

Análisis de movimiento y caracterización biomecánica de un approach con el hierro lob

wedge 60°

Aguilar Melgarejo Wilmer Norvey

Bautista Tovar Lina Marcela

Vanegas Ceron Luis Miguel

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Análisis de movimiento y caracterización biomecánica de un approach con el hierro lob
wedge 60°

Aguilar Melgarejo Wilmer Norvey

Bautista Tovar Lina Marcela

Vanegas Ceron Luis Miguel

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Monografía Para Optar El Titulo de Licenciatura En Educación Física Recreación y Deportes

Tutor

Milthon Javier Betancourt Magister en Educación

Corporación Universitaria Minuto De Dios (UNIMINUTO) Lic. Educación Física Recreación

Y Deportes

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia por el apoyo incondicional entorno a todo lo que me brindan cada día, aquellas personas que pudieron hacer cierta esta investigación, tanto en el sitio donde me dejaron realizar las tomas y el jugador profesional que nos colaboró con su tiempo y su gran disposición para que se diera esto y más a un para aquel que opta por leerla, porque es el interés que tiene con respecto a este deporte y sé que se le será de gran ayuda. En cuanto a mí, el golf me ha aportado en lo que soy ahora, y en lo que seré más adelante pues sin duda estos espacios enriquecen mi labor profesional y contribuyen a generar alternativas para investigar más sobre este deporte.

Aguilar Melgarejo Wilmer Norvey

Principalmente quiero agradecer a DIOS por haberme permitido llegar hasta aquí, darme fuerzas, sabiduría y salud para poder cumplir este gran paso en mi vida profesional. De igual forma agradezco a mis padres, MARÍA CRISTINA TOVAR y EDER BAUTISTA, quienes me apoyan siempre a lo largo de la vida, por darme su amor, motivación, comprensión y la gran oportunidad de poder estudiar. Finalmente debo agradecer a mi compañero miguel y a todas aquellas personas que me brindaron su apoyo a lo largo de mi carrera universitaria.

Bautista Tovar Lina Marcela

Quiero agradecer primordialmente a mis padres Isabel Ceron y Hector Vanegas, por el apoyo, el cariño y el esfuerzo brindado durante el transcurso de mi etapa como estudiante universitario, también por la tenacidad de impulsarme a realizar los estudios esta maravillosa profesión; le agradezco a mis hermanos Carolina, Patricia y David, por la motivación brindada, para que siguiera con los estudios, a mi compañera Marce que me ha acompañado desde el inicio de esta carrera y por ultimo a los docentes con los que compartí en un aula de clase.

Vanegas Ceron Luis Miguel

DEDICATORIA

A esa persona que me da de su perseverancia, su amor y su total disposición en todos los momentos de mi vida, con ella y por ella vale la pena todo lo que pasa en mi realidad, puesto que cada día mi mente y corazón se encuentran con ella “madre querida”

Aguilar Melgarejo Wilmer Norvey

Dedico este proyecto a mis padres y hermanas quienes siempre están conmigo, por acompañarme en cada etapa importante de mi vida, gracias por darme el mejor ejemplo, a todas aquellas personas que hicieron posible la realización de esta investigación y finalmente a DIOS por permitirme culminar este gran paso en mi formación académica.

Bautista Tovar Lina Marcela

Dedico este proyecto de grado a mis padres Isabel Ceron y Hector Vanegas, por el apoyo brindado durante estos años de estudios, por su amor y cariño; por la motivación a que continuara con este sueño que está a punto de hacerse realidad y por demostrarme que siempre se puede salir adelante a pesar de las adversidades.

Vanegas Ceron Luis Miguel

Resumen Analítico Educativo RAE

1. Autores

Aguilar Melgarejo Wilmer Norvey, Bautista Tovar Lina Marcela, Vanegas Cerón Luis Miguel.

2. director del proyecto

Milthon Javier Betancourt

3. Título del proyecto

Análisis de movimiento y caracterización biomecánica de un approach con el hierro lob wedge 60°

4. Palabras claves

Biomecánica deportiva, posición, trayectoria, magnitud, movimiento.

5. Resumen del proyecto

En este trabajo se realizó el análisis cinemático de un approach con el hierro 60° en un jugador profesional colombiano en serrezuela country club ubicado en el municipio de Mosquera. Este estudio se le realizó a un jugador profesional con una trayectoria de conocimiento acerca del golf de 24 años, de experiencia ha participado en 3 torneos locales y 6 torneos nacionales, y otros torneos a nivel Inter clubes, Como profesional lleva 1 año en la federación y 3 años en la PGA su hándicap actualmente se encuentra en 0. La investigación es cuantitativa ya que se realizan toma de datos de las diferentes variables que influyen durante la ejecución del swing, el alcance de la investigación es no exploratorio ya que no se realizó intervención. Por medio de los análisis de la trayectoria, velocidades, tiro parabólico y tiempos de segmento corporales,

bola y palo se obtienen las conclusiones sobre los aciertos y fallas del gesto técnico en las diferentes fases.

6. Grupo y Línea de Investigación en la que está inscrita

--

7. Objetivo General

Evaluar las variables cinemáticas del approach con el lob 60° en un jugador de golf profesional colombiano.

8. Problemática: antecedentes y pregunta de investigación

En la consulta de antecedentes, la cual nos sirve como apoyo teórico en la investigación se revisaron los repositorios de universidades en la ciudad de Bogotá, nacional e internacional. A pesar de no hallar gran cantidad de proyectos de grado, tesis de doctorado o maestría donde se utilice la biomecánica para medir las variables del swing en el golf, se encontraron varios estudios donde se estudian las diferentes variables cinemáticas.

Se encontraron algunos artículos tales como el de España de la universidad de valencia del departamento educación física y deportiva, titulado “Análisis cinemático del swing de golf en golpes de precisión” del año 2002, los objetivos de este estudio fueron:

Por un lado, tratar de validar una metodología de trabajo para el análisis cinemático del swing. Por otro lado, se pretende evaluar el modelo individual de un jugador por medio del análisis de parámetros cinemáticos al ejecutar tiros de precisión sobre un objetivo fijo, y en condiciones controladas de stance. (Campos, Monzo, Abella 2002, p. 63).

¿Cuáles son las medidas de las variables cinemáticas del approach con el lob wedge 60° en un jugador profesional colombiano?

9. Metodología

La metodología que se utilizó en esta investigación fue el diagnóstico y planteamiento del problema, intervención cinemática, análisis biomecánico, recolección y análisis de datos, para finalizar con la discusión.

10. Recomendaciones y Prospectiva

Al realizar esta investigación, posibilita a ampliar la información acerca de este deporte en Colombia, ya que la información que existe con base a estos estudios no se encuentran y si hay no están estudiados de esta manera, así que volviendo a la primera línea, la aplicación de estos softwares ayudaran a la mejora de cada jugador y encontrar las posibles fallas que se puedan obtener además de que simplemente este es una parte muy pequeña de este deporte ,solo se abren las posibilidades de estudiar más a fondo otros tipos de golpes y diferentes situaciones de juego que se puedan encontrar en el terreno de juego refiriéndome a golpes con otros hierros o quizás aún la manera de como efectuar una salida o como ayudar a enriquecer su swing por lo cual dejamos el interés de seguir investigando más acerca de este ,que por el cual nos demuestra tan compleja es la técnica y las variedades de la ejecución de la técnica, porque no solo sirve para una persona que sea profesional, sino al contrario sirve para mejorar el juego de muchas personas que quizás ya juegan bien pero quieren seguir rindiendo y

aquellas personas que están interesadas en empezar desde ceros y quieren emplear una muy buena técnica partiendo desde el inicio

Adicional a la aplicación de esta investigación en términos de información propone aspectos adicionales , y es la continuación en la investigación teórico práctica en el deporte del golf, basados en hechos científicos y no tan guiados a través de la experiencia , posibilitando abrir más campos para el educador y además compartiendo la información entre aficionados , jugadores y expertos de este deporte, nos deja con la sensación de que muy pronto se podrán obtener más investigaciones ya que teniendo esta guía podrá ampliarse más el rendimiento de los jugadores y creciendo el interés por estas nuevas alternativas de estudio.

11. Conclusiones

En alusión a las variables cinemáticas de los 25 golpes registrados en la ejecución del approach y la caracterización de los fotogramas.

En las distintas fases del swing para la ejecución del approach, se puede observar de una manera más detallada con la ayuda de los instrumentos aplicados a esta investigación, encontrar posibles errores que se cometen en cada momento de las ejecuciones del golpe, evidenciar la precisión y el ritmo con el que este jugador realiza este gesto técnico, además de aportarle al jugador información sobre su swing, como interviene los segmentos corporales en cada una de las fases del swing para la realización de este, el contacto con la bola para producir un próximo despliegue de esta misma, arrojando variables angulares , velocidad, distancia, trayectoria recorrida por la bola, así como también el tiempo que demoró esta para caer , el tiempo de ejecución de swing y a que distancia quedo en cada golpe realizado. Con lo

anterior se evidencia la sincronización y ritmo de cada uno de sus golpes, los ángulos con equivalencia y su terminación, cuya respuesta es confortable de acuerdo a la información de la tabla y el análisis del swing manifestando que el golf es uno de los deportes que exige mayor precisión a la hora de embocar al hoyo respecto a este tipo de golpe.

12.

Acero J. (2002) Bases Biomecánicas para la Actividad Física y Deportiva. *Pamplona: Universidad de Pamplona.*

Acosta, L. Aldana, D, y Gonzales, k. (2016). *Caracterización y modelación digital del gesto técnico tailwhip en bmx estilo libre.* Recuperado de https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/4476/TEFIS_AcostaBerriosLauraViviana_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=

Anguera, M. (1990). *Metodología observacional.* Murcia. Universidad de Murcia. Pags. 123-126.

Alan, F., Steiner, T., Chowdhury, H., Moria, H., Khan, I., Aldawi, F. y Subic, A. (2011). *A study of golf ball aerodynamic drag.* *ScienceDirect, 13*, 226-231. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187770581100991X>.

Bartlett, R.M. (1997). *Current issues in the mechanics of athletic activities. A position paper.* *Journal of Biomechanics, 30*, 477-486. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002192909600173X>

Blazevich, A. (2007). *Biomecánica Deportiva*. Badalona, Editorial Paidotribo.

Burden, A. M., Grimshaw, P. N., y Wallace, E. S. (1998). *Hip and shoulder rotations during the golf swing of sub 10 handicap players*. *Journal of Sports Science*, 16, 165-176.

Recuperado de :

https://www.researchgate.net/publication/51323437_Hip_and_shoulder_rotations_during_the_golf_swing_of_sub-10_handicap_players.

Campos, J; pablos, A, Abella, C. (2002), *análisis cinemático del swing de golf en golpes de precisión, biomecánica, 10(2)62-67*. Recuperado de:

https://www.researchgate.net/publication/39434107_Analisis_cinematico_del_swing_de_golf_en_golpeos_de_precision

Cárdenas. (2012). *HERRAMIENTAS PEDAGÓGICAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA COORDINACIÓN EN LA EJECUCIÓN DE LA TÉCNICA DEL SWING DE GOLF EN NIÑOS DE 6 A 8 AÑOS*. (proyecto de grado). Universidad libre de Colombia

Chulia, V, (2017). Consejo a la hora de comprarnos palos de golf. Recuperado de:
<https://www.ligaspga.es/noticias/wp-content/uploads/2018/04/CONSEJO-A-LA-HORA-DE-COMPRARNOS-PALOS-DE-GOLF.pdf>

Ferro, A. Floría, P.(2007). *La aplicación de la biomecánica al entrenamiento deportivo mediante los análisis cualitativo y cuantitativo. Una propuesta mediante los análisis*

cualitativo y cuantitativo. Journal of Sport Science, 3,49-80 Recuperado

de::://www.cafyd.com/REVISTA/00705.pdf

González, Vivas, M. y Floría. (2011). Análisis por fotogrametría 3D de la técnica de swing de una golfista profesional. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.11*, 236-254. Recuperado de:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54222171002>

Hardy, J., y Andrisani, J. (2005). *The plane Truth for Golfers*. EEUU: McGraw-Hill.

Hay, J. G. (1993). *The Biomechanics of Sports Techniques*. EEUU Upper Saddle River: Prentice-Hall.

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. México Df: Editorial Mc Graw hill

Hume, P., Keogh, J., & Reid, D. (2005). The Role of Biomechanics in Maximising Distance and Accuracy of Golf Shots. *Sports Medicine, 35*(5), 429-449. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/7845632_The_Role_of_Biomechanics_in_Maximising_Distance_and_Accuracy_of_Golf_Shots

Joyce C, Burnett A, Cochrane J y Ball K. (2013). Three-dimensional trunk kinematics in golf: between-club differences and relationships to clubhead speed. *Sports Biomech.;12*(2):108-120.

Ledanois, J., Lopez de Ramos,A. (1996) *magnitudes dimensiones y conversiones de unidades*.Caracas: Equinoccio.

López, De Antonio, Juarez y Navarro. (2008). El “timing” en el swing de golf en jóvenes promesas. *Kronos: revista universitaria de la actividad física y el deporte de España,13*, 26-

34. Recuperado de:

https://www.academia.edu/8585729/El_patrn_de_movimiento_en_el_swing_de_golf_en_jvenes_promesas.

Mesas, J. (2009). *El entrenador personal del golf*. España: Pila teleñapa.

Plaza, M. (2011). *Estudio de la influencia de un programa de entrenamiento de la fuerza en diferentes factores de rendimiento, en jugadores de golf de élite*. (tesis doctoral). Universidad de Leon, Leon, España.

Pérez P, y Llana,S (2015). *Biomecánica básica aplicada a la actividad física y el deporte*, badalona, España: Paidotribo.

Prioli E. (2013). *Analysis of the influence of biomechanical and anthropometrical factors on the performance of golf swing*. (Tesis de maestría). Escuela de Ingeniería de Sistemas Máster en Ingeniería Biomédica Departamento de Bioingeniería.

Tepler, P. & Mosca, G. (2010). *Física para la Ciencia y Tecnología*. España: Reverté:

Verkhoshansky, Y,(2002), *teoría y metodología del entrenamiento deportivo*, Barcelona España: paidotribo.

Zheng, N., Barrentine, S., Fleisig, G., y Andrews J. (2008). Swing Kinematics for Male and Female Pro Golfers. *International Journal of Sports Medicine*, 29 (12), 965–970. Recuperado de:

https://www.researchgate.net/publication/5292347_Swing_Kinematics_for_Male_and_Female_Pro_Golfers

Contenido

1. Contextualización	25
1.1. Macro contextualización	25
1.2. Micro contextualización	26
2. Problemática	27
2.1 Descripción del problema	27
2.2 Formulaciòn del problema	27
2.3 Justificación	28
2.4.1 Objetivo general	28
2.4.2 Objetivos Específicos	29
3. Marco referencial	30
3.1 Antecedentes	30
3.2 Marco teórico	36
3.2.1. Biomecánica deportiva	36
3.2.1.1 Análisis del movimiento	36
3.2.2.1. Posición	37
3.2.2.3. Rodilla	39
3.2.2.4 Cadera	39
3.2.2.5. Tronco	40
3.2.2.6. Hombro	40
3.2.2.7. Codo	41
3.2.2.8. Manos	42

3.2.2.9. Cabeza	43
3.2.3. Trayectoria	43
3.2.3.1 Tobillo	44
3.2.3.2. Rodilla:	44
3.2.3.3. Cadera:	45
3.2.3.4. Columna	45
3.2.3.5. Hombro	46
3.2.3.6. Codo	46
3.2.3.7. Las manos y las muñecas	47
3.2.4. Magnitudes	47
3.2.4.1 Backswing	47
3.2.4.2. Downswing	48
3.2.4.3. Follow-trough	49
3.2.5 Hierro	50
3.2.5.1. Características del hierro lob wedge 60°	50
3.2.6. Bola	53
3.2.6.1. Características de la bola	53
3.2.7. Tiro parabólico	54
4. Marco metodológico	57
4.1. Tipo de investigación	57
4.2. Enfoque de la investigación	58

4.3 Fases de la investigación	59
4.4. Población y muestra	61
5. Resultados	63
5.1. Técnica de análisis de resultados.	63
5.2. Fases de swing	64
5.2.1 Stance.	64
5.2.2. Backswing	66
5.2.3. Downswing	67
5.2.4. Follow through	68
5.2.5. Finish.	69
5.3. Cuantitativos	70
5.3.1. tiro parabólico.	70
5.3.2. Velocidades angulares, lineales y aceleración angular del hierro durante las fases de swing.	95
5.3.2.1 Cuerpo.	98
5.3.2.2 Mano derecha.	99
5.3.2.3 Mano izquierda.	100
5.3.2.4 Antebrazo derecho.	101
5.3.2.5 Antebrazo izquierdo.	102
5.3.2.6 Brazo derecho	103
5.3.2.7 Brazo izquierdo.	104
5.3.2.8 Torso lado derecho	105

5.3.2.9 Torso izquierdo.	106
5.3.2.10 Muslo derecho.	107
5.3.2.11 Muslo izquierdo.	108
5.3.2.13 Pantorrilla izquierda.....	110
5.3.2.14 Tobillo derecho.	111
5.3.2.15 Tobillo izquierdo.....	112
5.4 Cualitativo.....	113
5.4.1. Movimiento de la Cabeza durante las fases del swing.....	113
5.4.3. Movimiento de las muñecas durante las fases del swing.....	115
5.4.4. Movimiento de la Cabeza durante las fases del swing.....	116
5.4.5. Movimiento de los hombros durante las fases del swing.....	117
5.4.6. Movimiento de las muñecas durante las fases del swing.....	118
5.4.7. Movimiento de la Cabeza durante las fases del swing.....	120
5.4.8. Movimiento del hombro y los brazos durante las fases del swing.....	120
5.4.9. Movimiento de las muñecas durante las fases del swing.....	122
5.4.10. Movimiento del tronco y cadera durante las fases del swing.....	123
5.4.11. Movimiento de las rodillas durante las fases del swing.....	123
5.4.12. Movimiento de los pies durante las fases del swing.....	125
6. Discusión.....	127
7. Conclusiones.....	132
8. Prospectiva.....	138

9. Referencias bibliográficas 139

Índice de figuras.

