

---

Análisis de la potencia de salto vertical y la velocidad máxima del balón en futbolistas sub 16 de  
Toluviejo

York Fred Santos Quiroz  
Juan David Rico Cuello  
Julio Enrique Vanegas Guarín

Corporación universitaria del caribe – CECAR  
Escuela de Posgrado y Educación Continua  
Facultad de Humanidades y Educación  
Especialización en Ciencias Aplicadas al Entrenamiento Deportivo  
Sincelejo  
2019

---

Análisis de la potencia de salto vertical y la velocidad máxima del balón en futbolistas sub 16  
de Toluvejo

York Fred Santos Quiroz  
Juan David Rico Cuello  
Julio Enrique Vanegas Guarín

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de especialista en ciencias  
aplicadas al entrenamiento deportivo

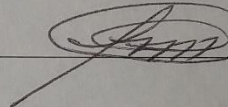
Director  
Ph D. Rafael Antonio Martínez

Corporación universitaria del caribe – CECAR  
Escuela de Posgrado y Educación Continua  
Facultad de Humanidades y Educación  
Especialización en Ciencias Aplicadas al Entrenamiento Deportivo  
Sincelejo  
2019

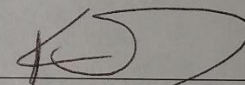
Análisis de la potencia de salto vertical y la velocidad máxima del balón

**Nota de Aceptación**

4.5



Director



Evaluador 1

Evaluador 2

Sincelejo, Sucre, 16 de octubre de 2019.

## Tabla de contenido

Resumen .....	6
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Formulación del problema.....	10
Justificación.....	14
Objetivos.....	16
General .....	16
Específicos.....	16
Marco teórico.....	17
Antecedentes.....	17
Teorías .....	20
Factor biomecánico de la patada en el futbol .....	20
Factor fisiológico de la patada en el futbol. ....	24
Fuerza explosiva.....	25
Potencia. ....	26
Marco Metodológico .....	27
Diseño de investigación.....	27
Población y muestra .....	27

---

Criterios de inclusión.....	27
Medición de los saltos SJ, CMJ, ABK y unipodales libres .....	28
Medición de la velocidad máxima del balón.....	29
Instrumentos de recolección .....	29
Análisis de resultados .....	30
Resultados.....	31
Discusión.....	38
Conclusiones.....	41
Recomendaciones .....	42
Propuesta .....	43
Justificación de propuesta.....	44
Referencias bibliográficas .....	45

## Resumen

**Introducción.** El fútbol al ser un deporte de gran trascendencia a nivel mundial percibimos como cada día crecen en números las personas que practican este deporte, pero como no sí cada uno creció viendo y escuchando como jugadores referentes se destacaban en sus clubes por sus acciones en el terreno de juego, nosotros al querer imitar o simplemente ser mejor que él. **Objetivo.** Analizar la relación existente entre la potencia de salto vertical y la velocidad de disparo en futbolistas sub 16 del municipio de Toluvié. **Metodología.** El estudio no experimental se rigió bajo una naturaleza de campo, atendiendo que los datos fueron recolectados directamente en el sitio de práctica de la selección de fútbol sub 16 de Toluvié, para no alterar su medio regular de actividades; data un método cuantitativo al “utilizar datos para la comprobación de hipótesis mediante recolección de medidas numéricas y análisis del comportamiento estadístico”, atendiendo de esta manera al paradigma positivista. Con un diseño de trabajo tipo correlacional enmarcado bajo un corte transversal. Consiguiente se describe la población por carácter estadístico bajo los software estadísticos Excel y SSPS v.25. **Resultados.** Con 15,7 años de edad promedio los sujetos describían valores de 59,9 kilogramos de peso y 169,2 centímetros de estatura con desviaciones estándares de 0,4; 7,8 y 5,9 respectivamente; presentaron valores de hasta 2398,234 (w) en potencia de salto descrito con pierna derecha

*Palabras clave:* Velocidad máxima del balón, potencia y fuerza.

### **Abstract**

**Introduction.** The football being a sport of great importance worldwide perceived as everyday people who practice this sport grow in numbers, but of course each one grew up watching and listening as referred players stood out in their clubs for their actions in the pitch, we want to imitate or just be better than him. **Objective.** Analyze the relationship between vertical jump power and firing speed in sub 16 players in the municipality of Toluviéjo. **Methodology.** The non-experimental study was governed under a field nature, taking into account that the data was collected directly at the practice site of the U16 soccer team of Toluviéjo, so as not to alter its regular means of activities; data a quantitative method to "use of data for hypothesis testing through the collection of numerical measures and analysis of statistical behavior", thus attending the positivist paradigm. With a correlational type work design framed under a cross section. Next, describe the population by statistical nature under the statistical software Excel and SSPS v.25. **Results.** With 15.7 years of average age, subjects describe values of 59.9 kilograms in weight and 169.2 centimeters in height with specific deviations of 0.4; 7.8 and 5.9 respectively; Description values of up to 2398,234 (w) in jump power described with right leg

*Keywords:* Maximum ball speed, power and strength.

## Introducción

Desde este punto y hasta la actualidad el fútbol colombiano ha venido evolucionando de una manera constante hasta tal punto que los jugadores colombianos que practican este deporte a lo largo de la historia han alcanzado un alto nivel de rendimiento físico-técnico-táctico, tanto así que han sido fichados por clubes extranjeros llegando a ser reconocidos a nivel mundial por sus habilidades para el manejo de pelota, puntería, potencia y eficiencia a la hora de patear el balón a la red contraria, y es en la actualidad que el fútbol colombiano vive su mejor momento puesto que el nivel deportivo de los jugadores llega a su máximo punto. Una evidencia concreta de esto es el último ranking de la FIFA donde Colombia se encuentra en el puesto número 8 por encima de selecciones de gran trascendencia como la gran argentina de Lionel Messi y selecciones como Alemania y Holanda. Al ser un deporte de gran trascendencia a nivel mundial percibimos como cada día crecen en números las personas que practican este deporte, pero como no sí cada uno creció viendo y escuchando como jugadores referentes se destacaban en sus clubes por sus acciones en el terreno de juego, nosotros al querer imitar o simplemente ser mejor que él. Se resalta como jugadores alcanzan cifras por ejemplo un delantero en anotar 500 goles durante su carrera deportiva cifras que anteriormente no se podían lograr, y es debido a que anteriormente no se contaba con toda la información referente a las ciencias aplicada al deporte, tecnología y la experticia en busca de generar una mejor versión del jugador y por desgajar en cada competencia los registros ya escritos.

El presente trabajo contiene los elementos pertinentes de una correlación de la velocidad máxima del balón y potencia del tren inferior en jóvenes futbolista del municipio de Tolúviejo, la incidencia o dependencia que pueda tener a la hora de la ejecución del gesto técnico; esto a raíz utilización de la tecnología como plataformas de contacto y software de análisis estadísticos quienes permitirán obtener valores exactos de una realidad, permitiendo comprender científicamente los factores involucrados al interior en el gesto técnico, evaluado con el fin de poder corregir errores de entrenamiento que limiten la proyección espacial en altas velocidades del balón, logrando potencializar los resultados que puedan adquirir grupalmente.



---

Con lo anterior aludido se busca contribuir mediante esta propuesta de investigación datos obtenidos que permitan comprender la incidencia que puede tener el entrenamiento de potencia en el tren inferior de los deportistas a la hora de ejecutar el gesto técnico permitiendo desarrollar la VMB en el fútbol. Pese a ello también hay que tener en cuenta otros factores como la composición corporal del deportista; por lo tanto es un estudio detallado de la evaluación del gesto, su análisis y recomendaciones a la hora de perfeccionar dicha ejecución.

### Formulación del problema

A lo largo de la historia, el fútbol ha sido uno de los deportes más populares del mundo por no decir el más significativo de todos los tiempos, tal y como lo indica la FIFA (Federation Internationale de Football Association) en el “Gran censo 2006”, sondeo estadístico y sistemático que realiza periódicamente entre sus asociaciones miembros, “hay más de 300.000 clubes de fútbol en todo el mundo” (Futbol, 2019). Escucharon bien, una cifra exorbitante. Es más, o menos la cantidad de habitantes que tiene previsto el DANE para el 2020 en la ciudad de Sincelejo. Cada año en el fútbol se ha evidenciado las grandes capacidades que tienen los equipos, jugadores y entrenadores a la hora de actuar en este deporte, y es que cada jugador demuestra sus grandiosas capacidades físicas y técnicas tácticas con las que cuenta. Independientemente de la posición que desempeñe en el terreno de juego ya sea por realizar una gambeta, cierre defensivo, generar jugadas ofensivas o simplemente anotar goles es lo que lo hace llamativo para el público. Lo importante es respetar las ideas de juego que tiene cada entrenador, jugar con total sincronía, generando opciones de juego para poder anotar y ganar lo que en Brasil llaman “jogo bonito”. Es evidente que el fútbol ha evolucionado de una manera exponencial desde su creación hace más de 100 años, realmente “unos 265 millones de personas practican regularmente este deporte de manera profesional, semiprofesional o amateur. Una cifra que representa el 4% de la población mundial” (Fifa.com, 2018), vemos de esta manera como el fútbol además de ser el deporte número uno, se ha convertido en una innovadora estrategia de marketing, ya que representa millones de dólares cada año con los diferentes torneos que se organizan alrededor de esta práctica.

El deporte actualmente exige vistosidad para mantener al público que le sigue conforme, por lo cual los jugadores conocidos internacionalmente o considerados mediáticos presentan características distintivas, entre ellas se destaca la velocidad máxima con la que pueden expedir el balón luego de una patada. Es así como figuras del fútbol “Cristiano Ronaldo, Eddy Bosnar, Oleksandr Aliyev, Michael Ballack, Roberto Carlos, Zlatan Ibrahimovic, Tony Yeboah, Steven Reid, Arjen Robben, Ronny Heberon” (Joga Sport, 2017), además de mostrar un alto nivel de efectividad en el disparo al arco también presentan altas velocidades; no obstante, Teixeira (1999) explicaba la relación anteriormente descrita y llegó a la conclusión que cuando el jugador dispone

su tiro aun espacio en objetivo el carácter de ejecución en torno a la velocidad se ve implicado en una reducción en función de lograr la perfección exacta a donde el balón se desea llevar. Por otro lado, estudios han demostrado que en futbolistas profesionales y jugadores de futbol sala de ligas elite internacional se han hallado velocidades promedio del balón a un tiro efectivo desde el punto penalti al que se sustraen 2 categorizaciones: bajo, un disparo de 90 km/h para conseguir marcación y sobre unos 90 km/h para impresión de potencia en el tiro pero con disminución en el grado de efectividad a marcar (Hernando, 2004).

