e intensidad de los desplazamientos y duración de los desplazamientos.

1.1.1. Distancia recorrida.

La evaluación de los desplazamientos efectuados ayudará a determinar el gasto energético del jugador al final del juego. En los distintos trabajos revisados, existen variaciones sustantivas en cuanto a la distancia recorrida por cada jugador, variaciones, que pueden estar relacionadas, a veces, con los métodos de registro utilizados (Perdrix, Sanuy, Estela, & Peirau, 1995).

1.1.2. Tipo e intensidad de los desplazamientos.

Numerosos autores Andrzejewski, Chmura, Pluta, & Konarski (2015); Bradley et al., (2009^a); Dellal et al., (2012) han efectuado el análisis de la intensidad del esfuerzo durante el partido de fútbol, en el intento de relacionar dicho esfuerzo con el proceso metabólico que lo hace posible.

En el estudio realizado por Lacour & Chatard, (1984) dividen la distancia global recorrida en tres intensidades:

- Velocidad máxima (24%): 60-100 sprints de 3 a 6 segundos. En total se recorrieron una distancia total de 2500 a 3000 metros a esta velocidad.
- Velocidad media (49%): se recorren una distancia entre 4000 y 8000 metros.
- Andando (27%): durante 30-35 minutos, se recorrieron entre 1000 y 2000 metros andando.

En la síntesis de los distintos trabajos analizados y citados por (Grosgeorge, 1990), propone una modelación del juego a partir del equilibrio entre carrera lenta y desplazamiento andando, atribuyéndose el 40% del tiempo a cada una de estas acciones; entre ambas se intercalarían esfuerzos de mayor intensidad como saltos o sprints cortos de 15 a 30 metros.

Bradley et al. (2009) en su análisis distingue carrera a velocidad alta (14,4-19,7 km.h⁻¹), carrera a velocidad muy alta (19,8-25,1 km.h⁻¹) y sprint (>25,1 km.h⁻¹).

Andrzejewski et al. (2015); Dellal et al. (2012) en sus estudios diferenciaron entre alta intensidad (>14 km.h⁻¹) y sprint (≥24 km.h⁻¹).

Pirnay, Geurde, & Maréchal (1991) dividen la intensidad de los desplazamientos en las siguientes categorías:

- **Categoría 1.** Marcha suave, al 50-70% de intensidad máxima. La energía es abastecida por el metabolismo aeróbico.
- **Categoría 2.** Carrera a ritmo rápido, de intensidad cercana al 80%, con una duración entre 5 a 15 segundos de duración, en los que se sobrepasa el umbral anaeróbico.
- **Categoría 3.** Comprende los sprints de algunos segundos a intensidad máxima y las acciones explosivas como saltos o golpes de balón. Corresponde al metabolismo anaeróbico aláctico.
- **Categoría 4.** Son los períodos de actividad reducida en los que el jugador no participa directamente en el juego.
- **Categoría 5.** Incluye las pausas del juego.

Como se puede observar los estudios anteriores han utilizado en todos los casos un índice subjetivo para valorar la intensidad del esfuerzo. El inconveniente de registrar los datos mediante este índice es que los registros dependen de los criterios establecidos por el investigador. Por lo tanto se debe trabajar para poder disponer de sistemas de registro objetivos para evitar en la medida de lo posible la interpretación del investigador.

Actualmente debido a los avances tecnológicos se pueden utilizar sistemas que nos permiten medir con un alto grado de fiabilidad la actividad física que desarrollan todos los jugadores en un partido oficial de competición y sin manipular las características de la misma.

Dellal et al. (2012) analizaron la distancia recorrida por jugadores internacionales en partidos amistosos (PA) mediante el sistema AMISCO, valorando la distancia total recorrida, distancia total en sprint ($\geq 24 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) y la distancia total recorrida a alta intensidad ($>14 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) por puesto específico.

Tabla 1. Distancia recorrida total, a alta intensidad y sprint (m) según puesto específico (media y desviación standard)

Autor/año	Nivel del jugador	Muestra	Número partidos	Puesto específico	Distancia recorrida	Total distancia recorrida en sprint $\geq 24 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	Total distancia recorrida a alta intensidad
(Dellal et al., 2012)	Jugadores internacionales	40	2 (90) PA	Centrales (8)	10,671±301	232±52,1	315±61,2
				Laterales (8)	11,217±405	309±70	374±55,0
				Mediocampista defensivo (12)	11,885±546	317±63,1	371±64,2
				Mediocampista banda (7)	11,301±623	303±51,7	357±60,0
				Delantero (5)	10,790±746	315±69,3	351±55,3
				Total (40)	11,173±524	295±61,2	353±59,1

Este estudio en jugadores internacionales nos mostró que los medios centro y medios de banda son los que recorren mayor distancia y los delanteros y centrales los que menos.

Los jugadores que recorren mayor distancia a alta velocidad son los laterales y los mediocampistas defensivos, lo que contrasta con otros estudios en los que los medios de banda son los que alcanzan valores más altos (Bradley et al., 2009b).

En la misma línea Andrzejewski et al. (2015) valoró a jugadores de primer nivel en máxima competición europea mediante el sistema AMISCO, valorando la distancia total recorrida, distancia total en sprint ($\geq 24 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) distinguiendo entre primer y segundo tiempo, y especificando por puesto.

Los jugadores que mayor distancia recorren son los mediocampistas defensivos, seguido por mediocampistas de banda. Los jugadores con menos distancia recorrida son los laterales, delanteros y centrales. Estos resultados confirman los resultados obtenidos en 20 partidos en la liga española, donde nos mostraba que los mediocampistas centrales son los que mayor distancia recorrían (Di Salvo et al., 2007).

El presente estudio nos mostró que la distancia recorrida total a sprint ($>24 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) por 147 jugadores profesionales independientemente de la posición en el campo era de $237\pm 123 \text{ m}$, contrastando los resultados obtenidos por otros autores (Andrzejewski, Chmura, Pluta, & Kasprzak, 2012; Barros et al., 2007; Bradley et al., 2009b; Di Salvo et al., 2010).

El análisis de las distancias recorridas en sprint según el puesto específico, nos revela que los delanteros, mediocampistas de banda y los laterales son los que mayor distancia recorren respecto a mediocampistas centrales y centrales.

No se observaron en el estudio diferencias significativas en la máxima velocidad de carrera entre jugadores de distinto puesto siendo la media $31,9\pm 2,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

Respecto al indicador media distancia de sprint los laterales son los que más valor alcanzaron, un 5% más que los mediocampistas de banda y un 10% más que los mediocampistas centrales (Andrzejewski et al., 2012).

En referencia a la distancia recorrida entre primer y segundo tiempo, los valores son similares, habiendo diferencia entre el primer y segundo tiempo en el indicador velocidad a sprint, sin haber diferencias significativas.

Bradley et al. (2009) analizó a jugadores de Premier League en partidos oficiales mediante el sistema PROZONE, valorando la distancia total recorrida, carrera velocidad alta (14,4-19,7 km.h⁻¹), carrera velocidad muy alta (19,8-25,1 km.h⁻¹), sprint (>25,1 km.h⁻¹), máxima velocidad de carrera (m.s⁻¹) y tiempo de recuperación (s) entre valores de muy alta intensidad de carrera por puesto específico.

Los mediocampistas de banda recorrieron una distancia mayor a alta intensidad (14,4-19,7 km.h⁻¹) en orden que los mediocampistas centrales, laterales, delanteros y centrales.

Los jugadores que recorren más distancia a alta intensidad de carrera (19,8-25,1 km.h⁻¹) son los mediocampistas de banda y los laterales son los que recorren mayor distancia y los centrales presentan valores inferiores.

En lo que se refiere a distancia a sprint (>25,1 km.h⁻¹) los mediocampistas de banda, laterales y delanteros son los que más distancia recorren y los centrales tienen valores más bajos.

En lo que se refiere al tiempo de recuperación (s) entre valores de muy alta intensidad de carrera los mediocampistas centrales y de banda son los que presentan tiempos más bajos y los centrales más tiempo entre esfuerzos de este tipo.

Casamichana et al. (2012) en su estudio analizaron las siguientes variables:

- Distancia total recorrida (metros).
- Distancia recorrida a alta velocidad (≥ 18 km.h⁻¹).
- Distancia recorrida a sprint (≥ 21 km.h⁻¹).
- Ratio trabajo: descanso, entendido como el cociente entre la distancia recorrida por el jugador en las categorías de velocidad ≥ 4 km.h⁻¹ (período de actividad o trabajo) entre la distancia cubierta en el rango de velocidad entre 0-3,9 km.h⁻¹ (como período de recuperación o descanso).
- Frecuencia de acciones de alta velocidad (18-20,9 km.h⁻¹).
- Frecuencia de acciones de sprint (≥ 21 km.h⁻¹).

- Carga del jugador obtenida a través de acelerometría, donde se combinan las aceleraciones producidas en los tres planos de movimientos corporales obtenidas a través del acelerómetro triaxial de 100 Hz. (Cunniffe, Proctor, Baker, & Davies, 2009; Montgomery, Pyne, & Minahan, 2010). Registra el número de aceleraciones realizadas en diferentes rangos de intensidad: entre 1,0 y 1,5 m.s⁻², entre 1,5 y 2,0 m.s⁻², entre 2,0 y 2,5 m.s⁻² y superiores a 2,5 m.s⁻², basados en trabajos anteriores (Aughey, 2010; Cunniffe et al., 2009).
- Secuencia de acciones de alta intensidad que para ser considerado como tal el jugador debe realizar un mínimo de 3 acciones de una velocidad superior a 13 km.h⁻¹ con menos de 21 segundos de recuperación entre ellos (Spencer et al., 2004).

Este estudio con jugadores semiprofesionales determinó que los medios centro y media punta son los que recorren mayor distancia, y los defensas centrales los que menos distancia cubren.

En lo que se refiere a distancia recorrida a alta velocidad (18-20,9 km.h⁻¹) los medios de banda son los que mayor distancia recorren presentando diferencias significativas únicamente con los centrales. Los defensas laterales son los que mayor distancia recorren en el rango de mayor velocidad (≥ 21 km.h⁻¹), siendo los medios centro y los medias punta los que menor distancia recorren en este rango de velocidad.

El estudio de las aceleraciones indica como los medias punta realizan aceleraciones entre 1,5-2,0 y $> 2,5$ m.s⁻² con mayor frecuencia que los laterales y los delanteros. Respecto al número de acciones de alta intensidad repetidas los medios centros y las medias puntas son los que presentan valores más altos, teniendo estos últimos, diferencias significativas respecto a los centrales.

Con relación al indicador ratio trabajo: descanso las medias puntas y los medios de banda obtuvieron mayores valores que los centrales y los laterales, sin existir diferencias entre las demás posiciones.

Respecto al indicador velocidad máxima (km.h⁻¹) no se observaron diferencias significativas en función de los diferentes puestos específicos estudiados y en cada uno de los estudios (Bradley et al., 2009b; Casamichana et al., 2012).

1.1.3. Duración e intensidad de los esfuerzos realizados durante el transcurso del partido.

El fútbol es considerado un deporte intermitente, por cuanto que constituye una alternancia de esfuerzos y acciones de duración e intensidad variables (Bangsbo, 1994; Colli & Faina, 1987; Ekblom, 1986; Reilly, 1993; Vogelaere, Balagué, & Martínez, 1985).

Mayhew et al (1988) manifiestan, que las acciones de alta y media intensidad cubren cerca del 10% del tiempo total de juego (8-9 minutos) en cuanto que las acciones de baja intensidad ocupan cerca del 90% del tiempo total de juego (80 minutos).

La alternancia de intensidad es debida:

- **Al nivel de juego.** Los jugadores de primera división corren más períodos a alta intensidad que los de divisiones inferiores (Whitehead, 1975).
- **El modelo o estilo de juego.** Las acciones en alta intensidad de carrera son similares en la serie A Italia y en 1ª división española (Di Salvo et al., 2007). En comparación a las acciones de alta intensidad de carrera de la Premier League presentan valores más altos un 10-15% respecto a la 1ª división de Dinamarca (Mohr, Krstrup, & Bangsbo, 2003) y Suecia (Andersson, Ekblom, & Krstrup, 2008).
- **Las funciones que realizan los jugadores en el equipo.** Los delanteros y defensas centrales realizan más acciones explosivas (saltos) que los otros jugadores (Reilly & Thomas, 1976; Withers, Maricic, Wasilewski, & Kelly, 1982).

1.2. INDICADORES INTERNOS.

Además de los indicadores externos, para el análisis de las cargas que para el organismo suponen las acciones del juego del fútbol, es necesario utilizar otro tipo de parámetros o indicadores que ayude a precisar, aunque de forma indirecta, el coste energético de los distintos movimientos. Algunos de estos indicadores internos son:

- Frecuencia cardíaca (Fc).
- Lactacidemia.
- Consumo de oxígeno.
- Variaciones bioquímicas.

1.2.1. Frecuencia cardíaca.

La frecuencia cardíaca (FC) se puede definir como el número de contracciones ventriculares por minuto efectuadas por el corazón, medida generalmente en latidos por minuto ($\text{lat}\cdot\text{min}^{-1}$) o pulsaciones por minuto (ppm) (Vallejo, 2002).

Según Achten & Jeukendrup (2003), la FC puede aplicarse con los siguientes objetivos:

- Monitorizar la intensidad del ejercicio.
- Estimar el consumo máximo de oxígeno (VO_2max) y el gasto energético.
- Detectar y prevenir el sobreentrenamiento.

La FC es uno de los índices más utilizados en el control fisiológico del futbolista tanto en entrenamientos como en competición. Su accesibilidad y su relación lineal con el consumo de oxígeno la convierten en una variable imprescindible para conocer la respuesta cardíaca y la intensidad del ejercicio (Casajús, 2004).

La FC es un indicador muy válido en los deportes de equipo para medir las adaptaciones inmediatas al entrenamiento (Korcek, 1981) citado por (Casterad, 1996). La utilización de la FC como indicador de la intensidad, se basa en la correlación existente con el nivel de esfuerzo, una relación lineal hasta valores alrededor de 170 pulsaciones por minuto ($\text{b}\cdot\text{min}^{-1}$).

Muchos autores (Alexandre et al., 2012; Dellal et al., 2012; Gonçalves, Figueira, Maçãs, & Sampaio, 2014) han efectuado el registro continuo de la FC durante un partido de fútbol como método de análisis o valoración del perfil fisiológico. Su interés estriba en la utilidad de la FC para estimar el VO_2 , constituyendo un parámetro útil para conocer el grado de intensidad del esfuerzo realizado, siendo en la mayoría de los casos los resultados bastante similares.

Para Chamoux et al. (1988), la FC media (FCmed) a lo largo del partido se sitúa en el 90% de la FC máxima (FCmax), hallándose entre 150 y 190 pulsaciones por minuto (media = 175 ± 5) parecida a la hallada por (Pirnay et al., 1991), (media = 167 ± 4) y a la de (Potiron-Josse, Hubert, Ginet, & ET SUAUDEAU, 1980) quienes describen FCmed de 178 y 179 para cada período de partido, es decir 90% de FCmax

La FCmed durante un partido de fútbol se sitúa alrededor del 85% de la FCmax, con oscilaciones entre el 80% y 90% en función de las peculiaridades de los futbolistas y de la competición (Casajús, 2004).

Tabla 2. Valores FC (hombres) en partidos de competición expresados en valores absolutos ($b \cdot \text{min}^{-1}$) y en %FCmax.

Autor/año	Nivel del jugador	Muestra	Nº partidos	FCmed ($b \cdot \text{min}^{-1}$)	%FC max
(Rohde & Espersen, 1987)	Primera división- Dinamarca	6	4 (90)	~170	~84
(Rico-Sanz et al., 1996)	Élite Juvenil- Puerto Rico	8	1 (90)		~83
(Helgerud, Engen, Wisloff, & Hoff, 2001)	Élite Juvenil- Noruega	8	1 (90)	171	~84
(Thatcher & Batterham, 2004)	Sub 20- Profesional Reino Unido	6	1 (90)	~166	~83
(Mortimer et al., 2006)	Sub 17- Brasil	13	14 (90)	168	~84
	Sub 18- Brasil	12	8 (90)	169	~84
(Impellizzeri et al., 2006)	Élite- Juvenil Italia	29	2 (90) Pretemporada		~83
(Rodrigues et al., 2007)	Élite Sub-17- Brasil	8	6 (90)	166	~84

Eklom (1986) cita a Smodlaka (1978) quien refiere que la FC se sitúa en el 85% de la FCmax durante 2/3 del partido, siendo estos valores independientes del nivel técnico de juego.

Alexandre (2012) realiza una revisión en competición analizando FC media ($b.min^{-1}$) y %FCmax en jugadores de fútbol de varios niveles, y sitúan la frecuencia cardiaca media a lo largo de un partido en el rango 160-170 $b.min^{-1}$, y entre 83-86% de la FCmax.

Tabla 3. Valores FC (hombres) en partidos amistosos (PA), expresados en valores absolutos ($b.min^{-1}$) y en % de FCmax.

Autor/año	Nivel del jugador	Muestra	Número partidos	FCmed ($b.min^{-1}$)	%FC max
(Van Gool, Van Gerven, & Boutmans, 1988a)	Universitarios- Bélgica	7	1 (90)- PA	167	~85
(Ali & Farrally, 1991)	Semiprofesional- Reino Unido	9	1 (90)- PA	~171	
	Universitarios- Reino Unido	9	1 (90)- PA	~167	
(Ogushi, Ohashi, Nagahama, Isokawa, & Suzuki, 1993)	Profesional- Japón	2	1 (90)- PA	161	82
(Fernandes, 2002)	Primera División- Brasil	19	2 (90)- PA	166	86
(Mohr, Krusturp, Nybo, Nielsen, & Bangsbo, 2004)	Cuarta División- Dinamarca	9	1 (90)- PA	160	85
		16		162	86
(Krusturp et al., 2006)	Cuarta División- Dinamarca	31	3 (90)- PA	156	
(Edwards & Clark, 2006)	Segunda División Reino Unido	7	1 (90)- PA	161	84
(Condessa, 2007)	Primera División- Brasil	22	1 (45)- PA	171	~86

Según Kacani (1981), citado por (Grosgeorge, 1990), distinguen comportamientos distintos en función del puesto específico en el equipo: los delanteros tienen una frecuencia inferior a 160 ppm durante la mayor parte del partido, alcanzando, sin embargo, valores superiores a 180 ppm

durante más de 9 minutos; mientras que los centrocampistas presentan una frecuencia cardiaca entre 160 y 180 ppm durante la mayor parte del tiempo de juego.

El estudio realizado por Ali & Farrally (1991) encontraron diferencias en las respuestas de FC en mediocampistas (176 ± 9 b.min⁻¹) en comparación con delanteros (173 ± 12 b.min⁻¹) y defensas (176 ± 15 b.min⁻¹). Estos valores de los mediocampistas están explicados por la gran distancia recorrida en sprint, el alto número de posesión de balón y el gran número de duelos.

Rohde & Espersen (1987) encontraron que los jugadores daneses de segunda división pasan el 63% del tiempo entre la zona entre el 73% y el 92% de la FCmax. Además estudios en jugadores brasileños de cuarta división nos informan que pasan aproximadamente cerca del 77% de la FCmax durante 66% del total de la duración del partido (Fernandes, 2002).

La intensidad de partido está descrita sobre 70-80% de VO₂max y 80-90% de la FCmax, independientemente del nivel del jugador elite, recreación, mujeres y jóvenes jugadores (Alexandre et al., 2012).

Tras el estudio de los valores de FC Ekblom (1986) concluye que el promedio de VO₂ durante un partido normal se halla cercano al VO₂ máx.; sin embargo Vogelaere et al. (1985), consideran la FC como un mal indicador del gasto metabólico efectuado, ya que existen diversos factores, como el estrés o la temperatura, que influirán en su evolución.

Helgerud et al., (2001) calcularon en competición el tiempo pasado en las siguientes zonas de intensidad: <70%, 70-85%, 85-90% y 95% de a FCmax, concluyeron que la FC permanece más tiempo en la zona de intensidad entre el 85-90% y 70-85% de la FCmax durante aproximadamente el 37% de la total duración del partido entre esas dos zonas. En el segundo tiempo observaron una reducción en el tiempo pasado en la zona entre el 85-90% de la FCmax y un incremento del tiempo pasado en la zona más baja 75-80% FCmax (Helgerud et al., 2001)

García & Uriach (1994) analizaron la FC de dos porteros durante cuatro partidos jugados cada uno. La media de la FC durante los encuentros osciló alrededor de 130 ppm Cabe señalar una ligera disminución en las segundas partes en el total de los encuentros (primera parte 131 ppm, segunda parte 121 ppm).

Vogelaere et al. (1985) determinaron que una misma acción (técnico/táctica) ofrecía distintos valores en función de la situación de juego: entrenamiento, partido amistoso, competición. Sin embargo este estudio obvia el puesto específico de los jugadores.

En cuanto a las acciones técnicas, las de carácter defensivo suponen un incremento de la FC (145 ppm) frente a las acciones técnicas ofensivas (137 ppm).

Dellal et al. (2012) analizaron dos partidos amistosos, los jugadores que presentan valores más altos en %FCmax y % de la frecuencia cardiaca de reserva (FCres) son los mediocampistas defensivos y los de banda, mientras que los centrales y los delanteros tienen valores más bajos respecto al promedio del grupo.

Gonçalves et al. (2014) determinaron 5 zonas de entrenamiento de FC a través de TRIMP MOD, obtenido multiplicando el tiempo pasado en las 5 diferentes zonas por los factores de ponderación para deportes de equipo (Stagno, Thatcher, & Van Someren, 2007): zona 1 (65-71% FCmax)x1,25, zona 2 (72-78% FCmax)x1,71, zona 3 (79-85% FCmax) x2,54, zona 4 (86-92% FCmax)x3,61 y zona 5 (93-100% FCmax)x5,16.

Los valores de TRIMP MOD nos muestran una diferencia significativa de la zona 5 (93%-100%) en el que los delanteros pasan menos tiempo en esa zona.

1.2.2. Lactacidemia.

La concentración de lactato sanguíneo ha sido utilizada para valorar el rendimiento específico de los deportistas ya que, el ácido láctico es un parámetro que tiene un importante papel como indicador de la intensidad en casi todos los deportes.

Este parámetro también está indicado para valorar las fuentes de energía muscular en deportes de equipo de carácter intermitente (McInnes, Carlson, Jones, & McKenna, 1995).

Ekblom, 1986) estima que la intensidad media de un partido de fútbol corresponde al 75-80% del VO₂max. Para algunos autores (Pirnay et al.; 1991; Maréchal, 1996) la vía energética predominante es la aeróbica.

La participación del metabolismo anaeróbico durante un partido de fútbol aporta una información sobre la intensidad del esfuerzo producido (Ekblom, 1986). Ésta puede ser estimada a partir de la evolución de la concentración del ácido láctico en la sangre (Bangsbo et al., 1991).

Autores como Faina et al. (1986), Grosgeorge (1990), Maréchal, (1996) consideran que, dadas las características del esfuerzo del fútbol, acciones poco intensas y repetidas, alternadas con acciones explosivas, cortas de intensidad máxima, el metabolismo anaeróbico láctico parece no desempeñar un papel importante. La determinación de los niveles sanguíneos de ácido láctico puede ser un indicador válido de la utilización de la vía anaeróbica láctica en la producción energética. Esta vía, abastecerían aquellas acciones de una intensidad superior a la potencia máxima aeróbica, con valores entre 110-120% (Chamoux, Fellmann, Mombaerts, Catilina, & ET COUDERT, 1988).

Sin embargo, los valores obtenidos, únicamente son indicadores del esfuerzo realizado en los 5 minutos anteriores a la toma de muestra de sangre (tabla 4), no pudiéndose utilizar estas mediciones para determinar la obtención de energía mediante esta vía energética (Bangsbo et al., 1988).

Tabla 4. Concentración de lactato, valores medios en jugadores de fútbol (Garganta, Maia, & Basto, 1997).

Autor/año	[Lac ⁻¹] (mmol.l ⁻¹)
Smaros (1980)	4,2±0,3
Ekblom (1986)	4,4±0,3
Van Gool et al. (1987)	5,4±0,6
Gerish et al. (1988)	4,9±0,5
Pirnay et al. (1991)	5,0±0,2
Bangsbo (1991)	4,8±0,4

Frente a esto, algunos autores han intentado fraccionar los 90 minutos en mediciones periódicas de lactacidemia (Grosgeorge, 1990); los resultados se muestran relativamente estables a lo largo del partido, como puede comprobarse en algunos estudios que realizaron mediciones de la lactacidemia durante un partido cada 15 minutos (tabla 5) (Grosgeorge, 1990). Ekblom (1986), por el contrario, sitúa los valores punta algo más elevado, en torno a los 12 (mmol.l⁻¹) durante las dos mitades.

Tabla 5. Resultados de lactacidemia efectuadas cada 15 min durante un partido de fútbol (mmol.l⁻¹).

Fracciones	Media	Desviación típica
15'	6,5	0,9
30'	5,8	1,4
45'	6,0	1,0
60'	3,5	0,6
75'	6,1	1,0
90'	7,6	1,1

En un partido amistoso se recogieron muestras de sangre para obtener la concentración de ácido láctico a los 3 min de finalizar el ejercicio empleando un analizador portátil (Lactate Pro, Arkay, Japan) previamente validado (Pyne, Boston, Martin, & Logan, 2000). El análisis realizado por puesto específico no muestra diferencias significativas entre jugadores de distinto puesto, teniendo los valores más altos los mediocampistas defensivos y los más bajos los centrales.

Las diferencias para tales resultados parecen radicar sobre todo en:

- La diferente capacidad de cada jugador para oxidar el lactato producido (Bangsbo et al., 1991).
- Las características de los esfuerzos que anteceden al momento de recogida de la muestra de sangre (Bangsbo, 1994; Soares, 1988)
- Las diferentes atribuciones tácticas de los jugadores (Apor, 1988).
- El ritmo de juego (Tumulty, 1993).

Este tipo de estudios son fundamentales para analizar objetivamente la intensidad de los esfuerzos realizados por los jugadores durante el transcurso del partido pero son bastantes caros, lo que limita su utilización.

1.2.3. Consumo máximo de oxígeno

La medición del consumo máximo de oxígeno es habitualmente realizada en condiciones que no se asemejan, en lo esencial, a la actividad del jugador desarrollada en el juego (Ekblom, 1986).

Se sabe que el $VO_2\text{max}$ no constituye un factor preponderante en el rendimiento de un futbolista (Faina, Gallozzi, & Lupo, 1986), porque su capacidad de trabajo no está necesariamente condicionada por este parámetro (Bangsbo et al., 1988).

No obstante el $VO_2\text{max}$ parece constituir un argumento que beneficia la prestación del futbolista de una forma indirecta, en la medida en que le permite una recuperación más rápida entre los esfuerzos, retarda la aparición de la fatiga y permite al deportista mantener el trabajo a alta intensidad (Tumulty, 1993). El requerimiento de la fuente energética aeróbica en futbolistas de alto nivel durante la competición oscila entre el 60% al 80% del $VO_2\text{max}$ durante tres cuartos del partido, (Tabla 6). Los defensas laterales registran valores más elevados de $VO_2\text{max}$. y los más bajos son obtenidos por los delanteros y defensas centrales (Bangsbo, 1994; Tumulty, 1993; Van Gool, Van Gerven, & Boutmans, 1988b).

Tabla 6. Consumo de oxígeno durante un partido (Masach, 1992).

Autor/año	Tipo de esfuerzo		
Bosco & Vila, 1991	Requerimiento del 60% al 80% del $VO_2\text{max}$ en futbolistas de alto nivel (valores teóricos).		
Ekblom, 1986	Requerimiento del 70 al 80% del $VO_2\text{max}$.		
Dufour, 1990	Tipo de esfuerzo	% $VO_2\text{max}$	% esfuerzos
	Aeróbico	60-70	64
	Umbral anaeróbico	80	22
	Anaeróbico	>100	14

Como se puede apreciar en la tabla 7, los valores de $VO_2\text{max}$ en jugadores de fútbol, muestran claras diferencias, correspondiendo a cifras que oscilan entre una media de 46.2 y 71 ml/kg/min.

Tabla 7. VO₂max (ml/kg/min) en jugadores de fútbol (Garganta et al., 1997).

Autor/año	VO ₂ max (ml/kg/min)
Agnevik (1970)	56,5
Saltin (1973)	63,0
Reilly y Thomas (1976)	66,0
Maréchal et al. (1979)	64,7
Cuevas (1980)	46,2
Eclache et al. (1981)	51,0
Jousselin et al. (1984)	63,9±5,5
Vogelaere (1985)	49,0
Ekblom (1986)	61,0
Rhodes et al. (1988)	58,7±4,1
Bangsbo (1991)	60,6±1,0
Bangsbo (1993)	60,5
Puga et al. (1993)	58,4
Maréchal (1996)	58,0

Estas diferencias se deben a los distintos protocolos de medida y ergómetros utilizados (Ekblom, 1986; Janeira, Manuel António Araújo da Silva, 1994).

Según Bangsbo (1994) estas diferencias también pueden ser atribuidas a la variabilidad de situaciones inherentes a los aspectos tácticos del juego. Para (Reilly, 1993) estas diferencias pueden ser atribuidas a las funciones específicas de los jugadores.

También se han comparado valores de VO₂max (tabla 8) de futbolistas griegos profesionales, semiprofesionales y amateurs Papaevangelou et al. (2012) sin haber diferencias significativas.

Tabla 8. Comparativa VO₂ máx. (ml/kg/min) de los jugadores de fútbol de distinto nivel Papaevangelou et al. (2012).

Profesional (n=26)	Sub-21 (n=26)	Sub-17 (n=22)
57,97±3,01	59,40±3,72	58,48±5,80

Esta información es de vital importancia para los entrenadores/preparadores físicos para poder diseñar los entrenamientos, dado que mediante la utilización de pruebas de laboratorio o de campo se pueden obtener los valores máximos de VO₂max que nos permite comparar estos datos con los valores obtenidos en competición y en base a ello diseñar los entrenamientos.

1.2.4. Variaciones bioquímicas.

Son escasos los estudios referentes a este apartado. Se analizaron el peso corporal pre-partido y postpartido en diferentes partidos de equipos profesionales de fútbol, llegando a la conclusión de que existen pérdidas entre 1 y 3 kilogramos, llegándose a perder hasta 5 kilogramos en condiciones climáticas especiales (Bosco & Vila, 1991).

La deshidratación puede tener un impacto negativo sobre el rendimiento en el ejercicio de resistencia, especialmente cuando la deshidratación se combina con el estrés por calor. Aunque algunos individuos pueden ser más o menos sensibles a la deshidratación, el nivel necesario para inducir disminuciones en el rendimiento se aproxima a >2% de disminución en la masa corporal (Sawka & Noakes, 2007).

Otros estudios han reportado que los jugadores de fútbol sólo reponen cerca del ~50% del líquido perdido durante el entrenamiento y la competición (Aragón-Vargas, Moncada-Jiménez, Hernández-Elizondo, Barrenechea, & Monge-Alvarado, 2009).

1.2.5. Glucógeno muscular.

Las características del esfuerzo requerido en un partido de fútbol hacen que se utilicen significativamente sustratos energéticos, siendo el glucógeno el sustrato clave, ya que su disponibilidad, tanto en el hígado como en el músculo, es reducida, pues sus reservas son pequeñas. La elevada utilización de energía durante el partido, 1000 Kcal en total (Jiménez, 1996), da lugar a un vaciamiento de las reservas de glucógeno muscular del miembro inferior.

La incapacidad de mantener una intensidad elevada coincide con la disminución de dichas reservas musculares y hepáticas de glucógeno. Se observó en 6 futbolistas de primera división sueca a los que realizaron biopsias musculares (Ekblom, 1986):

- Una disminución muy importante de las reservas musculares de glucógeno ya en la primera parte, en algunos jugadores casi agotados.
- Un vaciamiento casi completo, al final de partido todos los jugadores presentaron.

La utilización de glucógeno muscular es del orden del 60% al 90% de las reservas musculares iniciales.

Con estos estudios Ekblom (1986) demostró que los jugadores con mayores niveles de glucógeno antes del partido recorrían una distancia total mayor, siendo el tiempo de carrera a máxima velocidad un 75% mayor que los jugadores con valores iniciales inferiores de glucógeno muscular.

Durante el partido tener niveles glucógeno muscular bajo pueden resultar fundamentales en la calidad de ejecución de habilidades, afectar a la toma de decisiones y también puede aumentar el riesgo de lesión en las fases finales de partido (Rahnama, Reilly, & Lees, 2002).

La distancia total lograda a una velocidad alta ha sido identificada como un factor que distingue a los jugadores del nivel más alto de los niveles medio o bajo (Krustrup et al., 2006).

Estos autores realizaron un estudio con 10 jugadores daneses de 4ª división en PA (3) y hallaron significativas en los niveles de glucógeno muscular entre primer y segundo tiempo (figura 3).

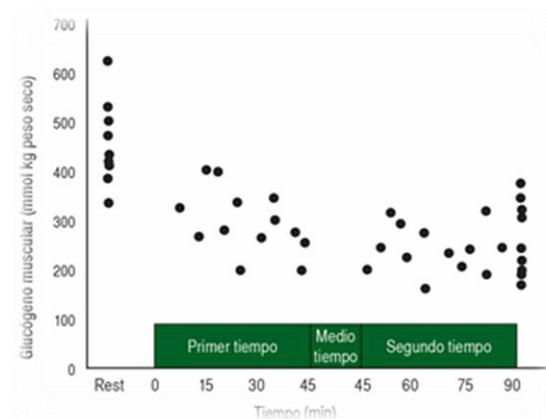


Figura 3. Concentraciones de glucógeno muscular en reposo y durante la primera y segunda mitad en un partido amistoso (Krustrup et al., 2006).

CAPÍTULO 2

CARGA DE ENTRENAMIENTO Y MÉTODOS PARA
CUANTIFICAR ENTRENAMIENTO Y COMPETICIÓN

2.1. CARGA DE ENTRENAMIENTO.

La carga de entrenamiento está considerada como el conjunto de exigencias mecánicas, biológicas y psicológicas, inducidas por las actividades de entrenamiento y competición, que provocan un estado de desequilibrio en el organismo del atleta (Badillo & Serna, 2002).

Los tres principales componentes que definen y condicionan esta carga de entrenamiento son el volumen, la intensidad y la densidad.

El volumen es la medida cuantitativa de la carga y, aunque puede expresarse de multitud de formas diferentes, para el entrenamiento de la resistencia cardiorrespiratoria se suele utilizar el tiempo empleado (horas o minutos), el espacio recorrido (metros o kilómetros) o incluso el número de estímulos o repeticiones de esfuerzo realizadas.

La intensidad se entiende como el aspecto cualitativo de la carga, es decir, el rendimiento requerido respecto a una capacidad máxima conocida o estimada (por ejemplo %FCmax, %VO₂max, %FCreserva o %VAM), y está considerada por un gran número de autores como la principal variable que orienta y condiciona las adaptaciones al entrenamiento (Gibala et al., 2006; Helgerud et al., 2007; Kraemer, Deschenes, & Fleck, 1988).

La densidad representa la relación entre el tiempo de trabajo y el de recuperación ya sea entre repeticiones, series o unidades más amplias de entrenamiento. A mayor densidad, mayor carga del estímulo propuesto y viceversa.

2.2. MÉTODOS UTILIZADOS PARA CUANTIFICAR EN ENTRENAMIENTO EN FÚTBOL.

Hay varios métodos en la actualidad que pueden ser empleados para cuantificar el entrenamiento en deportes de equipo para medir la carga externa (por ejemplo distancia recorrida) o la carga interna (por ejemplo percepción subjetiva del esfuerzo) completada por el deportista.

Algunas de las técnicas utilizadas en la actualidad para cuantificar la carga de entrenamiento en fútbol requieren monitores de frecuencia cardiaca y/o GPS. Mientras estos métodos nos proporcionan una detallada información del estrés experimentado por el deportista, hay varios factores que limitan su utilización en los clubs de fútbol. Estos dispositivos son

caros, requieren un alto nivel de experiencia para su uso, el análisis de los datos puede llevar mucho tiempo y el registro de datos en competición real está limitado.

2.2.1. Métodos utilizados para cuantificar el entrenamiento en base a indicadores externos.

Las técnicas de registro de los patrones de movimiento pueden agruparse en tres grandes grupos atendiendo a la intervención humana que se requiere en el proceso de codificación y registro de los desplazamientos:

1. Aquellos que utilizan la técnica manual donde se incluyen todos aquellos que bien a través de lápiz y papel, contabilización de zancadas, magnetófono, software de observación o tabletas digitalizadoras llevan a cabo el registro con una implicación personal mayor, que requiere cierta inferencia del observador para codificar y posteriormente registrar las variables físicas.
2. Los que utilizan procedimientos semiautomáticos de monitorización de los jugadores, y en donde el soporte del vídeo es indispensable y la labor interpretativa de las conductas queda en gran medida reducida.
3. Aquellos que utilizan bien radiofrecuencia o telemetría (como GPS) y que permiten un seguimiento y monitorización automático de los desplazamientos de los jugadores.

2.2.1.1. Sistemas de registro de lápiz y papel.

Esta técnica clásica de análisis del movimiento de los años 50 y 60 (Garganta, 1988) a través del sistema lápiz y papel consistía en ir registrando los desplazamientos y las acciones de los jugadores empleando un campo milimetrado de fútbol a escala 1:400 durante ciertos períodos de tiempo del partido, utilizando las medidas y marcas del campo para ayudar a estimar las posiciones de los jugadores en el campo y las distancias recorridas por los mismos. Al final del partido se calculaban las distancias recorridas por cada jugador sumando los recuadros que había completado. La monitorización se realizaba habitualmente en directo y desde la zona de tribuna, facilitando la estimación de una serie de líneas marcadas en el campo (Ekblom, 1986).

2.2.1.2. Sistemas de registro a través de grabaciones magnetofónicas.

Reilly & Thomas (1976) estudiaron los desplazamientos realizados por jugadores de la primera división inglesa consistiendo el procedimiento utilizado en verbalizar en una cinta magnetofónica durante el transcurso del partido grabado en vídeo los desplazamientos, en función de una serie de categorías de movimiento o velocidad establecidas previamente que el jugador observado iba realizando.

La fiabilidad inter observador ha sido estudiada, obteniendo valores de entre un 0,3 hasta un 3% de diferencia en el estudio del 1% del tiempo en diferentes categorías de velocidad (O'Donoghue, Boyd, Lawlor, & Bleakley, 2001) o de una correlación de 0,95 y 0,97 en el estudio de la fiabilidad inter e intra observador (Mayhew & Wenger, 1985) .

2.2.1.3. Sistemas de registro a través de aplicaciones informáticas.

La observación a través de aplicaciones informáticas puede realizarse in situ o a través del vídeo, aunque preferentemente se ha utilizado la segunda opción, habiendo sido una técnica muy utilizada, aunque actualmente en desuso, para conocer los desplazamientos realizados por los jugadores en competición (Dobson & Keogh, 2007). Esta técnica de registro al permitir abordar el análisis de los deportes una vez que estos han sucedido, aumenta la posibilidad de mejorar la calidad del dato de los registros, pudiendo repetir el visionado del vídeo tantas veces como se quiera, permitiendo análisis con mejores valores en cuanto a fiabilidad inter e intra observadores se refiere.

El registro informatizado se llevaba a cabo mediante un teclado donde las teclas se programaban de forma que al pulsarlas se registraba un código determinado.

Este sistema ha sido aplicado a diferentes estudios para analizar los movimientos realizados por jugadores (Bangsbo, Norregaard, & Thorso, 1991; Castellano, Masach, & Zubillaga, 1996) de diferentes niveles competitivos (Mohr, Krustup, & Bangsbo, 2003).

Uno de los mayores inconvenientes de esta tecnología es que se basa principalmente en las habilidades de los observadores y requiere un largo período de entrenamiento y esfuerzo para obtener y analizar los datos.

Bangsbo et al. (1991) estimaron errores menores al 4% en cada una de las categorías de velocidad. Krustup & Bangsbo (2001) en sus estudios estimaron diferencias del 1% en la distancia total y de entre el 2 y el 5% en el estudio de las diferentes categorías de velocidad establecidas. Las ventajas de este método son el bajo coste y el hecho de que el tratamiento manual de las secuencias de vídeo permite obtener otro tipo de información que puede recogerse como categorías.

Como se ha podido comprobar existen grandes diferencias en diferentes estudios, según (Ekblom, 1986) las diferencias observadas en la distancia recorrida son atribuidas a la utilización de diferentes métodos de observación. Según (Kae Oulai, 1988) estas diferencias son debidas a la técnica de registro utilizada, así:

- Lápiz-papel: de 6000 a 7500 metros.
- Soporte informático: de 8000 a 13500 metros.

2.2.1.4. Técnicas de registro semiautomáticas.

Dentro de este apartado están los diferentes dispositivos que han utilizado el videotracking como técnica para el registro de las variables físicas (espacio-tiempo) que permite conocer los lugares y velocidades de desplazamiento que los jugadores usan y realizan en el transcurso de la competición o el entrenamiento. El observador no asigna al desplazamiento una categoría ya que la imagen de vídeo de los desplazamientos de los jugadores es digitalizada por softwares que permiten hacerlo de manera semiautomática.

La compañía francesa Amisco® y la inglesa Prozone® (fusionadas actualmente) dan servicio a las principales ligas europeas.

El estadio y el campo tienen que ser calibrados en términos de altura, longitud y anchura, y transformados a un modelo bidimensional para poder calcular la posición de los deportistas (coordenadas X e Y) durante el partido, reconstruyendo los movimientos de los jugadores (Carling, 2001). A pesar de ser en gran medida automáticos estos sistemas de monitorización requieren la introducción de datos de forma manual y un operador debe verificar continuamente si los jugadores son correctamente monitorizados por el programa informático e incluir las coordenadas cuando el sistema no haya sido capaz de hacerlo por sí mismo.

Estos sistemas semiautomáticos de análisis de la actividad de jugador han sido utilizados para describir las principales competiciones de fútbol como la liga inglesa (Di Salvo, Gregson, Atkinson, Tordoff, & Drust, 2009), italiana (Vigne, Gaudino, Rogowski, Alloatti, & Hautier, 2010), española (Dellal et al., 2011), francesa (Dellal, Wong, Moalla, & Chamari, 2010) y Champions League o Europa League (Di Salvo et al., 2010) .

A través de la utilización de esta tecnología podemos conocer la distancia recorrida en función de los distintos puestos específicos, la variabilidad de las acciones realizadas a alta velocidad comparando diferentes partidos (Gregson, Drust, Atkinson, & Salvo, 2010), el efecto en la distancia recorrida en un breve espacio de tiempo (Lago-Penas, Rey, Lago-Ballesteros, Casais, & Dominguez, 2011) y la influencia de las variables contextuales o situacionales que permiten explicar cada vez mejor las fuentes que aportan variabilidad al análisis de la actividad del jugador de fútbol durante la competición (Castellano, Blanco-Villasenor, & Alvarez, 2011).

Una de las mayores limitaciones de estos sistemas ha tenido que ver con la falta de inmediatez de la información obtenida, ya que los datos tardaban entre 24-36 horas después del partido, problema que se va solucionando (Carling, Bloomfield, Nelsen, & Reilly, 2008).

Las principales desventajas de este sistema es el coste económico y de personal para los sistemas de videotracking, además de exigir una instalación fija de cámaras en el campo de competición, imposibilitando obtener los datos de los jugadores de manera inmediata y durante los entrenamientos realizados. Es indispensable el uso del vídeo y registra únicamente variables espacio-temporales y las derivadas de ellas. La representación gráfica únicamente en 2D así como la falta de orientación de los jugadores son también limitaciones de este sistema.

Castellano, Alvarez-Pastor, & Bradley (2014) desarrollaron una revisión de estudios en el que utilizaron los sistemas videotracking Amisco® y Prozone® para analizar el rendimiento físico de jugadores de fútbol de élite. Después del proceso de selección eligieron un total de 38 estudios para su análisis por su alto nivel y su cumplir de los criterios de calidad.

En términos de calidad de la investigación, la presente revisión destaca que hay pocos estudios que hasta la fecha han examinado los criterios de precisión y fiabilidad. Estos autores identificaron sólo 8 estudios que consideraban la precisión, validez y fiabilidad de los dos

sistemas analizados. Del sistema Amisco® 2 y de Prozone® 6. Sin embargo estrictamente hablando sólo dos publicaciones analizaron la precisión del videotracking: comparó el rendimiento de Amisco® con el de una videograbación de un atleta corriendo a diferentes velocidades en un circuito de 200 metros, mientras utilizó series de carreras en diferentes distancias (15, 20, 50 y 60 m) y lo comparó con datos de seguimiento de Prozone® obtenidos de calcular los cambios.

La revisión reveló ciertas deficiencias en los métodos estadísticos utilizados por los estudios para examinar la precisión, validez y fiabilidad de los sistemas de seguimiento.

Los métodos estadísticos están basados en correlaciones (coeficiente de correlación intraclase) cuando las variables en cuestión son continua y preferentemente deberían usar el método descrito por (Bland & Altman, 1986) para medir la fiabilidad del sistema de registro. Este método está basado en las diferencias individuales y consiste en la comparación entre cada par de valor con la media de cada par de valores. Esto puede ser usado para determinar los límites de acuerdo y nos proporciona una visual representación de las diferencias observadas de las diferentes medidas o instrumentos que miden las mismas unidades. Solamente una publicación mencionó este método en el apartado de análisis estadístico (Valter, Adam, Barry, & Marco, 2006).

