

Características de velocidad y distancia recorrida en jugadores de clubes de divisiones inferiores del fútbol juvenil Bogotano en competición

Christian Javier Correa Torres

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Educación Física

Licenciatura en Deporte

Bogotá D.C.

2019

Características de velocidad y distancia recorrida en jugadores de clubes de divisiones
inferiores del fútbol juvenil bogotano en competición

Christian Javier Correa Torres

Trabajo de grado para obtener el título de Licenciado en Deporte

Asesores: Jairo Alejandro Fernández Ortega

Luis Alberto Rodríguez Camargo

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Educación Física

Licenciatura en Deporte

Bogotá D.C.

2019

Copyright © 2019 por Christian Correa. Todos los derechos reservados.

Dedicatoria

A la memoria de Alex, quien en los momentos más difíciles demostró que no hay excusas para lograr lo que se debe hacer.

A la luz de mi vida, mi Lunita, quien es mi motor. A mi esposa por su apoyo, amor y paciencia. A mi madre, quien ha sido la razón para buscar ser mejor, a Nata por su apoyo y constante preocupación. A mi padre y mis hermanos.

Agradecimientos

En el desarrollo de esta propuesta de investigación diferentes personas con una conversación, una sugerencia, una palabra de ánimo, una reflexión o un artículo; aportaron en la consolidación de una idea que tuve desde hace algunos años. Por esta razón, agradezco de forma cordial a cada uno tras la finalización de este proceso.

Inicialmente gracias infinitas a Dios por permitirme ser y estar. A la Universidad Pedagógica Nacional, mi alma mater, por la formación y las oportunidades de crecimiento personal y profesional. A mi familia por el apoyo constante y la paciencia en aquellas noches largas de estudio. A mi amada Catalina Quintero por su paciencia, apoyo y comprensión. A mi mamá por su apoyo y a Nata por su constante ayuda.

A los tutores del proyecto, profesores Jairo Fernández y Luis Alberto Rodríguez agradecimiento por su direccionamiento. Por los consejos, el apoyo frente a los clubes, la exigencia en el acompañamiento e incluso la compañía en algunas intervenciones.

A los coordinadores de los clubes que hicieron parte de la intervención muchísimas gracias, los profesores: Jhon Alex Cano de Equidad Seguros, Carlos Mora de Fortaleza CEIF, La señora Mercedes Alfonso de Independiente Santa fe y el profesor Germán Morales de Millonarios. Igualmente a los directores técnicos de los equipos Sub17 que siempre estuvieron dispuestos a colaborar con los seguimientos a los jugadores, los profesores Oscar Puello, Nelson Guzmán, Juan Santos y Carlos Mora. A los jugadores que participaron de la propuesta nuevamente mis agradecimientos. Al profesor Alejandro Restrepo del Club Atlético Nacional por su disposición e intercambio de conocimientos. A Juventus y su presidente en Colombia, Juan Bedoya, porque

gracias a las experiencias compartidas en Italia fue posible entender cómo se controla la carga en las divisiones juveniles de los grupos de proyección del club.

Al profesor Arne Jasper encargado del área de rendimiento de la Selección Bélgica, por sus consejos relacionados con el análisis de los datos obtenidos.

A los profesores Daniel Oliveros, Diana Vera, Luz Hoyos, Jairo Rosas y Boryi Becerra por las conversaciones que permitieron resolver dudas, direccionar y aterrizar la idea inicial. A los compañeros que colaboraron con el desarrollo de la propuesta, entre ellos Estiven Torres. A Diana Marín por su apoyo con los lugares de investigación y con las dudas respecto a la referencias.

Resumen analítico educativo – RAE

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Educación al servicio de la sociedad</small>	<i>FORMATO</i>	
	<i>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN – RAE</i>	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 9	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Características de velocidad y distancia recorrida en jugadores de clubes de divisiones inferiores del fútbol juvenil Bogotano en competición
Autor(es)	Correa Torres, Christian Javier.
Director	Dr. Fernández Ortega, Jairo Alejandro. Esp. Rodríguez Camargo, Luis Alberto.
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2019. 134 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional UPN
Palabras Claves	GPS; FÚTBOL JUVENIL; VELOCIDAD; MATCH TRACKING

2. Descripción
<p>Trabajo de grado que se propone identificar las características de velocidad, distancia recorrida y aceleración/desaceleración en delanteros, volantes y carrileros juveniles bogotanos en la competición oficial por medio de dispositivos GPS. Este estudio fue realizado en los partidos oficiales de cuatro clubes de divisiones menores de equipos profesionales bogotanos, en el torneo nacional pre juvenil interclubes sub17. Los resultados se presentan en dos grupos: jugadores que actuaron durante 45 minutos y jugadores que actuaron en 90 minutos. Debido que se han encontrado pocos estudios realizados en competición oficial en jugadores juveniles, con este estudio se pretende aportar en los procesos de preparación física con base en los requerimientos de la competición oficial.</p>

3. Fuentes
<p>Akenhead, R., French, D., Thompson, K. y Hayes, P. (2014). The acceleration dependent validity and reliability of 10 Hz GPS. <i>Journal of Science and Medicine in Sport</i>, 17, pp. 562-566.</p> <p>Akenhead, R., Hayes, P., Thompson, K. y French, D. (2013). Diminutions of acceleration and deceleration output during professional football match play. <i>Journal of Science and Medicine in Sport</i>, 16, pp. 556-561.</p> <p>Alfano, J. (2011). <i>Fútbol: ¿Cómo y cuándo entrenar la resistencia del futbolista?</i>. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.</p>

- Álvarez, R., Gómez, G. y Pachano, A. (2018). Actualización bibliográfica del mecanismo de lesión sin contacto del ligamento cruzado anterior. *Revista de la Asociación Argentina de Traumatología del Deporte*, 25(1), pp. 50-58.
- Andrzejewski, M., Pluta, B., Konefal, M., Konarski, J., Chmura, J. y Chmura, P. (2018). Activity profile in elite Polish soccer players. *Research in Sports Medicine*, pp. 1-12.
- Andrzejewski, M., Pluta, B. y Konarski, J. (2015). Sprinting activities and Distance Covered by Top Level Europa League Soccer Players. *International Journal of Sports Science & coaching*, 1(10), pp. 39-50.
- Argemi, R., Mouche, M. y Lavayéri, E. (2010). Deportes acíclicos. *ISDe sports Magazine*, 2(6), pp. 1-13. Recuperado de <http://www.isde.com.ar/ojs/index.php/isdesportsmagazine/article/view/31>
- Aslan, A., Acikada, C., Guvenç, A., Goren, H., Hazir, T. y Ozkara, A. (2012). Metabolic demands of match performance in Young soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine*, (11) 1, pp. 170-179.
- Aughey, R. (2011). Applications of GPS Technologies to Field Sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6, pp.295-310.
- Ballesta, C., García, J., Fernández, J. y Alvero J. (2015). Métodos actuales de análisis del partido de fútbol. *Revista internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 15(60), pp.785-803.
- Bangsbo, J. (2014). Demandas fisiológicas del fútbol. *Sports Science Exchange*, 27(125), pp.1-6.
- Bangsbo, J. (1998). *Entrenamiento de la condición física en el fútbol*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Baptista, I., Johansen, D., Figueiredo, P., Rebelo, A. y Pettersen, A. (2019). A comparison of match-physical demands between different tactical systems: 1-4-5-1 vs 1-3-5-2. *PLoS ONE*, 14(4), pp. 1-12.
- Barbero, J., Barbero, V., Gómez, M. y Castagna, C. (2008). Análisis del perfil de actividad en jugadoras infantiles de fútbol mediante tecnología GPS. *Kronos*, 8, 14, pp.35-42.
- Barbosa, D., Coelho, R., Cruz, E., Kappas, L., Baptista, J., Gomes, L., Dias, J. y Silami, E. (2016). Exercise intensity during official soccer matches. *Revista Brasileira Cineantropometria & Desempenho Humano*, 18(6), pp. 621-628.
- Barros, R., Misuta, M., Menezes, R., Figueroa, P., Moura, F., Aunha, S., Anido, R. y Leite, N. (2007). Analysis of the distances covered by first division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *Journal of Sports Science and Medicine* 6, pp. 233-242.
- Bauer, G. (2001). *Fútbol entrenamiento de la técnica, la táctica y la condición física*. 3ª ed. Barcelona: Editorial Hispano Europea.
- Benedek, E. (2000). *Fútbol 250 ejercicios de entrenamiento*. 4ª ed. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.
- Bompa, T. (2009). *Entrenamiento de equipos deportivos*. Badalona: Editorial Paidotribo.
- Bompa, T. (2004). *Periodización del entrenamiento deportivo*. 2ª ed. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Bradley, P., Carling, C., Archer, D., Roberts, J., Dodds, A., Di Mascio, M., Paul, D., Gomez, A., Peart, D. y Krustup, P. (2011). The effect of playing formation on high-intensity running and technical profiles in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 29(8), pp. 821-830.
- Bradley, P., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P. y Krustup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sport Sciences*, 27(2), pp.

159-168.

- Buchheit, M., Mendez, A., Simpson, B. Y Bourdon, P. (2010). Match Running Performance and Fitness in Youth Soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 31, pp. 818-825.
- Bush, M., Barnes, C., Archer, D., Hobb, B. y Bradley, P. (2015). Evolution of match performance parameters for various playing positions in the English Premier League. *Human Movement Scienc*, 39, pp. 1-11.
- Campos, J. y Cervera, V. (2001). *Teoría y planificación del entrenamiento deportivo*. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.
- Campos, M. (2019, Marzo 21). Utilización de la tecnología GPS en el proceso y periodización del entrenamiento en fútbol [Webinar]. En *Exercise Physiology & Training*. Recuperado de <https://www.fisiologiadelejercicio.com/lessons/gps-en-futbol/>
- Carling, C., Bloomfield, J., Nelsen, L. y Reilly T. (2008). The role of motion analysis in elite soccer: contemporary performance measurements techniques and work rate data. *Journal of sports Medicine*, 38(10), pp. 839-862.
- Carling, C., Williams, M. y Reilly, T. (2005). *Handbook of soccer match analysis: A systematic approach to improving performance*. New york, Estados Unidos: Routledge.
- Casamichana, D. y Castellano, J. (2011). Demandas físicas en jugadores semiprofesionales de fútbol: ¿se entrena igual que se compete?. *Revista Científica Cultura, ciencia y Deporte*, 17(6), pp. 121-127.
- Castelo, J. (1999). *Fútbol. Estructura y dinámica del juego*. Barcelona: Editorial Inde publicaciones.
- Circular N°1494 Aprobación de dispositivos de seguimiento electrónico del rendimiento. FIFA, Zúrich, Suiza, 8 de julio de 2015.
- Chamorro, S. (2011). *Carga física externa e interna en futbolistas*. Huila: Editorial Universidad Surcolombiana.
- Chicharro, J. y Fernández, A. (2006). *Fisiología del ejercicio*. 3ª ed. Madrid: Editorial Medica Panamericana.
- Cometti, G. (2002). *La preparación física en el fútbol*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Delaney, J., Cummins, C., Thornton, H. y Duthie, G. (2018). Importance, reliability and usefulness of acceleration measures in team sports. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(12), pp. 3485-3493.
- Dellal, A., Chamari, K., Wong, P., Ahmaidi, S., Keller, D., Barros, R., Bisciotti, G. y Carling C. (2011). Comparison of physical and technical performance in European soccer match-play: FA Premier League and La Liga. *Europuean Journal of Sport Science* 11 (1), pp. 51-59.
- Dellal, A., Wong, P., Moalla, W. y Chamari, K. (2010). Physical and technical activity of soccer players in the French First League –with special reference to their playing position. *International Sportmed Journal*, 11(2), pp. 278-290.
- Di Salvo, V., Pigozzi, F., González, C., Laughlin, M. y De Witt, J. (2013). Match Performance Comparison in Top English Soccer Leagues. *International Journal of Sports Medicine*, 34, pp. 526-532.
- Di Salvo, V., Baron, R., González, C., Gormasz, C., Pigozzi, F. y Bachl, N. (2010). Sprinting analysis of elite soccer players during European Champions League and UEFA Cup matches. *Journal of Sports Sciences*, pp. 1-6.
- Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon, F., Bachl, N. y Pigozzi, F. (2007). Performance Characteristics Accodring to Playing Position in Elite Soccer. *Internatinal Journal of Sports Medicine*, 28, pp. 222-227.

- Echeazarra, I. (2014). Perfil físico de jugadores de fútbol en formación en relación a su categoría y tipo de competición. *Revista internacional de deportes colectivos*, 18, pp. 24-40.
- FIFA (2016). *Distancia recorrida por una selección nacional sub-18*[Tabla]. Recuperado de https://resources.fifa.com/mm/document/footballdevelopment/generic/02/86/63/17/fifa_youthfootball_s_spanish.pdf.
- FIFA (2016). Fútbol Juvenil. Recuperado de https://resources.fifa.com/mm/document/footballdevelopment/generic/02/86/63/17/fifa_youthfootball_s_spanish.pdf
- FIFA. (Sin fecha b). Dispositivos de seguimiento electrónico del rendimiento. Amsterdam, Holanda.: FIFA. Recuperado de <https://football-technology.fifa.com/es/media-tiles/epts1/>
- FIFA. (Sin fecha a). Juegos con efectivos reducidos y preparación física integrada. Recuperado de http://egdf.com.ar/wp-content/uploads/2018/06/kupdf.com_paidotribo-100-juegos-de-entrenamiento-para-prep-fisica-fifapdf.pdf
- FIFA. (Sin fecha c). Informe técnico: Copa Mundial de la FIFA Rusia 2018. Recuperado de <https://img.fifa.com/image/upload/ksd6emwxif7yfeww1vcs.pdf/>
- García, J., Navarro, M. y Ruiz, J. (1996). *Bases teóricas del entrenamiento deportivo*. Madrid, España: Editorial deportiva Gymnos.
- Giancoli, D. (2006). *Física principios con aplicaciones*. 6ª ed. México: Pearson Educación.
- Gómez, J. (2007). *Bases del acondicionamiento físico*. España: Wanceulen Editorial deportiva.
- Gómez, P. (2014). *Preparación física para el fútbol*. México: Editorial Trillas.
- Gómez, P. (2011). *El entrenamiento deportivo en el siglo XXI*. España: Editorial Formación Alcalá.
- Grosser, M., Brüggemann, P. y Zintl, F. (1989). *Alto rendimiento deportivo*. Barcelona: Ediciones Martínez Roca.
- Guimaraes, T. (1999). *El entrenamiento deportivo: capacidades físicas*. Bogotá, Colombia: Cooperativa editorial Magisterio.
- Harley, J., Barnes, C., Portas, M., Lovell, R., Barret, S., Paul, D. y Weston, M. (2010). Motion analysis of match-play in elite U12 to U16 age-group soccer players. *Journal of Sport Sciences*, pp. 1-7.
- Hewit, J., Cronin, J., Button, C. y Hume P. (2011). Understanding Deceleration in Sport. *Strength and Conditioning Journal*, 33(1), pp. 47-52.
- Jiménez, J., Arias, E., Olaya, Z. y Suárez, G. (2007). *Características del futbol y del futbolista infantil. Técnica, táctica, sistemas de juego, tiempos de juego y pausa, aspectos biomecánicos*. Medellín, Colombia: Funámbulos Editores.
- Lacuesta, F. (1997). *Tratado de fútbol: técnica, acciones de juego, Estrategia, táctica*. Madrid: Gymnos.
- Larry, W., Wilmore, J. y Costill, D. (2012). *Fisiología del deporte y el ejercicio*. 5ª ed. Madrid, España: Human Kinetics y Editorial Panamericana.
- Lentz, D. y Hardyk, A. (2007). Entrenamiento de velocidad. En Brown, L. y Ferrigno, V. (coords.), *Entrenamiento de velocidad, agilidad y rapidez* (pp. 19-74). Badalona, España: Editorial Paidotribo.
- Letham, L. (2001). *Gps fácil: Uso Del sistema de Posicionamiento Global*. Barcelona, España: Paidotribo.
- Lexus Editores. (2013). *La biblia de la física y química*. Barcelona, España: Lexus Editores.
- López, E., Navarro, M., Brito, E., Ruiz, J. y Medina, R. (2012). La biomecánica deportiva aplicada al fútbol. En Ruiz, J., Navarro, R., Brito, E., Navarro, M., Navarro, R. y García, J. (eds.),

- Análisis del movimiento en el deporte* (pp. 317-334). Sevilla: Wanceulen Editorial Deportiva.
- Mallo, J. (2014). *La preparación física basada en el juego*. Barcelona: Instituto MONSA de Ediciones.
- Malone, S., Owen, A., Mendes, B., Hughes, B., Collind, K. y Gabbett, T. (2017). High-speed running and sprinting as an injury risk factor in soccer: Can well-developed physical qualities reduce the risk?. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21, pp. 257-262.
- Malone, J., Lovell, R., Varley, M. y Coutts, A. (2017). Unpacking the Black Box: Applications and Considerations for Using GPS Devices in Sport. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12, pp. 18-26.
- Mara, J., Thompson, K., Pampa, K. y Morgan, S. (2017). The acceleration and decelerations profiles of elite soccer players during competitive matches. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20, pp. 867-872.
- Martin, D., Carl, K. y Lehnertz, K. (2001). *Manual de metodología del entrenamiento deportivo*. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.
- Mendez, A., Buchheit, M., Simpson, B. y Bourdon, P. (2013). Match play Intensity Distribution in Youth Soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 34(2), pp. 101-110.
- Miñano, J., Casáis, L., Lago, C. y Gómez, M. (2017). High Speed Running and Sprinting Profiles of Elite Soccer Players. *Journal of Human Kinetics*, 58, pp. 169-176.
- Miñano, J. (2015). *Análisis de la actividad física competitiva en jugadores de fútbol de un equipo de excelencia* (tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.
- Mohr, M., Krustup, P. y Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, (21), pp. 519-528.
- Monteleone, M. y Ortega, M. (2015). *Fútbol: la construcción de un modelo de juego*. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.
- Morgans, R., Orme, P., Anderson, L. y Drust, B. (2014). Principles and practices of training soccer. *Journal of Sport and Health Science*, 3, pp. 251-257.
- Muñoz, V. (2015). *Cuantificación y Análisis de las Demandas físicas y Respuestas fisiológicas en el fútbol juvenil durante entrenamientos y competición, y su relación con el perfil condicional* (tesis doctoral). Universidad de Castilla la Mancha, Toledo, España.
- Núñez, F., Toscano, F., Suarez, L., Martínez, F. y De Hoyo, M. (2019). Individualized thresholds to analyze acceleration demands in soccer players using GPS. *Retos*, 35, pp. 75-79.
- Otero, C. (2018). Así calcula la FIFA la distancia recorrida por un jugador en un partido de fútbol. Madrid, España.: As. Recuperado de https://as.com/meristation/2018/05/02/betech/1525269375_616839.html
- Pérez, H. (2014). *Física general*. 4ª ed. México: Patria.
- Petersen, S. y Brenn, T. (2019). Activity profiles by position in youth elite soccer players in official matches. *Sports Medicine International Open*, 3(1), pp. 19-24.
- Platonov, V. (2001). *Teoría general del entrenamiento deportivo olímpico*. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.
- Platonov, V. y Bulativa, M. (1998). *La preparación física*. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.
- Rampinini, E., Coutts, A., Castagna, C., Sassi, R. y Impellizzeri, F. (2007). Variation in Top Level Soccer Match Performance. *International Journal of Sports Medicine*, 28(12), pp. 1018-1024. doi: 10.1055/s-2007-965158
- Rampinini, R., Impellizzeri, F., Castagana, C., Coutts, A. y Wisloff, 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, pp. 227-233.
- Raposo, A. (2000). *Planificación y organización del entrenamiento deportivo*. España: Editorial Paidotribo.
- Rex, A. y Wolfson, R. (2011). *Fundamentos de física*. Madrid, España: Pearson Educación.
- Rivilla, J., Calvo, L., Jiménez, S., Paredes, V., Muñoz, A., Tillaar, R y Navandar, A. (2018). Characteristics of very high intensity runs of soccer players in relation to their position and playing half in the 2013-14 Spanish La Liga season. *Journal of Human Kinetics*, pp. 1-11.
- Ross, A., Leveritt, M. y Riek, S. (2001). Neural influences on Sprint Running: Training adaptations and Acute Responses. *Sports Medicine*, 31(6), pp. 409-425.
- Russell, M., Sarkes, W., Northeast, J., Cook, C., Love, T., Bracken, R. y Kilduff, L.(2014). Changes in Acceleration and Deceleration Capacity throughout Professional Soccer Match-play. *The Journal of Strength and conditioning Research*, 30 (10), pp. 2839-2844.
- Santamaría, J. y Sanz, T. (2005). *Manual de prácticas de topografía y cartografía*. España: Servicio de publicaciones Universidad la Rioja.
- Sarmiento, S., Rodríguez, D., García, J., Martín, J., Navarro, M., Ruiz, J. y Medina, R. (2012). Nuevas tecnologías aplicadas para el control de las cargas de entrenamiento en los deportes de equipo. En Ruiz, J., Navarro, R., Brito, E., Navarro, M., Navarro, R. y García, J. (eds.), *Análisis del movimiento en el deporte* (pp. 307-316). Sevilla: Wanceulen Editorial Deportiva.
- Serway, R. y Faughn, J. (2001). *Física*. 5ª ed. México: Pearson Educación.
- Stevens, T., de Ruiter, C., Twisk, J., Savelsbergh, P. y Beek, P. (2017). Quantification of in-season training load relative to match load in professional Dutch Eredivisie football players. *Science and Medicine in football*, 1(2), pp. 117-126.
- Suarez, L., Torreño, N., Requeña, B., Sáez, E., Casamichana, D., Barbero, J. y Mungia, D. (2014). Match-play activity profile in professional soccer players during official games and the relationship between external and internal load. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(12), pp. 1417-1422.
- Sweeting, A., Cormack, S., Morgan, S. y Aughey, J. (2017). When Is a Sprint a Sprint? A review of the Analysis of Team-Sport Athlete Activity Profile. *Frontiers in Physiology*, 8, pp. 1-12. doi: 10.3389/fphys.2017.00432
- Tierney, P., Young, A., Clarke, N. y Duncan, M. (2016). Match play demands of 11 versus 11 professional football using Global Positioning System tracking: Variations across common playing formations, *Human Movement Science*, 49, pp. 1-8.
- Torreño, N., Munguía, D., Coutts, A., Sáez, E., Asian, J. y Suarez, L. (2016). Relationship Between External and Internal Loads Professional Soccer Players During Full Matches in Official Games Using Global Positioning Systems and Heart-Rate Technology. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11, pp. 940-946.
- Trewin, J., Maylan, C., Varley, M. y Cronin, J. (2018). The match-to-match variation of match-running in elite female soccer. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21, 196-201.
- Turpin, B. (1998). *Fútbol: La formación del joven jugador*. Barcelona, España: Editorial Hispano Europea.
- Vales, A. y Areces, A. (2002). Aproximación conceptual a la velocidad en deportes de equipo: el caso fútbol. *Apunts Educación física y deportes*, 69, pp. 44-58.
- Verjoshanski, I. (1990). *Entrenamiento deportivo. Planificación y programación*. Barcelona: Ediciones Martínez Roca.
- Vigh, J., Dalgas, U. y Andersen, T. (2017). Position specific acceleration and deceleration profiles in elite youth and senior soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(4),

pp. 1114-1122.

Wallace, J. y Norton, K. (2014). Evolution of World Cup soccer final games 1966-2010: Game structure, speed and play patterns. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17, pp. 223-228.

Weineck, E. (1994). *Fútbol Total El entrenamiento técnico del futbolista (Vol.2)*. Barcelona: Editorial Paidotribo.

Weineck, J. (2005). *Entrenamiento total*. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.

Willmott, A., James, C., Bliss, A., Leftwich, R. y Maxwell, N. (2019). A comparison of two global positioning system devices for team-sport running protocols. *Journal of Biomechanics*, 83, pp. 324-328.

Wilson, J., Buffa, A. y Lou, B. (2007). *Física*. 6ª ed. México: Pearson Educación.

4. Contenidos

En el capítulo uno se presenta el problema de investigación y las razones que justifican el estudio de las variables propuestas en el fútbol juvenil. La presentación del problema se realiza desde tres ámbitos: el primero obedece a la poca información encontrada tras la revisión documental de valores de velocidad, distancia recorrida y aceleración/desaceleración en el fútbol juvenil en competición oficial. El segundo aspecto hace referencia a la importancia de dichas acciones para el rendimiento del futbolista y el tercero la importancia de estas variables en la planificación.

En el segundo capítulo se presentan los sustentos teóricos del estudio. Para esto, el punto de partida es el campo de la cinemática haciendo una descripción de los conceptos que permiten hacer el análisis del movimiento. Después se presentan las variables de estudio desde el campo de la neurofisiología, el entrenamiento deportivo y el entrenamiento del fútbol. Se hace una referencia a los diferentes sistemas que han sido utilizados para realizar el seguimiento al futbolista y, posteriormente, se presentan los hallazgos de investigaciones en el fútbol profesional y juvenil respecto a las variables de estudio.

El tercer capítulo presenta el proceso metodológico que se utilizó en el desarrollo del estudio. Los resultados de la investigación se clasifican en dos grupos: jugadores que actuaron 45 minutos en competición oficial y jugadores que actuaron en 90 minutos, en las tres posiciones que se analizan (volantes, carrileros y delanteros). Estos resultados se comparan frente a investigaciones realizadas en el fútbol juvenil y profesional.

Finalmente se presentan las conclusiones del estudio frente a las características observadas y se presentan algunas sugerencias.

5. Metodología

El estudio realizado está propuesto bajo el paradigma empírico analítico, el enfoque cuantitativo y un diseño observacional descriptivo.

La población de estudio fueron los equipos participantes del torneo Nacional Prejuvenil Interclubes Sub17, organizado por la DIFUTBOL en la temporada 2019. La selección de este torneo corresponde al nivel de rendimiento, ya que a nivel de clubes es reconocido como uno de los más importantes en Colombia. Del mismo modo, el reglamento comparte algunas características con el fútbol profesional (duración, número de sustituciones y direccionamiento por terna arbitral).

La selección de la muestra se dio de forma no probabilística y la selección por elementos de conveniencia. Para facilitar los seguimientos se seleccionaron los equipos Bogotanos con mayor rendimiento durante los últimos tres años; lo que permitía tomar registros inclusive en fases definitivas. Esto nos condujo a los equipos de divisiones menores de clubes profesionales

bogotanos, de los cuales solo cuatro aceptaron la participación en el estudio.

Es importante aclarar que el objeto de estudio es la posición de juego, no las características de un jugador en particular, por esto la selección de los participantes se basó en: 1) que actuara en las posiciones objeto de estudio, 2) que fuera un jugador de la alineación titular y 3), a fin de tener los registros de la mayor cantidad de jugadores que no hubiere sido evaluado con anterioridad, lo que estaba condicionado a la titularidad. En caso de no presentarse, se realizó el seguimiento a un jugador previamente analizado.

Para el seguimiento se utilizaron tres dispositivos GPS de muestreo de 10 Hz los cuales se dispusieron en el deportista con un protocolo que reunía las indicaciones del fabricante. Posterior a cada encuentro deportivo, los datos fueron cargados en la plataforma para su respectivo análisis. Se indica que el n estadístico hace referencia al número de seguimientos.

Los resultados se presentan como media, desviación estándar, máximo y mínimo en las variables analizadas.

6. Conclusiones

Tras el análisis de los resultados obtenidos se encuentran diferencias respecto a la distancia recorrida, HID, VHID, aceleración y desaceleración en las posiciones objeto de estudio.

Distancia recorrida

- Durante 45 minutos durante los encuentros deportivos oficiales, los volantes recorrieron la mayor distancia total (aunque presentaron menor distancia recorrida a alta intensidad). Los carrileros recorrieron la mayor distancia a alta y muy alta intensidad (>15km/h y 20km/h), aunque recorrieron la menor distancia total.
- La distancia recorrida clasificada en rangos de velocidad, presentó el rango 5-10km/h como el de mayor valor en las tres posiciones analizadas. Aunque se resalta que el segundo rango con mayor distancia recorrida para carrileros y delanteros fue de 0-5km/h, mientras que para volantes fue de 10-15km/h.
- Respecto a las zonas con mayor distancia recorrida, en las tres posiciones correspondió con las zonas B1 y B2.
- En 90 minutos de competición oficial, los volantes recorren la mayor distancia total y los delanteros la menor. Aún así, son los carrileros quienes recorren mayor distancia a alta intensidad (>15km/h y 20km/h) y los volantes la menor.
- Al relacionar los periodos de juego, se identifica mayor distancia recorrida en el primero frente al segundo.

Velocidad

- Durante 45 minutos los carrileros son la posición que realiza mayor número de sprints (>25km/h) y alcanzan la velocidad máxima; los volantes presentan los menores valores en esta variable.
- La velocidad promedio en 45 minutos es mayor en volantes y menor en carrileros.
- En 90 minutos de competición oficial los carrileros presentan el mayor número de sprints (>25km/h) y la máxima velocidad. Respecto a la velocidad promedio, los volantes presentan el mayor valor seguido por carrileros y por último los delanteros.
- Una relación entre periodos indica que la velocidad promedio y la velocidad máxima presentan mayor valor en el primer tiempo; aunque respecto al número de sprints, el

número de sprints fue mayor en el primer periodo (en carrileros y volantes) y menor en delanteros (que obtuvieron mayor registro en el segundo periodo).