Figura 1. Cara del hierro, ángulo de loft 60°	51
figura 2 Hierro wedge 60° completo.	52
figura 3 Bola de golf	53
figura 4 Radio del hierro desde el grip hasta la cabeza	56
Figura 5 Fase de la investigación fuente.....	59
figura 6 Fases del swing.	64
Figura 7 Fases del swing (stance).....	64
Figura 8 Fases del swing (stance superposición).....	65
Figura 9 Fases del swing (Back swing, Ángulos).....	66
Figura 10 Fases del swing (Back swing sincronización)	66
Figura 11 Fases del swing (Down swing ángulos)	67
Figura 12 Fases del swing (Down swing superposición)	67
Figura 13. Fases del swing (Follow through, Angulo)	68
Figura 14. Fases del swing (Follow through, Superposición)	68
Figura 15, Fases del swing (Finish).....	69
Figura 16, Fases del swing (Finish).....	69
Figura 17, ángulo de proyección.	71
Figura 18, Trayectoria parabólica golpe 17.	72
Figura 19. Grafica de dispersión de las variables de ángulo de proyección y tiempo de subida.....	76
Figura 20. Dispersión de tiempo de subida y Y máxima. Fuente propia	77
figura 21, Trayectoria de la bola en los golpes 1 y 2.	79

Figura 22, trayectoria de la bola en los golpes 3 y 4.....	80
figura 23. Trayectoria de la bola en los golpes 5 y 6	82
Figura 24. Trayectoria de la bola en los golpes 7 y 8.	83
Figura 25, Trayectoria de la bola en los golpes 9 y 10.	84
Figura 26, Trayectoria de la bola en los golpes 11 y 12.....	85
Figura 27, Trayectoria de la bola en los golpes 13 y 14.....	86
Figura 28 Trayectoria de la bola en los golpes 15 y 16.	88
Figura 29, Trayectoria de la bola en los golpes 18 y 19.....	89
Figura 30, Trayectoria de la bola en los golpes 20 y 21.....	90
Figura 31, Trayectoria de la bola de los golpes 22 y 23.....	92
Figura 32, Trayectoria de la bola de los golpes 24 y 25.....	93
Figura 33. Modelación 3D del golpe 17, mediante skillspector.	98
Figura 34, Velocidad angular del cuerpo durante el swing en el golpe 17.	98
figura 35, Velocidades angulares de la mano derecha durante el swing del golpe 17.....	99
figura 36, Velocidades angulares de la mano derecha durante el swing del golpe 17.....	100
figura 37 Velocidad angular del antebrazo derecho durante en swing del golpe 17.....	101
figura 38 Velocidad angular del antebrazo derecho durante en swing del golpe 17.	102
Figura 39, Velocidad angular del brazo derecho en el swing del golpe 17.....	103
Figura 40, Velocidad angular del brazo izquierdo en el swing del golpe 17.	104
figura 41, Velocidad angular del lado derecho del torso durante el swing en el golpe 17. .	105
Figura 42, Velocidad angular del lado izquierdo del torso durante el swing en el golpe 17.	
.....	106
Figura 43, Velocidad angular del muslo derecho en el swing del golpe 17.	107

Figura 44, Velocidad angular del muslo izquierdo durante el swing del golpe 17.....108

Figura 45, Velocidad angular de la pantorrilla derecha en el swing del golpe 17.109

**Figura 46, Velocidad angular de la pantorrilla izquierda durante el swing en el golpe 17.
.....110**

Figura 47, Velocidad angular del tobillo derecho durante el swing del golpe 17.....111

Figura 48, Velocidad angular del tobillo izquierdo durante el swing del golpe 17.112

**Figura 49, Golpe 11, el golpe más erróneo de todos los ejecutados descripción observacional
a través de las 5 fases del swing /de izquierda a derecha, Stance/Back swing/Down
swing/Follow through/Finish, de la ejecución durante el approach por el jugador
profesional.113**

**Figura 50 . Golpe 17, hoyo en uno, descripción observacional a través de las 5 fases del
swing /de izquierda a derecha, Stance/Back swing/Down swing/Follow through/Finish,
de la ejecución durante el approach por el jugador profesional.116**

**Figura 51 Golpe 13, el golpe general y consistente junto a los tiros
1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,12,14,15,16,18,19,20,21,22,23,24,25 descripción observacional a
través de las 5 fases del swing /de izquierda a derecha, Stance/Back swing/Down
swing/Follow through/Finish.120**

Indicé de tablas

Tabla 1 Características de la población. Fuente propia.....	62
Tabla 2. Valores de las diferentes variables cinemáticas del tiro parabólico de los golpes 1 al 5.	73
Tabla 3. variables cinemáticas del tiro parabólico de los golpes 6 al 10.	74
Tabla 4. valor de las variables cinemáticas del tiro parabólico en los golpes 11 al 15.....	74
Tabla 5. variables cinemáticas del tiro parabólico en los golpes 16 al 20.	74
Tabla 6. valor de las variables cinemáticas del tiro parabólico en los golpes 21 al 25.....	75
Tabla 7. Variables tiro parabólico del golpe 17.....	78
Tabla 8 variables tiro parabólico golpes 1 y 2.....	79
Tabla 9. Variables tiro parabólico golpes 3 y 4.	81
Tabla 10. Variables tiro parabólico golpes 5 y 6.	82
Tabla 11. variables tiro parabólico, golpes 7 y 8.....	83
Tabla 12. valor de las variables de los golpes 9 y 10.....	84
Tabla 13. Variables golpes 11 y 12.....	85
Tabla 14. valor de las variables de los golpes 13 y 14.....	87
Tabla 15. valor de las variables de los golpes 15 y 16.....	88
Tabla 16. valor de las variables de los golpes 18 y 19.....	89
Tabla 17. valor de las variables de los golpes 20 y 21.....	91
Tabla 18. valor de las variables del tiro parabólico de los golpes 22 y 23.....	92
Tabla 19. valor de las variables del tiro parabólico de los golpes 24 y 25.....	93

Introducción

El swing movimiento que empleamos para golpear la bola con el hierro lob wedge, se caracteriza por ser un tiro de aproximación al Green (zona donde está ubicada la bandera, el pasto es mucho más corto y presentan ondulaciones en ciertos espacios del hoyo para dificultar el juego), este hierro proporciona golpes altos con mucho ángulo, lo que hace que la bola ruede pocos metros después del impacto, este es el indicado para sacar la bola de los diferentes obstáculos como bunker (trampa de arena) y hazards (hace referencia a los obstáculos) de agua.

Este estudio se desarrolló en serrezuela country club municipio de Mosquera, en el hoyo 15, a una distancia de 30 yardas del hoyo, el pasto donde se realizó el tiro es denominado fairway o calle. (que es la zona del recorrido del hoyo donde el césped es más cortado) Para ello se realizaron varias tomas de videos durante la ejecución del swing en diferentes planos frontal, lateral, donde se determinaron las siguientes fases, para el posterior análisis del swing: stance (posición inicial, es decir la posición que toma el jugador cuando se dispone a dar un tiro o también cuando el cuerpo esta frente a la bola.), el backswing (es la fase en la que elevamos el palo, inicia cuando arrancamos la cabeza del palo y termina en lo alto de la subida del palo), el downswing (bajada del palo, que comienza desde lo alto del back swing hasta el momento del impacto con la bola), el follow-through (es la continuación de la cabeza del palo después del impacto) y el finish (postura en la que concluye el swing de golf). Posterior a esto se tomaron datos cuantitativos cómo velocidad angular, velocidad lineal, trayectoria y magnitud de los segmentos corporales el hierro y la bola.

La investigación es cuantitativa ya que se realizan toma de datos de las diferentes variables que influyen durante la ejecución del swing, el alcance de la investigación es no exploratorio ya que no se realizó intervención. Por medio de los análisis de la trayectoria, velocidades, tiro parabólico y tiempos de segmento corporales, bola y hierro se obtienen las conclusiones sobre los aciertos y fallas del gesto técnico en las diferentes fases.

Al realizar esta investigación, posibilita ampliar la información acerca de este deporte en Colombia, ya que la información que existe con base a estos estudios no se encuentran, y si hay no están estudiados de esta manera, además de aportarle al jugador información sobre su swing y como interviene los segmentos corporales en cada una de las fases del mismo para la realización del swing y el contacto con la bola para producir un próximo despliegue de esta misma, arrojando variables angulares , velocidad, distancia, trayectoria recorrida por la pelota, así como también el tiempo que demoró la pelota para caer, el tiempo de ejecución de swing y a que distancia quedo en cada golpe realizado.

1. Contextualización

1.1. Macro contextualización

La creación de la Federación Colombiana de Golf no fue un hecho fortuito ni mucho menos un afán burocrático. Fue el resultado del propio desarrollo que venía teniendo la práctica de este deporte en Colombia. Hacia mediados del siglo pasado ya tenía cuerpo y forma lo que en un principio (1917) era el propósito de un grupo de amigos para practicar en el país un novedoso deporte. En esos treinta y pico de años el golf había avanzado a pasos de siete lenguas con la aparición en varias ciudades de links con especificaciones y exigencias similares a las de los más importantes del mundo y donde se realizaban torneos de tan alta categoría que la prensa les dedica espacios mucho más amplios que en la actualidad. Y algo significativo: aparecieron columnistas que informaban en notas breves lo que iba sucediendo en tal o cual certamen golfista. Fueron famosos los que escribían bajo los nombres TNT, DNP y Jeme. "Todos los aficionados al golf están de acuerdo en afirmar que este deporte ha avanzado considerablemente en Colombia; que en los centros golfísticos del país -en Medellín o en Barranquilla, en Bucaramanga, en Cartagena, Barrancabermeja o El Centro- se juega admirablemente y que cada día se registran mayor entusiasmo y más eficiencia entre los innumerables partidarios del golf", escribía Jeme. Por su parte los titulares y los sumarios en los diarios tenían las características topográficas correspondientes a una noticia de primer orden. Noticia que se seguía de manera diaria a medida que se iba desarrollando tal o cual certamen. Inclusive los diarios contaban con corresponsales especiales para el cubrimiento de los torneos en ciudades distintas de sus sedes. (Federación Colombiana de golf, 2009).

1.2. Micro contextualización

La investigación se llevó a cabo en el municipio de Mosquera, en serrezuela country club que es un escenario deportivo social, El Club se encuentra afiliado a la Federación Colombiana de Golf, División de Golfistas Senior y Asociación de damas Senior de Golf, contando con el respaldo de eventos deportivos como uno de los más importantes, como los abiertos para profesionales desde el año 2008 hasta el 2015, amateurs y seniors entre otra categoría. Otros torneos locales como copa serrezuela, torneo padres e hijos, torneo que ayudan a propiciar el rendimiento y la competencia en este deporte. El ultimo evento importante fue el II internacional de golf aficionados, donde se competían con categorías como 1^acaballeros aficionados 2^a caballeros aficionados,3^acaballeros aficionados 1^a y 2^a damas aficionadas 1^a mid amateur, 2^o Mid Amateur y senior.

2. Problemática.

2.1 Descripción del problema.

El golf en Colombia es un deporte originalmente privado, cuyo método de enseñanza es a través de la experiencia, basado más en ejemplos de imitación para la realización de los tipos de golpe, logrando un gesto técnico de manera aproximada al objetivo de acertar al hoyo, a pesar de que existan estudios basados en el swing, no son lo suficientemente completos en información cualitativa y cuantitativamente, De este modo en la búsqueda de información en bases de datos como Dspace, repositorios universitarios a nivel nacional, PGA Colombia entre otros, Se encontraron documentos relacionados con el Golf, por ejemplo: una tesis de grado de la universidad libre se refiere a las estrategias pedagógicas para enseñar la técnica del swing en niños. (Cárdenas, 2012). Este tipo de investigaciones fueron las más relacionadas hablando de golf, pero es evidente que en la búsqueda física y electrónica no se han realizado estudios cinemáticos en Colombia. Por esta razón es importante realizar esta investigación cuya finalidad pretende dar a conocer las variables cinemáticas en la ejecución del swing de approach en un jugador profesional colombiano.

2.2 Formulaciòn del problema

¿Cuáles son las diferentes variables cinemáticas del approach con el lob wedge 60° en un jugador profesional colombiano?

2.3 Justificación.

Es importante en el ámbito deportivo realizar mejoras que le permitan al deportista tener un mayor rendimiento a la hora de competir, ya que un profesional se basa bastante en su juego y su swing, aunque por medio del análisis biomecánico busquemos generar un conocimiento en cuanto a la realización de un approach con el hierro 60° esto le permitirá poseer una mayor confianza respecto a la hora de ejecutar el golpe, puesto que cuenta con un soporte cuantitativo y cualitativo, donde podemos observar las diferentes variables desde una perspectiva más viable, que le permita al jugador analizar su swing con veracidad y efectividad al momento de ejecutar un buen movimiento en este golpe, ya que si no se tiene un gran dominio al momento de realizarlo, no se podrá golpear la bola de forma óptima, impidiendo que esta no avance hacia el objetivo. Es de suma importancia saber qué factores influyen en su ejecución, por eso el uso de fórmulas matemáticas para la obtención de diferentes velocidades, tiempos, distancias, que intervienen durante la ejecución de este tiro sin dejar a un lado el swing. Por otra parte, siendo fundamental obtener una base científica para este deporte en un contexto nacional, debido a que no se han realizados estudios de índole biomecánico referentes al golf y más exactamente con el approach.

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo general.

Caracterizar las medidas de las variables cinemáticas del approach con el lob 60° en un jugador de golf profesional colombiano.

2.4.2 Objetivos Específicos

- Analizar cinemáticamente las fases del swing con el hierro 60° utilizando la fotogrametría.
- Realizar una comparación intrasujeto de las variables en los diferentes golpes del approach.
- Observar errores técnicos por medio de software especializados.

3. Marco referencial

3.1 Antecedentes

En la consulta de antecedentes, la cual nos sirve como apoyo teórico en la investigación se revisaron los repositorios de universidades en la ciudad de Bogotá, nacional e internacional. A pesar de no hallar gran cantidad de proyectos de grado, tesis de doctorado o maestría donde se utilice la biomecánica para medir las variables del swing en el golf, se encontraron varios estudios donde se estudian las diferentes variables cinemáticas.

El artículo es de la revista Kronos: revista universitaria de la actividad física y el deporte de España titulado “El “timing” en el swing de golf en jóvenes promesas” año 2008 el cual consistió en:

Comprobar la existencia de un “timing” propio en jugadores jóvenes promesas y verificar qué parámetros son más adecuados para el análisis de la secuencia temporal de golf, velocidades lineales o velocidades angulares. Entendiendo el “timing” como la secuencia temporal de acciones que ocurren en la fase del downswing. Se han analizado biomecánicamente doce golpes de cuatro jugadores promesas, mediante el sistema fotogrametría 3D Vicon Oxford Metrics © de captura automática. Se ha comprobado que los valores absolutos de velocidades lineales eran mayores en los chicos que en las chicas. El análisis de la secuencia temporal de máximos alcanzados en las velocidades lineales en los segmentos muestra cómo las acciones siguen un orden diferente en función del género. (Subijana, De Antonio, Juárez y Navarro 2008, p. 26).

En cuanto a la metodología utilizada fue cuantitativa, la población de muestra fueron dos hombres y dos mujeres, las mujeres utilizaron un hierro 7 y los hombres un hierro 6, cada uno hizo 12 golpes tratando de alcanzar la mayor distancia posible. Se analizaron las fases del backswing y downswing donde se tomaron las velocidades máximas lineales y angulares de los segmentos corporales y el tiempo de cada fase, para después realizar un ANOVA donde se compararon los resultados de las mujeres versus los hombres y después se hicieron ANOVAS para mujeres y hombres. Obteniendo resultados como:

En el análisis de la duración de las fases de los golpes, los tiempos en el grupo masculino de backswing y de downswing encontrados son similares a los de otros estudios previos en el caso del género masculino. En las chicas, el backswing presenta un valor más alto que en otros estudios, sin embargo, se puede pensar que esta diferencia no se debe a razones antropométricas, sino posiblemente al mejor nivel técnico de la muestra empleada en el presente estudio. (Subijana, *et al.* 2008, p. 32)

En otro artículo artículo Español, de la Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 11, en el año 2011 llamado “Análisis por fotogrametría 3d de la técnica de swing de una golfista profesional” donde el objetivo del estudio que se realizó fue:

Analizar la ejecución del swing y proporcionar un modelo técnico de ejecución en el golf femenino. Se estudió una jugadora de golf profesional. Se analizaron 5 swings que, a criterio de la golfista, se habían ejecutado correctamente. Para el registro de los datos se utilizaron técnicas de fotogrametría 3D mediante un programa de captura de movimiento por seguimiento óptico. Se obtuvieron valores de variables cinemáticas angulares. La mayor parte

de las articulaciones analizadas registraron rangos de movimiento coincidentes con los patrones de eficacia reportados en la literatura. (Gonzalez, Vivas y Floria 2011, p. 236-237).

Su metodología fue cuantitativa, con un enfoque descriptivo donde la deportista realizó 5 swing con el palo driver para su posterior análisis de los segmentos corporales y determinado el valor de las velocidades angulares principalmente, también se generó un método adecuado para ejecutar el swing, dividiéndolo por fases y determinando cómo debe ir cada articulación y en grado de flexión debe ir durante la fase, y para finalizar los resultados obtenidos estaban acordes a los establecidos en otros estudio.

El artículo de España de la universidad de valencia del departamento educación física y deportiva, titulado “Análisis cinemático del swing de golf en golpes de precisión” del año 2002, los objetivos de este estudio fueron:

Por un lado, tratar de validar una metodología de trabajo para el análisis cinemático del swing. Por otro lado, se pretende evaluar el modelo individual de un jugador por medio del análisis de parámetros cinemáticos al ejecutar tiros de precisión sobre un objetivo fijo, y en condiciones controladas de stance. (Campos, Monzo, Abella 2002, p. 63).

De acuerdo con lo anterior la investigación pretende crear unas metodologías para el estudio biomecánico. La metodología del estudio fue cuantitativa, ya que se midió la velocidad máxima de la cabeza del palo, la distancia alcanzada por la bola, la desviación que tuvo la bola de la bandera, la rotación angular de algunos segmentos corporales y la medición de ángulos de

algunas articulaciones, el golfista es amateur y para el swing se utilizó el palo Pitching Wedge que tiene un ángulo de loft de 50 grados.

El artículo de la revista Sports Medicine titulado “The Biomechanics of the Modern Golf Swing: Implications for Lower Back” tiene como propósito El propósito de esta revisión fue consolidar la literatura con respecto a las características mecánicas y neuromusculares del swing de golf y para resumir las investigaciones existentes sobre los efectos del dolor lumbar (LBP) en el swing.

Los resultados obtenidos Estos hallazgos resaltan la necesidad de un conjunto de resultados recomendados y universalmente aceptados que puedan utilizarse fácilmente en este campo. Un segundo hallazgo clave de esta revisión fue que actualmente hay una escasez de estudios bien diseñados que buscan comprender mejor los mecanismos subyacentes de la espalda baja relacionada con el golf, lesiones, además, la literatura transversal existente presenta argumentos conflictivos.

Con respecto a las diferencias en los patrones de movimiento y las estrategias de reclutamiento muscular de los golfistas con LBP. Como tales, se deben considerar estudios longitudinales a mayor escala para futuras investigaciones que buscan desarrollar una mejor comprensión de los roles que los mecánicos de swing y los patrones de actividad muscular podrían desempeñar en el desarrollo de lesiones de espalda baja en golfistas. Sin dicha investigación, es probable que sea difícil traducir de manera efectiva los hallazgos de la investigación al entrenamiento y las prácticas clínicas. Por último, la investigación que busca

conocer los posibles mecanismos del dolor lumbar relacionado con el golf se ha centrado generalmente en los cambios en los patrones de movimiento de segmentos individuales o cambios en Mecánica y estrategias de reclutamiento muscular asociadas a esta actividad. En cuanto a las características mecánicas y neuromusculares del swing de golf y de la función neuromuscular. Como tal, hay una clara necesidad de futuras investigaciones para construir para aprovechar este conocimiento existente para establecer si las lesiones lumbares influyen en la intersección de segmentos Coordinación, patrones de carga espinal y / o función neuromuscular coordinada.

Para concluir, el último de los antecedentes y de la mayor importancia titulado “Análisis of the influence of biomechanical and anthropometrical factors on the performance of golf swing” el objetivo de este estudio fue:

Analizar todos los parámetros involucrados en el gesto de swing e investigar su influencia en la realización del movimiento, con el fin de proporcionar al golfista una herramienta útil para mejorar el rendimiento y la técnica.

El presente estudio fue desarrollado en cooperación entre el Laboratorio de Análisis Postural y de Movimiento "Luigi Divieti" del Politécnico de Milán y el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) de la Universidad Politécnica de Valencia.

En este estudio, se analizaron 10 jugadores de golf semiprofesionales de la escuela de alto rendimiento de la Federación Valenciana, con edades comprendidas entre los 17 y los 23 años, con un rango de discapacidad entre -1.7 y 5, todos ellos diestros.

Su metodología fue en primer lugar, se ha realizado un análisis antropométrico de los golfistas: a través del uso de un Scanner 3D se han detectado todas las dimensiones y alturas principales de los segmentos del cuerpo. Los diámetros óseos, los perímetros musculares y el grosor de los pliegues de la piel se han medido con instrumentos adicionales: segmómetro, plicómetro y cinta métrica. Las mediciones realizadas con esta instrumentación complementaria proporcionaron información adicional para la caracterización del somatotipo, que se obtuvo siguiendo el procedimiento ISAK.

Resultados obtenidos Primero, el número restringido de jugadores ha limitado el estudio estadístico: en el análisis descriptivo, las desviaciones estándar han mostrado valores altos; También para la definición de correlaciones significativas, se debe tener en cuenta la dimensión de la muestra del estudio. Sin embargo, el poder estadístico del análisis fue suficientemente alto para llevar a cabo la evaluación.

En segundo lugar, los golfistas eran todos semi-profesionales. Por un lado, significa que tienen niveles similares, que no permiten un análisis de la influencia de la discapacidad en los factores de rendimiento. Por otro lado, su técnica aún tiene que mejorar: puede influir en el análisis de algunos parámetros, como el factor X. Sin embargo, las condiciones similares de los jugadores han sido una ventaja al compararlos sin la influencia de factores externos relacionados con diferentes habilidades y condiciones físicas.

En tercer lugar, debido a la gran cantidad de datos recopilados, solo se evaluaron algunos aspectos mientras que otros, como la cadena cinética y la respetabilidad del gesto, no se han tenido en cuenta. Sin embargo, se consideró que el análisis descriptivo de las variables

seleccionadas junto con el análisis de sus correlaciones era suficiente para desarrollar un análisis exhaustivo del movimiento del swing de golf.

Por otra parte, si bien la meta de rendimiento que persiguen los golfistas es la distancia de conducción, en nuestro entorno de laboratorio interior sólo puede estimarse con la velocidad de la cabeza del palo y el ángulo de lanzamiento. Sin embargo, muchos autores informan que existe una proporcionalidad directa entre el desplazamiento del golpe de golf y la velocidad de la cabeza del palo en el momento del impacto, por lo que este factor, junto con el ángulo de lanzamiento, se consideró el más preciso para la conducción de los golfistas.

3.2 Marco teórico

Mediante el siguiente marco teórico se definen los conceptos que contribuyen a darle un buen sustento a la presente investigación, para así facilitarle a los lectores la terminología utilizada en el deporte.

Palabras clave: Biomecánica deportiva, golf posición, trayectoria, magnitud, movimiento.

3.2.1. Biomecánica deportiva

3.2.1.1 Análisis del movimiento

Estudia las diferentes características de los movimientos y gestos técnicos, que son ejecutados en las distintas disciplinas deportivas. Utiliza como herramientas la observación y la física.

Según Acero (2002), como se citó en, Acosta, Aldana y Gonzales define que:

Para estudiar el movimiento humano es necesario utilizar la ciencia física mecánica como metodología para el proceso teniendo en cuenta la rama cinemática y dinámica; la cual la cinemática es aquella que estudia los movimientos sin tener en cuenta las causas que lo producen y por otra parte la dinámica estudia las causas con relación a las fuerzas, tanto a las internas que hacen referencias a las fuerzas musculares como a las fuerzas externas que hacen referencia a las fuerzas gravitacionales, de reacción. (p.46).