Estas técnicas estadísticas permiten tener más control de cómo las variables físicas evolucionan en el tiempo (Bland & Altman, 1986). Permitiría comparar datos entre partidos, entre diversas fases de la planificación y entre temporadas.

Castellano et al. (2014) observaron que hay pocos estudios que tienen en cuenta el nivel de equipo contrario y su influencia en el análisis de nuestro equipo (Castellano et al., 2011; Lago, Casais, Dominguez, & Sampaio, 2010).

También encuentran que la mayoría de estudios incluyen el año en el que fue jugado el partido pero no la parte de la temporada en que se disputó (Bradley, O'Donoghue, Wooster, & Tordoff, 2007).

Otro aspecto interesante sería medir el rendimiento físico del mismo jugador en el partido en diferentes puestos específicos. Sólo un estudio analiza la influencia que tiene la interacción con el equipo contrario en la respuesta física (Carling, 2011).

Pocos estudios comprueban el descenso del rendimiento físico entre períodos y si es determinado este hecho por la fatiga en el partido (Castellano et al., 2011).

En la actualidad los sistemas de seguimiento obtienen un gran número de datos a nivel individual pero les falta proporcionar más información precisa del comportamiento colectivo del equipo (Bartlett, Button, Robins, Dutt-Mazumder, & Kennedy, 2012).

Esta extensa revisión ha permitido ver como los sistemas de seguimiento automáticos proporcionan información respecto a lesiones (Carling, Dupont, & Le Gall, 2011; Carling, Le Gall, & Dupont, 2012).

2.2.1.5. Técnicas de registro automáticas: Sistemas de registros basados en radiofrecuencia

La tecnología de identificación por radio frecuencia (RFID) se refiere al uso de radio frecuencia por medio de un lector, para detectar y leer información proveniente de un dispositivo generalmente conocido como etiqueta RF o “taggent”. Es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remotos. El propósito fundamental de esta tecnología es transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único) mediante ondas de radio. A diferencia del código de barras, la tecnología de identificación por radio frecuencia no requiere de un campo visual directo entre la etiqueta RF y el lector, pudiéndose leer a través de paredes, siendo más versátil que el código de barras y en algunos casos permite implementar nuevas aplicaciones que no eran posibles con la otra técnica. Esta tecnología está siendo actualmente por dos empresas: Cairos e Inmotio.

El sistema Cairos utiliza unos transmisores instalados en las espinilleras de los jugadores a lo largo de todo el partido (a 750 Hz) y en el balón (a 2000 Hz) que determinan sus posiciones instantáneas a lo largo de todo el partido. El error asociado al sistema Cairos (Holzer, Hartmann, Beetz, & Von der Grun, 2003) es menor de 3 cm en un desplazamiento a 150 km.h⁻¹ (Holzer et al., 2003).

La empresa Inmotio Object Tracking BV, Amsterdam (Holanda) utiliza lo que se denomina Loca Position Measurement (LPM) con una frecuencia de muestreo de 1000 Hz. Actualmente con la colocación de un arnés con el transmisor este sistema monitorizar los desplazamientos de jugadores de fútbol de clubs de primer nivel (Ajax de Amsterdam o Bayern de

Munich). Este sistema permite obtener los datos de todos los jugadores en tiempo real atendiendo tanto a parámetros físicos (distancias y velocidades recorridas), fisiológicos (utilizando una banda de medición de la banda de la frecuencia cardiaca) como tácticos estratégicos, ya que permite obtener en tiempo real las representaciones 2D de los jugadores en el espacio, además de información de distancias entre jugadores y líneas. Las ventajas de este sistema son la alta validez y fiabilidad del sistema, por su elevada frecuencia de muestreo y la posibilidad de obtener datos durante el entrenamiento en tiempo real y la ausencia de personal de una empresa proveedora en el tratamiento de los datos como ocurría en los sistemas semiautomáticos.

2.2.1.6. Sistemas de registro a través de dispositivos GPS.

Debido al desarrollo experimentado en los últimos años merecen especial atención los sistemas de posicionamiento global (GPS) (Pino, Padilla, Pérez, Moreno, & De la Cruz, 2008).

Un receptor GPS debe recibir la señal de al menos tres satélites para localizar la posición (Larsson, 2003). Utilizando esta información un dispositivo de estas características puede calcular y registrar información referente a la velocidad y a la distancia recorrida principalmente (Reid, Duffield, Dawson, Baker, & Crespo, 2008).

Los dispositivos receptores portátiles se introducen en una pequeña mochila almohadillada incorporada a la espalda del jugador. Además estos dispositivos permiten registrar datos referentes al tiempo, posición, altitud y dirección, además de registrar la frecuencia cardiaca cuando el jugador está en posesión de una banda torácica.

Los dispositivos han sido utilizados para monitorizar la carga externa de los jugadores durante partidos y situaciones de entrenamiento en numerosos deportes de equipo jugados en el exterior como fútbol, hockey, rugby o el fútbol australiano (Barbero-Álvarez, Coutts, Granda, Barbero-Álvarez, & Castagna, 2010), siendo sencillo la monitorización de los jugadores al mismo tiempo y la practicidad en el tiempo de análisis (Aughey & Falloon, 2010). Su aplicación es grande por ser ligeros, no muy caros y una disminución de tiempo de registro de datos por realizar análisis automáticos de un jugador por dispositivo (Edgecomb & Norton, 2006; MacLeod, Morris, Nevill, & Sunderland, 2009). Este sistema cuenta con algunas limitaciones para su uso, fundamentalmente respecto a su fiabilidad que debe ser mejorada. Para realizar la comparación entre

distintos trabajos hay que tener presente el modelo de dispositivo que se utiliza (Castellano, Fernández, Castillo, & Casamichana, 2010; A. J. Coutts & Duffield, 2010; Petersen, Pyne, Portus, & Dawson, 2009), debido a los algoritmos asociados a cada uno de ellos (MacLeod et al., 2009). Otro estudio nos muestra que una mayor frecuencia de registro aumenta la fiabilidad de los dispositivos (Castellano, Casamichana, Calleja-González, San Román, & Ostojic, 2011).

Otras limitaciones son la necesidad de implementar al jugador con el dispositivo (Edgecomb & Norton, 2006), la imposibilidad de realizar registros en actividades cubiertas o la limitación para realizar registros en zonas urbanas, rodeadas con altos edificios, los cuales pueden interferir en la señal de los satélites, la prohibición de realizar registros en partidos oficiales y el coste económico.

Con respecto a la posibilidad de obtener la información en tiempo real, es una realidad que puede aplicarse en los deportes de equipo, aunque todavía con amplio margen de mejora (Aughey & Falloon, 2010).

2.2.2. Técnicas contemporáneas para el análisis del ritmo de trabajo.

2.2.2.1. Análisis individual de jugadores.

El principal avance tecnológico evidente en estudios posteriores ha sido el empleo de mejores cámaras de calidad mejor y más avanzados métodos de codificación de entrada a consecuencia de un software más moderno. Con este fin Bloomfield, Polman, & O'Donoghue (2007b) utilizaron la instalación del "Playercam" (Sky Sports Interactive Servie, British Sky Broadcasting Group, UK) para proporcionar un enfoque de primer plano de vídeos de alta calidad para el análisis del jugador de las acciones y de los movimientos.

Las imágenes eran digitalizadas y sincronizadas para la codificación manual utilizando el Noldus Observer 5.0 Video-Pro sistema de análisis de comportamiento (Bloomfield, Polman, & O'Donoghue, 2007c) que a su vez automáticamente calculaban el tiempo pasado en las categorías de movimiento definidas. Varios estudios demuestran que estos métodos tienen altos niveles de objetividad, validez y fiabilidad (Reilly, 2007).

Estos métodos descritos sólo están restringidos a la filmación y análisis de un jugador individual por cámara, no se pueden realizar en

tiempo real y eran excesivamente laboriosos y tardaban mucho tiempo en llevarse a cabo.

La tecnología ha avanzado para el análisis del tiempo de movimiento incorporando dispositivos electrónicos, procedimientos de elaboración de modelos matemáticos para el seguimiento automático. Carling et al., (2008) realizaron una descripción general de los sistemas de análisis contemporáneos de la carga de trabajo en fútbol (tabla)

Tabla Sistemas modernos y estudios de los trabajos utilizados para analizar el ritmo de trabajo en fútbol de élite (Carling et al., 2008).

Compañía/institución (país)	Sistema / Web	Tipo de sistema	Referencias
Citech Holdings Pty Ltd (Australia)	Biotrainer® http://www.citeholdings.com	Transmisor electrónico	28
Chukyo University (Japón)	Direct Linear Transformation	Automático video tracking	29
Inmotio Object Tracking BV (Holanda)	LPM Soccer 3D® http://www.abatec-ag.com	Transmisor electrónico	30
Feedback Sport (Nueva Zelanda)	Feedback Football® http://www.feedbacksport.com	Automático video tracking	31
GPSports (Australia)	SPI Elite® http://www.gpsports.com	GPS tracking	24
Hiroshima College of Sciences (Japón)	Direct Linear Transformation	Automático video tracking	32
National Defense Academy (Japón)	Triangular surveying	Triangulación	33
Noldus (Holanda)	Observer Pro® http://www.noldus.com	Codificación manual video	21, 23, 26
Perfomance Group International (Reino Unido)	Datatrax®	Automático video tracking	34
Prozone Holdings Ltd (UK)	Prozone® http://www.pzfootball.co.uk	Automático video tracking	25
RealTrackFootball (España)	Real Track Football® http://www.realtrackfutbol.com	GPS tracking	36
Sport-Universal Process SA (Francia)	AMISCO Pro® http://www.sport-universal.com	Automático video tracking	37
Sportstec (Australia)	TraPerfomance® http://www.sportstecinternational.com	Lápiz y tablet	24, 28
TRACAB (Suecia)	Tracab® http://www.tracab.com	Automático video tracking	39
Univeristy of Campinus (Brasil)	Dvideo	Automático video tracking	25

2.2.2.2. Análisis de varios jugadores

Pocos sistemas tienen la habilidad de analizar todos los jugadores de un equipo a lo largo de un partido, siguiendo cada uno de los jugadores con y sin balón (Liebermann et al., 2002).

En España Realtrack Football ha sido la marca comercial de GPS específica para deportes de equipo.

La empresa SPI Élite® tiene la capacidad de monitorizar y registrar información de la frecuencia e intensidad de impactos tales como tackles y choques obtenida a través de acelerometría, donde se combinan las aceleraciones producidas en los tres planos de movimientos corporales obtenidas a través del acelerómetro triaxial.

La precisión y fiabilidad de GPS es relativamente alta: resultados de un test de precisión mostró un ratio de error de un 4,8% y en un test para medir intra fiabilidad informó de un error técnico de medida de un 5,5% (Edgecomb & Norton, 2006).

Los últimos receptores de GPS están registrando una frecuencia de 20 Hz.

2.2.2.3. Análisis de datos del ritmo de trabajo total.

Categorías de movimiento.

En fútbol las actividades de movimiento son generalmente codificadas de acuerdo a su intensidad, que es determinado por la velocidad de las acciones. Cuando se evaluaba el rendimiento la frecuencia de cada tipo de movimiento y el tiempo pasado o distancia recorrida en cada movimiento puede ser analizado. Las principales categorías usadas para analizar el ritmo de trabajo en fútbol son clasificado en parado, marcha, trotando, carrera rápida y sprint. A estas categorías se han añadido otras actividades como skipping y desplazamiento lateral (Bloomfield, Polman, & O'Donoghue, 2004).

En el fútbol de élite los jugadores generalmente realizan una carrera a alta intensidad cada 60 segundos y un sprint máximo una vez cada 4 minutos (Strudwick & Reilly, 2001). Sin embargo presentaron evidencias que el número de sprint tiene un rango amplio entre 3-40 por jugador, dependiendo del puesto específico (Di Salvo et al., 2007).

Los equipos más competitivos dentro de la misma liga realizaron más carreras de alta intensidad y sprint en los períodos más intensos del juego en todo el partido que equipos menos competitivos (Randers, Rostgaard, & Krustup, 2007).

Dos estudios han analizado recientemente la deceleración (Bloomfield, Polman, & O'Donoghue, 2007a) y los giros (Bloomfield et al., 2004) en jugadores profesionales. Los jugadores realizaron un promedio de 54,1 deceleraciones y 558 giros en movimientos útiles en fases de partidos de Premier League.

Determinando demandas por puesto específico.

Comprendiendo la carga de trabajo impuesta durante la competición a jugadores de alto nivel de acuerdo a su puesto específico es necesario desarrollar un protocolo de entrenamiento específico (Di Salvo et al., 2007).

Las investigaciones sobre las demandas físicas en fútbol demuestran la necesidad de la creación de un modelo con el fin de adaptar los programas y estrategias de entrenamiento para adaptarse a las necesidades por puesto específico. Investigaciones dividen los esfuerzos de alta intensidad de jugadores para atacar y defender debería ser pertinente para determinar si el puesto específico es determinante en la demanda física de los jugadores debido a si su equipo está o no en posesión del balón. El análisis del movimiento y su aplicación al entrenamiento también debe tener en cuenta la relación entre las demandas físicas y técnicas en el juego. Por ejemplo datos de partido en jugadores profesionales muestran que los delanteros tienden a recibir el balón más frecuentemente en carrera rápida y en sprint que los defensores y mediocampistas, indicando que la capacidad requerida para aplicar las habilidades técnicas con ritmo cuando atacan es importante para esta posición.

Utilización del análisis del movimiento en estudios de fatiga

Para realizar un análisis más preciso de los movimientos en fútbol los datos pueden dividirse en tramos de tiempo para ayudarnos a determinar si el ritmo de trabajo varía con el tiempo o la tarea.

De acuerdo a los análisis y medidas del rendimiento en partidos con jugadores de élite, la fatiga se manifiesta como una disminución del rendimiento y parecen ocurrir por tres etapas durante el juego (Mohr, Krstrup, & Bangsbo, 2005):

- Después de intensos cortos períodos en ambas partes.
- Al inicio de la segunda parte.

- Al final del partido.

El análisis del ritmo de trabajo minuto a minuto en el juego ha sido también empleado como un medio para identificar el descenso en el rendimiento físico (Barros et al., 2007).

La fatiga se puede manifestar por las siguientes causas durante el juego:

- La diferencia entre la distancia total recorrida entre el primer y segundo tiempo (Barros et al., 2007; Burgess, Naughton, & Norton, 2006; Di Salvo et al., 2007).
- Una velocidad total más baja en el segundo tiempo comparado con el primero (Burgess et al., 2006).
- La fatiga influye en el rendimiento técnico (Rampinini, Impellizzeri, Castagna, Coutts, & Wisløff, 2009).
- Una significativa disminución en la distancia recorrida a media (Di Salvo et al., 2007) y de alta intensidad entre ambos períodos (Brulé et al., 1998; Di Salvo, Baron, & Cardinale, 2007). En los jugadores suplentes realizan una distancia mayor a alta intensidad durante los últimos 15 minutos que el resto de jugadores presentes en el terreno (Mohr et al., 2003).
- La disminución de la velocidad máxima y de la duración de los sprint hacia el final del partido (Carling, 2002).
- La fatiga puede ser evidente por un prolongado tiempo de recuperación que se manifiesta con el incremento del tiempo pasado en actividades de baja intensidad. (Rampinini et al., 2009) informa de la influencia del nivel del equipo contrario en este hecho.
- La influencia del resultado parcial. Los jugadores con resultado positivo recorrían menos distancia a alta intensidad que cuando el resultado era equilibrado (O'Donoghue et al., 2001). Además los jugadores que van perdiendo realizan menos distancia a alta velocidad que cuando el resultado es equilibrado.
- El momento de la temporada, no siendo la distancia recorrida un indicador del rendimiento siempre válido, porque hay jugadores que no siempre estén utilizando plenamente su capacidad física (Carling et al., 2005).

Otros usos de investigación de análisis del movimiento

Estudios fisiológicos y de análisis del movimiento en jugadores de élite muestran evidencia que la carga total de trabajo durante el partido está relacionado con la potencia aeróbica máxima del jugador, los cuales subrayan la necesidad de un alto nivel de condición aeróbica (Impellizzeri et al., 2006; Reilly, 2003).

2.2.3. El uso del match analysis en fútbol.

La función principal del match analysis o análisis del juego es proporcionar información a los entrenadores sobre el rendimiento del equipo, obteniendo una representación detallada de las actividades del jugador durante el partido (Reilly, 2000).

Según Carling, Williams, & Reilly (2005) el análisis del juego debe ser diseñado para recoger datos de varios aspectos del rendimiento como son:

- Aspectos técnicos.
- Aspectos conductuales.
- Aspectos físicos.
- Aspectos tácticos.
- Análisis de incidentes críticos (lesiones).

Para que el registro de los datos sea válido y fiable se requiere de una metodología con características específicas y propias, respetando que el primer requisito de calidad de la ciencia que es la observación rigurosa (Reilly, 1993).

En concreto la metodología observacional constituye una de las opciones de estudio científico del comportamiento humano que reúne especiales características en su perfil básico (Anguera, Blanco, Losada, & Hernández, 2000), entre ellas la percepción del comportamiento, la habitualidad en el contexto, la espontaneidad de la conducta observada, y la elaboración a medida de instrumentos de observación (Argilaga, Villaseñor, Mendo, & López, 2011). También cuenta con unos criterios taxonómicos definidos por (Anguera et al., 2000) que nos permiten diferenciar diversos tipos de observación en función de distintos niveles de científicidad, el grado de participación del observador, el grado de perceptividad, los niveles de respuesta y las unidades de observación.

Anguera et al. (2000) propone diferentes etapas para realizar una observación sistemática (figura 4).



Figura 4. Etapas del proceso de observación sistemática. Adaptado de (Anguera et al., 2000).

Carling et al. (2005) divide el análisis del juego en análisis notacional y en análisis del movimiento. El análisis notacional es un medio de grabación de eventos en el que se tiene un registro objetivo y preciso de lo que actualmente está teniendo lugar mediante que el análisis del movimiento se centra en características de la actividad individual y

movimientos durante el partido sin intentar realizar una evaluación cualitativa.

La observación y el análisis me van a permitir orientar el proceso de entrenamiento que comprende un número de pasos o ciclos,

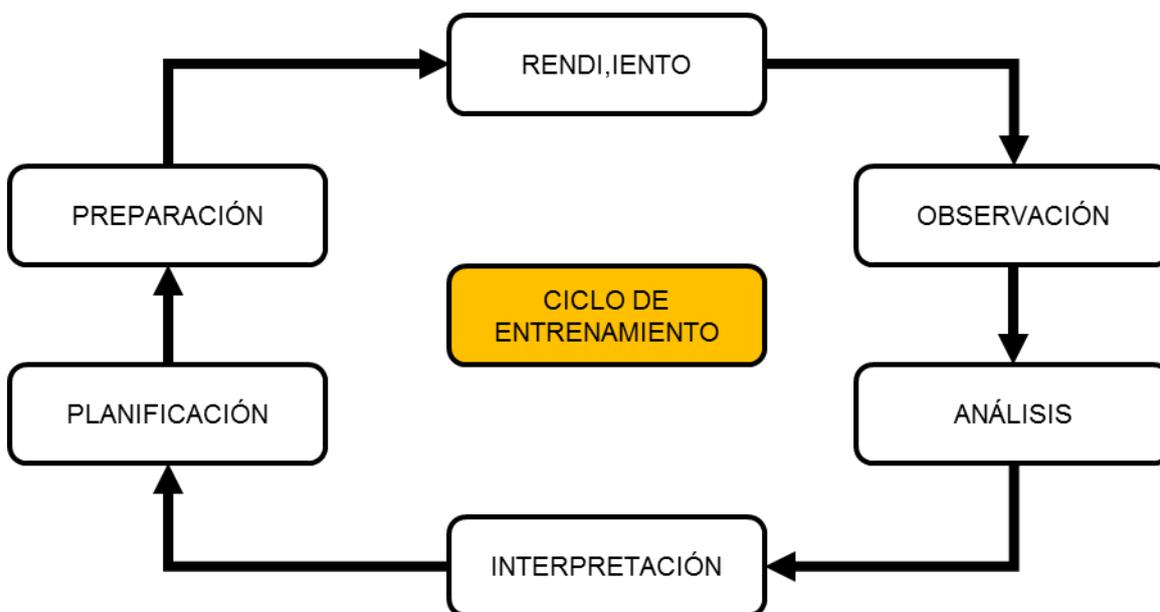


Figura 5. Ciclo de entrenamiento (Carling et al., 2005).

2.3. MÉTODOS UTILIZADOS PARA CUANTIFICAR EL ENTRENAMIENTO EN BASE A INDICADORES INTERNOS.

2.3.1. Métodos de interpretación de los registros de frecuencia cardiaca.

Según (Kent, 2003) FC_{máx} es el valor máximo de FC obtenible durante un esfuerzo supremo hasta el borde del agotamiento, es decir, durante un ejercicio máximo.

La fórmula más recomendada como método indirecto para predecir la FC_{max} según un estudio de Robergs & Landwehr (2002), es la de Inbar et al., (1994) según la cual, tanto para hombres como mujeres la $FC_{max} = 205,8 - (0,685 \times edad)$.

La frecuencia cardiaca de reserva es la diferencia entre la FC_{max} y la FC de reposo. El método más adecuado para describir la intensidad del ejercicio es en %FC_{res} descrito por (Karvonen & Vuorimaa, 1988) .

$$FC_{\text{entrenamiento}} = [\text{Intensidad de ejercicio} \times (FC_{\text{max}} - FC_{\text{reposo}})] + FC_{\text{reposo}}.$$

$$\% FC_{\text{res}} = (FC_{\text{entrenamiento}} - FC_{\text{reposo}}) / (FC_{\text{max}} - FC_{\text{reposo}}).$$

Los valores de %FCreserva y FCentrenamiento corresponden con los valores de VO₂max y se pueden utilizar para prescribir intensidades a un %VO₂max (Eston & Williams, 2001), aconsejándose más que los valores de %FCmax, ya que estos subestiman los valores de VO₂max.

Para el control y cuantificación de la carga de entrenamiento la FC es interpretada de diferentes formas.

Método TRIMP.

Propuesto por (Banister, 1991) este índice es el resultado de la multiplicación de la FC por el tiempo de trabajo.

Se puede determinar este índice según a siguiente formula:

$$TRIMP = D \times (\Delta HR_{\text{ratio}})^e \times e^{b \times (\Delta HR_{\text{ratio}})}$$
$$\Delta HR_{\text{ratio}} = (HR_{\text{ex}} - HR_{\text{res}}) - (HR_{\text{max}} - HR_{\text{rest}})$$

En el que, D=Duración del tiempo de trabajo; HR_{ex}=FCmed durante ejercicio; HR_{rest}=FCmed durante recuperación; b (hombres=1,92; mujeres=1,67); factor e (hombres=0,64; mujeres=0,86);

Método sumatorio de zonas de entrenamiento de Edwards (Edwards, 1994).

El método Edwards distribuye el esfuerzo de la frecuencia cardiaca en 5 zonas diferentes, donde cada una de las zonas tiene un valor establecido.

- Zona 1=50-60% FCmax,
- Zona 2=60-70% FCmax,
- Zona 3=70-80% FCmax,

- Zona 4=80-90% FCmax, zona 5=90-100% FCmax.

El sumatorio de zonas de entrenamiento= (duración en zona 1x1) + (duración en zona 2x2) + (duración en zona 3x3) + (duración en zona 4x4) + (duración en zona 5x5).

Lucia, Hoyos, Santalla, Earnest, & Chicharro (2003) adaptaron un nuevo modelo de aproximación al original TRIMP en base a estudios de Foster et al., (2001a), en el que marcaban tres zonas de trabajo, zona 1 por debajo del umbral aeróbico, zona 2 en la zona anaeróbica y zona 3 por encima del umbral anaeróbico, multiplicando el tiempo realizado en la zona 1 por 1, el tiempo realizado en la zona 2 por 2 y el tiempo realizado en la zona 3 por 3. El valor total TRIMP es obtenido sumando los resultados de las tres fases.

2.3.2. Método de cuantificación en base a las rutas metabólicas. Umbral Aeróbico (R1).

El Umbral Aeróbico se puede definir como aquella intensidad de esfuerzo en la que el metabolismo aeróbico se hace insuficiente por sí sólo para satisfacer las demandas energéticas del tejido muscular activo y, en consecuencia, es necesario recurrir a las fuentes anaeróbicas adicionales de suministro energético (Holloszy & Coyle, 1984). Esta producción de energía por metabolismo anaeróbico es muy reducida, por lo que la escasa acidez (H+) que genera es inmediatamente tamponada o bloqueada en el propio músculo (buffered) y por tanto ésta se mantiene en una línea estable (Naimark, Wasserman, & Mcilroy, 1964).

La intensidad del Umbral Aeróbico (R1) se localiza en la mayor parte de los sujetos entrenados entre el 65-75% del VO₂max y entre el 75-85% de su Umbral Anaeróbico. El entrenamiento continuado sobre esta intensidad (R1) produce prioritariamente mejoras en la eficiencia aeróbica así como una optimización de la oxidación de grasas y un aumento de sus depósitos en el interior de la fibra muscular en la forma de triglicéridos (IMTG).

Umbral Anaeróbico (R2).

El Umbral Anaeróbico está considerado como la zona o intensidad de transición aeróbica-anaeróbica en la que el oxígeno suministrado a los músculos que se ejercitan no resulta suficiente para cubrir las necesidades

de energía, por lo que la glucólisis anaeróbica comienza a intervenir de manera relevante como proveedora de ATP (~5-7% del total de la energía) (Rodríguez, 2009). A partir de este Umbral Anaeróbico, si la intensidad continúa incrementándose, la acidosis metabólica del atleta comienza a elevarse exponencialmente debido a que el músculo no es capaz de resintetizarlo (tamponarlo- Sistema Buffer) a la misma velocidad que se regenera, y esto produce a su vez que la ventilación se identifique de manera desproporcionada con respecto al oxígeno consumido (Wasserman & McIlroy, 1964). En esta ruta metabólica la participación aeróbica-anaeróbica se encuentra en torno al 95% aeróbico vs. 5% anaeróbico (Wasserman, Hansen, Sue, Stringer, & Whipp, 2005). La intensidad de este Umbral Anaeróbico (R2) se localiza en la mayor parte de los sujetos entrenados entre el 75-85% de su VO_2max .

Consumo Máximo de Oxígeno o VO_2max (R3 Y R3+).

El VO_2max se define como la cantidad más elevada de oxígeno que el organismo es capaz de absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo Fernández-Vaquero citado en (Chicharro & Mojares, 2008). Esta intensidad coincide con la carga o potencia de ejercicio (Potencia Aeróbica Máxima) en la que los mecanismos aeróbicos de producción de energía llegan a saturarse, de modo que si la carga continúa incrementándose deberá ser a costa de una mayor participación del metabolismo anaeróbico. Está considerada como la variable con mejores índices de predicción del rendimiento aeróbico del atleta y uno de los principales indicadores de salud cardiorrespiratoria. El VO_2max suele expresarse en valor absoluto ($L \cdot min^{-1}$), relativo a la masa corporal ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) o incluso relativo a la masa libre de grasa o masa muscular del sujeto.

Durante un esfuerzo cercano al VO_2max el glucógeno es la principal fuente de suministro energético y la participación aeróbica-anaeróbica se encuentra en torno al 65% aeróbico vs. 35% anaeróbico. El entrenamiento sobre esta zona de potencia aeróbica requiere que el deportista realice cargas de trabajo a una intensidad ligeramente inferior (90-95% VO_2max -R3) o sobre el propio VO_2max (95-100% VO_2max - R3+) (García-Pallarés, Sánchez-Medina, Carrasco, Díaz, & Izquierdo, 2009; García-Pallarés, García-Fernández, Sánchez-Medina, & Izquierdo, 2010).

Capacidad Anaeróbica Láctica (R4).

Desde la perspectiva de la Fisiología del Ejercicio, la Capacidad Anaeróbica Láctica se define como la cantidad total de ATP que puede resintetizar la vía glucolítica en un esfuerzo de máxima intensidad hasta el agotamiento Calbet citado en (Chicharro & Mojares, 2008). Existe consenso internacional en definir la capacidad anaeróbica láctica como al gasto energético total requerido por un esfuerzo máximo, sin ningún tipo de distribución de la fatiga (All Out), durante un tiempo de 30 s-1 min.

El esfuerzo a una intensidad de Capacidad Anaeróbica (R4) requiere de un consumo energético prácticamente exclusivo del glucógeno muscular por la vía de la glucólisis anaeróbica, además de una depleción casi completa de las reservas de fosfocreatina y una disminución significativa de las reservas de ATP que se encuentran las fibras musculares activas. Durante este tipo de esfuerzos existe una participación aeróbica-anaeróbica en torno al 35% aeróbico vs. 65% anaeróbico, aunque es muy variable en función de las características del deportista, es decir, como la composición de fibras musculares y orientación de su entrenamiento previo. El entrenamiento sobre esta zona (R4) requiere que el sujeto realice cargas de trabajo a una intensidad considerablemente superior al $VO_2\text{max}$ (105-120% $VO_2\text{max}$), generando a largo plazo mejoras en la tolerancia a la acidosis metabólica elevada, aumentos de la capacidad glucolítica, así como incrementos en las reservas energéticas de ATP, CP y glucógeno muscular.

Potencia Anaeróbica Láctica (R5).

La Potencia Anaeróbica Láctica se define como la cantidad máxima de ATP resintetizada en la glucólisis anaeróbica por unidad de tiempo años (Chicharro & Mojares, 2008; Greenhaff, 2003).

Estímulos de entrenamiento o competición que se realizan a esta intensidad (R5) requieren depleciones casi completas de los depósitos de fosfocreatina (80%), así como descensos significativos de las reservas de ATP (30-40%) y glucógeno muscular (30-40%) (Gorostiaga, Ibáñez, & López, 2002). Diferentes estudios han reportado una participación aeróbica-anaeróbica en este tipo de esfuerzos en torno al 15% aeróbico vs. 85% anaeróbico, aunque de nuevo es muy variable en función de las características individuales del sujeto. El entrenamiento sobre esta zona (R5) requiere que el deportista realice cargas de trabajo a una intensidad

aproximada del 120-140% del $VO_2\text{max}$ generando como principales adaptaciones a medio-largo plazo una optimización de la actividad de las enzimas glucógeno fosforilasa y fosfofructoquinasa (PFK), retraso en la caída del PH intramuscular (capacidad tampón o Buffer), un incremento importante de las reservas de fosfágenos de alta energía (ATP y PC), y por lo tanto una mejora en la tasa de producción de energía por la vía glucolítica (Chicharro & Mojares, 2008; Greenhaff, 2003)..

Potencia Anaeróbica Aláctica (R6).

A un nivel estrictamente teórico, esta ruta metabólica se puede definir como la máxima cantidad de ATP resintetizado por unidad de tiempo, vía metabolismo energético anaeróbico, pero sin producción de lactato Calbet citado en (Chicharro & Mojares, 2008). Aunque teóricamente esta definición es correcta y se ha mantenido válida durante muchas décadas, surge en los últimos tiempos una gran controversia sobre la posibilidad real de que esta capacidad se manifieste de forma aislada durante esfuerzos de corta o muy corta duración. Estudios recientes han descrito aumentos significativos de la concentración de ácido láctico tras esfuerzos cíclicos de menos de 6 segundos (Gaitanos, Williams, Boobis, & Brooks, 1993), e incluso tras un único salto con contramovimiento (Chamari et al., 2001). Estos datos dejan patente la participación relevante del metabolismo anaeróbico glucolítico en este tipo de esfuerzos de tan corta duración, y por lo tanto hacen que incluso el propio término que define esta ruta metabólica deje de ser el apropiado.

En este sentido, tal y como han aconsejado diferentes fisiólogos del deporte del ejercicio en los últimos años (Chicharro & Mojares, 2008; Greenhaff, 2003), parece aconsejable abandonar definitivamente el uso de esta terminología, dejando claro que cualquier esfuerzo de tipo All out tiene una participación mixta de las diferentes rutas anaeróbicas (láctica y aláctica) desde la primera contracción muscular del esfuerzo.

2.3.3. Método de cuantificación en base a los ritmos de entrenamiento

Como se ha comentado con anterioridad, los métodos para cuantificar los requerimientos fisiológicos del jugador de fútbol han ido evolucionando a lo largo del tiempo.

Se considera primordial tener un sistema para cuantificar el entrenamiento y la competición donde no se alteren la dinámica de juego

y la organización del entrenamiento, se trabajen de forma conjunta los componentes del rendimiento y sea fácil de aplicar.

Para llevarlo a cabo se ha elaborado una propuesta metodológica en base al concepto “zonas de entrenamiento”. Martínez (2004) define los “Ritmos de Entrenamiento” como una metodología donde se realizan trabajos a distintas intensidades, referidas a determinados porcentajes de la Velocidad Aeróbica Máxima (VMA) de cada jugador.

Este autor toma como referencia el VO_{2max} o el 100% de la VMA, determinando 6 zonas de intensidad cuyos límites vienen expresados en porcentajes de la VMA, a las que denomina ritmos. Martínez (2004) estableció 6 ritmos diferentes denominados R1 (<70% VMA), R2 (70-80% VMA), R3 (80-90% VMA), R4 (90-100%), R5 (máxima) y R6 (máxima). Cada uno de los ritmos tiene unos objetivos y características propias.

2.3.4. Métodos de cuantificación en base a la percepción subjetiva del esfuerzo.

Uno de los métodos más utilizados para cuantificar la carga interna es la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) con sus variantes. (Noble & Robertson, 1996) definen esfuerzo percibido como el acto de detectar e interpretar sensaciones emergentes de nuestro cuerpo durante el ejercicio físico. Se ha sugerido que la regulación del esfuerzo utilizando la RPE y la FC conjuntamente es una herramienta de mayor aplicabilidad que utilizándose cualquiera de ellas de forma separada, para practicar en unos umbrales de intensidad deseables (Herman, Nagelkirk, Pivarnik, & Womack, 2003).

Este método de cuantificación fue propuesto por como alternativa a los métodos basados en la frecuencia cardiaca (Foster, Daines, Hector, Snyder, & Welsh, 1996). La escala de percepción subjetiva de la sesión ha sido demostrada como una técnica válida de cuantificación de la intensidad del entrenamiento en resistencia (Foster et al., 1995; Foster et al., 2001b), aeróbico intermitente (Foster et al., 2001a; F. M. Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi, & Marcora, 2004) y entrenamiento de fuerza (Day, McGuigan, Brice, & Foster, 2004; Sweet, Foster, McGuigan, & Brice, 2004).

Variantes de la percepción subjetiva del esfuerzo.

En la escala 6-20 RPE (Borg, 1962) propuso que la FC de un individuo sano normal podrá predecirse mediante la valoración del esfuerzo en esta escala, simplemente añadiendo un cero detrás del valor asignado a la escala.

Tabla 9. Escala de percepción subjetiva del esfuerzo- 6 a 20 puntos (Borg, 2001; Borg, 1998)

6	Ningún esfuerzo
7	
8	Extremadamente ligero
9	Muy ligero
10	
11	Ligero
12	
13	Algo duro
14	
15	Duro (pesado)
16	
17	Muy duro
18	
19	Extremadamente duro
20	Máximo esfuerzo

En la escala CR se asignan valores de 0 a 10, pero se deja a escala abierta al final, para que el valor máximo pueda ser susceptible de cambio si el sujeto experimenta una sensación nueva.

Tabla 10. Escala de percepción subjetiva del esfuerzo- CR10 (Borg, 2001).

0	Absolutamente nada	Sin intensidad
0,3		
0,5	Extremadamente débil	Justamente perceptible
0,7		
1	Muy débil	
1,5		
2	Débil	Ligero
2,5		
3	Moderado	
4		
5	Fuerte	Pesado
6		
7	Muy fuerte	
8		

9	
10 Extremadamente fuerte	Máxima intensidad
11 Absolutamente máximo	Lo más posible

La escala CR-10 ha sido muy aceptada, teniendo una correlación muy positiva entre la RPE en la escala CR10 y el lactato sanguíneo.

La escala CR-10 también se puede correlacionar con la FC, aunque más débilmente que la escala 6-20, por lo que podría ser aplicable a varias situaciones. Sin embargo (Noble & Robertson, 1996) mantienen que si se quiere relacionar la RPE con la potencia o cualquier variable fisiológica de manera directamente lineal, la escala 6-20 es más apropiada.

El uso de esta escala consiste en el registro de un valor por parte del deportista tras la realización de un esfuerzo concreto que puede ser un ejercicio de entrenamiento, una sesión o un partido.

Este indicador de carga (sesión-percepción subjetiva del esfuerzo), utilizando la carga de 0 a 10 puntos se calcula multiplicando el valor obtenido por la duración total (min) del ejercicio cuantificando la carga total (unidades arbitrarias AU) de la actividad (Foster et al., 1996).

Aplicación percepción subjetiva en fútbol

Impellizzeri et al. (2004) han informado de una correlación entre ($r=0,5$ a $0,91$) en las medidas del índice TRIMP según la FC y la escala de percepción subjetiva el esfuerzo e sesión en 19 jugadores de fútbol en 479 sesiones. En conjunto estos resultados nos proporcionan el soporte para la utilización de este método en el control del entrenamiento en deportes de equipo.

Otra investigación nos muestra una buena correlación entre la carga de entrenamiento a través de la FC y la percepción subjetiva del esfuerzo en sesión en jugadoras de fútbol de élite en 623 sesiones de entrenamiento (Alexiou, 2007). Lo interesante de este estudio es que nos mostró una correlación más baja entre la RPE-sesión para la mayoría de actividades intermitentes de entrenamiento de resistencia ($r=0,25$, $p<0,001$) o partidos competitivos ($r=0,49$, $p<0,001$) en vez de entrenamiento técnico-táctico ($r=0,68$, $p<0,001$) o ejercicio aeróbico ($r=0,71$, $p<0,001$) (Alexiou, 2007). La más baja relación entre estas medidas es más probable que

sea debido a la acidosis muscular asociado con ejercicio de alta intensidad a la percepción del esfuerzo.

En la línea de esta investigación Coutts, Rampinini, Marcora, Castagna, & Impellizzeri, (2007) midieron FC, concentración de lactato en sangre y percepción subjetiva del esfuerzo de 20 jugadores durante 67 juegos reducidos en varias sesiones de entrenamiento. Sus resultados demuestran que la combinación de concentración de lactato en sangre y FC valoradas en el juego reducido estaban mejor relacionadas con la RPE que con la FC o concentración de lactato en sangre medidas solo sugiriendo que la percepción subjetiva del esfuerzo es un método válido de la intensidad global del entrenamiento en fútbol que cualquiera FC o concentración de lactato en sangre valorados independientemente. Como es una medida válida de la carga en varios tipos de entrenamiento, la percepción subjetiva del esfuerzo en la sesión es utilizada ampliamente por muchos jugadores de alto nivel para controlar el entrenamiento.

Aplicando este método se han llevado a cabo varias investigaciones tanto en competición (Dellal et al., 2012) como juegos reducidos durante la sesión (Aroso, Rebelo, & Gomes-Pereira, 2004; Hill-Haas, Dawson, Impellizzeri, & Coutts, 2011; Little & Williams, 2007; Rampinini et al., 2007; Sampaio et al., 2007).

El método de la percepción subjetiva del esfuerzo es utilizado para controlar el entrenamiento en fútbol porque nos permite calcular el estrés total de la sesión y tener un valor total de referencia.

También nos permite comparar sesiones de entrenamiento de diferente orientación, que con otros métodos no podríamos tales como índice TRIMP (Banister, Calvert, Savage, & Bach, 1975) y sería difícil para el entrenador cuantificar con precisión y comparar el estrés de diferentes tipos de entrenamiento dentro de una sesión o entre sesiones. Afortunadamente la RPE-sesión nos permite valorar diferentes actividades de entrenamiento en las mismas unidades y permiten combinar actividades y dar un valor total a la carga de entrenamiento.

Según Coutts, Chamari, Rampinini, & Impellizzeri (2008) el método RPE-sesión en el control del entrenamiento en fútbol permite reducir el riesgo de lesiones y predecir el sobreentrenamiento, obtener valores individuales o de grupos, valorar si los jugadores están realizando las cargas de entrenamiento previstas, asegurarse el entrenador que está llevando a cabo una apropiada periodización, controlar la carga por

grupos en el equipo, detectar jugadores que no se adaptan al entrenamiento y controlar la carga a los jugadores lesionados en proceso de recuperación.

CAPÍTULO 3

PLANIFICACIÓN DEL ENTRENAMIENTO

3. PLANIFICACIÓN DEL ENTRENAMIENTO

3.1. CONCEPTO DE PLANIFICACIÓN

Según Sánchez Bañuelos (2005) planificación es el proceso mediante el cual el entrenador busca y determina alternativas y vías de acción que con mayor probabilidad puedan conducir al éxito. Para Castelo y Fernández (2009) planificación es el método que analiza, define y sistematiza las diferentes operaciones inherentes a la construcción y el desarrollo del equipo.

En cada deporte, el entrenamiento es un sistema de ciclos, grandes, medio y pequeños denominados macro, meso y microciclos. Este sistema tiene una estructura jerárquica en el que cada ciclo mayor está constituido por otros ciclos menores. Para facilitar el estudio de la planificación del entrenamiento se ha optado por la siguiente estructura:

La estructura plurianual está compuesta por varias temporadas de entrenamiento y están determinadas por las competiciones. La temporada de entrenamiento comprende uno o varios macrociclos. A su vez un macrociclo está compuesto por varios mesociclos. Un mesociclo constituye la estructura media del proceso de entrenamiento y su duración varía de 3-6 semanas (Raposo, 2000) y está compuesto por varios microciclos. El encadenamiento de varias sesiones de entrenamiento constituyen un microciclo. A su vez un microciclo está constituido por varias sesiones de entrenamiento (García, Navarro, & Ruiz, 1996).

3.2. MODELOS DE PLANIFICACIÓN Y ESTRUCTURAS BÁSICAS.

A continuación se exponen los diferentes modelos de planificación.

3.2.1. Modelo de planificación con cargas regulares

El macrociclo convencional está basado en la periodización clásica de (Matveev, 2001) y se basa en una distribución de las cargas regulares con la orientación de las cargas según las características de los períodos y las etapas en que se divide el macrociclo.

La distribución de la carga de trabajo irá en aumento gradualmente a lo largo del ciclo, con una mayor relevancia del volumen en el periodo preparatorio y en la intensidad en el período competitivo.

La distribución de los contenidos de entrenamiento en períodos más o menos prolongados obliga a que coincidan simultáneamente determinados contenidos de diferente orientación, teniendo que tener mucho cuidado para evitar las posibles efectos negativos entre ellos (García Manso, Navarro Valdivielso, & Ruiz Caballero, 1996).

3.2.2. Modelo de planificación con cargas concentradas

El modelo de planificación contemporánea se basa en un sistema complejo de entrenamiento, en el que se enfatiza en un desarrollo multilateral o paralelo de las capacidades físicas por la concentración de cargas basadas en una organización de cargas de desarrollo sucesivo de capacidades físicas (Verjoshanski, 1990a).

Estas cargas se aplican en espacios más cortos, concentrando la carga en mayor medida que en las cargas acentuadas, el volumen y la intensidad de trabajo sobre una orientación definida de carga.

En este periodo siguen un diseño ATR, alternando tres tipos de mesociclos, como son Acumulación (A), Transformación (T) y Realización (R). Esta repetición de mesociclos se llevará a cabo en tres -cuatro grandes macrociclos.

En la práctica la concepción de la estructuración del entrenamiento en bloques (Issurin & Vrijens, 1996; Kaverin & Issurin, 1989) permite una reducción sustancial de los volúmenes totales anuales de las cargas de entrenamiento, ya que su estructura es más equilibrada y se enfoca hacia un objetivo concreto.

La estructura en bloques permite una sucesión más ordenada y simplifica los (complejos) controles sobre los efectos de las cargas o el correspondiente estado del deportista durante las etapas y al finalizar las mismas.

Tabla 11. Diferencias principales del diseño de entrenamiento basado en el enfoque clásico y en el concepto de periodización en bloques (Issurin & Yessis, 2012).

Características del diseño entrenamiento	Modelo tradicional	Modelo de periodización en bloques
Principio dominante de la organización de las cargas.	Uso complejo de diferentes cargas dirigidas a muchas capacidades.	Uso de cargas de alta concentración dirigidas a un mínimo de capacidades objetivo.
Fundamentos científicos del enfoque de la programación.	Efectos acumulativos del entrenamiento.	Efectos acumulativos y residuales del entrenamiento.
Secuenciación temporal en el desarrollo de las diferentes capacidades objetivo.	Predominantemente simultáneo.	Predominantemente consecutivo.
El componente más significativo de la planificación.	Períodos de preparación: preparatorio, de competición y transitorio.	Etapa de preparación que incluye y combina tres tipos de bloques de mesociclos.
Participación en competiciones.	Predominantemente en el período de competición.	Predominantemente al final de cada fase.
Mecanismos fisiológicos generales.	Adaptación a los estímulos simultáneos (concurrentes) del entrenamiento que afectan diferentes objetivos.	Superposición de los efectos residuales del entrenamiento producidos por estímulos de entrenamiento altamente concentrados.