Aceleración

- En 45 minutos el número de aceleraciones a 1m/s^2 fue mayor que las realizadas a 2 y 3m/s^2 , en todas las posiciones. Los carrileros presentan la máxima aceleración y el mayor número de aceleraciones en 1,2 y 3m/s^2 .
- En 45 minutos los volantes presentan mayor número de aceleraciones a 1 y 2m/s^2 que los delanteros, pero menor número de aceleraciones a 3m/s^2 .
- En 90 minutos los delanteros realizan la máxima aceleración, seguido por carrileros y finalmente volantes. En aceleraciones a 1m/s^2 los volantes presentan mayor número, pero en 2 y 3m/s^2 son los carrileros.
- Respecto al número de aceleraciones entre periodos, los mayores valores se presentan en el primer tiempo.

Desaceleración

- En todas las posiciones el número de desaceleraciones a 1m/s^2 fue mayor que las de 2 y 3m/s^2 , respectivamente.
- Durante 45 minutos el mayor número de desaceleraciones a 1m/s^2 fue realizado por los volantes y en 2, 3m/s^2 fueron los carrileros. Es particular que los volantes realizan el mayor número de desaceleraciones a 1m/s^2 , pero el menor de las tres posiciones de estudio en 2 y 3m/s^2 .
- En 90 minutos los volantes realizan el mayor número de desaceleraciones a 1m/s^2 , pero el menor número en 2 y 3m/s^2 ; en estas distancias son los carrileros los que mayor número ejecuta.
- Al relacionar los periodos, el número de desaceleraciones disminuye entre el primer y segundo tiempo.

Relación aceleración – desaceleración

- Durante 45 minutos el número de aceleraciones a 1 y 2m/s^2 es mayor que el número de desaceleraciones en la misma distancia, en todas las posiciones objeto de estudio. Sin embargo, las desaceleraciones a 3m/s^2 son mayores que el número de aceleraciones en carrileros y delanteros.
- Durante 90 minutos el número de aceleraciones a 1 y 2m/s^2 es mayor que el número de desaceleraciones a 1 y 2m/s^2 , en las tres posiciones de análisis.
- Al comparar entre periodos de juego, el número de desaceleraciones a 3m/s^2 es mayor que el número de aceleraciones a 3m/s^2 únicamente en el primer tiempo (en carrileros y volantes). Ya que en el segundo periodo, el número de aceleraciones a 3m/s^2 es mayor que el número de desaceleraciones (en carrileros y volantes).

Elaborado por:	Correa Torres, Christian Javier
Revisado por:	Fernández Ortega, Jairo Alejandro Rodríguez Camargo, Luis Alberto

Fecha de elaboración del Resumen:	01	11	2019
--	----	----	------

Contenido

Resumen analítico educativo – RAE.....	vii
Introducción.....	1
Capítulo 1	4
Planteamiento del problema.....	4
1.1 Pregunta problema.....	8
1.2 Objetivos.....	8
1.2.1 Objetivo general.....	8
1.2.2 Objetivos específicos.....	8
1.3 Justificación.....	8
Capítulo 2.....	12
Marco teórico.....	12
2.1 Conceptos generales para la descripción del movimiento.....	15
2.1.1 La velocidad.....	17
2.1.2 La aceleración.....	18
2.2 La Velocidad en el deporte.....	18
2.2.1 Tipos de Velocidad.....	19
2.2.2 Aspectos Neurofisiológicos de la velocidad.....	20
2.2.3 La velocidad en el fútbol.....	25
2.3 Aceleración en el deporte.....	28

2.3.1 Aceleración en el fútbol	29
2.4 Desaceleración en el deporte	31
2.4.1 Desaceleración en el fútbol.....	32
2.5 Sistemas utilizados para el seguimiento del jugador en competición	32
2.6 Dispositivos electrónicos de seguimiento al jugador en competencia	34
2.6.1 Tecnología Gps.....	35
2.6.2 Uso de dispositivos GPS en el deporte.....	36
2.6.3 Validez de los dispositivos Gps.....	37
2.6.4 Validez dispositivo GPS FieldWiz.....	38
2.7 Antecedentes.....	38
2.7.1 Jugadores Juveniles.....	39
2.7.2 Estudios realizados en competición oficial en equipos profesionales	43
2.7.3 Futbol femenino.....	57
2.7.4 Fútbol colombiano	57
2.7.5 Rangos de velocidad utilizados en investigaciones para clasificar la distancia recorrida por el futbolista.....	58
Capítulo 3	61
Metodología	61
3.1 Paradigma de Investigación.....	61
3.2 Enfoque de la investigación.....	61

3.3 Diseño de la investigación.....	61
3.4 Variables del estudio	61
3.5 Población	63
3.5.1 Muestra.	63
3.6 Protocolo de ética	65
3.6.1 Consentimiento informado.	65
3.7 Material y métodos	65
3.7.1 Características de la competición oficial.	66
3.7.2 Procedimiento.	67
3.8 Observaciones.....	69
Capítulo 4.....	70
Resultados	70
4.1 Distancia recorrida (DR) en 45 minutos.....	70
4.1.1 Metros recorridos por minuto por posición.	71
4.1.2 Distancia recorrida a alta intensidad (HID) y muy alta intensidad (VHID) durante 45 minutos.	71
4.1.3 Distancia recorrida por zonas (mapa de calor), durante un periodo de juego en la competición oficial.	72
4.2 Velocidad presentada durante 45 minutos de competición oficial.....	73
4.3 Aceleración presentada durante 45 minutos de la competición oficial	74

4.4 Desaceleración durante 45 minutos de competición oficial	75
4.5 Distancia recorrida (DR) en 90 minutos de competición oficial	75
4.5.1 Distancia recorrida a alta intensidad (HID) y a muy alta intensidad (VHID).	76
4.5.2 Clasificaciones de la DR de 90 minutos en rangos de velocidad.	77
4.5.3 Distancia recorrida por zona (mapa de calor) durante el partido completo.	78
4.6 Velocidad en 90 minutos	78
4.6.1 Relación de la velocidad presentada en primer frente al segundo tiempo.	79
4.6.2 Resultados de sprint (>25km/h): duración y distancia recorrida	80
4.7 Aceleración durante 90 minutos de competición	81
4.7.1 Relación entre aceleraciones en el primer y segundo tiempo.	81
4.8 Desaceleración en 90 minutos de competición oficial	82
4.8.1 Relación entre el número de desaceleraciones: primer y segundo tiempo.	83
5. Discusión	85
6. Conclusiones	90
Conflicto de intereses	93
Recomendaciones y aplicaciones prácticas	93
Limitaciones	94
Referencias	95
Anexo	107
Anexo A. Consentimiento informado	107

Anexo B. Planilla de registro..... 109

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Fundamentos biológicos que influyen en la velocidad</i>	25
Tabla 2. <i>Distancia recorrida por una selección nacional sub-18</i>	42
Tabla 3. <i>Registros totales por equipo y relacionado con la posición</i>	64
Tabla 4. <i>Numero de registros de jugadores que actuaron todo el encuentro deportivo relacionado por equipos</i>	64
Tabla 5. <i>Número de registros de jugadores sustituidos al fin del primer periodo o en el transcurso del segundo</i>	65
Tabla 6. <i>Distancia recorrida por rangos de velocidad durante la competición oficial</i>	70
Tabla 7. <i>Distancia recorrida a alta intensidad por posición en 45 minutos</i>	72
Tabla 8. <i>Distancia recorrida por zonas según la posición en el primer tiempo</i>	73
Tabla 9. <i>Número de sprints, velocidad promedio y máxima en competición oficial en 45 minutos</i>	74
Tabla 10. <i>Características de aceleración: máxima y número de aceleraciones en 45 minutos de competición oficial</i>	75
Tabla 11. <i>Número de desaceleraciones por posición en 45 minutos de competición oficial</i> .	75
Tabla 12. <i>Relación entre DR y HID en primer tiempo, segundo y total</i>	76
Tabla 13. <i>DR en rangos de velocidad en 90 minutos durante la competición oficial</i>	77
Tabla 14. <i>Distancia recorrida por zonas (mapa de calor) segundo tiempo</i>	78
Tabla 15. <i>Relación número de sprints, velocidad promedio y máxima entre periodos</i>	79
Tabla 16. <i>Características de sprint (>25km/h) según tiempo de duración</i>	80
Tabla 17. <i>Valores de aceleración máxima y numero de aceleraciones a 1, 2 y 3 m/s²</i>	81
Tabla 18. <i>Relación entre aceleraciones de 1,2 y 3 m/s² entre el primer y segundo tiempo</i>	82

Tabla 19. <i>Número de desaceleraciones en partido completo</i>	83
Tabla 20. <i>Relación entre desaceleraciones de 1, 2 y 3 m/s² del primer tiempo frente al segundo</i>	84

Lista de Gráficas

<i>Figura 1.</i> Artículos encontrados clasificados en grupos	10
<i>Figura 2.</i> Distancia recorrida vs desplazamiento.....	16
<i>Figura 3.</i> División del campo de juego en seis sectores	62
<i>Figura 4.</i> Ubicación del dispositivo en el jugador	66
<i>Figura 5.</i> Dispositivo ubicado previo al calentamiento	68
<i>Figura 6.</i> Distancia recorrida según zonas por un jugador	72

Tabla de abreviaturas

CV: Coeficiente de variación

DIFUTBOL: División aficionada del Fútbol Colombiano

DR: Distancia recorrida

DT: Distancia total recorrida

DZ1: Distancia recorrida en el rango de velocidad 0-5km/h

DZ2: Distancia recorrida en el rango de velocidad 5-10km/h

DZ3: Distancia recorrida en el rango de velocidad 10-15km/h

DZ4: Distancia recorrida en el rango de velocidad 15-20km/h

DZ5: Distancia recorrida en el rango de velocidad 20-25km/h

DZ6: Distancia recorrida en el rango de velocidad 25-30km/h

DZ7: Distancia recorrida en el rango de velocidad >30km/h

FIFA: Federación Internacional de Fútbol Asociado

GPS: Sistema de Posicionamiento Global

HID: High intensity Distance (distancia recorrida a alta intensidad)

Hz: Hercios

LPS: Sistema de Posicionamiento Local

Km: Kilómetros

km/h: kilómetros por hora

m: Metros

m/min: metros por minuto

m/s²: Metros sobre segundo al cuadrado

Navstar: Navigation System with time and Randking

s: Segundos

TE: Error típico de medición

VHID: Distancia recorrida a muy alta intensidad

Introducción

Piense por un momento en las marcas que establecen los atletas olímpicos en cada una de las pruebas que presentan. Incluso mantenerse en el programa olímpico, implica mantener determinados registros a fin de participar en diferentes competiciones.

Si estos registros son indicadores de rendimiento, ¿Sería viable tomarlos para planificar con atletas juveniles?, tal vez algunos lectores coincidan con que el punto de partida para la planificación deben ser los resultados de cada atleta, mientras que los indicadores de rendimiento pueden ser utilizados como referencia.

Las características de los deportes cíclicos permiten de una manera objetiva tener referencias directas de los resultados de cada deportista. Pero, ¿cómo obtener valores de referencia para planificar en los deportes colectivos? ¿Cómo entender la preparación del jugador de fútbol para los requerimientos actuales?

Podría presuponerse que el punto de partida para preparar a un jugador de fútbol deben ser los esfuerzos que se presentan en competición. Y es algo posible, ya que actualmente se presentan estadísticas con las características a nivel físico, técnico y táctico del jugador profesional.

Es aquí donde se genera la pregunta, ¿es importante controlar los desplazamientos y la distancia recorrida durante la competición en el futbolista juvenil?, ó ¿será posible tomar como referencia las características de velocidad y distancia recorrida de jugadores profesionales para la planificación? ¿requieren todas las posiciones de juego la misma preparación a nivel físico?

En busca de esas respuestas y con base en la revisión documental realizada, se encontraron escasas investigaciones durante la competición oficial en jugadores juveniles. Menores aún las realizadas en Colombia, entre las que se destacan el trabajo de Chamorro (2011) con la Universidad Surcolombiana (a pesar de que fue realizada en competición amistosa) y el trabajo

de Jiménez, Olaya, Arias y Suárez (2007) con la Universidad de Antioquia quienes presentan las características del futbolista infantil (aunque su enfoque es orientado a la técnica).

Por esto, a fin de conocer que ocurre durante la competición oficial con el jugador juvenil, se presenta esta investigación. Una posibilidad de dar respuesta a una frase enunciada por Wheeler (comunicación personal, 6 julio, 2017) para quien la falta de control durante el entrenamiento puede llevar a que el jugador de fútbol no se fatigue en la competición, sino que llegue fatigado.

Este documento se presenta de la siguiente manera: primero se delimita el problema de investigación, en el cual se presentan argumentos por los cuales es importante conocer dichos valores en el fútbol juvenil. Se plantea la pregunta problema, se establecen los objetivos de la investigación y se justifica el estudio desde tres perspectivas: primero aquellos elementos que justifican la evolución del fútbol, segundo la escasa literatura científica con esta población en cuestión (para este fin se presentan los artículos encontrados tras la revisión documental); y tercero aquellas razones por las que es importante controlar dichas variables.

En el segundo capítulo se sustenta teóricamente el estudio, desde la cinemática, el entrenamiento deportivo y la neurofisiología. Inicialmente se presentan las características del fútbol como deporte y las necesidades a nivel físico para los jugadores. Posteriormente, debido a que este es un estudio desde el campo de la cinemática, se describen las variables desde la física.

Tras esto, desde el campo del entrenamiento deportivo y del entrenamiento del fútbol se abordan las variables, haciendo énfasis en la velocidad y aquellos factores que desde el campo de la fisiología influyen en el deportista. Se abordan los sistemas que han permitido controlar los movimientos del futbolista (desde los manuales hasta aquellos de seguimiento automático) haciendo especial énfasis en los dispositivos GPS. Por último se presentan los antecedentes de la investigación en el fútbol profesional y juvenil.

En el tercer capítulo se presenta la metodología utilizada en el proyecto partiendo desde el paradigma, enfoque y diseño; hasta los elementos más específicos que indican cómo se desarrollo el estudio.

Los resultados se presentan en dos grupos: el primero corresponde a jugadores que participaron durante un periodo de la competición oficial y el segundo aquellos jugadores que participaron de todo el encuentro deportivo, abordando cada variable del estudio. Se discuten los resultados frente a los hallazgos de la revisión documental para finalmente presentar las conclusiones del estudio y recomendaciones.

Es importante aclarar que estos resultados no sirven de base definitiva para la planificación de su equipo juvenil, pero si aportan elementos que pueden llevar a comprender las características del jugador en esta edad según la posición y diseñar tareas que acerquen al jugador a la realidad de la competición. Con esto, abrir un campo de investigación que potencie la preparación física del jugador colombiano.

Capítulo 1

Planteamiento del problema

El estudio de la velocidad en el fútbol ha sido frecuente. Esta capacidad ha sido incluida dentro de los factores que conducen al alto rendimiento y considerada determinante para el éxito durante las acciones de ataque y defensa.

Weineck (1994) afirma que la velocidad es una de las capacidades específicas de mayor relevancia para el fútbol y que los mejores jugadores, además de tener unas excelentes características técnico- tácticas, tienen una capacidad de velocidad excelentemente desarrollada; también menciona que cada posición de juego tiene demandas de velocidad diferentes. Bangsbo (2014) da importancia a los periodos de movimiento de alta intensidad, mencionando que un jugador de fútbol de alto rendimiento es capaz de realizar un mayor número de desplazamientos a alta velocidad.

Con el avance tecnológico se han desarrollado una serie de dispositivos que permiten realizar el seguimiento de los desplazamientos del futbolista tanto en competencia como en entrenamiento. La Federación Internacional de Fútbol Asociado, (FIFA, s.f.a) menciona que estas herramientas modernas de observación permiten obtener datos sobre la actividad de los jugadores en competencia en tiempo real y resalta que el juego tiende a volverse más rápido. Y concluye que el futuro del fútbol continuará construyéndose a través del juego colectivo, combinando velocidad, técnica y aceleraciones.

Para analizar el rendimiento físico del jugador en competencia se han utilizado diferentes sistemas que pueden clasificarse en función del tipo de seguimiento, que van desde el seguimiento manual hasta el uso de elementos tecnológicos por diferentes vías, entre ellas:

Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), grabación y edición de vídeo, y registro automático de la imagen asistido por computador (Ballesta, García, Fernández y Alvero, 2015).

El seguimiento de los desplazamientos del jugador durante la competencia oficial era realizado con dispositivos externos: sistemas multicámara y registro de imagen por computador, debido a la prohibición FIFA de utilizar elementos en la indumentaria del deportista. Pero con la circular 1494 del 8 de julio de 2015, FIFA (Circular N°1494, 2015) modifica la regla número cuatro del fútbol (*El equipamiento de los jugadores*) y permitió utilizar sistemas de seguimiento de jugadores con dispositivos electrónicos.

Debido a sus características, los GPS resultan prácticos para obtener información sobre distancia recorrida total, aceleraciones y desaceleraciones, velocidad de los desplazamientos, lugar del campo en el cual se realizaron. Entre las ventajas que aporta FIFA para el uso de GPS (FIFA, s.f.b) están: su instalación rápida, que no es necesario un operador y que permiten un alto número de mediciones.

En el Fútbol profesional existen gran cantidad de estudios que aportan información y permiten conocer los diversos desplazamientos realizados por los jugadores en competencia, según la posición.

Realizando un seguimiento asistido por computador: Mohr, Krustup, y Bangsbo (2003) analizaron los desplazamientos de jugadores Top frente a jugadores élite según la posición; Di Salvo, Baron, González, Gormasz, Pigozzi, y Bachl (2010) analizaron los sprints realizados por jugadores en diferentes posiciones durante la Europa League y la Champions League; Di Salvo, Pigozzi, Gonzalez, Laughlin y De Witt (2013) compararon los recorridos realizados por jugadores de la Premier League frente a los realizados por jugadores de la Liga Championship (segunda división); Miñano, Casáis, Lago, Gómez (2017) compararon las distancias recorridas por

jugadores del Real Madrid frente a sus rivales; Rampinini, Impellizzeri, Castagna, Coutts y Wisloff (2009) examinaron el rendimiento físico de jugadores de los primeros cinco clubes y últimos cinco de la Serie A Italiana. Identificando las aceleraciones y desaceleraciones por medio de vídeo cámaras de alta definición: Mara, Thompson, Pumpa y Morgan (2017) identificaron las características en jugadoras élite en competencia.

Con dispositivos GPS durante la competencia oficial: Tierney, Young, Clarke, y Dundan (2016) analizaron las variaciones de los desplazamientos a través de cinco sistemas de juego en Inglaterra; Trewin, Maylan, Varley y Cronin (2018) examinaron las variaciones de los desplazamientos en competencia durante cinco años en jugadoras del equipo nacional; Torreño, Munguía, Coultts, Sáez, Asian, y Suarez (2016) analizaron los cambios en periodos de 15 minutos en los desplazamientos realizados por jugadores Top en partidos oficiales.

En el contexto colombiano, Chamorro (2011) evaluó las características de los desplazamientos realizados por jugadores colombianos (del club Atlético Huila) durante el primer tiempo de partidos amistosos por medio de dispositivos GPS y comparó los resultados con los presentados en futbolistas profesionales Europeos. Evidenció menores resultados en el desarrollo de acciones veloces en los jugadores colombianos, sobre todo relacionado con el tiempo en que el jugador permanece en cada zona de velocidad.

En el fútbol juvenil durante la competencia: Muñoz (2015) realizó seguimiento en competencia en la Liga Provincial de Madrid; Buchheit, Mendez, Simpson y Bourdon (2010) analizaron el primer tiempo en competencia en jugadores juveniles altamente entrenados.

Tras la revisión documental realizada se identifican escasos estudios referidos a las características de los desplazamientos en jugadores de fútbol juvenil durante la competencia. Si se entiende que los jugadores juveniles pertenecientes a las divisiones inferiores son a futuro la

base que alimentará al fútbol profesional, desconocer las características de los desplazamientos en estas edades puede impedir un control del rendimiento del deportista.

Por ende la problemática apunta a los siguientes aspectos:

- Se desconocen resultados respecto a la velocidad de los desplazamientos, las aceleraciones y desaceleraciones, la zona de campo con mayores desplazamientos realizados en el fútbol juvenil durante la competencia en torneos oficiales según la posición.

La realidad del contexto colombiano, en el cual incluso algunos equipos profesionales no cuentan con este tipo de dispositivos, hace que sea más difícil que los equipos juveniles puedan acceder a dichas ayudas tecnológicas.

- Desconocer los indicadores de las variables de velocidad en competencia, puede conducir a una falta de control del rendimiento del deportista juvenil dificultando los aspectos del control de la carga.
- No existen valores de referencia que permitan con base en los desplazamientos realizados por posición aportar a los procesos de planificación y control del entrenamiento.
- Comparar el rendimiento físico del jugador juvenil colombiano con otros contextos (fútbol europeo, fútbol profesional) puede otorgar herramientas que permitan direccionar los procesos de rendimiento. Por lo que es necesario conocer en qué nivel se encuentra el jugador juvenil de clubes divisiones menores respecto a su desarrollo físico y establecer planes de desarrollo.

Representa una contradicción esperar un rendimiento elevado en el jugador de fútbol juvenil que lo conduzca al fútbol profesional, pero obviando algunas características de los procesos que lo pueden llevar a ese nivel. Por lo que desconocer la velocidad de los desplazamientos, las aceleraciones y desaceleraciones, la distancia recorrida a alta intensidad y las zonas de mayor

influencia por posición durante la competencia puede afectar los procesos de selección, planificación, entrenamiento y control del futbolista.

1.1 Pregunta problema

¿Cuáles son las características de velocidad, distancia recorrida y aceleración-desaceleración, durante encuentros oficiales en delanteros, volantes ofensivos y carrileros de clubes de divisiones menores en el futbol juvenil bogotano SUB17?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general.

Identificar las características de velocidad, distancia recorrida y aceleración en delanteros, volantes ofensivos y carrileros de clubes de divisiones menores bogotanos en competición, por medio de dispositivos GPS.

1.2.2 Objetivos específicos.

En una población de delanteros, volantes ofensivos y carrileros pertenecientes a divisiones menores de clubes del fútbol bogotano Sub 17 determinar:

- La distancia total recorrida
- La distancia recorrida clasificada en rangos de velocidad
- Velocidad: Máxima, media.
- Aceleraciones
- Desaceleraciones

1.3 Justificación

El fútbol está en constante evolución. Wallace y Norton (2014) estudiaron los cambios en el juego de la final de la copa del mundo desde 1966 a 2010 y encontraron mayor velocidad del

movimiento del balón, mayor densidad de jugadores por espacio y mayores intensidades de juego con tiempos de descanso más largo.

El juego es cada vez más exigente desde el punto de vista físico y sumado a sistemas defensivos basados en la presión y disminución de espacios, es necesario que el jugador deba realizar cada vez más acciones de alta velocidad, manteniendo con alto nivel de eficacia en sus acciones técnicas y tácticas.

Tras la revisión documental realizada en bases de datos como Sport Discus, Scopus, Science Direct, ProQuest, Google Académico y Researchgate se encontraron pocos estudios relacionados con las características de los desplazamientos en el fútbol juvenil durante la competencia oficial. Utilizando palabras clave y combinaciones de palabras como *Match-play*, *running*, *performance*, *soccer*, *youth soccer*, *GPS*. La clasificación de los artículos encontrados producto de la revisión documental se presenta en la figura 1.

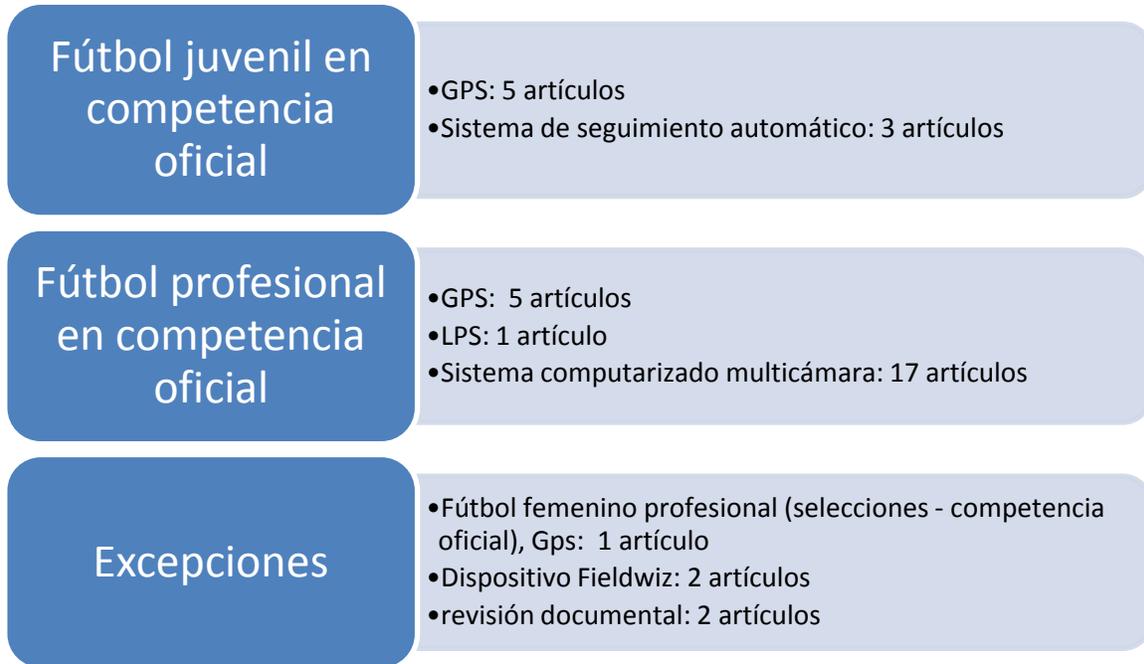
Los criterios para la inclusión de artículos fueron: 1) que fueran producto de análisis de la competencia oficial, 2) que los sujetos de estudio fueran jugadores juveniles o deportistas profesionales, 3) que la recolección de información fuera realizada primordialmente por medio de dispositivos GPS o en su defecto análisis computarizado de vídeo, 4) los artículos en las bases de datos estuvieran disponibles completos.

Los criterios para exclusión en la selección de artículos fueron: 1) que fueran producto de partidos amistosos, 2) que los sujetos de evaluación fueran jugadores infantiles (masculino o femenino).

Para un desarrollo más completo se presentaron las siguientes excepciones: 1) artículos de investigación con dispositivos GPS en competición oficial en el fútbol colombiano, 2) artículos

de investigación desarrollados con dispositivos GPS Fieldwiz, 3) investigaciones de fútbol femenino a nivel de selecciones y/o en competición oficial.

Figura 1. Artículos encontrados clasificados en grupos



Nota: elaboración propia

Si se entiende que el jugador juvenil podría presentar particularidades que no pueden ser dimensionadas desde el fútbol profesional, es necesario identificar las características que se presentan en la competencia a estas edades. Si los jugadores de fútbol juvenil, sobre todo las divisiones menores de los clubes, representan la base del fútbol profesional conocer las características de velocidad, distancia recorrida y aceleración/desaceleración ayudarán a tomar decisiones respecto a la preparación física.

Basados en lo postulado por Verjoshanski (1990), para quien el objetivo del entrenamiento es la mejora de la manifestación de la velocidad del deportista; Barbero, Barbero, Gómez, Castagna (2008) asignan importancia a la cuantificación del entrenamiento para programar tareas que conduzcan a una preparación óptima para la competición. De igual manera, conocer con

precisión los esfuerzos realizados por los jugadores permite fundamentar los métodos de preparación física con base en el puesto específico (Cometti, 2002; Mallo, 2014). Al determinar la velocidad de los desplazamientos, la distancia recorrida y la aceleración/desaceleración de los futbolistas juveniles según la posición en competencia se puede desarrollar una preparación física más objetiva.

Esto permitirá comprender si el nivel de velocidad del fútbol juvenil en clubes de divisiones menores prepara al jugador para las exigencias de otros contextos, entre ellos el profesional.

Capítulo 2

Marco teórico

El fútbol es un deporte colectivo en el cual dos equipos, en un espacio definido, luchan constantemente por el balón con el objetivo de introducirlo en la portería contraria y evitando que entre en su propio arco. Por ello, el conjunto de acciones individuales y colectivas realizadas por los jugadores se orientan a la finalidad del juego (Castelo, 1999).

Las acciones que realiza el jugador se pueden clasificar de forma general en ofensivas y defensivas. De una manera particular, se pueden clasificar en acciones técnicas y acciones de juego. Las acciones técnicas se presentan cuando el jugador está en posesión del balón y por medio de actos y movimientos sobre el balón, busca cumplir una finalidad determinada. Y las acciones de juego, (aún cuando pueden ser técnicas) están siempre enmarcadas en un aspecto táctico, en las cuales la importancia es dada por la finalidad de la acción, y puede incluir una o varias acciones técnicas. Y son aquellas en las cuales por medio de gestos, posiciones y movimientos un jugador cumple un objetivo determinado (Lacuesta, 1997).