Esta investigación utiliza software de análisis de movimiento, los cuales permiten de forma detallada observar el gesto del swing, donde se podrá caracterizar las fases de este, también se medirán los ángulos de los segmentos corporales, para evidenciar una buena ejecución de la técnica.

3.2.2.1. Posición

De acuerdo a Verkhoshansky, Y. (2002): “En su sentido más amplio puede definirse la actividad postural como la capacidad de reproducir(reconstruir) la posición exigida del cuerpo en el espacio o conservar su estabilidad en el transcurso del tiempo necesario”. (p. 229).

La importancia de señalar la posición o también conocido como stance es el elemento más relevante en este deporte ya que una correcta posición, es sentirse cómodo y seguro permitiendo obtener un objetivo fijo a dónde dirigirse y una posible ejecución económica y eficiente.

Posición para el approach: por otra parte Leadbetter y Kaspriske (2017) nos habla sobre tener una buena posición, esto permite que la bola empiece con la mejor preparación para el golpe. podemos ayudarnos a pegarle de manera descendente a la bola al inclinarse un poco más de lo normal hacia su pierna izquierda en el stance .También hay que inclinar levemente el hierro hacia adelante, de manera tal que la punta del palo esté más cerca del objetivo que la cabeza del

mismo, la posición inicial parte desde ubicar los pies de manera cruzada con el cuerpo, hasta de cómo se encuentra la bola con respecto a la superficie y al stance, entonces nos dirigiremos a enfocarnos en la posición del stance, los pies tienen que estar paralelos y cruzados al golpe para que haya facilidad de impactar la bola.

De acuerdo a lo anterior, es de suma importancia describir las posiciones de los segmentos corporales durante las diferentes fases del swing. Por ello se explican a continuación.

3.2.2.2. Posición del Tobillo.

La extensión en el momento del impacto (los valores medios informan una variación desde un ángulo de flexión de $4, 64^\circ$ durante la fase de dirección a un ángulo de extensión de $-14, 34^\circ$ en el impacto, para el tobillo derecho, y una variación de $1. 54^\circ$ a $-14. 7^\circ$ para el izquierdo). Además, los resultados demuestran que la articulación del tobillo permanece abducida durante todo el movimiento de oscilación, con valores máximos medidos de 24° y 25° respectivamente para la parte derecha e izquierda en el impacto. Con respecto a rotación externa / interna de esta articulación, se muestran diferentes tendencias para los dos tobillos: la derecha está girada extra en la dirección, luego gira dentro de las fases de retroceso y descenso, y finalmente gira en exceso desde el momento del impacto al final; el izquierdo comienza a hacer lo opuesto durante las diferentes fases. Los tobillos hacen parte del stance el cual aseguran la posición de los pies y da la estabilidad es decir la firmeza en la posición, respecto al movimiento que se realizará al golpe, siendo un movimiento oscilante para este golpe de inversión y eversión para el tobillo del pie derecho según el lado dominante del jugador. (Priolo, 2013)

3.2.2.3. Posición de las rodillas

En el plano frontal, las rodillas permanecen flexionadas durante todo el movimiento del columpio. Además, se encuentra que la rodilla derecha está girada en exceso durante la mayor parte del gesto, con la excepción del momento de impacto y FT temprano. La rodilla izquierda, en cambio, muestra una extra-rotación también en el impacto, mientras está intra-rotada en la fase de BS tardía y DS inicial. Respectivamente para la pierna derecha e izquierda. Los tres componentes del torque de la rodilla derecha aumentan durante el impacto y las primeras fases de FT, mientras que para la rodilla izquierda los valores medios máximos de los pares se muestran en el DS inicial.

La rodilla se encarga de darle la medida cómoda ante la ejecución del golpe, además de darle al cuerpo la sensación de no echarse para atrás al momento de golpear, manteniendo una postura indicada, la pierna izquierda debe de encontrarse más semiflexionada que la derecha dependiendo o viceversa, aun así, el golpe se efectuará con buen ritmo. (Priolo, 2013).

3.2.2.4 Posición de la cadera

La cadera, en el plano frontal, tiende a flexionarse para la mayoría de las partes del columpio. Sin embargo, la cadera derecha se extendió durante las últimas dos fases del swing (FT y acabado tempranos), con un ángulo medio máximo de 16.97° al finalizar. También la velocidad angular de la cadera, como para el resto de las articulaciones de la pierna, es máxima en el momento del impacto. Los componentes de las torsiones articulares asumen valores predominantemente negativos al comienzo del movimiento (con la excepción del componente Y

de la cadera derecha, que tiene un valor medio positivo). El movimiento a qué responde la cadera es leve por el hecho de continuar con el ritmo que se impuso al iniciar un backswing, downswing y un follow through, pues este ayuda a facilitar la rotación del swing para ejecutarlo y además darle facilidad al momento de impactar la bola. (Priolo, 2013).

3.2.2.5. Posición del tronco

El tronco permanece principalmente flexionado durante todo el balanceo. La inclinación lateral cambia de la derecha (dirección) a la izquierda (hasta el DS inicial) y luego vuelve a la derecha para las últimas fases. La rotación, en cambio, es predominantemente a la derecha en el DS inicial, haciendo una excepción para los momentos de dirección y finalización, cuando el tronco gira hacia la izquierda. La velocidad angular máxima se alcanza al principio del FT: se puede notar que el valor medio continúa aumentando después del impacto.

El tronco cumple como función de dar la rotación del swing esta misma, va a permitir que los hombros giren, desde la espalda sin modificar la posición de los miembros inferiores, este movimiento exige buena movilidad de la columna cervical y torácica, a la vez que estabilidad de la parte inferior del cuerpo. Para la ejecución del golpe, el tronco rota levemente hacia el lado derecho para dar un inicio a las 4 fases del swing ya que este pasa por cada una de estas. (Priolo, 2013).

3.2.2.6. Posición de los hombros

En el plano frontal, el hombro derecho muestra un ángulo de flexión durante todo el movimiento de oscilación, mientras que el hombro izquierdo se extiende durante todo el gesto.

Ambos hombros realizan pronación en todas las fases, aunque se informa una diferencia al final, cuando la parte derecha alcanza su valor medio máximo y la parte izquierda alcanza su mínimo.

Los hombros dan inicio al movimiento del swing ayudan a direccionar el golpe junto a las muñecas y el agarre, este empieza con el hombro izquierdo moviéndose hacia la derecha el back swing. Este movimiento del hombro colocará la cabeza del palo hacia el interior de la línea de destino. El giro del hombro determina la longitud del backswing. iniciando la fase dos el downswing los hombros deben estar pasivos, cuadrando los hombros a la línea de centro de la cabeza del palo para un genuino impacto, los hombros permanecen paralelos a la línea del objetivo, Este movimiento del hombro permite a la cabeza del hierro viajar a hacia su finalidad. (Priolo, 2013).

3.2.2.7. Posición de los codos

El codo derecho parece permanecer principalmente flexionado durante el swing. El codo izquierdo, en cambio, muestra una alternancia de flexión y extensión durante las diferentes fases empezando extendido en la dirección y terminando flexionado. Además, el codo derecho se extiende en pronación desde el comienzo del golpe hasta el impacto, y luego se supina en las primeras fases de FT y de finalización. El codo izquierdo, en cambio, está supinado para todo el movimiento exceptuado durante el primer FT.

El codo derecho durante la realización del swing muestra su posición en la parte anterior del brazo de igual manera el codo izquierdo, pero durante la realización de la primera fase del downswing, mientras tanto la posición del codo izquierdo está en posición semiflexionada direccionada hacia la derecha del movimiento del back y la posición del codo derecho se

semiflexiona más que el izquierdo permitiendo pasar el hierro fácilmente para la siguiente fase del downswing , donde vuelve a empezar las posiciones y finalmente en la fase del followthrough y el finish donde la posición del codo se muestra en extensión evidenciando una dirección final posiblemente al objetivo. (Priolo, 2013)

3.2.2.8. Posición de las Manos

La tendencia de flexión / extensión de las dos manos en el plano frontal es opuesta en los resultados, se muestra que la mano derecha se extiende por casi todo el movimiento, mientras que la izquierda está predominantemente flexionada.

Las manos tienen la principal función de arranque del swing ya que este se empieza con la ubicación y empuñadura correcta del hierro ,es decir tener un buen grip para así obtener una buena posición de las manos Un grip correcto, provee el apoyo del palo entre la palma y los dedos de la mano izquierda ,la presión ejercida sobre este palo será mayor con los últimos tres dedos, mayor, anular y meñique y luego se debe entrelazar para optar con la ubicación de los dedos en forma de v , ya con esto se empieza a generar el arranque con la mano derecha está basada en un movimiento secuencial de todo el cuerpo a partir de esa mano. Un trabajo conjunto perfectamente estudiado y armonioso. Lo principal de las manos es controlar la cara del palo por si se puede abrir o cerrar de la cara del palo y su acción en el despliegue, dependiendo del giro adoptaremos el grip para reducir o aumentar el vuelo de la bola. (Priolo,2013)

3.2.2.9. Posición de la Cabeza.

La posición de la cabeza en el plano frontal se extiende principalmente. Además, generalmente está inclinado a la derecha al comienzo del movimiento y luego se inclina hacia la izquierda a partir del impacto. La rotación lateral parece mostrar una tendencia opuesta, con una rotación a la izquierda durante las primeras partes del movimiento (excepto en la posición de dirección) y una rotación a la derecha en el final del swing.

La cabeza hace parte del inicio del swing junto con las manos los hombros y el tronco puesto que la posición inicial de la cabeza es estar neutra y observando fijamente la bola, ya en la primera fase del swing (backswing) se mueve levemente inclinándose hacia la derecha ,para después pasar a la segunda fase del swing (down swing) volviendo muy levemente hacia donde empezó, luego la cabeza se vuelve a mover cambiando de posición esta vez pasa a la tercera fase del swing (follow through) donde muy levemente se mueve hacia el lado izquierdo pero ya anteriormente se impacta el golpe y después se sigue con el movimiento, y por último la fase final del finish donde la posición de la cabeza gira hacia la izquierda terminando conjuntamente con el hierro ,mientras tanto la cabeza se posiciona para seguir la dirección que lleva la bola (Priolo 2013).

3.2.3. Trayectoria

La trayectoria son las diferentes posiciones en las que se desplaza un objeto o lo segmentos corporales durante la ejecución de un gesto técnico. Según Pérez P, y Llana, S(2015) “hay diferentes tipos de trayectorias que pueden describir los cuerpos. Por un lado, las que se consideran puras (lineales y angulares), por otro lado, trayectorias combinadas de las anteriores, son la mayoría que se realizan en actividades físicas”.

Según lo anterior, la trayectoria que realizan los segmentos corporales, el hierro y la bola, son trayectorias mixtas, ya que son movimientos que se van ejecutando tanto lineal como angularmente.

3.2.3.1 Trayectoria de los tobillos.

Como nos dice Hay (1993) la trayectoria de los tobillos tiene un balance durante la práctica de todo el gesto hasta el impacto. Este equilibrio nos permite comprobar que el gesto es estable y balanceado, se trata de un gesto explosivo, se debe conservar la estabilidad como factor de prioridad en la base de posición para poder ejecutar el tiro con precisión.

Para realizar un golpe con la mejor dirección es necesario adecuar los pies en buena posición para que su trayectoria sea la más indicada, pero para ello es de vital importancia ubicar los tobillos que son los ejes para movilizar los pies, y que con estos se pueda realizar el movimiento de inversión y luego eversión levemente el movimiento para que haya un adecuado balance a la hora de transferir el movimiento de la trayectoria del swing.

3.2.3.2. Trayectoria de las rodillas.

Según Hardy y Andrisani (2005) para el swing los ángulos de rotación del eje de rodillas, que en la posición inicial fue -1 ± 10 , también se midieron los ángulos de flexión de rodilla que fueron 18 ± 10 , para la rodilla derecha y 24 ± 50 para la izquierda (tabla 1). Estos datos fueron descritos en este artículo y el estudio se basaba con siete jugadores de golf de predominancia el lado derecho además de ser profesionales, que inician desde una posición inicial con flexión de rodilla derecha de 18 ± 7 , mientras que la articulación de la rodilla izquierda es de 18 ± 60 .

3.2.3.3. Trayectoria de la cadera:

Como nos dicen Burden, Grimshaw y Wallace. (1998), en el swing de drive la rotación en el plano sagital eje vertical la cadera es 5 ± 10 en la trayectoria hacia el objetivo.

Mientras tanto hay una correlación de información ya que los datos son similares con los obtenidos por Zheng, Barrentine, Fleisig y Andrews (2008), donde la trayectoria de las caderas es de -2 ± 60 , a 25 jugadoras profesionales.

Respecto a la trayectoria del swing en la cadera, se inicia cuando se rota en el backswing levemente, para aplicar una rotación y que esta ayude a dar un buen balance con los demás segmentos, es decir, los brazos (antebrazo y manos) y los hombros para que haya un ritmo adecuado para ejecutar el golpe, pero la trayectoria final de la cadera termina con la dirección mantenida hacia el objetivo.

3.2.3.4. Trayectoria del tronco.

Durante la ejecución del backswing el segmento del tórax presenta un rango de movimiento que va de los 90° hasta los 100° grados (Joyce, Burnett, Cochrane y Ball. 2013). Durante el downswing el tórax realiza un desplazamiento de 105° antes del impacto con la bola mientras que permite que el tórax gire a través de un rango de movimiento que es aproximadamente el doble que el de la pelvis. ($90-100^\circ$) durante el backswing. (Joyce, et al, 2103)

3.2.3.5. trayectoria de los hombros.

Según lo planteado por Hardy y Andrisani (2005), la trayectoria de los hombros se sitúa en una posición paralela o un poco abierta a la meta final. La rotación del eje de los hombros en posición inicial fue de 0 ± 1 con respecto a la línea objetivo. Estos datos son similares con los obtenidos por (Zheng, et al, 2008). Para la ejecución del swing el hombro debe de estar en una posición paralela a la anchura y algo más respecto a la posición de los pies, pero el hombro izquierdo debe de estar mirando a el objetivo donde se quiere llegar, y su trayectoria inicia desde el backswing hasta el followthrough dónde terminará y los brazos con su extensión direccionaron el tiro como el resultado de la dirección de la bola.

3.2.3.6. trayectoria de los codos.

El codo derecho parece permanecer flexionado durante el swing. El codo izquierdo, en cambio, muestra una alternancia de flexión y extensión durante las diferentes fases (al inicio extendido y en el final flexionado). Además, el codo derecho se pronuncia desde el comienzo del swing hasta el impacto, y luego supina en las fases iniciales de follow trough y en el final. El codo izquierdo, en cambio, está supinado durante todo el swing, excepto durante el follow through temprano, cuando el ángulo medio informado es 31.98° de pronación. (Priolo, 2013)

3.2.3.7. Trayectoria de las manos y las muñecas.

Siguen el camino del plano del swing. Cuando las manos alcanzan el nivel de los hombros, se flexionan los codos para disminuir la velocidad de los brazos y de rotación del tronco mientras mantiene la estabilidad postural (Hume, Keogh y Reid, 2005).

3.2.4. Magnitudes

Es un atributo de un cuerpo, una sustancia o un fenómeno que puede ser descrito cualitativamente. El mismo hecho de que pueda ser medido implica que pueda ser comparado cuantitativamente en base a una referencia. (Iedanois, López de Ramos, 1996).

Durante la ejecución de los golpes, podemos encontrar las diferentes magnitudes como lo son la velocidad, aceleración, tiempo, distancia, velocidad angular y aceleración angular las cuales nos sirve para poder determinar detalladamente el resultado que arroja cada uno de estos.

3.2.4.1 Magnitud de los segmentos corporales durante el Backswing.

Durante la iniciación del backswing el tobillo derecho presenta una velocidad angular de $29.332^\circ/\text{s}$, el tobillo izquierdo tiene una velocidad de $43.783^\circ/\text{s}$, cuando llega al top backswing, el tobillo derecho alcanza una velocidad de $29.332^\circ/\text{s}$, mientras que la velocidad del tobillo izquierdo es de $28.708^\circ/\text{s}$. La rodilla derecha durante el inicio del backswing genera la velocidad angular de $52.345^\circ/\text{s}$ y la rodilla izquierda de $56.195^\circ/\text{s}$, durante el top backswing la rodilla derecha tiene una velocidad angular de $32.493^\circ/\text{s}$ y la izquierda de $53.052^\circ/\text{s}$. la velocidad

angular de la cadera derecha durante la iniciación del backswing es de 69.899 °/s, y la velocidad de la cadera izquierda es de 91.447 °/s, mientras que durante el top backswing la velocidad angular de la cadera derecha es de 61.446 °/s y de la izquierda es de 55.440 °/s. Las velocidades angulares de los hombros durante el inicio del backswing son de -20.006 °/s para el derecho y -27.448 °/s, en el top backswing las velocidades son -58.962 °/s para el derecho y -102.139 °/s para el hombro izquierdo. Las velocidades angulares de los codos durante la fase inicial del backswing son de 197.00 °/s para el derecho y 182.19 °/s para la izquierda, durante el top backswing son de 258.24°/s para el derecho y de 135.95 °/s. Por último, la velocidad angular de las manos al inicio de backswing son de 201.02 °/s en la derecha y 205.79 °/s en la izquierda, ya en el top backswing en la mano derecha la velocidad es de 273.57 °/s y 323.91 °/s en la mano izquierda. (Priolo, 2013)

3.2.4.2. Magnitud de los segmentos corporales durante el Downswing

Las velocidades angulares de los tobillos durante el inicio del downswing son de 46.560 °/s para el derecho y 43.736 °/s en el izquierdo, ya en el impacto la velocidad del tobillo derecho es de 240.421 °/s y 187.385 °/s en el izquierdo. Las velocidades angulares de las rodillas en el inicio del downswing son 76.405 °/s en la derecha y en la izquierda es de 76.610 °/s, durante el impacto llega a una velocidad de 267.223 °/s en la derecha y 199.326°/s en la izquierda. Las velocidades angulares de las caderas durante el inicio del downswing son 64.232°/s en la derecha y 94.393°/s, durante el impacto son de 417.875°/s en la derecha y 348.053 °/s en la izquierda. En los hombros las velocidades angulares son -22.777 °/s en el derecho y -26.48 °/s, durante el impacto alcanza velocidades de 98.504 °/s en el derecho y 151.172 °/s en el izquierdo. Las velocidades del codo durante el comienzo del downswing son de 97.08 °/s en el derecho y 69.16 °/s del codo izquierdo,

durante el impacto las velocidades son de 844.25 °/s en el codo derecha y 1052.62°/s. Para finalizar las velocidades angulares de las manos en el downswing son de 64.05 °/s en la derecha y 91.62°/s en la mano izquierda, durante el impacto son de 1601.52 °/s en derecha y en la izquierda es de 1147.12 °/s. (Priolo, 2013)

3.2.4.3. Magnitud de las segementos corporales durante el Follow-trough

Las velocidades angulares alcanzadas durante el follow trough en los tobillos fueron de 118.871°/s en el derecho y 146.221 °/s en el izquierdo, durante el final del swing tienen velocidades de 55.083 °/s en derecho y en izquierdo de 29.966 °/s. Las velocidades angulares de las rodillas durante el follow trough son de 152.903 °/s en la derecha y 143.008 °/s en la izquierda, en el final de swing las velocidades angulares son 41.269 °/s en la derecha y en la izquierda es de 31.371 °/s. En la cadera las velocidades alcanzadas en el follow trough son de 186.334 °/s en la derecha y 181.596 °/s en la cadera izquierda, durante la finalización del swing las velocidades angulares son 40.874 °/s en la cadera derecha y 33.922 °/s en la izquierda. La velocidad alcanzada por los hombros en el follow trough es de 227.864 °/s en el derecho y 86.588 °/s, al finalizar del swing las velocidades angulares son -21.383 °/s en el derecho y 44.393 °/s en el izquierdo. Los codos presentan velocidades angulares en el follow trough de 865.74 °/s en el derecho y 886.42 °/s en el codo izquierdo, en la parte final de swing las velocidades angulares son 90.50 °/s en el codo derecho y 137.29 °/s en el izquierdo. Por último las velocidades angulares de las manos durante el follow trough fueron de 949.38 °/s en la derecha y 1170.59 °/s en la mano izquierda, ya en la finalización del swing se presentan velocidades de 127.44 °/s en la derecha y 77.88 °/s en la mano izquierda (Priolo, 2013)

3.2.5 Hierro.

3.2.5.1. Características del hierro lob wedge 60°

Los Wedges son los hierros de la talega de golf con el que se requerimos mayor precisión. Existen diferentes grados para cubrir todas las distancias cortas. Las características principales son la suela ancha y el peso. Según (Plaza, 2011). El lob wedge, determinará un approach preciso para un golpe que detenga en seco la bola en green, ahora son ligeramente más cerrados de loft y más verticales, la versatilidad es más notables y se centran en el bounce, que es la definición del terminado del loft para ambos. Este es el hierro que tiene una mayor inclinación y es uno de los más pesados de la talega.