Se ha considerado que la velocidad del balón disminuye en función de la intención de precisión (Juárez, 2006), sin embargo aquellos sujetos que presentan mayores valores de velocidad del balón después del disparo sin intención de precisión son los que sostienen un rendimiento superior para esta variable cuando su intención es la precisión. Ante ello se debe tomar en cuenta que el contar con la capacidad de producir mayores velocidades en el balón después del golpe reduce el tiempo de reacción el potero (Lozada, 2011). Por otro lado, izquierdo (2008), señala que el golpeo del balón en el futbol esta descrito de forma biomecánica en la razón de que se conjuga un patrón de movilidad elocuente considerada desde la perspectiva en que las estructuras proximales generan un movimiento hacia delante creando un retardo en los segmentos alejados. La progresión de avance de una pelota rápida en muchos casos ha permitido la simple observación de muchos porteros por voluntad de generar respuestas ante dichas velocidades.

El ser el tiempo se ha encargado de alterar el perfil del individuo y su relación con el deporte, lo que ha generado nuevas necesidades científicas al involucrar las razones intimas de lo que se evidencia gracias a la potencialización tecnológica que muchas ciencias empezaron a incorporar al llegado siglo XXI, hoy en día dentro del futbol se ha generado una alta saturación de conocimientos alrededor del mundo; puesto mientras más popular, más participación científica se ha de necesitar para entender lo que tanto apasiona a la mayoría, en torno a este pensamiento podemos reconocer que las investigaciones se vuelven cada más recurrentes muestras en sus escalas de análisis de publicaciones la revista Scopus y Science direct (Tabla 1).

**Tabla 1.**

*Identificación de las publicaciones registradas en los últimos 5 años con relación al fútbol. Información extraída de los portales mencionados.*

Revista	Años	N° Publicaciones
Scopus	2019	20
	2018	88
	2017	66
	2016	71
	2015	70
Science Direct	2019	32
	2018	74
	2017	92
	2016	86
	2015	100

Investigaciones generalizadas del 2016 y en regresión temporal, extraen temáticas en el manejo y recuperación de lesiones, perfiles psicológicos del jugador, preparación física orientada a estímulos condicionales específicas, estructuras y metodologías para el entrenamiento del fútbol, alternativas de preparación, aspectos sociales en el terreno de juego, proyecciones biomecánicas, asimilaciones energéticas y comportamientos metabólicos, etc. Investigaciones que se caracterizan por solo involucrar una necesidad de conocimiento directa, más no la conjugación de características físicas para unificar una situación técnica. Desde el anterior periodo en adelante empiezan a surgir estudios basados en el lineamiento técnico- tácticos, entrenamiento y relación a los grados de maduración, estudios correlacionales; para estos últimos la actualidad recurre a la comprensión de eventualidades físicas relacionadas, pero como en tiempo anterior no se tuvieron en cuenta.

En sucre y al interior de sus departamentos como el caso de Toluviejo, la eventualidad científica resultante de los procesos de acompañamiento y gestión de parte de profesionales en el área no ha sido del mayor enriquecimiento; puesto que lo que se vive internamente es la misma traducción del

panorama y los lineamientos preestablecidos para la comprensión y apropiación del deporte; muchos exponen el entrenar y la capacidad de preparación por la ganancia a nivel regional en la participación regional ante equipos que tienen un mismo proceso o mucho peor, la principal preocupación se basa en que no se estructura un entrenamiento con focalización en la interacción de las capacidades puntuales dentro del entorno de juego, contrario a ello solo la base de las condiciones y los trabajos “específicos” describen la irracionalidad con la que el compromiso de preparación se lleva a cabo. En esa necesidad este trabajo busca encontrar solución a comprensiones esquemáticas de las actuaciones de fuerzas en función de un fin específico como el disparo en fútbol para conseguir la máxima velocidad del balón al viajar espacialmente. En base a esa incógnita queda en función encontrar explicaciones objetivas como la siguiente:

¿Cuál es la correlación entre la potencia de salto vertical y la velocidad de disparo en futbolistas sub 16 de toluviejo?

### **Justificación**

A pesar de que los procesos de entrenamiento de la selección se encuentran bajo la dirección de dos profesionales del área deportiva, los procesos actuales no son de relevancia en la particularidad que la estructura de los mismos no tienen fundamentación en un proceso inicial de evaluación para el reconocimiento de las capacidades y limitaciones de los deportistas ante las particularidades de la práctica del fútbol; lo que implica que la “planificación” existente, no tenga ningún impacto relevante en la estimulación al desarrollo óptimo de los individuos y el aprovechamiento de las potencialidades en la particularidad de juego (Identificación). Además, que el trabajo realizado solo es una réplica indirecta de las especificaciones condicionales del deporte, pues la instauración de trabajos de fuerza, resistencia, velocidad, coordinación, conducción, etc. Solo quedan sumergidas a la palabra cuando la diversidad que implica cada ejercicio atente a otras subcategorías que relacionan acciones determinantes que pueden no ser necesarias en la práctica para la edad desarrollada o se desprovista de particularidades de la condición física que apremien a una solución técnica dentro del juego.

La aplicación de este tipo de pruebas permite la generación de conocimientos más exactos en función comprensiva de la conjugación de las características físicas en las propias acciones técnicas del fútbol como el disparo en este caso; pese a que la evaluación utiliza materiales como plataformas de contacto, radares para la medición de velocidad y software de traducción numérica (Chrono Jump); también puede ser controlado por asociación indirecta a la valoración constante de la velocidad de disparo por evaluación subjetiva, teniendo en cuenta la distancia y los tiempos de contacto mediante cronómetros y cintas métricas para determinar velocidades; y los valores de potencia mediante test indirecto de distancias alcanzada como el test de Sarjen, quienes no necesitan espacios especializados para una evaluación. El reflejo del impacto, se describe a dos sectores tempranos y dos de incidencia tardía: el beneficio directo lo llevara la selección sub 16 del municipio de Toluviéjo al contener datos de estricto rigor científico habilitados para su traducción al trabajo del proceso de entrenamiento, maleable a las oportunidades materiales ocupadas en la actualidad del grupo y a las necesidades de competencia a las que se quieren incorporan en términos de optima

participación, a su vez los entrenadores se permitirán acrecentar el valor del saber obteniendo conocimiento de primera línea por metodología científica para la planificación, pues, a pesar de que ambos entrenadores son profesionales deportivos la base del resultado no es objetiva por la estructura y el diseño tradicional del proceso a un medio deportivo de alta exigencia aun para el mínimo concepto de la deportividad regional. Un resultado positivo en la aplicación de esta nueva idea de evaluación para la integración de capacidades físicas en una técnica simple de juego; permitirá que la población sucreña como foco local empiece a orientar los procesos de entrenamiento con apoyo de las ciencias anexas que buscan el estudio, descripción, análisis y caracterización de las eventualidades inmersas de su práctica.

## Objetivos

### General

Analizar la relación existente entre la potencia de salto vertical y la velocidad de disparo en futbolistas sub 16 del municipio de Toluviéjo.

### Específicos

- Identificar los fundamentos teóricos y metodológicos relacionados a la potencia de salto vertical y la velocidad de disparo en el fútbol.
- Evaluar el salto vertical por las pruebas de Squat Jump, Counter Movement Jump, Abalakov y unipodales libres.
- Estimar la velocidad máxima del balón a la ejecución al disparo con la pierna de dominancia mediante un test.
- Determinar la correlación de los valores de salto vertical y la velocidad máxima del balón en los futbolistas sub 16 de Toluviéjo.



## Marco teórico

Como lo sostiene Arias (2012), el marco teórico o referencial, no resulta ser más que el resultado de la revisión, documentación, apreciación bibliográfica que utiliza el investigador o grupo de investigación para fundamentar científicamente la relevancia, solución y conocimiento de un fenómeno; fundamentándose en la agrupamiento de ideas, postulados teóricos, direccionalidades de autoría y la aclaración de definiciones, con la finalidad de proveer una carta de navegación para la apropiación del conocimiento buscado.

### Antecedentes

A continuación brindaremos una mirada holística a las investigaciones que con anterioridad se han permitido abordar la asociación de las acciones físicas con desarrollo de potencia y su articulación sobre acciones técnicas del fútbol, siendo en este caso la traducción en la velocidad de disparo con la que el balón puede expresar luego de una patada; puesto que es necesario “conocer lo que se ha respecto a un tema atendiendo que esto ayuda a no estudiar un tema tratado a fondo, formalización en la estructura de la idea investigativa, marcar el punto de partida y la manera en la que se realizara el tratamiento del tema” (Hernandez, Fernandez, & Batista, 2010). Atendiendo a lo anterior destacamos las siguientes investigaciones.

De esta manera encontramos el trabajo de Juárez & Navarro, (2006) titulado “Análisis de la velocidad del balón en el tiro en futbolistas en función de la intención de precisión”, un estudio que tuvo como población 108 deportistas con una distribución de 70 futbolistas de campo y 38 de fútbol sala; el objetivo era determinar la relación que pudiese existir entre la velocidad máxima de tiro cuando este era ejecutado con o sin intencionalidad alguna (precisión a un punto dentro del espacio de marcación) y de cómo dicho factor podría afectar la velocidad máxima de proyección. Dentro de la correlación del estudio se identificó un intervalo de confianza del 0,76 con una significancia del  $p < 0,01$ . Determinando así que aquellos futbolistas que eran capaces de lograr ejercer una mayor velocidad de disparo sobre el balón cuando lo hacían sin la intencionalidad a punto específico, eran también quienes eran capaces de aplicar una velocidad similar cuando lo hacían buscando un espacio específico de marcación; no obstante, sí se diferenciaron las velocidades con y sin precisión al

momento del tiro; pero señalaron que esta postura refería ser tratada con cautela y ser referencia de estudio, permitiendo reconocer que los valores en carácter de promedio por velocidad para el tiro de precisión era menor que su contrario, para lo que teóricamente queda siendo relevante al destacar que la precisión al momento de disparar requiere una reducción significativa de la fuerza a imprimir sobre la pelota por la razón de buscar la velocidad “exacta” y el punto de contacto para que el balón se refiera al espacio de objetivo (Teixeira, 1999).