Según el modelo de planificación utilizado podemos encontrar diferentes formas de denominar a las estructuras intermedias que se utilizan en la planificación del entrenamiento deportivo.

Tabla 12. Diferencias principales del diseño de entrenamiento basado en el enfoque clásico y en el concepto de periodización en bloques (Issurin & Yessis, 2012)

AUTOR	Terminología empleada para la estructura					
Matveiev, Ozolin, Manno	Sesión	Microciclo	Mesociclo	Fase	Período	Macrociclo
Harre/Weinek	Sesión	Microciclo	Mesociclo	Fase	Período	Ciclo
Bompa	Sesión	Microciclo	Macrociclo	Subfase	Fase	Mesociclo
Platonov	Sesión	Microciclo	Mesociclo		Período	Macrociclo
Verjoshanski	Sesión	Microciclo	Bloque			Ciclo

En estos modelos de planificación se pueden utilizar distintos tipos de microciclos en función del nivel de carga (García Manso et al., 1996):

- **Ajuste.** Se diseña con el fin de preparar al deportista para el siguiente estado de entrenamiento o mesociclo y la magnitud de la carga de entrenamiento debe reducirse. La carga total de trabajo es de nivel medio, con disminución de la intensidad y grado de dificultad técnica media.
- **Carga.** Es el tipo más corriente y para su diseño se requiere que:
 - El volumen total de entrenamiento sea suficiente para estimular una mejora en la preparación.
 - El programa del microciclo corresponde con un nivel medio de reservas de adaptación del deportista, sin llegar a agotarla totalmente.
 - La duración del microciclo es normalmente de una semana y se usan principalmente sesiones de desarrollo importante y grande.
- **Impacto.** Se utilizan para estimular el nivel más alto de adaptación de un deportista a nuevas cargas de entrenamiento. El diseño del microciclo se caracteriza por:
 - Una concentración máxima de sesiones de desarrollo.
 - Una acumulación máxima de fatiga y ausencia de recuperación total durante el microciclo.

- Cargas de entrenamientos máximas bajo condiciones ideales de preparación y buen estado de preparación de los deportistas.
- **Activación.** Facilitan la preparación inmediata del deportista a la competición. Se sitúa antes de la competición y deben asegurar la recuperación total de los deportistas después de microciclos de impacto y carga. La principal característica de los entrenamientos en los microciclos de activación es la modelación de las diferentes componentes intervinientes en el rendimiento de competición. La carga es de nivel bajo y medio.
- **Competición.** Tienen como objetivo organizar actividades inmediatamente antes o después de una competición. Esto implica las actividades de un día antes de la competición, el día de ésta y durante los días de recuperación. Los microciclos de competición incluyen sesiones suplementarias, programas de activación y medios de recuperación. El contenido y características de estos microciclos están muy conectados y también se reflejan en la duración del mismo.
- **Recuperación.** Promueven la regeneración psicofisiológica del deportista y suceden a períodos de entrenamiento y competición con una alta concentración de carga de trabajo. Por lo tanto, pretenden crear las mejores condiciones posibles para la recuperación.

Tabla 13. Clasificación de las sesiones (García Manso et al., 1996).

Según el tipo de tarea	Según la magnitud de la carga	Según la orientación del
De aprendizaje y perfeccionamiento técnico/táctico	De desarrollo	Selectiva
Las tareas de aprendizaje se asocian con la preparación de nuevas combinaciones tácticas.	Uso de cargas extremas con riesgo de sobreentrenamiento y uso de sistemas prácticos y científicos.	Todos los ejercicios están dirigidos hacia un componente
De entrenamiento o acondicionamiento	De mantenimiento	Compleja
Para el desarrollo de una o varias capacidades físicas básicas.	Uso de cargas medias suele ser a continuación de sesión de desarrollo y es la más utilizada.	Todos los ejercicios están dirigidos hacia varios componentes de preparación.
De valoración	De recuperación	Suplementaria
Se caracterizan por la utilización de tareas para la determinación del estado de preparación del deportista	Utilizan ejercicios específicos y no específicos en combinación con otros medios de regeneración psicológicos, nutricionales, farmacológicos y de fisioterapia.	Los ejercicios están dirigidos hacia un objetivo auxiliar y van orientadas a suplementar el programa de entrenamiento

Las sesiones se pueden clasificar atendiendo a los tipos de tareas, las formas de organización, la magnitud de la carga y la orientación de los contenidos.

3.3. MODELOS DE PLANIFICACIÓN ESPECÍFICOS EN FÚTBOL

3.3.1. Microciclo estructural de Seirullo.

Con respecto a las teorías estructuralistas resalta la idea de que la persona humana es una estructura hipercompleja, que no es una suma sino una continua interacción entre todos los sistemas que constituyen esa estructura humana (Seirullo, 1999). Cada uno de los sistemas

depende de cada uno de los demás sistemas, de tal forma que el comportamiento de uno está en función de cuanto se puede optimizar el otro.

El estructuralismo entiende de tres grandes grupos de capacidades o sistemas:

1. **La estructura o sistema cognitivo:** que son las que tienen que ver con las estructuras psíquicas y psicológicas, que desarrollan el objetivo de acción, la intencionalidad y las decisiones tácticas.
2. **La estructura o sistema coordinativo:** que es la base que soporta las habilidades específicas que se estén tratando, la que ejecuta el movimiento, la que da solución al gesto.
3. **La estructura o sistema condicional:** la que tiene que ver con todas las cualidades físicas, definidas de forma tradicional.

Para que una cualidad física el sujeto la aplique a lo que él quiera (manifestaciones específicas), tiene que haber pasado por una serie de fases que se denominan niveles de aproximación, que van desde la cualidad básica hasta el gesto específico. Existen cuatro niveles de aproximación, que nos permitirá en el momento de la planificación, programar y organizar:

1. **Nivel general:** Aproxima la capacidad física al deporte que se refiere.
2. **Nivel dirigido:** Aproximación centrada en los aspectos necesarios para desarrollar un juego específico en el deporte.
3. **Nivel especial:** Aproximación que permite optimizar los aspectos técnico-tácticos del jugador.
4. **Nivel competitivo:** Se superan o se igualan parcialmente las situaciones en que se manifiesta esta cualidad en la competición.

Este autor distribuye las cargas en microciclos y con la disposición de éstos según el momento de la temporada se conseguirán entre 50-60 momentos óptimos de forma.

Esta tendencia de planificación utiliza los siguientes tipos de microciclos centrándose en el aspecto cuantitativo de la carga:

- Microciclo de carga, con alta incitación del organismo en la cualidad que se trabaje con alto volumen e intensidad.
- Microciclo de transformación, con un volumen menor que el anterior pero sigue siendo importante. La intensidad se mantiene o sube ligeramente.
- Microciclo de competición es el que menos carga tiene, disminuyendo el volumen y algo la intensidad, aunque tienes valores altos todavía este parámetro.

En el aspecto cualitativo están los bloques o mesociclos de orientación específica basándose en los distintos niveles de aproximación.

- Bloques- mesociclos generales.
- Bloques- mesociclos dirigidos.
- Bloques- mesociclos especiales.
- Bloques- mesociclos competitivos.

Seirullo (1990) estructura la carga en pretemporada y en la temporada de competiciones. En pretemporada se debe crear una base de alta forma deportiva para mantenerla a lo largo de la temporada, por lo que en pretemporada se realiza un bloque concentrado de preparación física específica para posteriormente buscar su transformación aumentando progresivamente el volumen de carga técnico-táctica. Además la orientación de las cargas de entrenamiento está supeditada a la estructura condicional, coordinativa y cognitiva del proceso de entrenamiento.

El diseño de la carga durante la temporada de competiciones está en total dependencia de las condiciones de competición de los deportes de equipo. El diseño de la carga debe ajustarse a lo que se denomina microestructuración. Es un microciclo auto-estructurado con su propia unidad funcional integrada en la temporada con su propia unidad funcional integrado en la temporada compuesta por tantas microestructuras como sean para necesarias para completar el tiempo total de competiciones. Cada una de esas microestructuras es dependiente de las demás que componen la temporada y, a su vez se contemplan los

elementos de carga que permite estar en el estado de forma deseado al final de la microestructura para poder competir al máximo nivel (Seirul'lo, 1999).

La estructura del microciclo de competición será muy parecida a la estructura de la pretemporada, pero cambiando según los días de la semana.

3.3.2. Periodización táctica

Este modelo centra el proceso de entrenamiento, así como su programación, en el desarrollo del modelo de juego del equipo, presuponiendo el desarrollo de las capacidades físico-motoras adecuadas para el desarrollo del mismo modelo, ya que, al trabajar de forma específica las acciones de juego se supone que se trabajan también de forma específica estas capacidades. Proponen que sea este factor táctico el que jerarquice y guíe el proceso de entrenamiento (Tamarit & Gimeno, 2007), siendo esta la primera propuesta que no centra el análisis de la carga en los factores condicionales o bio-energéticos.

Se puede decir que el modelo de juego es una visión futura de lo que pretendemos que el equipo manifieste de forma regular en los diferentes momentos del juego.

El modelo de juego implica saber muy bien lo que pretendemos en cada momento de nuestro juego. Para ello precisamos definir una serie de comportamientos (principios, subprincipios), así como la articulación entre ellos nos va a permitir tener una identidad de juego. El modelo de juego depende de un sistema de relaciones que van a articular una determinada forma de jugar, no una forma de jugar cualquiera, sino basada en una estructura específica (Carvalho, 2001).

Es el principio de la **especificidad** quien dirige la periodización táctica. La periodización táctica basada en esta especificidad “piensa” el entrenamiento como un diálogo, donde el ataque, la defensa y las diferentes transiciones, interaccionan sin orden establecido (entrenamientos sean simuladores lo más reales posibles de los partidos) (Rocha, 2000).

A través de la repetición sistemática en un proceso basado en la especificidad se crean hábitos que van a permitir la regularidad de ciertos principios y subprincipios subyacentes a un modelo de juego pretendido, que desembocan en la anticipación de la acción.

A través de la periodización táctica (especificidad) conseguiremos esta concentración exigida en la competición (“**concentración táctica**”). Tiene como virtud aumentar la capacidad de concentración a través de su entrenamiento, además la creación de hábitos que permite este proceso hace que un saber adquirido pase a pertenecer al subconsciente, economizando el uso del Sistema Nervioso Central.

La fatiga central es uno de los problemas de los deportes colectivos y añade que dicha fatiga se caracteriza por la incapacidad de concentrarse y de dosificar el esfuerzo resultando en pérdida el entendimiento del juego (Rocha, 2000).

Respecto a la carga de entrenamiento no la describe desde una perspectiva clásica. La intensidad se refiere a la concentración táctica y el volumen a las fracciones de intensidad máxima relativa acumuladas, para crear un nivel de rendimiento.

Para el patrón semanal es fundamental para la organización del proceso una vez que después del partido analiza y define un conjunto de objetivos a incidir a lo largo de la semana (Gomes, 2006).

El **Morfociclo Patrón** de una semana se realiza con la intención de preparar el próximo partido, teniendo en consideración lo que pasó en el partido anterior y lo que se perspectiva para el partido siguiente. El entrenamiento es el principal medio para crear la competición y el juego que nosotros queremos, y la competición nos da indicaciones para la reformulación permanente de lo que tenemos que hacer en el entrenamiento. En un equipo que juegue una única competición (de domingo a domingo) el Morfociclo Patrón tiene la siguiente forma:

Tabla xxx. Estructura morfociclo patrón con un partido semana (Tamarit & Gimeno, 2007).

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Descanso	Recuperación. Día de la subdinámica recuperación activa.	Operacionalización adquisitiva. Día de la subdinámica tensión.	Operacionalización adquisitiva. Día de la subdinámica duración.	Operacionalización adquisitiva. Día de la subdinámica velocidad.	Recuperación	Partido

Bangsbo (1994) distinguió entre entrenamiento físico, que era la sesión programada que fue diseñada para permitir que los jugadores puedan hacer frente a las demandas de partido y entrenamiento técnico táctico, cuando una sesión fue planificada para que los jugadores mejoren la comprensión táctica y/o su capacidad técnica.

Jeong et al. (2011) realizaron un estudio en jugadores profesionales para cuantificar la carga de entrenamiento en base a la frecuencia cardiaca y la percepción subjetiva del esfuerzo y establecer diferencias entre temporada y pretemporada. Las sesiones fueron categorizadas en física, técnico-táctica, y física y técnico-táctica. El promedio de FC y % FC max fue significativamente más alto en pretemporada que en una sesión de temporada. Esta diferencia puede ser debido a que las sesiones fueron para desarrollo de la capacidad física y técnico-táctica propias del período.

En pretemporada el tiempo pasado entre el 80-90% y 90-100% de la FC max fue más alto en comparación con una sesión de temporada tanto en entrenamiento físico como de capacidad técnico-táctica. Del mismo modo la percepción subjetiva del esfuerzo fue significativamente mayor.

3.4. EJERCICIO DE ENTRENAMIENTO

Para que los efectos de la aplicación regular, racional y metódica de los ejercicios de entrenamiento determinen adaptaciones funcionales constantes, permanentes y duraderas, que se manifiestan en la elevación del rendimiento deportivo de los jugadores o de los equipos, deberán caracterizarse por su especificidad.

La especificidad es una cualidad compleja y constitutiva de una subdivisión pormenorizada a partir de la globalidad de los ejercicios de entrenamiento, que se distinguen unos de otros por su carácter específico y por ejercer determinada función específica y objetiva que sólo a estos es común.

La especialización comprende todas las adaptaciones estables adquiridas por el organismo del jugador, conseguidas a través de la especificidad de las condiciones situacionales propios del juego del fútbol (Castelo & Fernández, 2009). Las características cualitativas y sus valores cuantitativos se constituyen como manifestaciones visibles del proceso de adaptación funcional que está en la base del perfeccionamiento del jugador (Verjoshanski, 1990b).

Los ejercicios se caracterizan por su especificidad y su contenido puede ser analizado basándose en su grado de identidad (correspondencia) más aproximado o alejado, en consonancia con el nivel de relación entre éste y las condiciones objetivas en las que se desarrolla la competición.

De la definición de ejercicio de entrenamiento resalta el hecho de contener en sí una estructura que depende de cuatro componentes fundamentales en estrecha relación que forman una unidad indivisible, condicionándose unos a los otros. En este sentido, podemos afirmar que la elaboración de los ejercicios de entrenamiento depende de la cualidad de respuesta a las siguientes cuatro cuestiones fundamentales que el entrenador debe enunciar claramente:

1. ¿Cuáles son los objetivos que se pretende alcanzar con la ejecución del ejercicio de entrenamiento?
2. ¿Qué contenidos técnicos, tácticos, físicos, etc., se pretende aprender, perfeccionar o desarrollar con la ejecución del ejercicio de entrenamiento?
3. ¿Qué formas de organización de los contenidos establecidos hay que utilizar para alcanzar aquellos objetivos?
4. ¿Qué nivel de preparación se ha de observar para que el ejercicio de entrenamiento alcance el objetivo pretendido?

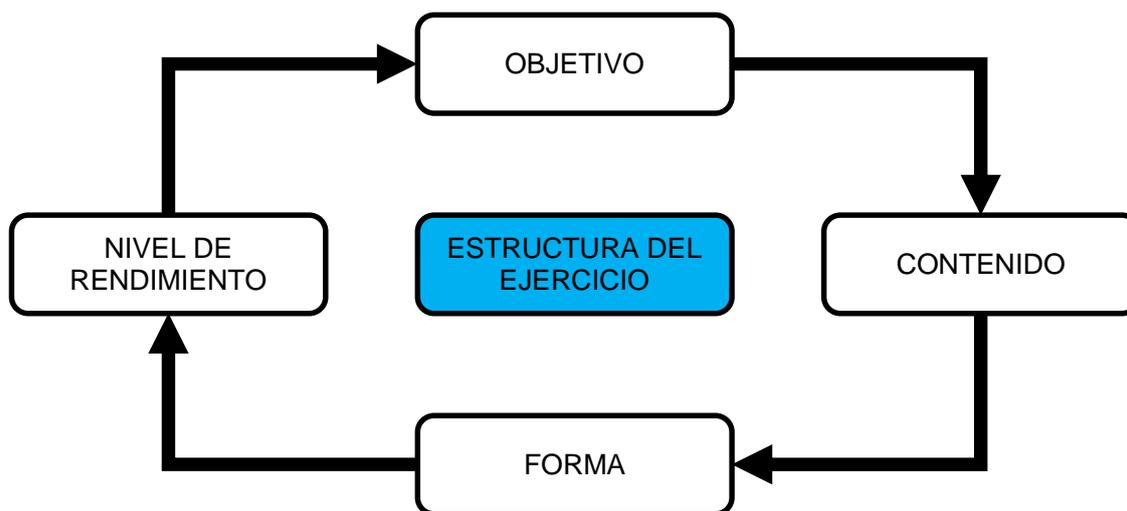


Figura 6. Componentes estructurales del proceso de entrenamiento (Castelo & Fernández, 2009).

El ejercicio de entrenamiento es el medio fundamental del entrenador para definir, orientar y modificar el proceso de formación y desenvolvimiento de la transformación del jugador, sin el cual no es posible que responda de forma adecuada y eficaz a las exigencias que el juego del fútbol encierra en sí.

Los contenidos del ejercicio de entrenamiento se refieren a la totalidad de los elementos de orden técnico, táctico, físico y psicológico, en los ámbitos individual y colectivo con vistas a la mejora de los jugadores en lo que se refiere al aspecto global del juego del fútbol.

Castelo & Fernández (2009) elabora una taxonomía de ejercicios de entrenamiento en el fútbol procurando asegurar con precisión sus interrelaciones de forma que se estimule nuestra comprensión sobre los medios de entrenamiento de aprendizaje, perfeccionamiento y desarrollo, a través de los cuales los jugadores modifican sus aptitudes, decisiones y comportamientos técnico-tácticos en una dirección específica.

Una taxonomía ordena el contenido del ejercicio según una complejidad comportamental y en función de un contexto situacional, del menos al más complejo, de lo más concreto y perceptible a lo más abstracto e intangible.

Una taxonomía de ejercicios de fútbol deben presentar estos cuatro principios orientadores:

1. Determinar clases de ejercicio de entrenamiento, de forma que se reflejen diferencias esenciales, con una identidad propia.
2. Ser lógico e internamente coherente mediante un nivel de concordancia con la realidad del contexto competitivo del fútbol.
3. Ser únicamente un esquema descriptivo, en el cual establecemos las líneas generales hacia las cuales convergen los puntos de partida, que pretenden indicar el camino para una eficaz organización de los contenidos de los ejercicios de entrenamiento teniendo como referencia su nivel de especificidad.
4. Ser compatible con nuestra comprensión de lo que ocurre en el juego.

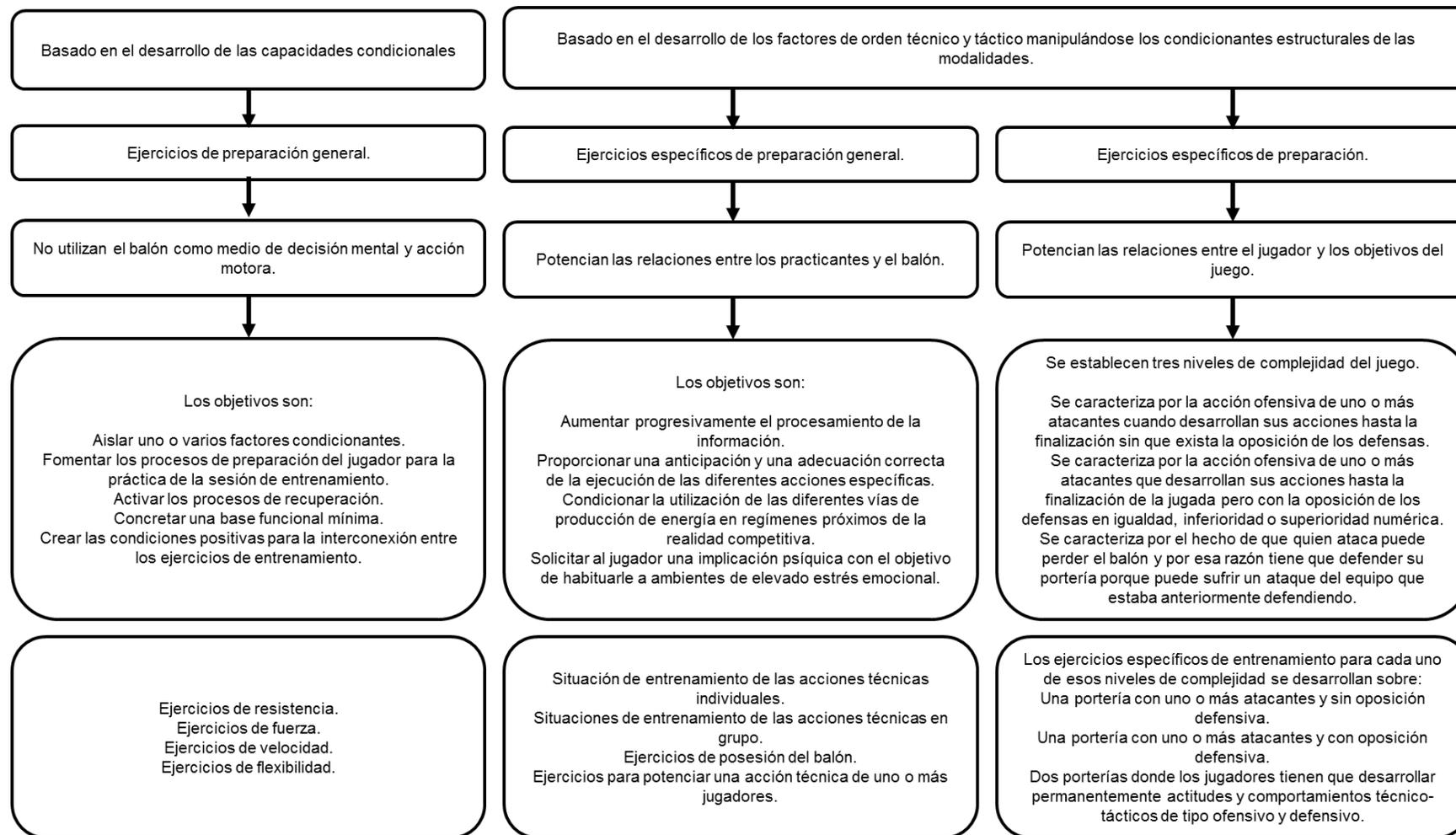


Figura 7. Taxonomía de base ejercicios entrenamiento fútbol (Castelo & Fernández, 2009).

Castelo & Fernández (2009) para el entrenamiento táctico define tres grandes familias de ejercicios de fútbol:

- **Los ejercicios de preparación general.** Son los ejercicios que no tienen en cuenta ni los contextos situacionales ni las condiciones estructurales objetivas en las que se realiza la competición en fútbol.
- **Los ejercicios de preparación específica.** Son los que tienen que ver más con la naturaleza real del juego, y, por ello, deben componer el armazón fundamental del entrenamiento semanal y de las sesiones que lo componen.
- **Ejercicios competitivos.** Son situaciones de fútbol real 11 contra 11 o muy próximas y forzando las condiciones competitivas que pretendemos mejorar.

3.4.1. Ejercicios de preparación general

En la práctica se trata de todos los ejercicios que no incluyen la utilización del balón como centro de decisión mental y acción motora del jugador. De hecho las acciones motoras de respuesta a los contextos situacionales de la actividad competitiva requieren siempre la movilización de un conjunto de capacidades condicionales de soporte a la eficaz ejecución. En este sentido, cada respuesta motora precisa diferentes niveles de exigencia de fuerza, de velocidad, de resistencia y de flexibilidad.

Se caracterizan, contrariamente a los ejercicios de preparación específica, por no presentar semejanzas con los contextos situacionales que derivan de la competición del juego del fútbol. Contribuyen a un determinado nivel de preparación de los jugadores a través de una acción indirecta. Son de naturaleza condicional, generalmente, sin balón, y que tradicionalmente se dividen en ejercicios de resistencia, velocidad, fuerza y flexibilidad.

Las capacidades condicionales presentan en el mismo momento dos aspectos fundamentales autonomía o independencia elemental entre ellas e interrelación compleja.

Según Castelo & Fernández (2009) los objetivos de preparación general tienen los siguientes objetivos:

- Fomentar la participación multilateral de los ejercicios.
- Activar los procesos de recuperación del jugador.
- Concretar una base orgánica funcional.
- Crear condiciones positivas en la sinergia de varios ejercicios de entrenamiento.
- Asegurar los medios que determinen una amplia preparación del jugador.
- Diversificar un conjunto de medios de preparación general.

Ejercicios específicos de preparación general

Son conceptualizados en una dirección que implica el entendimiento de las cuestiones ligadas a la lógica interna del juego del fútbol que queremos aprender, perfeccionar o desarrollar.

Los ejercicios específicos de preparación general tienen por objetivo desarrollar el contenido específico del juego a través de una relación primordial entre el jugador y el balón, siendo éste un elemento determinante de su acción con un número reducido de compañeros y adversarios.

Concretamente los ejercicios específicos de preparación general establecen la relación del jugador con el balón, pero no contienen la concreción del objetivo fundamental del juego.

En el ámbito de esta clasificación se agrupan los ejercicios en tres tipos:

- Ejercicios técnicos, lúdicos y recreativos (circuitos y ejercicios lúdico-recreativos).
- Ejercicios para el desarrollo de las acciones de recepción/pase y conducción del balón. Se establecen diferentes niveles de complejidad analizando ejercicios de baja complejidad, de media

complejidad, de elevada complejidad y con el desarrollo de un componente físico establecido.

- Ejercicios para la conservación del balón, con dos grandes grupos:
 - Ejercicios para la conservación del balón realizados con un número y en espacios reducidos. Se diferencian respecto a condiciones de igualdad numérica, superioridad numérica, la existencia de apoyos posicionados fuera del espacio de juego, utilización de dos espacios distintos de juego y existencia de objetivos tácticos múltiples.
 - Ejercicios para la conservación del balón realizados en espacios reglamentarios. Se diferencian respecto a condiciones de igualdad numérica, superioridad numérica, existencia de objetivos tácticos múltiples, relacionado por métodos de juego ofensivo y defensivo, y desarrollo simultáneo de un componente físico específico.

3.4.2. Ejercicios específicos

Los ejercicios de preparación específica se conceptualizan basándose en la estructura y la naturaleza, que establecen una relación de correspondencia dinámica cuyas actitudes, comportamientos motores, régimen de funcionamiento orgánico del jugador y de la dinámica del reglamento deben ser similares o idénticos a los contextos competitivos en que se desarrolla el fútbol. En el ámbito de esta clasificación se distribuye los ejercicios en cinco grupos:

1. Ejercicios de finalización en condiciones favorables de espacio, tiempo y número. Se establecen tres grandes grupos de ejercicios.
 - a) Situaciones contextuales de baja complejidad. En este ámbito se desarrollaran ejercicios en situaciones individualizadas, en situaciones individualizadas pero precedidas por trabajo de características físicas y con la ejecución previa de combinaciones tácticas.

- b) Juegos de finalización con un número y espacio de juego reducido. Se desarrollan cuatro subgrupos:
 - Ejercicios sobre espacios de juego independientes para cada uno de los equipos.
 - Ejercicios sobre espacios de juego comunes a los dos equipos.
 - Ejercicios sobre espacios de juego comunes a los dos equipos con varias porterías.
 - Ejercicios sobre una o dos porterías precedidas de una situación de juego.
 - c) Juegos de finalización en condiciones próximas a la realidad de juego. Este grupo de ejercicios pueden realizarse con restricciones para entrar en el espacio predominante de finalización o precedidos por una situación de juego en un espacio reducido.
2. Ejercicios de circulaciones tácticas a partir de diferentes estructuras de juego. En este tema se establecen diferentes niveles de organización del juego, de los cuales destacan los siguientes:
- a) Circulaciones tácticas construidas a partir de una organización ofensiva de segunda línea.
 - b) Circulaciones tácticas construidas a partir de una organización ofensiva de primera y segunda línea.
 - c) Circulaciones tácticas construidas a partir de una organización ofensiva de segunda y tercera línea.
 - d) Circulaciones tácticas construidas a partir de una organización ofensiva de primera, segunda y tercera línea.
 - e) Circulaciones tácticas construidas sobre régimen de resistencia.
3. Ejercicios para potenciar las misiones tácticas de los jugadores dentro de la organización del equipo. En este grupo se establecen cuatro subgrupos:
- a) Ejercicios realizados sobre dos sectores y una portería.
 - b) Ejercicios realizados sobre dos sectores y dos porterías.
 - c) Ejercicios realizados sobre tres sectores y una portería.
 - d) Ejercicios realizados sobre tres sectores y dos porterías.

4. Ejercicios para potenciar la coordinación de los sectores de juego del equipo. En este grupo se diferencian:
 - a) Ejercicios para potenciar la articulación del sector medio con el sector avanzado.
 - b) Ejercicios realizados en espacios reglamentarios con un número reducido de jugadores.
 - c) Ejercicios en “oleadas” o con más de dos equipos.

5. Ejercicios para potenciar situaciones fijas de juego.
 - a) Saque inicial.
 - b) Saque de meta.
 - c) Saque de banda.
 - d) Saque inicial.
 - e) Saque de esquina.
 - f) Tiro libre directo.
 - g) Tiro libre indirecto.

3.4.3. Ejercicios competitivos

Los ejercicios de entrenamiento competitivos son medios específicos de preparación de los jugadores y de los equipos, siendo en todo semejantes a la esencia y naturaleza de la competición de juego del fútbol, y por lo tanto son los que más se aproximan a las condiciones reales.

Los ejercicios competitivos tienen como objetivo esencial establecer una adaptación funcional más compleja y específica de los jugadores a la realidad competitiva del fútbol. Los objetivos a alcanzar por este tipo de ejercicios de entrenamiento son:

1. Aproximación de las condiciones de entrenamiento a la competición.
2. Potenciación de las diferentes misiones tácticas específicas.
3. Articulación de los diferentes sectores de juego.
4. Evaluación del modelo de juego adoptado.
5. Integración de los factores de entrenamiento.

6. Experimentación del plan de juego.
7. Observación de las actitudes.
8. Adquisición de ritmo competitivo.
9. Orientación y dirección del equipo.

Podemos distinguir dos tipos de ejercicios de entrenamiento de competición:

- Ejercicios de entrenamiento de competición propiamente dichos. Son idénticos a los ejecutados en condiciones reales de competición y de acuerdo con las reglas de la misma.
- Ejercicios de entrenamiento de competiciones adaptados. Su estructura de base concuerda con la competición, pero son ejecutados en condiciones con una exigencia diferente con el objetivo de reforzar y perfeccionar las acciones competitivas correctas (como el juego de entrenamiento entre dos equipos en un campo de dimensiones reducidas).

3.5. VARIABLES DESCRIPTIVAS DE LA ACTIVIDAD.

Para describir los ejercicios de entrenamiento vamos a seguir las variables propuestas por Martínez de Santos Gorostiaga (2014).

En primer lugar están las variables clasificadoras son las que nos van a permitir identificar cada sesión y cada actividad analizada dentro del conjunto de sesiones con sus características.

Tabla 15. Datos identificadores de la sesión.

Variables			
• Número de microciclo.			
• Número de sesión.			
• Código identificador de la sesión ¹ .			
• Tipo de sesión por tiempo respecto a competición.	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; border-bottom: 1px solid black;">24 horas después competición</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; border-bottom: 1px solid black;">96 horas antes competición</td> </tr> </table>	24 horas después competición	96 horas antes competición
24 horas después competición			
96 horas antes competición			

¹ En orden para describir el código indicar número semana y número sesión.

	72 horas antes competición
	48 horas antes competición
	24 horas antes competición
• Tiempo total de sesión (s).	
• Tiempo total de tareas de sesión (s).	
• Diferencia entre tiempo total de sesión y tiempo total de tareas de sesión (s).	

Tabla 16. Variables clasificadoras de la actividad.

Variables	Descripciones	Niveles				
Código identificador de actividad	Número que se asigna automáticamente a cada actividad ² .	Autonumérico ³ .				
Número de ejercicio	Incremental ordinal que indica el lugar que ocupa cada actividad dentro de la sesión.	Autonumérico.				
Parte sesión	Sector temporal de la sesión en la que situábamos la actividad registrada.	Número tareas	3	4	5	6
		Inicial	1	1	1	1-2
		Media	2	2-3	2-3	3-4
		Final	3	4	4-5	5-6
Tipo de ejercicio fundamental	Clasificados según nivel de especificidad (Castelo & Fernández, 2009) en tres categorías fundamentales.	Ejercicios de preparación general. Ejercicios específicos de preparación general. Ejercicios específicos. Ejercicios competitivos.				

A partir de los rasgos de la lógica interna del fútbol que fundamentó en su trabajo Martínez de Santos Gorostiaga (2014) citamos las siguientes variables para categorizar los ejercicios de entrenamiento.

² En orden para describir el código indicar número semana, número sesión y orden de la actividad en ésta.

³ Se utiliza la terminología empleada en SPSS para la definición de las variables.

- Variables descriptivas de las relaciones entre los jugadores.
- Variables descriptivas de las relaciones en el espacio.
- Variables descriptivas de las relaciones en el tiempo.

Tabla 17. Variables descriptivas de las relaciones entre los jugadores.

Variables	Descripciones	Niveles
Compañeros	Número de jugadores con el mismo rol sociomotor que colaboran en una tarea.	Número natural.
Porteros compañeros	Número de jugadores que colaboran con los jugadores considerados atacantes.	Número natural.
Compañeros con otros roles	Número de jugadores con otros roles sociomotores que colaboran con los atacantes.	Número natural.
Adversarios	Número de jugadores con el mismo rol sociomotor que se oponen en una tarea.	Número natural.
Porteros adversarios	Número de jugadores que se oponen a los jugadores considerados atacantes.	Número natural.
Adversarios con otros roles	Número de jugadores con otros roles sociomotores que se oponen a los atacantes.	Número natural.
Cantidad de jugadores	Grupo de número de jugadores sumando los porteros.	3 a 5 jugadores. 6 a 13 jugadores. 14 a 17 jugadores. 18 a 22 jugadores.
Grupos	Número de grupos de práctica que actúan a la misma vez en el mismo espacio.	Número natural.
Estabilidad	Propiedad de la red de comunicaciones motrices que remite a la imposibilidad de ser al mismo tiempo, compañero y adversario para con un mismo coparticipante.	Sí. No.
Simetría cuantitativa	Propiedad de las redes de comunicación de las redes de comunicaciones motrices en la que los grupos tienen el mismo número de efectivos al margen de su rol sociomotor.	El atacante actúa en superioridad, inferioridad o igualdad numérica.

Tabla 18. Variables descriptivas de las relaciones en el espacio.

Variables	Descripciones	Niveles
Tipo de espacio	En los casos en los que el espacio esté definido por las reglas o consignas, se registra si el espacio debe ser utilizado tal y como se indica en la definición de la tarea motriz o, por el contrario, es un elemento más de la decisión motriz que debe ser gestionado libremente por el jugador	Sin definir.
		Uso libre, cuando el espacio esté limitado pero sin que su uso esté consignado por el entrenador y se integre en la relación con los demás.
		Uso libre con subespacios, igual que el anterior pero cuando haya partes del terreno con distintos significados reglamentarios (las áreas asociadas al portero no se contabilizan como subespacios).
		Circuito, cuando el uso del espacio sea una de las condiciones de la tarea.
		Saques, cuando en la tarea el balón se ponga en juego mediante uno de los saques.
		Faltas.
		Penalti.
Ancho	En caso de ser pertinente, el menor de los dos ejes que delimita el terreno de juego.	Número natural.
Largo	En caso de ser pertinente, el mayor de los dos ejes que delimita el terreno de juego.	Número natural.
Área	Producto de ancho y largo (m ²)	Número natural.
Ratio ancho-largo	Cociente entre largo y ancho (m)	Número natural.
Espacio individual de interacción (EII)	Cociente entre el área y el número de jugadores sin incluir los porteros (m ²).	Número natural.
Ratio entre EII y espacio individual de interacción en competición (EII ^c)	Cociente entre el EII y el EII ^c 306,8 (m ²).	Número natural.

Tabla 19. Variables descriptivas de las relaciones en el espacio (continuación)

Variables	Descripciones	Niveles
Tipo de diana	Elemento humano, material o espacial ligado al sistema de puntuación previsto por las reglas de la tarea.	Sin diana.
		Diana humana, cuando el objetivo de marca sea el cuerpo de otro jugador.
		Objeto de marca, cuando el procedimiento de marca depende de un objeto cuya marca defina la extensión del objetivo.
		Zona de marca, espacio no vertical a conquistar u objeto a golpear.
		Portería: Espacio vertical a atravesar con el balón. Reglamentaria: Dimensiones oficiales de la portería en competición.
		No reglamentaria: Dimensiones no oficiales.
Fuera de juego	Mecanismo reglamentario que impide a los jugadores atacantes entrar en juego en función de su relación espacio-temporal con los otros jugadores.	Sí.
		No.

Tabla 20. Variables descriptivas de las relaciones con el tiempo.

Variables	Descripciones	Niveles
Comotricidad	Se registra la lógica temporal de la interacción motriz o el tipo de ordenamiento temporal de aquellos jugadores que no interactúan.	Comotricidad simultánea, cuando los participantes actúan en solitario pero a la vez.
		Comotricidad alterna, cuando los participantes actúan en solitario unos detrás de otros.
		Intermotricidad alterna, cuando los participantes o grupos no actúan a la vez.
		Intermotricidad restringida, cuando los jugadores o grupos no pueden jugar el móvil a la vez.
		Intermotricidad completa, cuando los jugadores o equipos no tienen ninguna restricción de uso del balón en ningún momento que está en juego.
Duración	Tiempo dedicado a la tarea en segundos (s)	Número natural.
Ciclos de juego	Secuencias de juego (ataque) permitidas por las reglas que estipulan la cantidad de transiciones ataque-defensa prevista.	Incremental ordinal. Empezando con 1 (un grupo en ataque y otro en defensa), añadiendo 1 por cada transición permitida.
		Cuando la tarea permite infinitos cambios de posesión.
Mecanismo de interrupción	Dispositivo reglamentario que permite saber cuándo finaliza el juego en función de los actos sucedidos y sus consecuencias.	Ninguno, cuando en la definición de la tarea motriz no se incluye un momento o evento ligado al final de la acción, que depende de la decisión del entrenador.
		Marcador límite, la actividad se acaba cuando el jugador o su grupo alcanzan una marca establecida de antemano.
		Tiempo límite, la actividad se acaba cuando se cumple un tiempo de juego preestablecido.
		Mixto, la actividad se acaba cuando alcanza una marca establecida de antemano o cumple el tiempo previsto por el entrenador.

Relacionado con las tres variables descritas anteriormente analizamos las variables en función del rol que tienen los jugadores en la actividad y la relación que tienen con sus compañeros y sus adversarios en referencia a su ubicación en el espacio siempre teniendo en cuenta la estructura de juego.

Tabla 21. Variables descriptivas de las relaciones de los jugadores en el espacio.

Variables	Descripciones	Niveles
Puesto	Espacios dentro del juego en el que se deberán ubicar.	No.
		Libres, no espacios concretos de la estructura de juego en cual se deberán ubicar.
Disposición en líneas	Los jugadores se ubican en el espacio por líneas dentro de una estructura de juego.	Específicos, espacios concretos dentro de la estructura de juego en los que se deberán ubicar.
		Sí.
Número de líneas en ataque	Total de líneas de los jugadores que empiezan la actividad en fase de ataque.	No.
		Numérico.
Número de líneas en defensa	Total de líneas de los jugadores que empiezan la actividad en fase de defensa.	Numérico.
		Numérico.
Disposición por líneas en ataque	Distribución espacial de los jugadores en el terreno por líneas en fase de ataque.	Número de jugadores en cada una de las líneas (portero-línea defensiva-línea mediocampo-línea delanteros).
Disposición por líneas en defensa	Distribución espacial de los jugadores en el terreno por líneas en fase de defensa.	Número de jugadores en cada una de las líneas (portero-línea defensiva-línea mediocampo-línea delanteros).

Por último categorizamos cada uno de los ejercicios de entrenamiento según la taxonomía de ejercicios desarrollada por Castelo & Fernández (2009):

Tabla 22. Variables clasificadoras del tipo de ejercicio.

Variable	Descripciones	Niveles		
Tipo de ejercicio según nivel especificidad	Clasificados según nivel de especificidad los tipos de ejercicios (Castelo & Fernández, 2009) en cada una de categorías fundamentales.	Ejercicios de preparación	Ejercicios resistencia.	
			Ejercicios fuerza.	
		Ejercicios específicos de preparación general.	Ejercicios velocidad.	
			Ejercicios flexibilidad.	
			Ejercicios predominio técnico, lúdico y	
			Ejercicios para el desarrollo de acciones de recepción/pase y conducción del balón.	Baja
				Media complejidad.
				Alta
				Simultáneo con componente físico.
				Realizados con un número y en espacios reducidos.
Ejercicios para la conservación del balón.	Realizados en espacios reglamentarios.	Objetivos tácticos		
	Ejercicios organizados en oleadas.	Simultáneo con		
	Ejercicios potencian situaciones fijas juego.	Según método de juego		

Tabla 23. Variables clasificadoras del tipo de ejercicio.

Variable	Descripciones	Niveles	
Tipo de ejercicio según nivel especificidad	Clasificados según nivel de especificidad los tipos de ejercicios (Castelo & Fernández, 2009) en cada una de categorías fundamentales.	Situaciones	
		Ejercicios finalización.	Juegos finalización con un número y espacio reducido.
		Ejercicios para potenciar misiones tácticas de los jugadores dentro organización táctica del equipo	Juegos finalización en condiciones próximas a realidad de juego. Ejercicios realizados sobre dos sectores de juego y una Ejercicios realizados sobre dos sectores de juego y dos Ejercicios realizados sobre tres sectores de juego y una Ejercicios realizados sobre tres sectores de juego y dos
		Ejercicios de circulaciones a partir de diferentes estructuras de juego.	Combinaciones de varias líneas Régimen de resistencia.
		Ejercicios para potenciar la coordinación de los sectores de juego de un	Ejercicios para potenciar la coordinación de los sectores Ejercicios organizados en oleadas.
		Ejercicios potencian situaciones fijas juego.	
		Ejercicios competitivos	Ejercicios de competición. Ejercicios de competición adaptados.
		Ejercicios específicos.	

CAPÍTULO 4

JUEGOS REDUCIDOS EN FÚTBOL

4. JUEGOS REDUCIDOS

4.1. INTRODUCCIÓN.

Los juegos reducidos (JR) son situaciones motrices (Parlebas, 2001) lúdico-deportivas en las que se incluyen la mayor parte de los factores que intervienen en el juego “real” de una manera adaptable (Wein, 1995). Habitualmente los espacios donde se proponen son reducidos y/o el número de jugadores es inferior respecto a los marcados por el reglamento para el fútbol-11, incluyendo reglas modificadas en numerosas ocasiones (Little & Williams, 2006), provocando una reducción en la complejidad del juego al reducir el número de interacciones e incrementando la participación del jugador (Aguiar, Botelho, Lago, Maças, & Sampaio, 2012). La estructura de estas tareas de entrenamiento son de duelo colectivo (relaciones de colaboración-oposición) jugados en un espacio común y con participación simultánea (Parlebas, 2001).

El principal objetivo de proceso de entrenamiento en fútbol es el de hacer que los jugadores muestren cada vez una mejor competencia sociomotriz (Parlebas, 2001), y por lo tanto, habrá que diseñar tareas de entrenamiento para mejorar este apartado, dejando en un segundo nivel de importancia aumentar únicamente el rendimiento físico de los jugadores.

Actualmente los juegos reducidos son situaciones muy utilizadas en el proceso de entrenamiento en fútbol, fundamentada su utilización en el principio de especificidad.

El principio de la especificidad expresa que el ejercicio de entrenamiento está caracterizado por el grado de identidad existente entre éste y el nivel de concordancia con la lógica interna de la modalidad deportiva, cuyos efectos son específicos en función de una estructura-objetivo, contenido y forma y de una naturaleza-diversidad y nivel (profundidad) de la movilización de los recursos en el ámbito informacional, energético, motor y afectivo. No existen dudas sobre que el rendimiento deportivo de los jugadores y de los equipos mejora más rápidamente cuando el entrenamiento está fundamentado en ejercicios que establecen plataformas de relación entre las circunstancias y las condiciones objetivas en los que se desarrollaron y las circunstancias y las condiciones inherentes a la competición deportiva.

Se emplean con el objetivo de desarrollar habilidades técnico-tácticas (Jones & Drust, 2008; Reilly, 2005) y para incrementar los niveles

de resistencia en jugadores de fútbol (Hill-Haas, Dawson, Coutts, & Rowsell, 2009; Impellizzeri et al., 2006) y con objetivos tácticos, estratégicos o psicológicos (situaciones simuladoras preferenciales o la interacción de todas ellas).

Los principales beneficios de los juegos reducidos es que reproducen las demandas de movimiento, de intensidad fisiológico y los requerimientos técnicos de la competición (Gamble, 2004; Gregson & Drust, 2000; Little, 2009; Owen, 2006), mientras que requiere que los jugadores tomen decisiones en situación de presión y fatiga (Gabbett & Mulvey, 2008). Los juegos reducidos también han sido recomendados para el desarrollo de habilidades técnicas y el conocimiento táctico teniendo en cuenta el contexto de juego (Allison & Thorpe, 1997; Little, 2009).