El diseño del hierro hace parte de la marca quien forja los palos, para esta investigación se usó el 60° cbx de la marca cleveland golf, cuya información basada en su página web, está conformado por cuñas y tiene una combinen con la textura y sus ranuras con tecnología de estante superior y diseño de micro-fresado de rugosidad de la superficie. Están diseñadas para perdonar más el golpe al juego corto. El loft está hecho por 2 formas de V diferentes para maximizar el perdón y mantener la versatilidad. Agrega su micro cavidad en el centro de gravedad y su cavidad que es el hueco detrás de la cara hacen posible que el centro de gravedad esté más bajo y más retrasado con una suela más grande. Recomendado para todo tipo de jugadores. Mejorando la sensación y el control de la distancia. (Roger Cleveland Golf Company, Inc. All Rights Reserved. 2018).

La flexibilidad Respecto a la capacidad que tiene la varilla de doblarse sin partirse, existen diferentes opciones de flexibilidad: Junior, Lady, Senior, Regular, Stiff o Xtra Stiff. Van aumentando su dureza y resistencia a doblarse frente a la velocidad del swing (Chuliá ,2017)

Torque Es la resistencia de las varillas al giro sobre su propio eje. Esta resistencia al giro se mide en grados. Prácticamente solo afecta a las varillas de grafito y en mayor medida a las que están montadas en el driver, porque la masa de la cabeza va a ejercer mayor fuerza rotatoria (Chuliá ,2017).

Figura 1. Cara del hierro, ángulo de loft 60°



Peso: Las varillas más pesadas hacen el palo más pesado, recomendadas para aquellos jugadores que no tienen problemas de distancia y lo que buscan es un mayor control y sensación de la bola (Chuliá ,2017).

En este caso el que vamos a usar para la investigación su bounce es de 0 y básicamente este hierro se emplea para golpes que requieren menor distancia, mucha altura, un ángulo de elevación y poco desplazamiento de la bola tras el aterrizaje, también dependiendo de la técnica del jugador para poder hacer que la bola pueda rodar al gusto del jugador. Su vara está constituida de acero con un peso de 56 gramos, para que la velocidad que le aplique al golpe sea más con ritmo que con aceleración total, ya que se requiere de optar más por el control del tiro, su punto de flexión es alto para que la bola no se eleve tanto y pueda tener una mejor predicción del golpe.

figura 2 Hierro wedge 60° completo.



3.2.6. Bola

figura 3 Bola de golf



3.2.6.1. Características de la bola

De acuerdo con Alam, Steiner, Chowdhury, Moria, Khan, Aldawi y Subic (2011) en su investigación de “Un estudio del arrastre aerodinámico de una pelota de golf”. nombran la descripción de la bola Ocho nuevas pelotas de golf comercialmente disponibles que se usan ampliamente en los principales torneos alrededor del mundo.

Cada una de estas bolas tiene diferentes características de hoyuelo. La media, el diámetro y la masa de la pelota de golf es de alrededor de 42,7 mm y 45,5 g, la “envoltura esférica” exterior tiene una gran influencia en el arrastre.

Para esta investigación se emplearán bolas de la marca titleist pro V1, cuya características en vuelo se comprobará una longitud en distancia a todos los golpes realizados , prometiando control en el juego corto, ya que para este tiro se requiere de manejar o tener un buen dominio sobre el golpe y el efecto resultante del golpe ,aparte de que el vuelo sea lo más consistente posible dependiendo de la distancia que vaya a ejecutar ,su suave cubierta y sus 342 hoyuelos

hacen poseer el control al momento cuando la bola pica en el Green y Para (Drop-and-Stop), esto brindará un gran apoyo para la precisión deseada del golpe, este diseño de tecnología incomparable hacen que el golfista se adapte mejor. La trayectoria del tiro hace que la bola durante el vuelo de un giro más largo, para un ángulo más bajo desciende para que pueda rodar lo justo. El peso de la bola no debe sobrepasar los 45,9 gramos. Ya que si es muy pesada eleva más y su desplazamiento será difícil de controlar, mientras una más liviana se reducirá bastante si distancia y se acorta su distancia en la aproximación del Green, Una bola no puede tener un tamaño menor de 6,55 cm ya que el aire reduciría su trayectoria de vuelo, mientras que si es de tamaño pesado los efectos que se le impongan a la bola no serán tan reflejados. (Alan et al. 2011)

3.2.7. Tiro parabólico

Las parábolas son trayectorias que realizan los centros de gravedad de los cuerpos durante el vuelo, en las que además de la constante acción de la gravedad en el eje vertical, y cumplir por ello las características de los movimientos de caída libre, avanzan con una determinada velocidad horizontal. (Pérez y Llana, 2015 p, 86).

Velocidad inicial

Es la parte que tiene el centro de gravedad del cuerpo en el instante de iniciar el vuelo. Si la velocidad inicial se considera como un vector (V_0) ya tiene implícita una dirección, y por tanto ya se contempla en ella lo que se denomina ángulo de salida. (Pérez y Llana, 2015 p, 86).

Las ecuaciones utilizadas para hallar la medición de las diferentes variables cinemáticas en el tiro parabólico son las siguientes:

$$\text{Velocidad inicial: } V_0 = \frac{g \cdot 1.2 \text{ ts}}{\text{sen}\theta}$$

$$\text{Velocidad inicial en el eje x: } V_{0X} = V_0 \cdot \text{Cos}\theta$$

$$\text{Velocidad inicial en el eje y: } V_{0Y} = V_0 \cdot \text{Sen}\theta$$

$$\text{Tiempo de subida: } \frac{v_{iy}}{g}$$

$$\text{Tiempo total: } Tt = 2 \text{ veces el tiempo de subida}$$

$$\text{Altura máxima en el eje y: } \frac{V_{0Y}^2}{2 \cdot g}$$

$$\text{Distancia máxima en el eje x: } X_{max} = V_{0X} \cdot Ts \text{ (Blazevich, 2011).}$$

3.2.8. Movimiento Circular.

El movimiento en un círculo se denomina movimiento circular uniforme en donde se puede hallar su velocidad, la cual es el índice de cambio del ángulo. El objeto que este en movimiento va en círculo con una velocidad constante con un tiempo determinado para realizar cada vuelta, se le denomina periodo a esa vuelta. Durante un periodo, el objeto se mueve a una distancia de: 2. Número pi. radio, por lo que su velocidad está relacionada con el radio y tiempo (Tepler y Mosca, 2010).

Para hallar la velocidad angular, lineal y aceleración angular del hierro cuando rota en el aire se utilizaron las siguientes ecuaciones, teniendo en cuenta que el radio es desde el comienzo del grip hasta el inicio de la cabeza. Utilizando Las siguientes ecuaciones:

$$\text{Velocidad Angular: } \omega = \frac{2\pi}{\text{tiempo}}$$

$$\text{Velocidad Lineal o Tangencial: } Vt = \omega \cdot \text{radio}$$

$$\text{Aceleración Angular: } Aa = \frac{\omega}{\text{tiempo}} \quad (\text{Blazevich, 2011})$$

figura 4 Radio del hierro desde el grip hasta la cabeza



Fuente propia.

4. Marco metodológico

4.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es de corte cuantitativo, Hernández, Fernández y Baptista (2010) afirma “usa la recolección de datos (...). Con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento”. (p.4). Debido a que la toma de datos de las variables del approach son cuantificables, se toman tiempos de la duración de la ejecución, de la duración de las fases de movimiento, de las velocidades alcanzadas por la bola en los ejes X y Y, como de las velocidades angulares de los segmentos corporales durante el gesto técnico.

Según, Hernández et al. (2010)

La recolección de los datos se fundamenta en la medición. Esta recolección se lleva a cabo al utilizar procedimientos estandarizados y aceptados por una comunidad científica. Para que una investigación sea creíble y aceptada por otros investigadores, debe demostrarse que se siguieron tales procedimientos. Como en este enfoque se pretende medir, los fenómenos estudiados deben poder observarse o referirse en el “mundo real”. (p.5).

Ya que la investigación es de corte cuantitativo la toma de datos debe ser exacta, contando con software especializados en el análisis de movimiento como lo son kinovea y skillspector.

4.2. Enfoque de la investigación.

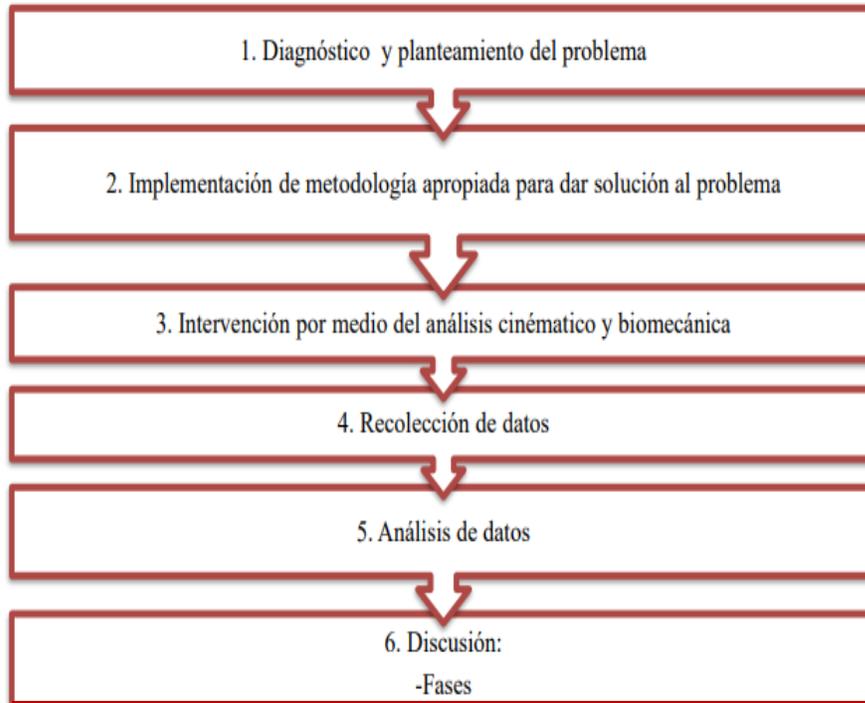
El golf es un deporte de estrategia con movimientos precisos, internacionalmente tiene gran cantidad de estudios enfocados en el análisis del full swing con la madera drive, las diferentes maderas y la gran variedad de hierros, pero ninguno de estos ha realizado un análisis del short swing que se utiliza en el approach con el lob wedge de 60°, por ende, la investigación está enfocada en un término descriptivo; según, Hernández et al. (2010):

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas. (p.80).

En la investigación se pretende medir las diferentes variables cinemáticas del golfista, el hierro y bola al momento de realizar la ejecución del swing para posteriormente analizarlas y describir cada una de estas.

4.3 Fases de la investigación

Figura 5 Fase de la investigación fuente



Acosta, Aldana, y Gonzales. (2016)

Para el desarrollo de la investigación, primero se planteó el problema acerca de la escasez de estudios sobre el golf, ya que es un deporte que su enseñanza se ha basado en la imitación del gesto, a pesar de encontrar investigaciones sobre este deporte no son suficientemente profundas, pues no van enfocadas al estudio cuantitativo y cualitativo. Es por esto que se pensó en realizar este estudio el cual permite tener más información detallada y acertada acerca de las variables cinemáticas, que influyen en la ejecución de un approach como lo son la aceleración, distancia, velocidad y tiempo. con esto surge nuestra pregunta de investigación la cual es ¿ cuáles son las medidas de las variables cinemáticas del approach con el lob wedge 60° en un jugador

profesional colombiano? posterior a esto se establecen los objetivos los cuales nos permiten llevar la investigación de una forma organizada, el objetivo general se basa en caracterizar las medidas de las variables cinemáticas del approach con el lob 60° en un jugador profesional colombiano, de igual manera se fijan los objetivos específicos que contribuyen al desarrollo de la investigación.

Seguidamente se le da inicio a la construcción del marco referencial y teórico los cuales hablan sobre la cinemática con los diferentes hierros, mediciones de las velocidades angulares de los segmentos corporales y de la cabeza del hierro. Esta información se obtuvo de diferentes autores que realizaron artículos o tesis frente a este tema que dan sustento a nuestra investigación.

Para continuar se realiza la recolección de datos de videos, por medio de una cámara SONY HDR- CX240 Full HD, 9.2 MP, zoom 27x, LCD 2.7, los softwares skill spectator, kinovea y Spss los cuales posibilitan el análisis cuantitativo detallado de las velocidades, tiro parabólico, centro de gravedad, tiempos y distancias en la ejecución del approach y de manera cualitativa detectar los errores técnicos del golfista. La intervención se realizó en serrezuela country club en el municipio de Mosquera, con un golfista colombiano profesional al cual se le realizaron diferentes tomas frontales y la trayectoria de la bola, de 25 tiros.

Finalmente, ya obtenidos los datos de los videos, se realizó las mediciones de velocidades, tiempos, distancias y trayectoria de los segmentos corporales, el hierro y la bola, también el punto de gravedad y los ángulos en las diferentes fases de la ejecución del swing las cuales son stance, back swing, down swing, follow through y finish.

4.4. Población y muestra

El jugador profesional con el cual realizamos la investigación, ha participado en cinco torneos locales es decir abiertos locales de golf del año 2013 hasta el 2016, y en otros abiertos que disputo en el club como el XIV hasta el XVII abierto del golf además de torneos fuera del club y Rankin que se juegan para seguir con su rendimiento y clasificación profesional, aparte de torneos leves que se hacen en el mismo club, como jugador profesional cuenta con 5 años de experiencia vigentes y en cuanto al golf 20 años, su hándicap de juego es 0, en cuanto a sus datos corporales su talla es de 1,65 metros de altura y un peso de 80 kilos, predominio derecho.

Tabla 1

Características de la población

Nombre del deportista	William Lombana
Edad	38
Estatura	1.66
Masa corporal	72
I.M.C	26.13
Clasificación según I.M.C	Sobrepeso
Somato tipo	Mesonero
Tiempo de entrenamiento	5 horas semanales

Torneos locales	3
Torneos nacionales	11

Fuente propia

4.5. Instrumentos y técnicas de recolección de datos

Para la recolección de datos en esta investigación se utilizaron tres instrumentos, el primero que tuvo como función la toma de videos a través de una video cámara Sony Handycam HDR-CX240, Full HD, 9.2 MP, zoom 27x, LCD 2.7". Sensor CMOS Exmor R, zoom ampliado 54X, procesador de imagen Bionz X, lente gran angular ZEISS, tecnología SteadyShot incorporada, el segundo instrumento después de ya obtenidos los videos y poder realizar el análisis cinemático se utilizó el software computacional "kinovea" el cual permite observar y obtener detalladamente las variables que influyen en la realización del swing, por último se utilizó el software llamado skillspector en el cual se puede observar datos cinemáticos lineares y angulares, modelado en 3D lo cual nos facilitó el poder detectar las distintas falencias durante las fases del swing.

En este caso Anguera (1990) citado por Pérez P, y Llana,S (2015). "Combinan el criterio ideográfico y el seguimiento, por lo que analizan el comportamiento de unidad mínima (un sujeto o pequeño grupo que funciona como una unidad) pudiendo registrar variables como la frecuencia o duración."(p.378). De acuerdo a lo anterior y a los pasos establecidos para la aplicación del instrumento este diseño se ajusta a la investigación, ya que en ésta realizaron

varias tomas de un golfista profesional donde fueron analizadas algunas variables y finalmente obtener los resultados.

5. Resultados

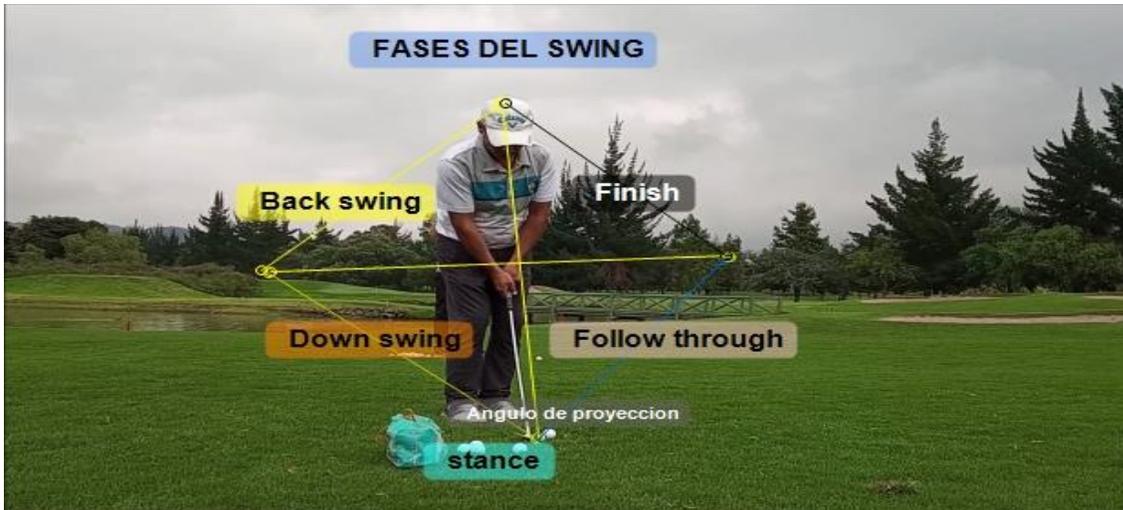
En la presentación de los resultados, se encuentran la representación gráfica de las fases del swing, así como el análisis cualitativo de cada tiro. También se hallan los datos cuantitativos de tiro parabólico y las velocidades angulares del hierro durante las diferentes fases del swing.

5.1. Técnica de análisis de resultados.

Para el análisis de los resultados se realizaron tomas de video en plano frontal, donde el golfista profesional está posicionado en una superficie plana, a 30 yardas (27.4 m), se ejecutan 25 tiros, cuyo fin era realizar un hoyo en uno, posteriormente se analizaron cualitativamente las fases del swing utilizando el software de análisis de movimiento Kinovea, describiendo detenidamente cada uno de los movimientos de los segmentos corporales. Cuantitativamente se analizan las variables del tiro parabólico como son las velocidades, distancias, tiempos y ángulos de proyección que alcanza la bola, también se medirán las velocidades angulares, velocidad tangencial y aceleración angular del hierro durante cada una de las fases del swing y por último se hallan las velocidades angulares de los segmentos corporales en las diferentes fases del gesto técnico mediante el software de análisis biomecánico Skill Spector.

5.2. Fases de swing

figura 6 Fases del swing.



Fuente propia

5.2.1 Stance.

Para iniciar con los resultados tomamos esta primera imagen para identificarnos con las fases del swing para la comprensión en los siguientes fotogramas.

Golpe A

Golpe B

Figura 7 Fases del swing (stance).



Fuente propia

Figura 8 Fases del swing (stance superposición).



Fuente propia

En esta imagen representa cómo será su stance para darle inicio al movimiento, es importante resaltar la postura con relación al golpe para ejecutar (aproach -chip) generalmente el ángulo que se forma entre la inclinación del hombro izquierdo con relación al derecho y como entrelaza las manos para obtener el grip (agarre del hierro) adecuado para este jugador con un ángulo de 38° siempre se presentara de esta manera, indicándonos que de esta forma se mantendrá los hombros en la ejecución del golpe .

Por otro lado, se observa que también se muestra la imagen de superposición, con el objetivo de mostrar que tan semejante es el stance de un tiro con relación a otro. Se nota que, en todos su stance no cambia de posición para la realización de los siguientes golpes.

5.2.2. Backswing

Figura 9 Fases del swing (Back swing, Ángulos)



Fuente propia

Se evidencia en esta imagen la ubicación de los ángulos con respecto a la inclinación, que por ende se forma por el quiebre de muñecas formando una (L) la cual ayudara a tener una referencia para la aplicación de fuerza que tiene que transferir del hierro a la bola con concordancia al tiro, para que avance hacia la distancia que tiene hasta donde se encuentra el hoyo.

Figura 10 Fases del swing (Back swing sincronización)

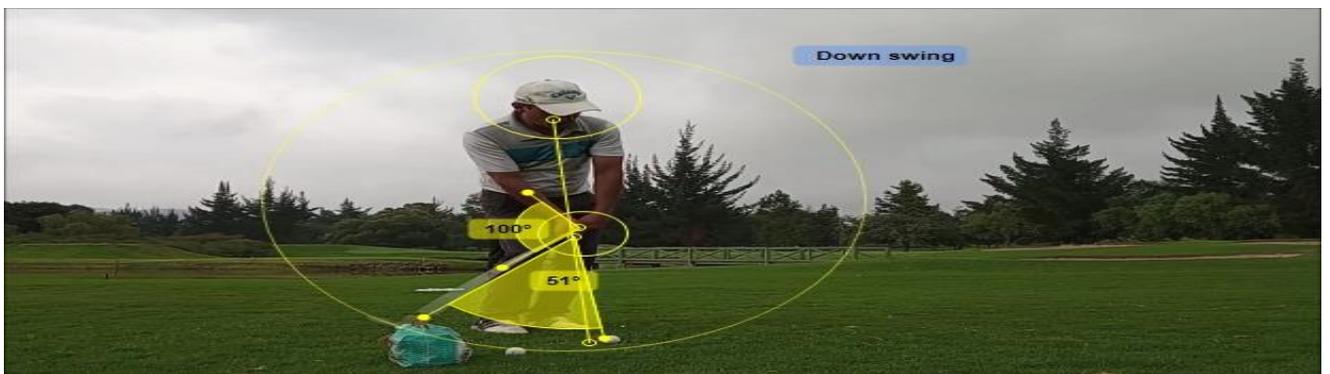


Fuente propia

Así como la anterior se muestra la superposición que nos ayuda a detectar que similitud hay en el back de estos tiros, viéndolo desde la posición con la que se hace el movimiento durante el transcurso de los fotogramas siguientes se observara que muy poco cambiara esta posición y sus ángulos serán muy similares a la hora de realizar el movimiento.