El estudio “Análisis del golpeo de balón y su relación con el salto vertical en futbolistas juveniles de alto nivel” (Santos-García, Sainz, & Cabello, 2010), guarda una estrecha relación con la investigación presentada al buscar el aspecto de concordancia entre las acciones explosivas (golpe de balón) y el salto vertical conforme a su relevancia dentro del fútbol; para el anterior, en su momento fueron participes 21 jugadores de  $16(\pm 0,2)$  años, quienes realizaron un test para la medición del salto vertical utilizando plataforma de fuerza de contacto, mientras a su vez se realizaba recopilación videográfica. La conjugación de ambas protocolizaciones para la medición tenía como fundamento observar objetivamente la cinemática del movimiento. Dentro de sus valores de resultados se resalta que la velocidad máxima con la que el balón sale al momento de la patada tiene un carácter de aceleración que se comprate cinéticamente a través de la estructura del miembro inferior actuante, siendo que se avanza desde el segmento más proximal al punto rotativo hasta el más distal y de conexión a la pelota.

El estudio denominado “Relación entre la fuerza máxima en squat y acciones de Relación entre la fuerza máxima en squat y acciones de salto, sprint y golpeo de balón” desarrollado por Santos-García, et al., (2008), analizaron las relaciones existentes de la fuerza máxima generada durante un squat y las acciones mecánicas de naturaleza explosiva, sprint y golpe al balón en una estructura de entrenamiento distribuidas durante 13 semanas, con ejercicios de salto, peso levantado y tiempo. En concreto, establecieron que la capacidad de golpear adecuadamente el balón se encuentra vinculada en estos deportes, donde la descripción de la fuerza máxima aplicada y el nivel de rendimiento en las ejecuciones técnicas de mayor no son muy claras y se encuentran relacionadas al nivel de entrenamiento de los deportistas. Los elementos que se utilizaron para la investigación son: Software para el estudio de las fuerzas dinámicas “isocontrol dinámico 3.6” y una plataforma de infrarrojos Ergo Jump Bosco System, un sistema de medición de tiempos gNewtest 300, un sensor de paso

multihaz Sportmetrics, dos postes metálicos de malla para bádminton, un panel de madera y por último un balón de fútbol sala. Los resultados obtenidos fueron que la fuerza máxima en Squat (que no contiene muchos elementos en común con los otros deportes) y la altura de salto vertical, presenta un nivel moderado para personas con poca experiencia entrenando y no existe relación entre la fuerza y tiempo de sprint en el golpeo con el pie. Además, que entre factores como la fuerza isocinética y la velocidad de golpeo en el fútbol no presenta relación, si evidencia elementos en común con las fuerzas de la del tren inferior y la velocidad de salida del balón.

El trabajo de “fuerza en el desarrollo de la potencia en futbolistas de las divisiones menores de un equipo profesional de fútbol” (Méndez, Márquez, & Castro, 2007), tuvo como objetivo estudiar la incidencia del trabajo o entretenimiento de fuerza alto (como lo expresan los autores) sobre el aumento de la fuerza máxima y potencia muscular durante un entrenamiento. La población estudio era representada por 60 futbolistas de las divisiones inferiores del Deportivo Independiente Medellín (Colombia) los cuales fueron resumidos a dos grupos de igual cantidad. Cabe denotar que las variables analizadas son: El Peso, porcentaje de grasa, fuerza máxima, potencia muscular inmediata, velocidad de 20 m en campo y salto vertical en plataforma; con dos tipos de entrenamiento para el grupo experimental, con una concentración de 2 veces a la semana en la siguiente forma: Volumen de 3 series de 5 repeticiones cada una y el otro se incrementa con 3 repeticiones más con igual número de descanso mínimo de 5 minutos; para los estadísticos se amplió la prueba “Kolmogorov – Smirnov” para determinar la normalidad de las variables continuas con la hipótesis de saber si eran normales. A manera de conclusión los autores señalan que las fuerzas máximas en intensidades del 75 y 85% de una repetición máxima genera cambios importantes específicamente la potencia muscular inmediata.

En relación con el trabajo de enfoque mixto: “Determinación y valoración cinemática en el lanzamiento del tiro libre preferencial en el fútbol” expuesto por Lozano & Barajas, (2013) del año 2013 se centra en reconocer las fases de movimiento para el Tiro Libre Preferencial (TLP) en el fútbol utilizando en su metodología el software biomecánico SC.PRO.v5, para análisis biomecánicos bidimensionales de 9 variables, en un grupo de la selección de fútbol de la Universidad de Pamplona de la ciudad de Pamplona. Considerando que las variables estudiadas se compararon con los mejores movimientos del TLP, se logró determinar un modelo individual para

mejorar las técnicas, donde para determinar la efectividad del TLP en el caso de los 6 jugadores, se necesita tener en cuenta factores en el movimiento como el número de pasos de aproximación al balón, la longitud de los últimos pasos en la fase de pre-apoyo, la distancia horizontal del pie y ángulo de salida del balón, además de los ángulos intersegmentales y las velocidades. Por último, se concluye que los planes de entrenamiento para las técnicas en este deporte se pueden basar en análisis biomecánicas individuales, ya que se tiene en cuenta los límites y ventajas de cada individuo, con el fin de obtener un entrenamiento y cumplimiento de principios más individualizado, como lo sugieren distintos investigadores.

## Teorías

### **Factor biomecánico de la patada en el fútbol.**

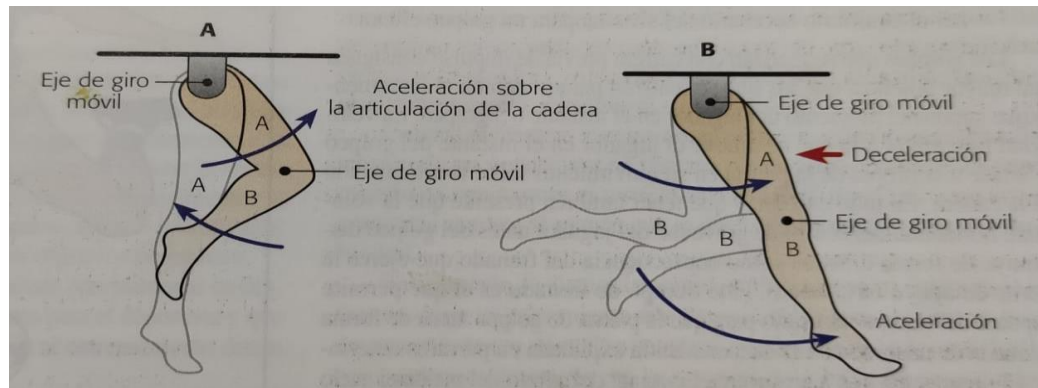
De una manera básica el golpe al balón (con el pie), es un evento o una técnica deportiva de locomoción que en este caso atiende a desarrollar su naturaleza comúnmente en el fútbol; no obstante, la supuesta simpleza con la que el común de la población la evidencia desatiende su realidad, al pertenecer y regularse bajo unos principios biomecánicos que permiten su desarrollo, que si bien no rigen la generalidad de las acciones físicas del ser humano si se enmarcan para esta apreciación (Hochmuth, 1973). De la anterior postulación se consideran como un medio de explicación del fenómeno:

Principio de la fuerza inicial: al pretender que un cuerpo o estructura del mismo alcancé una considerable velocidad final dirigiéndose en una dirección especificada y con un patrón preestablecido, es de ventaja que sobre él “actuó una fuerza inicial en la referida dirección y sentido antes de iniciar la fase aceleratriz del movimiento, siempre que el impulso de frenado que posibilita la aparición de la fuerza no sea muy grande y mantenga la relación adecuada con el impulso de aceleración” (Trujillo, 1999), de esta manera el postulado solo puede cumplirse siempre y cuando primero exista una fuerza que se mueva en sentido contrario al de la direccionalidad principal para producir la acción de frenado y este a su vez efectuó una fuerza que converja con la dirección deseada. En otras palabras, existe una fase de movilización contraria que llevaría su valor se velocidad a cero para nuevamente aumentar su aceleración. En el caso del golpe al balón el impulso

de frenado se coordina de tal manera que implica convertir a valor de cero el punto en que el ángulo más diminuto permitido elocuentemente por la estructura permite alcanzar la máxima altura a la zona calcáneo (Talón); ahora cabe resaltar que un impulso de frenado demasiado fuerte implicara una alto consumo energético, que al sobrecargar el esfuerzo optimo muscularmente requerido implicara un desarrollo o la aparición de un valor negativo para dicha aceleración, es por eso que se crea la necesidad de la apreciación matemática del “*coeficiente de impulso = (Impulso de frenado/impulso de aceleración)*” (Trujillo, 1999). Siendo relevante destacar que el impulso se frenado optimo se ubica en un valor racional del frenado correspondiente a la 1/3 parte de la aceleración.

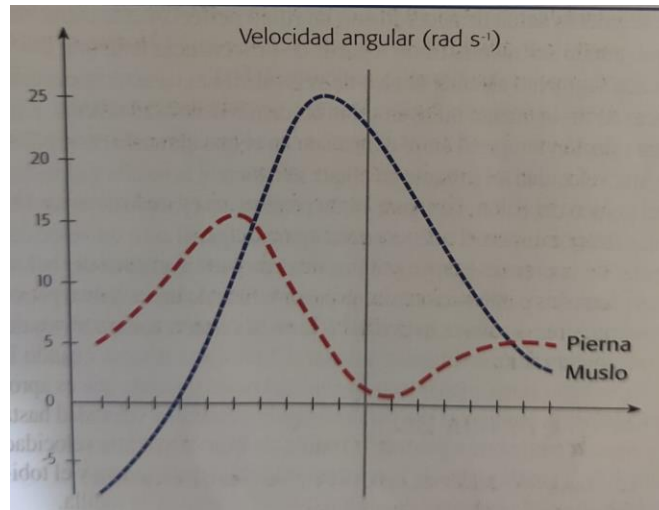
Principio de coordinación temporal de los impulsos parciales: “La sucesión temporal de los impulsos debe obedecer a una determinada direccionalidad espacial y una correcta correlación entre los espacios de aceleración que se emplean por los distintos segmentos corporales” (Trujillo, 1999); en este caso la coordinación temporal de los segmentos (cadenas cinéticas) implicados en el evento, permitirán generar una alta velocidad final. De una manera técnica el razonamiento científico establece que la última estructura participe en el evento (contacto pie-balón) conseguirá su máxima velocidad cuando conjuntamente las velocidades de todos los segmentos involucrados alcancen su velocidad máxima y esto será siempre posible de lograr mientras cuando las acciones móviles conlleven su inicio en el eje de rotación (tronco).