Considerando que en el pasado los juegos reducidos fueron utilizados para el desarrollo de habilidades técnicas y tácticas en la actualidad son empleadas por algunos equipos amateur y profesional como una herramienta efectiva para el entrenamiento aeróbico (Rampinini et al., 2007c).

Durante estos juegos los jugadores experimentan situaciones que se van a encontrar durante la competición (Owen, Twist, & Ford, 2004) o muy próximas a ellas, por lo que contienen elementos transferibles idénticos o similares a los de la competición, con su propia complejidad.

Los juegos reducidos cambiando las normas proponen ser el camino para que el futbolista esté expuesto a situaciones en las que se va a encontrar en la competición (Jones & Drust, 2007). Según Tamarit & Gimeno (2007) los juegos reducidos son los tipos de tareas de entrenamiento que permiten poner en práctica el modelo de juego propuesto por los entrenadores.

4.2. VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA INTENSIDAD EN LOS JUEGOS REDUCIDOS

La intensidad de los juegos reducidos está demostrada a través de los estudios realizados y los valores obtenidos en respuestas fisiológicas, de percepción subjetiva del esfuerzo y en tiempos de movimiento.

Algunas variables pueden ser controladas por los entrenadores y pueden influir en la intensidad durante la realización de los juegos reducidos (Balsom et al., 1999). Estas variables según Krstrup et al. (2006):

- El área de juego.
- El número de jugadores.
- El estímulo del entrenador.
- El régimen de entrenamiento (continuo o interválico, manipulando la relación trabajo y descanso).
- La modificación de las reglas de juego.
- La presencia o no de porteros.

Según Alexandre et al. (2012) otras variables también a considerar por el entrenador pueden ser:

- La zona de marca (Little & Williams, 2006).
- La duración total y número de períodos de juego (Jones & Drust, 2008).
- La puesta en marcha de balones de reserva rápidos e incidencia en la presión (Rampinini et al., 2007b)
- El balance de la oposición (Hill-Haas et al., 2010).

4.2.1. Área de juego

El espacio de juego en términos absolutos y relativos es una variable que modifica la intensidad de los juegos reducidos.

En la tabla 24 se describen varios estudios que investigan el efecto de la manipulación del espacio individual de interacción (EII) manteniendo el número de jugadores constante.

Tabla 24. Resumen de estudios que investigan los efectos de la modificación de las dimensiones del área de juego en los juegos reducidos en jugadores de fútbol.

Autor/año	Muestra	Tipo de juego	C.E	Área de juego (m)	EII (m ²)	% FCmax [media±DS]	[Lac ⁻¹] (mmolL ⁻¹)	RPE (6-20 AU) [media±DS]
(Aroso et al., 2004)	14	4 vs 4	3x6 min/90 s Rec.	30x20	75	70,0±9,0	2,0±1,7	13,3±0,9
				50x30	188			
(Owen et al., 2004)	13	1 vs 1	1x3 min/12 min Rec.	10x5	25	86,0		
				15x10	75	88,0		
				20x15	150	89,0		
		2 vs 2		15x10	38	84,2		
				20x15	75	87,4		
				25x20	125	88,1		
		3 vs 3		20x15	50	81,7		
				25x20	83	81,8		
				30x25	125	84,8		
		4 vs 4		25x20	63	72,0		
30x25	94		78,5					
5 vs 5	30x25		75	75,7				
	35x30	105	79,5					
	40x35	140	80,2					
	20x15	50	164±12 ^b					
(Williams & Owen, 2007a)	9	3 vs 3	25x20	83	166±9 ^b			
			30x25	125	171±11 ^b			

a. Categoría ratio escala 10; b. Frecuencia cardiaca media (valores FCmax por edad)

C.E=Carga de entrenamiento; EE=Estímulo del entrenador; % FCmax=Porcentaje de FC máxima; [Lac⁻¹]=Concentración lactato en sangre; RPE=Percepción subjetiva del esfuerzo; Δ indica aumento; ∇ indica descenso; = no cambios.

Autor/año	Muestra	Tipo de juego	C.E	Área de juego (m)	Ell (m²)	% FCmax [media±DS]	[Lac ⁻¹] (mmol·l ⁻¹)	RPE (6-20 AU) [media±DS]
(Rampinini et al., 2007c)	9	3 vs 3 EE	3x4 min/3 min Rec.	20x12	40	89,5±2,9	6,0±1,8	8,1±0,6 ^a
				25x15	63	90,5±2,3	6,3±1,5	8,4±0,4 ^a
				30x18	90	90,9±2,0	6,5±1,5	8,5±0,4 ^a
		24x16		48	88,7±2,0	5,3±1,9	7,6±0,5 ^a	
		30x20		75	89,4±1,8	5,5±1,8	7,9±0,5 ^a	
		36x24		108	89,7±1,8	6,0±1,6	8,1±0,5 ^a	
	5 vs 5 EE	28x20	56	87,8±3,6	5,2±1,4	7,2±0,9 ^a		
		35x25	88	88,8±3,1	5,0±1,7	7,6±0,6 ^a		
		42x30	126	88,8±2,3	5,8±1,6	7,5±0,6 ^a		
	6 vs 6 EE	32x24	64	86,4±2,0	4,5±1,5	6,8±0,6 ^a		
		40x30	100	87,0±2,4	5,0±1,5	7,3±0,7 ^a		
		50x40	144	86,0±2,4	4,8±1,5	7,2±0,8 ^a		
(Kelly & Drust, 2009a)	5 vs 5 EE		4x4 min/2 min Rec.	30x20	64	91,0±4,0		
				40x30	120	90,0±4,0		
				50x40	200	89,0±2,0		

a. Categoría ratio escala 10; b. Frecuencia cardiaca media (valores FCmax por edad)

C.E=Carga de entrenamiento; EE=Estímulo del entrenador; % FCmax=Porcentaje de FC máxima; [Lac⁻¹]=Concentración lactato en sangre; RPE=Percepción subjetiva del esfuerzo; Δ indica aumento; ∇ indica descenso; = no cambios.

La mayoría de estudios informan del incremento de la FC, de la percepción subjetiva del esfuerzo y de la concentración de lactato en sangre por el aumento del Ell.

Rampinini et al. (2007c) aumentaron el área de juego un 20% en varios tipos de juegos reducidos (desde 3 vs 3 hasta 6 vs 6 incluido). El % FCmax y la concentración de lactato en sangre fue más alta durante los juegos reducidos disputados en un espacio grande que en uno mediano o pequeño. La percepción subjetiva del esfuerzo fue más alta en espacio mediano y grande que en los pequeños.

4.2.2. Número de jugadores.

El número de jugadores nos permite controlar y modificar el ejercicio de entrenamiento. En la tabla 25, se muestran un análisis de estudios donde se ha analizado esta variable.

El efecto de tener superioridad o inferioridad numérica en ataque mediante por un comodín en las respuestas fisiológicas, tiempo de movimiento y percepción subjetiva del esfuerzo ha sido recientemente investigado en jugadores jóvenes (Hill-Haas et al., 2010). Las conclusiones de este estudio fueron que no había diferencias significativas por la superioridad numérica (4 vs. 3 o 6 vs 5) y con la variable (3 vs. 3 más un comodín en ataque o 5 vs. 5 más un comodín en ataque). Finalmente el uso de un comodín parece ser más efectivo en juegos reducidos con pocos jugadores ya sea para mantener o desarrollar la condición aeróbica del jugador (Hill-Haas et al., 2010). El jugador con rol atacante recorrió una distancia significativamente más grande comparada y se registró una percepción subjetiva del esfuerzo mayor que en situaciones de 4 vs 3 jugadores (Hill-Haas et al., 2010). El comodín también completó una distancia significativamente mayor al sprint ($>18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) comparado con 5 vs. 6 jugadores (Hill-Haas et al., 2010).

Tabla 25. Resumen de estudios que investigan los efectos de la modificación del número de jugadores y de las dimensiones del área de juego en los juegos reducidos en jugadores de fútbol.

Autor/año	Muestra	Tipo de juego	C.E	Área de juego (m)	EII (m ²)	% FCmax [media±DS]	[Lac ⁻¹] (mmolL ⁻¹)	RPE (6-20 AU) [media±DS]
(Little & Williams, 2007b)	28; NI	2 vs 2	4x2 min/2 min Rec.	27x18	122	88,9±1,2	9,6±1,0	16,3±0,9
		3 vs 3	4x3,5 min/90 s Rec.	32x23	123	91,0±1,2	8,5±0,8	15,7±1,1
		4 vs 4	4x4 min/2 min Rec.	37x27	125	90,1±1,95	9,5±1,1	15,3±0,7
		5 vs 5	4x6 min/90 s Rec.	41x27	111	89,3±2,5	7,9±1,7	14,3±1,75
		6 vs 6	3x8 min/90 s Rec.	46x27	104	87,5±2,0	5,6±1,9	13,6±1,0
		8 vs 8	4x8 min/90 s Rec.	73x41	187	87,9±1,9	5,8±2,1	14,1±1,8
(Rampinini et al., 2007c)	20- NI	3 vs 3 EE		30x18	90	90,9±2,0	6,5±1,5	8,5±0,4 ^a
		4 vs 4 EE	3x4 min/3 min Rec.	36x24	108	89,7±1,8	6,0±1,6	8,1±0,5 ^a
		5 vs 5 EE		42x30	126	88,8±2,3	5,8±1,6	7,5±0,6 ^a
		6 vs 6 EE		48x36	144	86,9±2,4	4,8±1,5	7,2±0,8 ^a

a. Categoría ratio escala 10.

C.E=Carga de entrenamiento; EE=Estímulo del entrenador.; % FCmax=Porcentaje de FC máxima; [Lac⁻¹]=Concentración lactato en sangre; NI=No información; P=Porteros; RPE=Percepción subjetiva del esfuerzo;

4.2.3. Manipulación simultánea de área de juego y número de jugadores.

Hay pocos estudios que sistemáticamente investiguen la intensidad del ejercicio por la manipulación simultánea del área de juego y el número de jugadores (Jones & Drust, 2008; Katis & Kellis, 2009; Little & Williams, 2006; Rampinini et al., 2007c).

En la tabla 26 se expone una revisión donde ambas variables son modificadas por el entrenador.

Parece que un incremento simultáneo del número de jugadores y el espacio individual de interacción en juegos reducidos provoca una intensidad del ejercicio más baja. Rampinini et al. (2007c) estudiaron los efectos de % FCmax, concentración de lactato y percepción subjetiva del esfuerzo por un aumento simultáneo del número de jugadores y el área de juego en 20 jugadores de fútbol amateurs. El principal hallazgo de este estudio era que el ejercicio intenso en todos los tipos de juego disminuía la intensidad cuando se aumentaba el número de jugadores y era mayor el EI. En la misma línea Jones & Drust (2008) también encontraron una disminución del %FCmax cuando se incrementaban ambas variables, tanto el número de jugadores como el espacio de juego. En estos estudios se analizaba área de juego y número de jugadores, pero no se comparaban datos con los mismos EI.

Gaudio, Alberti, & Iaia (2014) analizaron a 26 jugadores de Premier League varios formatos de juegos reducidos mediante GPS. En el estudio valoraron la distancia total recorrida, distancia total en rangos de alta velocidad ($>14,4 \text{ km.h}^{-1}$), distancia a alta velocidad ($14,4-19,8 \text{ km.h}^{-1}$), distancia a muy alta velocidad ($19,8-25,2 \text{ km.h}^{-1}$), distancia a máxima velocidad ($>25,2 \text{ km.h}^{-1}$) y máxima velocidad realizada en km.h^{-1} (Di Salvo et al., 2009).

Tabla 26. Resumen de estudios que investigan los efectos de varios cambios en la modificación del número de jugadores y de las dimensiones del área de juego en los juegos reducidos en jugadores de fútbol.

Autor/año	Muestra	Tipo de juego	C.E	Área djuego (m)	EII (m ²)	% FCmax [media±DS]	[Lac ⁻¹] (mmol.l ⁻¹)	RPE (6-20 AU) [media±DS]	TD (m)	TDS (m)	NS
(Dellal et al., 2008)	10; Rango (24-27 años)	1 vs 1	4x1 min: 30 s/90 s Rec.	10x10	50	77,6±8,6					
		2 vs 2	6x2 min: 30 s/2 min: 30 s Rec.	20x20	100	80,1±8,7					
		4 vs 4 + p	2x4 min/3 min Rec.	30x25	94	77,1±10,7					
		8 vs 8 + p	2x10 min/5 min Rec.	60x45	169	80,3±12,5					
		8 vs 8	4x4 min/3 min Rec.	60x45	169	71,7±6,3					
		10 vs 10 + p	3x20 min/5 min Rec.	90x45	203	75,7±7,9					
(Hill-Haas et al., 2009)	16; Rango (16-18 años)	2 vs 2	24 min continuo	28x21	150	89,0±4,0	6,7±2,6	13,1±1,5	2574±16	1176±8	44±24
		4 vs 4		40x30		85,0±4,0	4,7±1,6	12,2±1,8	2650±18	1128±10	65±36
		6 vs 6		49x37		83,0±4,0	4,1±2,0	10,5±1,5	2590±33	1142±16	71±36
		6 vs 6		40x30	100	82,8±3,2					

C.E=Carga de entrenamiento; % FCmax=Porcentaje de FC máxima; [Lac⁻¹]=Concentración lactato en sangre; P=Porteros; RPE=Percepción subjetiva del esfuerzo; TD=Distancia total recorrida; TDS=Distancia recorrida sprint (>18 km.h⁻¹); NS=Número sprint (>18 km.h⁻¹).

También se valoraron las aceleraciones y desaceleraciones de al menos 1 s, siendo analizado como número de esfuerzos. Además de acuerdo a las categorías de análisis de partido de este parámetro (Akenhead, Hayes, Thompson, & French, 2013) y basados en nuevas conclusiones (Minetti, Gaudino, Seminati, & Cazzola, 2013) que demuestran coste metabólico por un sustancial cambio de carrera $\sim 1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ en este estudio solo se consideraron cambios de velocidad $>2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ y $<2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. (Gaudino et al., 2014) las dividió en cuatro categorías: moderada (desde -2 a $-3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) y alta desaceleración ($< -3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) y moderada ($2-3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) y alta aceleración ($>3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) (Osgnach, Poser, Bernardini, Rinaldo, & Di Prampero, 2010).

En valores absolutos se calculó el mayor valor de aceleración y desaceleración durante el ejercicio.

Los formatos de juegos reducidos eran 5 vs 5, 7 vs 7 y 10 vs 10 con porteros y con objetivo de posesión durante períodos de 4 min.

El espacio individual de interacción se incrementaba en cada uno de los juegos reducidos siendo con porteros y posesión en 5 vs 5 ($75-73 \text{ m}^2$), 7 vs 7 ($98-98 \text{ m}^2$) y 10 vs 10 ($135-135 \text{ m}^2$), aumentando de un formato a otro el área por jugador.

Las conclusiones de este estudio fueron que la distancia total recorrida, distancia recorrida por encima de $14 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, máxima velocidad absoluta, aceleraciones y desaceleraciones eran más grandes cuando aumentaba el Ell, siendo mayor estos valores en juegos reducidos con porteros comparados con ejercicios de conservación. El número total de aceleraciones y desaceleraciones así como el número total de cambios de velocidad moderados eran más altos cuando las dimensiones del espacio de juego disminuían, tanto en juegos reducidos con porteros como en ejercicios de conservación. El número de altas aceleraciones y desaceleraciones era parecido entre los tres formatos de ejercicios tanto en juego reducido con porteros como en ejercicio de conservación. El máximo valor absoluto de aceleración y desaceleración fue observado en dimensión del campo más grande sin tener en cuenta el tipo de ejercicio.

El número total de cambios era similar entre juegos reducidos con porteros y posesión, a excepción de 5 vs 5, donde el ejercicio de posesión presentó valores mayores.

El número de aceleraciones y desaceleraciones altas y moderadas era similar en juegos reducidos con porteros y posesión. Por lo contrario los máximos valores absolutos de aceleración y desaceleración fueron

más grandes en juegos reducidos con porteros en comparación con posesión independientemente del área de juego.

La mayoría de los estudios informan de un aumento de la frecuencia cardiaca, concentración lactato y rango de percepción subjetiva del esfuerzo, atribuyendo la causa al aumento del EII (Casamichana & Castellano, 2010; Owen et al., 2004; Rampinini et al., 2007c).

Hodgson et al. (2014) realizaron un estudio donde analizaron a 8 jugadores universitarios un 5 vs. 5 incluyendo porteros en tres tipos de espacio (pequeño 30x20 m, mediano 40x30 m y grande 50x40 m), siendo el espacio individual de interacción de 60, 120 y 200 m². 4x4 min recuperación 3 min. La FCmedia en los tres espacios de juego fue similar (164 b.min⁻¹, 168 b.min⁻¹ y 168 b.min⁻¹) correspondiente a una intensidad de 86±3% FCmax, 87±4% FCmax y 87±4% FCmax para espacio pequeño, mediano y grande respectivamente. Estos estudios están en la misma línea que estudios de (Rampinini et al., 2007c) (87-91% FCmax), (Casamichana & Castellano, 2010) (93-95% FCmax) y (Kelly & Drust, 2009b).

En otro estudio Kelly & Drust (2009b) realizaron un estudio donde analizaron 8 jugadores juveniles un 5 vs. 5 incluyendo porteros en tres tipos de espacio (pequeño 30x20 m, mediano 40x30 m y grande 50x40 m), siendo el espacio individual de interacción de 60, 120 y 200 m². 4x4 min recuperación 2 min. Las respuestas de FC no eran significativamente diferentes entre los tres espacios de juego (175±9 b.min⁻¹, 173±11 b.min⁻¹ y 169±3 b.min⁻¹). Estos valores corresponden a una intensidad del ejercicio de 91±4% FCmax, 90±4% FCmax y 89±2% FCmax para cada formato de juego reducido respectivamente. Esta similitud en los valores fue observada cuando se analizaron por separado los períodos de trabajo y los tiempos de recuperación. Respecto a los valores de los tiempos de trabajo la primera serie presentó valores de FCmedia más bajos (175±12 b.min⁻¹) teniendo las otras tres series valores más altos (182±13 b.min⁻¹, 185±10 b.min⁻¹ y 184±10 b.min⁻¹) respectivamente. Por el contrario la FC en el tiempo de recuperación fue significativamente más alta en los tres primeros períodos que en el cuarto período de recuperación (período 1, 145±14 b.min⁻¹; período 2, 147±10 b.min⁻¹; período 3, 149±9 b.min⁻¹; período 4, 137±8 b.min⁻¹).

4.2.4. Estímulo del entrenador.

En el fútbol actual hay estudios que muestran que el estímulo del entrenador puede tener influencia en la intensidad del entrenamiento (Balsom, Lindholm, Nilsson, & Ekblom, 1999; Rampinini et al., 2007a; Sampaio et al., 2007). Rampinini et al. (2007a) demostró que la FC, concentración lactato en sangre y percepción subjetiva del esfuerzo tenía valores más altos cuando el entrenador proporcionaba estímulo durante la realización de juegos reducidos con 20 futbolistas de categoría amateur en distintos formatos de juego reducido (3 vs. 3, vs. 4, 5 vs. 5, 6 vs. 6 en un área de juego pequeño, mediano y grande. De la misma manera Sampaio et al. (2007) observó un incremento significativo en percepción subjetiva del esfuerzo para juegos reducidos de 2 vs. 2 y 3 vs. 3 con estímulo del entrenador, pero no observó cambio en el %FCmax. En conjunto estos estudios apoyan la figura del entrenador y la importancia de su estímulo durante el entrenamiento para que conseguir las intensidades altas planificadas.

4.2.5. Presencia o no de porteros.

Una modificación de las reglas en los juegos reducidos es separar al portero del juego reducido para modificar el objetivo del ejercicio, intentando mejorar la conservación del balón, para aumentar el número de goles conseguidos o mejorar la precisión con porterías más reducidas.

Hay pocos estudios que hayan investigado la presencia o no de los porteros y su influencia en la intensidad en los juegos reducidos.

Mallo & Navarro (2008) observaron un descenso significativo en el %FC max, distancia total recorrida y tiempo pasado en carreras de alta intensidad, en 3 vs. 3 con porteros. Ellos sugieren que los valores más bajos en tiempos de movimiento y en respuestas fisiológicas eran por un incremento de jugadores en la organización defensiva cerca del área de portería reduciendo el tiempo de juego y en consecuencia las respuestas fisiológicas y en tiempo de movimiento. Por el contrario otros estudios informaron de un incremento del 12% en respuestas de FC en 8 vs. 8 con porteros. La presencia de porteros aumenta la motivación del jugador a la hora de atacar y defender y este hecho justifica el aumento de la carga fisiológica (Dellal et al., 2008). Todavía no está claro la influencia de los porteros en la intensidad de los juegos reducidos.

Tabla 27. Resumen de estudios que analizan los efectos de la presencia o no de porteros en la intensidad de los juegos reducidos.

Autor/año	Muestra	Tipo de juego	C.E	Área de juego (m)	Reglas	% FCmax [media±DS]	[Lac ⁻¹] (mmol.l ⁻¹)	TM
(Sassi, Reilly, & Impellizzeri, 2005)	9	4 vs 4	4x4 min/2,5 min Rec.	30x30	Conservación	91,0	6,4±2,7	
		4 vs 4 + porteros		33x33		88,0	6,2±1,4	
(Mallo & Navarro, 2008)	10	3 vs 3 + porteros	1x5 min/10 min Rec.	33x20	Reglas normales	∇88,0		∇ Distancia recorrida, carreras de alta intensidad y mayor tiempo parado y en marcha.
(Dellal et al., 2008)	10	8 vs 8	4x4 min/3 min Rec	60x45		71,7±6,3		
		8 vs 8 + porteros	2x10 min/5 min Rec	60x45		80,3±12,5		

C.E=Carga de entrenamiento; % FCmax=Porcentaje de FC máxima; [Lac⁻¹]=Concentración lactato en sangre; TM=Tiempo de movimiento; Δ indica aumento; ∇ indica descenso;

4.2.6. Régimen de entrenamiento.

La mayoría de los estudios sobre los métodos de entrenamiento empleados en los juegos reducidos tienen una orientación de forma interválica, donde varias series de juegos reducidos son intercaladas con períodos de descanso activo o pasivo. La duración de las series de juegos reducidos y la recuperación nos proporcionan la relación entre trabajo y descanso. Aunque la mayoría de los estudios han sido prescritos con series con cortas recuperaciones, algunos estudios recientes han usado un método continuo de juegos reducidos con diferente recuperación (por ejemplo entre 10-30 min). Desafortunadamente las investigaciones previas no tienen constantes relaciones entre trabajo y descanso, y hay muchas variaciones en el valor de la duración del esfuerzo, el número de series realizadas y los períodos de recuperación, lo que no permite compararlas por la variabilidad que presentan.

Un estudio reciente con futbolistas jóvenes valoraba las respuestas fisiológicas y de percepción del esfuerzo y las características del tiempo de movimiento en dos diferentes regímenes de entrenamiento (continuo e intermitente). El intermitente 4 seriesx6 min con recuperación pasiva de 1,5 min y uno continuo de 24 min eran aplicados a varios juegos reducidos de 2 vs. 2, 4 vs. 4 y 6 vs. 6 (Hill-Haas, Rowsell, Dawson, & Coutts, 2009).

La principal conclusión de este estudio es que el régimen intermitente estaba caracterizado por un incremento de las distancias recorridas por encima de 13 km/h, sin embargo la global percepción subjetiva del esfuerzo y el % de la FC max era significativamente más alto en régimen continuo.

En resumen las investigaciones nos muestran que no hay ningún régimen de entrenamiento mejor que el otro y que ambos regímenes pueden ser usados durante la temporada como un entrenamiento aeróbico de mantenimiento.

4.2.7. Modificaciones de reglas.

En la práctica los entrenadores de fútbol modifican las normas en los juegos reducidos para lograr una mayor intensidad del ejercicio o desarrollo técnico específico y de habilidades tácticas. Sin embargo hay pocos estudios que investigan como la modificación de la reglas puede influir en esas variables.

Varios estudios indican un incremento del %FCmax (Mallo & Navarro, 2008; Sassi et al., 2005) y de la concentración de lactato en

sangre (Jeffreys, 2004a) por la modificación de las reglas. Algunos simples cambios en las normas han mostrado un incremento en la percepción subjetiva del esfuerzo, y ese aumento puede ser debido a la carga cognitiva requerida en los jugadores de fútbol por la modificación de las reglas.

Comparado con el fútbol reglamentario los cambios de las reglas producen un aumento de la distancia recorrida y tiempo e carreras de alta intensidad con menos tiempo parado.

Algunos cambios en las reglas sobre cuestiones técnicas como los sistemas de puntuación pueden mejorar la motivación del futbolista e igualmente una mejora de la intensidad el ejercicio.

Una de las variables que los entrenadores pueden manipular para alterar las demandas físicas y fisiológicas de los jugadores es el número de contactos permitidos al balón por posesión individual, variable que presenta elevado interés debido a que en el fútbol moderno los futbolistas han de ser capaces de jugar con pocos contactos al balón- referencia. Además la utilización de jugadores comodín con el objetivo de crear una superioridad numérica es una práctica habitual en las tareas de juego reducido de mantenimiento, donde el objetivo es mantener la posesión del balón más tiempo que el equipo rival.

Dellal et al. (2012) realizó una investigación donde analizaron a 40 jugadores profesionales por puesto específico analizando dos partidos amistosos y tres variantes de juegos reducidos 4 vs. 4 con distintas reglas (1 toque, 2 toques y toque libre) investigando FC, concentración de lactato, percepción subjetiva del esfuerzo, distancia total recorrida, distancia total en sprint ($\geq 24 \text{ km.h}^{-1}$) y distancia total recorrida a alta intensidad ($>14 \text{ km.h}^{-1}$) por puesto específico.

En relación a las características del tiempo de movimiento la distancia total recorrida, distancia total en sprint ($\geq 24 \text{ km.h}^{-1}$) y distancia total recorrida a alta intensidad ($>14 \text{ km.h}^{-1}$) era mayor en juego reducido a 1 toque y menor en toque libre.

Las conclusiones de este estudio sugieren que 4 vs. 4 con reglas específicas (1 toque, 2 toques y toque libre) produce un gran número de carreras de alta intensidad y una carga significativa para el sistema aeróbico (respuestas FC) y complejidad en las acciones técnicas (Dellal et al., 2012).

Respecto a la percepción subjetiva del esfuerzo, 4 vs. 4 con toques libres parece ser que fueron percibidos con menos dificultad que los disputados a 1 o 2 toques.

A pesar del alto número de valores de carreras de alta intensidad por minuto la concentración de lactato en sangre fue más baja en juegos reducidos en comparación con el partido. Este hecho puede ser explicado porque los valores de las carreras de alta intensidad eran de corta duración, teniendo una dependencia mayor de ATP y de la depleción de las reservas de PC en vez de la glucólisis anaeróbica (Dellal et al., 2012).

Tabla 28. Resumen de estudios que investigan los efectos de la modificación de las reglas en los juegos reducidos en jugadores de fútbol.

Autor/año	Muestra	Tipo de juego	C.E	Área de juego (m)	Reglas	% FCmax [media±DS]	[Lac ⁻¹] (mmol.l ⁻¹)	RPE (6-20 AU) [media±DS]	TD [media±DS]	
(Aroso, Rebelo, & Gomes-Pereira, 2004)	14	2 vs 2	3x1 min: 30 s/90 s Rec.	30x20	Marcaje al hombre		Δ8,1±2,7			
		3 vs 3	3x4 min/90 s Rec.		Máximo 3 toques					4,9±2,0
(Sassi et al., 2005)	9	8 vs 8 + p	4x4 min/2 min: 30 s Rec.	50x30	Libre de toques	82,0	3,3±1,2			
		8 vs 8 + p			Libre de toques con presión	Δ 91,0				
(Sampaio et al., 2007)	8	2 vs 2 + p	2x1,5 min/90 s Rec.	30x20	Marcaje al hombre	=		Δ17,1±0,5	Δ16,8±0,5	
		3 vs 3	2x3 min/90 s Rec.		Máximo 2 toques consecutivos	=				
(Little & Williams, 2007a)	23	5 vs 5	5x2 min/2 min Rec.	55x32	Presión medio campo	89,9				
		6 vs 6	5x2 min/2 min Rec.	59x27	Presión medio campo	90,5				
(Mallo & Navarro, 2008)	10	3 vs 3	1x5 min/10 min Rec.	33x20	Posesión	= 91,0			747±24	
					Posesión con dos comodines neutrales por fuera	= 91,0			749±29	
					Reglas normales más porteros	∇88,0			638±34	
(Dellal et al., 2012)	40	4 vs 4	4x4 min/3 min Rec.	30x20	1 toque	87,6±2,5	83,6 ^a ±3,3	3,0±0,3	8,0 ^b ±0,7	3057±250
					2 toques	85,6±3,0	80,8 ^a ±4,1	2,9±0,1	7,9 ^b ±0,8	2815±220
					Libre toques	84,7±2,7	79,7 ^a ±3,5	2,8±0,2	7,3 ^b ±0,6	2664±237

a. % FCreserva; b. Categoría ratio escala 10.

C.E=Carga de entrenamiento; % FCmax=Porcentaje de FC máxima; [Lac⁻¹]=Concentración lactato en sangre; P=Porteros; RPE=Percepción subjetiva del esfuerzo. TD=Distancia recorrida; TM=Tiempo de movimiento; Δ indica aumento; ∇ indica descenso; = no cambios.

Sin embargo juego reducido de 1 vs. 1 provoca una mayor concentración de lactato en sangre que 2 vs. 2, 3 vs. 3 y 4 vs. 4 probablemente porque no hay períodos de recuperación en los juegos reducidos y esto produce unos valores máximos o submáximos de concentración de lactato en sangre (depende de la duración del ejercicio).

Recientemente varios autores han estudiado los juegos reducidos de mantenimiento con 4 comodines exteriores en jugadores profesionales alternando el número de contactos permitidos al balón (1, 2 y contacto libre) encontrando mayores concentraciones de lactato, percepción subjetiva del esfuerzo, mayor distancia total, distancia a alta velocidad y distancia a sprint cuando las situaciones realizan a un único contacto con respecto a las situaciones de 2 contactos y contacto libre, manteniéndose constante la FC salvo para la situación de 4 vs 4 donde la FC fue mayor en la situación de un contacto (Dellal, Chamari, Wong et al., 2011), observándose mayor número de errores técnicos en las tareas en las que se impone un contacto (Dellal, Chamari, Owen et al., 2011) y obteniéndose mayor distancia y menos errores técnicos cuando se compara jugadores de élite con amateurs (Dellal, Hill-Haas, Lago-Penas, & Chamari, 2011).

Recientemente varios autores han estudiado los juegos reducidos de mantenimiento con 4 comodines exteriores en jugadores profesionales alternando el número de contactos permitidos al balón (1, 2 y contacto libre) encontrando mayores concentraciones de lactato, percepción subjetiva del esfuerzo, mayor distancia total, distancia a alta velocidad y distancia a sprint cuando las situaciones realizan a un único contacto con respecto a las situaciones de 2 contactos y contacto libre, manteniéndose constante la FC salvo para la situación de 4 vs 4 donde la FC fue mayor en la situación de un contacto (Dellal et al., 2011), observándose mayor número de errores técnicos en las tareas en las que se impone un contacto (Dellal et al., 2011) y obteniéndose mayor distancia y menos errores técnicos cuando se compara jugadores de élite con amateurs (Dellal et al., 2011).

Mallo & Navarro (2008) investigaron la respuesta cinemática, fisiológica y carga técnica en jugadores de élite sub-19 durante un juego reducido 3 vs 3 con tres formatos de juego. 3 vs 3 + porteros, ejercicio de conservación 3 vs 3 y ejercicio de conservación 3 vs 3 + 2 comodines por fuera con una duración de 5 minutos. Los jugadores realizaron menos distancia en carreras de alta intensidad en 3 vs 3 + porteros que en las otras dos actividades. La FC_{media} fue más alta en los dos ejercicios de conservación (173 ± 10 b.min⁻¹- 173 ± 9 b.min⁻¹ comodines) que con porteros

(166 ± 11 b.min⁻¹). El tiempo pasado por los jugadores en alta intensidad 86-95% FCmax fue significativamente más alta en las posesiones, pasando con más tiempo entre 76-85% FCmax en 3 vs 3 + porteros.

En la misma línea (Casamichana, San Román-Quintana, Calleja-González, & Castellano, 2013) realizaron un estudio con 14 jugadores semiprofesionales para examinar si la modificación de la variable número de contactos permitidos al balón por posesión individual (1 contacto, 2 contactos y contacto libre) afecta a la demanda física y fisiológica de los jugadores durante la práctica de un juego reducido de 6 vs. 6 + 2 comodines realizados en un espacio no orientado de 40x28 m. Establecieron 6 zonas de intensidad a partir de la FCmax <50% FCmax, 50-60% FCmax, 60-70% FCmax, 70-80% FCmax, 80-90% FCmax y >90% FCmax como en estudios anteriores (Casamichana & Castellano, 2010; Hill-Haas, Coutts, Dawson, & Rowsell, 2010).

Para el análisis de los indicadores externos registraron la distancia total recorrida, la distancia recorrida en cada una de las categorías de velocidad <7,0, 7,0-12,9, 13,0-17,9, >18,0, (Di Salvo et al., 2007; Di Salvo, Gregson, Atkinson, Tordoff, & Drust, 2009; Hill-Haas et al., 2009; Impellizzeri et al., 2006) y registraba el número de aceleraciones realizadas en diferentes rangos de intensidad (entre 1,0 y 1,5 m.s⁻², entre 1,5 y 2,0 m.s⁻², entre 2,0 y 2,5 m.s⁻² y superiores a 2,5 m.s⁻²), basados en trabajos anteriores (Aughey, 2010; Cunniffe, Proctor, Baker, & Davies, 2009).

Los jugadores invirtieron un tiempo significativamente superior en la categoría de 90-100% FCmax durante el juego reducido a 2 toques con respecto al juego reducido a toque libre.

No se encontraron diferencias significativas en cada una de las categorías analizadas en base a indicadores externos.

Los jugadores realizan un número significativamente mayor de aceleraciones en la intensidad de 1,0-15,5 m.s⁻² durante los juegos reducido a 2 toques con respecto a los de 1 toque.

Otro aspecto esencial a tener en cuenta en el diseño de los juegos reducidos es la orientación del espacio, definida por la presencia o ausencia de objetivos espaciales en los que conseguir interacciones de marca (Parlebas, 2001).

Casamichana et al. (2011) realizaron un estudio cuyo objetivo era comprobar si las modificaciones en la orientación del espacio producían

variaciones en la intensidad fisiológica, para lo que utilizaron tres formatos de juego reducido: con el espacio no orientado o de mantenimiento (JRM), y dos con el espacio orientado, una con porteros y porterías reglamentarias (JRP) y otra con porterías pequeñas (2 m de largox1,2 de alto) y sin porteros (JRpp).

En cada formato de juego reducido participaron cuatro jugadores de campo contra otros cuatro con unas dimensiones de 25 m de ancho por 32 m de largo y una duración de 4 min con una recuperación de 3 min.

Como segunda variable consideraron la demarcación de los futbolistas en función de la posición que ocupaban en el campo durante la competición siguiendo estudios previos. En su estudio estimaron que la intensidad de los juegos de mantenimiento y porterías pequeñas es similar entre sí, pero disminuye cuando se introducen porteros y porterías reglamentarias (Casamichana et al., 2011).

Dellal, (2008) en su investigación encontraron mayor intensidad en los juegos reducidos de 8 vs. 8 con presencia de porteros que en su ausencia, siendo en este trabajo el Ell de 168,7 m² superior respecto a 100 m² del estudio de (Casamichana et al., 2013). Además existió una mayor variabilidad de los resultados obtenidos entre los jugadores que participaban en las situaciones con porteros. Esta mayor variabilidad en las situaciones con porteros también ha sido encontrada en nuestro trabajo, por lo que parece la presencia de porteros influye de manera desigual en la intensidad fisiológica de los jugadores. Mientras en situaciones de juego reducido con porteros y juego reducido con porterías pequeñas la respuesta de los jugadores fue algo más homogénea.

Parece que el número de jugadores participantes en la tarea puede ser una variable que influya en la respuesta dada por los jugadores ante juego reducidos con diferente orientación del espacio; quizás con el formato de 8 vs 8, al reducirse la participación de los jugadores con el balón y no presentarse demandas específicas del juego (zonas para atacar y zonas para defender), desciendan las demandas fisiológicas en los jugadores. Por el contrario, quizás en las situaciones de menor número de jugadores por equipo, no se produce este efecto por encontrarse los participantes en constante actividad con relación al balón (Jones & Drust, 2008; Katis & Kellis, 2009; Owen et al., 2004).

Con respecto a la FCmedia encontraron diferencias significativas desde el 82,8% de juegos reducidos con porterías hasta los 85,6% en

los juegos de mantenimiento, siendo valores algo inferiores a los encontrados por otros trabajos que han utilizado situaciones similares de juegos reducidos donde los valores de FC_{media} oscilaron entre un 86% y 92% de la FC_{max} y similares a otros trabajos donde se encuentran valores de entre un 82-89% de la FC_{max} . Los valores medios obtenidos en están cercanos a los necesarios para mejorar el VO_{2max} (90-95%) y el umbral anaeróbico (85-90% FC_{max}), por lo que podemos entender que los juegos reducidos utilizados son útiles para mejorar la resistencia aeróbica en jugadores de fútbol, pudiendo incidir en uno u otro aspecto modificando la orientación del espacio. En cuanto a la distribución de diferentes intensidades de trabajo, encontraron como los deportistas independientemente del juego reducido practicado se encuentran la mayor parte del tiempo a intensidades entre el 80 y el 90% de la FC_{max} , encontrándose a una intensidad superior al 90% el 19% del tiempo en el juego reducido con porterías pequeñas, el 24% en el juego reducido con porterías y el 32% del tiempo en el juego reducido de mantenimiento.

Casamichana et al., (2011) encontraron que en los juegos de mantenimiento los medios centros alcanzaron un porcentaje de la FC_{media} significativamente superior a los jugadores de banda, delanteros y centrales, debido a que se ajusta más al rol desempeñado por estos jugadores en competición.

En el formato de juego reducido con porterías pequeñas fueron los delanteros y centrales quienes obtuvieron un valor superior a los jugadores de banda, sin encontrarse diferencias en los rangos de intensidad, lo que podría indicar que la orientación de espacio, al introducir un objetivo de marca hace que la participación de estos jugadores sea mayor.

En lo que respecta a los juegos reducidos con porterías los centrales y delanteros alcanzaron un valor inferior al resto de grupos, permaneciendo más tiempo en zonas de intensidad baja que el resto de puestos específicos, pudiendo deberse a que estos jugadores mantienen más su posición original en el campo y las acciones en las que participan son de corta duración. Una posible explicación pudiera ser que el tipo de juego pueda ajustarse más a los requerimientos de un tipo u otro de jugadores según el puesto específico, aunque el tamaño de la muestra que utilizaron era relativamente pequeño.

4.3. LIMITACIONES DE LOS JUEGOS REDUCIDOS

A pesar de ofrecer varias ventajas hay varias limitaciones que están relacionadas con la realización de juegos reducidos (Hill-Haas et al., 2009):

1. La habilidad para replicar las demandas de los más intensos periodos de competición.
2. La dificultad para conseguir un estímulo suficiente del entrenamiento en jugadores de alto nivel.
3. El riesgo de lesión por contacto en el entrenamiento.
4. El requerimiento de un alto nivel de competencia técnica y táctica para conseguir una adecuada intensidad en el ejercicio.
5. La disponibilidad de los entrenadores para monitorizar y controlar este tipo de trabajo.

CAPÍTULO 5

MATERIAL Y MÉTODO

Son numerosas las investigaciones realizadas en el ámbito del fútbol. Sin embargo son escasos los estudios que analizan el estado fisiológico de los jugadores mediante una prueba objetiva de esfuerzo. En base a dichos valores se establece el perfil energético. En base a dicho perfil se analiza la competición y los entrenamientos. Finalmente se ha comparado las exigencias de las diferentes tareas con las exigencias de la competición.

Por ello se ha generado un modelo estadístico para el análisis de los datos, este modelo se pretende divulgar para que los entrenadores puedan utilizarlo.

5.1. OBJETIVOS.

El objetivo general que se persigue en el presente trabajo es determinar un modelo de cuantificación de la carga en fútbol a partir de la evaluación de la competición y el entrenamiento, a través de la FC y en base a las zonas de entrenamiento.

Así mismo a nivel físico se pretende:

- Conocer el perfil fisiológico de jugadores semiprofesionales de fútbol durante partidos oficiales, en base a la frecuencia cardiaca y en función de los diferentes puestos específicos ocupados dentro del terreno de juego.
- Comparar las demandas físicas de las tareas de entrenamiento respecto a la competición en jugadores semiprofesionales de fútbol y en función de los diferentes puestos específicos ocupados dentro del terreno de juego.
- Definir qué intensidades son significativas desde el punto de vista de la competición y en función de la frecuencia cardiaca en jugadores semiprofesionales de fútbol.
- Determinar qué tareas de entrenamiento son significativas desde el punto de vista de la competición y en base a la frecuencia cardiaca.
- Describir las tareas de entrenamiento que son significativas en relación al puesto específico, las relaciones con los demás, espacio, tiempo y tipo de ejercicio.

5.2. MATERIAL Y MÉTODO.

A continuación en este capítulo desarrollaremos las características de los sujetos, así como la metodología de trabajo llevada a cabo en la investigación y el material empleado para la misma. Expondremos también a validez de la FC y del sistema Suunto para cuantificar el entrenamiento y la competición, así como el efecto de la deriva cardiaca durante el ejercicio.

5.2.1. Participantes

En este estudio participaron 15 jugadores varones de fútbol semiprofesionales ((edad: $26,53 \pm 5,03$ años), pertenecientes al equipo Unión Deportiva Extremadura de Fútbol, que milita en el grupo XIV de tercera división categoría nacional durante la temporada 2012-2013. Todos ellos fueron notificados del diseño de investigación y de los requerimientos, así como de los beneficios y riesgos, aportando todos ellos su consentimiento informado antes del inicio del estudio al amparo de las directrices éticas de la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (actualizadas en la Asamblea Médica Mundial de Seúl 2008). El Comité Ético de la Universidad de Extremadura proporcionó la aprobación institucional del estudio.

Previamente al estudio, se realizaron a todos los sujetos un reconocimiento médico en el laboratorio de Fisiología de la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Extremadura y declararlos aptos para la práctica deportiva. La valoración consistió en:

- Historia clínica.
- Exploración médica.
- Composición corporal.
- Test cardiovasculares.
- Valoración espirométrica.
- Dinamometría.
- Prueba ergoespirométrica.
- Informe final.

Tabla 29. Características de los sujetos.

Sujeto	Altura (m)	Peso (kg)	Edad	FC Máx (ppm)	VO ₂ Máx (ml/kg/min)	% Graso	% Muscular
S1	1,79	73,4	38	179	67,25	7,58	49,90
S2	1,85	73,5	27	179	67,31	6,70	52,28
S3	1,73	79,5	29	193	70,62	13,55	47,40
S4	1,85	79	27	199	67,72	7,15	51,68
S5	1,77	70	24	180	61,67	8,26	50,40
S6	1,77	72,8	31	187	67,75	9,01	50,91
S7	1,74	63,9	25	187	68,8	6,98	51,12
S8	1,79	78,6	30	184	57,79	9,15	49,06
S10	1,67	63,7	24	180	60,83	9,71	49,87
S11	1,74	72,9	20	173	58,4	10,68	49,15
S12	1,80	76,0	21	198	74,94	9,81	51,44
S13	1,78	73,4	32	178	62,87	9,40	49,20
S14	1,81	78	20	192	60,72	8,78	49,69
S15	1,71	74	22	190	58,28	12,97	47,29
S16	1,76	70	28	186	59,91	9,56	48,87
PROMEDIO	1,77	73,25	26,53	185,66	64,32	9,28	49,88
DT	0,05	4,86	5,02	7,65	5,21	1,98	1,46

5.2.2. Procedimiento

Para alcanzar los objetivos mencionados se ha recurrido a un diseño no experimental en el que no manipulamos la variable independiente. Para alcanzar los objetivos propuestos en la realización de este estudio se ha utilizado un diseño intrasujeto en el que se han monitorizado sesiones de entrenamiento y competición a través del sistema Suunto ® durante el período competitivo de la temporada 2012-2013 entre los meses de Octubre y Enero.

El diseño consistió en el registro de los partidos oficiales competición (n=1) y entrenamientos (n=81) y la comparación entre los datos obtenidos en los mismos.

Fueron monitorizados varios partidos de competición oficial durante el mes de noviembre en el Estadio de Fútbol Francisco de la Hera de Almendralejo de césped natural con una longitud 105 metros y una anchura 69 metros. Debido a las lesiones y sustituciones producidas durante los partidos, un máximo de un partido completo y mínimo de 15 min de registro ha sido requerido para ser incluido en el análisis.