5.2.3. Downswing

Figura 11 Fases del swing (Down swing ángulos)



Fuente propia

Figura 12 Fases del swing (Down swing superposición)



Fuente propia

En este fotograma, está en la fase del Down swing, se encontrará siempre en esta versión de ángulos, posiblemente el quiebre de muñecas se mantendrá en aproximación de estos, ya que por general en los demás fotogramas se encuentra una similitud.

5.2.4. Follow through

Figura 13. Fases del swing (Follow through, Angulo)



Fuente propia

Figura 14. Fases del swing (Follow through, Superposición)



Fuente propia

En la fase del follow through veremos que el profesional siempre mantendrá un ángulo de aproximación de 40° a 44° después de haber contacto con la pelota, y de 56° con relación a los codos ya que la postura de darle un efecto a la bola se producirá cuando sus codos se separan de las costillas y queden posicionadas hacia el exterior.

5.2.5. Finish.

Figura 15, Fases del swing (Finish)



Fuente propia

Figura 16, Fases del swing (Finish)



Fuente propia

5.3. Cuantitativos

5.3.1. tiro parabólico.

Mediante las ecuaciones de tiro parabólico, se logran medir las variables de los diferentes tiros efectuados por el golfista profesional, arrojando datos muy similares. Por medio del software de análisis de movimiento se logra determinar el ángulo de proyección de la bola, este ángulo determina el alcance de la bola, ya sea su altura máxima (Y), como su distancia máxima (x). al determinar esta variable sumando el tiempo de subida de la bola, posteriormente se determinan las otras variables.

Figura 17, ángulo de proyección.



Fuente propia

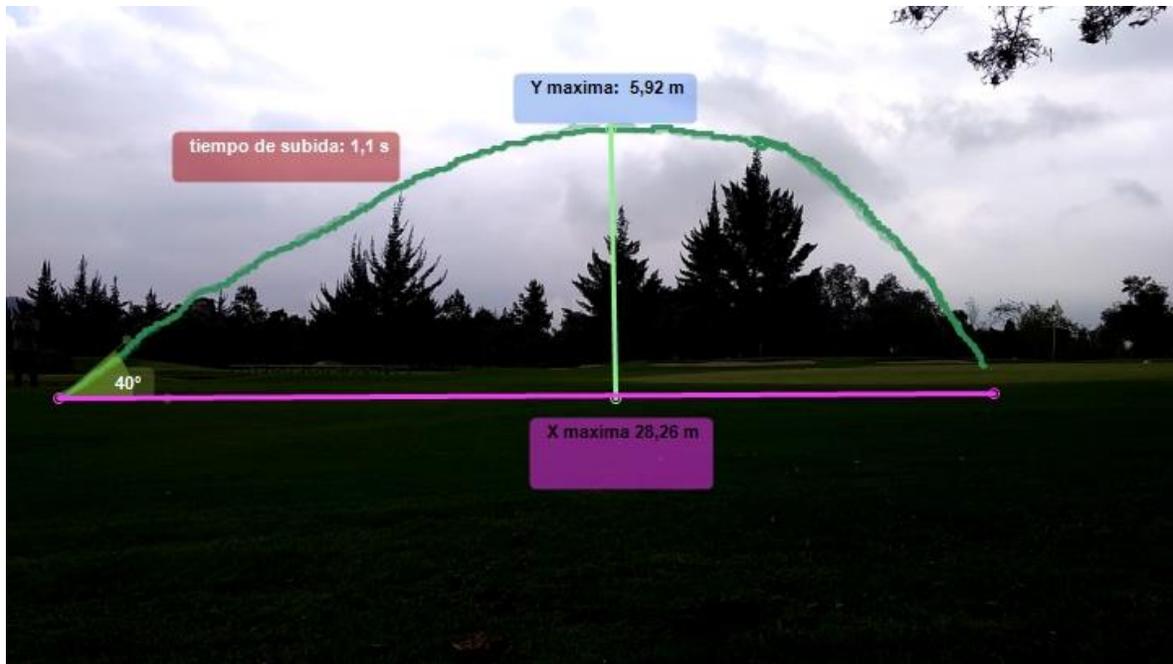
Durante la ejecución de los 25 golpes con el hierro low wedge (60°), el golfista metió al hoyo solamente una vez la bola. La media de los 25 golpes, obteniendo un valor de ángulo de proyección 42° , tiempo de subida de 1,02 segundos, un tiempo de bajada de 1,02 y un tiempo de vuelo de 2,04 segundos. La velocidad inicial de la bola fue de 15,01 m/s, esta velocidad nos lleva a sacar la velocidad en los ejes X y Y, cuyo valor fue de 11,1 m/s en el X y la velocidad en Y fue de 9,99 m/s, estas variables determinan considerablemente la distancia de la bola en ambos ejes. La bola alcanzó una altura máxima (eje Y) de 5,14 metros y una distancia máxima de 22,62 metros.

Seguidamente se calcularon las velocidades angulares, tangenciales y la aceleración angular de la cabeza del palo, este paso se realizó por las fases del swing, la velocidad angular del palo en el backswing es de 9,96 rad/s, la tangencial o lineal es de 8,98 m/s y la aceleración angular es

de $15,82 \text{ rad/s}^2$. En la fase del downswing la cabeza del hierro logra una velocidad angular $16,52 \text{ rad/s}$, la tangencial es $14,9 \text{ m/s}$ y la aceleración angular es de $43,49 \text{ rad/s}^2$. La fase del followthrough es la más rápida debido a que es la de menor recorrido, en esta la velocidad angular es de $48,3 \text{ rad/s}$, la velocidad lineal es de $43,55 \text{ m/s}$ y la aceleración angular es de $371,6 \text{ rad/s}^2$. Por último, en el finish la cabeza del hierro alcanza una velocidad angular de $13,65 \text{ rad/s}$, la velocidad lineal es de $12,31 \text{ m/s}$ y la aceleración angular es $29,67 \text{ rad/s}^2$. Los tiempos de la duración de cada fase son de; backswing $0,63$ segundos, downswing $0,38$ segundos, followthrough $0,13$ segundos y el finish $0,46$ segundos; así el tiempo total de ejecución del swing fue de $1,6$ segundos.

De este tiro se obtuvieron los resultados idóneos para la realización del swing con el hierro low a una distancia de 30 yardas del hoyo.

Figura 18, Trayectoria parabólica golpe 17.



Fuente propia

Tabla 2. Valores de las diferentes variables cinemáticas del tiro parabólico de los golpes 1 al 5.

Golpes	1	2	3	4	5
distancia hoyo	2,92	1,25	1,2	1,19	1,51
Ángulo de proyección	34	33	36	37	38
velocidad inicial. m/s	14,91	18	16	17,95	15,31
tiempo de subida. S	0,85	1	0,96	1,1	0,96
velocidad inicial Y. m/s	8,33	9,8	9,41	10,78	9,41
velocidad inicial X. m/s	12,36	15,1	13	14,32	12,06
X máxima. Metros	20,99	30,2	24,9	31,47	23,13
Y máxima. Metros	3,53	4,89	4,51	5,92	4,51

Tabla 3. *variables cinemáticas del tiro parabólico de los golpes 6 al 10.*

Golpes	6	7	8	9	10
distancia hoyo	2,11	1,13	2,6	2,6	2,6
ángulo proyección	38	39	42	50	45
velocidad inicial. m/s	15,31	14,97	13,93	12,8	14,7
tiempo de subida. S	0,96	0,96	0,95	1	1,06
velocidad inicial Y. m/s	9,41	9,41	9,31	9,8	10,39
velocidad inicial X. m/s	12,06	11,63	10,34	8,21	10,39
X máxima. Metros	23,13	22,31	19,62	16,4	22,008
Y máxima. Metros	4,51	4,51	4,41	4,89	5,5

Tabla 4. *valor de las variables cinemáticas del tiro parabólico en los golpes 11 al 15.*

Golpes	11	12	13	14	15
distancia hoyo	5,6	0,21	1,76	1,6	2,6
ángulo proyección	35	41	37	43	44
velocidad inicial. m/s	13,69	12,71	13,87	14,81	14,84
tiempo de subida. S	0,8	0,85	0,85	1,03	1,05
velocidad inicial Y. m/s	7,84	8,33	8,33	10,1	10,29
velocidad inicial X. m/s	11,21	9,58	11,06	10,82	10,66
X máxima. Metros	17,91	16,26	18,78	22,27	22,69
Y máxima. Metros	3,13	3,53	3,53	5,19	5,39

Tabla 5. *variables cinemáticas del tiro parabólico en los golpes 16 al 20.*

Golpes	16	17	18	19	20
distancia hoyo	0,87	0	2,87	1,3	1,8
ángulo proyección	44	40	49	45	46
velocidad inicial. m/s	15,26	16,8	15,35	15,26	15,41
tiempo de subida. S	1,08	1,1	1,18	1,1	1,13
velocidad inicial Y. m/s	10,59	10,78	11,57	10,78	11,07
velocidad inicial X. m/s	10,97	12,86	10,06	10,78	10,69
X máxima. Metros	23,68	28,26	23,72	23,69	24,12
Y máxima. Metros	5,71	5,92	6,82	5,92	6,24

Tabla 6. *valor de las variables cinemáticas del tiro parabólico en los golpes 21 al 25.*

Golpes	21	22	23	24	25
distancia hoyo	2,3	1,3	1,8	0,4	1,1
ángulo proyección	45	49	45	50	50
velocidad inicial. m/s	15,95	14,31	15,95	14,08	13,19
tiempo de subida. S	1,15	1,1	1,15	1,1	1,03
velocidad inicial Y. m/s	11,27	10,78	11,27	10,78	10,1
velocidad inicial X. m/s	11,27	9,38	11,27	9,03	8,65
X máxima. Metros	25,89	20,61	25,89	19,84	17,81
Y máxima. Metros	6,47	5,92	6,47	5,92	5,19

En las tablas anteriores se muestran los diferentes valores de las variables cinemáticas del tiro parabólico de los 25 golpes efectuados por el golfista profesional, a una distancia de 30 yardas del hoyo. El golfista está situado en una superficie plana, mientras que el hoyo tiene una leve inclinación, lo que hace que la bola tienda a rodar.

De las variables que más se repiten son: el ángulo de proyección, el tiempo de subida, velocidad inicial en Y como en Y máxima. Estos valores se repiten debido a que las dos variables que afectan el resultado de las demás con el ángulo de proyección y el tiempo de subida.

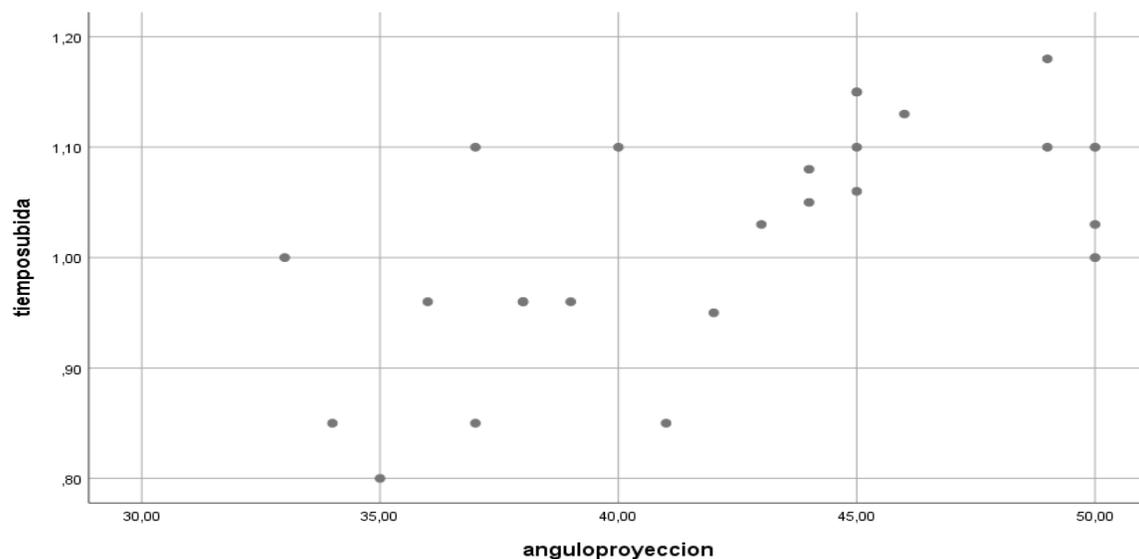
Media y moda.

		Estadísticos							
		Angulo proyección	velocidad inicial	tiempo subida	Velocidad inicial X	Velocidad inicial Y	X máxima	Y máxima	distancia hoyo
N	Válido	25	25	25	25	25	25	25	25
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		42,2000	15,0172	1,0200	11,1092	9,9972	22,6207	5,1412	1,7848
Moda		45,00	15,26 ^a	1,10	11,27 ^a	10,78	23,13 ^a	5,92	2,60
Desv. Desviación		5,30723	1,34787	,10508	1,62500	1,03002	3,88884	1,02462	1,13526

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

En la tabla anterior se determina la estadística descriptiva de las variables del tiro parabólico de los 25 golpes, en las cuales se evidencia que la media de ángulo de proyección es de 42,2, con una desviación estándar de 5,3. La moda al ser la variable que más se repite es de 45°. La media de tiempo de subida es de 1,02 segundos, con una desviación estándar de 0,1. La moda es de 1,10 segundos. La media de la velocidad inicial es de 15,01 m/s, con una desviación estándar de 1,34. La moda es de 15,26 m/s. La media de la velocidad inicial en Y es de 9,99 m/s, con una desviación estándar de 1,03. La moda es 10,78 m/s. La media de la velocidad inicial en X es de 11,1 m/s, con una desviación estándar de 1,62. La moda es 11,27 m/s.

Figura 19. Grafica de dispersión de las variables de ángulo de proyección y tiempo de subida.

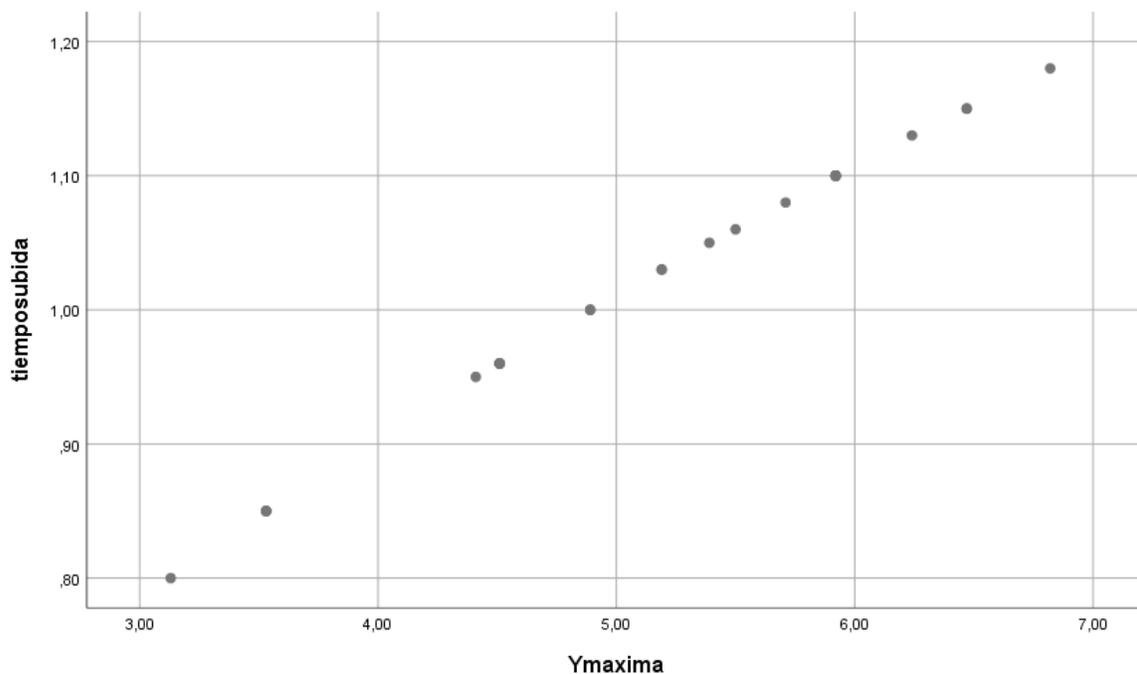


Las gráficas de dispersión tienen como fin de correlacionar dos variables, ya que el valor de una variable puede afectar el valor de otra, por ende, en el eje X se coloca la variable de ángulo de proyección y en el eje Y se posiciono el tiempo de subida. Al observar la gráfica se pude determinar que en la mayoría de golpes donde se obtuvo un ángulo de proyección elevado el

tiempo de subida sobrepasa el 1 segundo de tiempo de subida, en el único caso que la bola alcanza 1 segundo de tiempo de subida y su ángulo de proyección es bajo es cuando el ángulo es 33° .

Por lo anterior se deduce que cuando la bola es golpeada en un ángulo mayor de 40° su tiempo de subida mayormente puede superar el segundo de duración.

Figura 20. Dispersión de tiempo de subida y Y máxima. Fuente propia



En esta grafica se expresa, que la Y máxima depende potencialmente del tiempo de subida para obtener valores altos, debido a esto, si el tiempo de subida tiene una duración corta la bola no tendrá una altura ideal para que tenga un acercamiento al hoyo. Al obtener un tiempo de subida igual, independientemente de obtener ángulos de proyección diferentes, las bolas van a obtener la misma altura.

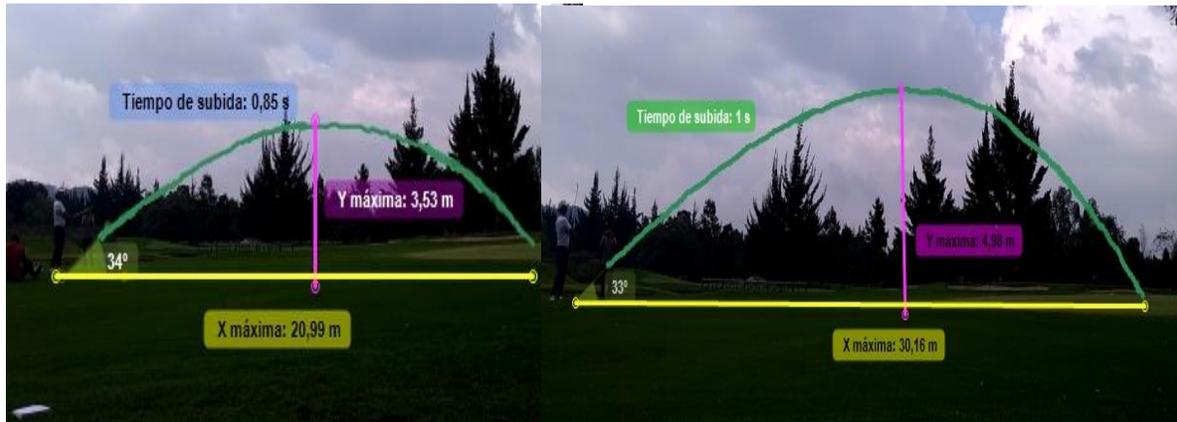
Al tomar como punto de inicio la distancia en la cual quedo la bola del hoyo, para obtener el mejor golpe efectuado por el golfista en cuanto a tiro parabólico, se determina que el golpe 17 es un golpe ideal y referente, debido a que fue el único “hoyo en uno” de todos los golpes ejecutados por el golfista profesional. Los valores de sus variables determinan que fue un golpe preciso, debido a que la bola alcanzo una altura máxima y una distancia máxima óptimas para una buena aproximación al hoyo, haciendo que esta al hacer contacto con el suelo rodara hacia el objetivo.

Tabla 7. *Variables tiro parabólico del golpe 17.*

Golpe	golpe referente (17)
distancia del hoyo. M	0
ángulo proyección	40
velocidad inicial. m/s	16,8
Tiempo de subida. S	1,1
velocidad inicial Y. m/s	10,78
velocidad inicial X. m/s	12,86
X máxima. Metros	28,26
Y máxima. Metros	5,92

El golpe 17 al ser el único hoyo en uno se toma como referencia para los demás golpes, el valor de sus variables de tiro parabólico obtiene unos resultados idóneos para la óptima ejecución del swing con el hierro low wedge (60°).

figura 21, Trayectoria de la bola en los golpes 1 y 2.



fuentes propia.

Tabla 8, variables tiro parabólico golpes 1 y 2.