Por tanto, un análisis de las características del fútbol actual puede establecer condiciones que deben desarrollar los jugadores para lograr la finalidad del juego. Las tendencias que se presentan en competición marcan una forma de organizar los equipos durante el ataque, la defensa, las transiciones y la pelota quieta. Por tanto, el jugador debe estar preparado para el tipo de juego que el entrenador pretende realizar.

Tras la finalización de cada Copa del Mundo, la FIFA presenta un análisis de las características presentes en el torneo a fin de conocer las pautas que dominaron durante el campeonato. Los últimos mundiales se orientan a un juego más rápido, donde las salidas rápidas en transiciones marcan la pauta respecto al direccionamiento del ataque.

En el informe técnico de la FIFA del mundial Rusia 2018 se observó un cambio en el posicionamiento de la defensa, con una limitación de espacios y defensas más compactas; donde la media entre las selecciones fue de 26m entre el defensa y el punta (delantero), en la fase defensiva. Francia, campeona del mundo, realizó un juego equilibrado y compacto, buscó ganar la zona media del campo y generar ataques con la velocidad de su figura juvenil Mbappé (FIFA, s.f.c).

Relacionado con las exigencias físicas del fútbol contemporáneo, FIFA (2016) indica que en competición hay un incremento de las carreras con o sin balón, expresado en rápidas transiciones y repliegues defensivos. En mayor medida aumentaron las carreras intensas (19 – 23 km/h) y los arranques (24 – 25 km/h), por lo que actualmente se tiene un fútbol más rápido.

Por esto, el punto inicial de análisis es la intermitencia del fútbol. Este deporte puede ser clasificado como intermitente porque: cada acción de juego exige distintas manifestaciones de fuerza- velocidad, resistencia o flexibilidad (Gómez, 2014); o por los cambios frecuentes en la velocidad de movimiento y de dirección (Morgans, Orme, Anderson y Drust, 2014), o porque combina esfuerzos a diferentes intensidades y duraciones, en los que hay periodos de recuperación completos o incompletos (Gómez, 2014); o por la necesidad de involucrar todos los elementos dominantes del juego a nivel físico, técnico, táctico y psicológico FIFA (2016).

Otro rasgo diferenciador del fútbol son las aceleraciones y desaceleraciones. Esto hace que los cambios de dirección y los frenados, en ocasiones en posesión del balón o en duelo con el adversario, generen un mayor gasto energético y requieran componentes de fuerza muscular diferentes a los deportes de carrera lineal (Alfano, 2011).

La necesidad de escapar del marcaje de la defensa y la reacción ante un estímulo durante el cambio en la dirección del balón o influenciados por la posicionamiento en el terreno de juego,

hace que el jugador de fútbol tenga mayor capacidad de cambio de dirección que otros atletas (Bangsbo, 1998) o debido a las continuas reacciones que se presentan al enfrentar un adversario (Bauer, 2001).

A fin de controlar los desplazamientos, se han utilizado análisis cinemáticos en el fútbol para determinar las características de los desplazamientos de los jugadores.

Para Sarmiento et. al (2012), el análisis cinemático en el deporte aporta información sobre las características específicas de la modalidad. Este análisis permite conocer las acciones técnico – tácticas, o controlar el volumen e intensidad de los desplazamientos. En lo relacionado con los desplazamientos permite identificar:

- Cantidad
- Intensidades
- Distancias recorridas
- Número de interrupciones y la duración de las mismas.

López, Navarro, Brito, Ruiz y Medina (2012) indican que los resultados del seguimiento al jugador en competencia varían acorde a las acciones del equipo, al momento del partido, la posición en el campo y las capacidades del jugador. Con los seguimientos se puede conocer:

- Distancia total recorrida
- Distancia recorrida en intervalos de duración variable
- Distancia recorrida a diferentes velocidades
- Cantidad de desplazamientos y velocidades a las que se realizan
- Numero de aceleraciones
- Utilización del espacio

Las magnitudes que se utilizan para describir los movimientos son: los desplazamientos (longitud), la velocidad, la aceleración, el tiempo. Las relaciones entre estas variables están determinadas por las leyes del movimiento (Campos y Cervera, 2001).

Para abordar estos conceptos cinemáticos es necesario partir desde las definiciones de la física que permiten la descripción del movimiento. Por esto, se abordará: la cinemática, el movimiento, la posición, el sistema de referencia, el desplazamiento, la distancia recorrida, la velocidad y la aceleración.

2.1 Conceptos generales para la descripción del movimiento

La mecánica es la rama de la física que estudia el movimiento, y lo hace desde la dinámica y la cinemática. La dinámica estudia las causas que producen el movimiento y la relaciona con otros conceptos físicos como la fuerza y la masa. La cinemática describe el movimiento sin considerar las causas que lo originaron, desde una perspectiva unidimensional (Serway y Faughn, 2001). Por consiguiente una explicación desde la cinemática se orienta únicamente a la descripción de como se presenta el movimiento.

Las magnitudes fundamentales utilizadas desde la cinemática son la posición, la velocidad y la aceleración (Rex y Wolfson, 2011). Aunque, previamente es necesario definir que es el movimiento.

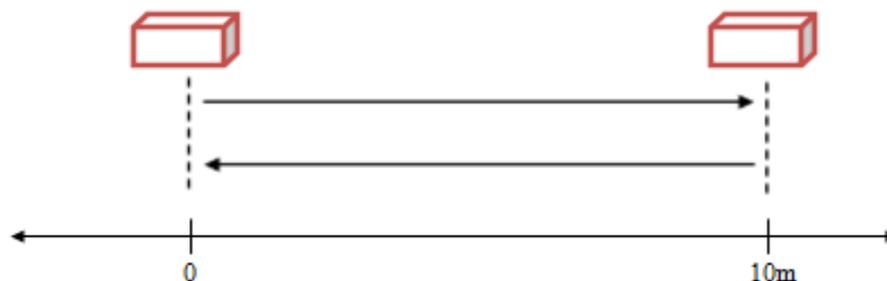
“El movimiento es un cambio continuado en la posición. El objeto que se mueve se denomina móvil. El resultado que se obtiene como consecuencia del movimiento es un cambio de posición o desplazamiento” (Lexus Editores, 2013, p.15). El movimiento implica un cambio de posición de un objeto en relación con el tiempo, que puede ser descrito en términos de distancia recorrida (una magnitud escalar, que requiere únicamente magnitud) o en términos de desplazamiento (un vector, que requiere magnitud y dirección) (Wilson, Buffa y Lou, 2007). Siempre que se quiera

describir un movimiento, es necesario tener un punto de comparación; y con base en los datos obtenidos se puede calcular bien como desplazamiento o como distancia recorrida.

Para ubicar la posición de una partícula es necesario tener un sistema de referencia que indique un punto de partida, una unidad de medida y un conocimiento de donde están el norte, el sur, este y oeste. Y aunque los objetos reales (personas, balones, estrellas) ocupan un espacio y abarcan más de un punto, cuando son ubicados en un sistema de coordenadas se toma al objeto, como una partícula puntual ubicada en un solo punto (Rex y Wolfson, 2011). Por ende, cuando se quiere conocer el desplazamiento de una partícula, se determina la diferencia entre las coordenadas iniciales y finales respecto al punto de referencia (Serway y Faughn, 2001).

Es necesario aclarar que el desplazamiento y la distancia recorrida pueden ser diferentes. La distancia recorrida es una magnitud escalar que permite conocer un valor sin importar la dirección, pero el desplazamiento requiere además del punto de partida y llegada, la dirección para su determinación. Por tanto, si una persona, recorre 10 metros al norte y luego 10 metros al sur, llegaría al mismo punto de partida, con lo cual su desplazamiento sería cero, aunque su distancia recorrida 20 metros (Pérez, 2014). Esto se puede observar en la siguiente figura:

Figura 2. Distancia recorrida vs desplazamiento



Nota: Elaboración propia

En la figura 2, se observa la situación planteada en la cual una persona se desplazó 10 m al norte y luego 10m al sur, tras reemplazar la ecuación se obtiene que: $x_2 - x_1 = 10\text{m} - 10\text{m} = 0\text{m}$, es decir que el desplazamiento es de 0m. Pero la distancia neta recorrida (número total de metros que se han caminado), es de 20m.

En conclusión, cuando se dispone de un sistema de referencia es posible calcular la posición de un objeto en cualquier momento. Además con los valores iniciales y finales de la posicionamiento respecto a las coordenadas es posible conocer cuanta distancia recorrió (magnitud escalar); o con los datos necesarios calcular el desplazamiento (magnitud vectorial).

2.1.1 La velocidad.

Desde la cinemática, la velocidad es definida como “el desplazamiento realizado por un móvil dividido en el tiempo que tarda para efectuarlo (Pérez, 2014, p.68)”. “La velocidad de un móvil viene dada por la variación del vector de posición durante el tiempo transcurrido (Lexus Editores, 2013, p.16).”

Existen formulas para determinar sus valores medios e instantáneos. La velocidad media es el cociente entre el desplazamiento y el intervalo del tiempo en el cual se produjo el desplazamiento. Y su valor instantáneo se reconoce como el límite de la velocidad media cuando el intervalo de tiempo es breve (Serway y Faughn, 2001). Si se quiere determinar la velocidad media durante una carrera de 100m se toma como base una grabación de la carrera, si un corredor tardo 10,0s en recorrer la distancia es posible determinar cuanta distancia recorrió por cada 1,0 s. De esta manera, con la variación del desplazamiento dividido en la variación del tiempo (en este caso 1 segundo) se puede determinar los valores por cada rango y conocer en cual se estos presentó el mayor valor (Rex y Wolfson, 2011).

Esto será aplicable al estudio de la velocidad en el futbolista y con los valores de desplazamiento más el tiempo en competición será posible calcular la velocidad media, pero también es posible calcular la velocidad instantánea, en un momento específico del juego.

2.1.2 La aceleración.

La aceleración es el “cambio de velocidad que experimenta un móvil en el transcurso del tiempo (Lexus Editores, 2013, p.20). Wilson et al. (2003) definen la aceleración como una magnitud vectorial que determina la tasa de cambio de velocidad relacionado con el tiempo.

Existen dos tipos de aceleración: media e instantánea. La aceleración media es la variación de la velocidad en un intervalo de tiempo. Su unidad de medida es el m/s por segundo; por lo que se puede encontrar como metros por segundo cuadrado (Rex y Wolfson, 2011).

Giancoli indica que “siempre que la magnitud de la velocidad disminuye, existe desaceleración, y entonces la velocidad y la aceleración apuntan en direcciones opuestas” (2006, p. 25).

Dado que estas acciones son fundamentales para el rendimiento en el fútbol y tras abordar los conceptos generales que permiten explicar el movimiento, se presentan dichos conceptos desde el campo del entrenamiento deportivo y el entrenamiento del fútbol.

2.2 La Velocidad en el deporte

Desde la perspectiva de los teóricos del entrenamiento, es definida como:

- La “capacidad del organismo para desplazarse (recorrer una distancia) en el mínimo tiempo y con la máxima contracción muscular” (Guimaraes, 1999, p.86).
- La “capacidad de reaccionar con máxima rapidez frente a una señal y/o de realizar movimientos con máxima velocidad” (Grosser, Bruggermann y Zinti, 1989, p.105).

- La capacidad, que influye en el “conjunto de propiedades funcionales del deportista que permiten ejecutar las acciones motrices en un tiempo mínimo” (Platonov, 2001, p.301).
- La “Capacidad del sujeto para realizar acciones motoras en un mínimo de tiempo y con el máximo de eficacia” (García, Navarro y Ruiz, 1996, p.367).
- La “capacidad de reaccionar con la mayor rapidez posible ante un estímulo o señal y/o ejecutar movimientos con la mayor velocidad posible ante resistencias escasas” (Martín, Carl y Lehnertz, 2001, p.174).
- La “capacidad del atleta de realizar acciones motoras (movimiento) en el mínimo tiempo y en determinadas condiciones (deportes cíclicos o acíclicos)” (Raposo, 2000, p.65).

Los autores citados presentan la velocidad como una capacidad e indican que está relacionada con una acción en un tiempo mínimo. Pero si se buscan elementos diferenciadores, las palabras eficacia y acciones que se realizan en determinadas condiciones (deportes acíclicos) marcan un contraste y pueden ser significativas en el contexto del fútbol. A este respecto Weineck (2005) indica que la velocidad se evidencia de diversas maneras en cada especialidad deportiva, diferenciándose por su velocidad específica. Además la relaciona con un variado y complejo conjunto de capacidades.

Por ello, para acercarse al concepto de velocidad en el fútbol es necesario partir desde las particularidades que este deporte presenta.

2.2.1 Tipos de Velocidad.

Raposo (2000) clasifica los tipos de velocidad en cinco: (a) Velocidad de Reacción, aquella capacidad que permite al atleta reaccionar ante un estímulo en un espacio corto de tiempo [la respuesta depende del estímulo]; (b) velocidad de ejecución o gestual, la cual se presenta cuando hay una contracción máxima de un músculo o cadena muscular durante un único gesto técnico;

(c) velocidad de aceleración, que le permite al atleta acelerar desde el reposo hasta llegar a la máxima velocidad [alargando el tiempo de aceleración]; (d) velocidad máxima, que le permite al atleta alcanzar el máximo de fuerza y velocidad según sus posibilidades; y (e) velocidad de resistencia, que le permite al deportista retardar la fatiga durante una carga máxima o submáxima.

Gómez (2007) presenta una clasificación de la velocidad relacionado con el tipo de movimiento: (a) velocidad de un movimiento aislado, que se produce en un momento y no se puede repetir durante la misma secuencia [salida de tacos en velocidad]; (b) velocidad de un movimiento cíclico, son aquellos movimientos repetitivos bajo el mismo patrón y se presentan de la misma manera durante un ciclo [acción de los brazos en natación]; (c) velocidad de un movimiento acíclico, que están condicionados en aquellos deportes donde la incertidumbre cambia acorde a la acción del oponente [en estos casos el proceso de percepción, decisión y ejecución es determinante en la respuesta].

Bauer (2001) se centra en el fútbol y propone una clasificación para las acciones de velocidad, a partir de capacidades parciales: (a) velocidad de percepción [identificar situaciones en poco tiempo]; (b) velocidad de anticipación [capacidad para imaginar mentalmente y con antelación, en el menor tiempo posible el desarrollo del juego]; (c) velocidad de reacción [capacidad de reaccionar rápidamente ante la jugada no esperada]; (d) velocidad de movimiento [cíclica y acíclica, con y sin balón]; y (e) velocidad de acción [la capacidad de realizar acciones específicas del juego, con el balón y bajo presión].

2.2.2 Aspectos Neurofisiológicos de la velocidad.

Los siguientes autores presentan razones según las cuales la velocidad hace referencia, más que a una característica determinada, a un conjunto de procesos. Grosser et al. (1989) indican

que esta capacidad está influenciada por propiedades energéticas y coordinativas. Martín et al. (2001), indican que ubicarla dentro de las capacidades constituyentes de la condición física debe realizarse con reserva, ya que sus factores no son únicamente del orden energético y que gran parte de los procesos están regulados por el sistema nervioso central. Gómez (2007) indica que es una capacidad compleja, porque involucra varios sistemas del organismo: uno que hace la acción y otro que decide el modo y el momento de realizarlo. Por lo que propone su estudio desde una fase nerviosa de transmisión de impulsos y una fase muscular de velocidad contráctil.

Por esto, para comprender la velocidad como capacidad física es necesario partir de los procesos que permiten el control del movimiento.

2.2.2.1 Proceso de control del movimiento.

Como se mencionaba anteriormente, el control de los movimientos voluntarios es realizado por el sistema nervioso central.

Los estímulos que son captados por los receptores sensitivos generan un potencial de acción que se transmite hacia el sistema nervioso central (vía aferente). Tras la interpretación, se determina cual es la respuesta apropiada o se desencadena un reflejo. La respuesta es generada como un potencial de acción a través de las motoneuronas alfa al musculo generando una contracción (Larry, Wilmore y Costill, 2012).

Gómez (2007) indica que para producir la contracción muscular que dé respuesta a la demanda del estímulo se produce una integración sensomotora. En su orden: 1) un estímulo es captado por un receptor determinado, 2) las neuronas llevan la información a los centros nerviosos (vía aferente), 3) en el sistema nervioso se integra la información y se elige una respuesta, 4) se transite el impulso por las motoneuronas hasta las placas motoras (via eferente) y 5) el potencial eléctrico se convierte en contracción muscular.

Chicharro y Fernández (2006), indican que los movimientos voluntarios buscan cumplir un objetivo y se pueden mejorar por medio de la práctica. Describe tres fases que se presentan:

- **Plan motor:** Se establecen los objetivos que darán respuesta a la información recibida. Participan en la generación del plan motor las áreas corticales, subcorticales y el área asociativa.
- **Programa motor:** Con el plan diseñado, se seleccionan los músculos que lo ejecutaran y el orden en el que deben activar. Se calcula la duración, la trayectoria. Las estructuras que están involucradas son: corteza asociativa, corteza motora, áreas premotoras, tálamo y cerebelo.
- **Ejecución:** Se activan los músculos necesarios del programa motor a través de las vías descendentes que controlan las motoneuronas y los circuitos de la medula a través de interneuronas.

2.2.2.2 Respuesta motora.

La velocidad durante el ejercicio depende de la capacidad del músculo para generar tensión. Por esto, la respuesta a un estímulo que es generada por el sistema nervioso por medio de un potencial de acción viaja hasta la unión neuromuscular y se propaga por todas las fibras musculares que están inervadas por esa motoneurona (Larry et al., 2012). Con este potencial se da el proceso que lleva a una contracción muscular.

Los músculos contienen fibras con diferente velocidad de acortamiento y distinta capacidad para generar tensión, clasificadas en fibras tipo I (que necesitan 110 m/s para alcanzar su máxima tensión) y fibras tipo II (que pueden alcanzar su máxima tensión en 50 m/s). Las fibras tipo II a su vez se clasifican en IIa, IIx y IIc, aunque parece ser que las tipo IIa son reclutadas con más frecuencia (Larry et al., 2012).

Con lo anteriormente expuesto, es posible entender que las características estructurales que posee cada individuo relacionado al tipo de fibras que contienen sus músculos influirán en la capacidad de velocidad que pueda manifestar.

2.2.2.3 Factores que influyen en el desarrollo de la velocidad.

Gómez (2007) presenta los siguientes elementos que influyen en el desarrollo de la velocidad:

- Tipo de fibras presentes en el músculo que realiza el movimiento. Cada músculo está compuesto por diferentes porcentajes de tipos de fibra. En este caso, las fibras tipo I (específicas para trabajos de resistencia) o tipo II (específicas para ejercicios de velocidad).
- Sección transversal del músculo. Entre mayor sea la superficie muscular, mayor fuerza se podrá desarrollar y con esto mayor velocidad.
- Anticipación: Influye sobre todo en los movimientos acíclicos.
- Coordinación: La utilización correcta de los grupos musculares y en el orden de activación adecuado.
- Rangos de movimiento articular: Con un mayor rango de movimiento se generarán mejores palancas, lo que repercute en la aplicación de fuerzas para el gesto desarrollado.
- Los miembros superiores son más rápidos que los inferiores. Adicionalmente, el lado dominante tiene mayor velocidad relacionado con el otro.
- Mecánica de la carrera: Frecuencia y amplitud de la zancada.

(Platonov y Bulatova, 1998), de igual manera, presenta los siguientes factores:

- Movilidad de procesos nerviosos y el nivel de coordinación neuromuscular
- Particularidades del tejido muscular: tipo de fibra, elasticidad, capacidad de elongación, nivel de coordinación intra e intermuscular.

- Dependen del nivel de fuerza, flexibilidad y coordinación.
- Dependen de la perfección de la técnica
- Velocidad de movilización de mecanismos bioquímicos para la síntesis de procesos alactacidos anaeróbicos.
- Voluntad
- Porcentajes de fibras en el musculo FTa y FTb

Ross, Leveritt y Rick (2001) indican que el rendimiento en velocidad está influenciado por el sistema nervioso y el estado de entrenamiento:

- Tras modificar la técnica de sprint, se puede cambiar la secuenciación de activación muscular.
- La velocidad de conducción nerviosa puede aumentar por medio del entrenamiento de sprint
- Un entrenamiento excesivo puede afectar negativamente las respuestas reflejas y propiocepción.
- El reflejo de estiramiento puede ayudar en la producción de fuerza y es entrenable.
- La fatiga aguda puede tener efectos neuronales.

La tabla 1 resume los fundamentos biológicos que determinan la velocidad en los individuos.

Tabla 1. *Fundamentos biológicos que influyen en la velocidad*

Tipo de influencia	Asociado a
Genética	Velocidad de los estímulos del sistema nervioso
Nerviosa	Coordinación intramuscular. Depende del número de fibras que se estimulan y la frecuencia de los estímulos presentados.
Nerviosa	Coordinación intermuscular entre músculos agonistas y antagonistas.
Nerviosa	Función iniciadora del lazo gama. Determinan la influencia de los centros superiores en el huso y el tono muscular.
Nerviosa	Automatización de movimientos. Paso de la influencia del movimiento del cerebro al cerebelo y a los núcleos diencefálicos.
Genética	Relación entre fibras musculares rápidas (FT) y lentas (ST)
Estructural	La viscosidad del músculo. Depende del contenido de ATP, de la hiperacidez y calor.
Estructural	Contenido en ATP CP y equipación de enzimas. De los 5-8 segundos el rendimiento del musculo depende de la degradación del lactato.
Estructural	Características antropométricas. La longitud de piernas y brazos influyen en la amplitud y la frecuencia del movimiento.

Nota: elaboración propia con base en lo postulado por Grosser et al. (1989).

Larry, Wilmore y Costill, (2012), indican que la mejora de la velocidad y agilidad no es tan efectiva por medio del entrenamiento, como si lo es en el caso de la fuerza, la potencia y la resistencia muscular.

Por todo lo anterior es posible indicar que la velocidad depende de diferentes procesos y está influenciada tanto por elementos estructurales como por el nivel de coordinación. Además el nivel de entrenamiento puede modificar la capacidad de anticipar la acción que ocurrirá, esto en los deportes acíclicos.

2.2.3 La velocidad en el fútbol.

Algunas características que tiene el fútbol, hace que las manifestaciones de velocidad sean particulares.

Gomez (2011) indica que es simplista relacionar la velocidad en el fútbol únicamente con el hecho de recorrer una distancia en el menor tiempo posible, debido a que los deportistas en los deportes de estrategia –táctica deben ser rápidos para percibir, analizar, ejecutar; ajustando a todo la precisión que demanda cada situación.

Vales y Areces (2002) definen la velocidad desde la naturaleza colectiva y táctico – estratégica que presentan los deportes de conjunto como “la capacidad de un equipo y/o jugador para resolver eficazmente y con un alto ritmo/cadencia de intervención, las tareas/objetivos consustanciales a las distintas fases y subfases del juego” (p.48).

Para entender de una forma global la velocidad en el futbolista es necesario tener en cuenta los siguientes seis aspectos:

- *El gesto de carrera se modifica.* Turpin (1998) indica que en la carrera el futbolista presenta una zancada más corta, su centro de gravedad más bajo, hay menor relajación muscular y por ende, respecto a una carrera lineal consigue un menor impulso.
- *No se requiere la velocidad máxima sino la velocidad apropiada a cada situación:* La velocidad óptima en el fútbol es aquella que va determinada por la situación de juego, ya que en algunos momentos se requiere llegar ligeramente después del defensor para evitar el fuera de juego. Por esto, la velocidad debe estar orientada a cada situación particular (Gómez, 2014). Weineck (2005) indica que la velocidad en el fútbol está influenciada por el reconocimiento de cada situación, en la cual se busca aprovechar cada momento. El futbolista debe tomar decisiones frente al movimiento del compañero, rival y elemento; intentando percibir, decidir y ejecutar la respuesta que amerite cada situación específica.

Por ende, una respuesta *óptima* desde la velocidad dependerá de la acción en la cual interviene el deportista. Gómez (2014), hace dependiente la velocidad en el fútbol de los

procesos perceptivos – cognitivos relacionados con la lógica de la competición y el juego. Por ende, la eficacia de la velocidad en el juego está condicionada por las exigencias cognitivas y coordinativas, en la que el futbolista debe desarrollar una *velocidad óptima* para cada acción. Además al estar involucrada en acciones colectivas es dependiente de la situación de juego y aprovechamiento de los espacios (táctica), la fluidez técnica entre los jugadores del equipo y el resultado de dicha interacción.

- *Se puede valorar la velocidad en el fútbol tanto individual como de equipo, entendiendo que la suma de velocidades individuales no representa la del equipo:*

García et al. (1996), presentan dos elementos condicionantes para el análisis de esta capacidad durante movimientos acíclicos: “la velocidad máxima potencial que cada deportista posee sobre los gestos técnicos (velocidad del jugador), y la velocidad idónea del juego en función del desarrollo táctico de la acción (velocidad del equipo)” (p. 420). Esto hace necesario, entender esta capacidad desde el juego del equipo y relacionada al jugador.

La velocidad del equipo está orientada por la velocidad con la que se mueve el balón, más que por la suma de las velocidades de los jugadores, por lo que es necesaria una buena comprensión del juego y un perfecto dominio técnico (García, et al., 1996).

- *El ritmo de juego se controla por medio de la velocidad:* Si el ritmo de juego en el fútbol es constante durante el ataque, [analizado desde la velocidad con la que se mueve el balón y la velocidad de carrera de los jugadores] el equipo rival puede organizarse defensivamente; pero cuando el ritmo de juego cambia, el rival tendrá más desgaste físico, no podrá reorganizarse fácilmente y otorgará espacios que pueden ser utilizados por el equipo ofensivo (Monteolone y Ortega, 2015). Es por esto, que el ritmo de juego está controlado por la capacidad que tiene

un equipo de aumentar o disminuir la velocidad con la que circula el balón, y con la cual se desplazan sus jugadores.

- *Muchas acciones determinantes del juego se presentan en acciones de velocidad:*

Benedeck (2000) indica que esta capacidad cumple una función importante en el fútbol durante los duelos. En los cuales la suma de la reacción, las aceleraciones y la velocidad de desplazamiento permiten al jugador cambiar el ritmo para desmarcarse, recuperar la pelota y resolver las situaciones que se presentan en el juego.

En este caso, los diferentes movimientos que realizan los jugadores durante el ataque en un partido de fútbol pueden requerir distintos rangos de velocidad que le permitan desmarcarse, ocupar espacios del rival y crear superioridad numérica en la zona contraria. En defensa, el jugador tendrá que realizar movimientos en pro de recuperar la pelota, haciendo coberturas, presionando y reduciendo los espacios al rival. Por lo cual, como indica Bauer (2001) se presentarán acciones en las cuales el jugador tendrá que realizar movimientos cíclicos y acíclicos sin el balón a máxima velocidad.

- *En el futbolista predominan las carreras cortas a máxima velocidad:*

FIFA (s.f.a) define la velocidad en el fútbol como la capacidad de repetir carreras cortas a velocidad máxima al más alto nivel. Desde esta perspectiva, en el fútbol actual se busca mantener ese tipo de esfuerzos a un nivel óptimo.

2.3 Aceleración en el deporte

En el deporte, la capacidad de acelerar es importante. Lentz y Hardyk (2007) definen la aceleración como la frecuencia del cambio de velocidad, que permite llegar a la velocidad máxima partiendo del reposo. Raposo (2000) define la velocidad de aceleración como la capacidad del deportista de acelerar desde el reposo, y Martín et al. (2001) indican que el inicio

de todo movimiento rápido parte desde la aceleración. Pero la capacidad de aceleración está condicionada por la resistencia externa que se presenta procurando alcanzar la velocidad máxima tan pronto como se pueda. Por tanto, la dinámica y la longitud de la fase de aceleración dependen de las particularidades del deporte.

Es decir que se entiende la aceleración desde los cambios de velocidad que realiza el deportista en busca de su máxima velocidad y está condicionada por las características de la modalidad deportiva.

Lopez et. al (2012) indican que la aceleración máxima depende de los niveles de fuerza muscular, de las fuerzas de acción y reacción, y de la masa del jugador.

Durante la carrera al realizar un cambio de dirección, la aceleración aprovecha la energía cinética que queda almacenada en los músculos durante la desaceleración al iniciar la carrera nuevamente. La acción concéntrica de gastrocnemio, sóleo y cuádriceps permiten acelerar, además con un entrenamiento de potencia se puede mejorar dicha capacidad (Bompa, 2009).

2.3.1 Aceleración en el fútbol.

El futbolista no se mantiene durante la competencia a una velocidad constante. La modifica en determinadas acciones a fin de tener ventajas sobre el rival o respondiendo a los cambios de velocidad que este presenta. FIFA (2016), propone que en la realidad del fútbol es importante hablar de aceleraciones ya que permite aumentar los ritmos de juego en momentos clave.

FIFA (s.f.a) relaciona la aceleración con la velocidad a corta distancia, definiéndola como la capacidad de acelerar y alcanzar la máxima velocidad en distancias cortas; para lo cual, la anticipación y la reacción influyen en este sentido. Además, otorga importancia a estos movimientos en el futbolista debido a que en las características de sus desplazamientos se presentan cambios de dirección y ritmo.