El sistema utilizado por el equipo fue en todos los partidos un 1-4-4-2 compuesto por un portero (1), dos defensas centrales (DC), dos defensas laterales (DL), dos medios centros (MC), dos medios banda (MB) y dos delanteros (Del). Los sujetos en competición ocuparon 1-2 puestos específicos. Los partidos se disputaron cabo bajo similares condiciones atmosféricas (7- 15° C y 62- 92% de humedad relativa).

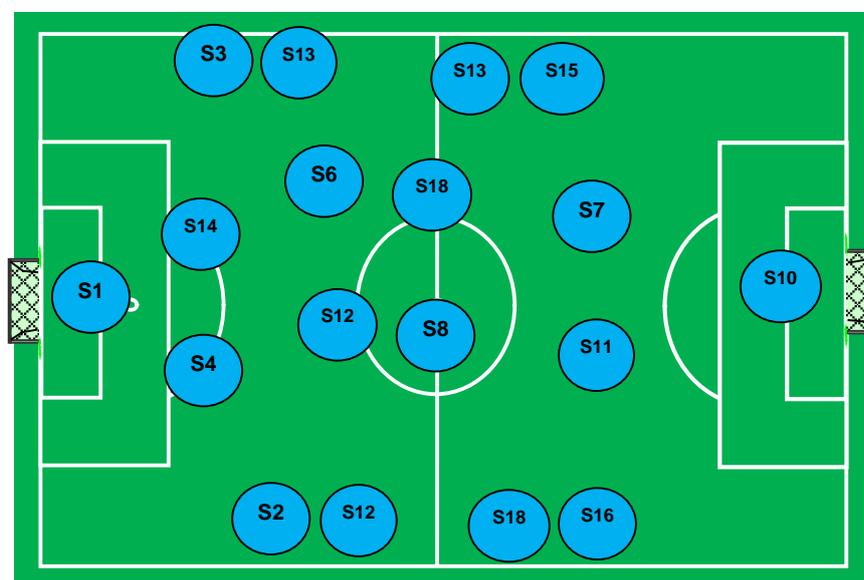


Figura 8. Puestos específicos de los jugadores.

Se registraron 81 sesiones de entrenamiento (4-5 sesiones por microciclo) en Campo de Fútbol de la Ciudad Deportiva de Almendralejo de césped natural con una longitud de 104 metros y una anchura 70.

Cada sesión de entrenamiento constaba entre 2-6 ejercicios, en la tabla 30 se muestran la duración de cada una de las sesiones. Los entrenamientos se llevaron a cabo en un horario y condiciones atmosféricas similares (17 horas, 7- 15° C y 62- 92% de humedad relativa).

Tabla 30. Tiempo respecto a la competición y duración de las sesiones (promedio de duración sesiones (s) y (h: min) en microciclo)

24 h después competición	96 h antes competición	72 h antes competición	48 h antes competición	24 h antes competición
3211-5127 s 54 min-1 h: 25 min	60081 s 1 h: 41 min	5513 s 1 h:32 min	4477 s 1 h: 15 min	4783 s 1 h: 20 min

El promedio de la duración total del microciclo fue de (23886-25908 s), que equivalen a (6 h: 38 min- 7h: 12 min). La diferencia de la duración entre estos dos valores es porque en las sesiones de 24 horas después de la competición de orientaba el entrenamiento en dos tipos en función de la participación en el partido anterior.

Igualmente se ha desarrollado un diseño intersujeto en la que se han agrupado los sujetos:

- Por tarea.
- Por línea del sistema.
- Por puesto específico.

5.2.3. Material e instrumentos de medida para la prueba de esfuerzo.

En la tabla 31, se muestran los instrumentos y el uso de los mismos utilizados en la prueba ergoespirometría de esfuerzo.

Tabla 31. Equipos y uso de ergoespirometría de esfuerzo.

Equipo	Uso
Analizador de gases Metamax nº 762014-102.	Determinación directa de valores espirométricos de esfuerzo (VO ₂ máx, CO ₂ , VE, etc).
Pulsómetro (Polar “Sport Tester”). Software Polar.	Obtención de la frecuencia cardiaca (FC). Lectura de datos del pulsómetro.
Tapiz rodante Powerjog EG 30. Electrocardiógrafo.	Realización de las pruebas de esfuerzo modalidad carrera a pie. Monitorización de FC en esfuerzo.
Termómetro y medidor de humedad Huger.	Con el fin de tener unas condiciones ambientales óptimas y estables al realizar las valoraciones.

5.2.4. Materiales utilizados para la valoración de la competición y de las sesiones de entrenamiento.

- Software Suunto Team Monitor (Suunto ®). Mediante este software se registraron y almacenaron los datos de datos de FC recibidos por el Team Pod.



Figura 9. Representación de FC en zonas (distintos colores) con Suunto Team Monitor.

- El sistema marcaba un “bip” para cada segundo (60 “bips” por minuto).
- Software Suunto Team Manager (Suunto ®). Mediante este software de establecieron los perfiles de los sujetos y se analizaron los registro grabados por el sistema Suunto Monitor.



Figura 10. Gráfica sesión de entrenamiento Suunto Team Manager.

- Ordenador portátil Acer Aspire One con windows xp. El dispositivo Team Pod se conectaba mediante un cable USB a una entrenado USB del ordenador. Los datos eran registrados en tiempo real y almacenados en el ordenador.



Figura 11. Ordenador portátil con el que se realizó el estudio.

- Suunto team pod. Mediante este dispositivo se recibían las señales de FC emitidas por las bandas que llevaban cada jugador.



Figura 12. Dispositivo Suunto team pod.

- Trípode Sony VCT-100. En este dispositivo se colocaba el sistema Team Pod.



Figura 13. Trípode para colocar el dispositivo Suunto Team Pod.

- 16 correas transmisoras Suunto Dualt Comfort Belt. Cada jugador portaba un dispositivo en el torax. Mediante estos dispositivos se registraba la FC y se enviaban de forma inalámbrica a la antena Suunto Team Pod y posteriormente se almacenaban los datos en el ordenador, median el software Suunto Team.



Figura 14. Correas transmisoras Suunto Dualt Comfort Belt.

- Cinta métrica Stanley de 50 metros, para medir las dimensiones del espacio en las que se realizaban las distintas tareas.



Figura 15. Cinta métrica.

5.2.5. Material informático empleado para la interpretación de datos.

El software utilizado en la investigación ha sido el siguiente:

- Software Suunto Team Manager, para el registro diario y análisis de sesiones.
- Hojas de cálculo Excel (Microsoft, Seattle, Washington, USA).
- Hojas de cálculo Excel (Microsoft, Seattle, Washington, USA). para el registro de la duración de la sesión por tareas de entrenamiento expresadas en minutos y segundos.
- Hojas de cálculo Excel (Microsoft, Seattle, Washington, USA). para el registro de la duración y porcentaje de cada una de las tareas, a partir del análisis de datos con el Software Suunto Team Manager.
- Hojas de cálculo Excel (Microsoft, Seattle, Washington, USA). para la descripción de variables de tareas de entrenamiento.

5.2.6. Fases seguidas en la investigación.

En la figura 16 se muestra el esquema seguido en la investigación.

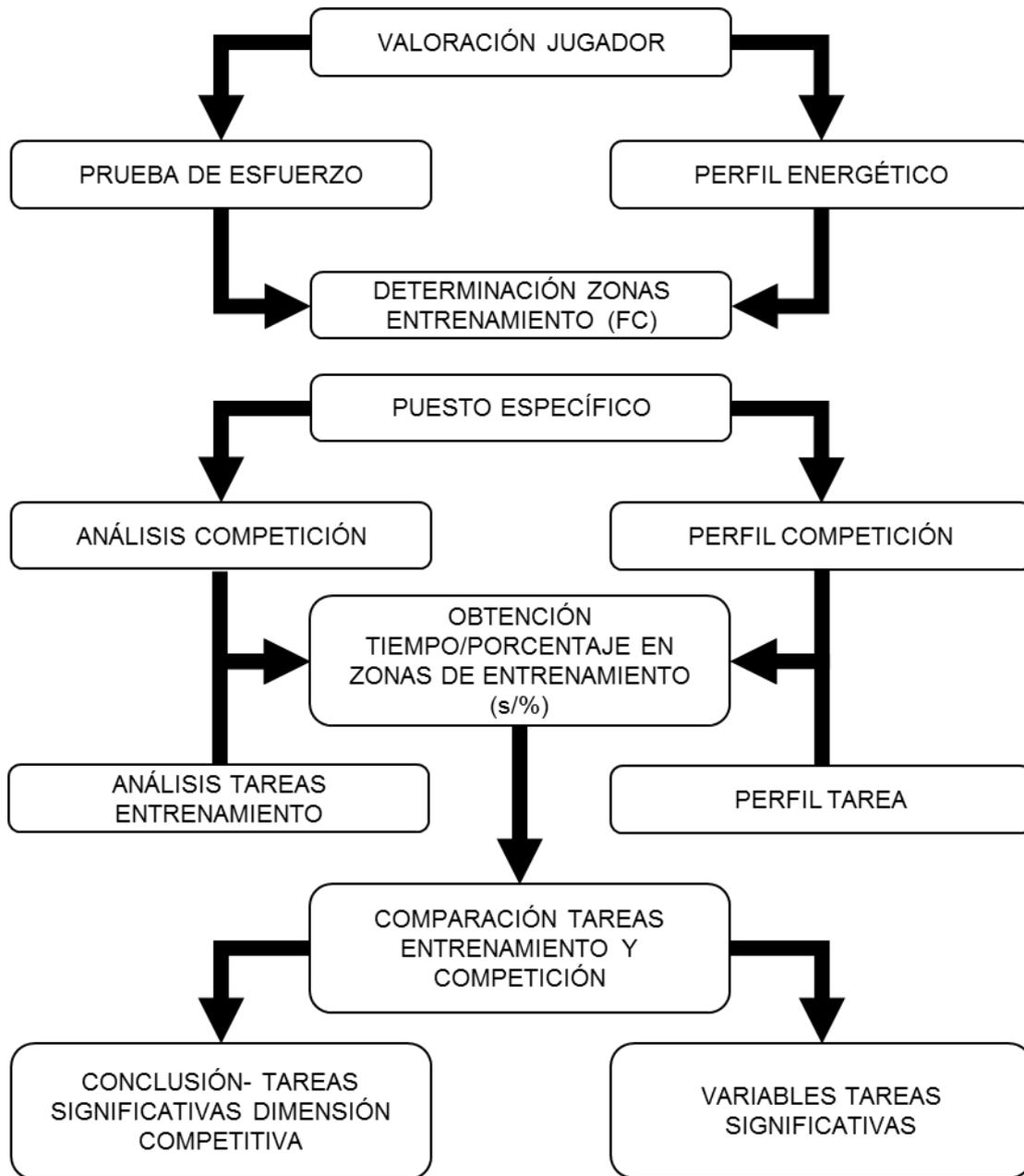


Figura 16. Esquema metodología procedimental.

Primera fase. Determinación del perfil energético

Las pruebas de esfuerzo (anexo I) se realizaron los días 1 y 2 de octubre de 2012 en el Laboratorio de Fisiología del Ejercicio perteneciente al Departamento de Fisiología de la Facultad de Ciencias del Deporte de Cáceres, de la Universidad de Extremadura. El tapiz rodante utilizado en la prueba de esfuerzo (EG30, PowerJog, Birgmingham) marcaba la intensidad programada en función del protocolo utilizado, se incrementaba 1 Km/h cada 400 metros, partiendo de 10 km/h.

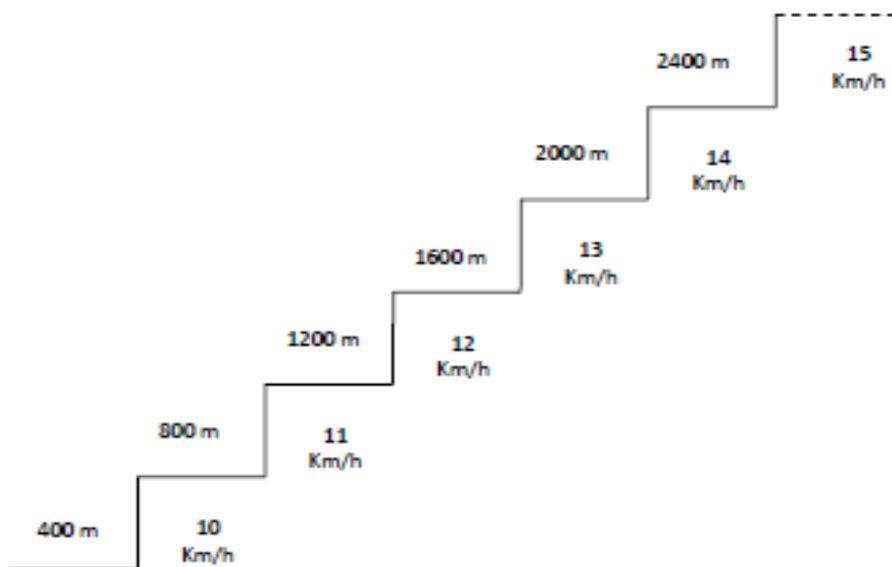


Figura 17. Protocolo de esfuerzo.

En este sentido, se realizó una prueba de esfuerzo incremental máxima hasta la extenuación voluntaria del sujeto en el tapiz rodante. El protocolo de esfuerzo utilizado consistió en un calentamiento de 10 minutos de 8 a 10 km/h, y después de 5 minutos de descanso se registró durante 1 minuto los valores cardiorrespiratorios iniciales. Después comenzaba la prueba de esfuerzo en 10 Km/h y cada 400 metros elevamos la velocidad 1 Km/h.

Todas las pruebas se llevaron a cabo bajo similares condiciones atmosféricas (21- 24° C y 45- 55% de humedad relativa y presión atmosférica comprendida entre 700 y 715 mmHg). Los valores se expresaron en condiciones STPD (Standard Temperature and Pressure Dry).

La respuesta fisiológica en parámetros cardiorrespiratorios era controlada mediante un analizador de gases (Metamax, Cortex, Alemania)

y un pulsómetro (S720i, Polar, Finlandia). Los datos fueron analizados con el software Polar Precisión Performance de Polar tras la transmisión de los datos con el interface (Advantage Interface, Polar, Finlandia), propio de la marca finlandesa.

Protocolo de determinación de umbrales

Para determinar los umbrales se debe tener en cuenta que son conceptos más teóricos que reales, sin embargo en la práctica son muy útiles para el ámbito de la investigación y del entrenamiento. Podemos entender los umbrales como barreras de utilización principal de unas fuentes de producción de energía (aeróbicas) frente a otras (anaeróbicas) que en realidad nunca ocurren como un fenómeno de límite o umbral, sino como un proceso de secuencial. Por tanto, cuando se hace referencia al término umbral aeróbico (en ejercicio incremental y dinámico) se hace referencia a un punto (en el tiempo, intensidad, carga, velocidad, frecuencia cardiaca u otro parámetro que muestre una relación lineal con la intensidad) en el que las fuentes de producción de energía aeróbica dejan de ser principales y comienzan a utilizarse otras fuentes o vías de producción anaeróbicas. La transición aeróbica- anaeróbica es, como su propio nombre indica, la zona en las que las fuentes de producción de energía se mezclan sin que haya predominancia de unas sobre otras. El umbral anaeróbico es el punto en el que la vía de producción de energía es predominantemente anaeróbica (López y cols, 1991).

Así, una vez registrados y extraídos todos los datos se procedió a la determinación de los umbrales ventilatorios según el modelo trifásico de Skinner y McLellan (1980), que es no invasivo y uno de los más utilizados para la determinación de umbrales ventilatorios (Figura 18).

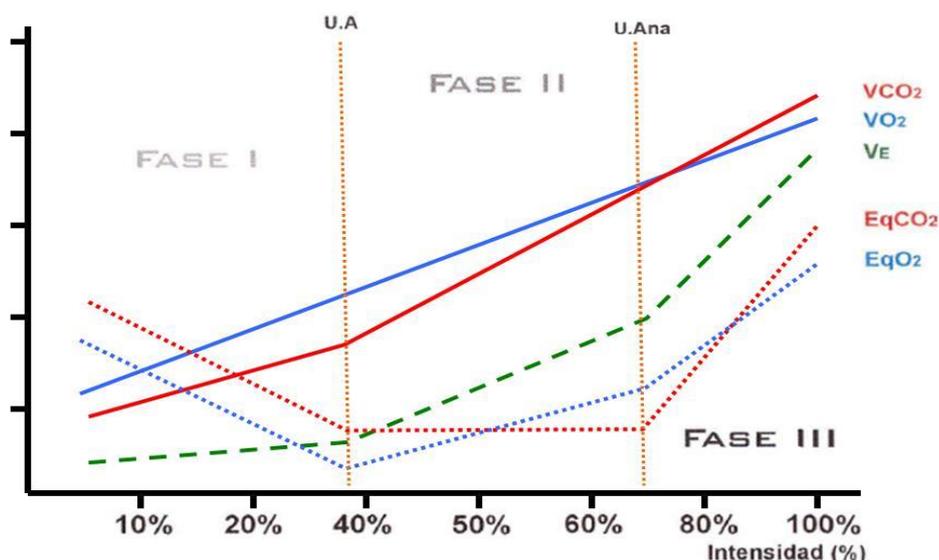


Figura 18. Representación ideal del modelo trifásico de Skinner y McLellan (Modificado de Benito, 2004).

En este modelo se distinguen tres fases, la fase I (aeróbica) que acaba con el umbral aeróbico, donde se observa valores superiores de VO_2 respecto al VCO_2 , un primer punto de inflexión del VE y del VCO_2 y una intensidad $>40\%$. Esta primera fase da paso a la fase II o de transición aeróbica- anaeróbica en la que se observa una evolución de los tres parámetros comentados, con una elevación más pronunciada del VCO_2 . En esta fase la intensidad estaría entre el 40% y el 70% aproximadamente. Por último, el umbral anaeróbico (70 % de intensidad) da paso a la fase III que es la eminentemente anaeróbica y en la que destaca un segundo punto de inflexión del VE y una elevación del VCO_2 obteniendo valores por encima del VO_2 (Skinner y McLellan, 1980).

Derivados de la prueba obtenemos los parámetros de consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx), frecuencia cardiaca máxima (FC máx), frecuencias cardiacas en umbrales ventilatorios 1 y 2. De esta forma, utilizando estos valores se establecen las zonas de trabajo.

Sujeto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
VO₂ máx.	+175	+175	+181	+185	+177	+177	+179	+180	+175	+177	+171	+186	+177	+181	+182	+182
Umbral anaeróbico	167-175	164-175	170-181	174-185	167-177	167-177	170-179	171-180	169-175	169-177	160-171	175-186	170-177	170-181	174-182	171-182
Transición	159-167	160-164	161-170	164-174	163-167	160-167	160-170	164-171	163-169	162-169	152-160	164-175	162-170	160-170	163-174	162-171
Aeróbico 2	149-159	149-160	150-161	153-164	152-163	149-160	149-160	153-164	152-163	151-162	141-152	153-164	151-162	149-160	152-163	151-162
Aeróbico 1	139-149	138-149	140-150	142-153	141-152	138-149	139-149	142-153	141-152	140-151	130-141	142-153	140-151	138-149	141-152	140-151
Regeneración	< 139	< 138	< 140	< 142	< 141	< 138	< 139	< 142	< 141	< 140	< 130	< 142	< 140	< 138	< 141	< 140

Figura 19. Determinación de las zonas de entrenamiento de los distintos sujetos.

Segunda Fase. Edición de las zonas de entrenamiento en programa Suunto Team Manager a partir de los datos obtenidos en la prueba de esfuerzo.



Figura 20. Edición datos personales prueba de esfuerzo sujeto 6.

El procedimiento de recogida de datos durante la sesión fue realizado a través sistema Suunto Monitor, almacenándose en la aplicación y sin alterar la naturaleza de la misma.

Tercera fase. Registro de partidos de competición oficial. Se procedía a registrar los datos de partido en tres fases:

1. Colocación de las cintas transmisoras Suunto Dualt Comfort Belt en los sujetos y ubicación correcta del sistema Suunto Team Pod.
2. Se sincronizaba el Suunto Team Pod con las correas transmisoras Suunto Dualt Comfort Belt.
3. Se iniciaba el proceso de grabación de los datos.

Finalmente se registraba el puesto específico ocupado cada jugador y sí había alguna variante en su posición.

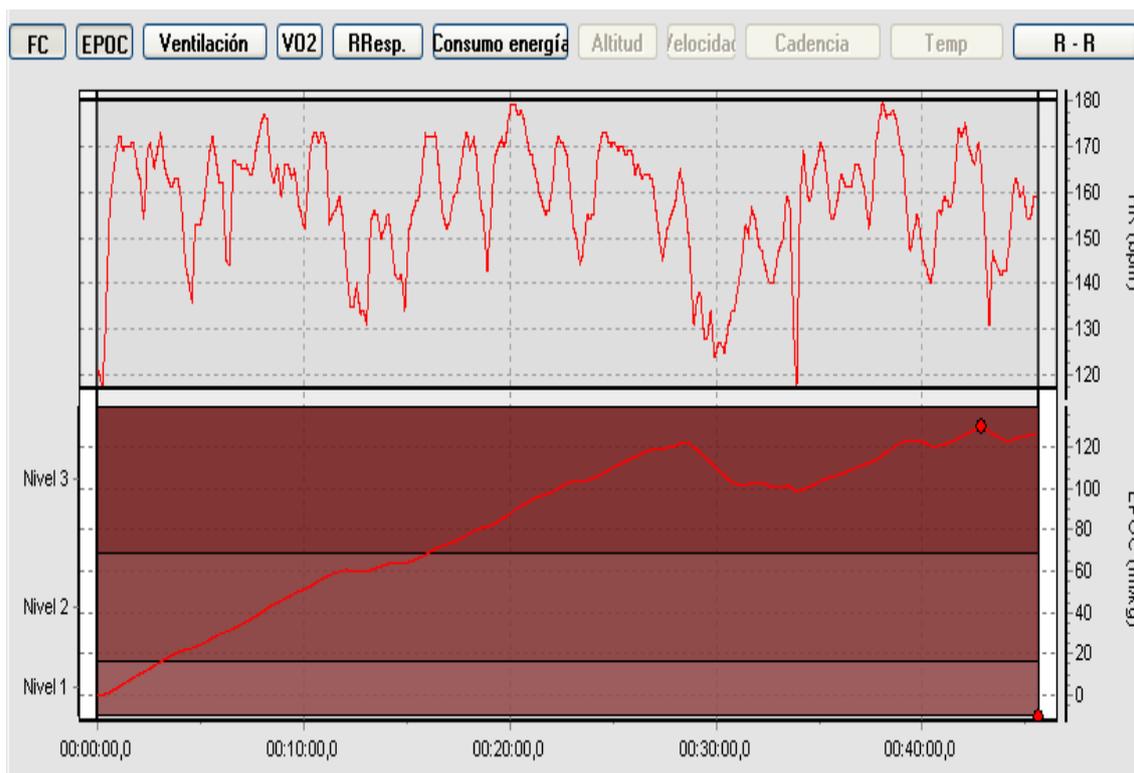


Figura 21. Registro partidos de competición 1º tiempo sujeto 6.

Zonas de frecuencia cardíaca			
>	177	00:00:51,0	1 %
177	167	00:10:34,0	10 %
167	160	00:08:26,0	8 %
160	149	00:17:53,0	17 %
149	138	00:20:07,0	19 %
<	138	00:49:19,0	46 %

Figura 22. Porcentajes por zonas entrenamiento y tiempo (min-s) de un partido competición del sujeto 6.

Posteriormente se introducen los datos en el programa Excel (del paquete Office de Microsoft) y se elabora el perfil fisiológico del jugador (en s) a partir del análisis de la competición y teniendo en cuenta su puesto específico.

Tabla 32. Registro datos de partido competición sujeto 6 (% , s).

	Primer tiempo (%)	Tiempos	Segundo tiempo (%)	Tiempos
VO ₂ máx. (+177)	2	44	0	0
Umbral anaeróbico (167-177)	24	658	10	284
Transición (160-167)	22	612	23	620
Aeróbico 2 (149-160)	29	791	38	1026
Aeróbico 1 (138-149)	14	376	17	461
Regeneración (< 138)	9	254	12	333
%/tiempo	100	2735	100	2724
Fecha partido	28/10/2012			
Espacio (longitud x anchura)	Francisco de la Hera (105 m x 69 m)			
Puesto específico	Medio-centro			
Tipo de tarea	Competitiva			

Determinamos la curva de competición que representa el porcentaje de cada una de las zonas.

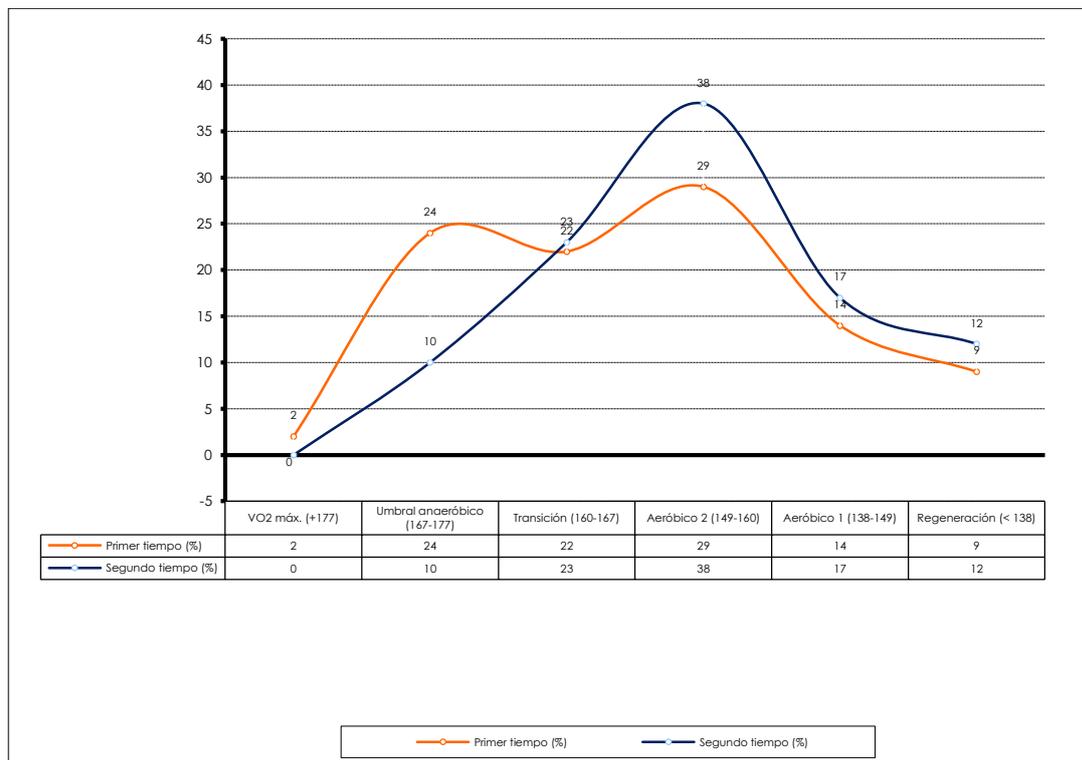


Figura 23. Distribución de la FC por zonas de un partido competición del sujeto 6 (%).

Cuarta fase. Registro de sesiones de entrenamiento y determinación del porcentaje y tiempo (s) de sesión y de cada una de las tareas realizadas.

Durante el desarrollo del entrenamiento se anotaba en una hoja de control la duración de los ejercicios y la recuperación entre ellos (en minutos y segundos). Al finalizar la sesión se registraba el tiempo total de la sesión (en minutos y segundos) y el contexto de la misma.

Hoja control de tiempo de sesión y tareas							
Nº microciclo	1	Nº sesión	1	Código sesión	S11	Tipo sesión t respecto competición	24 hrs. después competición
Tiempo (t) tareas							
Nº ejercicio	Código ejercicio	t inicio tarea		t final tarea		t tarea	
1	S111	0:00:00		0:30:00		0:30	
2	S112	0:33:00		0:45:00		0:12	
3	S113	0:48:00		1:00:00		0:12	
4	S114	1:03:00		1:10:00		0:07	
5	S115	1:13:00		1:20:00		0:07	
6	S116	1:22:00		1:30:00		0:08	
Tiempo (t) sesión							
t total sesión	1:30:00	t total tareas	1:16	diferencia t total sesión-t total tarea		0:14	

Figura 24. Hoja de registro de control de tiempo.

Aparte de los contenidos trabajados en el entrenamiento y su concreción en los ejercicios, debemos tener en cuenta otros aspectos que contribuyen a un desarrollo óptimo de la práctica como asegurarnos de tener 10 balones de reserva distribuidos en las porterías y en el exterior del área de juego para maximizar el tiempo de práctica efectivo promover la hidratación apropiada “ad libitum” a todos los jugadores durante las sesiones de entrenamiento en la recuperación entre tareas.

Al finalizar la sesión de entrenamiento, se procedía al análisis de los datos de la sesión y de las correspondientes tareas.

En primer lugar la aplicación (Suunto Team Manager) nos proporciona de la sesión el tiempo (en min y s) en cada una de las zonas de entrenamiento (figura 25).

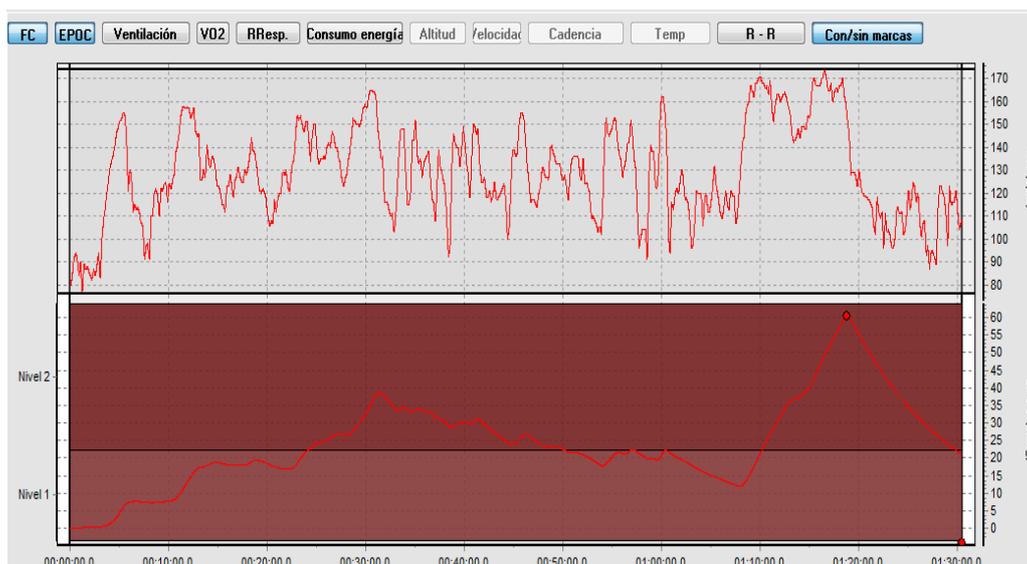


Figura 25. Selección total de una sesión entrenamiento del sujeto 6.

En la figura 26 se muestra un ejemplo del porcentaje de tiempo por zonas de frecuencia cardíaca de un jugador durante una sesión de entrenamiento.

Zonas de frecuencia cardíaca				
>	177	00:00:00,0	0 %	
	177	167	00:02:13,0	2 %
	167	160	00:05:35,0	6 %
	160	149	00:08:47,0	10 %
	149	138	00:12:06,0	13 %
<	138	01:01:51,0	68 %	

Figura 26. % Zonas entrenamiento total sesión sujeto 6.

A partir de los tiempos obtenidos en la hoja de registro de control de tiempo se procedía a la selección del tiempo de tarea y a la obtención de porcentaje y tiempo (s) de la misma (figura 27).

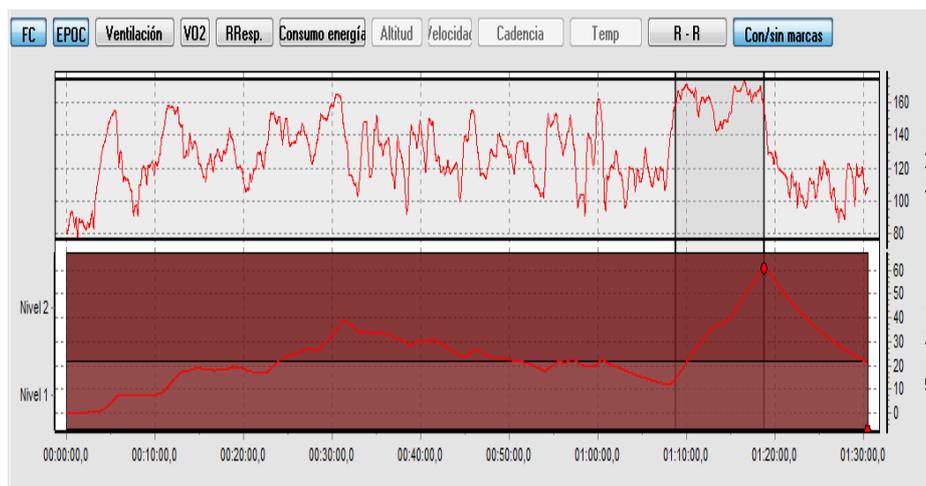


Figura 27. Selección tarea entrenamiento sujeto 6.

En la figura 28 se muestra un ejemplo del porcentaje de tiempo por zonas de frecuencia cardíaca de un jugador durante un ejercicio de entrenamiento.

Zonas de frecuencia cardíaca			
>	177	00:00:00,0	0 %
177	167	00:02:13,0	22 %
167	160	00:04:32,0	45 %
160	149	00:01:41,0	17 %
149	138	00:01:34,0	16 %
<	138	00:00:00,0	0 %

Figura 28. % Zonas entrenamiento por tarea del sujeto 6.

Posteriormente con el programa Excel (del paquete Office de Microsoft) se analizan los datos obtenidos representados en competición y tareas de entrenamiento.

Tabla 33. Datos obtenidos en % y tiempo en zonas en ejercicios de entrenamiento sujeto 6.

	Partido		Tarea 1		Tarea 2		Tarea 3		Tarea 4		Tarea 5	
	(%)	T (s)	(%)	T (s)	(%)	T (s)	(%)	T(s)	(%)	T (s)	(%)	T (s)
VO ₂ máx. (+177)	1	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U. anaeróbico (167-177)	17	942	0	0	0	0	0	0	22	133	0	0
Transición (160-167)	23	1232	2	41	0	0	1	15	45	272	0	0
Aeróbico 2 (149-160)	33	1817	15	283	2	13	8	92	17	101	0	0
Aeróbico 1 (138-149)	15	837	14	268	29	159	13	158	16	94	0	0
Regeneración (< 138)	11	587	68	1266	68	367	78	938	0	0	100	600
%/tiempo:	100	5459	99	1858	99	539	100	1203	100	600	100	600

La diferencia entre el tiempo total de sesión (en s) y el tiempo total de tareas (en s) nos permite determinar los tiempos de recuperación entre tareas y el tiempo útil de práctica motriz (tabla 34).

Tabla 34. Datos obtenidos en % y tiempo en zonas de entrenamiento en sumatorio de tareas y total de sesión sujeto 6.

	Sumatoria tareas			Totales sesión	
	Total	(%)	T (s)	Total	T (s)
VO ₂ máx. (+177)	0		0	0	0
Umbral anaeróbico (167-177)	3		133	2	133
Transición (160-167)	7		328	6	335
Aeróbico 2 (149-160)	10		489	10	527
Aeróbico 1 (138-149)	14		679	13	726
Regeneración (< 138)	66		3171	68	3711
%/tiempo:	100		4800	99	5432

Determinamos las curvas que representan el porcentaje de cada una de las zonas de las distintas tareas de entrenamiento, del sumatorio de las mismas y el total de sesión (figura 29).

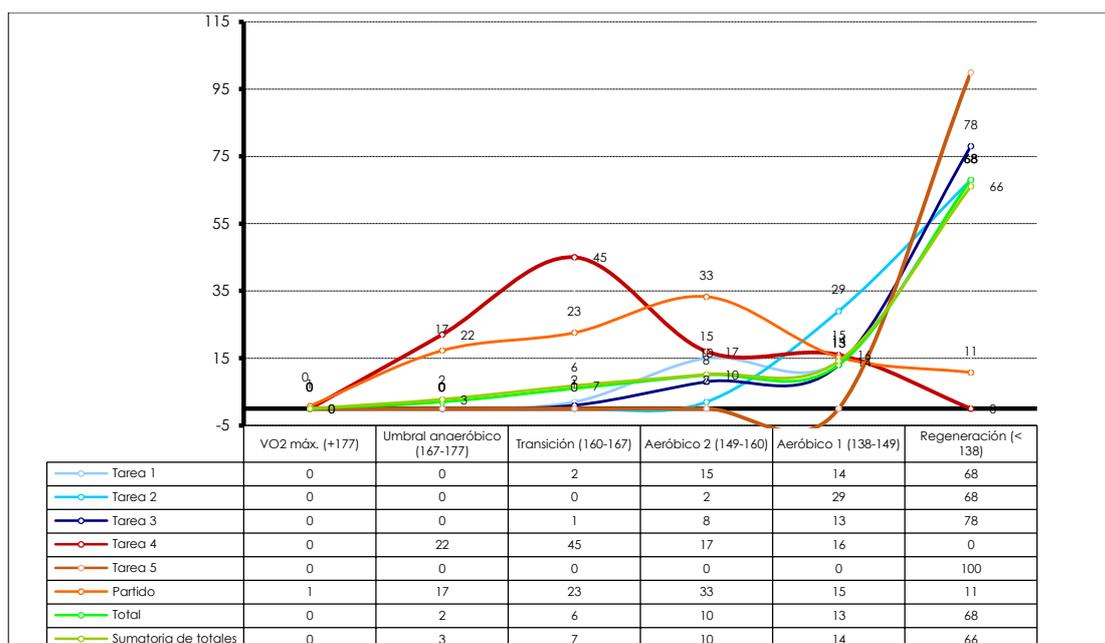


Figura 29. Representación gráfica % zonas entrenamiento competición y entrenamiento (ejercicios y sesión).

Quinta fase. Registro del modelo de descripción de tareas (anexo II). En esta fase se procedió a la explicación de las variables clasificadoras y descriptivas de las relaciones con el tiempo, espacio, jugadores y de la relación de los jugadores en espacio de cada una de las tareas desarrolladas en la sesión de entrenamiento (tabla 35). Se agruparon los ejercicios por tener una estructura similar y definimos una numeración de ejercicios siguiendo las orientaciones de (Castelo & Fernández, 2009).

Tabla 35. Categorización y enumeración de los ejercicios de entrenamiento.

Tipo de ejercicio	Categoría de ejercicio	Variantes
Competitivos	1. Ejercicio competitivo	
	2. Ejercicio competitivo condiciones adaptadas.	
	3. Ejercicio resistencia.	
Preparación General	4. Ejercicio fuerza	
	5. Ejercicio resistencia-recuperación	
	6. Ejercicio velocidad	
Específicos	7. Ejercicio circulaciones tácticas	Combinaciones de varias líneas.
	8. Ejercicio coordinación sectores	Del equipo.
	9. Ejercicio coordinación sectores	Del equipo en oleadas.
	10. Ejercicio esquemas tácticos	
	11. Ejercicio finalización	Baja complejidad, Ell medio.
	12. Ejercicio finalización	Baja complejidad, Ell reducido.
	13. Ejercicio finalización	Juegos en espacio y números reducidos-igualdad.
	14. Ejercicio finalización	Juegos en espacio y números reducidos-superioridad.
	15. Ejercicio misiones tácticas	JR (juegos reducidos) superioridad numérica 5 jugadores con 2 porterías.
	16. Ejercicio misiones tácticas	JR igualdad numérica entre 2-3 jugadores con 2 porterías.
	17. Ejercicio misiones tácticas	JR igualdad numérica entre 4-6 jugadores con 2 porterías.
	18. Ejercicio misiones tácticas	JR igualdad numérica entre 7-8 jugadores con 2 porterías y espacios separados.
	19. Ejercicio misiones tácticas	JR igualdad numérica con Ell 67-86 m ² con 2 porterías.
	20. Ejercicio misiones tácticas	JR igualdad numérica con Ell 90-113 m ² con 2 porterías.
	21. Ejercicio misiones tácticas	JR igualdad numérica con Ell 115-130 m ² con 2 porterías.

Tabla 35. Categorización y enumeración de los ejercicios de entrenamiento (continuación).

Tipo de ejercicio	Categoría de ejercicio	Variantes
Específicos de preparación general.	22. Ejercicio recepción-pase y conducción	Baja complejidad.
	23. Ejercicio recepción-pase y conducción	Mayor complejidad combinado con ejercicios de conservación en espacios reducidos.
	24. Ejercicio conservación	Espacio reducido e igualdad numérica.
	25. Ejercicio conservación	Espacio reglamentario, igualdad numérica y portería no reglamentarias.
	26. Ejercicio conservación	Espacio reducido y superioridad numérica.
	27. Ejercicio conservación	Espacio reducido, separados y superioridad numérica.
	28. Ejercicio conservación	Espacio mediano, separados e igualdad numérica.
	29. Ejercicio conservación	Espacio reducido, separados e igualdad numérica.
	30. Ejercicio conservación	Espacio reglamentario y método de juego.
	31. Ejercicio conservación	Espacio reducido y separado con Ell 30-50 m ² .
	32. Ejercicio conservación	Espacio reducido y separado con Ell 80-90 m ² .
	33. Ejercicio conservación	Espacio mediano, separados e igualdad numérica con y sin porterías reglamentarias
	34. Ejercicios técnicos-lúdicos	Fútbol-tenis.

Sexta fase. Determinación qué tareas son significativas desde el punto de vista de la competición y descripción de las mismas. En esta fase se procedió a comparar los porcentajes de zonas de entrenamiento de competición (3^a fase) con los de las tareas de entrenamiento (4^a fase) y determinar objetivamente qué tareas son significativas y las describimos (5^a fase).

El estudio estadístico fue realizado con el software SPSS v.17.0, utilizando técnicas no paramétricas como el test de signos clásico y test de Wilcoxon con datos pareados y con la hoja de cálculo Excel (Microsoft, Seattle, Washington, USA) para calcular el estadístico D que es medida descriptiva que permite estimar el tamaño de las diferencias entre los valores correspondientes a cada zona de entrenamiento.

5.3. VALIDEZ.

5.3.1. Validez de la FC para cuantificar el entrenamiento en fútbol.

La frecuencia cardiaca es uno de los índices fisiológicos más utilizados en el control del entrenamiento y la competición en fútbol. Su importancia radica en su utilidad para estimar el VO_2 , constituyendo un parámetro útil para conocer el grado de intensidad del esfuerzo realizado (Esposito et al., 2004).

(Chicharro & Mojares, 2008) explican que debido a las adaptaciones cardiovasculares derivadas del entrenamiento (incremento del volumen sistólico, volemia, capilarización, etc.), a medida que vamos entrenando requerimos realizar cargas de ejercicio más altas (valor absoluto) para alcanzar la misma frecuencia cardiaca.

Además el gasto cardiaco es directamente proporcional (hasta intensidades próximas a la máxima) a los requerimientos energéticos del esfuerzo. Este incremento de Q garantiza el aporte energético, principalmente para asegurar el transporte de oxígeno hasta las fibras musculares activas.

La FC tiene una relación lineal con el Q . Si un esfuerzo requiere un aumento de intensidad, el aumento de la FC es proporcional a la intensidad.

Una determinada intensidad (W) requiere un mismo VO_2 para sujetos entrenados y no entrenados (a excepción del 2-3% de la eficiencia aeróbica). Una mayor FC en no entrenados compensa su menor nivel del volumen sistólico (García-Pallarés, García-Fernández, Sánchez-Medina, & Izquierdo, 2010).

Según Korcek (1981) citado por Zaragoza (1996), sabemos que la FC es un indicador muy válido en los deportes de equipo para medir las adaptaciones inmediatas al entrenamiento.

Para Garatachea Vallejo & De Paz Fernández (2003) la FC es la única variable determinante del VO_2 que puede ser monitorizada fácilmente durante un esfuerzo y en cualquier situación.

Según Trost (2001) o Garatachea Vallejo & De Paz Fernández (2003) la FC se comporta de forma lineal respecto al VO_{2max} en la mayor parte de su evolución, pero en ciertas cargas se rompe esa linealidad. Para Lopez Calbet, Garcia Urreiztieta, Fernandez Rodriguez, & Chavarren

Cabrero (1995), este punto de ruptura se da entre el 88% y el 91% de la FC max.

Por lo tanto, con la ayuda de las pruebas de laboratorio, las fisiológicas demandas de las actividades de fútbol pueden ser correctamente estimadas con la FC media en el campo en jugadores amateurs. Por con siguiente el objetivo de este estudio es comparar la relación (relationship) FC-VO₂ determinada en el campo durante específicas tareas a diferentes intensidades que las encontradas en el laboratorio durante una prueba de esfuerzo estandarizada.

La relación es la misma, el uso de la monitorización de la FC en el campo debería ser un válido indicador de las demandas fisiológicas de los ejercicios específicos de fútbol en jugadores amateurs.

Consecuentemente la frecuencia cardiaca media registrada durante las actividades de fútbol, parece posible estimar el VO₂ usando la relación FC-VO₂ determinado en el laboratorio.