Golpe	1	2
distancia del hoyo. M	2,92	1,25
ángulo proyección	34	33
velocidad inicial. m/s	14,91	18,03
tiempo de subida. S	0,85	1
velocidad inicial Y. m/s	8,33	9,8
velocidad inicial X. m/s	12,36	15,1
X máxima. Metros	20,99	30,16
Y máxima. Metros	3,53	4,89

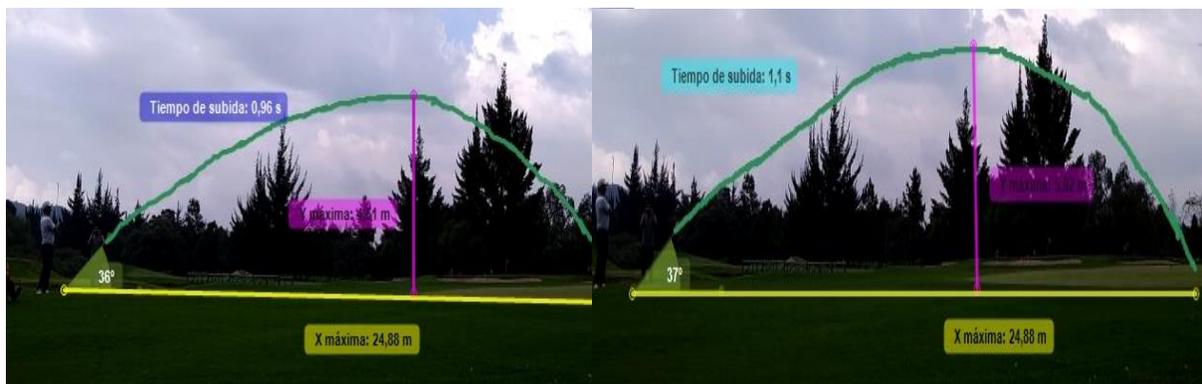
En el golpe 1 el ángulo de proyección del golpe es de 33° , un tiempo de vuelo de 0,85 segundos, con una velocidad inicial de 14,91 m/s, una velocidad inicial en Y de 8,33 m/s, con una altura de 3.53 metros y una velocidad inicial en X de 12,36, con una distancia de 20,99 metros.

En el golpe 2 el ángulo de proyección es de 33° , con un tiempo de subida de 1 segundos, obteniendo una velocidad inicial de 18,03 segundos, cuya velocidad inicial en Y es de 9,8 m/s,

con una altura de 4,89 m y una velocidad inicial en X de 15,1 m/s y una distancia de 30,16 metros.

Estos dos golpes comparados con el 17 muestran valores inferiores con respecto al golpe 1, debido a que su ángulo de proyección es menor junto con su tiempo de vuelo, por consiguiente, sus velocidades iniciales, como su altura y la distancia alcanzada por la bola es menor. A comparación en el golpe 2, su ángulo de proyección es menor como su tiempo de vuelo, pero su velocidad inicial en X, como su distancia alcanzada por la bola es mayor al golpe de referencia, esto causando que la bola se pase del hoyo.

Figura 22, trayectoria de la bola en los golpes 3 y 4.



Fuente propia.

Tabla 9. *Variables tiro parabólico golpes 3 y 4.*

Golpe	3	4
distancia del hoyo. M	1,2	1,19
ángulo proyección	36	37
velocidad inicial. m/s	16,04	17,95
tiempo de subida. S	0,96	1,1
velocidad inicial Y. m/s	9,41	10,78
velocidad inicial X. m/s	12,97	14,32
X máxima. Metros	24,88	31,47
Y máxima. Metros	4,51	5,92

El ángulo de proyección del golpe 3 fue de 36° , con un tiempo de subida de 0,96 segundos y una velocidad inicial de 16,04 m/s; la velocidad inicial en Y es de 9,41 m/s, con una altura de 4,51 metros y una velocidad inicial en X de 12,97 m/s con distancia de 24,88 metros.

En el golpe 4, el ángulo de proyección es de 37° , con un tiempo de subida de 1,1 segundos y una velocidad inicial de 17,95 m/s; obteniendo una velocidad inicial en Y de 10,78 m/s con una altura de 5,92 metros y una velocidad inicial en X de 14,31 m/s con una distancia de 31,47 metros.

Comparados con el golpe 17, el golpe 3 tiene una velocidad inicial similar, como también una velocidad inicial en Y, de igual manera una velocidad en X, las demás variables cambian debido al ángulo de proyección el tiempo de subida. Por otro lado, el golpe 4 coincide con el golpe de referencia en las variables de altura como en la de tiempo de subida.

figura 23. Trayectoria de la bola en los golpes 5 y 6

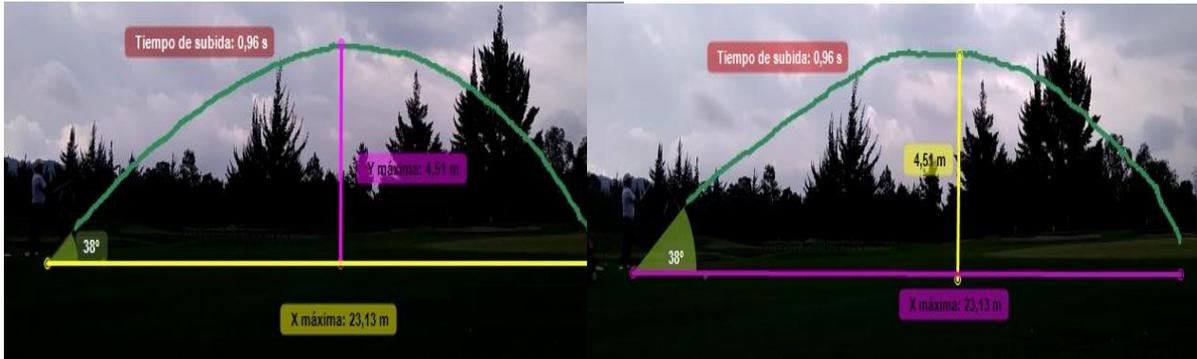


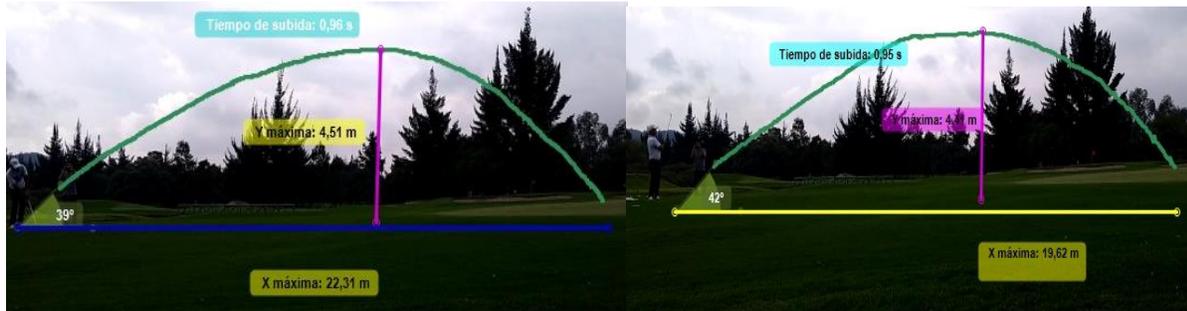
Tabla 10. Variables tiro parabólico golpes 5 y 6.

Golpe	5	6
distancia del hoyo. M	1,51	2,11
ángulo proyección	38	38
velocidad inicial. m/s	15,31	15,31
tiempo de subida. S	0,96	0,96
velocidad inicial Y. m/s	9,41	9,41
velocidad inicial X. m/s	12,06	12,06
X máxima. Metros	23,13	23,13
Y máxima. Metros	4,51	4,51

En los golpes 5 y 6 el valor de las variables es iguales, debido a que su ángulo de proyección y el tiempo de subida coinciden; el ángulo de proyección es de 38°, el tiempo de subida es 0,96 segundos, la velocidad inicial es de 15,31 m/s, la velocidad inicial en Y es 9,41, la altura alcanzada por la bola es de 4,51 metros y la velocidad inicial en X es de 12,06 m/s, con una distancia de 23,13 metros.

Ambos golpes presentan valores inferiores con respecto al golpe de referencia, esto se debe a que el ángulo de proyección y el tiempo de subida obtiene valores por debajo al de los del golpe 17 y el valor de estas variables determinan el valor de las demás.

Figura 24. Trayectoria de la bola en los golpes 7 y 8.



Fuente propia

Tabla 11. variables tiro parabólico, golpes 7 y 8

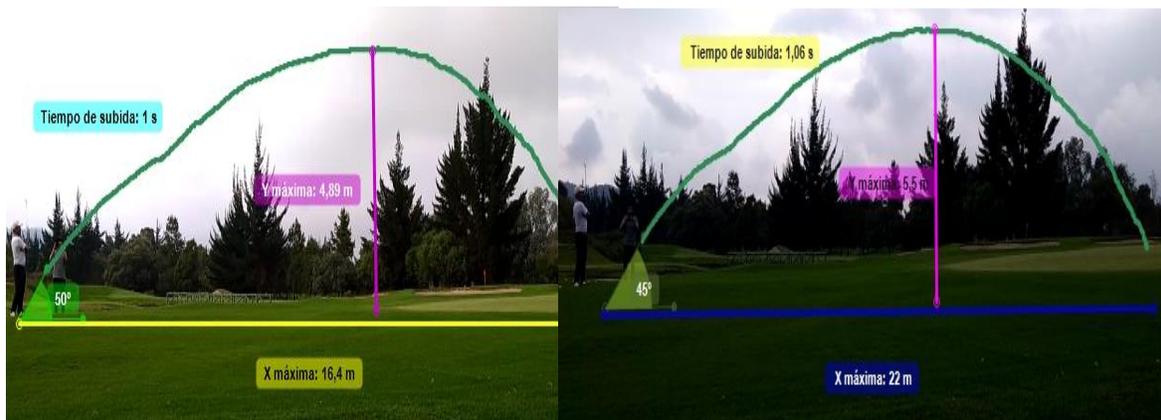
Golpe	7	8
Distancia del hoyo. M	1,13	2,06
ángulo proyección	39	42
velocidad inicial. m/s	14,97	13,93
tiempo de subida. S	0,96	0,95
velocidad inicial Y. m/s	9,41	9,31
velocidad inicial X. m/s	11,63	10,34
X máxima. Metros	22,31	19,62
Y máxima. Metros	4,51	4,41

El valor de las variables del golpe 7 son: ángulo de proyección de 39° , tiempo de subida de 0,96 segundos, velocidad de 14,97 m/s, la velocidad inicial en Y es de 9,41 m/s, con una altura de 4,51 metros y la velocidad inicial en X es de 11,63 m/s con una distancia alcanzada por la bola de 22,31 metros.

En el golpe 8 el ángulo de proyección es de 42° con un tiempo de subida de 0,95 segundos y una velocidad inicial de 13,93 m/s; la velocidad inicial en Y de 9,31 m/s con una altura de 4,41 metros y una velocidad inicial en X de 10,34 m/s con una distancia de 19,62 metros.

En comparación con el golpe referente, en el golpe 7 la diferencia de ángulo solo es de 1° , mientras que en el 8 es de 2° ; con el tiempo de subida la diferencia es de algunas centésimas segundos, esto genera que las demás variables obtengan un valor menor a los representados en el golpe de referencia.

Figura 25, Trayectoria de la bola en los golpes 9 y 10.



Fuente propia.

Tabla 12. valor de las variables de los golpes 9 y 10.

Golpe	9	10
distancia del hoyo. M	2,06	2,06
ángulo proyección	50	45
velocidad inicial. m/s	12,8	14,7
tiempo de subida. S	1	1,06
velocidad inicial Y. m/s	9,8	10,39
velocidad inicial X. m/s	8,21	10,39
X máxima. Metros	16,4	22,008
Y máxima. Metros	4,89	5,5

En el golpe 9 el ángulo de proyección tiene un valor de 50° , el tiempo de subida es de 1 segundo, la velocidad inicial es de 12,8 m/s; mientras que la velocidad inicial en Y es de 9,8 m/s,

la altura alcanzada por la bola es de 4,89 metros y la velocidad inicial en X 8,21 m/s y una distancia de 16,4 metros.

En el golpe 10 el valor del ángulo de proyección es 45° , el tiempo de subida es de 1,06 segundos; la velocidad inicial en Y es de 10,39 metros, obteniendo una altura de 5,5 metros y la velocidad inicial en X es de 10,39 m/s y una distancia de 22,008 metros.

Comparando ambos golpes con el de referencia, decimos que el ángulo de los golpes 9 y 10 es considerablemente mayor, con una diferencia de 10° y 5° respectivamente, el tiempo de subida se diferencia por 1 segundos y 0,04 segundos, por ende, el valor de las demás variables es menor al golpe de referencia.

Figura 26, Trayectoria de la bola en los golpes 11 y 12.



Fuente propia

Tabla 13. Variables golpes 11 y 12.

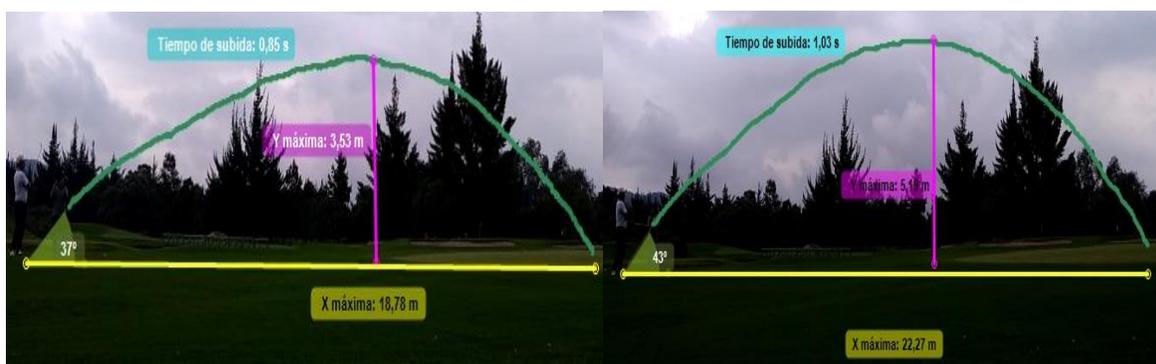
Golpe	11	12
distancia del hoyo. M	0,6	0,21
ángulo proyección	35	41
velocidad inicial. m/s	13,69	12,71
tiempo de subida. S	0,8	0,85
velocidad inicial Y. m/s	7,84	8,33
velocidad inicial X. m/s	11,21	9,58
X máxima. Metros	17,91	16,26
Y máxima. Metros	3,13	3,53

En el golpe 11 el ángulo de proyección fue de 35° , mientras que el tiempo de subida fue de 0,8 segundos y la velocidad inicial fue de 13,69 m/s; la velocidad inicial en Y fue de 7,84 m/s y la altura de la bola fue de 3,13 metros y la velocidad inicial en X es de 11,21 m/s y la distancia alcanzada por la bola es de 17,91 metros.

Los valores de las variables del golpe fueron de: 41° en ángulo de proyección, su tiempo de subida fue de 0,85 segundos y la velocidad inicial es de 12,71 m/s: mientras que la velocidad inicial en Y fue de 8,33 m/s y la bola alcanza una altura de 3,53 metros y la velocidad inicial en X fue de 9,58 m/s y la distancia de la bola 16,26 metros.

El ángulo de proyección del golpe es 5° menor al golpe de referencia y el tiempo de subida es 0,3 segundos inferior, esto conlleva a que las demás variables del tiro no se aproximen a las del golpe de referencia. Mientras que en el ángulo de proyección del golpe 12 se presenta una diferencia de 1° , pero el tiempo de subida al ser tan corto, la altura y la distancia de la bola no se aproximan al tiro de referencia.

Figura 27, Trayectoria de la bola en los golpes 13 y 14.



Fuente propia.

Tabla 14. valor de las variables de los golpes 13 y 14.

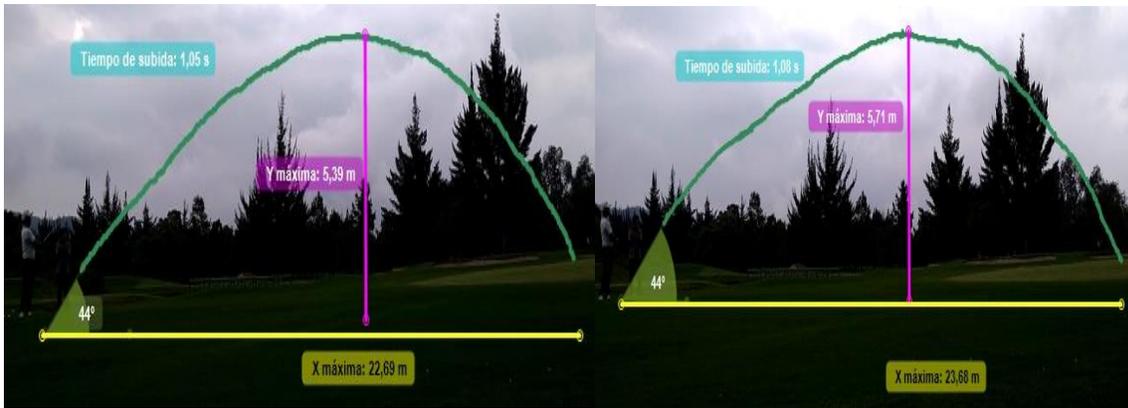
Golpe	13	14
Distancia del hoyo. M	0,76	1,6
Angulo proyección	37	43
Velocidad inicial. m/s	13,87	14,81
Tiempo de subida. S	0,85	1,03
Velocidad inicial Y. m/s	8,33	10,1
Velocidad inicial X. m/s	11,06	10,82
X máxima. Metros	18,78	22,27
Y máxima. Metros	3,53	5,19

En el golpe 13 el ángulo de proyección es de 37° , mientras que el tiempo de subida es de 0,85 segundos, con una velocidad inicial de 13,87 m/s; mientras que la bola cuenta con una velocidad inicial en Y de 8,33 m/s y alcanza una altura de 3,53 metros y la velocidad inicial en X es de 11,06 m/s y la bola recorre una distancia de 18,78 metros.

Las variables en el golpe 14 muestran valores de 43° de ángulo de proyección, un tiempo de subida de 1,03 segundos y una velocidad inicial de 14,81 m/s; mientras que la velocidad inicial en Y es de 10,1, así la bola obtiene una altura de 5,19 metros y la velocidad en X fue de 10,82 m/s alcanzando una distancia de 22,27 metros.

En el golpe 13 el ángulo de proyección varía en 3° en comparación con el golpe de referencia y la bola tiene un tiempo de subida de 0,85 segundos, al obtener un tiempo de subida tan corto las variables de velocidades y por ende las de distancia presentan valores menores al del golpe de referencia. Mientras que en el golpe 14 el ángulo es mayor en 3° y el tiempo de subida de la bola es de 1,03 segundos, este siendo muy similar al del golpe de referencia, pero debido a que el ángulo de proyección es mayor, la distancia que obtiene la bola es menor, como lo es su altura.

Figura 28 Trayectoria de la bola en los golpes 15 y 16.



Fuente propia.

Tabla 15. valor de las variables de los golpes 15 y 16.

Golpe	15	16
distancia del hoyo. M	2,6	0,87
ángulo proyección	44	44
velocidad inicial. m/s	14,84	15,26
tiempo de subida. S	1,05	1,08
velocidad inicial Y. m/s	10,29	10,59
velocidad inicial X. m/s	10,66	10,97
X máxima. Metros	22,69	23,68
Y máxima. Metros	5,39	5,71

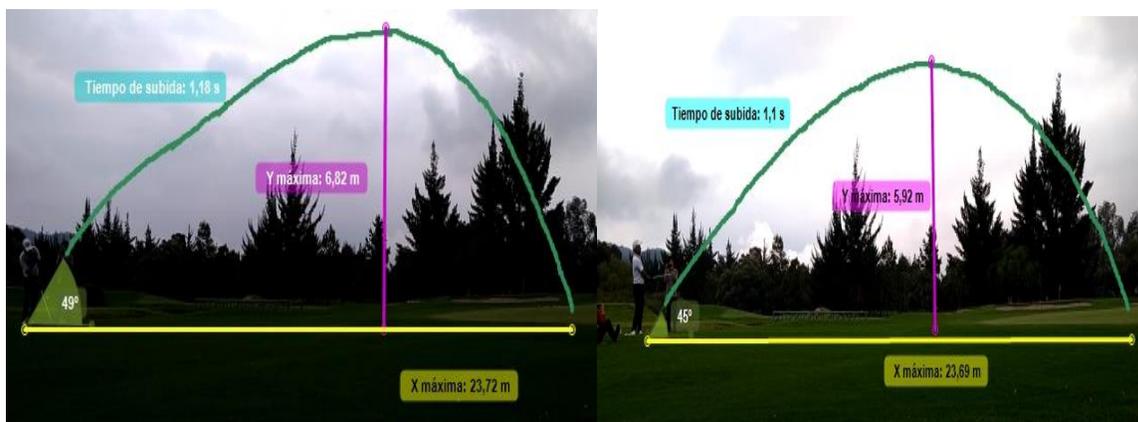
En el golpe 15 el ángulo de proyección de la bola fue de 44° , el tiempo de subida de 1,05 segundos y la velocidad inicial fue de 14,84 m/s; la velocidad inicial en Y fue de 10,29 m/s, la altura que alcanzo la bola fue de 5,39 metros, mientras que la velocidad inicial en X fue de 10,97 m/s y la bola obtuvo una distancia de 23,68 metros.

El valor de las variables del golpe 16 fueron de, 44° den ángulo de proyección, con un tiempo de subida de la bola de 1,08 segundos, con una velocidad inicial de 15,26 m/s; la bola obtuvo una

velocidad inicial en Y de 10,59 m/s, con esto la bola alcanzo una altura de 5,71 metros y la velocidad inicial en X fue de 10,97, con una distancia de 23,68 metros.