Delaney, Cummins, Thornton y Duthie (2018) indican la importancia, la fiabilidad y utilidad del control de la aceleración en los deportes de equipo. Mencionan que los perfiles de aceleración/desaceleración en los deportistas se han relacionado con daño muscular, con disminución en el rendimiento neuromuscular y percepción del dolor. Por esto, proponen que el control de dichas acciones puede indicar cuando un deportista está expuesto a una carga elevada. Además proporciona información sobre la cercanía de los ejercicios realizados frente a la capacidad de acelerar/desacelerar en competición.

FIFA (2016) indica que en el juego se presentan acciones en las cuales se acelera el juego tras el quite del balón, en las transiciones:

- Tras recuperar el balón en campo propio y buscar progresar al campo del rival por medio de un pase largo,
- tras recuperar en zona media y proyectar en velocidad en el ataque, jugando a dos toques a un ritmo acelerado y,
- Por medio de acciones individuales de un jugador que por medio de aceleraciones desequilibre al rival.

Esto implica, que al disminuirse los espacios que presenta el fútbol actual debido a las características defensivas es posible que el jugador no alcance a desarrollar su velocidad máxima; pero se podría entender el fútbol a partir de las aceleraciones.

Cometti (2002) encontró diferencias significativas en la velocidad presentada en distancias de carrera de 10 metros realizadas por futbolistas y con esto presenta la importancia de la aceleración en el fútbol.

A fin de controlar las aceleraciones es importante entender que la capacidad de acelerar es mayor si se ha iniciado desde el reposo o a baja velocidad, que cuando esta se inicia con una acción previa de alta velocidad (Núñez, Toscano, Suarez, Martínez y De Hoyo, 2019).

2.4 Desaceleración en el deporte

En el deporte la desaceleración se requiere después de cualquier acción que se realice con velocidad, sin importar la velocidad alcanzada. Las particularidades del deporte implican una serie de factores que se traducen en la forma de desacelerar; en el caso de los deportes de conjunto aparecen como respuesta a las acciones del móvil, compañeros y/o adversario. Por ende los deportistas deben desacelerar en diferentes distancias y tiempos (Hewit, Cronin, Button y Hume, 2011).

Dentro de las características que presentan los deportes acíclicos se encuentran los gestos de aceleración y desaceleración que se realizan en más de 2000 ocasiones por acciones técnicas, tácticas o por el momento del juego (Argemi, Mouche y Lavayén, 2010).

Desde la teoría del entrenamiento, López et. al (2012) mencionan que para desacelerar un movimiento es necesario aumentar la base de apoyo en esa dirección y que cuando se va a cambiar de dirección, entre más grande, mayor fuerza debe ser aplicada contra el suelo para lograrlo.

Durante la carrera desacelerar implica detener la velocidad casi hasta cero por medio de una acción excéntrica de los cuádriceps, por ende la capacidad de este músculo para contraerse con potencia permite la desaceleración. En la relación aceleración- desaceleración, la desaceleración es un factor determinante para el rendimiento, por lo cual es vital mejorar la potencia (Bompa, 2009).

A pesar de utilizar los mismos grupos musculares es importante diferenciar estas dos fases de la carrera (aceleración – desaceleración), donde influyen la fuerza, el tipo de contracción y la técnica. Es importante, por tanto, que los deportistas reciban las indicaciones apropiadas (punto de contacto, aumentar flexión de rodilla, aumentar distancia de aterrizaje) a fin de disminuir el estrés sobre las estructuras (Hewit, et al., 2011).

2.4.1 Desaceleración en el fútbol.

Bompa (2004) indica que por las características del futbol el jugador corre en una dirección y de forma abrupta debe modificar el sentido. Por esto, el futbolista requiere potencia de desaceleración que le permite adaptarse a la dinámica de cambios abruptos. Para estas acciones el jugador utiliza los mismos grupos musculares que para acelerar (cuádriceps, isquiotibiales, tríceps sural), pero en la desaceleración actúan de forma excéntrica.

Las desaceleraciones del movimiento en el futbolista, han sido reconocidas como uno de los mecanismos de lesión en los jugadores en acciones que incluyen cambios de dirección o caídas a una pierna durante un salto; en las cuales se pueden producir lesiones de ligamento cruzado anterior sin contacto. Por eso es necesario controlar la ejecución del movimiento teniendo en cuenta las características del perfil deportista (Álvarez, Gómez, y Pachano, 2018).

2.5 Sistemas utilizados para el seguimiento del jugador en competición

El control y evaluación del deportista durante la competencia ha sido una necesidad a fin de conocer que ocurre con el deportista y de qué manera prepararlo. El seguimiento al jugador en competición ha presentado cambios a los largo de la historia y con la llegada de nuevos implementos tecnológicos se ha aumentado la cantidad de datos respecto a las variables.

El control individual del jugador permite llevar referencias del rendimiento demostrado, lo que puede ser importante si se entiende que a partir de las evidencias presentadas se puede

proyectar la mejora del rendimiento y el desarrollo de las capacidades del individuo. Al mismo tiempo que se puede comparar según normas estándar de referencia (desde un subgrupo identificado- hombres, mujeres, niños) y criterios estándar de referencia (en determinadas conducta al comparar con lo general) (Campos y Cervera, 2001).

Carling, Williams y Reilly, (2005) presentan la evolución de los sistemas a través de los cuales se ha realizado seguimiento al jugador en competición, partiendo desde los sistemas tradicionales hasta llegar a los actuales. Entre los que presentan están el análisis de notación, el método clásico, sistemas basados en vídeo, de rastreo electrónico y tecnología optrónica.

- Análisis de notación. Se hace un registro de los eventos que ocurren, en el caso del análisis de movimiento se hacía una grabación del encuentro deportivo en competición para hacer un revisión posterior; tras lo cual se codifican las actividades relevantes para el rendimiento (Carling, et al., 2005).
- Método clásico. A partir de una codificación del terreno de juego con señales (medidas) que permitían conocer la distancia recorrida por el jugador que era analizado. A este respecto, Carling, Bloomfield, Nelsen y Reilly (2008), indican que durante los seguimientos individuales se disponían cámaras cerca de la zona central del terreno de juego a 15 metros, y entre 30 -40 m de la línea lateral. Cada cámara realizaba el seguimiento de un jugador diferente y después del partido, los jugadores eran filmados como referencia para los valores de calibración.
- Sistemas de seguimiento basados en vídeo: por medio de varias cámaras, algoritmos matemáticos y procesamiento de imagen y video se pueden calcular la posición y movimiento del jugador. El sistema AMISCO, desarrollado en 1966, fue el pionero en este sentido (Carling, et al., 2005).

- **Sistemas de rastreo electrónico:** Permiten obtener datos en tiempo real, con repetición de varias veces por segundo. Se utiliza un transmisor, cuyo registro lo capturan varias antenas que están dispuestas alrededor del terreno de juego a diferentes alturas (Carling, et al., 2005).
- **Tecnología optrónica:** Utilizando la tecnología militar de localización, seguimiento y localización de objetivos por medio de unos binoculares que transfieren los datos al computador (Carling, et al., 2005).

2.6 Dispositivos electrónicos de seguimiento al jugador en competencia

Por medio de dispositivos electrónicos se han realizado seguimientos a los futbolistas en competición.

La FIFA realiza el seguimiento a los jugadores durante los mundiales con el análisis de las variables (distancia recorrida, zonas de calor, pases completados, etc) por medio del sistema *Matrix*. Este sistema, obtiene los registros por medio de 16 cámaras dispuestas en la zona alta de los estadios, otorgando coordenadas a los 22 jugadores, los 3 árbitros y el balón. Así calcula la distancia recorrida con un 1% de margen de error y tras un análisis en tiempo real entrega las estadísticas de las variables (Otero, 2018).

Aunque dependiendo del tipo de análisis que se desee realizar con los jugadores de fútbol, se pueden usar tres tipos de seguimiento durante el partido: sistemas basados en posicionamiento GPS, por medio de videos y con registro automático por computador. Los sistemas manuales de observación y el uso de video facilitan el registro en tiempo real, pero los resultados pueden estar influenciados por la experiencia del observador. El seguimiento automático por computador, permiten obtener muchos datos de variables físicas, técnicas y tácticas; tanto del equipo como del rival, pero su elevado costo hace que solo determinados equipos puedan tenerlo (Ballesta, et al., 2015).

Los dispositivos GPS, permiten controlar el esfuerzo físico del futbolista, que pueden aportar datos de referencia para interpretar y mejorar el rendimiento del equipo (Monteleone y Ortega, 2015).

2.6.1 Tecnología Gps.

El sistema GPS utiliza un receptor electrónico a fin de captar las señales de radio de los satélites y por medio de estas, determina la posición (que corresponde con unas coordenadas en un mapa). Para esto se vale de la información aportada por 24 satélites que circundan la tierra y envían señales de radio a la superficie (Letham, 2001).

El cálculo de la posición por medio de los GPS se realiza por triangulación, es decir que desde la ubicación de tres puntos se puede conocer la propia posición, desde una visión tridimensional: latitud, longitud y altitud. El sistema GPS fue concebido en 1960, como una búsqueda de proyectos encaminados a la navegación. En 1974 el sistema fue empleado por las fuerzas militares de Estados Unidos y lo renombraron Navstar (NAvigation System with Time And Randking) GPS, quedo completamente operacional en 1995. Este sistema es controlado por el departamento de defensa de los Estados Unidos (Letham, 2001). De los satélites disponibles se requiere como mínimo cuatro para la determinación de la posición del receptor (Malone, Lovell, Varley y Coutts, 2017).

El equipo completo tiene tres partes: un segmento terrestre de control, un segmento espacial y el segmento del usuario. La operación terrestre se realiza a través de las estaciones que rastrean los satélites y corroboran las coordenadas exactas enviando la información orbital a cada satélite, para que pueda ser emitida a receptores en tierra. Se sincroniza constantemente un reloj atómico que tiene el satélite con la hora terrestre. El segmento del usuario es el receptor, que solo

recibe información del satélite por lo cual puede ser utilizado por usuarios simultáneamente. Los receptores civiles solo pueden usar el código CA que tiene precisión de 15 m (Letham, 2001).

El segmento de control está formado por estaciones de seguimiento que se encargan de sincronizar el tiempo de los satélites y de calcular la posición precisa, y en caso de necesitarse pueden corregir las órbitas (Santamaría y Sanz, 2005).

Los dispositivos GPS calculan la distancia recorrida y la velocidad por dos métodos diferentes, por diferenciación posicional o el cambio doppler. La posición se calcula por la distancia entre el dispositivo y el satélite, para posteriormente triangular la ubicación del dispositivo en el cambio de ubicación con cada señal. La velocidad se calcula al medir el cambio de la frecuencia emitida por el satélite (cambio doppler) (Malone et al., 2017).

2.6.1.1 Componentes del GPS.

Los dispositivos GPS contienen componentes que permiten obtener la información de seguimiento. Cada dispositivo contiene una antena que recibe la señal de los satélites, tienen sensores inerciales (giroscopios: que ubican la posición del cuerpo de atleta, acelerómetros: que miden los impactos), una batería que permite unas determinadas horas de registro y un microprocesador que integra los datos (Campos, 2019).

2.6.2 Uso de dispositivos GPS en el deporte.

Los dispositivos GPS han sido utilizados en deportes como fútbol americano, cricket, hockey, rugby y fútbol; y desde el año 2006 se han hecho intentos validar su aplicación. Se han presentado algunas dudas respecto a la fiabilidad para medir la precisión de los movimientos cortos de alta velocidad. Aún así, han sido utilizados de diferentes maneras: para detectar la fatiga en los encuentros deportivos, identificar los periodos más intensos del partido, el perfil de actividad por posición, el nivel de competición y el deporte (Aughey, 2011).

En el fútbol el uso de los dispositivos GPS ha permitido: encontrar las diferencias en las demandas físicas posicionales en dos sistemas tácticos de juego (Baptista, Johansen, Figueiredo, Rebelo y Pettersen, 2019), encontrar los periodos de mayor intensidad durante el encuentro deportivo (Barbosa, et. al, 2016), evaluar programas de entrenamiento (Malone et al., 2017), encontrar diferencias en dos temporadas (Bush, Barnes, Archer, Hobb y Bradley, 2015), diferencias entre la Liga Premier Inglesa y la Championship en cuatro temporadas (Di Salvo et al., 2013).

2.6.3 Validez de los dispositivos Gps.

Múltiples factores influyen en la validez de los dispositivos GPS y la variable a controlar. Dentro de los factores que se han presentado están: la frecuencia de muestreo, el procesador chipset utilizado y la posición en el cuerpo. Por ende, debido a las diferentes marcas que existen en el mercado, la fiabilidad de cada dispositivo debe realizarse por separado. Esto se debe a que el procesamiento de datos depende del filtrado de los métodos y los algoritmos utilizados (Malone et al., 2017).

Campos (2019) indica que la calidad de los datos obtenidos depende de la señal. La calidad de la señal está determinada por el número de satélites que interactúan con el receptor (potencia de la señal), por tanto a mayor numero mejor señal. Como mínimo se requieren 4 satélites para una conexión adecuada pero se sugiere desechar aquellos datos que involucran menos de 6 satélites.

Cuando se utilizan los dispositivos GPS de 10Hz para el control de las aceleraciones/desaceleraciones en los jugadores es necesario tener en cuenta que la fiabilidad de la medida puede variar en aceleraciones mayores a 4m/s^2 . Es decir que a una aceleración mayor se reducen la validez y confiabilidad de la medida (Akenhead, French, Thompson y Hayes, 2014).

Otro factor que influye en la validez de los dispositivos GPS es la calidad de la señal recibida, por lo que obstrucciones ambientales (como estadios) pueden influir. De igual manera, la señal puede ser evaluada por el número de satélites que interactúan con el receptor, para lo cual los proveedores de los dispositivos podrían informar a los investigadores el número de satélites que han sido utilizados a fin de tener una claridad en los datos entregados (Malone et al., 2017).

2.6.4 Validez dispositivo GPS FieldWiz.

Es importante indicar, que el estudio de Wilmott, James, Bliss, Leftwich y Maxwell (2019), presenta la comparabilidad y fiabilidad del dispositivo utilizado en este estudio frente a otra marca de dispositivos GPS. En este estudio, los participantes llevaban dos dispositivos GPS durante la prueba: el GPS Catapult MinimaxX S4 (10 Hz) y el GPS FieldWiz (10Hz). Realizaron en la prueba en 690 m lineales, 570 m con cambio de dirección y 642,5 m de un circuito simulado de deportes de equipo; en dos oportunidades. Se observaron pequeños errores típicos de medición entre los dispositivos en distancia total y velocidad máxima en línea recta, por lo que los dispositivos FieldWiz parecen comparables a los dispositivos establecidos y confiables para hacer el seguimiento de deportes de conjunto.

2.7 Antecedentes

Se presentan los antecedentes de investigación relacionados de la siguiente manera, primero estudios realizados en competición oficial con jugadores juveniles por medio de dispositivos GPS y seguimiento automático. Posteriormente se presentan los estudios encontrados con jugadores profesionales mediante GPS, sistemas de posicionamiento local (LPS) y seguimiento computarizado multicámara. Finalmente se presentan los resultados de investigaciones realizadas en Colombia y con un grupo femenino profesional.

2.7.1 Jugadores Juveniles.

2.7.1.1. Dispositivos GPS en el fútbol juvenil.

A continuación se presentan los resultados de los estudios realizados por medio de dispositivos GPS en competición oficial.

- (Buchheit, Méndez, Simpson y Bourdon, 2010).

Este estudio presenta los hallazgos de distancia recorrida y velocidad, realizados en 99 jugadores juveniles pertenecientes a seis grupos de edades diferentes y con tiempos de competición establecidos. Para las categorías U13 y U14 (2x35 min.), U15-U17 (2x40 min.) y U18 (2x45 min.), durante 42 partidos contra equipos de clubes internacionales. Se utilizaron dispositivos GPS (1Hz, SPI Elite, Australia) y se clasificaron las acciones como: VHID(>16.1-19km/h) y Sprinting (>19.1km/h).

El grupo U16 recorrió una distancia total de 8.31 ± 1.05 km, los U17 recorrieron 8.70 ± 1.10 km y los U18 8.86 ± 0.85 km. El pico de velocidad encontrado por grupo fue: U16 (26.3 ± 2.3 km/h), U17 (26.6 ± 2.2 km/h) y U18 (28.3 ± 2.2 km/h). Se encontró una tendencia a recorrer una mayor distancia y en los diferentes rangos de velocidad, según la edad. La U18, presentó una mayor distancia en sprint que los demás equipos.

Relacionado con la posiciones de juego los mediocampistas (13 jugadores, 40 seguimientos) recorrieron en total 8.66 ± 0.98 km, los mediocampistas externos (13 jugadores, 16 seguimientos) recorrieron 8.46 ± 1.55 km y los delanteros 7.83 ± 1.3 km.

- Echeazarra (2014) identificó el perfil físico por grupos de edad. En la sub16, fueron analizados 20 jugadores (16.4 ± 0.4 años; 180 ± 8.0 cm; 65.7 ± 2.0 kg) en 9 partidos oficiales (2x40 min.), por medio de dispositivos GPS (MinimaxX, Catapult Innovations, 10Hz).

Respecto a las categorías, establecieron rangos de intensidad de carrera de alta intensidad

entre 13-16km/h y >16km/h, sprint. En el rango de velocidad >16km/h, la categoría sub 16 presentó mayores valores que los sub12.

- (Harley, et al., 2010).

En este estudio se hace un análisis de movimiento para cuantificar los esfuerzos realizados por jugadores Sub12 a sub16, con un sistema GPS no diferencial. El grupo sub16 (24 jugadores) fue analizado durante 2 partidos oficiales (2x40 min.); aunque para la clasificación de la distancia recorrida utilizaron los resultados de un test de 10m. La distancia recorrida por los Sub 16 fue de 7.67 ± 2.57 km y la distancia relativa fue de 115.2 ± 15.8 m, pero fue mayor en los sub15 (118.7 ± 12.2 m/s).

- (Mendez, Buchheit, Simpson y Bourdon, 2013).

El propósito de este estudio fue determinar la distribución de intensidad durante el partido, relacionado con la posición de juego y el estado de forma físico. Fueron evaluados 103 jugadores altamente entrenados (sub 13 – 18) durante 42 partidos internacionales de clubes por medio de dispositivos GPS (SPI elite, Australia, 1Hz). Los grupos sub 15, 16 y 17 (16.4 ± 0.2 años) jugaron 2 periodos de 40 minutos; y la sub 18 (17.3 ± 0.3 años), 2 periodos de 45 min. Durante el primer tiempo hubo una tendencia para los jugadores mayores de recorrer mayor distancia y la posición de juego impacto en la distancia recorrida a cualquier intensidad de carrera.

- (Muñoz, 2015).

Se realizó seguimiento a 22 jugadores juveniles por medio de dispositivos GPS (SPIelite, Australia) durante partidos oficiales y solo se tuvieron en cuenta los registros de los jugadores que participaron del encuentro deportivo completo, a fin de describir las demandas físicas y la respuesta fisiológica de dichas actividades. Se encontró que los jugadores recorren una distancia total de 8.83 ± 0.63 km (en el primer periodo 4.65 ± 0.39 km y 4.18 ± 0.42 en el segundo).

2.7.1.2 Sistemas de seguimiento automático en el fútbol juvenil.

- (Pettersen y Brenn, 2019).

En este estudio se analizaron los registros de 54 jugadores juveniles sub17, durante la temporada completa (6 meses) en partidos oficiales, para un total de 96 registros realizados con un sistema de seguimiento automático (ZXY Sport, Noruega). Los jugadores que se incluyeron provenían de seis equipos, los mejores ubicados en la Liga Nacional Noruega y uno de los finalistas de la copa. Los mediocampistas externos recorrieron la mayor distancia a alta intensidad (HIR: 19.8-25.2km/h), la mayor distancia en sprint (>25.2km/h) y el mayor número de aceleraciones. Los jugadores presentaron una caída significativa en la distancia recorrida a muy alta intensidad y aceleraciones, después de transcurridos 5 minutos del período pico y en último periodo de 5 minutos.

Relacionado con la posición de juego, los mediocampistas centrales recorrieron 11.98 ± 0.93 km, de esa distancia 105.4 ± 101.2 m, fue recorrida en sprint (>25.2km/h); los mediocampistas externos recorrieron 11.54 ± 0.83 km y en sprint 224.4 ± 82.4 m; y los delanteros recorrieron en total 11.50 ± 0.83 km y en sprint 143.3 ± 71.9 m.

La velocidad máxima alcanzada en este estudio por los mediocampistas centrales fue de 28.6 ± 1.5 km/h, por mediocampistas externos 30.3 ± 1.5 km/h, y delanteros 29.2 ± 1.9 km/h.

- (Aslan, Acikada, Guvenç, Goren, Hazir y Ozkara, 2012).

Éste estudio se desarrolló con 36 jugadores juveniles (17.6 ± 0.58 años) de cuatro Ligas top Junior, los juegos fueron grabados por seis cámaras y se analizaron con un software (Mathball Match Analysis System, Turkia, 20Hz) para determinar la distancia recorrida en los encuentros deportivos. Los jugadores recorrieron 5.14 ± 0.44 km en el primer periodo frente a 4.75 ± 0.45 km

en el segundo periodo, de esa distancia 168 ± 72 m fueron recorridos en el primer periodo a una velocidad >24 km/h y 157 ± 72 m en el segundo periodo.

- (Vigh, dalgas y Andersen, 2017).

En este estudio se comparan por posición los desplazamientos realizados por jugadores juveniles (U19: 13 jugadores, 18.5 ± 0.2 años y U17: 17 jugadores, 16.3 ± 0.2 años) y mayores (14 jugadores, 26.5 ± 1 años), haciendo un énfasis en las aceleraciones y desaceleraciones por medio de un sistema de seguimiento (ZXY tracking). Los jugadores juveniles realizan un mayor número de aceleraciones, desaceleraciones y distancia total que los jugadores de la categoría única. En total los jugadores recorren 10.77 ± 0.10 km durante un partido completo, de los cuales en sprint (>25.2 km/h) recorren 143 ± 10 m.

2.7.1.3 Distancia recorrida presentada por FIFA.

La tabla 2 presenta las características de distancia recorrida por rangos de velocidad en una selección nacional Sub18 presentada por FIFA (2016).

Tabla 2. *Distancia recorrida por una selección nacional sub-18*

	Velocidad	Distancia
Marcha	0 a 6 km/h	3.1 km/h
Trote	6 a 10 km/h	3.5 km/h
Carrera lenta	11 a 14 km/h	1.5 km/h
Carrera media	14 a 16 km/h	1.2 km/h
Carrera rápida	16 a 20 km/h	0.4 km/h
Carrera intensa	21 a 24 km/h	0.2 km/h
Arranques (100%)	30 a 31 km/h	0.250 km/h
Carrera hacia atrás		0.8 km/h
Carrera con el balón	(ritmo variado)	1.9 km
Distancia total	7.850 km + 3.1 km	10.950 km

Nota. Fuente: FIFA (2016). *Fútbol Juvenil* (p.125). Zurich.

2.7.2 Estudios realizados en competición oficial en equipos profesionales

FIFA (2016) dentro de las exigencias físicas del fútbol contemporáneo presenta una distancia recorrida promedio en competición de 10-11 km a 14 km en total, de los cuales 3.6 a 4.5 km se hacen sin balón.

Respecto a la distancia recorrida por posición, Bangsbo (1998) encontró que los defensas y delanteros recorrían una distancia similar, pero menor contrastada con los mediocampistas.

FIFA (2016) presenta por posición o función los siguientes resultados: centrocampistas (11-14 km), volantes externos (11-12 km), defensas centrales (9.5 -11 km), defensas laterales (10.5 – 12km) y atacantes (10.5 – 12 km).

2.7.2.1 Seguimiento realizado mediante GPS.

- (Suarez, Torreño, Requena, Sáez, Casamichana, Barbero y Munguia, 2014).

El objetivo fue cuantificar el perfil físico y fisiológico, usando dispositivos GPS (SPIElite, 5Hz, Australia). Treinta jugadores de fútbol profesional, hicieron parte de la investigación donde se obtuvieron 348 registros. La distancia relativa fue de 118.9 ± 10.7 m/min, el número de sprints (>21 km/h) fue de 12.7 ± 6.1 durante 45 minutos. Las posiciones con mayor distancia recorrida están los mediocampistas externos (125.6 ± 6.9 m/min), mediocampistas centrales (122.6 ± 6.8 m/min), y por último los delanteros que son la segunda posición que menos distancia recorre (119.1 ± 8.7 m/min). Respecto al número de sprints (>21 km/h) los mediocampistas externos (18.7 ± 5.2) presentaron el mayor valor, seguidos por delanteros (16.6 ± 4.7) y por último los mediocampistas centrales (8.9 ± 4.4).

Los defensores recorrieron la menor distancia, mientras que los mediocampistas externos y segundos delanteros recorrieron la mayor distancia total.

Las estadísticas de velocidad indican que durante 45 minutos de la competición oficial los mediocampistas externos realizan la mayor cantidad de sprints (18.7 ± 5.2), posteriormente los delanteros (16.6 ± 4.6) y por último los mediocampistas (8.9 ± 4.4). La velocidad máxima alcanzada por mediocampistas fue de 27.7 ± 2.4 km/h, los mediocampistas externos 31.0 ± 2.8 km/h y los delanteros 30.1 ± 2.3 km/h.

- Tierney et al. (2016).

Este estudio se analizaron los desplazamientos de 46 jugadores (20 ± 3 años) Ingleses en los cinco sistemas de juego más comunes (4-3-3, 4-4-2, 3-5-2, 3-4-3 y 4-2-3-1) por medio de dispositivos GPS (Stat Sports Newry, Irlanda de Norte, 10 Hz), en la categoría U21 (19 encuentros deportivos) y la U18 (23 encuentros deportivos). Identificaron que el sistema 3-5-2 obtuvo mayor distancia recorrida, distancia a alta velocidad de carrera (HSR: >19.8 km/h), además aceleraciones y desaceleraciones ($>3 \text{ m/s}^2$) encima del promedio. El sistema 4-2-3-1 obtuvo las mayores aceleraciones y desaceleraciones. La distancia recorrida que fue evidenciada en cada sistema fue: 4-4-2 (10.13 ± 0.58 km), 4-3-3 (10.28 ± 0.87 km), 3-5-2 (10.52 ± 0.56 km), 3-4-3 (10.16 ± 0.44 km) y 4-2-3-1 (10.04 ± 0.53 km). En distancia recorrida a alta velocidad de carrera (>19.8 km/h) en cada sistema: 4-4-2 (497 ± 175 m), 4-3-3 (514 ± 204 m), 3-5-2 (642 ± 215 m), 3-4-3 (551 ± 171 m) y 4-2-3-1 (538 ± 174 m). Relacionado con la posición de juego: los mediocampistas externos (9) recorrieron la mayor distancia (10.52 ± 0.45 km), realizaron 35 ± 5 aceleraciones ($>3 \text{ m/s}^2$) y 62 ± 9 desaceleraciones ($>3 \text{ m/s}^2$); los mediocampistas centrales (10) recorrieron 10.39 ± 0.61 km, realizaron 33 ± 10 aceleraciones ($>3 \text{ m/s}^2$) y 53 ± 12 desaceleraciones ($>3 \text{ m/s}^2$); finalmente los delanteros (8) recorrieron 10.50 ± 0.77 km, hicieron 38 ± 8 aceleraciones ($>3 \text{ m/s}^2$); y 55 ± 12 desaceleraciones.

- (Torreño et al., 2016).

Analizan durante partidos oficiales la distancia recorrida en parciales de 15 minutos en 26 jugadores profesionales (27.3 ± 3.4 años) del mismo equipo de fútbol en partidos de Liga Nacional, Copa, Super Copa Nacional y Europa League mediante dispositivos GPS (SPI Pro X; Australia, 5Hz). La distancia relativa recorrida por los jugadores fue de 112.9 ± 10.6 m/min con diferencias entre el primer y segundo tiempo (117.0 ± 10.4 m/min vs 108.8 ± 10.7 m/min).

Respecto a las posiciones de juego, los mediocampistas (54) presentaron en distancia 122 ± 6 m/min en el primer periodo, frente a 113 ± 6 m/min; los mediocampistas externos en el primer periodo 127 ± 5 m/min frente a 118 ± 6 m/min en el segundo; y los delanteros 119 ± 9 m/min frente a 110 ± 10 m/min del segundo periodo, respectivamente. En distancia recorrida (>18 km/h) los mediocampistas externos realizaron la mayor cantidad, y después los delanteros tanto en el primer como en el segundo tiempo.

- (Russell, Sparkes, Northeast, Cook, Love, Bracken y Kilduff, 2014).

Este estudio fue realizado para determinar DR y cambios en la aceleración y desaceleración durante encuentros deportivos oficiales (19) de jugadores profesionales de la Liga Premier U21 (20 ± 1 años) por medio de dispositivos GPS (Viper pod, STATSports, Reino Unido, 10Hz) en la temporada 2013-14. La distancia Recorrida total fue de 4.89 ± 0.44 km en el primer periodo y 4.56 ± 0.32 km en el segundo, con una distancia por minuto de 107 ± 10 m y 99 ± 7 m, respectivamente. El número de sprints (>19.8 km/h) fue de 14 ± 5 en el primer periodo frente a 12 ± 5 en el segundo.