Este hallazgo confirma la validez de la monitorización de la FC para determinar las demandas metabólicas durante actividades de fútbol por lo menos en el rango de actividades investigadas en campo (80-97% de la FCmax obtenida en laboratorio correspondiente al 70-94% de VO₂max). Estos valores son similares a aquellos que obtenidos en la literatura, cuando 80-90% FC max y 70-75% de VO₂max eran medidos (Bangsbo, 1994a; Bangsbo, 1994b; Ekblom, 1986; Felci, De Vito, Macaluso, Marchettoni, & Sproviero, 1995; Hoff, Wisloff, Engen, Kemi, & Helgerud, 2002).

Hoff et al. (2002) concluyeron que la monitorización de la FC es una válida medida del ejercicio intenso durante situaciones específicas de entrenamiento representando solo un punto experimental calculado de un test de campo máximo sobre la FC-VO₂ línea de regresión obtenida en el laboratorio.

Para concluir la similitud en la relación FC-VO₂ entre ejercicios específicos de campo y las pruebas de laboratorio en tapiz rodante encontrados en el presente estudio confirman que la FCmed durante actividades de fútbol efectivamente reflejan las demandas metabólicas aeróbicas. Por con siguiente la carga fisiológica puede ser determinada utilizando un protocolo test de laboratorio (Esposito et al., 2004).

Los valores de FC también pueden proporcionar datos relevantes de la cuantificación de demandas físicas de jugadores (Bangsbo, Mohr, & Krustup, 2006; Brito, Krustup, & Rebelo, 2012; Jeong, Reilly, Morton, Bae, & Drust, 2011) debido a su relación con el consumo de oxígeno (Castagna, Impellizzeri, Chaouachi, Bordon, & Manzi, 2011; Jeong, Reilly, Morton, Bae, & Drust, 2011; Little & Williams, 2007; Bangsbo, Mohr, & Krustup, 2006a; Brito, Krustup, & Rebelo, 2012; Jeong et al., 2011).

El promedio de los valores de frecuencia cardiaca puede ser menos preciso para diferenciar entre alta intensidad y ejercicio sobre máximo (Rebelo et al., 2012; Stagno et al., 2007; Gonçalves, Figueira, Maçãs, & Sampaio, 2014).

Los métodos para cuantificar la carga de entrenamiento basado en la lógica de la FC es la observación que la FC presenta una relación casi lineal con el consumo de oxígeno (VO_2), ambos a intensidades de ejercicios submáximos estables (Astrand & Rodahl, 1986) y durante ejercicios específicos intermitentes de fútbol (Drust, Reilly, & Cable, 2000).

Sin embargo la FC basada en métodos de cuantificación del entrenamiento no son precisos en la diferenciación de alta intensidad (y/o corta duración), ejercicio en VO_2 max como varios métodos de entrenamiento interválicos, o en otros modos de entrenamiento de la resistencia pliométrico. (Rebelo et al., 2012).

La FC parece ser el método más apropiado para una indirecta estimación de la energía aeróbica (Bangsbo, Mohr, & Krustup, 2006c; Eniseler, 2005; Esposito et al., 2004; Reilly, 2005) producida en fútbol pero no para la producción de energía anaeróbica, ejercicios de velocidad y fuerza (Achten & Jeukendrup, 2003a; Alexiou & Coutts, 2008; Ali & Farrally, 1991; Alvares & Castagna, 2007; Bangsbo et al., 2006c; R. M. T. Laukkanen & Virtanen, 1998; Seliger, 1968; Espósito et al., 2004).

Eniseler (2005) validaron el uso de la FC como un indicador de demanda aeróbica durante actividades de fútbol y en test de valoración para jugadores de fútbol amateur.

También representa el método no invasivo más universal utilizado para monitorizar la respuesta fisiológica en deportes de equipo. La ventaja metodológica de monitores de ritmo cardiaco más comercialmente disponibles permite medir y almacenar los valores de FC con una alta fiabilidad (Achten & Jeukendrup, 2003b; Laukkanen & Virtanen, 1998).

Fisiológicamente las medidas de FC tienen una alta relación con variables fisiológicas tales como VO_2 en actividades intermitentes en fútbol, en jugadores profesionales (Bangsbo, 1994c; Hoff et al., 2002), amateurs (Drust, Reilly, & Cable, 2000b; Esposito et al., 2004), jóvenes y mujeres (Castagna, Belardinelli, & Abt, 2005; Castagna et al., 2007; J. Davis, Brewer, & Atkin, 1992; J. A. Davis & Brewer, 1993; Helgerud, Engen, Wisloff, & Hoff, 2001; Dellal et al., 2012)

La FC es generalmente empleado como un válido indicador de la carga fisiológica que jugadores profesionales soportan durante entrenamiento y competición (Bangsbo, Mohr, & Krusturup, 2006b; Bangsbo, 1994c; Ekblom, 1986; Hoff et al., 2002) porque comparado con otras indicaciones de ejercicio intenso la FC es fácil de monitorizar, es relativamente barato y puede ser utilizado en muchas situaciones, aunque puede estar influido por otros factores tales como la deshidratación, hipertermia y estrés mental (Achten & Jeukendrup, 2003a; Bangsbo et al., 2006b).

La FC es un indicador considerado adecuado para la estimación indirecta de la producción de energía aeróbica en fútbol (Bangsbo et al., 2006b), pero conllevaría limitaciones como indicador de la producción de energía anaeróbica y ejercicios de velocidad y potencia (Laukkanen & Virtanen, 1998; Casamichana, San Román-Quintana, Calleja-González, & Castellano, 2013).

Varios estudios han demostrado que tanto la FC como el consumo de oxígeno (VO_2) son indicadores válidos para medir la intensidad del ejercicio en el fútbol (Brito et al., 2012; Dellal, Hill-Haas, Lago-Penas, & Chamari, 2011; Febré et al., 2015).

Ciertamente la FC es el más común indicador utilizado objetivamente para monitorizar la intensidad del entrenamiento en algunos deportes (Achten & Jeukendrup, 2003a), y varios estudios han demostrado que la FC es un válido indicador de la intensidad del ejercicio en fútbol (Drust et al., 2000b; Esposito et al., 2004). Por ejemplo la relación entre FC media y consumo de oxígeno (VO_2) han sido similares en una prueba de esfuerzo en laboratorio en tapiz rodante con un protocolo de un ejercicio específico intermitente tiene valores similares a las demandas de un partido de fútbol- (Drust et al., 2000b). Varios estudios han demostrado que la relación FC- VO_2 establecida en laboratorio es similar a la relación FC- VO_2 medido a diferentes intensidades durante ejercicios específicos de fútbol (5 vs. 5- juegos reducidos) (Castagna, Belardinelli, & Abt, 2004; Esposito et al., 2004; Hoff et al., 2002).

Colectivamente las conclusiones indican que la FC es una válida medida de la intensidad del ejercicio en fútbol (Hill-Haas, Dawson, Impellizzeri, & Coutts, 2011).

La FC representa la herramienta más fiable para estimar de forma indirecta la energía aeróbica producida en fútbol, pero no para valorar la producción de energía anaeróbica, ejercicios de velocidad y ejercicios de fuerza (ALEXANDRE et al., 2012).

5.3.2. Validez del sistema Suunto.

El sistema Suunto es adecuado en un equipo para la evaluación de la condición física y determinar la evolución del jugador de las valoraciones realizadas en pretemporada, temporada y período transitorio (Montgomery et al., 2009).

Cambios sustanciales en VO_2 max han sido observados durante estas fases de entrenamiento en varios deportes de equipo (Atkinson, Davison, & Nevill, 2005; Gabbett, 2005; Gorostiaga, Granados, Ibanez, Gonzalez-Badillo, & Izquierdo, 2006; Hakkinen & Sinnemaki, 1991; Koutedakis, 1995).

El sistema tiene utilidad en la evaluación de respuestas fisiológicas y clasificando las sesiones de entrenamiento por demandas energéticas. La fiabilidad se puede considerar como aceptable pues nos permite a los profesionales comparar ejercicios de entrenamiento o sesiones que tienen las mismas características y duración, para ver las diferencias en intensidad y demandas fisiológicas.

A nivel práctico el sistema Suunto tiene utilidad en la evaluación de la capacidad aeróbica mediante test de campo y en la valoración de las demandas energéticas de sesiones de entrenamiento y competición. Así mismo, los profesionales pueden estar seguros de la precisión entre sesiones (Montgomery et al., 2009).

5.3.2.1. Utilización de Suunto Team Pod.

El sistema Suunto Team Pod permite a los entrenadores recibir datos de frecuencia cardíaca (FC) de forma inalámbrica de las cintas de FC de los deportistas del equipo y consultar estos datos en una pantalla de PC a una distancia de hasta 100 metros. Debe posicionarse de forma

que la antena quede situada en paralelo con la zona que se desea monitorizar.

En la figura (30) se muestran los factores que pueden afectar a la recepción desde las correas de FC y con ello a la exactitud del registro de la FC.

- Deportista número 1: Orientado en el sentido contrario al Suunto Team Pod.
- Deportista número 2: Situado directamente delante de la antena.
- Deportista número 3: Situado fuera del alcance de recepción.

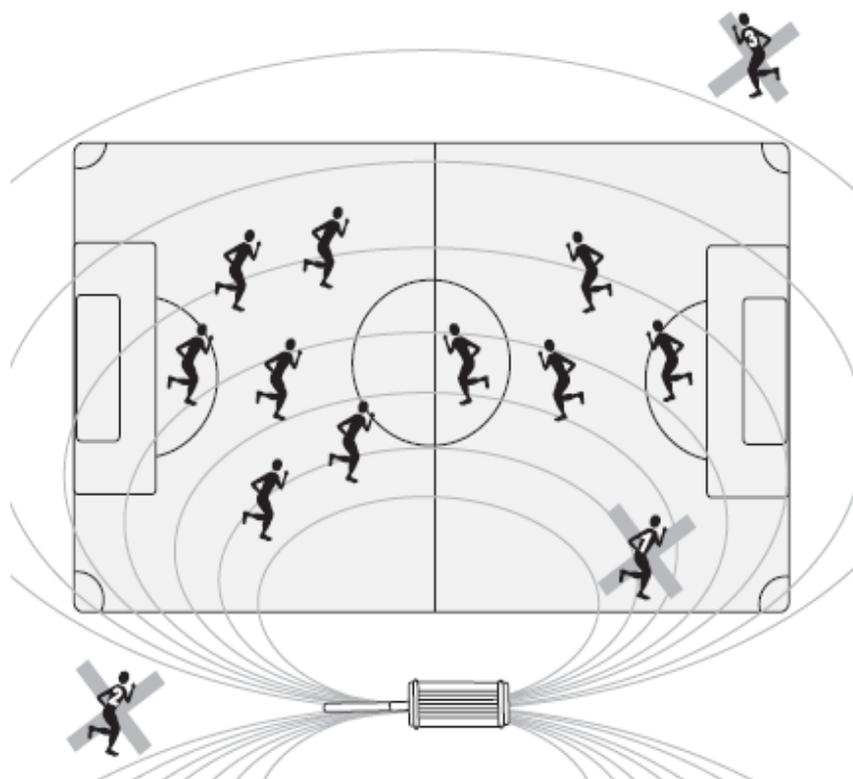


Figura 30. Factores que afectan a la recepción señal FC (Suunto®)

5.3.3. Efecto de la deriva cardiaca en la FC.

La FC ante una carga constante de moderada intensidad que comienza a incrementarse pasados los primeros 10 min como consecuencia de un descenso progresivo del Volumen Sistólico (aumentando el Q por $\text{min-Q} = \text{FC} \times \text{VS}$) (Wingo, Ganio, & Cureton, 2012).

Esta deriva cardiaca es especialmente patente cuando se realizan esfuerzos de media o larga duración en ambiente caluroso (30-35°), principalmente relacionado con el nivel de deshidratación y la temperatura interna.

Hay que tener en cuenta este fenómeno cuando la actividad física a realizar sea de larga duración, pues en un ejercicio constante sin hidratación durante una hora, la FC puede elevarse hasta un 11% (de 135 a 150 ppm). Aumentos de un 15% de la FC del minuto 5 al 60 de ejercicio pueden darse bajo condiciones de calor acusado (Wingo et al., 2012).

Los mecanismos que provocan la deriva cardiaca son:

- El aumento del flujo sanguíneo a la piel para eliminar calor por sudoración produce a su vez que exista dificultad añadida en el retorno venoso, y por ende que el volumen sistólico se reduzca.
- Un aumento inicial de la FC provocaría a su vez que el Volumen de Eyección se redujese y por lo tanto el VS.

El descenso del VS, genera la deriva de la FC para mantener el Q a una intensidad submáxima, pero a su vez produce un descenso del VO_2 max ya que la FC max es invariable.

La deriva cardiaca produce un aumento de la FC y una disminución del VO_2 max, pero no modifica el VO_2 a una determinada carga.

Wingo, Ganio, & Cureton (2012) citado por Pallarés (2014) diseñaron un esquema para describir las interrelaciones entre mediadores de drift cardiovascular la y disminución del VO_2 max en el tiempo durante un ejercicio submáximo prolongado con incidencia en la prescripción del ejercicio (figura xx).

La disminución del VO_2 max junto a drift cardiovascular y al VO_2 submáximo mantenido en el tiempo suponen un aumento del % VO_2 res en el tiempo.

Esto sostiene que el uso de la FC como un marcador de cambio en la intensidad metabólica relativa durante el ejercicio prolongado en condiciones de calor y que la frecuencia cardiaca se eleva progresivamente en el tiempo junto a drift cardiovascular.

La deriva cardiaca no modifica la relación entre el VO_2 res y el % FC res.

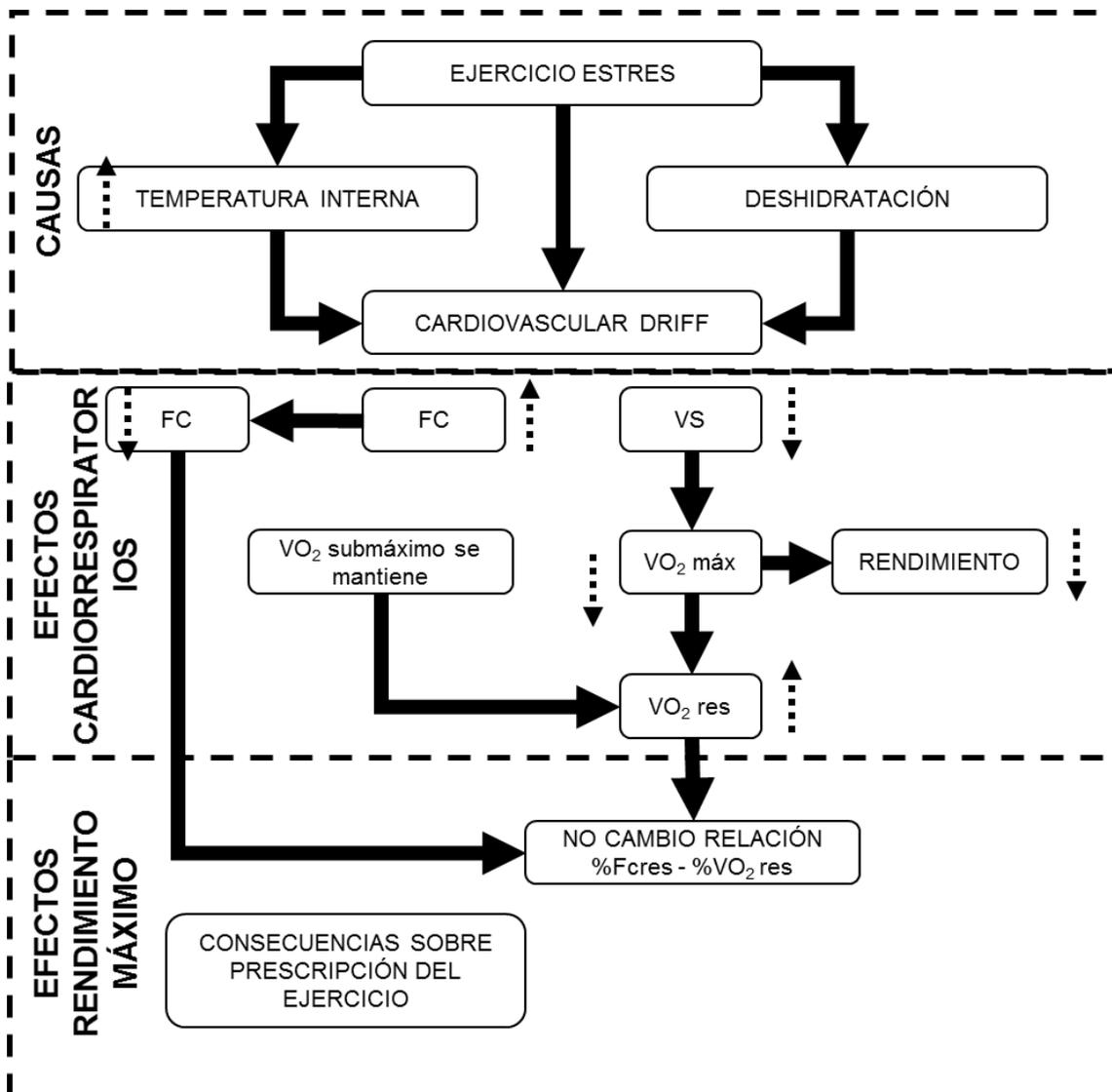


Figura 31. Esquema explicativo Drift Cardiovascular.

CAPÍTULO 6

RESULTADOS, DISCUSIÓN, CONCLUSIONES, LIMITACIONES.

6.1. RESULTADOS

Hemos llevado a cabo un análisis estadístico para estudiar la similitud entre las tareas diseñadas en el entrenamiento y la competición. En cada una de los ejercicios, y dada una unidad de tiempo (s) se ha medido el porcentaje de tiempo que pasa el sujeto en cada una de las seis zonas de entrenamiento, y también se han medido dichos tiempos en el partido de competición. Cada observación, por tanto, ha conestado de seis pares de datos, correspondientes al porcentaje de tiempo que ha pasado el sujeto en la correspondiente zona de entrenamiento, tanto en la tarea de entrenamiento como en el partido. Las observaciones se han agrupado respondiendo a diferentes criterios que se detallan más abajo.

Para cada una de las agrupaciones seleccionadas, se han llevado a cabo tests de signos y tests de rango con signo de Wilcoxon para determinar si existen, en cada caso, diferencias significativas entre los datos de entrenamiento y los datos de partido. En el cuadro anexo presentamos nuestros resultados para el nivel de significación 0,05, como es usual, pero los cálculos también han sido realizados para niveles 0,01, 0,1, y 0,25, quedando a disposición de lector en caso de ser requeridos. A este nivel, consideramos que existe una diferencia significativa entre entrenamiento y partido cuando se rechaza la hipótesis de igualdad en alguno de los dos contrastes; en caso contrario diremos, abusando un poco del lenguaje, que se produce aceptación.

Es interesante destacar que se han realizado estos contrastes no paramétricos porque no se daba el supuesto necesario de normalidad para utilizar el clásico t-test para muestras pareadas. Por ello mismo, en sustitución del clásico intervalo de confianza para la diferencia de medias, proponemos una medida descriptiva que permite estimar el tamaño de las diferencias entre los valores correspondientes a cada zona cardiaca. Más concretamente, dada una agrupación, si $t_1...t_n$ son porcentajes de tiempo en entrenamiento para cada zona de FC, y $s_1...s_n$ los correspondientes porcentajes en partido, el estadístico D que definimos es $(|t_1-s_1|+...+|t_n-s_n|)/n$. El tamaño de este estadístico es por tanto la diferencia media, para la agrupación dada, entre los porcentajes en cada una de las seis zonas en partido y entrenamiento, y proporciona información adicional de tipo cuantitativo (que no ofrecen los contrastes) sobre la diferencia entre ambos.

Tabla 36. Resultados de significatividad, % de aceptación por línea-individuo-puesto específico-tarea y diferencias en los ejercicios.

Ejercicio	Nº obs.	Test Wilcoxon p-valor	Test signos p-valor	Acep. 1	Acep.2	Acep. 3	Acep. 4	Estadístico D
1	15	0,569	0,098	100	100	100	100	3,59
2	323	0,98	0,593	100	83,33	66,67	100	4,53
3	50	0,908	0,266	100	100	100	100	5,17
4	201	0	0	0	0	0	0	17,23
5	138	0	0	0	0	16,67	0	13,8
6	61	0	0	0	16,67	53,33	0	14,43
7	237	0	0	0	0	13,33	4,76	15,1
8	567	0	0	0	0	20	36	12,59
9	62	0,127	0,015	66,67	100	93,33	100	8,32
10	347	0	0	0	0	0	0	16,58
11	55	0,707	0,342	100	100	93,33	91,67	5,33
12	176	0	0	0	16,67	46,67	41,18	12,01
13	52	0	0	0	33,33	86,67	25	11,96
14	150	0,04	0	66,67	83,33	66,67	100	8,51
15	44	0,444	0,133	100	100	100	100	7,1
16	35	0,383	0,065	100	100	100	100	4,35
17	131	0,469	0,028	66,67	83,33	86,67	100	3,9
18	63	0,392	0,295	100	100	100	100	6,12
19	217	0,615	0,308	66,67	100	66,67	100	4,68
20	199	0,804	0,174	100	100	86,67	100	4,88
21	180	0,258	0,019	100	83,33	93,33	100	4,65
22	349	0	0	0	0	20	39,02	13,66
23	378	0	0	0	16,67	20	10,81	14,46
24	18	0,458	0,032	100	100	100	50	3,5
25	122	0,378	0,275	66,67	83,33	93,33	100	6,11
26	39	0,198	0,037	66,67	100	100	100	5,77
27	152	0,01	0	33,33	50	73,33	71,43	9,1
28	61	0,458	0,49	100	100	93,33	100	6,14
29	122	0,116	0,044	100	80	85,71	100	6,95
30	47	0,055	0,01	66,67	100	100	75	9,53
31	68	0,446	0,393	100	100	93,33	100	6,01
32	232	0	0	33,33	50	73,33	80,95	9,09
33	124	0,262	0,205	100	100	86,67	100	6,13
34	33	0,03	0	0	33,33	63,64	62,5	13,14
Total	5048							

Acep=% de aceptación simultánea de los dos tests al 0,05 de significación; D= Diferencia media entre % 6 zonas partido y entrenamiento; Obs=Número de observaciones en cada ejercicio; 1=Agrupación por línea; 2=Agrupación por individuo; 3=Agrupación por puesto específico; 4=Agrupación por tarea.

Antes de entrar a analizar la información pormenorizadamente, comenzamos con algunos datos globales. Se han llevado a cabo 5048 observaciones. El análisis se ha realizado sobre un total de 34 ejercicios diferentes, distribuidos en cuatro familias (ejercicios competitivos, ejercicios de preparación, ejercicios específicos y ejercicios específicos de preparación general). Para el nivel 0,05 de significación utilizado, no hay

diferencia entre entrenamiento y partido para 19 de las tareas según el test de Wilcoxon y para 13 en el test de signos, que se ha mostrado más restrictivo durante todo el experimento. Es remarcable que si rebajamos el nivel de significación a 0,01, el número se eleva a 22 tareas para Wilcoxon y a 19 para signos. En los sectores representados en las figuras observamos las diferencias entre un nivel de significación y otro. Por otra parte, hay que destacar que más del 60 por ciento de las tareas que no dan diferencia al 0,05 tampoco la dan al 0,25, ni en Wilcoxon ni en signos. Esto muestra que, al menos a nivel global, se puede decidir si las tareas de entrenamiento reproducen bien o no las de partido con una garantía de seguridad bastante alta. Este fenómeno se repetirá al analizar los datos con más precisión. También hay que tener en cuenta que aunque esta primera aproximación es meramente indicativa y en general poco precisa, en general correlaciona adecuadamente (salvo unos pocos casos correspondientes sobre todo al test de signos) con los datos más precisos que se obtienen teniendo en cuenta el tipo de ejercicio y la agrupación.

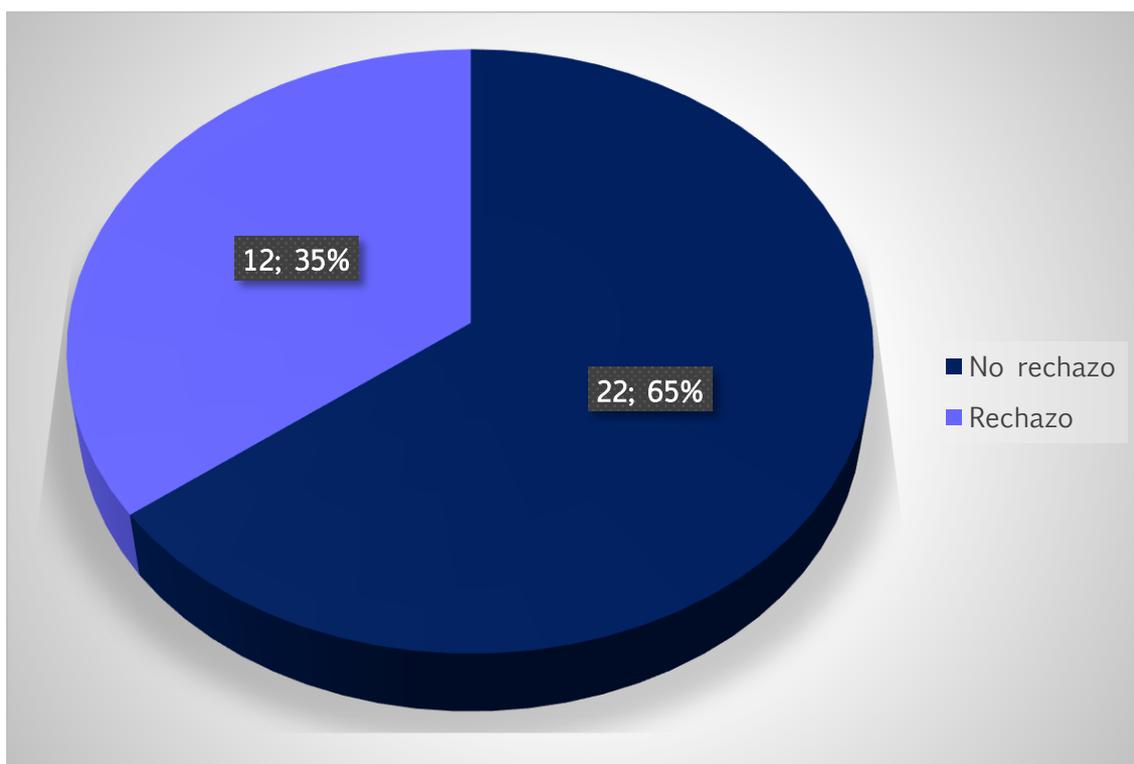


Figura 32. Resultados totales ejercicios test Wilcoxon con nivel significación $p < 0,01$.

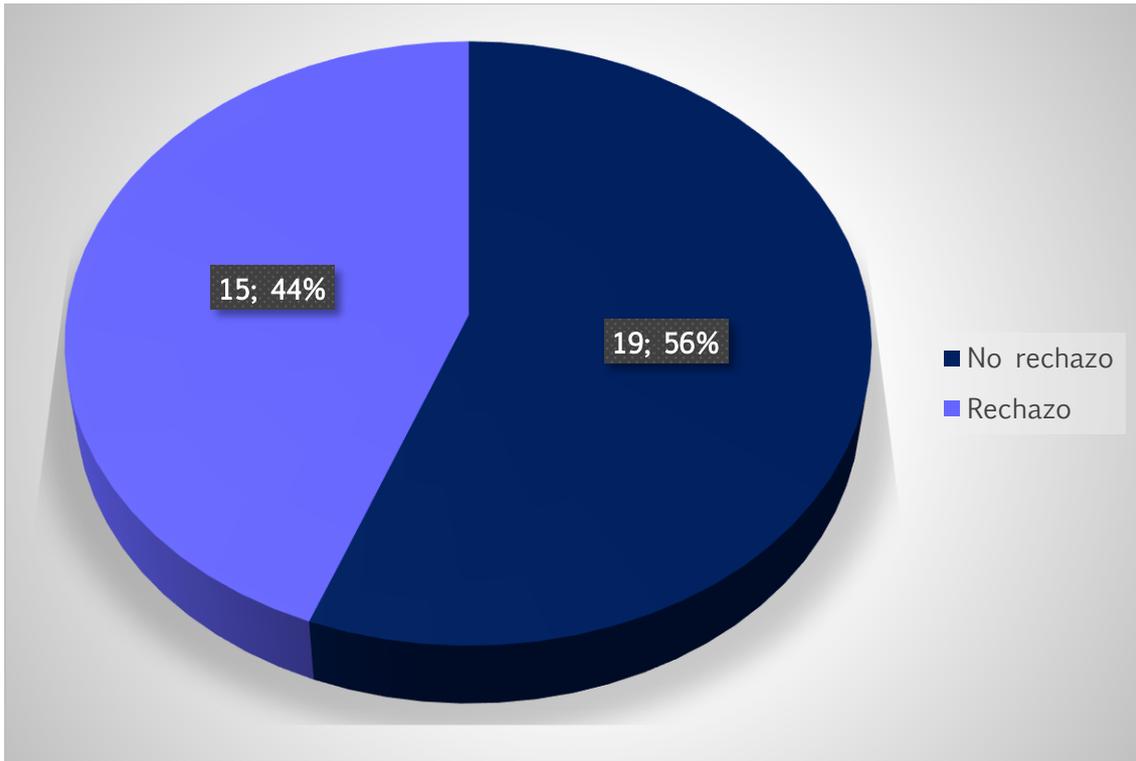


Figura 33. Resultados totales ejercicios test Wilcoxon con nivel significación p 0,05.

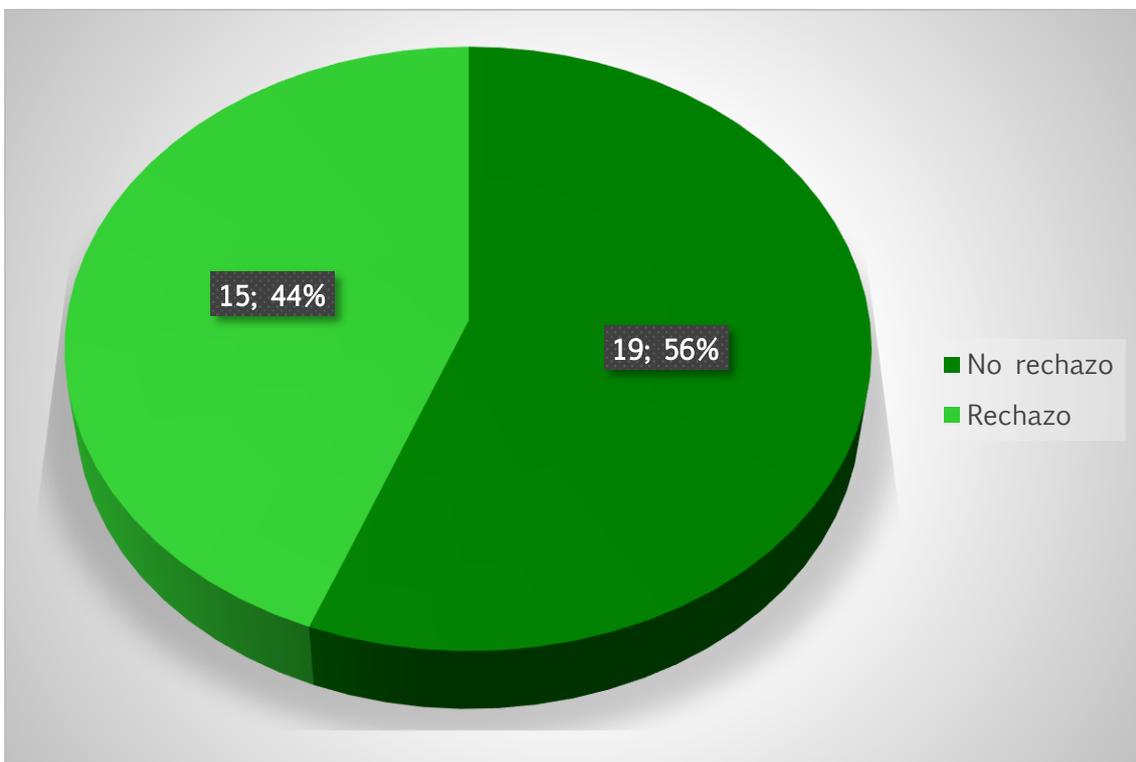


Figura 34. Resultados totales ejercicios test signos con nivel significación p 0,01.

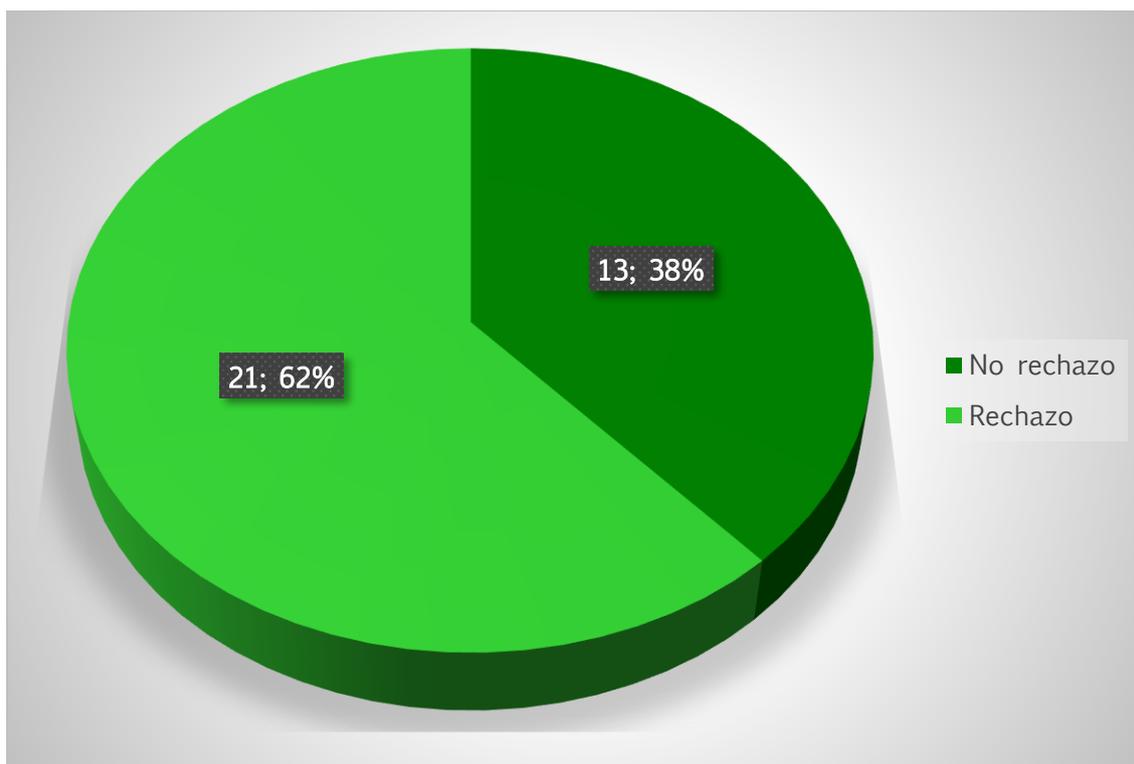


Figura 35. Resultados totales ejercicios test signos con nivel significación p 0,05.

También es interesante observar cómo casi el 70% de las agrupaciones, como se ve en la figura anexa, presenta un estadístico D menor que 10, lo cual también es un indicio de correlación general entre valores de entrenamiento y partido. En particular, todos los valores para los cuales se acepta Wilcoxon y/o signos al 0,05 de significación se encuentran en esta situación. Por otro lado, es destacable que en algunas agrupaciones en que el test de Wilcoxon no sugiere rechazo pero el test de signos sí lo hace, un estadístico D menor que 5 puede interpretarse como evidencia adicional a favor de la correlación entre entrenamiento y partido. Este es el caso de las agrupaciones 17, 21 y 24.

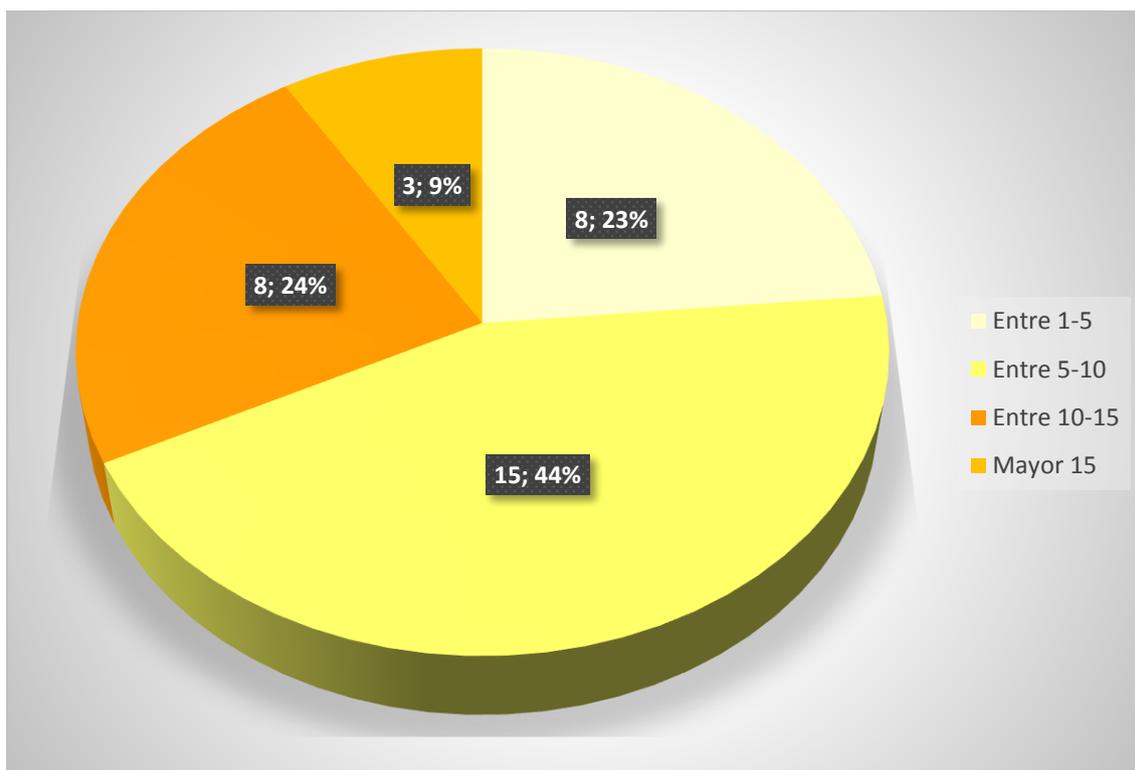


Figura 36. Valores totales en rangos (5) estadístico D por ejercicio.

Según el análisis cualitativo inicial, en particular, podemos afirmar que el modelo funciona razonablemente bien, en general, para los ejercicios competitivos, los ejercicios específicos para potenciar las misiones tácticas de los jugadores y los ejercicios de conservación (que poseen en particular bastante variedad, ya que se engloban en ellos siete tareas); por contra, el modelo presenta deficiencias para reflejar el comportamiento de partido en los casos de ejercicios de preparación, algunos ejercicios específicos de finalización y algunos ejercicios de recepción, pase y conducción.

Pasamos ya a describir el efecto del modelo en las diferentes familias de ejercicios. Hay que señalar que para cada una de las tareas, se han agrupado las observaciones siguiendo cuatro criterios diferentes: por línea, por individuo, por puesto específico y por tarea. Con el criterio visto más arriba de los dos contrastes y significación 0,05, los cuatro sistemas de agrupación respaldan el peso del sistema de entrenamiento en más de la mitad de los casos (ver cuadro), que se elevan en el caso de agrupaciones por puesto específico a casi el 70% de los casos como se observa en la figura anexa.

Tabla 37. Resultados en % de aceptación por línea-individuo-puesto específico-tarea en categorías de ejercicios.

Agrupación/Tipo de ejercicio	Ejercicios competitivos (aceptación)	Ejercicios de preparación general (aceptación)	Ejercicios específicos (aceptación)	Ejercicios específicos de preparación general (aceptación)	General ^a
Por línea	100	25	57,78	58,97	56,8
Por individuo	91,67	26,09	66,67	68,49	64,1
Por puesto específico	79,17	38,98	70,22	77,13	69,57
Por tarea	100	11,9	62,36	59,43	58,68
Nº observaciones	338	450	2515	1745	5048

a: Aceptaciones asociadas a los contrastes para cada cuando se tienen en cuenta para cada tipo de agrupación los datos de los ejercicios.

Aceptación=% de aceptación simultánea de los dos tests al 0,05 de significación; Obs=Número de observaciones en cada agrupación.

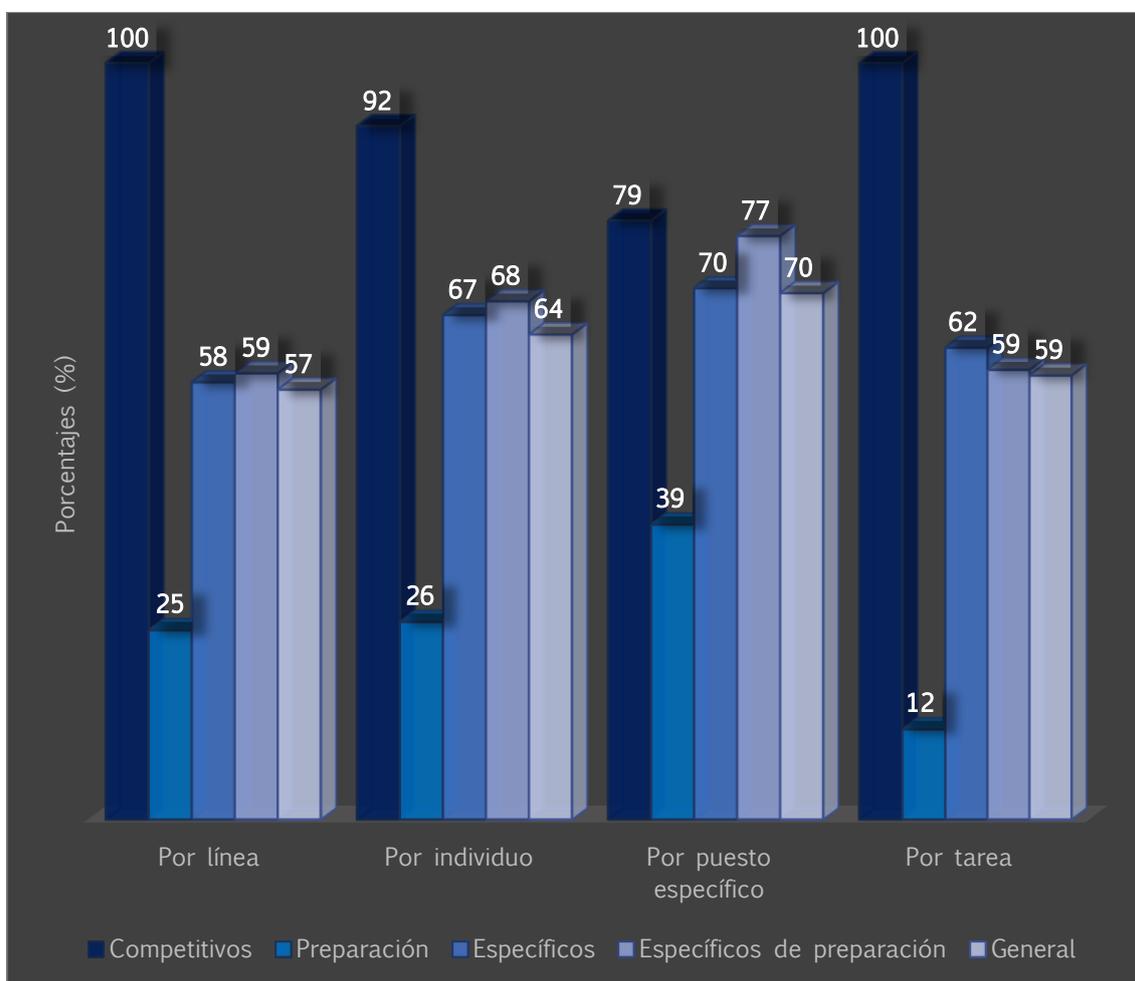


Figura 37. Análisis % aceptación entre agrupaciones y ejercicios.

6.1.1. Ejercicios competitivos

La propia naturaleza de este tipo de ejercicios, tanto competitivos como competitivos en condiciones adaptadas, dan lugar a que en este caso se reproduzca de forma muy fiel la situación de partido, con porcentaje de aceptación muy elevados para los cuatro tipos de agrupación considerada (100% en dos de los casos). De hecho, si hacemos aumentar el nivel de significación hasta 0,25, el porcentaje se mantiene en casi un 70%, lo cual habla de la robustez de nuestra conclusión en este caso. Asimismo, puede destacarse que en ambas tareas el valor del estadístico D se halla por debajo de 5.

Análisis descriptivo

El ejercicio 1 se desarrolló en situación real de juego tanto en las variables descriptivas de las relaciones con los jugadores y el espacio y tiempo, como en la relación de los jugadores en el espacio. Se realizó 72 horas antes de la competición.