Principio de acción y reacción: apoyado en tercera ley de Newton, extraída de su obra *PHILOSOPHIAE NATURALIS PRINCIPIA MATHEMATICA* (1686), atiende en la interacción de las acciones mecánicas y se fundamenta en que cuando un cuerpo actúa con fuerza sobre otro; sobre este último se originara una fuerza de igual valor y de direccionalidad contraria. “Es importante significar que una pareja de acción y reacción está constituida por las fuerzas que, además de poseer la misma intensidad y sentido opuesto, actúan en cuerpos diferentes” (Trujillo, 1999), ante ello las fuerzas que fluctúan dentro de un mismo cuerpo no podrían consideradas dentro de esa clasificación de pares y un ejemplo básico es el principio será reflejado cuando nuestra estructura interactúe con un objeto presente en su medio de su medio. De esta manera se señala que este “fenómeno mecánico atiende a un patrón lógico donde los segmentos proximales expresan un movimiento hacia adelante creando un espacio de retardo de los segmentos distales” (Campos & Izquierdo, 2008).



**Figura 1.** Efectos de la aceleración y deceleración de segmentos en un modelo de dos segmentos representativo del golpeo con el pie del balón de fútbol (modificado de Kreighbaum & Barhels. Biomechanics. A qualitative approach for studying human movement, 4. ed. New York: Mc. Milan, 1995).

La anterior ilustración expresa las condiciones de requeridas para el principio cinético de los segmentos unidos y su articulación ante las acciones de aceleración y deceleración para la traducción a la máxima velocidad del segmento más distal; mirando la figura anterior, se evidencia como para la primera fase (a), el muslo crea una aceleración que simultáneamente implica a que la pierna efectúe su retraso provistos por la intermediación del eje (rodilla) en búsqueda de alcanzar el punto cero de retraso e iniciar su partida en sentido direccional del eje proximal a la zona de rotación (b), fase en la que la pierna aumenta su aceleración en la medida que el muslo decelera alcanzada su velocidad máxima permitiendo la transmisión cinética al resto de la estructura para la interacción posterior con el balón ; ahora si bien el evento parece ser simple, requiere de un ritmo tempo espacial en que confluyan secuencialmente los picos de velocidad de cada segmento antes del contacto.



**Figura 2.** Trayectoria de las velocidades angulares del muslo y la pierna durante el golpeo en el fútbol. Fuentes: Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte, Izquierdo (2008).

La figura 2, demuestra la coordinación dinámica basada en la temporalidad; ahora este modelo si bien es uniforme queda totalmente expuesto a su trabajo mediante el entrenamiento pues la relación de estos tiempos es dependiente del individuo y la depuración técnica que tenga para el evento. De manera general “las velocidades máximas se alcanzan para rodilla en 40 – 70 milésimas de segundo iniciado el evento y cadera junto a tobillo en valores de 40 – 50 milésimas de segundo posteriores el pico máximo alcanzado por la rodilla” (Campos & Izquierdo, 2008). Siendo de esta manera un valor de 130 a 150 milésimas de segundo desde el apoyo de la pierna de equilibrio y el golpe en sí. Teniendo en cuenta la tercera ley de Newton expresada anteriormente en el principio biomecánico de “Acción y reacción” en 1978, Zernicke & Roberts concluyeron que en el evento tratado los músculos extensores de la rodilla generaban unos valores ondeantes a los 2000 newtons que se traducen a unos 203.9432 kilopondios o kilogramos – fuerza. Pero necesariamente no todo se reduce a la valoración de la velocidad final y la proyección numérica de la transición espacial del balón, sino en la calidad y efectividad del jugador mediante el conocimiento de la *interacción del choque (Velocidad de balón velocidad del segmento antes del contacto)*. para promover una elocuencia entre habilidad y fuerza. No obstante, la velocidad del balón, es un evento crítico que cuando se evalúa unidimensionalmente considera las variables de masa de la pierna tal y como lo expresa (Campos & Izquierdo, 2008), pero además se le anexan “la masa del



pie, la masa del balón, la velocidad del pie y el coeficiente de restitución (conservación energética)” (Andersen et al., 1999).

$$V_{\text{balón}} = \frac{M_{\text{pp}} * V_{\text{p}} * (1 + e)}{M_{\text{pp}} * M_{\text{balón}}}$$

*Figura 3.* Fórmula para describir la velocidad del balón. Extraída de *Collisions in soccer kicking* (andersen et al., 1999).

De esta manera se infiere que el resultado final de la velocidad cuando se habla de un sentido lineal el producto resultante de la velocidad angular con la que viaje la pierna y la longitud conjunta de la rodilla y el punto de contacto.

### **Factor fisiológico de la patada en el fútbol.**

A nivel interno el evento está auspiciado por la “velocidad con la miosina ATPasa es capaz de hidrolizar el ATP” (Lopez-Chicharro & Fernandez-Vaquero, 2006) de esta manera el sistema fosfageno formaliza su predominancia en acciones explosivas como es la intencionalidad de disparar una pelota sin alteración del nivel de precisión. Si bien el sistema resulta ser eficaz, su ineficiente utilización implicara un gasto que se evidenciara en la traducción negativa de los valores de velocidad al momento de los tiros a portería esto anterior expuesto tanto en los trabajos de Lees & Davies (1987). De esta manera Kellis, Katis, & Vrabas (2006), señala que “que la condición de fatiga podría alterar la transferencia de energía del segmento proximal al distal. De la misma manera se podría considerar que los cambios en la técnica después de la fatiga posiblemente se origine debido a alteraciones en la capacidad de los músculos para producir fuerza, así como cambios en los patrones de coordinación muscular”, de otra manera cuando la resistetizacion de ATP se vea en dificultad antes la hidrolisis incidirá en la disminución de la potencia (Lopez-Chicharro & Fernandez-Vaquero, 2006); ahora, cuando en un partido de futbol la intensidad y su tiempo de acción conlleva a la alteración de los niveles de glucógeno muscular y hepático reduciendo así el nivel de ATP, permitiendo de manera elocuente pensar en su repercusión para las alteraciones de alta intensidad. Esta acción energética se desarrolla en las fibras rápidas de la estructura muscular humana (Smerdu, Karsch-Mizrachi, Campione, Leinwand, & Schiaffino, 1994), específicamente en



las fibras IIX, quienes poseen el máximo potencial de naturaleza anaeróbica y una velocidad a nivel de acortamiento mucho más rápida y eficaz una representante real de las fast-glycolytic (Katch, McAdele, & Katch, 2015), al poseer un mayor número de miofibrillas de porte ATPasa que se traduce a un mayor punto de unión del puente actina-miosina (Billat, 2002).

### **Fuerza explosiva.**

Dentro de las postulaciones científicas referentes a este concepto, existen referenciaciones indicando que la fuerza es “una habilidad estructural que posibilita la manifestación de tenciones que se determinan por la posición del cuerpo en un espacio. A ellas corresponden las fuerzas concéntricas, excéntricas, isométricas, pliométricas, y la velocidad de movimiento” (Harman, 1993); del mismo modo con anterioridad Knuttgen & Kraemer (1987), señalaron a dicho concepto como la tensión máxima que era capaz de producir un musculo o agrupaciones de los mismos a una velocidad especifica. En cuanto al objeto de estudio podemos concebirla “como el resultado de la interacción (choque) de dos cuerpos; mecánicamente dentro del deporte es el resultado de una masa por una aceleración, para expresar su medida en newtons” (González-Badillo & Ribas). Ahora las diversas concepciones, modos o manifestaciones de la fuerza dependen estrictamente del punto de vista de los autores (Becali, 2011). Una de las clasificaciones de mayor uso en la literatura científica alrededor de este tema es la “fuerza resistencia, fuerza máxima, fuerza explosiva” (Grosser & Müller, 1992); Al profundizar en esta última, nos encontramos con que algunas autorías la señalan como la capacidad humana que permite generar la “máxima fuerza en razón dinámica en un lapso de tiempo mínimo, reduciéndose a la calidad del movimiento mediante acciones simples y específicas” (conde & delgado, 2000), a su vez autores como Cerani, la expresan como la fuerza-velocidad al ser una capacidad neuromuscular capaz de crear contracciones a altos ritmos de velocidad para el vencimiento de una resistencia; este tipo de fuerza expresa su mayor efectividad sobre los 50% de la fuerza actual de un sujeto (Grosser, 1992) donde se permite un alto índice de reclutamiento miofibrilar y una frecuencia alta en el número de contracciones por unidad temporal. Caracterizando a los eventos que recurren a la explosividad y velocidad de ejecución, ya sea en enfrentamientos y acciones individuales, que en el fútbol se considera como en saltos, remates, cambios de dirección... de esta manera esta fuerza

emplea velocidad máxima segmento y el cuerpo del mismo modo, así como para objetos que interactúen en el espacio y sean objetivo de vencimiento en carga y transporte (Weineck, 2011).

### **Potencia.**

A la actualidad una de las linealidades científicas, describe que la potencia es un término inconsistente que matemáticamente significa el producto de la multiplicación de fuerza por la velocidad pero que esto resulta ser igual “si se desplaza poco peso rápidamente que desplazar mucho peso a una velocidad baja” (Balsalobre & Jiménez, 2014); ante ello y en la búsqueda de una consideración científica arraigada al saber deportivo nos encontramos con la “potencia mecánica” (Izquierdo, 2008; Garhammer, 1993; Nacleiro, 2006), habitualmente potencia se le une a las significancias de energía o fuerza; pero, dentro de un espacio biomecánico se traduce a la rapidez con la que se quiere realizar un trabajo. Este trabajo sobre un intervalo de tiempo permite la definición de la potencia media ( $P_m = \Delta W / \Delta t$ ). como un acto de importancia el conocimiento de la potencia mecánica, permite determinar el grado de eficiencia del sistema neuromuscular al momento de realizar un trabajo de orden específico, permitiendo el apartado anterior un trabajo en un tiempo determinado (Enoka, 2002), esta potencia resultado de las acciones de fuerza, el principal indicador para analizar la intensidad con la que un movimiento se desarrolla, uno de los principales recursos para su evaluación es los saltos verticales (Bosco, 1991; izquierdo 2008).