Las aceleraciones de alta intensidad (>3 m/s²) por un periodo mayor de 0.5 segundos fueron 14 ± 5 en el primero y 12 ± 4 en el segundo.

- (Akenhead, Hayes, Thompson y French, 2013).

En este estudio se analizaron las distancias recorridas a baja ($1-2\text{m/s}^2$), moderada ($2-3\text{m/s}^2$) y alta aceleración ($>3\text{m/s}^2$) en jugadores profesionales (36 jugadores, 19.3 ± 0.5 años) por medio de dispositivos GPS (MinimaxX, Australia, 10Hz) en 18 partidos de reservas de la Liga Premier Inglesa en la temporada 2010-11. La distancia total recorrida fue de $10.45\pm 0.76\text{km}$, de los cuales $5.35\pm 0.4\text{km}$ se realizaron en el primer periodo frente a $5.10\pm 0.40\text{km}$ del segundo; la distancia recorrida $>20.8\text{km/h}$ (5.8m/s^2) fue de $248\pm 119\text{m}$ en el primer periodo y $257\pm 110\text{m}$ en el segundo; la distancia en sprint $>24.1\text{km/h}$ (6.7m/s^2) fue de $94\pm 58\text{m}$ en el primero y $100\pm 56\text{m}$ en el segundo.

Las aceleraciones a $1-2\text{m/s}^2$, correspondieron a 424 ± 75 , de las cuales 223 ± 41 fueron en el primer periodo, 201 ± 39 en el segundo; las aceleraciones moderadas ($2-3\text{m/s}^2$) fueron 242 ± 25 , de estas 126 ± 15 en el primero y 116 ± 14 en el segundo; altas aceleraciones ($>3\text{m/s}^2$) fueron 178 ± 38 , de las cuales 91 ± 23 fueron en el primer periodo y 88 ± 18 en el segundo. Las desaceleraciones bajas ($1-2\text{m/s}^2$) fueron 365 ± 54 , de las cuales 191 ± 30 en el primer periodo y 175 ± 29 en el segundo; las desaceleraciones moderadas ($2-3\text{m/s}^2$) fueron 210 ± 23 , de las cuales 108 ± 13 se realizaron en el primer periodo frente a 102 ± 14 del segundo; y las mayores desaceleraciones ($>3\text{m/s}^2$) fueron 162 ± 29 , de las cuales 84 ± 17 en el primero frente a 78 ± 15 en el segundo periodo.

2.7.2.2 Dispositivos de Posicionamiento Local (LPM)

- (Baptista et al., 2019).

Este estudio analizó la influencia de dos sistemas tácticos (1-4-5-1 vs 1-3-5-2) sobre el rendimiento físico, en diferentes posiciones de juego durante 15 partidos oficiales en condición de local de la Liga Nacional, Copa y Super Copa Nacional. La muestra fueron 22 jugadores (25.2 ± 4.4 años; 76.2 ± 6.4 kg; y, $181.6\pm 5.6\text{cm}$ de altura) de cuatro posiciones de juego, por medio de LPM (ZXY Sport Tracking System, 20 Hz, Noruega).

Los mediocampistas externos (9 jugadores, 31 observaciones) se identificó que en el sistema 1-4-5-1 recorrieron 10.84 ± 0.18 km frente a los 11.14 ± 0.23 km del sistema 1-3-5-2, de estos 195.3 ± 22.7 m fueron recorridos a una velocidad mayor a 25.1 km/h frente a los 236.9 ± 26.8 m en el segundo sistema. Respecto al número de sprints (>25.2 km/h) realizaron 14.1 ± 1.4 recorridos en el primer sistema frente a los 14.0 ± 1.6 en el segundo.

Los mediocampistas centrales (6 jugadores, 26 observaciones) en el sistema 1-4-5-1 recorrieron 12 ± 0.21 km frente a los 11.82 ± 0.23 km del sistema 1-3-5-2, de estos 101.4 ± 26 m recorridos a una velocidad >25.2 km/h en el primer sistema y 94.8 ± 28 m en el segundo. En el número de sprints (>25.2 km/h) en el primer sistema desarrollaron 7.0 ± 1.6 frente a los 7.0 ± 1.7 del segundo.

Los delanteros (3 jugadores, 14 observaciones) en el sistema 1-4-5-1 recorrieron 10.72 ± 0.32 km frente a los 10.73 ± 0.32 km en el 1-3-5-2, de los cuales 164.5 ± 39.5 m fueron recorridos a una velocidad >25.2 km/h en el primer sistema frente a 208.5 ± 39.5 m en el segundo. Los delanteros realizaron 11.7 ± 2.4 sprints (>25.2 km/h) en el primer sistema frente a los 12.8 ± 2.4 sprints en el segundo.

2.7.2.3 Sistemas de seguimiento automático

- (Andrzejewski, Pluta, Konefal, Konarsi, Chmura y Chumura, 2018).

Este estudio busco determinar y caracterizar la actividad de jugadores de la Liga premier Polaca, dependiendo de la posición de juego, el rango de intensidad de la actividad y el periodo de juego. La muestra fue de 1178 jugadores en cinco posiciones de juego por medio del sistema Amisco Pro (Versión 1.0.2, 25 Hz, Francia), correspondientes a 21 equipos en 81 partidos durante cuatro temporadas de la Liga Premier.

En cuanto a las posiciones de juego, los mediocampistas (327) fueron la posición que mayor distancia recorrida alcanzó con 11.89km, seguido por los volantes externos (carrileros, 152) con 11.75km y los delanteros (103) con 10.89km.

Al relacionar la distancia recorrida en el primer y segundo tiempo (1178) no presenta una diferencia significativa, 5.67km en el primero frente a 5.64km en el segundo.

La distancia recorrida clasificada en rangos de velocidad, indica que los mediocampistas recorren a una velocidad $>21\text{km/h}$ recorren 259m en el primer tiempo y 257m en el segundo, los mediocampistas externos (carrileros) 385m en el primer y 369m en el segundo; y los delanteros 329m en el primer y 305m en el segundo. Con esto, se identifica que son los mediocampistas externos quienes mayor distancia recorren a velocidades superiores a los 21 km/h.

- (Bradley et al., 2009).

En este estudio se pretendió identificar el perfil de actividad y la carrera de alta intensidad durante partidos elite en jugadores de varias posiciones, en jugadores de la Liga FA Premier durante 28 partidos de la temporada 2005-6 con un total de 370 seguimientos por medio de un sistema multicámara computarizado y usando un software de análisis (ProZone Sports Ltda, 10Hz, Reino Unido). La selección de juegos se realizó teniendo en cuenta un lugar similar en la tabla de posiciones para minimizar variaciones en el rendimiento, comparando los datos de aquellos jugadores que compitieron durante el partido completo.

La distancia recorrida total fue de $10.71\pm 0.99\text{km}$, de esta se recorrió en mayor medida en el primer tiempo ($5.43\pm 0.56\text{km}$) frente al segundo ($5.29\pm 0.50\text{km}$), pero no se encontró diferencia significativa en carrera de alta intensidad ($>14.4\text{km/h}$) y sprint ($>25.1\text{km/h}$). Los mediocampistas centrales (80) recorrieron $11.45\pm 0.6\text{km}$, los mediocampistas externos (52) $11.53\pm 0.93\text{km}$ y los

delanteros (62) 10.31 ± 11.71 km, de los cuales en sprint (>25.1 km/h) recorrieron 204 ± 89 m, 346 ± 115 m y 264 ± 87 m; respectivamente.

- (Bradley, et al., 2011).

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto del sistema de juego (4-4-2, 4-3-3 y 4-5-1) en la carrera de alta intensidad, durante 28 partidos de la Liga Premier Inglesa por medio de un sistema Computarizado multicámara (ProZone 3, Reino Unido), durante la temporada 2006-7. Los juegos tuvieron en cuenta que el rival tuviera un lugar similar en la tabla de posiciones.

La DR en el sistema 4-4-2 fue de 10.69 ± 0.94 km, de la cual en el primer periodo 5.37 ± 0.48 km y 5.32 ± 0.51 km en el segundo; en el sistema 4-3-3, 10.78 ± 1.04 km con 5.45 ± 0.53 km en el primer periodo y 5.32 ± 0.53 km en el segundo; y finalmente el sistema 4-5-1 en el cual recorrieron 10.61 ± 1.10 km totales, de los cuales 5.34 ± 0.55 km en el primer periodo y 5.26 ± 0.64 en el segundo. No encontraron diferencias significativas en el perfil de actividad del jugador en la distancia total recorrida, pero vario la carrera realizada a distintas intensidades según la posición.

- (Bush et al., 2015).

Este estudio buscó identificar si existe una evolución específica en los parámetros físicos en la Liga Premier Inglesa. Por medio de un sistema de seguimiento computarizado multicámara (ProZone Sports Ltda, Reino Unido) se obtuvieron 14700 observaciones desde las temporadas 2006-7 a 2012-13, analizando los datos de cinco posiciones.

Se evidencia que la carrera de alta intensidad (>19.8 km/h) se incrementó en la temporada final respecto a la primera. Además, respecto a las posiciones de juego los jugadores externos y delanteros han aumentado la distancia recorrida a alta intensidad respecto a los centrales y mediocampistas.

- (Dellal et al., 2011).

Este estudio comparó los seguimientos de partido en jugadores de dos ligas Europeas: la Liga Española (1896) y la Liga Premier Inglesa (4704), por medio de un sistema Computarizado de análisis de partido (Amisco Pro, 25 Hz, Francia) durante la temporada 2006-7. Un total de 5938 análisis se realizaron en seis diferentes posiciones de juego.

Relacionado con las posiciones de juego, los mediocampistas de la Liga Española recorrieron 11.2 ± 0.91 km frente a 11.55 ± 0.81 km de los centrocampistas de la liga Inglesa; los mediocampistas externos de la liga Española 11.24 ± 0.76 km frente a los 11.04 ± 0.75 km; y los delanteros 10.71 ± 0.90 km frente a los 10.80 ± 0.99 km de los jugadores de la liga Inglesa.

- (Di Salvo et al., 2007).

Este estudio presenta una investigación a larga escala, durante partidos acorde a la posición de juego. Que fueron monitorizados durante 20 partidos de la Liga Española y 10 de la Champions League, por medio de un sistema computarizado multicámara (Amisco Pro, 25Hz, Francia). La distancia recorrida por los mediocampistas fue de 12.02 ± 0.62 km, los mediocampistas externos 11.99 ± 0.77 km y los delanteros 11.25 ± 0.89 km; para un valor independiente de la posición de 11.39 ± 1.01 km.

Relacionado con las distancias recorridas entre periodos los jugadores recorrieron 5.70 ± 0.48 km en el primero frente a los 5.68 ± 0.66 km en el segundo.

- (Disalvo et al., 2013).

Este estudio compara los movimientos de jugadores de la Liga Premier Inglesa frente a los jugadores de la Championship (segunda división), tras comparar los datos obtenidos por los jugadores durante 4 temporadas 2006-10, en las 2 ligas. Para esto se uso el sistema (Prozone Sports Ltda, Reino Unido).

La distancia total en jugadores de la Championship fue de 11.10 ± 0.91 km, frente a 10.74 ± 0.96 km de la Liga Premier; en sprint >25.2 km/h en la Championship se recorrieron 273 ± 0.12 m frente a 258 ± 122 de la Liga Premier. Respecto a las posiciones los delanteros de la Championship recorren 10.78 ± 0.87 km frente a 10.45 ± 0.94 km realizados por delanteros de la Liga Premier; los mediocampistas externos 11.76 ± 0.77 km en la Championship frente 11.49 ± 0.82 km de la Liga; por último los mediocampistas 11.78 ± 0.71 frente a los 11.48 ± 0.72 km realizados en la liga premier.

- (Di Salvo et al., 2010).

Este estudio realiza un análisis detallado de las actividades en sprint de diferentes posiciones de juego en Liga de Campeones y Copa de la UEFA durante la temporada 2002-06 (un promedio de 16.8 ± 1.7 partidos por temporada) por medio de un sistema computarizado multicámara (ProZone, Reino Unido). Este estudio indica que las características de sprint (>25.2 km/h) están influenciadas por la posición de juego.

Relacionado con el número de sprints (>25.2 km/h) por posición, los mediocampistas externos (35.8 ± 13.4) realizaron la mayor cantidad, seguidos de los delanteros (30.0 ± 12.0) y luego los mediocampistas centrales (23.5 ± 12.2).

La mayor distancia recorrida en sprint (>25.2 km/h) fue desarrollada por los mediocampistas externos (285 ± 111 m), seguidos por los delanteros (242 ± 106 m) y luego los centrocampistas (163 ± 66 m). Relacionado con la distancia recorrida durante el sprint, en el rango de 0-5 m los mediocampistas externos desarrollaron la mayor cantidad (18.4 ± 9.4), delanteros (15.1 ± 7.9) y mediocampistas centrales (13.7 ± 8.6); en el rango 5.1-10 m, los mediocampistas externos (8.4 ± 3.8), delanteros (7.1 ± 3.6) y mediocampistas centrales (5.3 ± 3.3); en el rango 10.1-15, mediocampistas externos (3.8 ± 2.4), delanteros (3.2 ± 2.1) y mediocampistas centrales (2.2 ± 1.8); y

en el rango 15.1-20m, mediocampistas externos (2.5 ± 1.8), delanteros (1.9 ± 1.6) y mediocampistas centrales (1.1 ± 1.2).

- (Miñano et al., 2017).

Por medio de este estudio los autores buscaron comprender si los jugadores del Real Madrid recorrieron menores distancias que los jugadores de los equipos rivales. Se monitorizaron 49 juegos, incluyendo UEFA Champions League, Liga y Copa; durante la temporada 2001-y a la 2006-7. Los datos se obtuvieron por medio de un sistema de seguimiento Computarizado multicámara (Amisco Pro, Francia). Se evidenció que los jugadores del Real Madrid recorrieron menos distancia a alta intensidad de carrera ($21.1-24\text{km/h}$) y sprint ($>24\text{km/h}$), en dependencia con el rol posicional. Además, no se encontraron diferencias en alta intensidad de carrera y sprint relacionado con el nivel del rival.

Los mediocampistas externos del Real Madrid recorrieron en sprint ($>24\text{km/h}$) $320\pm 132\text{m}$ frente a los $361\pm 158\text{m}$ realizados por los rivales, los mediocampistas 179 ± 95 frente a $196\pm 113\text{m}$ de los rivales; y los delanteros $235\pm 99\text{m}$ frente a los $306\pm 138\text{m}$ de los rivales.

- (Rampinini et al., 2009).

Este estudio buscó identificar los cambios a nivel físico durante el primer y segundo periodo de partidos oficiales en la Serie A Italiana. 416 reportes de 186 jugadores (27 ± 4 años) cuyos equipos estaban ubicados en las cinco primeras posiciones frente a los jugadores de equipos que estaban en las últimas cinco posiciones de la misma liga.

Los jugadores de los equipos más exitosos recorrieron en distancia total 11.64km frente a 12.19km de los equipos menos exitosos, en distancia recorrida a alta intensidad de carrera ($>14\text{km/h}$) los jugadores de equipos menos exitosos recorrieron 4.26km frente a los 3.78km de

los equipos más exitosos; y en distancia recorrida a muy alta intensidad (>19km/h) los jugadores de equipos menos exitosos recorrieron 1.30km frente a 1.19km de los equipos más exitosos.

Relacionado con los valores entre periodos, en el primer periodo se recorrió 5.96km frente a 5.86km del segundo tiempo; 2.03km de alta intensidad (>14km/h) en el primero frente a 1.90km en el segundo; y 633m de distancia recorrida a muy alta intensidad (>19km/h) frente a 591m del segundo periodo.

- (Rampinini, Coutts, Castagna, Sassi e Impellizzeri, 2007).

Este estudio analizó la influencia de equipo rival, las variaciones en la temporada y la influencia de la actividad del primer tiempo sobre el rendimiento en jugador Top. Se utilizó un sistema de análisis de partido (ProZone), para analizar a 20 jugadores del mismo equipo y sus rivales, durante una temporada. La distancia recorrida total, la distancia recorrida a alta intensidad (>14.4km/h) y a muy alta intensidad (>19.8km/h) fue mayor frente a mejores rivales comparado con los peores oponentes; además la DR, HID y VHID realizadas en el primer periodo influyeron en los valores que se desarrollaron en el segundo; y, por último los valores de DR, HID Y VHID fueron mejores al final de la temporada.

Los mediocampistas (54) recorrieron 11.74 ± 0.61 km y los delanteros (24) 10.23 ± 0.67 km; en distancia recorrida a alta intensidad 3.05 ± 0.44 km en mediocampistas y 2.25 ± 0.36 km en delanteros; y en distancia recorrida a muy alta intensidad, 904 ± 223 m y 778 ± 167 m respectivamente.

- (Barros, Misuta, Menezes, Figueroa, Moura, Cunha, Anido y Leite, 2007).

Por medio de este estudio se analizó la distancia recorrida por jugadores de cuatro equipos del fútbol de primera división en Brasil, mediante de un sistema de seguimiento automático (Dvideo, Campinas, Brasil). Se presentan los resultados de 55 registros, de aquellos jugadores que

participaron durante 90 minutos. En general los jugadores recorren 10.01 ± 1.02 km, y al identificar los resultados por posición los mediocampistas (10.47 ± 0.70 km) y mediocampistas externos (10.59 ± 0.89 km) recorren mayor distancias que los delanteros (9.61 ± 0.77 km).

La distancia recorrida entre periodos fue significativamente mayor en el primer periodo (5.17 ± 0.39 km) frente a los valores encontrados en el segundo (4.80 ± 0.37 km).

- (Rivilla, Calvo, Jiménez, Paredes, Muñoz, Tillaar y Navandar, 2018).

Este estudio realiza un análisis de la carrera de alta intensidad en 20 equipos Españoles en la Liga de España, primera división. Participan 230 jugadores (27.5 ± 3.89 años) y se identifican características con relación la posición de juego por medio de un sistema de análisis de movimiento (MediaPRO, España). La distancia recorrida total fue de 9.26 ± 0.96 km y respecto a los periodos, el primer periodo (4.64 ± 0.53 km) presenta mayores valores que el segundo (4.48 ± 0.43 km); además la distancia recorrida a muy altas velocidades también es mayor en el primero, excepto en defensores centrales.

Los mediocampistas recorrieron la mayor distancia (9.77 ± 0.94 km) durante los partidos.

- (Dellal, Wong, Moalla y Chamari, 2010).

Este estudio analiza los recorridos realizados por jugadores élite de fútbol de la Liga Primera Francesa en relación con la posición de juego, durante la temporada 2005-6, por medio de un sistema semiautomático de vídeo (Amisco), obteniendo 5938 seguimientos. Los mediocampistas defensivos (952) recorrieron 11.50 ± 0.90 km, los mediocampistas externos (202) recorrieron 12.02 ± 0.97 km; y los delanteros 10.94 ± 0.97 km. En distancia recorrida en sprint (>24 km/h), los delanteros presentan el mayor valor (290.4 ± 75 m), seguido por los mediocampistas externos (235.4 ± 85 m) y por último los mediocampistas defensivos (220.9 ± 76 m).

- (Miñano, 2015).

En este estudio se analizaron 149 partidos de élite por medio de un sistema de seguimiento computarizado (Amisco Pro, Francia). Los datos se obtuvieron de competición nacional de La Liga, Champions League y la Copa del Rey; en seis temporadas; de los registros obtenidos únicamente se mantuvieron aquellos que desarrollaron jugadores que participaron en 90 minutos de la competición (2082 registros: 1081 del equipo de Excelencia y 1031 de los rivales). En distancia total recorrida los jugadores realizaron 10.81km, frente a los 11.13km del equipo rival; de estos 5.44 ± 0.49 km son realizados en el primer periodo y 5.37 ± 0.51 km en el segundo, aunque el equipo rival presenta mayores valores (5.61 ± 0.53 km y 5.53 ± 0.52 km en el segundo).

La distancia recorrida a una velocidad >24 km/h los jugadores realizaron 245 ± 141 m, de los cuales 124 ± 79 m fueron en el primer periodo y 125 ± 82 m en el segundo; y los rivales 248 ± 145 m, de los cuales 130 ± 86 m en el primer periodo y 124 ± 77 m. El número de sprints (>24 km/h) fue de 11.4 ± 5.8 , de estos 5.7 ± 3.2 en el primer periodo y 5.8 ± 3.4 en el segundo; y 12.0 ± 6.5 sprints(>24 km/h) en el equipo rival, de los cuales 6.2 ± 3.9 en el primero y 6 ± 3.5 en el segundo.

Relacionado con la posición de juego, los mediocampistas recorrieron 11.32 ± 0.81 km, los mediocampistas de banda 11.34 ± 0.74 km y los delanteros 10.31 ± 1.18 km; frente a los valores presentados por los rivales, mediocampistas 11.86 ± 0.75 km, mediocampistas de banda 11.78 ± 0.97 km y delanteros 10.87 ± 0.9 km.

- (Andrzejewski, Chmura, Pluta y Konarski, 2015).

Este estudio realizó un análisis de la distancia recorrida y sprint en jugadores profesionales (147) que participaron en 10 juegos de la temporada 2008-9 y 2010-11 de la Europa League, por medio de un sistema computarizado de seguimiento (Amisco Pro, Francia, 25Hz). Encontraron que la distancia total recorrida fue diferente relacionado con la posición de juego, donde los mediocampistas alcanzaron el mayor valor con 11.76 ± 0.79 km, respecto a mediocampistas

externos ($11.74 \pm 0.68 \text{km}$) y delanteros ($10.93 \pm 0.64 \text{km}$) . La distancia recorrida en sprint ($>24 \text{km/h}$) fue de $237 \pm 123 \text{m}$, aunque estuvo influenciada por la posición de juego. En delanteros ($345 \pm 29 \text{m}$) y mediocampistas externos ($314 \pm 123 \text{m}$) se presentaron los mayores valores, contrario a los mediocampistas ($167 \pm 87 \text{m}$).

Relacionado con los periodos de juego, delanteros ($5.50 \pm 0.33 \text{km}$ vs $5.43 \pm 0.35 \text{km}$) y mediocampistas externos ($5.92 \pm 0.41 \text{km}$ vs $5.82 \pm 0.36 \text{km}$) presentaron mayores en el primer periodo frente al segundo, pero no así en mediocampistas centrales ($5.81 \pm 0.50 \text{km}$ vs $5.94 \pm 0.38 \text{km}$).

La velocidad máxima alcanzada por posición fue alcanzada por lo delanteros ($33.1 \pm 1.9 \text{km/h}$), seguido por los mediocampistas externos ($32.9 \pm 2.0 \text{km/h}$) y por último los mediocampistas centrales ($31.0 \pm 1.7 \text{km/h}$).

- (Stevens, de Ruiter, Twisk, Savelsberg y Beek, 2017).

En este estudio se comparó los valores de distancia recorrida en entrenamiento frente a los partidos oficiales. En los partidos oficiales, participaron 28 jugadores (21.9 ± 3.2 años) de un equipo de la Liga Eredivisie Holandesa. Los jugadores recorrieron en el encuentro deportivo oficial $10.92 \pm 0.61 \text{km}$, y en distancia recorrida $>19.8 \text{ km/h}$ presentaron $0.738 \pm 0.244 \text{km}$.

2.7.2.4 Análisis de vídeo en fútbol profesional.

Bangsbo (1998) realizó un seguimiento por medio de análisis de videos en el fútbol danés de élite, identificó la distancia recorrida en competición oficial. La distancia recorrida se estimó en 10.8km , oscilando entre 9 y 14 km. Encontró factores que influyen en la distancia recorrida por los jugadores, entre ellos: el rival, la importancia del partido, la motivación y la táctica del equipo. Por ejemplo relacionado con la distancia recorrida por jugadores de primera división

frente a jugadores de segunda división, encontró diferencias en la distancia recorrida a alta intensidad (mayor en jugadores de primera división).

2.7.3 Fútbol femenino

- (Mara et al., 2017).

En este estudio se pretendió determinar la aceleración ($\geq 2 \text{ m/s}^2$) y la desaceleración ($\geq 2 \text{ m/s}^2$) de 20 jugadoras élite (24.3 ± 4.2 años) del mismo equipo de la liga Nacional Australiana durante partidos competitivos, por medio de un sistema óptico de seguimiento. Las jugadoras desarrollaron 423 ± 126 aceleraciones y 430 ± 125 desaceleraciones por partido.

2.7.4 Fútbol colombiano

- Chamorro (2011).

Durante partidos amistosos con jugadores (46, edad: 20.48 ± 1.03 años) profesionales y Sub 20 del club Atlético Huila y corporación Coderhuila (1ª c) fueron evaluados por medio de dispositivos GPS (Spi Élite, Australia), durante al menos 3 partidos. Recorrieron durante 45 minutos de partido amistoso una distancia total de 4.43km, presentando una velocidad promedio de 5.76km/h y una velocidad máxima de 26.09 ± 2.51 km/h. Respecto a las posiciones de juego, los mediocampistas centrales (19) recorrieron una distancia total de 4.61 ± 0.56 km y alcanzaron una velocidad máxima de 25.36 ± 2.47 km/h; los mediocampistas externos (5) recorrieron 4.49 ± 0.31 km y alcanzaron una velocidad máxima de 26.28 ± 2 km/h; y los delanteros (10) recorrieron 4.32 ± 0.58 km y alcanzaron una velocidad de 26.38 ± 2.61 km/h.

2.7.5 Rangos de velocidad utilizados en investigaciones para clasificar la distancia recorrida por el futbolista.

Tras la revisión documental realizada se han encontrado diferentes rangos de velocidad para clasificar la distancia recorrida por los futbolistas. Sin embargo, Harley et al. (2010) indican que aunque inicialmente de forma arbitraria se clasificaba la distancia recorrida en rangos de velocidad, debido a las diferencias innatas en las capacidades de rendimiento entre nivel Junior y Senior consideran inapropiado aplicar las escalas utilizadas en adultos a los jugadores juveniles. Por ello proponen que los rangos de velocidad establecidos sean producto de pruebas físicas realizadas.

A continuación se presentan los rangos de velocidad utilizados en algunas investigaciones:

- Andrzejewski, et al. (2018) clasifican la distancia en seis zonas: standing- walking (< 11 km/h), jogging (< 14km/h), running (< 17km/h), fast Running (< 21km/h), high speed running (< 24km/h) y sprinting (\geq 24km).
- Bradley, Sheldon, Wooster, Olsen, Boanas y Krstrup (2009), Bradley, et al. (2011), Bush et al. (2015); Mohr et al.(2003) y Rampinini et al. (2007); clasifican la distancia recorrida en seis rangos: standing (0–0.6km/h), walking (0.7–7.1km/h), jogging (7.2–14.3km/h), running (14.4–19.7 km/ h), high-speed running (19.8–25.1 km/ h) y sprinting (>25.1km/ h).
Adicionalmente clasifican *high-intensity running*: que incluye running, high speed running, and sprinting (running speed >14.4 km/ h). *Very high-intensity running* que consiste en high-speed running and sprinting (running speed >19.8 km/ h).
- Buchheit et al. (2010) en una investigación en el fútbol juvenil, clasifican la distancia recorrida en cinco rangos de velocidad: low-intensity running (< 13.0 km/h), high-intensity running (13.1-16 km/h), very high-intensity running (16.1-19 km/h), sprinting distance (>

19.1 km/h) y very high-intensity activities (calculando very high intensity running más sprints).

- Casamichana y Castellano (2011), clasifican la distancia recorrida en cinco rangos de velocidad: parado-andando (0- 6,9 km/h), carrera suave (7,0-12,9 km/h), carrera rápida (3,0-17,9 km/h), carrera alta intensidad (18,0-20,9 km/h) y sprint (>21km/h).
- Chamorro (2011), en el contexto colombiano clasificó la distancia recorrida en seis rangos de velocidad: estando de pie o caminando (0 - 8 km/h), trotando (8.1 - 11 km/h), baja velocidad de carrera (11.1- 15 km/h), moderada velocidad de Carrera (15.1 - 19 km/h), alta velocidad de Carrera (19.1 - 23 km/h) y sprint (> 23 km /h).
- Di Salvo et al. (2007), Di salvo et al. (2013), clasifican la distancia recorrida en cinco rangos de velocidad: Standing, walking, Jogging (0- 11 km/h), low speed running (11,1– 14 km/h), moderate- speed running (14,1 – 19 km/h), high-speed running (19,1 – 23 km/h) y sprinting(>23km/h).
- Relacionado con el fútbol juvenil, Echearraza (2014) presenta cinco rangos de velocidad para clasificar la distancia recorrida: andar (<3km/h), carrera baja intensidad (3-8 km/h), carrera intensidad media (8-13 Km/h), carrera a intensidad alta (13-16 Km/h) y sprint (>16 km/h).

Sweeting, Cormack, Morgan, Aughey (2017) indican que no existe un consenso sobre la definición de sprint o aceleración para establecer los rangos de evaluación, incluso desde el mismo deporte. Esto se debe, entre algunos elementos a que la clasificación en ocasiones es realizada de forma arbitraria por el software del sistema de seguimiento o que los valores presentados pueden relacionarse con los resultados de una prueba fisiológica. Por ello sugieren,

la utilización de los umbrales de de un ancho de banda igual, por ejemplo: 0-5, 5-10, 15-20, 20 - 25 y ≥ 25 km/h.