Las actividades correspondientes al ejercicio 2 tuvieron las siguientes características:

- En referencia a las variables descriptivas de las relaciones en el tiempo fueron normalmente realizadas en la parte media y final de la sesión, generalmente en sesiones de 72 y 24 horas (h) antes de la competición, de una duración media de 716 s, con ciclos infinitos de juego e intermotricidad completa.
- En relación a las variables descriptivas de las relaciones con los jugadores las actividades se ejecutaron con una cantidad de jugadores entre 14-17 y 18 a 22, con portero (2) y en igualdad numérica en la mayoría de los casos.
- Teniendo en cuenta las variables descriptivas de las relaciones con el espacio, las actividades se desarrollaron en un espacio de uso libre, Ell entre 71-129 m², porterías reglamentarias y con ratio ancho-largo entre 0,63-0,9.
- Respecto a las variables descriptivas de las relaciones de los jugadores en el espacio los jugadores se dispusieron en un sistema, con 3 líneas de juego y cada jugador en su puesto específico de competición.

6.1.2. Ejercicios de preparación general

Como ha quedado dicho más arriba, este tipo de ejercicios son los que presentan mayor diferencia entre entrenamiento y competición. De los cuatro tipos de ejercicios realizados en esta categoría, únicamente la prueba de resistencia produce aceptaciones en las cuatro agrupaciones, que además se mantienen a un nivel de significación de 0,25. Entre los restantes, sólo se obtiene aprecia una cierta correlación entre entrenamiento y partido en la agrupación por puesto específico en ejercicio de recuperación. Además, la falta de relación entre entrenamiento y partido para estos ejercicios también es puesta de manifiesto por los contrastes de modo robusto, pues nueve de las agrupaciones arrojan un 100% de rechazos a la hipótesis de igualdad, y en siete de ellas se mantiene dicho porcentaje incluso a un nivel de significación de 0,01. El análisis por tipo de agrupación muestra un porcentaje de rechazo algo menor en los ejercicios por puesto específico que en los demás, pero en cualquier caso la conclusión es que estos ejercicios no reflejan las características de partido. Es destacable aquí que sólo uno de los cuatro ejercicios presenta un estadístico D menor que 10, un dato que refuerza la idea de falta de correlación.

Este tipo de ejercicios por su naturaleza y objetivos no son válidos para cuantificarlos a través de la FC, por lo que tendríamos que utilizar otros métodos de control para ejercicios de estas características.

Análisis descriptivo

Las actividades correspondientes a los ejercicios 3, 4, 5 y 6 tuvieron las siguientes características:

- Fueron normalmente realizadas en la parte media y final de la sesión, generalmente en sesiones de 24 h después de la competición y 96 h antes, con una duración media de 750, 2258, 834 y 825 s respectivamente y en comotricidad.
- Respecto a las variables descriptivas de las relaciones con el espacio, de los jugadores y de las relaciones de los jugadores en el espacio no se extraen datos relevantes.

Observamos las diferencias marcadas desde lo general a lo más específico en la figura, donde se representan dos límites opuestos.

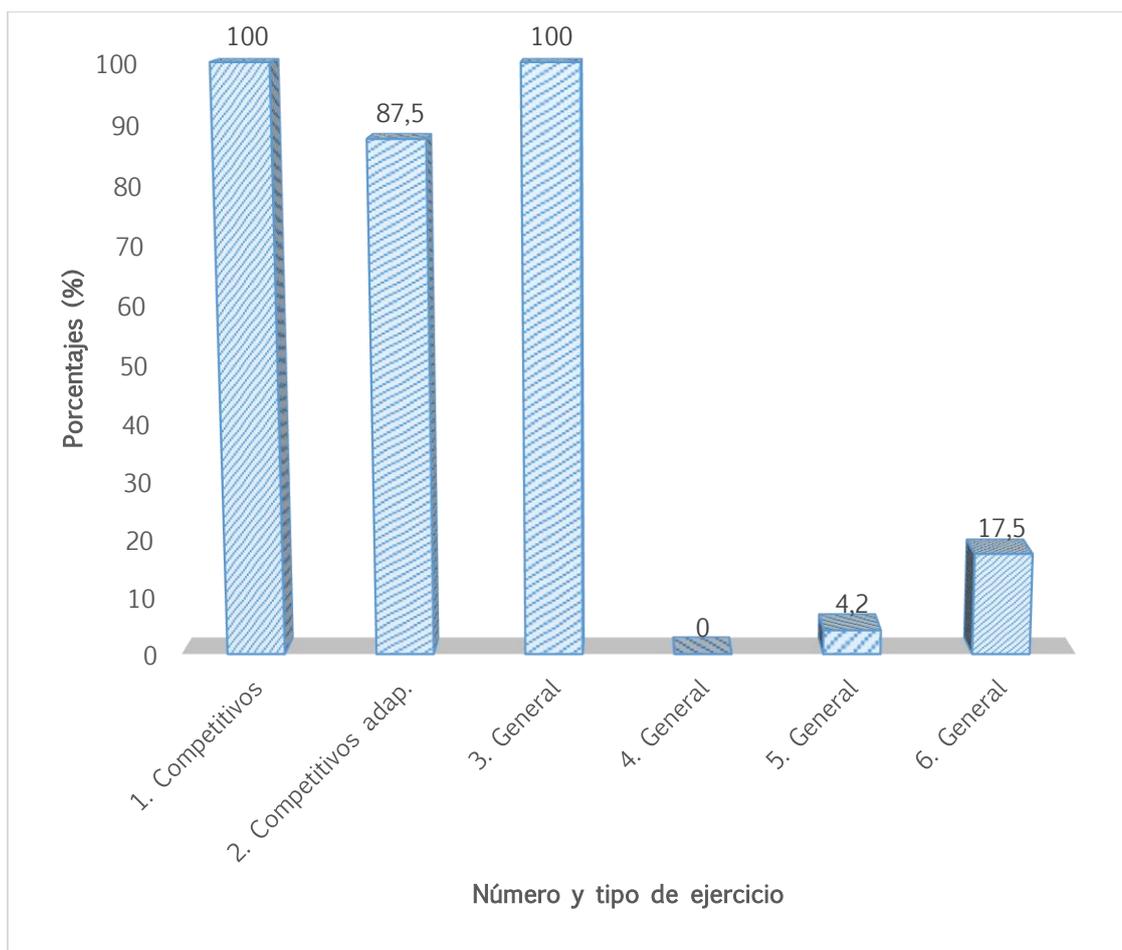


Figura 38. Análisis % aceptación en ejercicios competitivos y de preparación general.

6.1.3. Ejercicios específicos

Este tipo de ejercicios es bastante más amplia que las anteriores, y se divide en seis categorías. En la figura representada en columnas se representa la diferencia en cada categoría de ejercicios.

Los dos ejercicios de circulaciones tácticas y desarrollo de esquemas tácticos apenas muestran correlación entre los valores de entrenamiento y de partido, siendo esta disparidad especialmente acusada en el segundo caso (100% de rechazos y un valor de 16,58 en el estadístico E).

Análisis descriptivo

Las actividades correspondientes a los ejercicios 7 y 10 tuvieron las siguientes características:

- Fueron normalmente realizadas en la parte media y final de la sesión, mayormente en sesiones de 48 y 24 h antes de la competición, de una duración media de 1175 y 771 s, con 1 ciclo de juego e intermotricidad alterna.
- Se ejecutaron con una cantidad de jugadores entre 6-13, con portero (1) y en superioridad numérica.
- Las actividades se desarrollaron en un espacio de uso libre, Ell entre 402-724 m² y 201-259 m², con una portería reglamentaria y con un ratio ancho-largo entre 0,66-0,96 y 1,98-2,30 respectivamente.
- Los jugadores se dispusieron en un sistema, con 3 líneas de juego y cada jugador en su puesto específico de competición en el primer ejercicio y en el segundo en una situación aislada de juego con una función específica.

Por el contrario, los ejercicios de potenciación de misiones tácticas, y que engloban a un total de siete tareas, muestran porcentajes de aceptación siempre superiores al 60% y frecuentemente por encima del 80; en particular, los ejercicios de juego reducido con 2-3 jugadores y 5 jugadores en superioridad numérica ofrecen porcentajes de aceptación del 100% en las cuatro agrupaciones posibles, y estos porcentajes se mantienen en muchos de los casos a niveles aún mayores de significación.

Las actividades correspondientes a los ejercicios 15, 16 y 17 tuvieron las siguientes características:

- Fueron normalmente realizadas en la parte media y final de la sesión, generalmente en sesiones de 96 h antes de la competición y 24 h después (para compensar carga de trabajo en jugadores no han participado en competición), con una duración media de 983, 1164 y 783 s, respectivamente con ciclos infinitos de juego e intermotricidad completa.
- En relación a las variables descriptivas de las relaciones con los jugadores las actividades se ejecutaron con una cantidad de jugadores entre 6 a 13 y 14 a 17 (ejercicio 15), con porteros (2) y en superioridad e igualdad numérica (16 y 17).
- Las actividades se desarrollaron en un espacio de uso libre, Ell entre 108-125, m², porterías reglamentarias y con ratio ancho-largo entre 0,75-1,0.
- Respecto a las variables descriptivas de las relaciones de los jugadores en el espacio los jugadores se dispusieron en puestos libres.

- Además, entre estos juegos reducidos que poseen un interés especial, hay que destacar que los mayores niveles de aceptación aparecen en el caso de 94-113 m² que en 67-86 y 115-130 m².

La categoría de ejercicios de finalización también muestra buena correlación entrenamiento-partido, excepto en el caso de espacio reducido y baja complejidad, en el que desciende la cota de aceptaciones por debajo del 50 por ciento, y el estadístico E se eleva sensiblemente.

Las actividades correspondientes a los ejercicios 11, 12, 13 y 14 tuvieron las siguientes características:

- Fueron normalmente realizadas en la parte media y final de la sesión, generalmente en sesiones de 72 y 24 h antes de la competición y 24 h después (para compensar carga de trabajo en jugadores no han participado en competición- ejercicio 11), con una duración media de 823, 459, 578 y 600 s, respectivamente con sin ciclos de juego (11, 12) y 2 ciclos (13, 14) e intermotricidad alterna.
- En relación a las variables descriptivas de las relaciones con los jugadores las actividades se ejecutaron con una cantidad de jugadores entre 3 a 5 y 6 a 13, con porteros, sin oposición y en igualdad y superioridad numérica (13 y 14).
- Las actividades se desarrollaron en un espacio de uso libre, EII entre 200-300, m², porterías reglamentarias y con ratio ancho-largo de 0,67 para el primero y entre 1,0-1,25 para los tres siguientes.

Finalmente, los dos ejercicios ejecutados por sectores dan lugar a resultados muy diferentes, observándose correlación en el caso de oleadas pero no en el caso táctico. El análisis por tipo de agrupación resulta bastante estable, con tasas de aceptación que varían entre el 70% del puesto específico y el 62% del análisis por línea. Los datos muestran que, para esta categoría de ejercicios la correlación depende mucho más del tipo de ejercicio concreto que de la manera en que estos se agrupen.

Las actividades correspondientes a los ejercicios 8 y 9 tuvieron las siguientes características:

- Fueron normalmente realizadas en la parte media y final de la sesión, generalmente en sesiones de 96-72-24 h antes de la competición, con una duración media de 870 y 750 s,

respectivamente con ciclos limitados (2-3 el primero y 3-4 el segundo) e intermotricidad completa.

- En relación a las variables descriptivas de las relaciones con los jugadores las actividades se ejecutaron con una cantidad de jugadores entre 6 a 13, 14 a 17 y 18 a 22, con portero (1, 2) y en superioridad e igualdad numérica.
- Las actividades se desarrollaron en un espacio de uso libre, Ell entre 200-125 y entre 202-371 m², porterías reglamentarias y combinadas y con un ratio ancho-largo entre 0,67-1,35 y 0,9-1,0 respectivamente.
- Respecto a las variables descriptivas de las relaciones de los jugadores en el espacio los jugadores se dispusieron en un sistema, en 1-2-3 líneas de juego y cada jugador en su puesto específico de competición.

En la siguiente figura observamos las diferencias entre las distintas agrupaciones de ejercicios específicos destacando en su relación con la competición los ejercicios para potenciar las misiones tácticas.

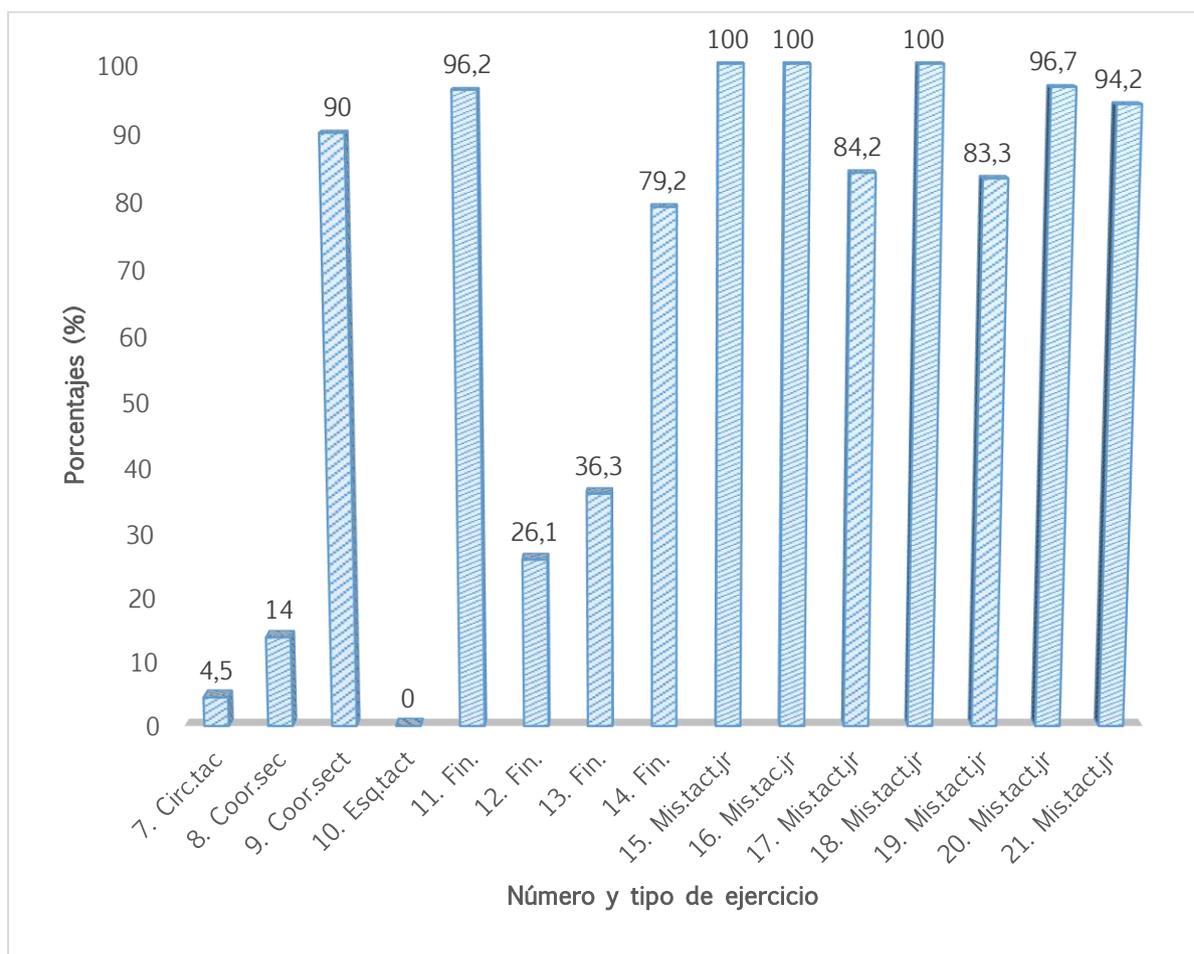


Figura 39. Análisis % aceptación en ejercicios específicos.

6.1.4. Ejercicios específicos de preparación general

Esta categoría de ejercicios consta principalmente de ejercicios de conservación, para los cuales se han realizado hasta diez tareas. En todos ellos se alcanzan niveles de correlación entrenamiento-partido muy destacables, con muchas tareas obteniendo un 100% de aceptación, y un estadístico E siempre acotado por 10. Del estudio puede deducirse que tanto en los tres tipos de entrenamiento de conservación, como en espacios separados y método de juego el modelo reproduce casi a la perfección las situaciones de partido.

Únicamente se aprecia un descenso en la correlación en los ejercicios de espacios separados, en el que uno de los porcentajes de aceptación desde al 33% y el máximo no supera el 75%, y otro con la misma estructura que el anterior y en un espacio reducido 30-50 m², donde se produce una situación similar (aunque se llega al 80% en el caso de tareas).

Análisis descriptivo

Las actividades correspondientes a los ejercicios 24, 25 y 30 tuvieron las siguientes características:

- Fueron normalmente realizadas en parte la inicial y media de la sesión, 96 o 72 h antes de la competición, con una duración media de 897, 990 y 653 s, respectivamente con ciclos ilimitados de juego e intermotricidad completa.
- En relación a las variables descriptivas de las relaciones con los jugadores las actividades se ejecutaron con una cantidad de jugadores entre 14 a 17 y 18 a 22, sin y con un portero (30), en igualdad y superioridad numérica (25). Las actividades se desarrollaron en un espacio de uso libre, con un EII entre 103-175, 70-86 y 243-263 m² respectivamente, porterías reglamentarias y no reglamentarias, y con ratio ancho-largo de 1-2, 0,23-0,30 y 0,79-0,86 respectivamente.
- Respecto a las variables descriptivas de las relaciones de los jugadores en el espacio los jugadores se dispusieron en puestos libres (25) y en su puesto específico en 1-2-3 líneas cada jugador en su puesto específico de competición.

En el análisis por tipo de agrupación, a diferencia de lo que ocurre en los ejercicios específicos, sí que existe una diferencia apreciable entre

las diferentes clases: mientras que las agrupaciones por puesto muestran una tasa de aceptación global superior al 77%, las agrupaciones por individuo apenas llegan al 60%, por ejemplo. Este fenómeno es transversal a muchos de los ejercicios de la categoría, como puede verse por ejemplo en los ejercicios de conservación con Ell grande y uso libre con porterías no reglamentarias, ejercicio de conservación con Ell reducido y uso libre con superioridad numérica o ejercicio de conservación Ell reducido y espacios separados, en los que la agrupación por línea muestra una correlación bastante inferior al resto de agrupaciones. En cualquier caso, se puede establecer que el modelo funciona adecuadamente con los modelos de ejercicios de conservación, que como se ha dicho, componen la parte principal de los ejercicios específicos de preparación general.

Las actividades correspondientes a los ejercicios en espacios separados con reducido Ell (27, 29) tuvieron las siguientes características:

- Fueron normalmente realizadas en la parte inicial y media de la sesión, generalmente en sesiones de 96-72-48 h antes de la competición, con una duración media de 551-733 s, respectivamente con ciclos ilimitados de juego e intermotricidad completa.
- Las actividades se ejecutaron con una cantidad de jugadores entre 6 a 13 y 14 a 17, sin porteros y en superioridad numérica.
- Las actividades se desarrollaron en un espacio de uso libre, Ell entre 30-50 m², sin diana y con un ratio ancho-largo entre 0,5-0,6 y 1,5 respectivamente.
- Los jugadores se dispusieron en puestos libres el primer tipo de ejercicio y en 2 líneas en el segundo.

Las actividades correspondientes a los ejercicios en espacio separados con medio Ell (28 y 31) tuvieron las siguientes características:

- Fueron normalmente realizadas en la parte inicial y media de la sesión, generalmente en sesiones de 96-72 h antes de la competición, con una duración media de 840 s, respectivamente con ciclos ilimitados de juego (4-6) e intermotricidad completa.
- Las actividades se ejecutaron con una cantidad de jugadores entre 14 a 17 sin porteros y en igualdad y superioridad numérica.
- Las actividades se desarrollaron en un espacio de uso libre, Ell entre 80-90 m², sin diana y con un ratio ancho-largo entre 0,5-0,6.
- Los jugadores se dispusieron en un sistema, en 3 líneas y cada jugador en su puesto específico de competición.

Las otras dos tipos que se analizan, que son algo residuales en el sentido de que sólo engloban tres ejercicios entre las tres (dos para ejercicios de recepción-pase-conducción más conservación y uno de fútbol-tenis tipo recreativo y lúdico) arrojan porcentajes de aceptación mucho más bajos y valores del estadístico E muy elevados, probablemente porque no están diseñados directamente para imitar la situación de partido.

En la siguiente figura observamos las diferencias entre las distintas agrupaciones de ejercicios específicos de preparación general destacando en su relación con la competición los ejercicios de conservación.



Figura 40. Análisis % aceptación en ejercicios específicos de preparación general.

6.2. DISCUSIÓN.

Pocos estudios han comparado las demandas físicas y fisiológicas entre juegos reducidos y la competición en un mismo grupo de estudio (Casamichana, Castellano, & Castagna, 2012).

En otros deportes colectivos se ha comparado juegos reducidos y competición. (Gabbett, 2008) comparó juegos reducidos con partidos oficiales en jóvenes jugadores de élite de voleibol. Los resultados de su estudio mostraron que los juegos reducidos ofrecen un estímulo de entrenamiento que reproduce las demandas fisiológicas de la competición. El mismo autor (Gabbett, 2010) comparó diferentes formatos de juegos reducidos con partidos oficiales en jugadores profesionales de hockey. Encontró que durante los entrenamientos basados en el juego, fue invertido mayor tiempo en actividad a baja intensidad ($0-1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) y menor tiempo en actividad a intensidad moderada ($1-3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) y alta ($5-7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ y $>7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Este autor concluyó que los juegos reducidos propuestos en el estudio no reflejaron las demandas físicas del juego real y sugiere que las variables de entrenamiento deben manipularse correctamente para simular la competición.

(Allen, Butterly, Welsch, & Wood, 1998) evaluaron las demandas físicas y fisiológicas del juego 5 vs 5 y 11 vs 11 en jóvenes jugadores de fútbol. Los resultados indicaron que las distancias cubiertas fueron similares en los dos tipos de ejercicios (5 vs 5 $11907\pm 1810 \text{ m}$ y 11 vs 11 10230 ± 401). En contraste los jugadores permanecieron más tiempo andando durante el juego de 11 vs 11 (5528 vs. 2990) mientras que el ratio de trabajo de alta y baja-moderada intensidad y los valores de FC fueron mayores durante el juego reducido 5 vs 5, reflejando que el juego 5 vs 5 fue más intenso y puede ser utilizado como un excelente método de entrenamiento.

(Rodrigues et al., 2007) compararon la intensidad fisiológica de la práctica de ejercicios técnico-tácticos y JR de 8 vs 8 con la intensidad obtenida durante la práctica de un partido oficial. Encontraron mayor intensidad fisiológica durante el partido tanto en valores absolutos como relativos ($166\pm 3 \text{ ppm}$ y $84,0\pm 1,3\%$ de la FC_{max}) con respecto a los

ejercicios técnico-tácticos (150 ± 3 y $75,1\pm 1,8$ %FCmax) pero sin diferencias significativas con respecto a los JR de 8 vs 8 (157 ± 5 ppm y $79,0\pm 2,6$ %FCmax).

En los trabajos donde se han estudiado juegos reducidos con un número reducido de jugadores (y por consiguiente, un espacio absoluto de juego también reducido) existen diferencias con respecto a las demandas de la competición, especialmente en lo referente a acciones realizadas a alta velocidad de desplazamiento (5 vs. 5, Allen et al., 1998; 3 vs 3 y 5 vs. 5, Gabbet y Mulvey, 2008), sin observarse tales diferencias cuando los JR son practicados con un mayor número de jugadores 8 vs. 8 (Rodrigues et al., 2007).

(Dellal et al., 2012) no encontró diferencias en % FCres en juegos reducidos 4 vs.4 y ejercicios de entrenamiento 10 vs.10 en porteros. En este estudio donde todos los jugadores estuvieron en su puesto específico presentaron significativamente valores más altos de FC durante 4 vs.4 que los valores obtenidos en partido. Los resultados del estudio muestran que los valores de percepción subjetiva del esfuerzo eran similares entre 4 vs.4 y partido. Los juegos reducidos con 1 toque, 2 toques y partido fueron percibidos con mayor dificultad que el 4 vs.4 libre de toques.

Este resultado está de acuerdo con los que mostró (Owen, Wong, Mckenna, & Dellal, 2011), en el que los jugadores presentaban valores más altos de FC durante 3 vs.3 que en juegos en campo más grande (9 vs.9). Estos diferentes resultados pueden ser explicados por el hecho de que juegos reducidos provocan una mayor implicación táctica, técnica y física de los jugadores tanto en fase ofensiva como defensiva. Además el período de recuperación debería ser más bajo durante juegos reducidos en comparación con un partido amistoso considerando que el número de actividades por minuto es mayor en juegos reducidos.

(Fontes et al. 2007) analizaron la intensidad fisiológica durante cuatro tipos de entrenamiento en fútbol: entrenamiento técnico, entrenamiento táctico, entrenamiento a través de JR y práctica de juego real. Los resultados mostraron que el entrenamiento técnico fue significativamente menos intenso ($71,1\pm 4,5$ FCmáx) con respecto al entrenamiento táctico ($78,5\pm 4,4$ FCmáx), entrenamiento a través de JR ($77,7\pm 5,5$ % FCmáx) y práctica de juego real ($79,6\pm 3,2$ % FCmáx), sin encontrar diferencias significativas entre estos tres tipos de entrenamiento.

(Condessa et al., 2015) realizaron un estudio con jugadores profesionales donde comparaba entrenamiento técnico, entrenamiento táctico, entrenamiento de partido y partido amistoso. La intensidad fue aumentando respectivamente desde el entrenamiento técnico ($120\pm 8,4$) y táctico $140\pm 13,2$ hasta entrenamiento de partido $161\pm 8,5$ y partido amistoso $171\pm 2,3$.

Para finalizar este apartado hay que decir que faltan estudios en los que se comparen los ejercicios de entrenamiento y la competición. La mayoría de investigaciones son referentes a juegos reducidos pero no muestran el procedimiento estadístico con el que comparan las tareas.

En los ejercicios que se comparan ejercicios técnicos y tácticos con la competición falta una descripción más concreta sobre el tipo de ejercicio técnico o táctico realizado.

La mayoría de estudios (Dellal et al., 2011) valoran la intensidad como % FC max, faltando estudios que cuantifiquen por zonas de entrenamiento en base a FC.

6.3. CONCLUSIONES.

- La determinación de un modelo de cuantificación de la carga de entrenamiento en fútbol objetivo a partir de la valoración de la competición.
- Podemos conocer el perfil fisiológico de los jugadores en base a las zonas de entrenamiento y sus características según el puesto específico.
- Podemos comparar las demandas físicas de los ejercicios de entrenamiento respecto a la competición y determinar el nivel de significación.
- Los ejercicios competitivos y específicos tienen valores significativos respecto a la competición y los ejercicios de preparación específicos de preparación general y generales niveles más bajos.
- Podemos describir los ejercicios respecto al puesto específico, las relaciones con los demás, espacio, tiempo y si la modificación de estas variables influye su significatividad respecto a la competición.

6.4. LIMITACIONES DEL ESTUDIO.

En este trabajo, nos planteamos en su diseño incluir la variable “Exigencias de la frecuencia cardiaca en competición”. Al final no se registraron datos durante la temporada en partidos, salvo los comentados en el método.

En futuras investigaciones registrar esta variable puede aportar información sobre el efecto de la carga de entrenamiento en los jugadores. No obstante a la vista de los resultados obtenidos en sucesivos estudios se puede analizar este efecto. Así mismo se podrían tener en cuenta otras variables relacionadas con la competición, como por ejemplo, campo de juego (en el campo del equipo o en el campo del rival). También se podría registrar la variable posesión del balón, con la finalidad de comprobar si existen diferencias cuando el equipo está en posesión del balón o no. En relación con la dinámica de juego, se podrían analizar por intervalos de tiempo, así como el resultado en ese instante.

Únicamente se realizó una prueba de esfuerzo, al igual que en el caso anterior, se deberían realizar varias pruebas de esfuerzo a lo largo de la temporada, al menos se deberían realizar tres pruebas.

En el momento de plantear la tesis, únicamente se disponía de un sistema de registro de frecuencia cardiaca colectivo, por lo que la única variable que se registro fue la frecuencia cardiaca, en este sentido se podría haber analizado la variabilidad de la frecuencia cardiaca, pues podría haber aportado una información bastante interesante, como por ejemplo “stress de entrenamiento”. Otra variable que no se registró podría haber sido la percepción subjetiva del esfuerzo.

Por último, comentar que actualmente existen en el mercado dispositivos que permiten registrar multitud de variables, nuestro objetivo como se ha comentado anteriormente era determinar un modelo para cuantificar la carga de entrenamiento respecto al partido, como se ha podido comprobar resulta bastante eficaz dicho modelo. Por ello nos planteamos en sucesivas investigaciones poder ampliar este trabajo con otras variables, como por ejemplo la velocidad, la aceleración, etc.

A la vista de los resultados obtenidos, y con la revisión bibliográfica que hemos realizado, se puede decir que la frecuencia cardiaca es una variable interesante para la cuantificación de la carga de entrenamiento,

pero se debe complementar con otras variables, como por ejemplo la velocidad o las aceleraciones y desaceleraciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Achten, J., & Jeukendrup, A. E. (2003). Heart rate monitoring. *Sports Medicine*, 33(7), 517-538.
- Aguiar, M., Botelho, G., Lago, C., Maças, V., & Sampaio, J. (2012). A review on the effects of soccer small-sided games. *Journal of Human Kinetics*, 33, 103-113.
- Akenhead, R., Hayes, P. R., Thompson, K. G., & French, D. (2013). Diminutions of acceleration and deceleration output during professional football match play. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(6), 556-561.
- Alexandre, D., Diniz Da Silva, C., Hill-Hass, S., Wong, D. P., Natali, A. J., De Lima, J. R. P., Karim, C. (2012). Heart rate monitoring in soccer: Interest and limits during competitive match play and training, practical application. *Journal of Strength & Conditioning Research* (Lippincott Williams & Wilkins), 26(10), 2890.
- Alexiou, H. (2007). Monitoring the training process in elite women's soccer. Unpublished Masters by Research, University of Technology Sydney, Lindfield, Sydney,
- Alexiou, H., & Coutts, A. J. (2008). A comparison of methods used for quantifying internal training load in women soccer players. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 3(3), 320.
- Algroy, E. A., Hetlelid, K. J., Seiler, S., & Pedersen, J. I. S. (2011). Quantifying training intensity distribution in a group of norwegian professional soccer players. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 6(1), 70.
- Ali, A., & Farrally, M. (1991). Recording soccer players' heart rates during matches. *Journal of Sports Sciences*, 9(2), 183.
- Allison, S., & Thorpe, R. (1997). A comparison of the effectiveness of two approaches to teaching games within physical education. A skills approach versus a games for understanding approach. *British Journal of Physical Education*, 28(3), 9-13.
- Alvares, J., & Castagna, C. (2007). Heart rate and activity speed of professional soccer players in match. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6, 209-214.
- Andersson, H., Ekblom, B., & Krstrup, P. (2008). Elite football on artificial turf versus natural grass: Movement patterns, technical standards, and player impressions. *Journal of Sports Sciences*, 26(2), 113-122.
- Andrzejewski, M., Chmura, J., Pluta, B., & Konarski, J. M. (2015). Sprinting activities and distance covered by top level europa league soccer players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 10(1), 39.

- Andrzejewski, M., Chmura, J., Pluta, B., & Kasprzak, A. (2012). Analysis of motor activities of professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 26(6), 1481-1488.
- Anguera, M., Blanco, A., Losada, J., & Hernández, A. (2000). La metodología observacional en el deporte: Conceptos básicos. *Lecturas: EF y Deportes. Revista Digital*, 24, 63-82.
- Apor, P. (1988). Successful formulae for fitness training. Reilly T, Editores, Aragón-Vargas, L. F., Moncada-Jiménez, J., Hernández-Elizondo, J., Barrenechea, A., & Monge-Alvarado, M. (2009). Evaluation of pre-game hydration status, heat stress, and fluid balance during professional soccer competition in the heat. *European Journal of Sport Science*, 9(5)
- Argilaga, M. T. A., Villaseñor, A. B., Mendo, A. H., & López, J. L. L. (2011). Diseños observacionales: Ajuste y aplicación en psicología del deporte. *Cuadernos De Psicología Del Deporte*, 11(2), 63-76.
- Aroso, J., Rebelo, A., & Gomes-Pereira, J. (2004). Physiological impact of selected game-related exercises. *Journal of Sports Sciences*, 22(6), 522.
- Atkinson, G., Davison, R. C., & Nevill, A. M. (2005). Performance characteristics of gas analysis systems: What we know and what we need to know. *International Journal of Sports Medicine*, 26 Suppl 1, S2-10.
- Aughey, R. J. (2010). Australian football player work rate: Evidence of fatigue and pacing. *Int J Sports Physiol Perform*, 5(3), 394-405.
- Aughey, R. J., & Falloon, C. (2010). Real-time versus post-game GPS data in team sports. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(3), 348-349.
- Badillo, J. J. G., & Serna, J. R. (2002). Bases de la programación del entrenamiento de fuerza Inde.
- Balsom, P., Lindholm, T., Nilsson, J., & Ekblom, B. (1999). Precision football. Kempele, Finland: Polar Electro Oy,
- Bangsbo, J. (1994). Physical conditioning. *Football (Soccer)*. 124-138.
- Bangsbo, J., Mizuno, M., Reilly, B., Lees, A., Davids, K., & Murphy, W. (1988). Science and football: Proceedings of the first world congress of science and football. Morphological and Metabolic Alterations in Soccer Players with Detraining and Retraining and their Relation to Performance. Liverpool .E&FN Spon.
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(07), 665-674.
- Bangsbo, J. (1994). Energy demands in competitive soccer. *Journal of Sports Sciences*, 12 Spec No, S5-12.

- Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavica. Supplementum*, 619, 1-155.
- Bangsbo, J., Norregaard, L., & Thorso, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Canadian Journal of Sport Sciences = Journal Canadien Des Sciences Du Sport*, 16(2), 110-116.
- Banister, E. (1991). Modeling elite athletic performance. *Physiological Testing of Elite Athletes*, 403-424.
- Banister, E., Calvert, T., Savage, M., & Bach, T. (1975). A systems model of training for athletic performance. *Aust J Sports Med*, 7(3), 57-61.
- Bañuelos, S.f. bases teóricas y funcionales del ard. conceptos, requisitos y condicionantes. *Texto Del Módulo*, 1(1)
- Barbero, J. (1998). El entrenamiento de los deportes de equipo basado en estudios biomecánicos (análisis cinemático) y fisiológico (frecuencia cardiaca) de la competición. *Lecturas En Educación Física y Deportes. Revista Digital*, 3
- Barbero-Álvarez, J. C., Coutts, A., Granda, J., Barbero-Álvarez, V., & Castagna, C. (2010). The validity and reliability of a global positioning satellite system device to assess speed and repeated sprint ability (RSA) in athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(2), 232-235.
- Barros, R. M., Misuta, M. S., Menezes, R. P., Figueroa, P. J., Moura, F. A., Cunha, S. A., . . . Leite, N. J. (2007). Analysis of the distances covered by first division brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *Journal of Sports Science & Medicine*, 6(2), 233.
- Bartlett, R., Button, C., Robins, M., Dutt-Mazumder, A., & Kennedy, G. (2012). Analysing team coordination patterns from player movement trajectories in soccer: Methodological considerations. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 12(2), 398-424.
- Bland, J. M., & Altman, D. (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *The Lancet*, 327(8476), 307-310.
- Bloomfield, J., Polman, R., & O'Donoghue, P. (2007). Turning movements performed during FA premier league soccer matches. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(9)
- Bloomfield, J., Polman, R., & O'Donoghue, P. (2004). The bloomfield movement classification': Motion analysis of individual players in dynamic movement sports. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 4(2), 20-31.
- Bloomfield, J., Polman, R., & O'Donoghue, P. (2007). 2. Movement Analysis O-007 deceleration movements performed during FA premier

- league soccer matches. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10, 6-11.
- Bloomfield, J., Polman, R., & O'Donoghue, P. (2007). Physical demands of different positions in FA premier league soccer. *Journal of Sports Science & Medicine*, 6(1), 63.
- Bloomfield, J., Polman, R., & O'Donoghue, P. (2007). Reliability of the bloomfield movement classification. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 7(1), 20-27.
- Borg, G. (1962). A simple rating scale for use in physical work tests. *Kungliga Fysiografi Ska Sallskapet I Lund Forhandigne*, 32, 7-15.
- Borg, G. (2001). Borg's range model and scales. *International Journal of Sport Psychology*, 32(2), 110-126.
- Borg, G. (1998). Borg's perceived exertion and pain scales. *Human kinetics*.
- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*, 14(5), 377-381.
- Bosco, C., & Vila, J. M. (1991). Aspectos fisiológicos de la preparación física del futbolista Paidotribo.
- Bradley, P. S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krustup, P. (2009). High-intensity running in english FA premier league soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 159-168.
- Bradley, P., O'Donoghue, P., Wooster, B., & Tordoff, P. (2007). The reliability of ProZone MatchViewer: A video-based technical performance analysis system. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 7(3), 117-129.
- Brito, J., Krustup, P., & Rebelo, A. (2012). The influence of the playing surface on the exercise intensity of small-sided recreational soccer games. *Human Movement Science*, 31(4), 946-956.
- Brulé, P., Carling, C., David, A., Da Graça, F., Giorgi, J., Villet, D., & Garberino, J. (1998). AMISCO: The development of a computerised match analysis system to automatically track the movements of soccer players. *Proceedings of the IV World Congress of Notational Analysis of Sport*. University of Porto, 22-25.
- Burgess, D., Naughton, G., & Norton, K. I. (2006). Profile of movement demands of national football players in australia. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(4), 334-341.
- Carling, C. (2001). Getting the most out of football video and match analysis. *Insight FA Coaches Assoc J*, 5(3), 16-17.
- Carling, C. (2002). Football: A game of chance or does match analysis have the answers. *Insight FA Coaches Assoc*, 5(3), 16-17.
- Carling, C. (2011). Influence of opposition team formation on physical and skill-related performance in a professional soccer team. *European Journal of Sport Science*, 11(3), 155-164.

- Carling, C., Bloomfield, J., Nelsen, L., & Reilly, T. (2008). The role of motion analysis in elite soccer. *Sports Medicine*, 38(10), 839-862.
- Carling, C., Dupont, G., & Le Gall, F. (2011). The effect of a cold environment on physical activity profiles in elite soccer match-play. *International Journal of Sports Medicine*, 32(7), 542-545.
- Carling, C., Le Gall, F., & Dupont, G. (2012). Are physical performance and injury risk in a professional soccer team in match-play affected over a prolonged period of fixture congestion? *International Journal of Sports Medicine*, 33(1), 36-42.
- Carling, C., Williams, A. M., & Reilly, T. (2005). Handbook of soccer match analysis: A systematic approach to improving performance Psychology Press.
- Carvalho, C. (2001). No treino de futebol de rendimento superior. A Recuperação. Muitíssimo mais que recuperar.
- Casajús, J. (2004). Perfil fisiológico del jugador de fútbol. IV Congreso Internacional De Las Ciencias Del Deporte Del Real Madrid CF,
- Casamichana, D., Castellano, J., González-Morán, A., García-Cueto, H., & García-López, J. (2011). Demanda fisiológica en juegos reducidos de fútbol con diferente orientación del espacio. *Revista Internacional De Ciencias Del Deporte*, 7, 141-154.
- Casamichana, D., & Castellano, J. (2010). Time-motion, heart rate, perceptual and motor behaviour demands in small-sides soccer games: Effects of pitch size. *Journal of Sports Sciences*, 28(14), 1615-1623.
- Casamichana, D., Castellano, J., & Castagna, C. (2012). Comparing the physical demands of friendly matches and small-sided games in semiprofessional soccer players. *Journal of Strength & Conditioning Research* (Lippincott Williams & Wilkins), 26(3), 837.
- Casamichana, D., San Román-Quintana, J., Calleja-González, J., & Castellano, J. (2013). Utilización de la limitación de contactos en el entrenamiento en fútbol: ¿afecta a las demandas físicas y fisiológicas? [use of limiting the number of touches of the ball in soccer training: Does it affect the physical and physiological demands?]. RICYDE. *Revista Internacional De Ciencias Del Deporte*.
- Castagna, C., Belardinelli, R., & Abt, G. (2004). The Vo₂ and heart rate response to training with a ball in youth soccer players. *J.Sports Sci*, 22, 532-533.
- Castagna, C., Belardinelli, R., & Abt, G. (2005). The VO₂ and HR response to training with the ball in youth soccer players. *Science and Football V*, 462-464.
- Castagna, C., Belardinelli, R., Impellizzeri, F. M., Abt, G. A., Coutts, A. J., & D'Ottavio, S. (2007). Cardiovascular responses during recreational 5-

- a-side indoor-soccer. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10(2), 89-95.
- Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Chaouachi, A., Bordon, C., & Manzi, V. (2011). Effect of training intensity distribution on aerobic fitness variables in elite soccer players: A case study. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 25(1), 66-71.
- Castellano, J., Masach, J., & Zubillaga, A. (1996). Cuantificación del esfuerzo físico del jugador de fútbol en competición. *Training Fútbol*, 7, 27-41.
- Castellano, J., Alvarez-Pastor, D., & Bradley, P. S. (2014). Evaluation of research using computerised tracking systems (amisco® and prozone®) to analyse physical performance in elite soccer: A systematic review. *Sports Medicine*, 44(5), 701-712.
- Castellano, J., Casamichana, D., Calleja-González, J., San Román, J., & Ostojic, S. M. (2011). Reliability and accuracy of 10 hz GPS devices for short-distance exercise. *Journal of Sports Science & Medicine*, 10(1), 233.
- Castellano, J., Fernández, J. C., Castillo, A., & Casamichana, D. (2010). Fiabilidad intra-participante de diferentes modelos de dispositivos GPS implementados en un partido de fútbol 7. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 5(14), 85-93.
- Castellano, J., Blanco-Villasenor, A., & Alvarez, D. (2011). Contextual variables and time-motion analysis in soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 32(6), 415-421.
- Castelo, J. F., & Fernández, M. P. (2009). Tratado general de fútbol: Guía práctica de ejercicios de entrenamiento. Paidotribo.
- Casterad, J. Z. (1996). Baloncesto: Conclusiones para el entrenamiento a partir del análisis de la actividad competitiva. *Red: Revista De Entrenamiento Deportivo*, 10(2), 21-27.
- Chamari, K., Ahmaidi, S., Blum, J., Hue, O., Temfemo, A., Hertogh, C., Mercier, J. (2001). Venous blood lactate increase after vertical jumping in volleyball athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 85(1-2), 191-194.
- Chamoux, A., Fellmann, N., Mombaerts, E., Catilina, P., & ET COUDERT, J. (1988). Football professionnel. Sur le terrain, suivi de l'entraînement par la fréquence cardiaque et la lactatémie. *Medecine Du Sport*, 62(2), 88-93.
- Chicharro, J. L., & Mojares, L. M. L. (2008). Fisiología clínica del ejercicio Ed. Médica Panamericana.
- Colli, R., & Faina, M. (1987). Investigación sobre el rendimiento en el basket. *Red: Revista De Entrenamiento Deportivo*, 1(2), 3-10.

- Condessa, L. (2007). Análise da intensidade de treinamentos específicos de futebol. Master's Thesis, Universidade Federal De Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil.
- Condessa, L. A., Cabido, C. E. T., Lima, A. M., Coelho, D. B., Rodrigues, V. M., Chagas, M. H., & Garcia, E. S. (2015). Analysis and comparison of intensity in specific soccer training sessions. *Motriz: Revista De Educação Física*, 21(1), 54-60.
- Coutts, A. J., & Duffield, R. (2010). Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 133-135.
- Coutts, A., Chamari, K., Rampinini, E., & Impellizzeri, F. (2008). Monitoring training in football: Measuring and periodising training. From Training to Performance in Soccer. Paris, France: De Boeck Universite, 242-263.
- Coutts, A., Rampinini, E., Marcora, S., Castagna, C., & Impellizzeri, F. (2007). Physiological correlates of perceived exertion during soccer-specific exercise. *J Sci Med Sport*.
- Cunniffe, B., Proctor, W., Baker, J. S., & Davies, B. (2009). An evaluation of the physiological demands of elite rugby union using global positioning system tracking software. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 23(4).
- Davis, J., Brewer, J., & Atkin, D. (1992). Pre-season physiological characteristics of english first and second division soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 10(6), 541-547.
- Davis, J. A., & Brewer, J. (1993). Applied physiology of female soccer players. *Sports Medicine*, 16(3), 180-189.
- Day, M. L., McGuigan, M. R., Brice, G., & Foster, C. (2004). Monitoring exercise intensity during resistance training using the session RPE scale. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 18(2), 353-358.
- Dellal, A. (2008). Analyze of the soccer player physical activity and of its consequences in the training: Special reference to the high intensities intermittent exercises and the small sided-games. Strasbourg, France, University of Sport Sciences.
- Dellal, A., Owen, A., Wong, D. P., Krustup, P., van Exsel, M., & Mallo, J. (2012). Technical and physical demands of small vs. large sided games in relation to playing position in elite soccer. *Human Movement Science*, 31(4), 957.
- Dellal, A., Chamari, K., Owen, A. L., Wong, D. P., Lago-Penas, C., & Hill-Haas, S. (2011). Influence of technical instructions on the physiological and physical demands of small-sided soccer games. *European Journal of Sport Science*, 11(5), 341-346.