## **Marco Metodológico**

### **Diseño de investigación**

El estudio no experimental se ciñó bajo una naturaleza de campo, atendiendo que los datos fueron recolectados directamente en el sitio de práctica de la selección de fútbol sub 16 de Tolú Viejo, para no alterar su medio regular de actividades; data un método cuantitativo al “utilizar datos para la comprobación de hipótesis mediante recolección de medidas numéricas y análisis del comportamiento estadístico” (Hernandez et al., 2010), atendiendo de esta manera al paradigma positivista puesto que “soporta aquellas investigaciones que pretenden comprobar de hipótesis mediante un aspecto estadístico u la apreciación numérica de una variable estudio” (Ricoy, 2006). Con un diseño de trabajo tipo correlacional al permitirse “identificar las interacciones entre variables” (Creswell, 2008), enmarcado bajo un corte transversal al “recolectar datos en un solo tiempo y momento” (Liu, 2008).

### **Población y muestra**

La población está constituida por 25 futbolistas de la categoría sub 16 que representan directamente la muestra la cual a tiende a una designación intencionada no probabilística.

### **Criterios de inclusión**

Como mecanismo de control para hacer los individuos participes del estudio se tuvo en cuenta que cada individuo perteneciera exclusivamente a la categoría sub 16 del equipo registrado ante inder Toluviejo:

- tener un mínimo formativo dentro de la selección de 6 meses.
- participante activo de las sesiones de entrenamiento.
- no presentar lesiones a nivel del tren inferior exclusivamente.
- además de estar a la hora y en el lugar acordado para la evaluación.
- Aceptación de la realización y sometimiento a los protocolos de evaluación.
- No tener no presentar 2 semanas sin actividad.

### **Medición de los saltos SJ, CMJ, ABK y unipodales libres**

El salto vertical es un factor importante en el rendimiento deportivo, debido a su carácter balístico y explosivo. El objeto de este rápido, movimiento de alta velocidad es acelerar una masa interna o externa en el menor tiempo posible (Cormie, Mccauley, Triplett, & McBride, 2007), no obstante, la aceleración de la estructura para contrarrestar una fuerza viene determinada por el sistema neuromuscular con la necesidad de generar energía (Knudson, 2009) y representar está en un mecanismo o ejecución técnica representativo a un objetivo físico.

**Squat jump:** también conocido como SJ, es un salto que se efectúa con ambas extremidades inferiores generando la misma acción; de manera inicial se requiere que el sujeto realice una sendilla donde las rodillas grafiquen espacialmente un ángulo de 90°, a partir del cual el sujeto deberá ascender de manera vertical generando un salto buscando alcanzar la mayor altura posible. No obstante, esta ejecución requiere que se inicie explícitamente desde la sentadilla estáticamente sin generar contra movimientos o revotes que inercialmente potencien el salto, teóricamente su utilización permite evaluar la fuerza explosiva sin utilizar energía elástica o el provecho del reflejo miotático (Bosco, 1994); este salto por ajuste técnico requiere la ubicación de manos a cadera.

**Counter movement jump:** abreviado CMJ; inicia desde una postura en bipedestación, de la cual el sujeto creará un movimiento rápido flexo-extensivo el cual permitirá atravesar las acciones del SJ (Bosco & Komi, 1979). Al igual que el anterior busca evaluar la fuerza explosiva, pero con el aprovechamiento de los dos factores que se buscaban evitar en el squat permitiendo describir la fuerza elástico-explosiva (Vittori, 1990).

**Abalakov (ABK):** este salto podría ser tomado con los mismos principios de los anteriores, pero son la rigurosidad de permanecer las manos en la cadera y lograr un alguno de 90°, pues permite y emplea el movimiento de todas las estructuras segmentales rompiendo la barrera de límite para la generación de impulso por cinética Abalakov (1921) (Acero, 2006).

**Unipodales libres:** este salto es de misma consideración al ABK, pero con la leve diferencia que los saltos se generan en una sola estructura de apoyo, permitiendo determinar asimetrías

funcionales entre ambas y generar comparaciones antes los valores de resultado de los saltos anteriores, (Jose Acero, 2013).

### **Medición de la velocidad máxima del balón**

Al hablar de la velocidad máxima del balón al momento del disparo en futbol; se debe considerar que, aunque se promulga la existencia de protocolos de evaluación, se atienden a condiciones diferenciadas que alteran la realidad del evento, destacando en casos la utilización de indumentaria ajena a la naturaleza como zapatillas no específicas para el deporte “sin tacos” (Dörge et al., 1999) o el recorte de la distancia antes del tiro y la falta de la intencionalidad en la búsqueda de la máxima velocidad (silvia). Atendiendo a lo anterior y destacando los aspectos metodológicos, confiabilidad, validez, y como un recurso versátil para el entrenamiento, La medición de esta variable física, se posibilito mediante la prueba de campo “velocidad máxima del balón (VMB)” descrita en el trabajo “Validez y reproducibilidad del test de velocidad máxima de balón después del golpeo en el futbol” (Lozada & Padilla, 2018); el cual requería la acción de un tiro con la mayor “fuerza” que el individuo pudiese golpear la pelota con la extremidad dominante, para acertar en un cuadrante de 180 cm alto x 160 cm de ancho, luego de tomar como carrera 11 metros para preservar un ángulo adecuado en la proyección espacial del balón.

### **Instrumentos de recolección**

- Plataforma de contacto ProJump: sumada a una computadora, un traductor (unidad chronopick) y el software chronojump, utilizados para medir la altura alcanzada en centímetros mediante la traducción eléctrica de los tiempos de contacto de las celdas al interior de la plataforma.
- Radar Bushnell ©: instrumento de precisión empleado para evaluar el elemento móvil (balón) y su traducción en valores de kilómetros por hora.
- Proformas de registro: estas plantillas desarrolladas en el laboratorio del rendimiento morfofuncional (LeRM), permitían la recolección grupal de los datos extraídos a partir de los anteriores instrumentos.

### **Análisis de resultados**

Los datos recolectados en la proforma fueron digitalizados en el Microsoft Excel, para posteriormente ser exportados al software estadístico SPSS v.25. Con la utilización de un R de Pearson para la bivarianza.

## Resultados

En la tabla 2 se observa que los sujetos presentan una edad promedio de 15,7 años con peso promedio de 59,9 Kgs, estatura de 169,2 Cm.

**Tabla 2.**

*Estadísticos descriptivos de las variables básicas de los futbolistas juveniles*

Variables	N		Media	Desv. Estándar	Mínimo	Máximo
	Válido	Perdidos				
Edad	24	0	15,7	0,4	14,9	16,4
Peso (Kg)	24	0	59,9	7,8	47,2	84,8
Estatura (cm)	24	0	169,2	5,9	157,0	179,0

Siguiendo las consideraciones de acero (2007), donde el DBL, como fenómeno neuromuscular permite tener un indicador de la rapidez de reclutamiento de unidades motoras para el desarrollo de acciones mecánicas, presentamos en la tabla 3 la forma como este valor interactúa dentro de la población estudiada, basándonos en la tabla (figura 3) descrita por el autor en 2006:

<b>0 o &gt; 0</b>	<b>Facilitación BL</b>
<b>0 a -3,5</b>	<b>Muy Bueno</b>
<b>(-3,51) a (-6,4)</b>	<b>Bueno Superior</b>
<b>(-6,41) a (-9,39)</b>	<b>Bueno Intermedio</b>
<b>(-9,40) a (-12,38)</b>	<b>Bueno Inferior</b>
<b>(-12,39) a (-15,37)</b>	<b>Aceptable</b>
<b>(-15,38) a (-18,36)</b>	<b>Regular Superior</b>
<b>(-18,37) a (-21,35)</b>	<b>Regular Intermedio</b>
<b>(-21,36) a (-24,34)</b>	<b>Regular Inferior</b>
<b>(-24,35) a (-27,33)</b>	<b>Malo Superior</b>
<b>(-27,34) a (-30,32)</b>	<b>Malo Intermedio</b>
<b>(-30,33) a (-33,31)</b>	<b>Malo Inferior</b>
<b>(-33,32) o &lt;</b>	<b>Pésimo</b>

*Figura 4.* clasificación déficit bilateral (Acero, 2006)

Tabla 3.

*Descripción de los saltos*

N°	Altura Saltos bipodales			Saltos simples unipodales (cms)		
	Squat jump (cms)	Counter movent jump (cms)	Abalakov (cms)	Der.	Izq.	%DBL
1	30,85	33,09	38,36	16,84	20,78	1,92909281
2	31,75	32,83	41,77	18,54	22,19	2,48982523
3	29,61	38,22	35,34	20,15	22,22	-19,8924731
4	31,24	32,68	38,32	25,4	29,74	-43,8935282
5	28,12	30,96	40,64	18,86	17,46	10,6299213
6	30,04	32,02	36,71	20,12	23,83	-19,7221466
7	26,87	34,85	44,29	23,62	20,98	-0,69993226
8	30,76	30,03	38,12	22,1	26,15	-26,5739769
9	29,52	33,25	40,44	16,42	21,73	5,66271019
10	28,11	33,98	39,59	19,16	26,14	-14,422834
11	39,77	40,04	44,59	21,02	23	1,27831352
12	36,85	35,31	42,5	23,52	19,08	-0,23529412
13	28,72	33,86	41,39	22,06	22,84	-8,48030925
15	32,04	29,06	33,41	15,42	15,68	6,91409758
16	33,39	33,89	42,25	20,07	17,04	12,1656805
17	33,82	40,42	45,87	21,72	23,79	0,78482668
18	32,08	37,22	43,28	19,07	22,66	3,58133087
19	33,13	37,22	42,9	22,01	27,26	-14,8484848
20	30,38	32,99	39,99	19,77	14,63	13,9784946
21	30,58	33,92	38,92	20,93	14,26	9,58376156
22	29,64	31,54	39,6	18,01	19,25	5,90909091
23	28,89	47,67	46,76	24,9	23,23	-2,92985458
24	26,62	27,79	36,59	15,58	20,52	1,33916371
25	30,37	29,33	41,41	21,98	22,21	-6,71335426



Tabla 4.