La clasificación en rangos de velocidad ha sido realizado en relación con el interés del investigador pero no se justificado, con excepción de la disminución de los umbrales para reflejar un rendimiento más bajo en jóvenes y mujeres. Por esto, sugieren una banda igual o individualizar los umbrales para cada deportista (Malone et al., 2017).

Capítulo 3

Metodología

3.1 Paradigma de Investigación

Esta propuesta se enmarca dentro del paradigma Empírico Analítico de la investigación, a partir de los datos obtenidos se establecerán generalidades que podrían aplicarse a los jugadores que participan en la competencia de torneo nacional como delanteros, carrileros y volantes ofensivos.

3.2 Enfoque de la investigación

El enfoque para esta investigación es el cuantitativo, se tiene un problema delimitado y tras la obtención de datos numéricos para el estudio de las variables de investigación por medio de los dispositivos GPS, se aplican formulas estadísticas para obtener información relevante de las posiciones estudiadas en los jugadores U17 en competencia.

3.3 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación será de tipo observacional descriptivo, en el cual se evidencian las variables seleccionadas en el proyecto durante la competencia determinando las características que presentan. El alcance descriptivo planteado presentan las variables de observación en categorías de análisis.

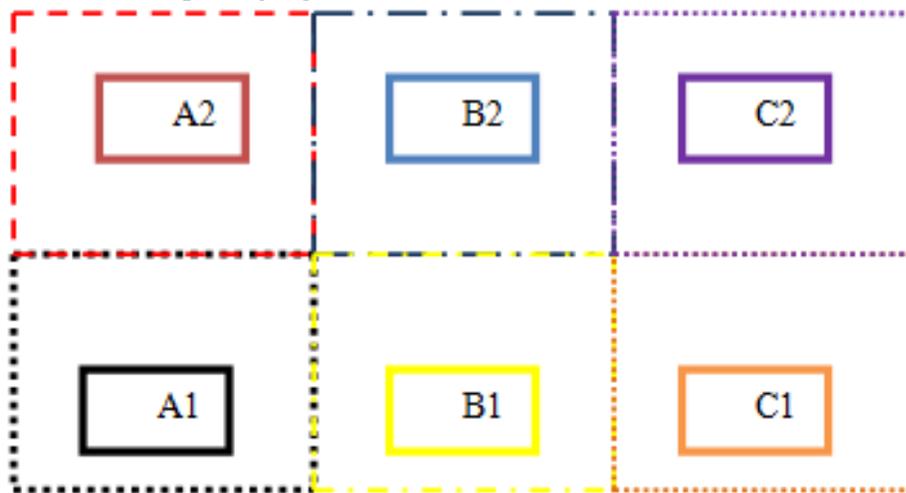
Respecto al tipo de diseño del proyecto se utilizará el transversal, ya que la recolección de datos se realiza de manera única en cada partido y no pretende identificar los cambios en las características de la distancia recorrida por un club o jugador específico sino las características de la posición.

3.4 Variables del estudio

- Distancia recorrida total

- Distancia recorrida clasificada en rangos de velocidad (dispuestos en cinco categorías: **DZ1-** Distancia recorrida entre (0-5 Km/h), **DZ2-** Distancia recorrida entre (5-10 Km/h), **DZ3-** Distancia recorrida entre (10-15 Km/h), **DZ4-** Distancia recorrida entre (15-20 Km/h), **DZ5-** Distancia recorrida entre (20-25 Km/h), **DZ6-** Distancia recorrida entre (25-30 Km/h), **DZ7-** Distancia recorrida mayor a 30 Km/h)
- Distancia recorrida a alta intensidad (HID): >15km/h y Distancia recorrida a muy alta intensidad (VHID) >20km/h
- Distancia recorrida por zonas (como lo presenta la figura 3, se divide el terreno de juego dividido en seis zonas, se determina la distancia recorrida en cada sector: A1, A2, B1, B2, C1, C2).
- Velocidad máxima
- Velocidad promedio
- Número de sprints mayores a 25km/h
- Aceleración máxima
- Número de aceleraciones a 1m/s, 2m/2s y 3m/s
- Número de desaceleraciones a 1m/s, 2m/2s y 3m/s

Figura 3. División del campo de juego en seis sectores



Nota: Elaboración propia

3.5 Población

La población de estudio estuvo conformada por equipos que participan en el Torneo Nacional Sub 17 organizado por la División Colombiana de Fútbol Aficionado (DIFUTBOL).

3.5.1 Muestra.

La muestra es *no probabilística* y la selección por elementos de conveniencia. Los criterios de inclusión establecidos fueron: 1) los clubes participantes debían ser Bogotanos, a fin de facilitar los procesos de seguimiento, 2) los 10 clubes con mayor rendimiento durante los últimos tres años en el Torneo Nacional Prejuvenil Sub 17, a fin de tener la mayor cantidad de observaciones posibles (incluso en instancias definitivas).

Esto nos acercó a los clubes de divisiones inferiores de equipos profesionales. Se convocó a los clubes que cumplieron los criterios por medio de una carta de invitación, de los cuales cuatro aceptaron participar del estudio: Fortaleza, Equidad, Santa Fe y Millonarios.

Es necesario indicar que se caracterizará la posición de juego no al jugador, por lo cual el n estadístico corresponde al número de seguimientos realizados en competición.

La selección de los participantes de cada club tuvo en cuenta los siguientes aspectos: 1) que el participante hiciera parte de las posiciones de juego objeto de estudio, 2) que fuera parte de la alineación titular (como no es posible conocer con anterioridad la formación titular se descartó una selección probabilística, puesto que al realizar un sorteo podría coincidir con un jugador no convocado o alineado) y, 3) se dio prioridad a aquellos jugadores que no habían sido evaluados previamente (aunque en algunos casos los titulares no se modificaban).

Participaron 39 jugadores con una media de edad de $16,62 \pm 0,66$ años, que hacen parte de cuatro clubes de divisiones inferiores de equipos profesionales bogotanos en las posiciones objeto de estudio: delanteros, carrileros y volantes. El seguimiento se realizó durante 19 partidos

oficiales del torneo nacional prejuvenil interclubes en la temporada 2019, 16 correspondientes a primera fase, 1 a segunda, 1 a tercera, 1 a cuarta. Los 19 partidos se presentaron de la siguiente manera:

- Equipo 1: 4 seguimientos durante la primera fase.
- Equipo 2: 6 seguimientos, 5 en la primera fase y 1 en la cuarta.
- Equipo 3: 6 seguimientos, 5 en la primera fase y uno en la segunda.
- Equipo 4: 3 seguimientos, 2 en primera fase y uno en la tercera.

Estos registros se realizaron con los equipos en condición de Local o visitante en la ciudad de Bogotá. La tabla 3 presenta los registros detallados por equipo y relacionado a la posición de juego.

Tabla 3. *Registros totales por equipo y relacionado con la posición*

Posición	Equipo 1	Equipo 2	Equipo 3	Equipo 4	Registros totales
Delanteros	5	5	6	3	19
Carrileros	4	6	6	3	19
Volantes	3	5	6	3	17
Total	12	16	18	9	55

Nota: Al equipo 1 se le hizo seguimiento en cuatro partidos, presenta registro de cinco delanteros porque dos delanteros fueron evaluados en el mismo partido.

De los 55 registros realizados, 35 corresponden a jugadores que compitieron durante todo el partido, es decir el 63,64 % de los registros totales. La tabla 4 presenta la distribución.

Tabla 4. *Numero de registros de jugadores que actuaron todo el encuentro deportivo relacionado por equipos*

Posición	Equipo 1	Equipo 2	Equipo 3	Equipo 4	Registros totales
Delanteros	2	4	3	2	11
Carrileros	3	3	5	2	13
Volantes	1	5	2	3	11
Total	6	12	10	7	35

Nota: Elaboración propia

Los 20 registros restantes corresponden a jugadores que fueron sustituidos al entretiempo o en el transcurso del segundo tiempo. La tabla 5 presenta los registros de los jugadores que fueron sustituidos al finalizar el primer tiempo o en el transcurso del segundo.

Tabla 5. *Número de registros de jugadores sustituidos al fin del primer periodo o en el transcurso del segundo*

Posición	Equipo 1	Equipo 2	Equipo 3	Equipo 4	Registros totales
Delanteros	3	1	3	1	8
Carrileros	1	3	1	1	6
Volantes	2	0	4	0	6
Total	6	4	8	2	20

Nota: Elaboración propia

3.6 Protocolo de ética

El proyecto se diseñó e implementó bajo los principios de Helsinki y la resolución 8430 del Ministerio de Salud de Colombia.

3.6.1 Consentimiento informado.

La autorización para realizar la investigación se obtuvo por parte de las directivas del club, en cada caso particular de los coordinadores de las divisiones inferiores. Adicionalmente, los responsables de los jugadores tras una explicación de los posibles riesgos a los que se somete el jugador por la participación de la investigación, firmaron el consentimiento informado y la autorización para el tratamiento de datos (ver anexo A).

3.7 Material y métodos

Se utilizaron tres dispositivos de posicionamiento global (GPS) con una frecuencia de muestreo de 10 Hz (Fieldwiz, Suiza, 10Hz, 45 gr, 10 hrs autonomía, 9 acelerómetros de eje): El cual fue dispuesto en la zona superior posterior, a nivel de espalda, en medio de los omoplatos en

un chaleco licra que contiene un bolsillo y permite ubicar de forma segura el dispositivo al jugador. La figura 4 presenta la ubicación del dispositivo.

Figura 4. Ubicación del dispositivo en el jugador



Nota: Elaboración propia

Planillas de registro: Se diseñó una planilla para controlar la hora de inicio y finalización de la competencia en cada uno de los periodos. Además se registraron las novedades que se presentaron en el juego, entre ellas las sustituciones (ver anexo B).

3.7.1 Características de la competición oficial.

El torneo nacional Prejuvenil Interclubes Sub 17 es organizado por la División Aficionada del Fútbol Colombiano, DIFUTBOL.

En la versión 2019 participaron 365 clubes, dispuestos en 39 grupos en la primera ronda donde cada grupo estuvo conformado por 8, 10 o 12 equipos. El sistema de torneo es de un formato de todos contra todos, con partidos de ida y vuelta; en el cual clasifican los primeros equipos (3-5) de la tabla de posiciones, dependiendo del número de clubes conforma el grupo. Con los equipos clasificados, las rondas siguientes parten de emparejamientos con duelos de eliminación directa.

El juzgamiento se hace con terna arbitral y, tal como se hace en el futbol profesional, se permiten hacer tres cambios.

3.7.2 Procedimiento.

Una vez definidos los equipos que participaron del proyecto, se determinó el número de observaciones a realizar con base en el calendario de competencia oficial dispuesto en el Sistema Experto de Gestión de Competiciones, LATAM COMET (Software autorizado por FIFA, creado en el 2003). Se estableció un número potencial de seguimientos durante la primera fase y posterior a esta se previó realizar los seguimientos posibles conforme clasificaran los equipos.

Se realizó una reunión con los directores de divisiones inferiores y entrenadores a fin de presentar las características de la investigación. Se obtuvieron los permisos por parte de los directivos y se realizó una prueba con el GPS durante el entrenamiento (con los clubes que lo estimaron conveniente y permitieron), a fin de minimizar el impacto emocional que podría generar el uso del GPS directamente en competencia. Además, se realizó una prueba piloto con un club que no participó de la investigación a fin de establecer los procesos necesarios durante la intervención.

- Selección de partido.

Se verificó la programación de competencia en el LATAM COMET semanalmente, los días jueves y se determinó el club al cual se le haría el seguimiento., tomando en cuenta el número de partidos evaluados a ese club, la fecha de inicio de seguimiento y la autorización por parte de los directivos.

- Selección de jugadores a evaluar.

Tras una reunión con el entrenador previo al partido, con base en la nomina titular y las posiciones objeto de investigación, se eligieron los jugadores para el seguimiento. Se dio prioridad a aquellos jugadores del mismo club, que siendo titulares no habían sido evaluados previamente.

- Disposición del dispositivo GPS previo a competencia.

Se colocó el chaleco con el dispositivo GPS a los jugadores seleccionados una hora antes de la competición. El GPS se activó 30 minutos antes del inicio de la competencia (siguiendo las instrucciones del fabricante). La figura presenta a un jugador con el dispositivo en el momento de la ubicación.

Figura 5. Dispositivo ubicado previo al calentamiento



Nota: elaboración propia

- Control de tiempos – planilla de registro.

Para el control de los tiempos se diligenció una planilla de registro; en la cual se tomaron los siguientes datos: Nombre del jugador, número de uniforme, posición de juego, número de GPS, peso, talla. Relacionado con la competición: hora de inicio y finalización de calentamiento, hora

de inicio y finalización de competencia (incluyendo los intermedios); de igual manera eventualidades que se presentaron como: sustituciones, lesiones, expulsiones, goles.

Una vez finalizada la competición o cuando fue sustituido el jugador se apagó el dispositivo que este usó.

- Transferencia de datos a la plataforma de análisis

Los datos provenientes del GPS se cargaron al sistema por medio de un computador a través de un cable de datos, tras la finalización de cada encuentro deportivo y los análisis se realizaron en la plataforma de FieldWiz an ASI. En esta queda grabado el registro con el número del dispositivo y la fecha. En esta plataforma se crearon los registros que permiten ubicar los datos en categorías y establecer los parámetros para su organización.

3.8 Observaciones

- La autorización para hacer seguimiento en competición por parte de las directivas del club no se presentó al mismo tiempo, por lo cual no se tiene el mismo número de seguimientos para cada equipo.
- No fue posible realizar más de un seguimiento semana, debido al cruce de horarios de competición y distancias entre los lugares programados.
- En las fases finales algunos clubes no permitieron el seguimiento a fin de evitar elementos distractores para los jugadores en instancias definitivas.
- De los equipos cuatro equipos seleccionados para participar en el proyecto, tres pasaron de primeros en la primera fase en su respectivo grupo y el equipo restante quedo en el segundo lugar, con los mismos puntos del primero pero con una diferencia de gol menor. Uno de los equipos analizados se ubicó entre los mejores Diez mejores equipos del torneo.

Capítulo 4

Resultados

La presentación de los resultados en cada una de las variables del estudio se realiza por medio de estadísticas descriptivas.

Estos se presentan en dos partes. La primera corresponde al análisis de los registros correspondientes a los jugadores que actuaron durante 45 minutos de la competición oficial (55 registros: 19 de delanteros, 19 de carrileros y 17 de volantes).

Posteriormente se presentan los resultados de los registros correspondientes a jugadores que compitieron durante todo el encuentro deportivo, para lo cual se tendrá como base 35 registros (11 de volantes, 11 de delanteros y 13 de carrileros). En cada variable de estudio se compara lo realizado en el primer periodo frente al segundo, además de presentar el valor total realizado.

Por último se presentan respecto a los sprint (>25km/h) realizados, la duración y la distancia recorrida.

4.1 Distancia recorrida (DR) en 45 minutos

En la tabla 6, se presentan los resultados de la distancia recorrida en competición oficial durante un periodo de 45 minutos.

Tabla 6. *Distancia recorrida por rangos de velocidad durante la competición oficial*

	Carrileros			Delanteros			Volantes		
	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo
DZ1	1,23±0,11	1,46	1,09	1,22±0,20	1,53	0,81	1,15±0,16	1,49	0,85
DZ2	1,60±0,21	2,02	1,17	1,68±0,26	2,27	1,27	1,69±0,27	2,10	1,20
DZ3	1,14±0,14	1,36	0,78	1,18±0,38	2,08	0,66	1,51±0,39	2,30	0,98
DZ4	0,53±0,15	0,78	0,34	0,52±0,16	0,98	0,32	0,54±0,09	0,69	0,40
DZ5	0,22±0,06	0,39	0,14	0,18±0,08	0,31	0,07	0,16±0,07	0,30	0,03
DZ6	0,06±0,04	0,16	0,02	0,04±0,04	0,14	0,00	0,03±0,03	0,13	0,00
DZ7	0,00±0,01	0,03	0,00	0,00±0,00	0,01	0,00	0,00±0,00	0,01	0,00
DT	4,78±0,30	5,26	4,04	4,80±0,49	5,85	4,03	5,09±0,45	5,87	4,44

DT- Distancia total recorrida (Km), **DZ1**-Distancia recorrida entre (0-5 Km/h), **DZ2**- Distancia recorrida entre (5-10 Km/h), **DZ3**- Distancia recorrida entre (10-15 Km/h), **DZ4**- Distancia recorrida entre (15-20 Km/h), **DZ5**- Distancia recorrida entre (20-25 Km/h), **DZ6**- Distancia recorrida entre (25-30 Km/h), **DZ7**- Distancia recorrida mayor a 30 Km/h)

Relacionado con las posiciones de juego los volantes recorren la mayor distancia total con 6,09% más que los carrileros y 5,69% más que los delanteros. Relacionado con la DR clasificada en rangos de velocidad se evidencia:

- Los carrileros recorren el 26% de la distancia total en un rango de velocidad de 0-5Km/h, el 33% en un rango de 5-10km/h, el 24% en el rango de 10.15km/h, el 11% en el rango de 15-20km/h, el 5% en un rango de 20-25km/h y un 1% en el rango de velocidad 25-30 km/h.
- Los delanteros recorren el 25% de la distancia total en el rango de velocidad entre 0-5 km/h, un 35% en el rango de velocidad entre 5-10km/h, un 24% en el rango de velocidad entre 10-15km/h, un 11% en el rango de velocidad de 15-20km/h, un 4% en el rango de velocidad 20-25km/h y un 1% en el rango de velocidad 25-30 km/h.
- Los volantes recorren el 23% de la distancia total en el rango de velocidad entre 0-5km/h, un 33% en el rango de velocidad entre 5-10km/h, un 30% en el rango de velocidad entre 10-15km/h, un 11% en el rango de velocidad entre 15-20km/h y un 3% en el rango de velocidad entre 20-25km/h.

4.1.1 Metros recorridos por minuto por posición.

Durante 45 minutos de competición oficial los delanteros recorren $106,62 \pm 10,88$ m/min, los volantes $113,03 \pm 10,04$ m/min y los carrileros $106,26 \pm 6,56$ m/min.

4.1.2 Distancia recorrida a alta intensidad (HID) y muy alta intensidad (VHID) durante 45 minutos.

La distancia recorrida a alta intensidad corresponde la realizada a una velocidad mayor a 15km/h, y la distancia recorrida a muy alta intensidad corresponde con la DR a una velocidad mayor a 20km/h. A pesar de que los volantes son la posición que recorrió la mayor distancia total presentaron una menor distancia recorrida a alta intensidad. La tabla 7 presenta los resultados.

Tabla 7. *Distancia recorrida a alta intensidad por posición en 45 minutos*

Posición	DR total (km)	HID(>15km/h) (km)	VHID(>20km/h) (km)
Carrileros	4,78	0,80	0,28
Delanteros	4,80	0,73	0,22
Volantes	5,09	0,72	0,19

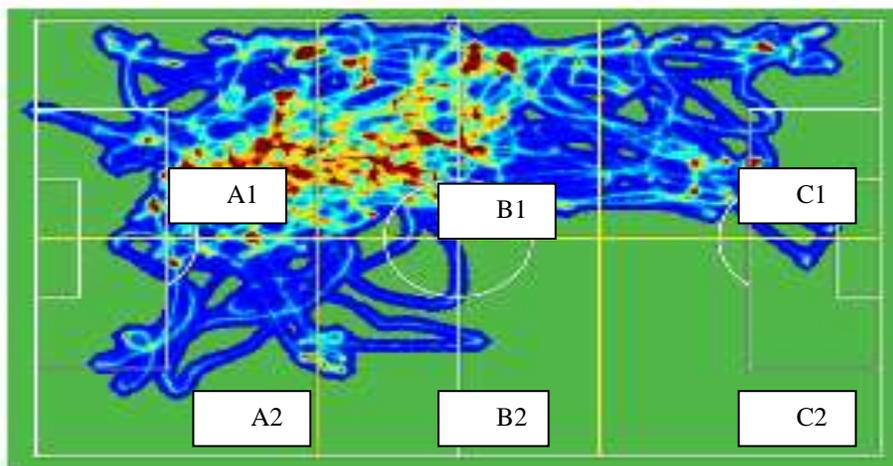
Nota. Elaboración propia

De la distancia recorrida total los carrileros recorrieron un 16,73% a una velocidad superior a 15km/h y 5.86% a 20km/h; los delanteros 15,20% y 4.58% y los volantes un 14.14% y 3.73% respectivamente.

4.1.3 Distancia recorrida por zonas (mapa de calor), durante un periodo de juego en la competición oficial.

El terreno de juego presenta las zonas A1, A2, B1, B2, C1 y C2. La figura 6 presenta los recorridos realizados por un jugador durante el encuentro oficial. Con los resultados que se presentan, es posible identificar en qué zona estuvieron se posicionaron con más frecuencia los jugadores.

Figura 6. Distancia recorrida según zonas por un jugador



Nota: Elaboración propia

La tabla 8, presenta los resultados relacionados a la posición y la zona del terreno de juego.

Tabla 8. *Distancia recorrida por zonas según la posición en el primer tiempo*

	Delanteros	Volantes	Carrileros
Distancia recorrida zona A1(km):	0,63±0,53	0,30±0,36	0,69±0,76
Distancia recorrida zona A2 (km):	0,83±0,68	0,40±0,32	0,47±0,50
Distancia recorrida zona B1(km):	1,20±0,65	1,47±0,88	1,43±1,10
Distancia recorrida zona B2(km):	1,28±0,51	1,79±0,86	1,16±1,17
Distancia recorrida zona C1 (km):	0,39±0,55	0,45±0,33	0,57±0,62
Distancia recorrida zona C2 (km):	0,48±0,68	0,67±0,61	0,49±0,75

Nota: Elaboración propia

Se observa que las posiciones de estudio recorrieron la mayor distancia en las zonas B1 y B2.

De la distancia total recorrida por zonas se evidencia:

- Los delanteros recorrieron el 13% en la zona A1, el 17% en la zona A2, el 25% en la zona B1, el 27% en la zona B2, el 8% en la zona C1 y el 10% en la zona C2.
- Los carrileros recorrieron el 14% en la zona A1, el 10% en la zona A2, el 30% en la zona B1, el 24% en la zona B2, el 12% en la zona C1 y el 10% en la zona C2.
- Los volantes recorrieron el 6% en la zona A1, el 8% en la zona A2, el 29% en la zona B1, el 35% en la zona B2, el 9% en la zona C1 y el 13% en la zona C2.

4.2 Velocidad presentada durante 45 minutos de competición oficial

La tabla 9 presenta el número de sprints (>25km/h) realizados según las posiciones de estudio durante 45 minutos de la competición oficial. Además presenta la velocidad media y la velocidad máxima por posición.

Los resultados presentados muestran que:

- Los carrileros son la posición que mayor velocidad máxima alcanza y además los que realizan mayor cantidad de sprints >25km/h.
- Los volantes son quienes mayor velocidad promedio mantienen durante un periodo de 45 minutos, pero a su vez son quienes menor cantidad de sprints (>25 km/h) realizan además quienes menor velocidad máxima alcanzan de las posiciones objeto de estudio.

Tabla 9. *Número de sprints, velocidad promedio y máxima en competición oficial en 45 minutos*

Variable	Carrileros			Delanteros			Volantes		
	Prom.	Máx.	Mín.	Prom.	Máx.	Mín.	Prom.	Máx.	Mín.
# de velocidades (>25 km/h)	5,26±2,64	11	1	3,47±3,15	12	0	2,47±2,50	10	0
Velocidad promedio (km/h)	6,08±0,43	6,74	5,10	6,14±0,60	7,35	5,31	6,47±0,48	7,36	5,70
Velocidad máxima (km/h)	28,77±1,50	31,56	25,96	27,06±1,92	30,75	23,82	26,55±2,31	30,51	21,72

4.3 Aceleración presentada durante 45 minutos de la competición oficial

En la tabla 10 se presentan los valores de aceleración máxima durante 45 minutos y la relación de número de aceleraciones por posición realizadas a 1, 2 y 3m/s².

Los resultados presentados evidencian diferencias respecto al número de aceleraciones realizadas en cada posición de juego. Se identifica que en las posiciones de estudio el número de aceleraciones de 1m/s² fue mayor a las realizadas a 2 y 3m/s², además son los carrileros la posición que presenta mayor número de aceleraciones.

Tabla 10. *Características de aceleración: máxima y número de aceleraciones en 45 minutos de competición oficial*

Variable	Carrileros			Delanteros			Volantes		
	Promedio	Máx.	Mín.	Promedio	Máx.	Mín.	Promedio	Máx.	Mín.
Máxima Aceleración (m/s ²)	4,95±0,38	5,99	4,49	4,88±0,41	5,66	4,17	4,89±0,40	5,52	4,33
# de Aceleraciones (>1 m/s ²)	552,32±67,12	661	417	518,68±90,97	704	367	548,18±73,35	690	419
# de Aceleraciones (>2 m/s ²)	192,74±27,25	238	147	172,42±27,91	219	127	181,18±24,79	226	124
# de Aceleraciones (>3 m/s ²)	54,26±12,44	81	39	49,05±17,53	84	28	46,35±12,46	77	22

4.4 Desaceleración durante 45 minutos de competición oficial

El número de desaceleraciones realizado durante 45 minutos de competición oficial es presentado en la tabla 11, en la cual se especifican las correspondientes a 1, 2 y 3m/ s².

Tabla 11. *Número de desaceleraciones por posición en 45 minutos de competición oficial*

Variable	Carrileros			Delanteros			Volantes		
	Prom.	Máx.	Mín.	Prom.	Máx.	Mín.	Prom.	Máx.	Mín.
# de desaceleraciones (>1 m/s ²)	456,05±59,45	551	356	423,42±67,60	526	307	458,88±73,78	615	339
# de desaceleraciones (>2 m/s ²)	146,63±24,36	185	95	146,58±25,05	190	95	138,24±17,18	169	106
# de desaceleraciones (>3 m/s ²)	54,63±11,74	73	35	52,11±13,87	86	35	45,88±11,91	77	30

A continuación se presenta la segunda parte de los resultados que analizan los registros (35) de los jugadores que participaron durante todo el encuentro deportivo. Los resultados se presentan de forma general durante 90 minutos, comparando los valores del primer y el segundo periodo.

4.5 Distancia recorrida (DR) en 90 minutos de competición oficial

La tabla 12 presenta los valores de distancia recorrida y distancia recorrida a alta intensidad, en las posiciones de estudio separado en primer tiempo, segundo tiempo y total.

Tabla 12. *Relación entre DR y HID en primer tiempo, segundo y total*

Variable	Carrileros			Delanteros			Volantes		
	Prom.	Máx.	Mín.	Promedio	Máx.	Mín.	Promedio	Máx.	Mín.
Distancia total (km)	4,78±0,34	5,26	4,04	4,73±0,36	5,41	4,16	5,16±0,42	5,75	4,62
1er tiempo									
HID (>15km/h)	0,82±0,17	1,16	0,56	0,68±0,15	0,96	0,39	0,75±0,10	0,91	0,55
HID (>20km/h)	0,28±0,09	0,45	0,16	0,21±0,11	0,46	0,07	0,20±0,10	0,43	0,09
Distancia total (km)	4,53±0,38	5,30	4,05	4,50±0,48	5,62	3,94	4,71±0,39	5,64	4,21
2do tiempo									
HID (>15 km/h)	0,75±0,19	1,10	0,50	0,69±0,18	0,94	0,48	0,54±0,16	0,82	0,36
HID (>20km/h)	0,26±0,09	0,44	0,13	0,26±0,13	0,50	0,11	0,09±0,05	0,18	0,03
Distancia total (km)	9,31±0,63	10,56	8,19	9,26±0,79	11,03	8,30	9,85±0,78	11,39	8,85
Total									
HID (>15 km/h)	1,56±0,32	2,26	1,12	1,42±0,27	1,82	1,09	1,25±0,26	1,66	0,76
HID (>20km/h)	0,54±0,17	0,89	0,33	0,50±0,22	0,83	0,20	0,26±0,10	0,41	0,12

Los volantes presentaron la mayor distancia recorrida total: durante el primer tiempo recorrieron el 52.3% y 47.7% en el segundo tiempo; los carrileros 51.3% y 48.7%; en el segundo; los delanteros 51.08% y 48,3%.

En 90 minutos de competición oficial los metros recorridos por minuto fueron los siguientes:

- Los delanteros recorrieron en promedio 102.86 ± 8.75 m/min. Durante el primer tiempo el promedio de 105.05 ± 8.04 m/min y en el segundo periodo 100.10 ± 10.72 m/min.
- Los volantes recorrieron en promedio 109.42 ± 8.64 m/min. En el primer periodo recorrieron en promedio 114.67 ± 9.24 m/min y en el segundo 104.71 ± 8.56 m/min.
- Los carrileros recorrieron en promedio 103.44 ± 6.97 m/min. En el primer tiempo el promedio de metros recorrido por minuto fue de 106.26 ± 7.55 m/min y en el segundo 100.60 ± 8.37 m/min.