- Dellal, A., Chamari, K., Wong, D. P., Ahmaidi, S., Keller, D., Barros, R., Carling, C. (2011). Comparison of physical and technical performance in european soccer match-play: FA premier league and la liga. *European Journal of Sport Science*, 11(1), 51-59.
- Dellal, A., Owen, A., Wong, D., Krustup, P., Van Exsel, M., & Mallo, J. (2012). Technical and physical demands of small vs. large sided games in relation to playing position in elite soccer. *Human Movement Science*, 31(4), 957-969.
- Dellal, A., Wong, D. P., Moalla, W., & Chamari, K. (2010). Physical and technical activity of soccer players in the french first league-with special reference to their playing position: Original research article.
- Dellal, A., Chamari, K., Pintus, A., Girard, O., Cotte, T., & Keller, D. (2008). Heart rate responses during small-sided games and short intermittent running training in elite soccer players: A comparative study. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 22(5), 1449-1457.
- Dellal, A., Hill-Haas, S., Lago-Penas, C., & Chamari, K. (2011). Small-sided games in soccer: Amateur vs. professional players' physiological responses, physical, and technical activities. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 25(9), 2371-2381.
- Di Salvo, V., Baron, R., & Cardinale, M. (2007). Time motion analysis of elite footballers in european cup competitions. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(10).
- Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, F., Bachl, N., & Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 222.
- Di Salvo, V., Baron, R., González-Haro, C., Gormasz, C., Pigozzi, F., & Bachl, N. (2010). Sprinting analysis of elite soccer players during european champions league and UEFA cup matches. *Journal of Sports Sciences*, 28(14), 1489-1494.
- Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G., Tordoff, P., & Drust, B. (2009). Analysis of high intensity activity in premier league soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30(3), 205-212.
- Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G., Tordoff, P., & Drust, B. (2009). Analysis of high intensity activity in premier league soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30(3), 205-212.
- Dobson, B. P., & Keogh, J. W. (2007). Methodological issues for the application of time-motion analysis research. *Strength & Conditioning Journal*, 29(2), 48-55.

- Drust, B., Reilly, T., & Cable, N. (2000). Physiological responses to laboratory-based soccer-specific intermittent and continuous exercise. *Journal of Sports Sciences*, 18(11), 885-892.
- Dufour, W. (1990). Las técnicas de observación del comportamiento motor: Fútbol: La observación tratada por ordenador. Red: *Revista De Entrenamiento Deportivo*, 4(4), 16-24.
- Edgecomb, S., & Norton, K. I. (2006). Comparison of global positioning and computer-based tracking systems for measuring player movement distance during Australian football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(1), 25-32.
- Edwards, S. (1994). The heart rate monitor book. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 26(5), 647.
- Edwards, A. M., & Clark, N. A. (2006). Thermoregulatory observations in soccer match play: Professional and recreational level applications using an intestinal pill system to measure core temperature. *British Journal of Sports Medicine*, 40(2), 133-138.
- Eklom, B. (1986). Applied physiology of soccer. *Sports Medicine*, 3(1), 50-60.
- Eniseler, N. (2005). Heart rate and blood lactate concentrations as predictors of physiological load on elite soccer players during various soccer training activities. *Journal of Strength & Conditioning Research* (Allen Press Publishing Services Inc.), 19(4), 799.
- Esposito, F., Impellizzeri, F. M., Margonato, V., Vanni, R., Pizzini, G., & Veicsteinas, A. (2004). Validity of heart rate as an indicator of aerobic demand during soccer activities in amateur soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 93(1-2), 167-172.
- Eston, R. G., & Williams, J. G. (2001). Control of exercise intensity using heart rate, perceived exertion and other non-invasive procedures. *Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual: Tests, Procedures and Data*, 2, 213-234.
- Faina, M., Gallozzi, C., & Lupo, S. (1986). La resistenza nei giochi di squadra. Aspetti fisiologici.
- Febré, R., Javier Chiroso, L., Casamichana, D., Chiroso, I., Martín-Tamayo, I., & Pablos, C. (2015). Influencia de la densidad de jugadores sobre la frecuencia cardíaca y respuestas técnicas en jóvenes jugadores de fútbol. RICYDE. *Revista Internacional De Ciencias Del Deporte*, 11(40)
- Felci, U., De Vito, G., Macaluso, A., Marchettoni, P., & Sproviero, E. (1995). Functional evaluation of soccer players during childhood. *Med Sport (Roma)*, 48, 221-235.
- Fernandes, S. (2002). Heart Rate during Soccer Match Play.
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise

- training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(1), 109-115.
- Foster, C., Hector, L. L., Welsh, R., Schrage, M., Green, M. A., & Snyder, A. C. (1995). Effects of specific versus cross-training on running performance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 70(4), 367-372.
- Foster, C., Daines, E., Hector, L., Snyder, A. C., & Welsh, R. (1996). Athletic performance in relation to training load. *Wisconsin Medical Journal*, 95(6), 370-374.
- Gabbett, T. J. (2005). Changes in physiological and anthropometric characteristics of rugby league players during a competitive season. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 19(2), 400-408.
- Gabbett, T. J., & Mulvey, M. J. (2008). Time-motion analysis of small-sided training games and competition in elite women soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 22(2), 543-552.
- Gaitanos, G. C., Williams, C., Boobis, L. H., & Brooks, S. (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md.: 1985), 75(2), 712-719.
- Gamble, P. (2004). A skill-based conditioning games approach to metabolic conditioning for elite rugby football players. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 18(3), 491-497.
- Garatachea Vallejo, N., & De Paz Fernández, J. (2003). Exactitud del método de monitorización de la frecuencia cardíaca en la estimación del coste energético accuracy of monitoring heart rate method for quantifying energy expenditure.
- García Manso, J. M., Navarro Valdivielso, M., & Ruiz Caballero, J. A. (1996). Planificación del entrenamiento deportivo. Madrid: Gymnos.
- García, F., & Uriach, M. (1994). Estudio de la frecuencia cardíaca del portero de fútbol en competición. *El Entrenador Español*, 61, 53-58.
- García, J. M., Navarro, M., & Ruiz, J. A. (1996). Bases teóricas del entrenamiento deportivo. Principios y Aplicaciones. Madrid: Gymnos.
- García-Pallarés, J., García-Fernández, M., Sánchez-Medina, L., & Izquierdo, M. (2010). Performance changes in world-class kayakers following two different training periodization models. *European Journal of Applied Physiology*, 110(1), 99-107.
- García-Pallarés, J., Sánchez-Medina, L., Carrasco, L., Díaz, A., & Izquierdo, M. (2009). Endurance and neuromuscular changes in world-class level kayakers during a periodized training cycle. *European Journal of Applied Physiology*, 106(4), 629-638.

- Garganta, J., Maia, J., & Basto, F. (1997). Analysis of goal-scoring patterns in european top level soccer teams. *Science and Football III*, 246-250.
- Garganta, J. (1988). A formação do jogador de futebol. Dossier Horizonte, 25, 23-40.
- Gaudino, P., Alberti, G., & Iaia, F. M. (2014). Estimated metabolic and mechanical demands during different small-sided games in elite soccer players. *Human Movement Science*, 36, 123.
- Gibala, M. J., Little, J. P., Van Essen, M., Wilkin, G. P., Burgomaster, K. A., Safdar, A., Tarnopolsky, M. A. (2006). Short-term sprint interval versus traditional endurance training: Similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *The Journal of Physiology*, 575(3), 901-911.
- Gomes, M. (2006). Do pé como técnica ao pensamento técnico dos pés dentro da caixa preta da periodização Tática-Um estudo de caso. Porto: Universidade do Porto. 1-111.
- Gonçalves, B. V., Figueira, B. E., Maças, V., & Sampaio, J. (2014). Effect of player position on movement behaviour, physical and physiological performances during an 11-a-side football game. *Journal of Sports Sciences*, 32(2), 191.
- Gorostiaga, E., Ibáñez, J., & López, J. (2002). Respuestas biológicas al esfuerzo en el alto rendimiento deportivo. Máster En Alto Rendimiento Deportivo. Módulo, 2.
- Gorostiaga, E. M., Granados, C., Ibanez, J., Gonzalez-Badillo, J. J., & Izquierdo, M. (2006). Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male handball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(2), 357.
- Gracia, F., García, J., Cañadas, M., & Ibáñez, S. (2014). Heart rate differences in small sided games in formative basketball. *Journal of Sports Science*, 10(1).
- Greenhaff, P. L. (2003). Milestones in human physiology: Muscle energy metabolism and blood flow during contraction. *The Journal of Physiology*, 551(2), 397-399.
- Gregson, W., & Drust, B. (2000). The physiology of football drills. *Insight*, 3(4), 1-2.
- Gregson, W., Drust, B., Atkinson, G., & Salvo, V. (2010). Match-to-match variability of high-speed activities in premier league soccer. *Int J Sports Med*, 31(4), 237-242.
- Grosgeorge, B. (1990). Observation et entrainement en sports collectifs INSEP-Publ.
- Hakkinen, K., & Sinnemaki, P. (1991). Changes in physical fitness profile during the competitive season in elite bandy players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 31(1), 37-43.

- Helgerud, J., Engen, L. C., Wisloff, U., & Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(11), 1925-1931.
- Helgerud, J., Hoydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., . . . Bach, R. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve VO₂ max more than moderate training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(4), 665.
- Herman, C. W., Nagelkirk, P. R., Pivarnik, J. M., & Womack, C. (2003). Regulating oxygen uptake during high-intensity exercise using heart rate and rating of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(10), 1751-1754.
- Hill-Haas, S. V., Dawson, B., Impellizzeri, F. M., & Coutts, A. J. (2011). Physiology of small-sided games training in football. *Sports Medicine*, 41(3), 199.
- Hill-Haas, S. V., Dawson, B. T., Coutts, A. J., & Rowsell, G. J. (2009). Physiological responses and time-motion characteristics of various small-sided soccer games in youth players. *Journal of Sports Sciences*, 27(1), 1-8.
- Hill-Haas, S. V., Rowsell, G. J., Dawson, B. T., & Coutts, A. J. (2009). Acute physiological responses and time-motion characteristics of two small-sided training regimes in youth soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 111-115.
- Hill-Haas, S. V., Coutts, A. J., Dawson, B. T., & Rowsell, G. J. (2010). Time-motion characteristics and physiological responses of small-sided games in elite youth players: The influence of player number and rule changes. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 24(8), 2149-2156.
- Hodgson, C., Akenhead, R., & Thomas, K. (2014). Time-motion analysis of acceleration demands of 4v4 small-sided soccer games played on different pitch sizes. *Human Movement Science*, 33, 25-32.
- Hoff, J., Wisloff, U., Engen, L. C., Kemi, O. J., & Helgerud, J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *British Journal of Sports Medicine*, 36(3), 218-221.
- Holloszy, J. O., & Coyle, E. F. (1984). Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology*, 56(4), 831-838.
- Holzer, C., Hartmann, U., Beetz, M., & Von der Grun, T. (2003). Match analysis by transmitter position measurement. V World Congress of Science and Football, Lisbon-Portugal. 152.
- Impellizzeri, F., Marcora, S., Castagna, C., Reilly, T., Sassi, A., Iaia, F., & Rampinini, E. (2006). Physiological and performance effects of generic

- versus specific aerobic training in soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 27(6), 483-492.
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(6), 1042-1047.
- Inbar, O., Oren, A., Scheinowitz, M., Rotstein, A., Dlin, R., & Casaburi, R. (1994). Normal cardiopulmonary responses during incremental exercise in 20- to 70-yr-old men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26(5), 538-546.
- Issurin, V., & Vrijens, J. (1996). Altitude training in elite sport. *Flamish Journal for Sports Medicine and Sport Science*, 7(66), 24-41.
- Issurin, V., & Yessis, M. (2012). Entrenamiento deportivo: Periodización en bloques. Paidotribo.
- Janeira, Manuel António Araújo da Silva. (1994). Funcionalidade e estrutura de exigências em basquetebol: Um estudo univariado e multivariado em atletas seniores de alto nível.
- Jeffreys, I. (2004). The use of small-sided games in the metabolic training of high school soccer players. *Strength & Conditioning Journal*, 26(5), 77-78.
- Jeong, T., Reilly, T., Morton, J., Bae, S., & Drust, B. (2011). Quantification of the physiological loading of one week of “pre-season” and one week of “in-season” training in professional soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 29(11), 1161-1166.
- Jiménez, R. (1996). Fútbol: Demandas energéticas, orientación, dietética y protocolos de suplementación. *Training Fútbol*, 5, 31-37.
- Jones, S., & Drust, B. (2008). Physiological and technical demands of 4 v 4 and 8 v 8 games in elite youth soccer players. *Kineziologija*, 39(2), 150-156.
- Kacani, L. (1981). A carga física nos treinos e nos jogos. *Futebol*, 5, 37-40.
- Kae Oulai, G. (1988). L'entraînement physicothéorique. les principes d'organisation (football). *Memoire Pour Le Diplome De LINSEP*.
- Karvonen, J., & Vuorimaa, T. (1988). Heart rate and exercise intensity during sports activities. *Sports Medicine*, 5(5), 303-311.
- Katis, A., & Kellis, E. (2009). Effects of small-sided games on physical conditioning and performance in young soccer players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 8(3), 374.
- Kaverin, V., & Issurin, V. (1989). Performance analysis and preparation: Concept of the USSR canoe-kayak national team in the XXIV Seoul olympic games. *Sport-Science Gerald*, 17(1-2), 45-47.
- Kelly, D. M., & Drust, B. (2009). The effect of pitch dimensions on heart rate responses and technical demands of small-sided soccer games

- in elite players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(4), 475-479.
- Kent, M. (2003). Diccionario oxford de medicina y ciencias del deporte. Paidotribo.
- Koklu, Y., Asci, A., Kocak, F. U., Alemdaroglu, U., & Dundar, U. (2011). Comparison of the physiological responses to different small-sided games in elite young soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 25(6), 1522-1528.
- Korcek, F. (1981). Novos conceitos no treino do futebolista. *Futebol Em Revista*, 6(3), 21-24.
- Koutedakis, Y. (1995). Seasonal variation in fitness parameters in competitive athletes. *Sports Medicine*, 19(6), 373-392.
- Kraemer, W. J., Deschenes, M. R., & Fleck, S. J. (1988). *Physiological adaptations to resistance exercise. Sports Medicine*, 6(4), 246-256.
- Krustrup, P., & Bangsbo, J. (2001). Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: Effect of intense intermittent exercise training. *Journal of Sports Sciences*, 19(11), 881-891.
- Krustrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjaer, M., & Bangsbo, J. (2006). Muscle and blood metabolites during a soccer game: Implications for sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(6), 1165-1174.
- Krustrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjaer, M., & Bangsbo, J. (2006). Muscle and blood metabolites during a soccer game: Implications for sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(6), 1165-1174.
- Lacour, J., & Chatard, J. (1984). Aspects physiologiques du football. *Cineâsiologie*, 23, 123-130.
- Lago, C., Casais, L., Dominguez, E., & Sampaio, J. (2010). The effects of situational variables on distance covered at various speeds in elite soccer. *European Journal of Sport Science*, 10(2), 103-109.
- Lago-Penas, C., Rey, E., Lago-Ballesteros, J., Casais, L., & Dominguez, E. (2011). The influence of a congested calendar on physical performance in elite soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 25(8), 2111-2117.
- Larsson, P. (2003). Global positioning system and sport-specific testing. *Sports Medicine*, 33(15), 1093-1101.
- Liebermann, D. G., Katz, L., Hughes, M. D., Bartlett, R. M., McClements, J., & Franks, I. M. (2002). Advances in the application of information technology to sport performance. *Journal of Sports Sciences*, 20(10), 755-769.

- Little, T. (2009). Optimizing the use of soccer drills for physiological development. *Strength & Conditioning Journal*, 31(3), 67-74.
- Little, T., & Williams, A. G. (2006). Suitability of soccer training drills for endurance training. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 20(2), 316-319.
- Little, T., & Williams, A. G. (2007). Effects of sprint duration and exercise: Rest ratio on repeated sprint performance and physiological responses in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 21(2).
- Lopez Calbet, J., Garcia Urreiztieta, B., Fernandez Rodriguez, A., & Chavarren Cabrero, J. (1995). Validez y fiabilidad del umbral de frecuencia cardiaca como indice de condicion fisica aerobica. *Archivos De Medicina Del Deporte*, 12(50), 435.
- López, J., Legido, J., & Terrados, N. (1991). Umbral anaeróbico, bases fisiológicas y aplicación.
- Lucia, A., Hoyos, J., Santalla, A., Earnest, C., & Chicharro, J. L. (2003). Tour de france versus vuelta a espana: Which is harder? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(5), 872-878.
- MacLeod, H., Morris, J., Nevill, A., & Sunderland, C. (2009). The validity of a non-differential global positioning system for assessing player movement patterns in field hockey. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 121-128.
- Mallo, J., & Navarro, E. (2008). Physical load imposed on soccer players during small-sided training games. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48(2), 166.
- Maréchal, R. (1996). Exigences métaboliques et cardiaques du match de football. *Médecine Du Sport*, 154, 36-39.
- Martínez de Santos Gorostiaga, Raúl. (2014). La praxeología motriz aplicada al fútbol.
- Martínez, J. (2004). Ritmos De Entrenamiento. Propuesta metodológica para el entrenamiento en fútbol.
- Masach, J. (1992). Valoración y control del trabajo ae-anae del jugador de fútbol. *Kirola Ikertuz*, 5, 7-23.
- Matveev, L. P. (2001). Teoría general del entrenamiento deportivo Editorial Paidotribo.
- Mayhew, S., & Wenger, H. (1985). Time-motion analysis of professional soccer. *Journal of Human Movement Studies*, 11(1), 49-52.
- McInnes, S., Carlson, J., Jones, C., & McKenna, M. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 13(5), 387-397.
- McKenna, M., Patrick, J., & Chennells, M. (1988). Computer-video analysis of activity patterns in australian rules football.

- Minetti, A. E., Gaudino, P., Seminati, E., & Cazzola, D. (2013). The cost of transport of human running is not affected, as in walking, by wide acceleration/deceleration cycles. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md.: 1985), 114(4), 498-503.
- Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21(7), 519-528.
- Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2005). Fatigue in soccer: A brief review. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 593-599.
- Mohr, M., Krstrup, P., Nybo, L., Nielsen, J. J., & Bangsbo, J. (2004). Muscle temperature and sprint performance during soccer matches—beneficial effect of re-warm-up at half-time. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 14(3), 156-162.
- Mombaerts, E. (1998). Fútbol: Entrenamiento y rendimiento colectivo Hispano Europea.
- Montgomery, P. G., Pyne, D. B., & Minahan, C. L. (2010). The physical and physiological demands of basketball training and competition. *Int J Sports Physiol Perform*, 5(1), 75-86.
- Montgomery, P. G., Green, D. J., Etxebarria, N., Pyne, D. B., Saunders, P. U., & Minahan, C. L. (2009). Validation of heart rate monitor-based predictions of oxygen uptake and energy expenditure. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 23(5), 1489-1495.
- Mortimer, L., Condessa, L., Rodrigues, V., Coelho, D., Soares, D., & Silami-Garcia, E. (2006). Comparison between the effort intensity of young soccer players in the first and second halves of the soccer game. *Rev Port Cien Desp*, 6(2), 154-159.
- Naimark, A., Wasserman, K., & Mcilroy, M. B. (1964). Continuous measurement of ventilatory exchange ratio during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 19, 644-652.
- Noble, B. J., & Robertson, R. J. (1996). Perceived exertion Human *Kinetics Publishers*.
- O'Donoghue, P., Boyd, M., Lawlor, J., & Bleakley, E. (2001). Time-motion analysis of elite, semi-professional and amateur soccer competition. *Journal of Human Movement Studies*, 41(1), 1-12.
- Ogushi, T., Ohashi, J., Nagahama, H., Isokawa, M., & Suzuki, S. (1993). Work intensity during soccer match-play (a case study). *Second World Congress of Science and Football*, 2(1991) 121-123.
- Osgnach, C., Poser, S., Bernardini, R., Rinaldo, R., & Di Prampero, P. E. (2010). Energy cost and metabolic power in elite soccer: A new match analysis approach. *Med Sci Sports Exerc*, 42(1), 170-178.
- Owen, A. (2006). Physiological & technical analysis of small-sided conditioned training games with professional football.

- Owen, A., Twist, C., & Ford, P. (2004). Small-sided games: The physiological and technical effect of altering pitch size and player numbers. *Insight*, 7(2), 50-53.
- Owen, A. L., Wong del, P., McKenna, M., & Dellal, A. (2011). Heart rate responses and technical comparison between small- vs. large-sided games in elite professional soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 25(8), 2104-2110.
- Pallarés, J. (2015). Zonas y métodos de entrenamiento de la resistencia cardiorrespiratoria.
- Papaevangelou, E., Metaxas, T., Riganas, C., Mandroukas, A., & Vamvakoudis, E. (2012). Evaluation of soccer performance in professional, semi-professional and amateur players of the same club. *Journal of Physical Education & Sport*, 12(3), 362.
- Parlebas, P. (2001). Juegos, deporte y sociedad. léxico de praxiología motriz. Léxico de praxiología motriz.
- Perdrix, R., Sanuy, X., Estela, F. B., & Peirau, X. (1995). Fisiología del fútbol: Revisión bibliográfica. *Apunts: Educación Física y Deportes*, (42), 55-62.
- Petersen, C., Pyne, D., Portus, M., & Dawson, B. (2009). Validity and reliability of GPS units to monitor cricket-specific movement patterns. *Int J Sports Physiol Perform*, 4(3), 381-393.
- Pino, J., Padilla, C., Pérez, J., Moreno, M., & De la Cruz, E. (2008). Innovaciones tecnológicas en el control del entrenamiento. *Fútbol e Innovación*, 163-198.
- Pirnay, F., Geurde, P., & Maréchal, R. (1991). Contraintes physiologiques d'un match de football. *Sport*, 2, 71-79.
- Potiron-Josse, M., Hubert, M., Ginet, J., & ET SUAUDEAU, M. (1980). Etude télémétrique de la fréquence cardiaque chez le footballeur de haut-niveau lors de l'entraînement et lors de matches amicaux. *Médecine Du Sport*, 54(5), 291-295.
- Pyne, D. B., Boston, T., Martin, D. T., & Logan, A. (2000). Evaluation of the lactate pro blood lactate analyser. *European Journal of Applied Physiology*, 82(1-2), 112-116.
- Rahnama, N., Reilly, T., & Lees, A. (2002). Injury risk associated with playing actions during competitive soccer. *British Journal of Sports Medicine*, 36(5), 354-359.
- Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Abt, G., Chamari, K., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2007). Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 659-666.
- Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Coutts, A. J., & Wisløff, U. (2009). Technical performance during soccer matches of the italian

- serie A league: Effect of fatigue and competitive level. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(1), 227-233.
- Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Abt, G., Chamari, K., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2007). Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 659-666.
- Randers, M., Rostgaard, T., & Krstrup, P. (2007). Physical match performance and yo-yo IR2 test results of successful and unsuccessful football teams in the danish premier league. *J Sports Sci Med*, 6, 70-71.
- Raposo, A. V. (2000). Planificación y organización del entrenamiento deportivo Editorial Paidotribo.
- Rebelo, A., Brito, J., Seabra, A., Oliveira, J., Drust, B., & Krstrup, P. (2012). A new tool to measure training load in soccer training and match play. *International Journal of Sports Medicine*, 33(4), 297.
- Reid, M., Duffield, R., Dawson, B., Baker, J., & Crespo, M. (2008). Quantification of the physiological and performance characteristics of on-court tennis drills. *British Journal of Sports Medicine*, 42(2), 146-51; discussion 151.
- Reilly, T. (1993). Science and football: An introduction. *Science and Football II*, 3-11.
- Reilly, T. (2000). The physiological demands of soccer. Soccer and Science: In an Interdisciplinary Perspective. Copenhagen: Munksgaard, 91-105.
- Reilly, T. (2003). Motion analysis and physiological demands. *Science and Soccer*, 2, 59-72.
- Reilly, T. (2005). An ergonomics model of the soccer training process. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 561-572.
- Reilly, T. (2007). The science of training-soccer. Oxon: Routledge.
- Reilly, T., Reilly, N., & Secher, P. (1990). Football. *Physiology of Sports*, 371-425.
- Reilly, T., & Thomas, V. (1976). A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. *Journal of Human Movement Studies*, 2(2), 87-97.
- Reilly, T., & Thomas, V. (1976). A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. *Journal of Human Movement Studies*, 2(2), 87-97.
- Rico-Sanz, J., Frontera, W., Rivera, M., Rivera-Brown, A., Mole, P., & Meredith, C. (1996). Effects of hyperhydration on total body water, temperature regulation and performance of elite young soccer players in a warm climate. *International Journal of Sports Medicine*, 17(2), 85-91.

- Robergs, R. A., & Landwehr, R. (2002). The surprising history of the “HRmax= 220-age” equation. *J Exerc Physiol*, 5(2), 1-10.
- Rocha, F. (2000). Modelo (s) de Jogo/Modelo (s) de preparação.“Duas faces da mesma moeda”. Monografía De Licenciatura.
- Rodrigues, V., Mortimer, L., Condessa, L., Coelho, D., Soares, D., & Garcia, E. (2007). Exercise intensity in training sessions and official games in soccer. *J Sports Sci Med*, 1, 57-61.
- Rodríguez, R. M. (2009). Fisiología del deporte Y el Ejercicio/Physiology of sport and exercise: Practicas de campo Y Laboratorio/Field and laboratory practices. Ed. Médica Panamericana.
- Rohde, H. C., & Espersen, T. (1987). Work intensity during soccer training and match-play.
- Sampaio, J., Garcia, G., Macas, V., Ibanez, J., Abrantes, C., & Caixinha, P. (2007). Heart rate and perceptual responses to 2 x 2 and 3 x 3 small-sided youth soccer games. *J Sports Sci Med*, 6(Suppl 10), 121-122.
- San Román-Quintana, J., Casamichana, D., Castellano, J., & Calleja-González, J. (2014). Comparativa del perfil físico y fisiológico de los juegos reducidos vs. partidos de competición en fútbol. *Journal of Sport and Health Research*, 6(1), 19-28.
- Sánchez Bañuelos, F. (2005). Bases teóricas y funcionales del ARD. conceptos, requisitos y condicionantes.
- Sassi, R., Reilly, T., & Impellizzeri, F. (2005). A comparison of small-side games and interval training in elite professional soccer players. *Science and Football V.Oxon: Routledge*, 352-354.
- Sawka, M. N., & Noakes, T. D. (2007). Does dehydration impair exercise performance? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(8), 1209-1217.
- Seirul'lo, F. (1999). Criterios modernos de entrenamiento en el fútbol. *Training Fútbol*, 45, 8-18.
- Seliger, V. (1968). Heart rate as an index of physical load in exercise. *Scripta Medica*, 41(23), 1-240.
- Smodlaka, V. (1978). Cardiovascular aspects of soccer. *The Physician and Sportsmedicine*, 18, 66-70.
- Soares, J. M. (1988). Abordagem fisiológica do esforço intermitente: Programa especial de treino, centrado no esforço do guarda-redes de andebol para aumentar a capacidade muscular utilizando um modelo animal
- Spencer, M., Lawrence, S., Rechichi, C., Bishop, D., Dawson, B., & Goodman, C. (2004). Time-motion analysis of elite field hockey, with special reference to repeated-sprint activity. *Journal of Sports Sciences*, 22(9), 843-850.

- Stagno, K. M., Thatcher, R., & Van Someren, K. A. (2007). A modified TRIMP to quantify the in-season training load of team sport players. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 629-634.
- Strudwick, T., & Reilly, T. (2001). Work-rate profiles of elite premier league football players. *Insight*, 2(2), 28-29.
- Sweet, T. W., Foster, C., McGuigan, M. R., & Brice, G. (2004). Quantitation of resistance training using the session rating of perceived exertion method. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 18(4), 796-802.
- Tamarit, X., & Gimeno, X. T. (2007). ¿Qué es la periodización táctica? MC Sports.
- Thatcher, R., & Batterham, A. (2004). Development and validation of a sport-specific exercise protocol for elite youth soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44(1), 15.
- Thomas, J. R., & Nelson, J. K. (2007). In Agrasar Cruz C. M. Métodos de investigación en actividad física (1st ed.) Barcelona : Paidotribo, cop. 2007.
- Trost, S. G. (2001). Objective measurement of physical activity in youth: Current issues, future directions. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 29(1), 32-36.
- Tschiene, P. (1996). Influencia de la carga de condición física sobre la perfección de técnica y táctica. I Jornadas Sobre Entrenamiento De Deportes Colectivos.
- Tumulty, D. (1993). Physiological characteristics of elite football players. *Sports Med*, 16, 80-96.
- Vallejo, N. G. (2002). Monitorización de la frecuencia cardíaca para la cuantificación de los requerimientos energéticos de la actividad física. Utilidad y limitaciones como método para la prescripción de ejercicio físico.
- Valter, D. S., Adam, C., Barry, M., & Marco, C. (2006). Validation of prozone®: A new video-based performance analysis system. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 6(1), 108-119.
- Van Gool, D., Van Gerven, D., & Boutmans, J. (1988). The physiological load imposed on soccer players during real match-play. *Science and Football*, 1, 51-59.
- Vargas, S.F.(1994). Planificación a largo plazo en los deportes colectivos. Entrenamiento Deportivo En La Infância y Adolescência, 139-184.
- Vencúrik, T. (2014). Differences in intensity of game load between senior and U19 female basketball players.
- Verjoshanski, I. V. (1990). Entrenamiento deportivo: Planificación y programación Ediciones Martínez Roca.

- Vigne, G., Gaudino, C., Rogowski, I., Alloatti, G., & Hautier, C. (2010). Activity profile in elite italian soccer team. *Int J Sports Med*, 31(5), 304-310.
- Vogelaere, P., Balagué, N., & Martínez, M. (1985). Fútbol: Una aproximación fisiológica. *Apunts Medicina De l' Esport (Castellano)*, 22(086), 103-107.
- Wasserman, K., Hansen, J. E., Sue, D. Y., Stringer, W. W., & Whipp, B. J. (2005). Principles of exercise testing and interpretation: Including pathophysiology and clinical applications Lippincott Williams & Wilkins Philadelphia.
- Wasserman, K., & McIlroy, M. B. (1964). Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *The American Journal of Cardiology*, 14(6), 844-852.
- Wein, H. (1995). Fútbol a la medida del niño.
- Whitehead, N. J. (1975). Conditioning for sport EP publishing.
- Williams, K., & Owen, A. (2007). The impact of player numbers on the physiological responses to small sided games. *J Sports Sci Med*, 6(Suppl 10), 100.
- Wingo, J. E., Ganio, M. S., & Cureton, K. J. (2012). Cardiovascular drift during heat stress: Implications for exercise prescription. *Exercise & Sport Sciences Reviews*, 40(2), 88.
- Withers, R., Maricic, Z., Wasilewski, S., & Kelly, L. (1982). Match analysis of australian professional soccer players. *J Hum Mov Stud*, 8, 159-176.



**Asociación Deportiva
ARTE FÍSICO**

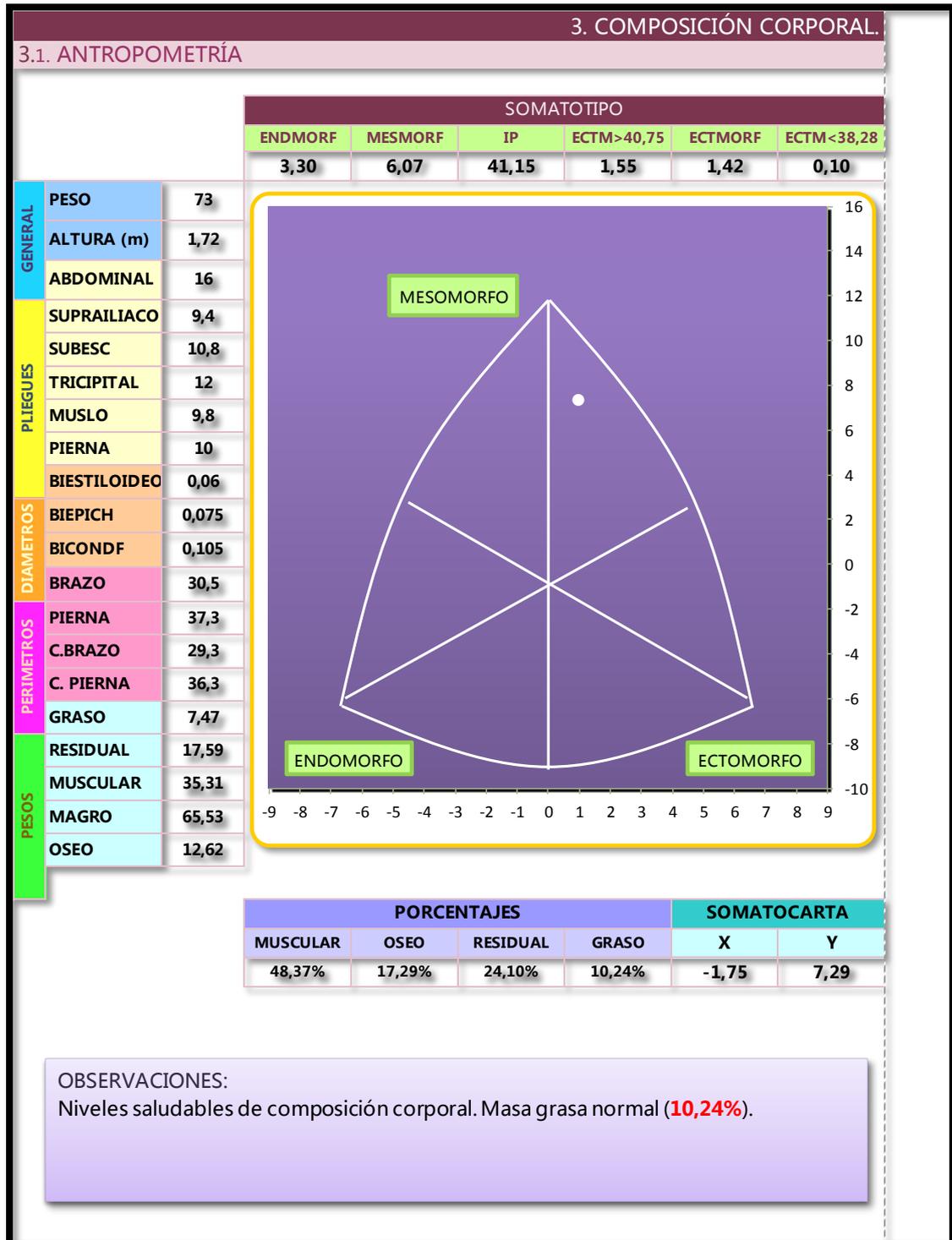
artefísico

FECHA:			
APELLIDOS:		NOMBRE:	
F.NACIMIENTO:		EDAD:	
DEPORTE:		CLUB:	

LABORATORIO DE FISIOLÓGÍA DEL EJERCICIO.
DEPARTAMENTO DE FISIOLÓGÍA.
Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.
Universidad de Extremadura.



1. HISTORIA CLÍNICA			
1.1. ANTECEDENTES FAMILIARES			
- Padre sufrió infarto de miocardio.			
1.2. ANTECEDENTES PERSONALES			
- Asma al esfuerzo y en frío.			
1.3. OPERACIONES			
- Sin interés.			
2. EXPLORACIÓN MÉDICA			
2.1. AUSCULTACIÓN			
Normal.			
2.2. VALORACIÓN MORFOESTÁTICA			
Normal.			
2.3. TENSIÓN ARTERIAL			
SISTOLICA	152	DIASTOLICA	90



4.3. ÍNDICE DE BARACH

Tensión arterial sistólica	152
Tensión arterial diastólic	90
Frecuencia cardiaca	39
Índice de Barach	94,38

Valores de referencia:
Menos de 110: tendencia a la hipotensión
 De 110 a 170: normal.
 De 170 a 200: tendencia a la hipertensión
Más de 200: hipertensión.

OBSERVACIONES:

Tensión arterial normal. En reposo estaba un poco alta pero seguramente debido a los nervios y tensión de la prueba. Tras hacer la prueba TA normal.

5. VALORACIÓN ESPIROMÉTRICA

FVC		FEV1		PEF		MVV
Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	
5,63	129	4,87	136	12,28	141	167%

OBSERVACIONES:

Buena dinámica respiratoria.

5. DINAMOMETRÍA MANUAL

DERECHA	IZQUIERDA
50	48

6. FLEXIBILIDAD POSTERIOR

OBSERVACIONES:

- Dinamometría de prensión manual óptima.
- Flexibilidad posterior óptima.

6. PRUEBA ERGOESPIROMÉTRICA

6.1. VALORES MÁXIMOS

VO2MÁX (l/min):	4,25	VO2MÁX (ml/min/kg):	58,2	VCO2(ml/min):	4330
VE(l/min):	167	R:	1,03	FC:	167
Frec resp(1/min):	65	Eq O2:	38,7	Velocidad	19
				Pulso Máximo O2:	0,35

6.2. VALORES CORRESPONDIDOS CON VO2 MÁX

VO2MÁX (l/min):	4,25	VO2MÁX (ml/min/kg):	58,2	VCO2(ml/min):	4330
VE(l/min):	163	R:	1,02	FC:	165
Frec resp(1/min):	58	Eq O2:	37	Velocidad	18

6.3. VALORES CORRESPONDIDOS CON R=1

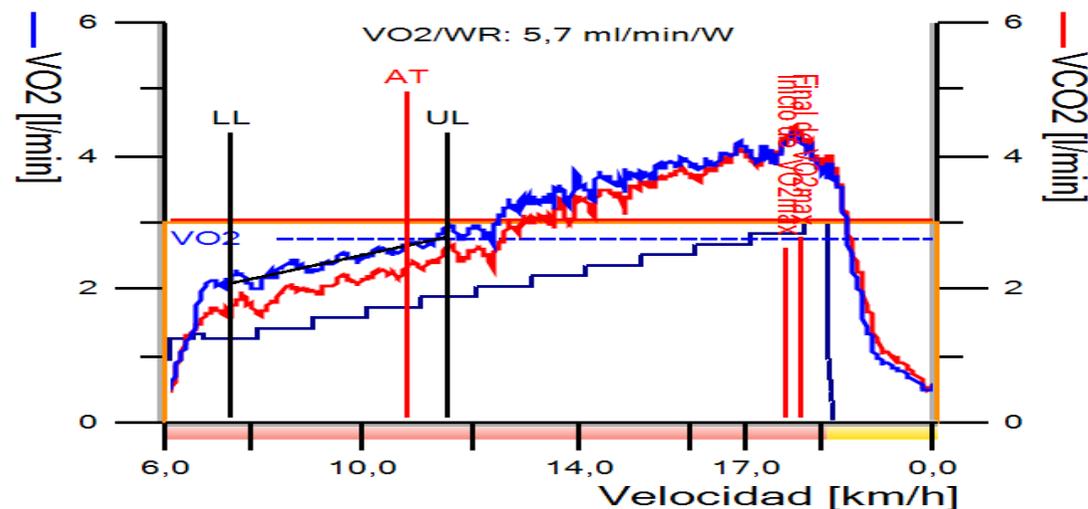
VO2MÁX (l/min):	4,02	VO2MÁX (ml/min/kg):	55,1	VCO2(ml/min):	4060
VE(l/min):	151	R:	1	FC:	164
Frec resp(1/min):	57	Eq O2:	36,2	Velocidad	18

6.4. UMBRAL AERÓBICO

VO2 (l/min)	2,8
VO2(l/min/kg)	38,4
FC	135
Velocidad	13
%VO2máx	65,98
%Fcmáx	80,84

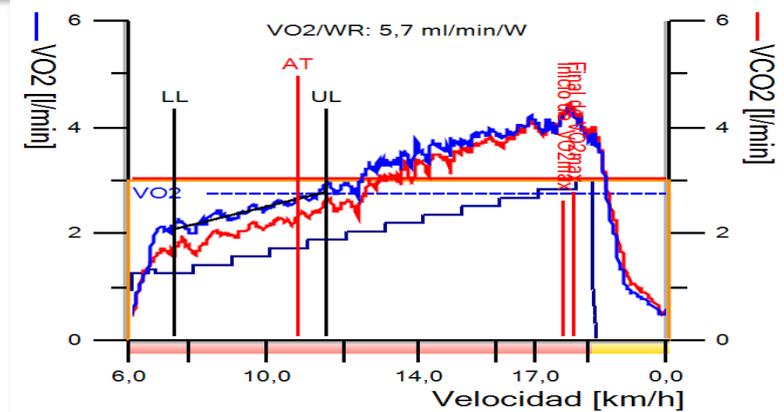
6.5. UMBRAL ANAERÓBICO

VO2 (l/min)	3,85
VO2(l/min/kg)	52,8
FC	155
Velocidad	17
%VO2máx	90,72
%Fcmáx	92,81

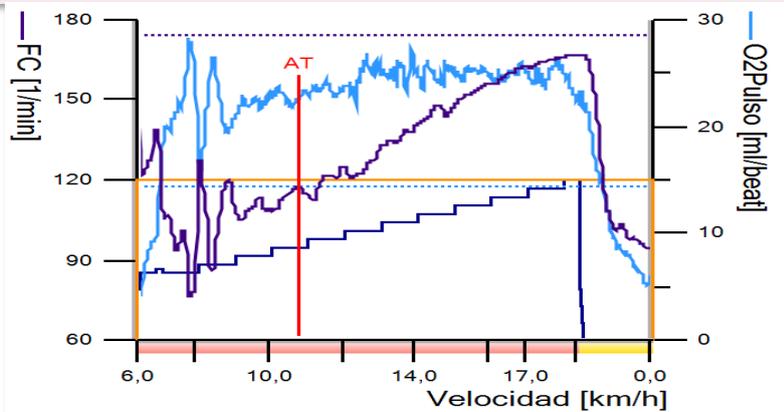


6.6. VENTILACIÓN Y METABOLISMO ENERGÉTICO.

6.6.1. VO₂/VCO₂



6.6.2. FRECUENCIA CARDÍACA



6.6.3. ZONAS DE ENTRENAMIENTO

ZONAS	REGENERATIVA:	FC < 113 p/m
	AERÓBICA 1:	FC 114-124 p/m
	AERÓBICA 2:	FC 125-135 p/m
	AE/ANAERÓBICA	FC 136-146 p/m
	ANAERÓBICA:	FC 147-155 p/m
	CONSUMO MÁX. O ₂ :	FC 156-167 p/m

OBSERVACIONES:
Niveles aeróbicos óptimos.

7. INFORME FINAL

7.1. INDICACIONES GENERALES:

Composición corporal con predominancia de somatotipo mesomorfo (masa muscular predominante en los pesos corporales y con facilidad para ganar peso).
Entrenar en zonas aeróbicas de forma predominante en la semana, para afianzar las mejoras del entrenamiento (Aeróbica 1-2 y mixta).

7.2. RECOMENDACIONES ENTRENAMIENTO DE FUERZA

Acompañar los entrenamientos con sesiones de fuerza durante toda la temporada, siendo la prevención de lesiones el principal objetivo.

7.3. RECOMENDACIONES DE ENTRENAMIENTO ESPECÍFICAS

Sin determinar por desconocimiento de objetivos.

7.4. OBSERVACIONES:

Los datos obtenidos en las valoraciones médico-deportivas quedan registrados en nuestras bases de datos para futuras consultas y comparaciones en cuanto a progresión deportiva saludable.

Dr. D. Marcos Maynar Mariño, nº colegiado 2927 de Cáceres, declaro **APTO**
para la práctica deportiva a **ÁNGEL ROYO COLLADO**.



Cáceres, a 12 de Enero de 2015

Modelo descripción de tareas							
Variables clasificadoras de la actividad							
Código ejercicio	Nº ejercicio	Orden en sesión	Tipo de ejercicio			Ej. principal	Ej. secundario
S112	2	Inicial	Ej. competitivo			Ej. conserv- nº y espacios reducidos	
Variables descriptivas de las relaciones con el tiempo							
Duración tarea (s)	Duración recuperación (s)	Ciclos	Mecanismo interrupción			Comotricidad	
900	0	9 ó más	Tiempo límite			Intermotricidad completa	
Variables descriptivas del rol de los jugadores en el espacio							
Tipo	Rol	Disposición en líneas	Nº líneas en ataque	Nº líneas en defensa	Disposición jugadores por líneas en ataque	Disposición jugadores por líneas en defensa	
Específico	Puesto específico	Sí	3	3	1-2-4-2	1-2-4-2	
Variables descriptivas de las relaciones con los jugadores							
Nº compañeros	Nº adversarios	Nº jugadores otros roles ataque	Nº grupos	Porteros	Cantidad de jugadores	Simetría cuantitativa	Estabilidad
8	8	0	2	1 por cada equipo (2)	18 a 22	Igualdad	No
Variables descriptivas de las relaciones con el espacio							
Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)	Ratio ancho-largo	Espacio indiv. Interacción (EII)	Ratio entre EII tarea/EII fútbol	Tipo de espacio	Tipo de diana
50	30	1500	0,6	93,75	0,305573664	Uso libre con subespacios	Sin diana