<i>Potencias</i>									
<b>Harman</b>									
<b>SJ (W)</b>	<b>CMJ (W)</b>	<b>ABK (W)</b>	<b>SJ (W/kg)</b>	<b>CMJ (W/kg)</b>	<b>ABK (W/kg)</b>	<b>D (W)</b>	<b>D (W/kg)</b>	<b>Z (W)</b>	<b>Z (W/kg)</b>
<b>2316,0</b>	2454,7	2780,9	37,4	39,7	44,9	1448,796	23,4054281	1692,682	27,3454281
<b>1842,5</b>	1909,4	2462,8	39,0	40,5	52,2	1024,826	21,7124153	1250,761	26,4991737
<b>2214,1</b>	2747,0	2568,7	36,2	44,9	42,0	1628,485	26,609232	1756,618	28,7029085
<b>2397,8</b>	2486,9	2836,0	37,8	39,2	44,7	2036,26	32,0670866	2304,906	36,2977323
<b>2971,4</b>	3147,2	3746,4	35,0	37,1	44,2	2398,234	28,2810613	2311,574	27,2591274
<b>2258,7</b>	2381,2	2671,5	36,6	38,6	43,3	1644,628	26,655235	1874,277	30,3772609
<b>1925,7</b>	2419,6	3004,0	33,3	41,8	51,9	1724,478	29,7837306	1561,062	26,9613472
<b>1810,0</b>	1764,9	2265,6	37,7	36,8	47,2	1273,99	26,5414583	1524,685	31,7642708
<b>2082,5</b>	2313,4	2758,4	36,1	40,1	47,8	1271,598	22,0380936	1600,287	27,7346101
<b>1822,4</b>	2185,8	2533,0	34,5	41,3	47,9	1268,404	23,9773913	1700,466	32,1449149
<b>3023,0</b>	3039,7	3321,3	45,7	45,9	50,2	1862,338	28,131994	1984,9	29,9833837
<b>2482,2</b>	2386,9	2832,0	44,2	42,5	50,4	1657,088	29,4855516	1382,252	24,5952313
<b>2526,2</b>	2844,3	3310,4	35,4	39,8	46,4	2113,914	29,6066387	2162,196	30,2828571
<b>165,2</b>	165,2	165,2	3,0	3,0	3,0	165,2	2,99275362	165,2	2,99275362
<b>2303,3</b>	2118,8	2388,1	38,7	35,6	40,1	1274,498	21,4201345	1290,592	21,6906218
<b>2361,6</b>	2392,6	2910,1	40,2	40,7	49,5	1537,133	26,1417177	1349,576	22,9519728

ANÁLISIS DE LA POTENCIA DE SALTO VERTICAL Y LA VELOCIDAD MÁXIMA DEL BALÓN



<b>2157,9</b>	2566,4	2903,8	41,2	49,0	55,4	1408,868	26,8867939	1537,001	29,3320802
<b>2190,6</b>	2508,7	2883,8	38,9	44,6	51,2	1385,233	24,6044938	1607,454	28,5515808
<b>2608,3</b>	2861,5	3213,1	39,5	43,3	48,6	1920,019	29,0471861	2244,994	33,9636006
<b>2232,9</b>	2394,5	2827,8	37,0	39,6	46,8	1576,163	26,0954139	1257,997	20,8277649
<b>2151,7</b>	2358,4	2667,9	37,2	40,8	46,2	1554,367	26,8921626	1141,494	19,7490311
<b>2320,3</b>	2437,9	2936,8	36,2	38,0	45,8	1600,419	24,9675351	1677,175	26,1649766
<b>2039,9</b>	3202,4	3146,0	35,4	55,6	54,6	1792,91	31,1269097	1689,537	29,3322396
<b>1705,0</b>	1777,4	2322,1	32,7	34,0	44,5	1021,602	19,5709195	1327,388	25,4288889
<b>2264,7</b>	2200,3	2948,1	36,9	35,9	48,1	1745,362	28,4724633	1759,599	28,7047145

Por su parte en la tabla 5 se observan los estadísticos descriptivos de las variables en estudio, con su normalidad, destacando que los valores de los saltos son mayores para ABK, respecto de CMJ y estos a su vez que SJ, siendo los saltos unidopodales los de menores valores observados. Al realizar la correlación la velocidad máxima del balón (VMB) con los datos recolectados en los saltos se observa una correlación significativa ( $r=0,495$   $p<0,05$ ) entre el par VMB vs Altura del salto unipodal con la pierna derecha (Tabla 6), este aspecto se corrobora en la figura 4 donde la recta de ajuste indica un  $r^2=0,245$ .

**Tabla 5.**

*Estadísticos descriptivos y normalidad de las variables de velocidad y potencia en los futbolistas juveniles*

Variables	Media	Desv. Estándar	Mínimo	Máximo	Shapiro-Wilk Sig.
-----------	-------	----------------	--------	--------	-------------------

ANÁLISIS DE LA POTENCIA DE SALTO VERTICAL Y LA  
VELOCIDAD MÁXIMA DEL BALÓN



Velocidad del balón (Km/h)	89,3	6,6	75,6	103,0	0,337
Squat Jump (Cm)	31,0	3,0	26,6	39,8	<b>0,035</b>
Counter Movement Jump (Cm)	34,3	4,3	27,8	47,7	<b>0,029</b>
Abalakov (Cm)	40,5	3,3	33,4	46,8	1,000
Salto libre der. (Cm)	20,3	2,7	15,4	25,4	0,820
Salto libre izq. (Cm)	21,5	3,9	14,3	29,7	0,716
SJ (W)	2250,4	327,3	1705,0	3023,0	0,221
CMJ (W)	2454,2	380,5	1764,9	3202,4	0,307
ABK (W)	2843,3	345,6	2265,6	3746,4	0,582
SJ (W/kg)	37,6	3,1	32,7	45,7	0,113
CMJ (W/kg)	41,1	4,7	34,0	55,6	<b>0,030</b>
ABK (W/kg)	47,7	3,8	40,1	55,4	0,992
Unipodal Derecha (W)	1590,4	332,8	1021,6	2398,2	0,813
Unipodal Izquierda (W)	1666,2	341,1	1141,5	2311,6	0,138
Unipodal Derecha (W/kg)	26,4	3,2	19,6	32,1	0,792
Unipodal Izquierda (W/kg)	27,8	4,0	19,7	36,3	0,905

ANÁLISIS DE LA POTENCIA DE SALTO VERTICAL Y LA VELOCIDAD MÁXIMA DEL BALÓN



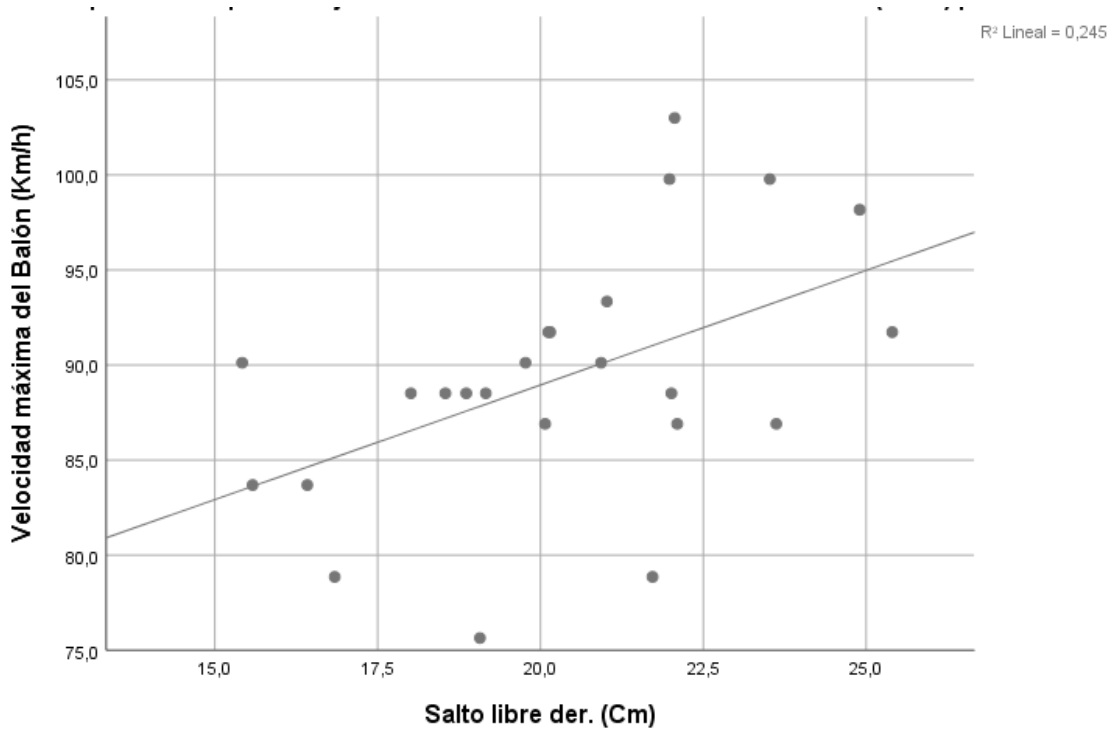
Tabla 6.

Correlaciones bivariadas para la velocidad máxima del balón y las variables de potencia en los saltos.