4.5.1 Distancia recorrida a alta intensidad (HID) y a muy alta intensidad (VHID).

De la distancia total, los delanteros recorrieron el 15,3% en un rango de velocidad mayor a 15km/h y 5.4% a una velocidad mayor a 20km/h. Los carrileros 16,7% a una velocidad superior a 15km/h y 5.8% a una velocidad superior a 20km/h. Los volantes un 12,7% de la distancia a una velocidad mayor a 15km/h y el 2.6% a una velocidad superior a 20km/h.

Por esto, a pesar de que los volantes recorrieron la mayor distancia total fueron la posición que menor distancia recorrida a alta intensidad presenta.

4.5.2 Clasificaciones de la DR de 90 minutos en rangos de velocidad.

La tabla 13 presenta la distancia total recorrida total durante todo el encuentro deportivo clasificada en rangos de velocidad en carrileros, delanteros y volantes.

Tabla 13. *DR en rangos de velocidad en 90 minutos durante la competición oficial*

	Carrileros			Delanteros			Volantes		
	Promedio	Máx.	Mín.	Promedio	Máx.	Mín.	Promedio	Máx.	Mín.
DZ1	2.58±0.19	2.94	2.32	2.55±0.22	2.88	2.26	2.39±0.35	2.98	1.88
DZ2	3.00±0.33	3.77	2.34	3.17±0.33	3.70	2.65	3.29±0.60	4.19	2.27
DZ3	2.15±0.31	2.70	1.55	2.10±0.51	3.19	1.31	2.91±0.47	3.63	2.34
DZ4	1.03±0.24	1.56	0.73	0.93±0.16	1.30	0.76	1.00±0.21	1.37	0.64
DZ5	0.42±0.09	0.64	0.30	0.39±0.15	0.61	0.21	0.24±0.08	0.35	0.11
DZ6	0.12±0.08	0.33	0.02	0.10±0.08	0.23	0.00	0.03±0.02	0.07	0.00
DZ7	0.01±0,01	0.04	0.00	0.01±0.02	0.07	0.00	0.00±0.00	0.01	0.00
DT	9.31±0.63	10.56	8.19	9.26±0.79	11.03	8.30	9.85±0.78	11.39	8.85

DT- Distancia total recorrida (Km), **DZ1**-Distancia recorrida entre (0-5 Km/h), **DZ2**- Distancia recorrida entre (5-10 Km/h), **DZ3**- Distancia recorrida entre (10-15 Km/h), **DZ4**- Distancia recorrida entre (15-20 Km/h), **DZ5**- Distancia recorrida entre (20-25 Km/h), **DZ6**- Distancia recorrida entre (25-30 Km/h), **DZ7**- Distancia recorrida mayor a 30 Km/h

Relacionado con las posiciones de juego, los volantes recorren la mayor distancia total con un 5.98% más que los delanteros y 5.48% mayor que los volantes. Al clasificar la distancia recorrida en rangos de velocidad se evidencia:

- Los delanteros recorren el 28% de la distancia total en un rango de velocidad de 0 – 5km/h, un 34% en el rango de 5-10km/h, 23% en el rango de 10-15km/h, 10% en el rango de 15-20km/h, 4% en el rango de 20-25km/h y un 1% en el rango de 25-30km/h.
- Los carrileros recorren el 28% de la distancia total en un rango de velocidad de 0-5km/h, un 32% en un rango de 5-10km/h, un 23% en el rango de 10-15km/h, un 11% en el rango de 15-20km/h, el 5% en el rango de 20-25 km/h y un 1% en el rango de 25-30km/h.

- Los volantes recorren el 24% de la distancia total en el rango de velocidad de 0-5km/h, el 33% en el rango de velocidad de 5-10km/h, el 30% en el rango de velocidad 10-15km/h, un 10% en el rango de 15-20km/h y un 3% en el rango 20-25km/h.

4.5.3 Distancia recorrida por zona (mapa de calor) durante el partido completo.

Con las zonas establecidas se determinó en cuál de estas los jugadores presentaron mayor distancia recorrida. La tabla 14, presenta los resultados de distancia recorrida por zona relacionado con cada posición de juego.

Tabla 14. *Distancia recorrida por zonas (mapa de calor) segundo tiempo*

Variable	Delanteros	Volantes	Carrileros
Distancia recorrida zona A1 (km):	0,97±0,45	0,54±0,40	0,92±0,78
Distancia recorrida zona A2 (km):	1,06±0,64	0,87±0,30	0,91±0,70
Distancia recorrida zona B1 (km):	2,24±0,81	2,57±1,01	2,30±0,61
Distancia recorrida zona B2 (km):	2,39±0,83	3,55±1,00	2,46±0,89
Distancia recorrida zona C1 (km):	1,03±0,46	0,87±0,34	1,10±0,93
Distancia recorrida zona C2 (km):	1,51±0,53	1,30±0,62	1,64±0,97

Con estos resultados se puede determinar que los carrileros recorrieron el 10% de la distancia total en zona A1, el 10% en zona A2, el 25% en zona B1, el 26% en zona B2, el 12% en zona C1 y el 17% en zona C2. Los volantes recorrieron en promedio el 6% en la zona A1, el 9% en la zona A2, el 26% en la zona B1, el 37% en la zona B2, el 9% en la zona C1 y el 13% en la zona C2. Los delanteros recorrieron en promedio el 11% en la zona A1, el 12% en la zona A2, el 24% en la zona B1, el 26% en la zona B2, el 11% en la zona C1 y el 16% en la zona C2.

4.6 Velocidad en 90 minutos

Se presentan los resultados de velocidad máxima, promedio y estadísticas de sprint (>25km/h) durante el encuentro deportivo completo en la competición oficial del fútbol juvenil.

La tabla 15 presenta los valores del primer periodo, el segundo y el partido completo.

Tabla 15. *Relación número de sprints, velocidad promedio y máxima entre periodos*

Periodo de juego	Variable	Carrileros			Delanteros			Volantes		
		Promedio	Máx.	Mín.	Promedio	Máx.	Mín.	Promedio	Máx.	Mín.
1er tiempo	# de velocidades (>25 km/h)	5,69±3,07	11	1	3,73±3,64	12	0	2,82±3,03	10	0
	Velocidad promedio (km/h)	6,04±0,49	6,74	5,10	5,96±0,42	6,87	5,37	6,51±0,51	7,36	5,7
	Máxima velocidad (km/h)	28,94±1,61	31,56	25,96	27,27±2,14	30,75	23,82	26,79±2,32	30,51	23,16
2do tiempo	# de velocidades (>25 km/h)	4,46±3,55	13	1	3,82±2,99	9	0	0,73±0,79	2	0
	Velocidad promedio (km/h)	5,66±0,53	6,54	5,01	5,63±0,54	6,93	4,95	5,91±0,52	6,99	5,24
	Velocidad máxima (km/h)	28,49±1,63	30,84	25,02	27,15±2,15	30,12	23,75	25,08±2,01	28,48	22,74
Total	# de velocidades (>25 km/h)	10,15±5,93	24	3	8,45±5,96	18	0	2,64±2,11	7	0
	Velocidad promedio (km/h)	5,85±0,47	6,63	5,27	5,81±0,46	6,9	5,24	6,19±0,49	7,17	5,55
	Velocidad máxima (km/h)	29,45±1,33	31,56	27,23	28,15±2,11	30,75	23,89	26,74±2,01	30,29	23,16

Durante el partido completo los carrileros alcanzaron la máxima velocidad y los volantes presentaron la mayor velocidad promedio.

Relacionado con el número de sprints los carrileros presentaron el mayor valor, los delanteros un 16,74% menor y los volantes un 73,9% más bajo.

4.6.1 Relación de la velocidad presentada en primer frente al segundo tiempo.

La tabla 15 presenta los valores de velocidad máxima, media y número de sprints (>25km/h) entre el primer y el segundo tiempo. De los valores presentados se puede deducir que:

- En las posiciones de estudio la velocidad promedio y máxima fue mayor en el primer tiempo que en el segundo.

- El número de sprints (>25km/h) fue mayor en el primer tiempo que en el segundo, en carrileros y volantes.

4.6.2 Resultados de sprint (>25km/h): duración y distancia recorrida

Los resultados de duración, velocidad máxima y distancia recorrida promedio se presentan en la tabla 16 durante 90 minutos de competición oficial.

Se indica el número de sprints realizados por posición, la distancia que se recorre (m) y la velocidad máxima alcanzada. Con esto, se evidencia que los carrileros son la posición que mayor número de sprints realiza en competición con duración de 1, 2, 3, 4 y 5 segundos. Seguido por los delanteros y por último los volantes.

Tabla 16. *Características de sprint (>25km/h) según tiempo de duración*

Variable	Delanteros	Volantes	Carrileros
Numero de sprints 1 segundo duración	82	32	107
Distancia media recorrida (m)	7,08±4,08	7,20±3,57	6,97±4,00
Velocidad (km/h)	26,11±0,83	26,00±0,74	26,17±1,00
Numero de sprints 2 segundos de duración	23	4	34
Distancia media recorrida (m)	17,37±2,64	18,66±1,86	17,37±2,32
Velocidad (km/h)	28,00±1,49	27,75±0,61	28,16±1,15
Numero de sprints 3 segundos de duración	11	5	17
Distancia media recorrida (m)	26,96±5,31	25,86±1,50	24,48±1,89
Velocidad (km/h)	28,91±1,28	28,43±1,35	28,78±1,17
Numero de sprints de 4 segundos de duración	4		7
Distancia media recorrida (m)	33,06±3,94		34,16±2,46
Velocidad (km/h)	28,30±1,30		29,07±1,30
Numero de sprints de 5 segundos de duración	1	2	4
Distancia media recorrida (m)	39,35	39,62±1,00	40,62±3,90
Velocidad (km/h)	30,75	27,85±0,18	30,16±0,97

4.7 Aceleración durante 90 minutos de competición

Los resultados de aceleración se presentan en 90 minutos de competición oficial, posteriormente se relacionan los resultados de primer y segundo tiempo.

La tabla 17 presenta los resultados máximos de aceleración y número de aceleraciones a 1 , 2 y 3m/s^2 durante 90 minutos de competición.

Los resultados indican que los delanteros presentaron el mayor valor en aceleración máxima, seguidos por los carrileros y finalmente los volantes. Respecto a las aceleraciones realizadas a 1m/s^2 los volantes presentan el mayor número, seguido por los carrileros y luego los delanteros. En aceleraciones a 2m/s^2 los carrileros presentan el mayor promedio, seguido por los volantes y luego los delanteros. Finalmente en aceleraciones a 3m/s^2 los carrileros presentan el mayor valor, seguido por los delanteros y luego los volantes.

Tabla 17. Valores de aceleración máxima y número de aceleraciones a 1 , 2 y 3 m/s^2

Variable	Carrileros			Delanteros			Volantes		
	Promedio	Máx.	Mín.	Promedio	Máx.	Mín.	Promedio	Máx.	Mín.
Máxima aceleración (m/s^2)	5,34±0,38	5,99	4,80	5,74±1,24	6,98	4,69	4,93±0,35	5,48	4,40
# de aceleraciones (>1 m/s^2)	1054,31±114,29	1251	808	1004,55±138,34	1182	804	1069,27±122,58	1360	937
# de aceleraciones (>2 m/s^2)	364,85±35,26	442	299	326,91±42,53	392	256	342,00±41,94	411	288
# de aceleraciones (>3 m/s^2)	104,85±14,85	129	82	94,18±31,30	144	58	86,09±21,53	118	39

En todas las posiciones de estudio el número de aceleraciones de 1m/s^2 , fueron mayores a las de 2m/s^2 y 3m/s^2 .

4.7.1 Relación entre aceleraciones en el primer y segundo tiempo.

La tabla 18 presenta el número de aceleraciones realizadas en el primer tiempo y en el segundo.

El número de aceleraciones promedio realizadas a 1, 2 y 3m/s² fue mayor en el primer tiempo respecto al segundo. Tras comparar los resultados se observa:

- En carrileros se observa una disminución del 7.06% en aceleraciones realizadas a 1m/s², de 7.89% en aceleraciones a 2m/s² y de 4.16% en aceleraciones de 3m/s².
- Los delanteros presentan una disminución de 7.02% en aceleraciones de 1m/s², de 3.54% en aceleraciones de 2m/s² y de 1.73% en aceleraciones de 3m/s².
- Los volantes presentaron una disminución del 9.01% en aceleraciones de 1m/s², de 15.75% en aceleraciones de 2m/s² y de 11.10% en aceleraciones a 3m/s².

Tabla 18. *Relación entre aceleraciones de 1,2 y 3 m/s² entre el primer y segundo tiempo*

Variable	Carrileros			Delanteros			Volantes		
	Promedio	Máx.	Mín.	Promedio	Máx.	Mín.	Promedio	Máx.	Mín.
# de aceleraciones (>1 m/s²)	546,46±70,05	661	417	520,18±74,99	618	405	560,27±53,46	675	473
Primer tiempo									
# de aceleraciones (>2 m/s²)	189,92±26,30	228	147	166,82±24,83	201	127	185,18±18,85	213	156
# de aceleraciones (>3 m/s²)	53,54±12,04	74	39	47,27±18,28	84	28	45,82±10,64	57	22
# de aceleraciones (>1 m/s²)	507,85±59,75	590	391	483,64±75,45	580	346	509,73±77,69	685	403
Segundo tiempo									
# de aceleraciones (>2 m/s²)	174,92±22,45	218	140	160,91±29,83	226	129	156,00±32,47	203	110
# de aceleraciones (>3 m/s²)	51,31±7,35	70	40	46,45±18,49	82	19	40,73±11,78	61	17

4.8 Desaceleración en 90 minutos de competición oficial

El número de desaceleraciones varió acorde a la posición de juego y su valor se modificó con la distancia de desaceleración. La tabla 19 presenta los resultados del número de desaceleraciones realizadas en el encuentro deportivo durante 90 minutos.

Los resultados indican que en desaceleraciones a 1m/s^2 , los volantes realizan el mayor número de desaceleraciones, seguido por los carrileros con un 2.76% menos y por último los delanteros con 9.14% menos. En desaceleraciones de 2m/s^2 los carrileros realizan el mayor número, seguido por los delanteros con una diferencia de 5.73% y por último los volantes con 7.11% menos. En desaceleraciones a 3m/s^2 los carrileros presentan el mayor número, seguidos por menores valores de delanteros (9.04%) y volantes (18.8%).

Tabla 19. *Número de desaceleraciones en partido completo*

Variable	Carrileros			Delanteros			Volantes		
	Promedio	Máx.	Mín.	Promedio	Máx.	Mín.	Promedio	Máx.	Mín.
# de desaceleraciones (>1 m/s^2)	871,15±97,62	1049	722	814,00±112,03	980	618	895,91±117,12	1158	800
# de desaceleraciones (>2 m/s^2)	289,31±36,31	336	214	272,73±47,11	352	192	268,73±32,65	318	204
# de desaceleraciones (>3 m/s^2)	105,15±19,29	139	81	95,64±18,74	131	73	85,36±23,21	134	55

4.8.1 Relación entre el número de desaceleraciones: primer y segundo tiempo.

El número de desaceleraciones a 1, 2 y 3 m/s^2 por posición es presentado en la tabla 20, en el que se incluyen los valores de primer y segundo tiempo de la competición oficial.

En todas las posiciones los valores correspondientes al primer tiempo son mayores al segundo periodo. Existe una disminución de desaceleraciones de la siguiente manera:

- En desaceleraciones de 1m/s^2 : delanteros 6.83%, carrileros 6.97% y volantes 13.4%.
- En desaceleraciones de 2m/s^2 : delanteros del 5.41%, carrileros 3.70% y volantes 10.53%.
- En desaceleraciones de 3m/s^2 : delanteros 1.14%, carrileros 8.53% y volantes 18.71%.

Tabla 20. *Relación entre desaceleraciones de 1, 2 y 3 m/s² del primer tiempo frente al segundo*

Variable	Carrileros			Delanteros			Volantes		
	Promedio	Máx.	Mín.	Promedio	Máx.	Mín.	Promedio	Máx.	Mín.
# de desaceleraciones (>1 m/s ²)	451,31±61,49	536	356	424,18±53,70	524	307	477,27±73,54	615	348
Primer tiempo # de desaceleraciones (>2 m/s ²)	147,38±27,13	185	95	139,55±27,75	190	95	142,45±14,38	169	123
# de desaceleraciones (>3 m/s ²)	54,92±11,58	73	41	47,18±10,32	64	35	48,09±13,52	77	30
# de desaceleraciones (>1 m/s ²)	419,85±52,38	533	360	395,18±64,33	511	311	413,27±57,12	543	359
Segundo tiempo # de desaceleraciones (>2 m/s ²)	141,92±19,09	186	119	132,00±23,26	165	95	127,45±22,90	156	81
# de desaceleraciones (>3 m/s ²)	50,23±10,19	68	37	46,64±12,58	75	31	39,09±12,45	66	25

5. Discusión

Los objetivos planteados en este estudio buscaban describir las características de distancia recorrida, velocidad y aceleración/desaceleración en jugadores juveniles durante partidos oficiales. Los resultados muestran diferencias relacionadas con la posición de juego en el número de sprints, velocidad máxima alcanzada, distancia recorrida a alta intensidad y número de aceleraciones.

Es importante aclarar, que comparar resultados de diferentes estudios debe hacerse con precaución. Ya que hay diferentes elementos a tener en cuenta, entre estos: los rangos de velocidad establecidos, los dispositivos de seguimiento utilizados, los resultados con valores absolutos o relativos, la separación por posiciones de juego o global. Di Salvo et al. (2010) mencionan que la tecnología aplicada, la posición de las cámaras, los rangos de medida y los criterios de clasificación influyen en la respuesta. Lo que podría conducir a subestimar o sobrevalorar resultados.

Relacionado con la distancia recorrida total, durante 90 minutos en partidos oficiales encontrada en este estudio en jugadores juveniles (16.62 ± 0.66 años) de clubes de divisiones menores, por medio de dispositivos GPS (Fieldwiz, Suiza, 10Hz); se presentó un valor absoluto de 9.32 ± 0.63 km en carrileros, 9.27 ± 0.77 km en delanteros y 9.85 ± 0.78 km en volantes. Al comparar frente a los valores presentados por Muñoz (2015), quien en jugadores juveniles españoles (18.3 ± 0.7 años) por medio de dispositivos GPS (SpiElite, GPSport System, Fyshwick, Australia), encontró una distancia promedio de 8.83 ± 0.69 km, se encuentra un valor superior en los resultados de esta investigación en carrileros (5.54%), delanteros (4.98%) y volantes (11.55%). Aunque en el estudio de Muñoz no se realizó la clasificación acorde a la posición de juego.

De igual manera, comparado con los datos del estudio de Buchheit et al. (2010) por medio de dispositivos Gps (1hz), los jugadores de este estudio presentan mayores valores que los jugadores U18. Frente a la distancia total recorrida (8.87km) en el estudio de Buchheit et al., se obtuvieron mayores resultados en este estudio. Relacionado con la posición de juego, los mediocampistas recorrieron la mayor distancia con 8.66km (13.7% menor frente a los volantes de este estudio) y los carrileros recorrieron 8.47km (9.44% menor que los resultados de los carrileros de este estudio).

Al comparar los resultados de distancia recorrida total en este estudio frente a los resultados de Pettersen y Brenn (2019), realizado con un sistema automático de seguimiento, con jugadores juveniles Sub17; los resultados de este estudio presentan menor valor de distancia total recorrida en todas las posiciones de juego analizadas. Los mediocampistas recorrieron 11.98 ± 0.93 km es decir 17.78% mayor que este estudio; los carrileros registraron 11.54 ± 0.83 km, es decir un 19.32% más que los jugadores de este estudio; y los delanteros 11.50 ± 0.83 km, es decir 19.04% menor.

Frente a hallazgos en el fútbol profesional, los resultados de este estudio son menores que los presentados por Stevens, de Ruiter, Twisk, Savelsbergh y Beck (2017) en 28 jugadores profesionales de la Liga Eredivisie Holandesa (21 ± 3.2 años) por medio de un sistema de posicionamiento Local (LPM, 31hz) durante tres partidos oficiales. Los jugadores de la Liga Alemana recorrieron una distancia total de 10.92 ± 619 km, lo cual supera lo realizado por cada una de las posiciones de juego de este estudio. En ese estudio no se realizó una división por posiciones.

Los jugadores élite de la Liga Premier de Polonia (1178), por medio de un sistema semiautomático computarizado de seguimiento de jugador (Amisco Pro, Francia, 25hz),

presentan mayores valores de distancia recorrida según la posición de juego en la investigación realizada por Andrzejewski et al. (2018). Los mediocampistas (327) recorrieron 11.89km frente a 9.85km de este estudio; los delanteros (103) recorrieron 10.89km frente a 9.32km y los carrileros (152) recorrieron 11.75km frente a los 9.32km recorridos por jugadores de equipos de divisiones menores bogotanos, respectivamente.

Jugadores profesionales en la Europa League presentan mayores valores en distancia recorrida por posición de juego. Andrzejewski, Pluta y Konarski (2015), usaron los datos del sistema Amisco Pro (Francia, 25hz) y presentan una distancia recorrida por posiciones. Donde los mediocampistas (35) fueron la posición con mayor distancia recorrida (11.76km). Por esto, es posible indicar que hay diferencias en la distancia recorrida por posición y que los mediocampistas son quienes mayores presentan, de igual manera se presentan diferencias relacionadas con los niveles juvenil y profesional. Estas diferencias se encuentran de igual manera frente al jugador de la liga francesa Primera (Dellal et al., 2010), a la distancia recorrida en dos diferentes sistemas tácticos por jugadores profesionales (Baptista, et al., 2019), a jugadores de Liga Premier Inglesa (Bradley, et al., 2009), a jugadores de la liga Española y Liga Premier Inglesa (Dellal, et al. 2011) y jugadores profesionales brasileiros (Barros et al. 2007).

Relacionado con la diferencia de distancia recorrida por periodos, los resultados del presente estudio presentan una disminución en la distancia recorrida del 8.36% en volantes, 5.02% en carrileros y 4.84% en delanteros; valores que son menores a los presentados por Muñoz (2015) cuyos jugadores presentaron una reducción equivalente al 10.1%.

Esta reducción de distancia recorrida entre periodos también se puede observar en el estudio de Barros, et al. (2007), en los cuales los jugadores brasileiros de primera división presentaron una disminución mayor: 9.28% en volantes, 19.91% en carrileros y 13.7% en delanteros.

Andrzejewski et al. (2015) encontraron que la diferencia entre periodos no fue mayor siempre en el segundo periodo, ya que durante la temporada 2008-9 y 2010-11 los laterales, centrales y mediocampistas recorrieron mayor distancia en el segundo periodo. Y Carrileros, delanteros recorrieron mayor distancia en el primer tiempo.

Tal como se expuso en el apartado 2.7.5 se han utilizado diferentes rangos de velocidad para clasificar la distancia recorrida por los jugadores. Harley et al. (2010) proponen que los rangos para clasificar la distancia recorrida estén relacionados con los resultados de pruebas físicas para cada grupo. Aunque, algunos sistemas ya poseen de manera predeterminada el rango de clasificación.

Esta razón es importante a la hora de hacer las comparaciones, ya que los rangos de los diferentes estudios pueden ser diferentes.

Buchheit et al. (2010) indican que los mediocampistas recorren más distancia que otras posiciones, pero a la vez recorren menor distancia a alta velocidad de carrera. Esto es algo que se observo en la presente investigación, donde los volantes a pesar de realizar la mayor distancia recorrida presentaron la menor distancia recorrida a alta intensidad (>15km/m) o muy alta intensidad (>20km7H).

Andrzejewski et al. (2015) en la Europa League encontraron que la mayor distancia en sprint (>24km/h) fue desarrollada por lo delanteros y luego carrileros, pero la más baja fue realizada por los mediocampistas; de la misma manera que se presenta en este estudio. La máxima velocidad de carrera que se encontró fue de 31.9 ± 2.0 km/h, que comparada con este estudio es superior a los 29.45 ± 1.33 km/h recorrida por los carrileros.

Dellal, et al. (2010) encontraron que en velocidad >24km/h los delanteros (464 jugadores analizados) realizaban la mayor distancia.

Respecto al fútbol juvenil, los resultados de Buchheit et al. (2010) realizado con jugadores de la U13 a la U18 encontró que el pico de velocidad en mediocampistas fue de 24.6km/h, en carrileros 27.0 ± 0.5 km/h, y en delanteros 28.0 ± 0.4 km/h; que al ser relacionados con los resultados de este estudio presentan menores valores con 26.74 ± 2.01 km/h, 29.45 ± 1.33 km/h y 28.15 ± 2.11 km/h, respectivamente.

El control de las aceleraciones y desaceleraciones es algo particular, porque el instrumento, el rango de evaluación y el control de la velocidad previo influyen directamente en el resultado. Akenhead et al. (2013) clasificaron la aceleración por la distancia recorrida: baja ($1-2\text{m/s}^2$), moderada ($2-3\text{ m/s}^2$) y alta ($>3\text{m/s}^2$), usaron dispositivos GPS (MinimaxX, Catapult Innovations, Australia, 10Hz) y dividieron el juego en periodos de 15 minutos. Encontraron disminuciones en la distancia recorrida en aceleración y establecieron que el primer periodo contiene mayores valores de aceleración y desaceleración. En este estudio, se compara el número de aceleraciones y desaceleraciones realizadas a 1,2 y 3 m/s^2 y se presenta disminución en aceleraciones y desaceleraciones entre periodos.

Rusell et al. (2014) por medio de dispositivos GPS (Viper pod, STATSports, United Kingdom, 10Hz) encontraron en jugadores U21 de la premier League una disminución en la aceleración y desaceleración en los últimos 15 minutos de duración del partido, aunque se realizó sin tener en cuenta la posición de juego.

6. Conclusiones

Controlar las acciones que a nivel físico presenta un jugador de fútbol en la competición oficial es el paso inicial para una planificación orientada desde la realidad de juego, atendiendo las particularidades que se presentan en el fútbol juvenil. Tras el análisis de los resultados se comprueba la naturaleza intermitente del fútbol y como los esfuerzos realizados por los jugadores están en dependencia de la posición de juego.

La distancia recorrida en jugadores de clubes de divisiones inferiores bogotanos durante 45 minutos en partidos oficiales fue diferente según la posición. Los volantes recorrieron la mayor distancia total, pero respecto a las posiciones de estudio, realizan la menor distancia recorrida a alta intensidad (>15km/h) y muy alta intensidad (20km/h). En las tres posiciones la mayor distancia recorrida se presenta en el rango de velocidad de 5-10km/h, pero en distancia recorrida en un rango >15km/h son los carrileros quienes mayor distancia recorren.

La distancia recorrida clasificada en rangos de velocidad durante 45 minutos en todas las posiciones presentó el mayor en el rango de 5-10km/h. En el caso de los carrileros y delanteros, el segundo rango con más distancia recorrida fue el de 0-5km/h, pero en los volantes el segundo rango fue entre 10 y 15km/h. Las zonas B1 y B2 son el lugar del terreno de juego donde los jugadores de las tres posiciones de estudio recorrieron la mayor cantidad de distancia.

Durante 90 minutos, los volantes recorren la mayor distancia total y los delanteros la menor. Aún así, son los carrileros quienes mayor HID (>15km/h) y VHID (>20km/h) presentan y los volantes la menor.

Relacionado a los periodos de juego, los jugadores recorrieron la mayor distancia durante el primer periodo. Pero en HID (>15km/h y >20km/h) los delanteros presentaron mayores valores en el segundo periodo.

En la distancia recorrida clasificada por rangos de velocidad el rango con mayor distancia recorrida es 5 – 10km/h, el segundo rango para delanteros y carrileros es de 0-5km/h, mientras que para los volantes es de 10-15km/h.

Respecto a la velocidad, durante 45 minutos en la competición oficial, los carrileros son la posición que mayor cantidad de sprint ($>25\text{km/h}$) realiza y los volantes quienes menos. De igual manera, la máxima velocidad es alcanzada por los carrileros, seguidos por los delanteros y finalmente los volantes. Aunque respecto a la velocidad promedio, son los volantes quienes presentan el mayor valor seguido de delanteros y por último los carrileros.

En 90 minutos del encuentro deportivo, son los carrileros quienes mayor número de sprint ($>25\text{km/h}$) y velocidad máxima desarrollan. Y respecto a la velocidad promedio, son los volantes quienes presentan el mayor valor, pero esta vez seguido por carrileros y por último delanteros.

Al analizar la diferencia entre periodos, el número de sprints ($>25\text{km/h}$) es mayor en el primer periodo que en el segundo en carrileros y volantes, ya que los delanteros que realizan mayor número de sprints en el segundo periodo.

La velocidad promedio y la velocidad máxima presentan mayor valor en el primer periodo frente a los valores del segundo en las tres posiciones objeto de estudio.

La aceleración en 45 minutos de la competición oficial en las posiciones objeto de estudio el número de aceleraciones a 1m/s^2 fue mayor que las realizadas a 2 y 3m/s^2 , respectivamente. Los carrileros presentan la máxima aceleración y el mayor número de aceleraciones a 1, 2 y 3m/s^2 .