Pese a que estos golpes tienen el mismo ángulo de proyección, el tiempo de subida de la bola varia 0,03 segundos por ellos las demás variables del tiro son diferentes y con respecto a la comparación con el golpe de referencia tienen 4° más de ángulo, mientras que en tiempo tienen una diferencia de 0,05 segundos (golpe 15) y 0,02 segundos (golpe 16) por ellos las demás variables no son similares a las del golpe de referencia.

Figura 29, Trayectoria de la bola en los golpes 18 y 19.



Fuente propia.

Tabla 16. valor de las variables de los golpes 18 y 19.

Golpe	18	19
distancia del hoyo	2,87	1,3
ángulo proyección	49	45
velocidad inicial. m/s	15,35	15,26
tiempo de subida. S	1,18	1,1
velocidad inicial Y. m/s	11,57	10,78
velocidad inicial X. m/s	10,06	10,78
X máxima. Metros	23,72	23,69
Y máxima. Metros	6,82	5,92

El valor de las variables en el golpe 18 son de 49° en el ángulo de proyección, su tiempo de subida fue de 1,18 segundos y la velocidad inicial de la bola fue de 15,35 m/s; mientras que la velocidad inicial en Y fue de 11,57 m/s, así la bola alcanza una altura de 6,28 metros y la velocidad inicial en X fue de 10,06 m/s, por ello la bola obtiene una distancia de 23,72 metros.

En el golpe 19, el ángulo de proyección es de 45° , su tiempo de subida es 1,1 segundos y su velocidad inicial es de 15,26 m/s; por ello la velocidad en Y es de 10,78 m/s, así la bola alcanza una altura de 5,92 metros y la velocidad en X es de 10,78 m/s, la bola obtiene una distancia de 23,69.

Al realizar la comparación con el golpe de referencia, en el golpe 18 la bola sale en un ángulo que tiene 9° más que en el de referencia, a pesar que en el tiempo de subida dura 0,08 segundos más que en el de referencia las demás variables no son similares. Mientras que en el golpe 19 la bola sale con 5° más que en el de referencia, el tiempo coincide, así mismo coincide la velocidad inicial en Y y por ello la altura es la misma a la del golpe de referencia.

Figura 30, Trayectoria de la bola en los golpes 20 y 21.



Tabla 17. valor de las variables de los golpes 20 y 21.

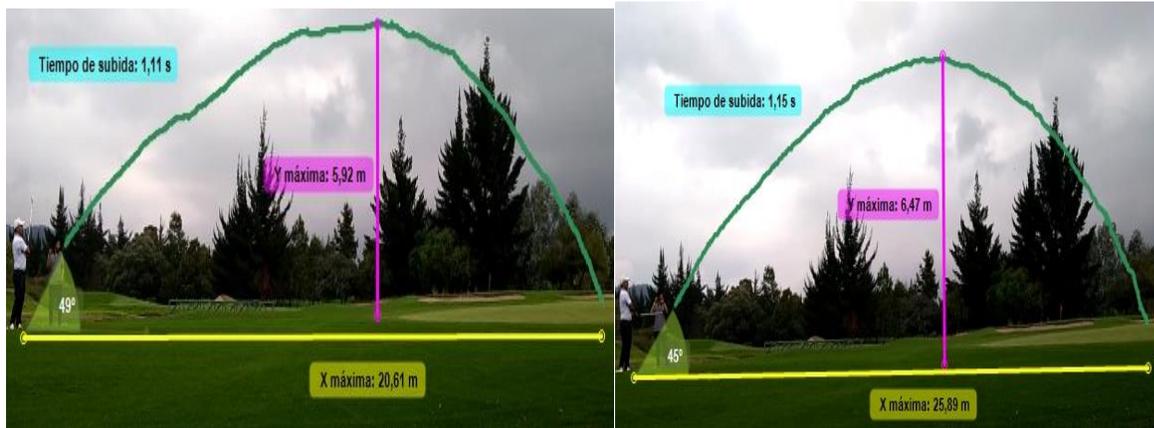
Golpe	20	21
distancia del hoyo	1,8	2,3
ángulo proyección	46	45
velocidad inicial. m/s	15,41	15,95
tiempo de subida. S	1,13	1,15
velocidad inicial Y. m/s	11,07	11,27
velocidad inicial X. m/s	10,69	11,27
X máxima. Metros	24,12	25,89
Y máxima. Metros	6,24	6,47

En el golpe 20, el ángulo de proyección fue de 46° , con un tiempo de subida de la bola de 1,13 segundo, obteniendo una velocidad inicial de 15,41 m/s; así mismo la velocidad inicial en Y fue de 11,07, por ello la bola alcanza una altura de 6,24 metros y la velocidad inicial en X fue de 10,69 m/s, debido a esto la bola tiene una distancia de 24,12 metros.

El valor de las variables en el golpe 21 fueron de, 45° en el ángulo de proyección, la bola se tardó 1,15 segundos subiendo y obtuvo una velocidad inicial de 15,95 m/s; debido a esto la velocidad inicial en Y fue 11,27 m/s, así la bola alcanzo una altura de 6,47 metros y la velocidad inicial en X fue 11,27 m/s, la bola obtuvo una distancia de 25,89 metros.

En la comparación de estos dos golpes con el golpe de referencia, se halla que la bola en ambos golpes duro un poco más subiendo que en el golpe de referencia, así mismo obtuvieron una mayor altura, pero la distancia alcanzada por la bola fue menor que en el golpe de referencia.

Figura 31, Trayectoria de la bola de los golpes 22 y 23.



Fuente propia.

Tabla 18. Valor de las variables del tiro parabólico de los golpes 22 y 23.

Golpe	22	23
distancia del hoyo	1,3	1,8
ángulo proyección	49	45
velocidad inicial. m/s	14,31	15,95
tiempo de subida. S	1,1	1,15
velocidad inicial Y. m/s	10,78	11,27
velocidad inicial X. m/s	9,38	11,27
X máxima. Metros	20,61	25,89
Y máxima. Metros	5,92	6,47

En el golpe 22, el ángulo de proyección es de 49° , el tiempo de subida de la bola fue de 1,1 segundo, con una velocidad inicial de 14,31 m/s; debido a esto la velocidad inicial en Y es de 10,78 m/s, así la bola alcanza una altura de 5,92 metros y la velocidad inicial en X es de 9,38 m/s, por ello la bola obtiene una distancia de 20,61 metros.

El valor de las variables en el golpe 23 son de: 45° en el ángulo de proyección, la bola se demoró 1,15 segundos subiendo y obtuvo una velocidad inicial de 15,95 m/s; debido a esto la

velocidad inicial en Y fue 11,27 m/s, así la bola alcanzó una altura de 6,47 metros y la velocidad inicial en X fue 11,27 m/s, la bola obtuvo una distancia de 25,89 metros.

El golpe 23 es igual en el valor de todas sus variables, debido a que su ángulo de proyección y el tiempo de subida son idénticos. En la comparación con el golpe de referencia, el golpe 22 tiene un tiempo de subida, la velocidad inicial en Y y la altura alcanzada por la bola, idénticas al golpe referente. Con el golpe 23 no hay alguna similitud con el golpe referente, debido a que tiene 5° más en el ángulo de proyección y el tiempo de vuelo duro 0,05 segundos más.

Figura 32, Trayectoria de la bola de los golpes 24 y 25.



Fuente propia.

Tabla 19. Valor de las variables del tiro parabólico de los golpes 24 y 25.

Golpe	24	25
distancia del hoyo	0,4	1,1
ángulo proyección	50	50
velocidad inicial. m/s	14,08	13,19
tiempo de subida. S	1,1	1,03
velocidad inicial Y. m/s	10,78	10,1
velocidad inicial X. m/s	9,03	8,65
X máxima. Metros	19,84	17,81
Y máxima. Metros	5,92	5,19

En el golpe 24, el ángulo de proyección es de 50° , el tiempo de subida es 1,1 segundos, debido a esto la velocidad inicial es de 14,08 m/s; así mismo la velocidad inicial en Y es de 10,78 m/s, por ende, la altura que alcanza la bola es de 5,92 metros y la velocidad inicial en X es de 9,03 m/s, la bola obtiene una distancia de 19,84 metros.

El valor de las variables del golpe 25, en el ángulo de proyección de 50° , con un tiempo de subida de la bola de 1,03 segundos y una velocidad inicial de 13,19 m/s; debido a esto la velocidad inicial en Y es 10,1 m/s, la bola así obtiene una altura de 5,19 metros y una velocidad en X de 8,65 m/s, con una distancia de la bola de 17,81 metros.

En la comparación de ambos golpes con el de referencia, se percibe que el golpe 24 tiene un tiempo de subida de la bola idéntico al golpe de referencia, obteniendo así una velocidad inicial en Y y una altura de la bola también idénticas, en las demás variables se nota un cambio significativo debido a que el ángulo de proyección es 5° mayor. Con el golpe 25, no se hallan similitudes con el golpe de referencia debido a que el ángulo de proyección es 5° grados más grande y el tiempo de subida de la bola es 0,07 segundos más corto.

5.3.2. Velocidades angulares, lineales y aceleración angular del hierro durante las fases de swing.

Golpes	velocidades	back	Down	Follow	finish
1	angular rad/s	10,46	15,7	39,25	11,21
	lineal m/s	9,43	14,13	35,39	10,11
	aceleración rad/s ²	17,44	26,16	245,31	20,02
2	angular rad/s	11,21	16,52	48,3	17,44
	lineal m/s	10,11	14,9	43,55	15,72
	aceleración rad/s ²	20,02	43,49	371,59	48,45
3	angular rad/s	10,46	15,7	48,3	17,44
	lineal m/s	9,43	14,15	43,55	15,72
	aceleración rad/s ²	17,44	39,25	371,59	48,45
4	angular rad/s	9,96	17,94	39,25	12,56
	lineal m/s	8,98	16,17	35,39	11,32
	aceleración rad/s ²	15,82	51,26	245,31	25,12
5	angular rad/s	10,46	16,1	52,33	11,84
	lineal m/s	9,43	14,51	47,18	10,68
	aceleración rad/s ²	17,44	41,28	436,11	22,35
6	angular rad/s	9,96	19,03	39,25	14,6
	lineal m/s	8,98	17,15	35,39	13,16
	aceleración rad/s ²	15,82	57,66	245,31	33,94
7	angular rad/s	9,96	17,44	39,25	14,6
	lineal m/s	8,98	15,72	35,39	13,16
	aceleración rad/s ²	15,82	48,45	245,31	33,94
8	angular rad/s	8,97	17,44	39,25	11,84
	lineal m/s	8,08	15,72	35,39	10,68
	aceleración rad/s ²	12,81	48,45	245,31	22,35
9	angular rad/s	11,21	15,31	33,05	15,7
	lineal m/s	10,11	13,81	29,8	14,15

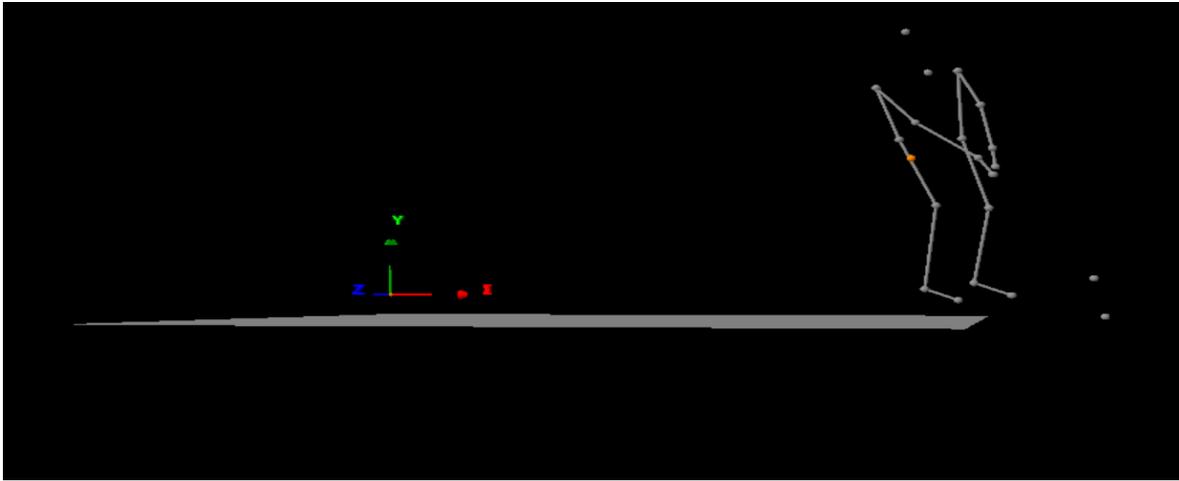
	aceleración rad/s ²	20,02	37,35	173,96	39,25
10	angular rad/s	10,46	17,44	44,85	14,27
	lineal <i>m/s</i>	9,43	15,72	40,44	12,86
	aceleración rad/s ²	17,44	48,45	320,4	32,43
11	angular rad/s	9,96	17,44	44,85	15,7
	lineal <i>m/s</i>	8,98	15,72	40,44	14,15
	aceleración rad/s ²	15,82	48,45	320,4	39,25
12	angular rad/s	10,46	18,47	41,86	12,56
	lineal <i>m/s</i>	9,43	16,65	37,75	11,32
	aceleración rad/s ²	17,44	54,32	279,11	25,12
13	angular rad/s	10,46	17,44	39,25	15,7
	lineal <i>m/s</i>	9,43	15,72	35,39	14,15
	aceleración rad/s ²	17,44	48,45	245,31	39,25
14	angular rad/s	10,46	17,44	48,3	12,56
	lineal <i>m/s</i>	9,43	15,72	43,55	11,32
	aceleración rad/s ²	17,44	48,45	371,59	25,12
15	angular rad/s	10,46	16,52	34,88	13,65
	lineal <i>m/s</i>	9,43	14,9	31,45	12,31
	aceleración rad/s ²	17,44	43,49	193,82	29,67
16	angular rad/s	10,46	18,47	44,85	12,56
	lineal <i>m/s</i>	9,43	16,65	40,44	11,32
	aceleración rad/s ²	17,44	54,32	320,4	25,12
17	angular rad/s	9,96	16,52	48,3	13,65
	lineal <i>m/s</i>	8,98	14,9	43,55	12,31
	aceleración rad/s ²	15,82	43,49	371,59	29,67
18	angular rad/s	9,96	17,44	39,25	13,65
	lineal <i>m/s</i>	8,98	15,72	35,39	12,31
	aceleración rad/s ²	15,82	48,45	245,31	29,67
19	angular rad/s	9,96	19,03	48,3	13,65
	lineal <i>m/s</i>	8,98	17,15	43,55	12,31
	aceleración rad/s ²	15,82	57,66	371,59	29,67
20	angular rad/s	9,51	16,52	36,94	15,7

	lineal <i>m/s</i>	8,57	14,9	33,3	14,15
	aceleración rad/s ²	14,41	43,49	217,3	39,25
21	angular rad/s	10,46	17,44	48,3	11,21
	lineal <i>m/s</i>	9,43	15,72	43,55	10,11
	aceleración rad/s ²	17,44	48,45	371,59	20,02
22	angular rad/s	10,46	16,97	48,3	12,56
	lineal <i>m/s</i>	9,43	15,3	43,55	11,32
	aceleración rad/s ²	17,44	45,87	371,59	25,12
23	angular rad/s	11,21	17,44	44,85	12,56
	lineal <i>m/s</i>	10,11	15,72	40,44	11,32
	aceleración rad/s ²	20,02	48,45	320,4	25,12
24	angular rad/s	9,96	19,03	44,85	13,65
	lineal <i>m/s</i>	8,98	17,15	40,44	12,31
	aceleración rad/s ²	15,82	57,66	320,4	29,67
25	angular rad/s	9,96	17,44	44,85	14,6
	lineal <i>m/s</i>	8,98	15,72	40,44	13,16
	aceleración rad/s ²	15,82	48,45	320,4	33,96

El momento angular en el swing del golf esta presenta durante la ejecución de todas sus fases, debido a que el palo está en constante movimiento ascendente y descendente, así obteniendo velocidad angular, lineal y una aceleración angular. Estos variables se obtienen mediante la longitud del palo, el tiempo de duración de cada fase y la constante de π . La importancia de estas variables, es que de los resultados de estas depende el ángulo de proyección del tiro parabólico.

5.3.2.1 Cuerpo.

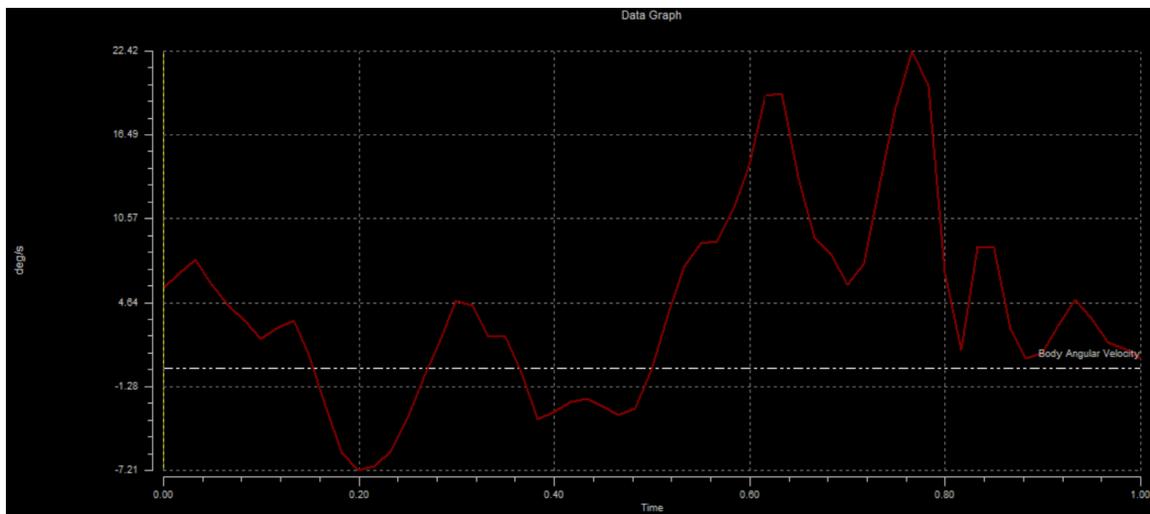
Figura 33. Modelación 3D del golpe 17, mediante skillspector.



Fuente propia.

Con el software skillspector se realiza una modelación en 3D del gestó técnico del swing, con este programa se logran sacar de manera precisa las velocidades angulares de los segmentos corporales y en si del cuerpo entero durante la duración del swing.

Figura 34, Velocidad angular del cuerpo durante el swing en el golpe 17.

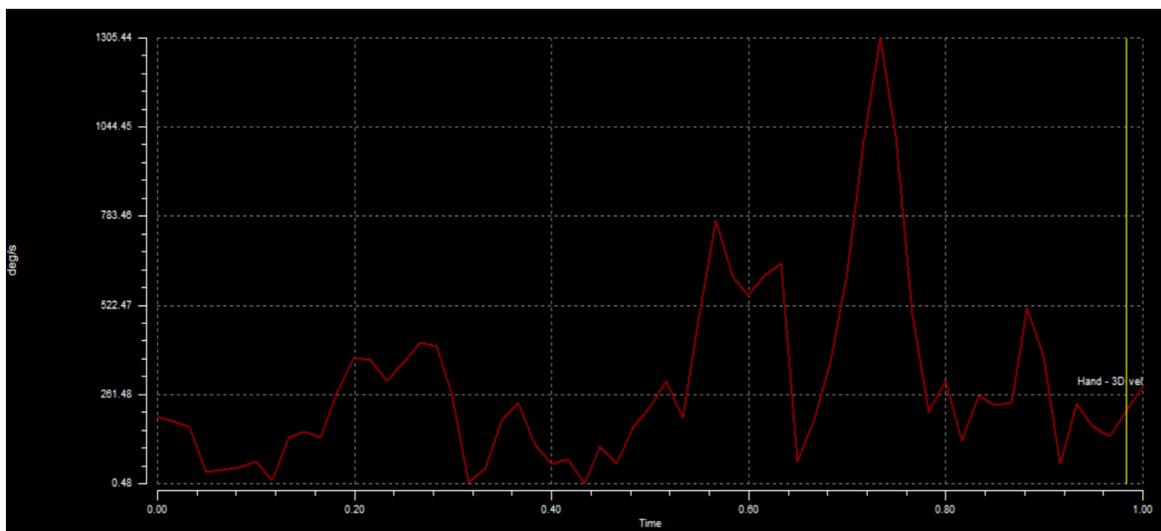


Fuente propia.

Al inicio del swing el cuerpo tiene una velocidad angular de 4,64 rad/s, al comenzar el backswing el cuerpo presenta una velocidad angular negativa, obteniendo una máxima de -7,21 rad/s, después tiene un leve ascenso de velocidad y al llegar al último momento del back swing la velocidad angular del cuerpo es de unos -3 rad/s. en la fase de downswing, es la fase más rápidas en el swing, la velocidad angular del cuerpo comienza a aumentar, llegando a una velocidad máxima antes del impacto de la bola de unos 18 rad/s, en un corto periodo de tiempo la velocidad se mantiene constante, hasta que en la fase del followthrough la velocidad llega hacer de unos 5 rad/s, seguidamente el velocidad vuelve a ascender en la fase del finish, llegando a obtener una velocidad máxima de 22,42 rad/s y por último la velocidad desciende debido a que el movimiento de palo ya se ha mermado, obteniendo una velocidad de unos 9 rad/s

5.3.2.2 Mano derecha.

figura 35, Velocidades angulares de la mano derecha durante el swing del golpe 17.