Variables		Velocidad de disparo (Km/h)	Squat Jump (Cm)	Counter Movement Jump (Cm)	Abalakov (Cm)	Salto libre der. (Cm)	Salto libre izq (Cm)	SJ (W)	CMJ (W)	ABK (W)	SJ (W/kg)	CMJ (W/kg)	ABK (W/kg)	Unipodal Derecha (W)	Unipodal Izquierda (W)	Unipodal Derecha (W/kg)	Unipodal Izquierda (W/kg)
Velocidad máxima del balón (Km/h)	R de Pearson	1	0,074	0,082	0,043	<b>,495*</b>	0,003	0,286	0,268	0,257	0,063	0,037	-0,085	-0,123	0,153	-0,091	0,353
	Sig. (bilateral)		0,731	0,705	0,842	0,014	0,988	0,175	0,206	0,225	0,771	0,863	0,694	0,567	0,475	0,674	0,091
Squat Jump (Cm)	R de Pearson		1	0,311	0,312	0,187	0,030	<b>,522**</b>	0,185	0,146	<b>,994**</b>	0,293	0,288	-0,155	-0,216	0,184	0,049
	Sig. (bilateral)			0,138	0,138	0,381	0,888	0,009	0,387	0,496	0,000	0,164	0,172	0,469	0,312	0,389	0,819
Counter Movement Jump (Cm)	R de Pearson			1	<b>,682**</b>	<b>,498*</b>	0,238	0,147	<b>,679**</b>	0,375	0,305	<b>,993**</b>	<b>,636**</b>	-0,345	-0,306	-0,246	-0,162
	Sig. (bilateral)				0,000	0,013	0,264	0,492	0,000	0,071	0,147	0,000	0,001	0,099	0,146	0,246	0,450
Abalakov (Cm)	R de Pearson				1	<b>,527**</b>	0,176	0,174	<b>,478*</b>	<b>,588**</b>	0,322	<b>,691**</b>	<b>,926**</b>	-0,223	-0,240	-0,082	-0,095
	Sig. (bilateral)					0,008	0,412	0,416	0,018	0,002	0,125	0,000	0,000	0,295	0,258	0,704	0,658
Salto libre der. (Cm)	R de Pearson					1	<b>,427*</b>	0,144	0,384	0,347	0,198	<b>,489*</b>	<b>,462*</b>	-0,360	-0,193	-0,123	0,158
	Sig. (bilateral)						0,037	0,502	0,064	0,096	0,355	0,015	0,023	0,084	0,366	0,567	0,462
Salto libre izq (Cm)	R de Pearson						1	-0,107	0,060	-0,014	0,016	0,233	0,212	0,020	0,161	0,137	0,312
	Sig. (bilateral)							0,618	0,780	0,947	0,939	0,274	0,321	0,926	0,451	0,524	0,137
SJ (W)	R de Pearson							1	<b>,712**</b>	<b>,772**</b>	<b>,497*</b>	0,067	-0,151	0,013	-0,049	0,282	0,121
	Sig. (bilateral)								0,000	0,000	0,013	0,756	0,480	0,952	0,820	0,182	0,574
CMJ (W)	R de Pearson								1	<b>,857**</b>	0,162	<b>,614**</b>	0,177	-0,156	-0,153	-0,019	-0,034
	Sig. (bilateral)									0,000	0,449	0,001	0,407	0,466	0,476	0,928	0,876
ABK (W)	R de Pearson									1	0,132	0,314	0,249	-0,037	-0,073	0,121	0,032
	Sig. (bilateral)										0,538	0,135	0,241	0,865	0,733	0,573	0,881
SJ (W/kg)	R de Pearson										1	0,297	0,315	-0,191	-0,222	0,154	0,069
	Sig. (bilateral)											0,159	0,133	0,371	0,297	0,472	0,750
CMJ (W/kg)	R de Pearson											1	<b>,681**</b>	-0,380	-0,323	-0,281	-0,163
	Sig. (bilateral)												0,000	0,067	0,124	0,183	0,446
ABK (W/kg)	R de Pearson												1	-0,264	-0,243	-0,164	-0,104
	Sig. (bilateral)													0,213	0,252	0,443	0,630
Unipodal Derecha (W)	R de Pearson													1	<b>,773**</b>	<b>,813**</b>	0,305
	Sig. (bilateral)														0,000	0,000	0,148
Unipodal Izquierda (W)	R de Pearson														1	<b>,551**</b>	<b>,765**</b>
	Sig. (bilateral)															0,005	0,000
Unipodal Derecha (W/kg)	R de Pearson															1	0,403
	Sig. (bilateral)																0,051
Unipodal Izquierda (W/kg)	R de Pearson																1
	Sig. (bilateral)																

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).



**Figura 5.** Dispersión de la velocidad máxima del balón en relación al salto libre unipodal pierna derecha (Salto libre der.)

## Discusión

Partiendo de la postura de (Campos & Izquierdo, 2008), donde el momentum del contacto pie-balón, expresa un valor cuantitativo producto de la conjugación de la velocidad del pie y la masa de la pierna (Andersen et al., 1999). Cabe señalar que aquellos golpes que presentan una carrera previa consiguen generar una mayor velocidad del balón, ante aquellos que se efectúan sin está; no obstante, se debe considerar que existe un valor de transferencia de energía cinética que avanza desde la pierna de apoyo en cadena hasta la estructura que se enfrenta ante el objetivo (patear la pelota), sumado a ello los segmentos libres también señalan generar un equilibrio que brinda soporte y acompañamiento al evento que de alguna u otra manera se responsabilizan de promover la efectividad, acciones que se vinculan al principio de “conservación de la cantidad de movimiento angular” (Trujillo, 1999) donde se sostiene que cualquier sistema aislado, el producto rotacional depende de la suma de los impulsos parciales de cada segmento que se vinculen al sistema los cuales no varíaran y si ello llegase a ocurrir deberá ser compensado de alguna u otra manera. Además, ambas autorías concuerdan que como factores de importancia y siguiendo la física mecánica, la longitud de los segmentos y la velocidad lineal con la que las palancas se mueven a través del espacio permiten alcanzar también una velocidad máxima del balón. Una idea que puede tenerse en cuenta en posteriores trabajos.

El trabajo de Juárez & Navarro (2006), databa, que sujetos que alcanzaban una VMB alta sin un punto de precisión exacto eran quienes también generaban similitudes al momento de efectuar el disparo pero buscando un punto exacto en el plano de anotación, siendo ambas velocidades de 28,355 m/s ( $\pm 1,796$ ) y 27,001 m/s ( $\pm 1,962$ ) respectivamente; quienes comparado a nuestro resultados de una media de 24,805 m/s en disparos con búsqueda de presión, solo representan una diferencia del 8,13% a pesar de que los jugadores del grupo estudio eran futbolistas participantes de categoría “C” mientras los del estudio de comparación eran partícipes de 1ra y 2da división independientemente de ser pertenecientes a futbol de campo o futbol sala, de igual forma resultados superiores a los de (Barfield, 1995); ahora como las correlaciones de este apartado en Juárez & Navarro no presentaban una alta relación, sostenían ser cautos con la consideración exacta de la anterior conclusión; pero si argumentaban que existía una lógica de resultados, atendiendo de que

conseguir un disparo no bastaba simplemente con acertar en punto dentro del espacio de marcación sino también mediar psicológicamente la fuerza considerable para que el balón buscara el centro de la zona evolución. Pese a esto describen que si bien aquellos que reducían su velocidad eran la significancia de éxito al marcar, caso que si se logró observar en el lugar de evaluación tener varios tiros fallidos. Una teoría que puede corroborar el estudio de (Teixeira, 1999).

En el estudio “Análisis de la velocidad del balón en el golpeo en jugadores de fútbol sala en función del sistema de medición, la intención en la preparación del tiro, y su relación con otras acciones explosivas” (Juárez & Navarro, 2006), consideraron la evaluación de la altura alcanzada en SJ y CMJ, los cuales no expresaron un coeficiente de correlación muy asertivo al ser relacionadas con la VMB, fuese con intención o sin intención de disparo. Tal y como el estudio lo demuestra en la tabla 3 de correlaciones bivariadas con valores de 0,074 y 0,082 respectivamente. Ante lo que exponen que si bien no relación alguna de la VMB con otras acciones explosivas, sí se requiere que el tema sea retomado con una mayor N. pese a la anterior aclaración, nuevamente Juárez, López, & Navarro (2010), retoman esta temática con una población de 21 Jugadores de alto nivel; buscando analizar las acciones explosivas como el caso del golpeo del balón y el salto vertical, dando claridad teórica de que realmente el segmento proximal a la zona de rotación alcanza su pico de velocidad máximo antes de los distales y del de la deceleración que sufre la estructura antes del impacto tal y como se sustentó en el marco teórico de nuestro estudio, el factor de ausencia en esta relación supone “enfocar trabajo de fuerza explosiva específico para mejorar ambas condiciones” (Daniel Juárez et al., 2010), un hecho que puede considerar que las acciones musculares dentro de los eventos de salto y disparo previo a la VMB varíen en función del aspecto técnico y la coordinación que cada individuo puede o no realizar, ahora también está dado porque los eventos de salto tal y como lo regulariza cada protocolo de ejecución no imparten su presencia en la realidad de juego.

En cuanto al tipo de entrenamiento para el mejoramiento de la potencia de salto y la búsqueda de una mayor VMB, nos topamos con los resultados de Galvis, Arabia, & Castro (2007), quienes sosteniendo el aparato teórico de que altos niveles de fuerza son traducción de mejores manifestaciones de la potencia, siendo una variante para el fútbol actual; propusieron un entrenamiento de fuerza con un valor representativo del 85% de una repetición máxima, señalando

mejorar la potencia muscular inmediata que en un entrenamiento figurante ante los 75%; de esta manera para los SJ y CMJ alegan un valor estadístico significativo ( $p < 0,05$ ) en tan solo 6 semanas; teniendo como población sujetos entre 14 y 20 años, cercanos a la nuestra; pese a que las consideraciones y parte de la información señala la no relación “actual de la VMB y la potencia de saltos” el trabajo de los doctores López, Dorado, & Chavarren (2007) expuso que la combinación del trabajo de pesas y pliometría generaba incrementos de valor significativo en la velocidad de extensión de la pierna al momento del tiro, así como la velocidad angular de proyección de la rodilla.

Lo anteriormente mencionado, podría ser el reflejo a un el concepto de la fuerza útil, catalogada como “la fuerza aplicada por un deportista en un gesto específico dentro de una competición” (Gonzales Badillo & gorostiaga, 1995), siguiendo la misma línea cabe señalar que este tipo de fuerza debe ser una razón del entrenamiento debido a que será quien potencie el rendimiento deportivo. Esta fuerza se genera bajo una velocidad específica y un tiempo específico para el mismo gesto en la competición (Gonzales-Badillo, 2007), considerando su utilización bajo una modelación biomecánica. Por último, este tipo de estudio representa importancia al momento de establecer controles y protocolos de entrenamiento mucho más específicos, teniendo en cuenta que, si se quiere obtener resultados en función de las capacidades físicas, también es necesario entrenar en función de las capacidades del contrario siendo para este caso los tiempos de reacción del portero y la tendencia del mismo tal como lo permite vislumbrar el estudio de Maureira, Bahamondes, & Jesam (2012).



## Conclusiones

Teniendo en cuenta las postulaciones científicas; podemos considerar que el lograr la máxima velocidad en el balón, más allá de las asociaciones internas de las estructuras segmentarias y locomotoras que comprenden una estructura (caso de la extremidad inferior), no son razón suficiente para considerar la explicación del fenómeno, debido a que el factor biomecánico y el producto de las acciones físicas juegan un factor de importancia al momento de emitir objetivamente una explicación. No obstante, no determina que las acciones físicas internas no importen, al contrario, el resultado y la puesta teórica ha expresado que construyendo un entrenamiento secuencial y específico para la necesidad mejor las prestaciones funcionales para la acción, sin tener en cuenta el carácter técnico.

Para el segundo objetivo el aspecto descriptivo de los saltos teóricamente expresa que los sujetos de esta población resultan ser mejores que los estudiados por Acero (2007), con valores de para centrales de (-19,96) y delanteros (-19,68); valores que son homogéneos, caso contrario a nuestra población donde el desarrollo de fenómeno varía por jugador y más aún en las posiciones de juego, lo que genera un desbalance físico al interior del equipo.