Los volantes presentan mayor número de aceleraciones a 1 y 2m/s^2 que los delanteros, pero menor número que estos en aceleraciones a 3m/s^2 .

En 90 minutos los delanteros realizan la máxima aceleración, seguidos por carrileros y finalmente volantes. El número de aceleraciones a 1m/s^2 fue mayor en volantes, pero en distancia de 2 y 3m/s^2 fue mayor en carrileros.

Respecto al número de aceleraciones realizadas entre periodos, en todas las posiciones fue mayor en el primer tiempo.

Las desaceleraciones realizadas 45 minutos a 1m/s^2 fueron superiores a las realizadas a 2 y 3m/s^2 en todas las posiciones, respectivamente. El número de desaceleraciones a 1m/s^2 fue mayor en los volantes y en 2, 3m/s^2 en carrileros.

Es decir, que los volantes realizan el mayor número de desaceleraciones a 1m/s^2 , pero el menor número en recorridos a 2 y 3m/s^2 .

Durante 90 minutos los volantes presentan el mayor número de desaceleraciones realizadas a 1m/s^2 , sin embargo presentan los menores valores en 2 y 3m/s^2 . En estas distancias, son los carrileros quienes mayor número realizan. Al relacionar los periodos, se observa que disminuye el número de desaceleraciones realizadas en el segundo periodo frente al primero.

Tras comparar los resultados de aceleración – desaceleración en 45 minutos se encuentran algunas particularidades. En distancias de 1 y 2m/s^2 es mayor el número de aceleraciones que desaceleraciones en todas las posiciones, pero en 3m/s^2 es mayor el número de desaceleraciones que aceleraciones en carrileros y delanteros.

Durante 90 minutos el número de aceleraciones a 1 y 2m/s^2 es mayor que las desaceleraciones en la misma distancia. Si se comparan los resultados por periodos de juego, en distancia de 3m/s^2 el número de desaceleraciones es mayor que las aceleraciones únicamente en el primer periodo (en carrileros y volantes); y en el segundo periodo el número de aceleraciones a 3m/s^2 es mayor a las desaceleraciones (en carrileros y volantes).

Si se tiene en cuenta el número total de aceleraciones y desaceleraciones realizadas, es importante que el entrenamiento provea a los deportistas de la técnica, desarrollo muscular y niveles de fuerza necesarios para evitar sobrecargar al sistema músculo tendinoso.

Conflicto de intereses

El autor declara no tener ningún conflicto de intereses.

Recomendaciones y aplicaciones prácticas

Los resultados que se presentan en este estudio identifican particularidades de las posiciones de juego objeto de esta investigación. Por esto, los programas de entrenamiento podrían adaptarse para una preparación de los jugadores relacionada con la realidad competitiva lo que conduce a una preparación específica a nivel condicional para cada posición. Es decir, una preparación física basada en las características de la posición respetando los principios de la individualidad del entrenamiento deportivo.

Existen elementos particulares relacionados con el número de aceleraciones /desaceleraciones que se realizan en competición oficial, por ende es vital que los entrenadores identifiquen la enseñanza técnica de estos movimientos. Esto puede ser un fundamento respecto a las alternativas de prevención.

Este primer estudio que se desarrolla en la competición oficial en el fútbol juvenil Bogotano, puede abrir una línea de investigación que amplíe el conocimiento de las variables de condición física relacionado a la posición de juego, al tipo de competición, al sistema de juego empleado, al momento del partido y a la condición (local – visitante). Para posteriormente contrastar lo que se realiza en los entrenamientos y su relación con la competición oficial.

Es importante resaltar que los resultados encontrados en el fútbol juvenil difieren de los valores encontrados y tomados como referencia del fútbol profesional, por lo que es importante

entender el desarrollo del jugador juvenil desde otra perspectiva. De igual manera los resultados de jugadores juveniles bogotanos difieren de los resultados de jugadores juveniles españoles, por lo que cada contexto puede particularizar los hallazgos evidenciados.

De igual manera, un entrenamiento semanal eficaz debe proveer estímulos eficaces en diferentes rangos de velocidad, sobre todo en las acciones a alta y muy alta intensidad.

Limitaciones

Debido a la cantidad de dispositivos GPS no fue posible hacer un análisis de otras posiciones de juego.

La fiabilidad de los dispositivos GPS para evaluar acciones de alta velocidad, como lo presentan los estudios, puede verse afectada. Por esto, con sistemas amplificadores de posicionamiento Local podrían tenerse valores más exactos.

El seguimiento que se realizó a algunos equipos en fases de eliminación directa se vio afectado por las decisiones de algunos entrenadores, que preferían no condicionar a los jugadores con los dispositivos, por lo cual si el jugador se familiariza con esta tecnología de forma constante en los entrenamientos podría no incidir en el seguimiento en el juego.

Referencias

- Akenhead, R., French, D., Thompson, K. y Hayes, P. (2014). The acceleration dependent validity and reliability of 10 Hz GPS. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17, pp. 562-566.
- Akenhead, R., Hayes, P., Thompson, K. y French, D. (2013). Diminutions of acceleration and deceleration output during professional football match play. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16, pp. 556-561.
- Alfano, J. (2011). Fútbol: ¿Cómo y cuándo entrenar la resistencia del futbolista?. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.
- Alvarez, R., Gomez, G. y Pachano, A. (2018). Actualización bibliográfica del mecanismo de lesión sin contacto del ligamento cruzado anterior. *Revista de la Asociación Argentina de Traumatología del Deporte*, 25(1), pp. 50-58.
- Andrzejewski, M., Pluta, B., Konefal, M., Konarski, J., Chmura, J. y Chmura, P. (2018). Activity profile in elite Polish soccer players. *Research in Sports Medicine*, pp. 1-12.
- Andrzejewski, M., Pluta, B. y Konarski, J. (2015). Sprinting activities and Distance Covered by Top Level Europa League Soccer Players. *International Journal of Sports Science & coaching*, 1(10), pp. 39-50.
- Argemi, R., Mouche, M. y Lavayéri, E. (2010). Deportes acíclicos. *ISDe sports Magazine*, 2(6), pp. 1-13. Recuperado de <http://www.isde.com.ar/ojs/index.php/isdesportsmagazine/article/view/31>
- Aslan, A., Acikada, C., Guvenç, A., Goren, H., Hazir, T. y Ozkara, A. (2012). Metabolic demands of match performance in Young soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine*, (11) 1, pp. 170-179.

- Aughey,R. (2011). Applications of GPS Technologies to Field Sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6, pp.295-310.
- Ballesta, C., García, J., Fernández, J. y Alvero J. (2015). Métodos actuales de análisis del partido de fútbol. *Revista internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 15(60), pp.785-803.
- Bangsbo, J. (2014). Demandas fisiológicas del fútbol. *Sports Science Exchange*, 27(125), pp.1-6.
- Bangsbo, J. (1998). *Entrenamiento de la condición física en el fútbol*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Baptista, I., Johansen, D., Figueiredo, P., Rebelo, A. y Pettersen, A. (2019). A comparison of match-physical demands between different tactical systems: 1-4-5-1 vs 1-3-5-2. *PLoS ONE*, 14(4), pp. 1-12.
- Barbero, J., Barbero, V., Gómez, M. y Castagna, C. (2008). Análisis del perfil de actividad en jugadoras infantiles de fútbol mediante tecnología GPS. *Kronos*, 8, 14, pp.35-42.
- Barbosa, D., Coelho, R., Cruz, E., Kappas, L., Baptista, J., Gomes, L., Dias, J. y Silami, E. (2016). Exercise intensity during official soccer matches. *Revista Brasileira Cineantropometria & Desempenho Humano*, 18(6), pp. 621-628.
- Barros, R., Misuta, M., Menezes, R., Figueroa, P., Moura, F., Aunha, S., Anido, R. y Leite, N. (2007). Analysis of the distances covered by first division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *Journal of Sports Science and Medicine* 6, pp. 233-242.
- Bauer, G. (2001). *Fútbol entrenamiento de la técnica, la táctica y la condición física*. 3ª ed. Barcelona: Editorial Hispano Europea.
- Benedek, E. (2000). *Fútbol 250 ejercicios de entrenamiento*.4ª ed. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.

- Bompa, T. (2009). *Entrenamiento de equipos deportivos*. Badalona: Editorial Paidotribo.
- Bompa, T. (2004). *Periodización del entrenamiento deportivo*. 2ª ed. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Bradley, P., Carling, C., Archer, D., Roberts, J., Dodds, A., Di Mascio, M., Paul, D., Gomez, A., Peart, D. y Krustup, P. (2011). The effect of playing formation on high-intensity running and technical profiles in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 29(8), pp. 821-830.
- Bradley, P., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P. y Krustup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sport Sciences*, 27(2), pp. 159-168.
- Buchheit, M., Mendez, A., Simpson, B. Y Bourdon, P. (2010). Match Running Performance and Fitness in Youth Soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 31, pp. 818-825.
- Bush, M., Barnes, C., Archer, D., Hobb, B. y Bradley, P. (2015). Evolution of match performance parameters for various playing positions in the English Premier League. *Human Movement Scienc*, 39, pp. 1-11.
- Campos, J. y Cervera, V. (2001). *Teoría y planificación del entrenamiento deportivo*. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.
- Campos, M. (2019, Marzo 21). Utilización de la tecnología GPS en el proceso y periodización del entrenamiento en fútbol [Webinar]. En *Exercise Physiology & Training*. Recuperado de <https://www.fisiologiadelejercicio.com/lessons/gps-en-futbol/>
- Carling, C., Bloomfield, J., Nelsen, L. y Reilly T. (2008). The role of motion analysis in elite soccer: contemporary performance measurements techniques and work rate data. *Journal of sports Medicine*, 38(10), pp. 839-862.

- Carling, C., Williams, M. y Reilly, T. (2005). *Handbook of soccer match analysis: A systematic approach to improving performance*. New York, Estados Unidos: Routledge.
- Casamichana, D. y Castellano, J. (2011). Demandas físicas en jugadores semiprofesionales de fútbol: ¿se entrena igual que se compete?. *Revista Científica Cultura, ciencia y Deporte*, 17(6), pp. 121-127.
- Castelo, J. (1999). *Fútbol. Estructura y dinámica del juego*. Barcelona: Editorial Inde publicaciones.
- Circular N°1494 Aprobación de dispositivos de seguimiento electrónico del rendimiento. FIFA, Zúrich, Suiza, 8 de julio de 2015.
- Chamorro, S. (2011). *Carga física externa e interna en futbolistas* Huila: Editorial Universidad Surcolombiana.
- Chicharro, J. y Fernández, A. (2006). *Fisiología del ejercicio*. 3ª ed. Madrid: Editorial Medica Panamericana.
- Cometti, G. (2002). *La preparación física en el fútbol*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Delaney, J., Cummins, C., Thornton, H. y Duthie, G. (2018). Importance, reliability and usefulness of acceleration measures in team sports. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(12), pp. 3485-3493.
- Dellal, A., Chamari, K., Wong, P., Ahmaidi, S., Keller, D., Barros, R., Bisciotti, G. y 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), pp. 51-59.
- Dellal, A., Wong, P., Moalla, W. y Chamari, K. (2010). Physical and technical activity of soccer players in the French First League –with special reference to their playing position. *International Sportmed Journal*, 11(2), pp. 278-290.

- Di Salvo, V., Pigozzi, F., González, C., Laughlin, M. y De Witt, J. (2013). Match Performance Comparison in Top English Soccer Leagues. *International Journal of Sports Medicine*, 34, pp. 526-532.
- Di Salvo, V., Baron, R., González, C., Gormasz, C., Pigozzi, F. y Bachl, N. (2010). Sprinting analysis of elite soccer players during European Champions League and UEFA Cup matches. *Journal of Sports Sciences*, pp. 1-6.
- Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon, F., Bachl, N. y Pigozzi, F. (2007). Performance Characteristics According to Playing Position in Elite Soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28, pp. 222-227.
- Echeazarra, I. (2014). Perfil físico de jugadores de fútbol en formación en relación a su categoría y tipo de competición. *Revista internacional de deportes colectivos*, 18, pp. 24-40.
- FIFA (2016). *Distancia recorrida por una selección nacional sub-18*[Tabla]. Recuperado de https://resources.fifa.com/mm/document/footballdevelopment/generic/02/86/63/17/fifa_youth_football_s_spanish.pdf.
- FIFA (2016). Fútbol Juvenil. Recuperado de https://resources.fifa.com/mm/document/footballdevelopment/generic/02/86/63/17/fifa_youth_football_s_spanish.pdf.
- FIFA. (Sin fecha b). Dispositivos de seguimiento electrónico del rendimiento. Amsterdam, Holanda.: FIFA. Recuperado de <https://football-technology.fifa.com/es/media-tiles/epts1/>
- FIFA. (Sin fecha a). Juegos con efectivos reducidos y preparación física integrada. Recuperado de http://egdf.com.ar/wp-content/uploads/2018/06/kupdf.com_paidotribo-100-juegos-de-entrenamiento-para-prep-fisica-fifapdf.pdf

- FIFA. (Sin fecha c). Informe técnico: Copa Mundial de la FIFA Rusia 2018. Recuperado de <https://img.fifa.com/image/upload/ksd6emwxif7yfeww1vcs.pdf/>
- García, J., Navarro, M. y Ruiz, J. (1996). *Bases teóricas del entrenamiento deportivo*. Madrid, España: Editorial deportiva Gymnos.
- Giancoli, D. (2006). *Física principios con aplicaciones*. 6ª ed. México: Pearson Educación.
- Gómez, J. (2007). *Bases del acondicionamiento físico*. España: Wanceulen Editorial deportiva.
- Gómez, P. (2014). *Preparación física para el fútbol*. México: Editorial Trillas.
- Gómez, P. (2011). *El entrenamiento deportivo en el siglo XXI*. España: Editorial Formación Alcalá.
- Grosser, M., Brüggemann, P. y Zintl, F. (1989). *Alto rendimiento deportivo*. Barcelona: Ediciones Martínez Roca.
- Guimaraes, T. (1999). *El entrenamiento deportivo: capacidades físicas*. Bogotá, Colombia: Cooperativa editorial Magisterio.
- Harley, J., Barnes, C., Portas, M., Lovell, R., Barret, S., Paul, D. y Weston, M. (2010). Motion analysis of match-play in elite U12 to U16 age-group soccer players. *Journal of Sport Sciences*, pp. 1-7.
- Hewit, J., Cronin, J., Button, C. y Hume P. (2011). Understanding Deceleration in Sport. *Strength and Conditioning Journal*, 33(1), pp. 47-52.
- Jiménez, J., Arias, E., Olaya, Z. y Suárez, G. (2007). *Características del fútbol y del futbolista infantil. Técnica, táctica, sistemas de juego, tiempos de juego y pausa, aspectos biomecánicos*. Medellín, Colombia: Funámbulos Editores.
- Lacuesta, F. (1997). *Tratado de fútbol: técnica, acciones de juego, Estrategia, táctica*. Madrid: Gymnos.

- Larry, W., Wilmore, J. y Costill, D. (2012). *Fisiología del deporte y el ejercicio*. 5ª ed. Madrid, España: Human Kinetics y Editorial Panamericana.
- Lentz, D. y Hardyk, A. (2007). Entrenamiento de velocidad. En Brown, L. y Ferrigno, V. (coords.), *Entrenamiento de velocidad, agilidad y rapidez* (pp. 19-74). Badalona, España: Editorial Paidotribo.
- Letham, L. (2001). *Gps fácil: Uso Del sistema de Posicionamiento Global*. Barcelona, España: Paidotribo.
- Lexus Editores. (2013). *La biblia de la física y química*. Barcelona, España: Lexus Editores.
- López, E., Navarro, M., Brito, E., Ruiz, J. y Medina, R. (2012). La biomecánica deportiva aplicada al fútbol. En Ruiz, J., Navarro, R., Brito, E., Navarro, M., Navarro, R. y García, J. (eds.), *Análisis del movimiento en el deporte* (pp. 317-334). Sevilla: Wanceulen Editorial Deportiva.
- Mallo, J. (2014). *La preparación física basada en el juego*. Barcelona: Instituto MONSA de Ediciones.
- Malone, S., Owen, A., Mendes, B., Hughes, B., Collind, K. y Gabbett, T. (2017). High-speed running and sprinting as an injury risk factor in soccer: Can well-developed physical qualities reduce the risk?. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21, pp. 257-262.
- Malone, J., Lovell, R., Varley, M. y Coutts, A. (2017). Unpacking the Black Box: Applications and Considerations for Using GPS Devices in Sport. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12, pp. 18-26.
- Mara, J., Thompson, K., Pumpa, K. y Morgan, S. (2017). The acceleration and decelerations profiles of elite soccer players during competitive matches. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20, pp. 867-872.

- Martin, D., Carl, K. y Lehnertz, K. (2001). *Manual de metodología del entrenamiento deportivo*. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.
- Mendez, A., Buchheit, M., Simpson, B. y Bourdon, P. (2013). Match play Intensity Distribution in Youth Soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 34(2), pp. 101-110.
- Miñano, J., Casáis, L., Lago, C. y Gómez, M. (2017). High Speed Running and Sprinting Profiles of Elite Soccer Players. *Journal of Human Kinetics*, 58, pp. 169-176.
- Miñano, J. (2015). *Análisis de la actividad física competitiva en jugadores de fútbol de un equipo de excelencia* (tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.
- Mohr, M., Krstrup, P. y Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, (21), pp. 519-528.
- Monteleone, M. y Ortega, M. (2015). *Fútbol: la construcción de un modelo de juego*. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.
- Morgans, R., Orme, P., Anderson, L. y Drust, B. (2014). Principles and practices of training soccer. *Journal of Sport and Health Science*, 3, pp. 251-257.
- Muñoz, V. (2015). *Cuantificación y Análisis de las Demandas físicas y Respuestas fisiológicas en el fútbol juvenil durante entrenamientos y competición, y su relación con el perfil condicional* (tesis doctoral). Universidad de Castilla la Mancha, Toledo, España.
- Núñez, F., Toscano, F., Suarez, L., Martínez, F. y De Hoyo, M. (2019). Individualized thresholds to analyze acceleration demands in soccer players using GPS. *Retos*, 35, pp. 75-79.
- Otero, C. (2018). Así calcula la FIFA la distancia recorrida por un jugador en un partido de fútbol. Madrid, España.: As. Recuperado de https://as.com/meristation/2018/05/02/betech/1525269375_616839.html

- Pérez, H. (2014). *Física general*. 4ª ed. México: Patria.
- Pettersen, S. y Brenn, T. (2019). Activity profiles by position in youth elite soccer players in official matches. *Sports Medicine International Open*, 3(1), pp. 19-24.
- Platonov, V. (2001). *Teoría general del entrenamiento deportivo olímpico*. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.
- Platonov, V. y Bulativa, M. (1998). *La preparación física*. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.
- Rampinini, E., Coutts, A., Castagna, C., Sassi, R. y Impellizzeri, F. (2007). Variation in Top Level Soccer Match Performance. *International Journal of Sports Medicine*, 28(12), pp. 1018-1024. doi: 10.1055/s-2007-965158
- Rampinini, R., Impellizzeri, F., Castagana, C., Coutts, A. y Wisloff, 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, pp. 227-233.
- Raposo, A. (2000). *Planificación y organización del entrenamiento deportivo*. España: Editorial Paidotribo.
- Rex, A. y Wolfson, R. (2011). *Fundamentos de física*. Madrid, España: Pearson Educación.
- Rivilla, J., Calvo, L., Jiménez, S., Paredes, V., Muñoz, A., Tillaar, R y Navandar, A. (2018). Characteristics of very high intensity runs of soccer players in relation to their position and playing half in the 2013-14 Spanish La Liga season. *Journal of Human Kinetics*, pp. 1-11.
- Ross, A., Leveritt, M. y Riek, S. (2001). Neural influences on Sprint Running: Training adaptations and Acute Responses. *Sports Medicine*, 31(6), pp. 409-425.

- Russell, M., Sarkes, W., Northeast, J., Cook, C., Love, T., Bracken, R. y Kilduff, L. (2014). Changes in Acceleration and Deceleration Capacity throughout Professional Soccer Match-play. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 30 (10), pp. 2839-2844.
- Santamaría, J. y Sanz, T. (2005). *Manual de prácticas de topografía y cartografía*. España: Servicio de publicaciones Universidad la Rioja.
- Sarmiento, S., Rodríguez, D., García, J., Martín, J., Navarro, M., Ruiz, J. y Medina, R. (2012). Nuevas tecnologías aplicadas para el control de las cargas de entrenamiento en los deportes de equipo. En Ruiz, J., Navarro, R., Brito, E., Navarro, M., Navarro, R. y García, J. (eds.), *Análisis del movimiento en el deporte* (pp. 307-316). Sevilla: Wanceulen Editorial Deportiva.
- Serway, R. y Faughn, J. (2001). *Física*. 5ª ed. México: Pearson Educación.
- Stevens, T., de Ruiter, C., Twisk, J., Savelsbergh, P. y Beek, P. (2017). Quantification of in-season training load relative to match load in professional Dutch Eredivisie football players. *Science and Medicine in football*, 1(2), pp. 117-126.
- Suarez, L., Torreño, N., Requeña, B., Sáez, E., Casamichana, D., Barbero, J. y Mungia, D. (2014). Match-play activity profile in professional soccer players during official games and the relationship between external and internal load. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(12), pp. 1417-1422.
- Sweeting, A., Cormack, S., Morgan, S. y Aughey, J. (2017). When Is a Sprint a Sprint? A review of the Analysis of Team-Sport Athlete Activity Profile. *Frontiers in Physiology*, 8, pp. 1-12. doi: 10.3389/fphys.2017.00432
- Tierney, P., Young, A., Clarke, N. y Duncan, M. (2016). Match play demands of 11 versus 11 professional football using Global Positioning System tracking: Variations across common playing formations, *Human Movement Science*, 49, pp. 1-8.

- Torreño, N., Munguía, D., Coutts, A., Sáez, E., Asian, J. y Suarez, L. (2016). Relationship Between External and Internal Loads Professional Soccer Players During Full Matches in Official Games Using Global Positioning Systems and Heart-Rate Technology. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11, pp. 940-946.
- Trewin, J., Maylan, C., Varley, M. y Cronin, J. (2018). The match-to-match variation of match-running in elite female soccer. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21, 196-201.
- Turpin, B. (1998). *Fútbol: La formación del joven jugador*. Barcelona, España: Editorial Hispano Europea.
- Vales, A. y Areces, A. (2002). Aproximación conceptual a la velocidad en deportes de equipo: el caso fútbol. *Apunts Educación física y deportes*, 69, pp. 44-58.
- Verjoshanski, I. (1990). *Entrenamiento deportivo. Planificación y programación*. Barcelona: Ediciones Martínez Roca.
- Vigh, J., Dalgas, U. y Andersen, T. (2017). Position specific acceleration and deceleration profiles in elite youth and senior soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(4), pp. 1114-1122.
- Wallace, J. y Norton, K. (2014). Evolution of World Cup soccer final games 1966-2010: Game structure, speed and play patterns. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17, pp. 223-228.
- Weineck, E. (1994). *Fútbol Total El entrenamiento técnico del futbolista (Vol.2)*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Weineck, J. (2005). *Entrenamiento total*. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.
- Willmott, A., James, C., Bliss, A., Leftwich, R. y Maxwell, N. (2019). A comparison of two global positioning system devices for team-sport running protocols. *Journal of Biomechanics*, 83, pp. 324-328.

Wilson, J., Buffa, A. y Lou, B. (2007). *Física*. 6^a ed. México: Pearson Educación.

Anexo

Anexo A. Consentimiento informado

	FORMATO	
	CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIONES ADULTO RESPONSABLE DE NIÑOS Y ADOLESCENTES	
Código: P-0100231NY	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 02-05-2018	Página: 1 de 3	

Vicerrectoría de Gestión Universitaria
Subdirección de Gestión de Proyectos – Centro de Investigaciones CIUP
Comité de Ética en la Investigación

En el marco de la Constitución Política Nacional de Colombia, la Ley 1098 de 2006 – Código de la Infancia y la Adolescencia, la Resolución 0546 de 2015 de la Universidad Pedagógica Nacional y demás normatividad aplicable vigente, considerando las características de la investigación, se requiere que usted sea detenidamente y si está de acuerdo con su contenido, exprese su consentimiento firmando el siguiente documento:

PARTE UNO: INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO

Facultad, Departamento o Unidad Académica	FACULTAD DE EDUCACION FISICA - LICENCIATURA EN DEPORTE		
Título del proyecto de investigación	Características de distancia recorrida y velocidad de desplazamiento en jugadores de clubes de divisiones menores del fútbol juvenil bogotano en competición		
Descripción breve y clara de la investigación	Trabajo de investigación que pretende identificar los desplazamientos realizados por los jugadores que pertenecen a clubes de divisiones menores Bogotanos en competición, en las variables de: distancia recorrida, velocidades, aceleraciones y desaceleraciones, zonas del campo con mayores recorridos.		
Descripción de los posibles riesgos de participar en la investigación	No presenta riesgos al participante, ya que los dispositivos de seguimiento no generan ningún tipo de afectación a la salud. La actividad desarrollada por el participante hace parte de la competencia con su club en el torneo DIFUTBOL, el seguimiento se realizará con los dispositivos GPS Fieldwiz.		
Descripción de los posibles beneficios de participar en la investigación.	El participante tendrá un acercamiento a unos dispositivos tecnológicos GPS, con los que se controla actualmente en el fútbol profesional al deportista, lo cual puede aportar en los procesos de control, evaluación, caracterización y planificación deportiva.		
Datos generales del investigador principal	Nombre(s) y Apellido(s): Christian Javier Correa Torres		
	Nº de Identificación: 1013597751	Telefono:	3123453690
	Correo electrónico: tel_ccomeat/51@pedagogica.edu.co		
	Dirección: Universidad Pedagógica Nacional		

PARTE DOS: CONSENTIMIENTO INFORMADO

	FORMATO	
	CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIONES ADULTO RESPONSABLE DE NIÑOS Y ADOLESCENTES	
Código: F-0402310V	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 02-05-2018	Página 2 de 3	

Yo _____ mayor de edad, identificado con Cédula de Ciudadanía N° _____ de _____, con domicilio en la ciudad de _____

Dirección: _____ Teléfono y N° de celular: _____

Correo electrónico: _____

Como adulto responsable del niño(s) y/o adolescente (s) con:

Nombre(s) y Apellidos:	Tipo de identificación	N°
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Autorizo expresamente su participación en este proyecto y

Declaro que:

1. He sido invitado(s) a participar en el estudio o investigación de manera voluntaria.
2. He leído y entendido este formato de consentimiento informado o el mismo se me ha leído y explicado.
3. Todas mis preguntas han sido contestadas claramente y he tenido el tiempo suficiente para pensar acerca de mi decisión de participar.
4. He sido informado y conozco de forma detallada los posibles riesgos y beneficios derivados de mi participación en el proyecto.
5. No tengo ninguna duda sobre mi participación, por lo que estoy de acuerdo en hacer parte de esta investigación.
6. Puedo dejar de participar en cualquier momento sin que esto tenga consecuencias.
7. Conozco el mecanismo mediante el cual los investigadores garantizan la custodia y confidencialidad de mis datos, los cuales no serán publicados ni revelados a menos que autorice por escrito lo contrario.
8. Autorizo expresamente a los investigadores para que utilicen la información y las grabaciones de audio, video o imágenes que se generen en el marco del proyecto.
9. Sobre esta investigación me existen los derechos de acceso, rectificación y oposición que podré ejercer mediante solicitud ante el investigador responsable, en la dirección de contacto que figura en este documento.

Como adulto responsable del menor o adolescente autorizo expresamente a la Universidad Pedagógica Nacional utilizar sus datos y las grabaciones de audio, video o imágenes que se generen, que reconozco haber conocido previamente a su publicación en: _____

En constancia, el presente documento ha sido leído y entendido por mí, en su integridad de manera libre y espontánea. Firma el adulto responsable del niño o adolescente,

Nombre del adulto responsable del niño o adolescente: _____

N° identificación: _____ Fecha: _____

Firma del Testigo:

Anexo B. Planilla de registro

		Facultad de Educación Física Licenciatura en Deporte Énfasis: Deporte entrenamiento Planilla de registro seguimiento con GPS												
		Fecha: Hora: Equipo Analizado:		Sistema de juego: Resultado: Equipo rival:			Torneo nacional Sub17 Condición: Lugar:							
Datos deportista														
Jugador 1					Jugador 2									
Nombre:		Número del jugador:			Nombre:		Número del jugador:							
Peso:		Gps Número:			Peso:		Gps Número:							
Talla:		Posición: DELANTERO			Talla:		Posición: CARRILERO							
Fecha de nacimiento:					Fecha de nacimiento:									
Hora de encendido GPS					Hora de encendido GPS									
Lesión / sustitución:					Lesión / sustitución:									
Jugador 3														
Nombre:		Número del jugador:												
Peso:		Gps Número:												
Talla:		Posición: VOLANTE INTERIOR												
Fecha de nacimiento:														
Hora de encendido GPS														
Lesión / sustitución:														
Observaciones partido														
Hora inicio 1er tiempo					Gol contra:									
Hora fin 1er tiempo					Minuto:									
Hora inicio 2do tiempo					Gol favor:									
Hora fin 2do tiempo					Minuto:									
Observaciones														