Basados en el aspecto de velocidad máxima del balón encontramos que estamos superiores a otros grupos como lo antecede la discusión.

En cuanto a la correlación, nuestra hipótesis es negada momentáneamente (quedaría a dependencia de posteriores estudios) pero describe un fenómeno aún mucho más extraño como el caso de existir correlación de la pierna derecha a independencia de ser zurdos o diestros.

Como fundamento al programa seguimos la tendencia del aumento de las fibras tipo 2 luego de 6 semanas por acciones cíclicas de sprint (Johansson, Sjolander, & Sojka, 1991).

### **Recomendaciones**

Se requiere emplear el tamaño de la muestra en función de permitirse una correlación más variada de las variables estudiadas.

Para futuras investigaciones se recomienda evaluar las distancias segmentales (estructura inferior) e intervenir en el conocimiento de la fuerza útil, para ampliar el bagaje científico ante un tema que le falta recopilación de información.



### Justificación de propuesta

De acuerdo a la propuesta de trabajo anterior se tiene en cuenta su fundamento a través de:

- Se programa de 6 a 8 semanas en función de la tendencia del aumento de fibras tipo II por acciones cíclicas de sprint (Johansson et al., 1991).
- La función de control marcada por el fin del tiempo de trabajo se efectúa cada uno o cada dos meses (Balsalobre, 2019).
- La fundamentación del trabajo de motores principales se medía bajo derivaciones de ejercicios olímpicos para el tren inferior acorde a su distribución en la tabla fuerza velocidad (Suchomel & Dewese, 2015), de los cuales pese a tener consideración de los porcentajes de un 1RM y la base de repeticiones; se le brinda mayor importancia a la velocidad con la que se pueda mover el peso(metro/segundo) en función de la velocity-based training.

	Moderate			Low		
V (m/s)	1.10 – 0.8			0.75 – 0.53		
%1-RM	75%	70%	65%	60%	55%	50%
Reps	10	12	15	20	25	+30

- La distribución de generalidades en una sola tabla expresa el verdadero trabajo por el que debe transitar cada sujeto bajo sus propias características atendiendo de esta manera al principio de individualización; debido a que todo el sujeto se ubican dentro una misma media y que la marcada desviación estándar puede dar representación de esta necesidad

### Referencias bibliográficas

- Acero, J. (2006). *Evaluaciones biomecánicas por tecnología de contactos* (pp. 2–76). pp. 2–76.
- Acero, Jose. (2013). *Bases biomecánicas para la actividad física y deportiva. Instituto de investigaciones y soluciones biomecánicas*. Poemia.
- Andersen, T. B., Dorge, & Thomsen. (1999). Collisions in soccer kicking. *Sports Engineering*, 2(2), 121–125. <https://doi.org/10.1046/j.1460-2687.1999.00015.x>
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación (Introducción a la metodología científica)* (6th ed.). Editorial Episteme.
- Balsalobre, C., & Jiménez, P. (2014). *Entrenamiento de fuerza (Nuevas perspectivas metodológicas)*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Barfield, W. (1995). Effects of selected kinematic and kinetic variables on instep kicking with dominant and non-dominant limbs. *Journal of Human Movement Studies*, 29(6), 251–272.
- Billat, V. (2002). El musculo: transformación energética. In *Fisiología y metodología del entrenamiento*. Barcelona, España: Paidotribo.
- Bosco, C, & Komi, P. (1979). Physiology. *European Journal of Applied Physiology*, 41, 275–284.
- Bosco, Carmelo. (1994). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Barcelona, España: Paidotribo.
- Campos, J., & Izquierdo, M. (2008). Análisis de los movimientos de lanzamiento y golpeo. In *Biomecánica y Bases Neuromusculares de la Actividad Física y el Deporte* (pp. 351–353). Editorial medica panamericana.
- Cornie, P., Mccauley, G. O., Triplett, N. T., & McBride, J. M. (2007). Optimal loading for maximal power output during lower-body resistance exercises. *Medicine and Science in Sports and*

- Exercise*, 39(2), 340–349. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000246993.71599.bf>
- Creswell, J. (2008). *Research desing: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (3rd ed.). Sage publications, Inc.
- Dörge, H. C., Andersen, T. B., Sorensen, H., Simonsen, E. B., Aagaard, H., Dyhre-Poulsen, P., & Klausen, K. (1999). EMG activity of the iliopsoas muscle and leg kinetics during the soccer place kick. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 9, 195–200. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.1999.tb00233.x>
- Enoka, R. (2002). *Neuromechanics of human movement* (3rd ed.). E.E.U.U: Human Kinetics.
- Galvis, E. A. M., Arabia, J. J. M., & Castro, C. A. C. (2007). El trabajo de fuerza en el desarrollo de la potencia en futbolistas de las divisiones menores de un equipo profesional de fútbol. *Iatreia*, 20(2), 127–143.
- Garhammer, J. (1993). A review of power output studies of olympic and powerlifting: methodology, performance predictio, and evaluation tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 7(2), 76–89.
- Grosser, M., & Müller, H. (1992). *Desarrollo muscular. Un nuevo concepto de musculación*. Barcelona, Hispano-Europea.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Batista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5th ed.). Mc Graw Hill.
- Hochmuth, G. (1973). *Biomecánica de los movimientos deportivos*. Madrid: INEF.
- Johansson, H., Sjolander, P., & Sojka, P. (1991). Receptors in the knee joint ligaments and their role in the biomechanics of the joint. *Crit Rev Biomed Eng*, 18(5), 341–368.
- Juárez, D, & Navarro, F. (2006). Análisis de la velocidad del balón en el golpeo en jugadores de fútbol sala en función del sistema de medición, la intención en la precisión del tiro, y su relación

- con otras acciones explosivas. *European Journal of Human Movement*, 15.
- Juárez, Daniel, López, C., & Navarro, E. (2010). Análisis del golpeo de balón y su relación con el salto vertical en futbolistas juveniles de alto nivel. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias Del Deporte*. <https://doi.org/10.5232/ricyde2010.01903>
- Juárez, Daniel, & Navarro, F. (2006). Análisis de la velocidad del balón en el tiro en futbolistas en función de la intención de precisión. *European Journal of Human Movement*, (16), 39–49.
- Katch, McAdele, & Katch. (2015). *Fisiología del ejercicio* (4th ed.).
- Kellis, E., Katis, A., & Vrabas, I. S. (2006). Effects of an intermittent exercise fatigue protocol on biomechanics of soccer kick performance. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 16(5), 334–344. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2005.00496.x>
- Knudson, D. (2009). Correcting the use of the term “power” in the strength and conditioning literature. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(6), 1902–1908. <https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000297070.90551.DF>
- Knuttgen, H., & Kraemer, W. (1987). Terminology and measurement in exercise performance. *J. Appl. Sports Sci. Res*, 1, 1–10.
- Kreighbaum, E., & Barthels, K. (1995). *Biomechanics: A Qualitative Approach for Studying Human Movement* (4th ed.). New York.
- Lees, A., & Davies, T. (1987). *The effects of fatigue on soccer kick kinematics*.
- Lopez-Chicharro, J., & Fernandez-Vaquero, A. (2006). *Fisiología del ejercicio*. Madrid: Panamericana.
- López, J., Dorado, C., & Chavarren, J. (2007). *Efectos del entrenamiento de fuerza sobre la potencia de chut en el fútbol*. Las palmas de gran canaria.
- Lozada, J., & Padilla, A. (2018). Validez y reproducibilidad del test de velocidad máxima de balón

- después del golpeo en el fútbol. *Revista Observatorio Del Deporte*, 4(2), 36–53.
- Lozano, R., & Barajas, Y. (2013). Determinación y valoración cinemática en el lanzamiento del tiro libre preferencial en el fútbol. *Revista Actividad Física y Desarrollo Humano*, 24–35.
- Maureira, F., Bahamondes, V. V., & Jesam, B. (2012). Time of reaction and time of execution in goalkeeper of football category sub-15. *DEFDER*, 53–61.
- Méndez, É., Márquez, J., & Castro, C. (2007). El trabajo de fuerza en el desarrollo de la potencia en futbolistas de las divisiones menores de un equipo profesional de fútbol. *IATRIA*, 20(2), 127–143. <https://doi.org/10.1515/sjecr-2017-0031>
- Nacleiro, A. (2006). Aplicaciones de control de la potencia de movimiento en el entrenamiento de fuerza. In *Nuevas dimensiones en el entrenamiento de la fuerza*.
- Newton, I. (1686). *Philosophiae naturalis principia matemática*.
- Ricoy, C. (2006). Contribution on the research paradigms. *Educação: Revista Do Centro de Educação UFSM*, 31(1), 11–22. <https://doi.org/10.5902/198464441486>
- Santos-García, D., Navarro-Valdivielso, F., Aceña-Rubio, R., González-Ravé, J., & Arija-Blázquez, A. (2008). Relación entre la fuerza máxima en squat y acciones de salto, sprint y golpeo de balón. (Relationship among maximal strength in squat exercise, jump, sprint and kicking ball performance). *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias Del Deporte*, 4(10), 1–12. <https://doi.org/10.5232/ricyde2008.01001>
- Santos-García, D., Sainz, J., & Cabello, E. (2010). Analysis of the soccer kick and its relationship with the vertical jump in young top-class soccer players. *International Journal of Sport Science*, 6, 128–140. <https://doi.org/10.5232/ricyde2010.01903>
- Smerdu, V., Karsch-Mizrachi, I., Campione, M., Leinwand, L., & Schiaffino, S. (1994). Type IIx



myosin heavy chain transcripts are expressed in type IIb fibers of human skeletal muscle.

*American Journal of Physiology - Cell Physiology*, 267(6 36-6).

Teixeira, L. (1999). Kinematics of kicking as a function of different sources of constraint on accuracy. *Perceptual and Motor Skills*, 88(3), 785–789.

<https://doi.org/10.2466/pms.1999.88.3.785>

Trujillo, M. (1999). Principios biomecánicos. *RED (Revista de Entrenamiento Deportivo)*, XIII(2).

Vittori, C. (1990). El entrenamiento de la fuerza para el sprint. *RED (Revista de Entrenamiento Deportivo)*, 4(3), 2–8.

Zernicke, R., & Roberts, E. (1978). Lower extremity forces and torques during systematic variation of non weight bearing motion. *Medicine and Science in Sports*, 10(6).