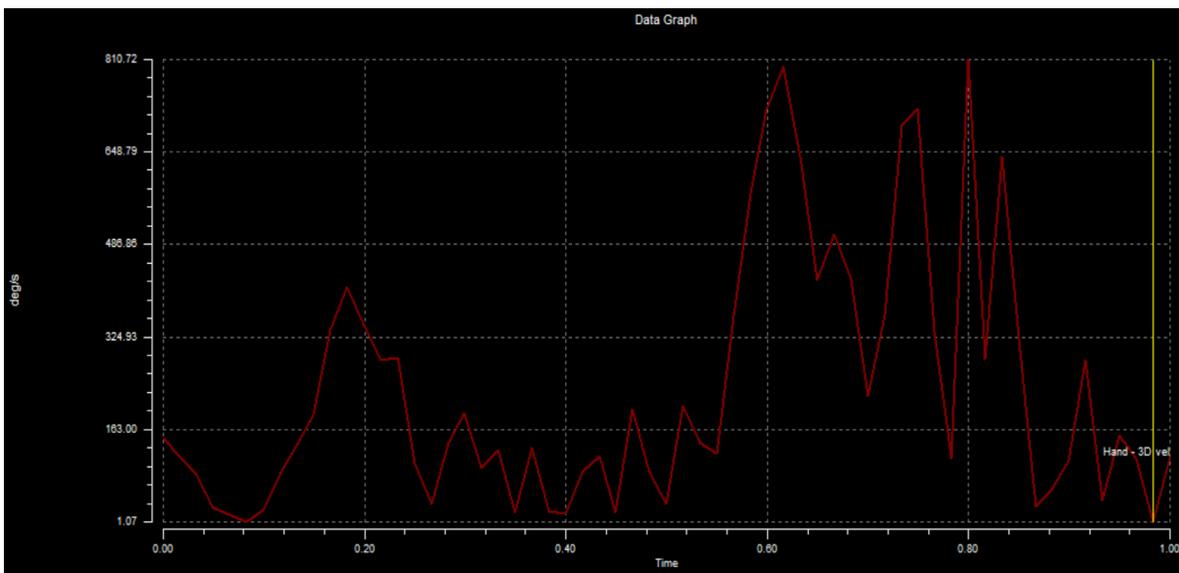


Fuente propia.

Al iniciar el swing, la mano derecha presenta una velocidad angular de unos 240 rad/s. al comenzar el backswing llega a bajar hasta los 0,48 rad/s, durante esta fase tiene aumentos de velocidad, llegando hasta los 350 rad/s, al llegar al punto más alto del back swing la velocidad baja llegando a unos 100 rad/s, ya en la fase del downswing la velocidad angular de la mano derecha comienza a aumentar, en la mitad del downswing llega a los 783,46 rad/s, después comienza a disminuir hasta que llega al impacto de la bola con una velocidad angular de unos 550 rad/s. en la fase del followthrough desciende nuevamente a unos 150 rad/s y al final de esta fase tiene un aumento a unos 400 rad/s.. ya en a la fase del finish la mano derecha llega a su velocidad máxima de 1305.44 rad/s y al finalizar el swing la mano llega a 261,48 rad/s.

5.3.2.3 Mano izquierda.

figura 36, Velocidades angulares de la mano derecha durante el swing del golpe 17.

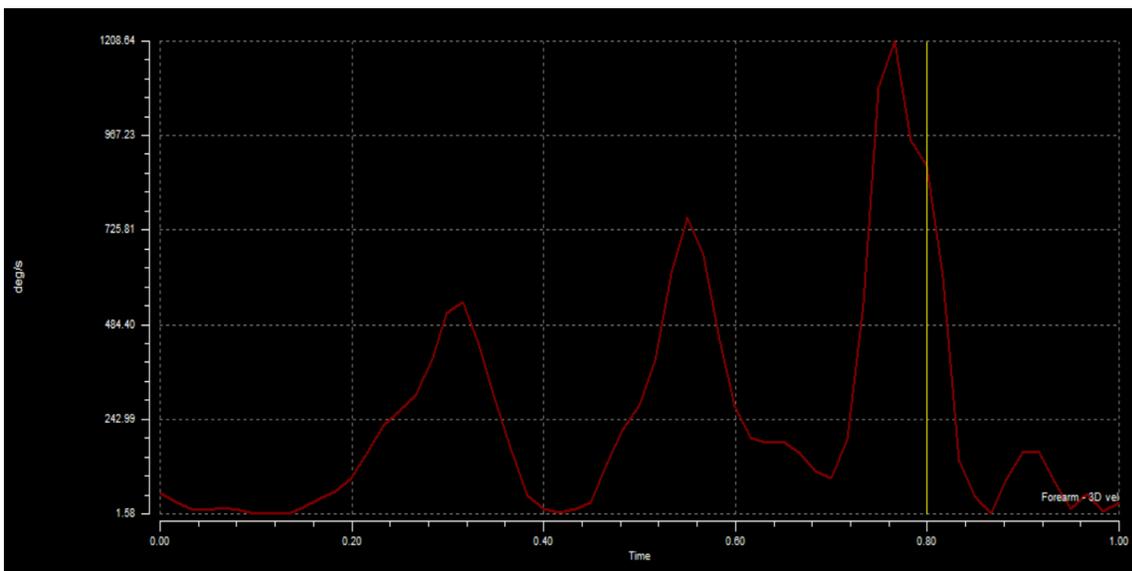


Fuente propia.

Al inicio del swing la mano izquierda tiene una velocidad angular de 160 rad/s, comenzando el backswing la velocidad baja hasta 1,07 rad/s, seguidamente la mano izquierda aumenta su velocidad llegando a unos 370 rad/s, después la mano izquierda presenta un descenso en su velocidad con unos 20 rad/s, antes de alcanzar el punto más alto del backswing la velocidad angular de la mano izquierda presenta aumentos y descenso, hasta llegar a 163 rad/s. En el downswing la velocidad disminuye un poco, pero al pasar el tiempo alcanza una velocidad máxima de unos 800 rad/s antes del impacto con la bola. En el follothrough la velocidad desciende hasta los 486,86 rad/s y en la fase del finish la velocidad baja hasta unos 200 rad/s, después vuelve a aumentar y disminuir hasta llegar a una velocidad máxima de 810,72 rad/s.

5.3.2.4 Antebrazo derecho.

figura 37 Velocidad angular del antebrazo derecho durante en swing del golpe 17.

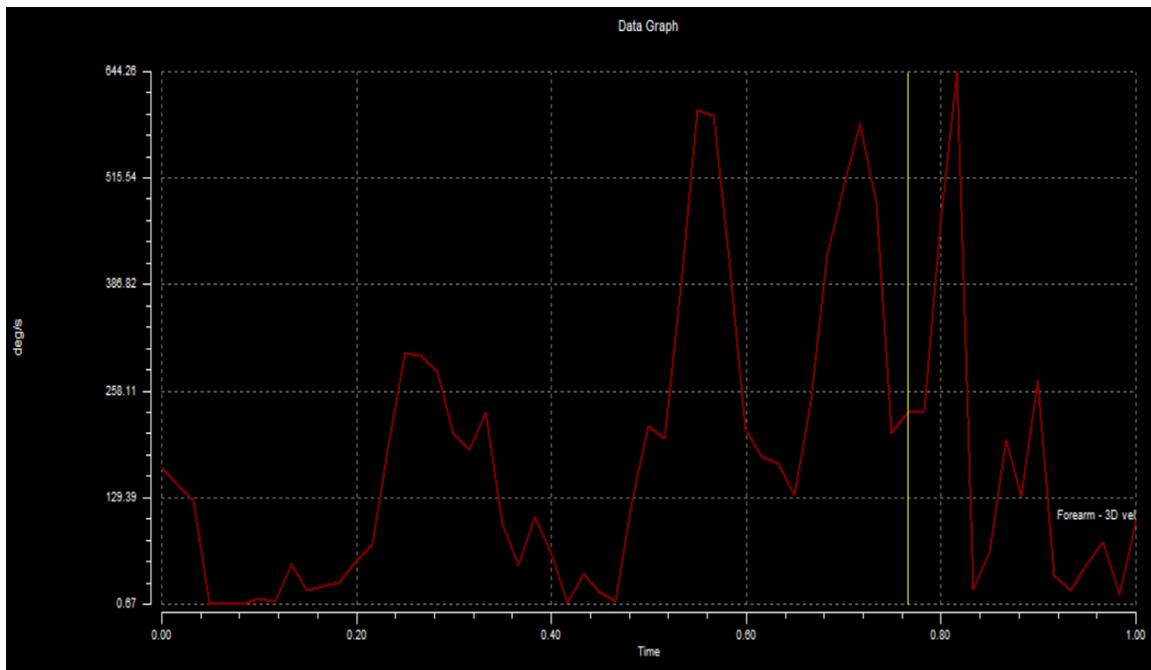


Fuente propia.

La velocidad angular del antebrazo derecho comienza a unos 50 rad/s, al inicio del backswing la velocidad angular es de 1,58 rad/s y comienza a aumentar llegando a unos 500 rad/s, desde este punto la velocidad comienza a disminuir, hasta llegar a lo más alto del backswing con una velocidad de unos 10 rad/s, ya en la fase del downswing aumenta hasta los 730 rad/s, a la mitad del downswing la velocidad vuelve a disminuir a unos 200 rad/s antes del impacto con la bola. En el followthrough la velocidad baja hasta unos 50 rad/s y en el finish el antebrazo alcanza la velocidad angular más alta de 1208,64 rad/s.

5.3.2.5 Antebrazo izquierdo.

figura 38 Velocidad angular del antebrazo derecho durante en swing del golpe 17.

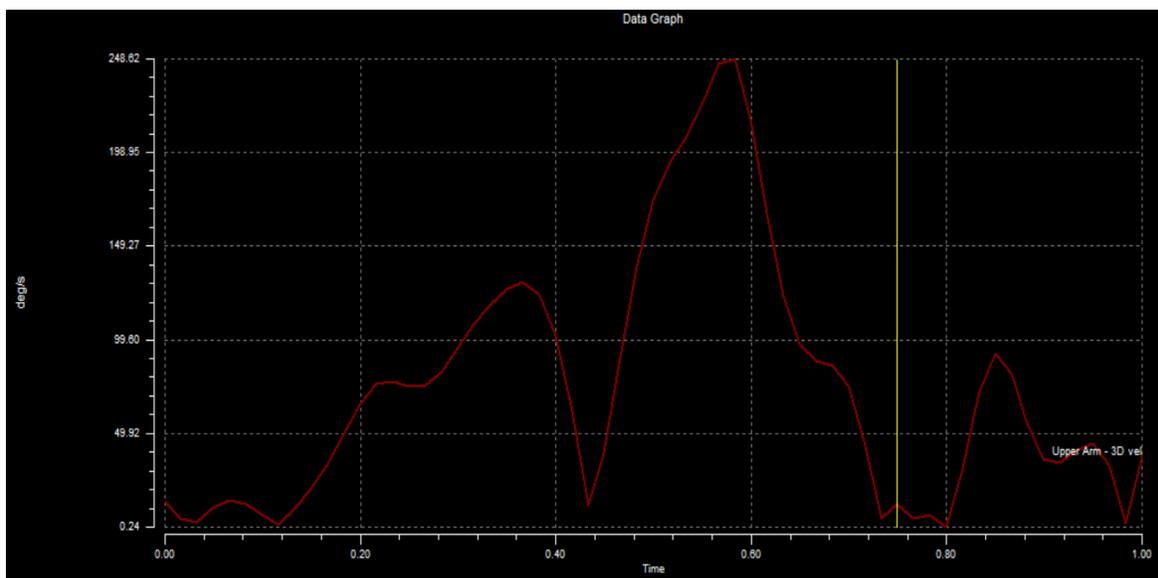


Fuente propia.

Al inicio del swing la velocidad angular de antebrazo izquierdo es de unos 180 rad/s, al comenzar el backswing la velocidad es de unos 20 rad/s, a la mitad de esta fase la velocidad aumenta hasta unos 300 rad/s, después comienza a disminuir la velocidad a unos 30 rad/s al inicio del downswing la velocidad es de 0,67 rad/s, paulatinamente la velocidad asciende, en la mitad del downswing la velocidad es de unos 600 rad/s, al momento justo antes del impacto de la bola, la velocidad angular desciende a unos 150 rad/s, seguidamente en el followthrough la velocidad aumento a 400 rad/s y en el finish el antebrazo alcanzo una velocidad angular de unos 550 rad/s, seguidamente descendió y volvió a aumentar hasta la velocidad máxima del antebrazo de 644,26 rad/s.

5.3.2.6 Brazo derecho

Figura 39, Velocidad angular del brazo derecho en el swing del golpe 17

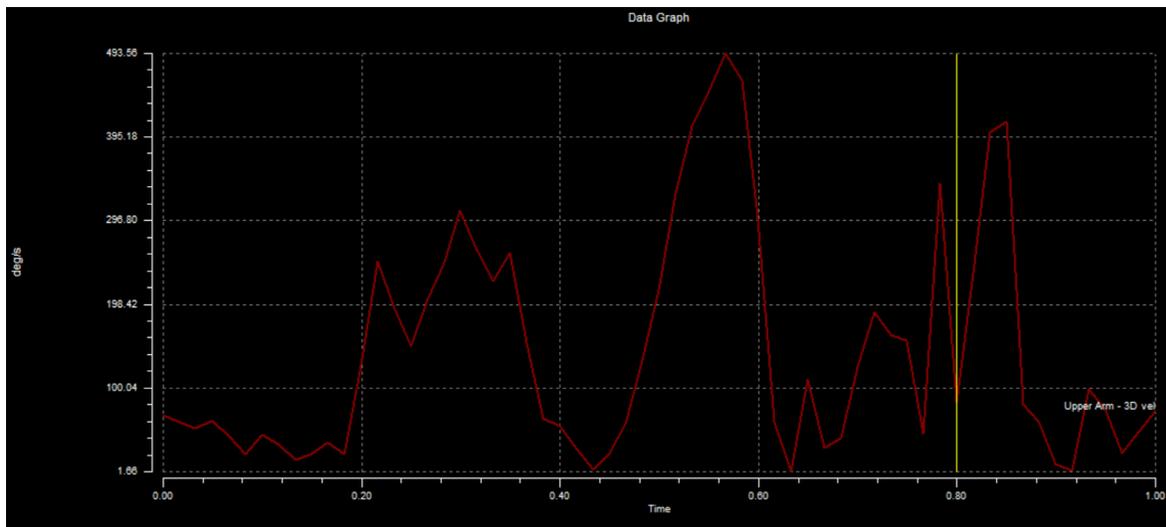


Fuente propia.

Al inicio del swing, el brazo tiene una velocidad de unos 10 rad/s, a comenzar el backswing la velocidad disminuye a 0,24 rad/s, al ir subiendo el palo en el backswing la velocidad del brazo va en aumento llegando a unos 120 rad/s, pero al llegar al punto más alto del backswing la velocidad vuelve a descender a unos 15 rad/s. En la fase del downswing la velocidad del brazo aumenta, llegando a su máxima velocidad angular de 248,62 rad/s en la mitad de esta fase, antes del impacto con la bola el brazo derecho presenta una velocidad de unos 150 rad/s, seguidamente en el followthrough la velocidad sigue disminuyendo a unos 80 rad/s y en el finish vuelve a descender a 0,24 rad/s.

5.3.2.7 Brazo izquierdo.

Figura 40, Velocidad angular del brazo izquierdo en el swing del golpe 17.



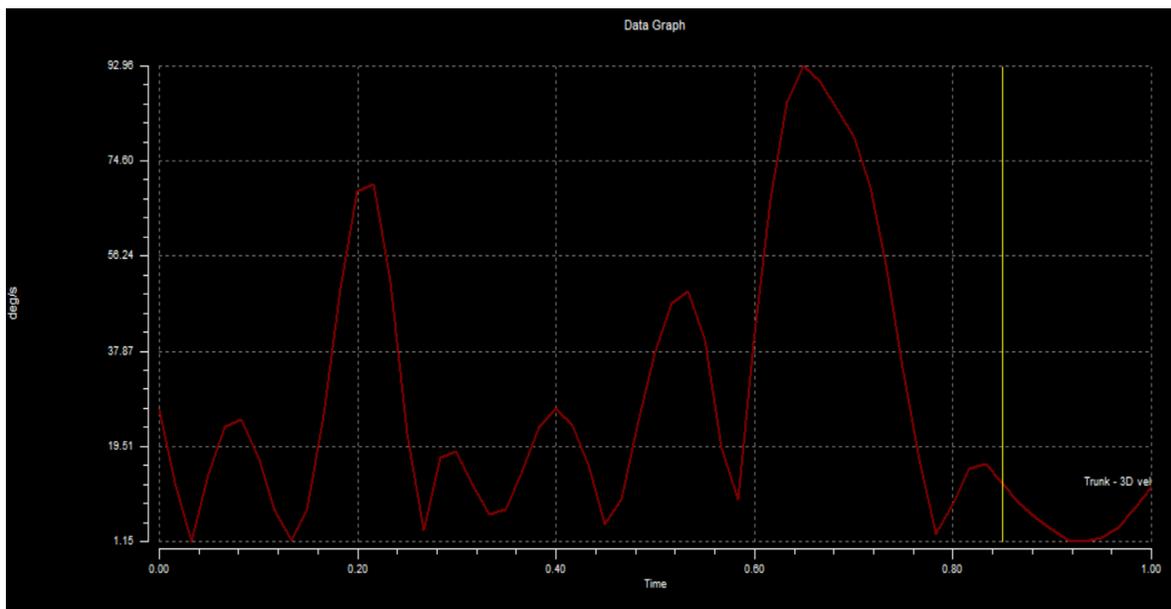
Fuente propia.

Al inicio el swing el brazo izquierdo presenta una velocidad angular de unos 80 rad/s, a comenzar el backswing la velocidad es de unos 20 rad/s, al seguir elevando el hierro, la velocidad del brazo izquierdo va aumentando, hasta llegar a 296,80 rad/s, pero al llegar al punto

más alto del backswing desciende hasta los 1,66 rad/s, al iniciar el downswing el brazo izquierdo comienza a aumentar su velocidad angular, llegando a una velocidad máxima de 493,56 rad/s a la mitad del descenso del hierro, al momento antes del impacto con la bola la velocidad angular del brazo izquierdo es de unos 70 rad/s, en la fase de followthrough la velocidad se mantiene constante y en el finish aumenta nuevamente hasta los 395,18 rad/s.

5.3.2.8 Torso lado derecho

figura 41, Velocidad angular del lado derecho del torso durante el swing en el golpe 17.



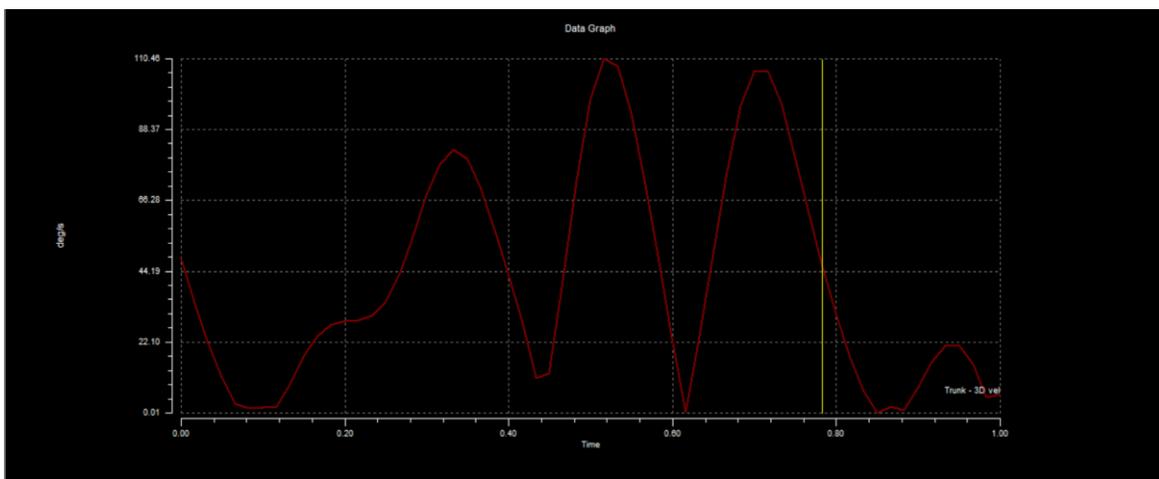
Fuente propia.

Al iniciar el swing el torso presenta una velocidad angular de unos 25 rad/s, en el backswing tiene una velocidad de 1,15 rad/s, al ir subiendo el hierro la velocidad aumenta llegando a 70 rad/s, seguidamente la velocidad comienza a disminuir hasta llegar al momento más elevado del backswing hasta unos 5 rad/s, a comienzo del downswing la velocidad angular del torso

aumenta a unos 50 rad/s, a continuación vuelve y desciende hasta el momento antes del impacto llegando otra vez a 50 rad/s, en el followthrough el torso llega a una velocidad máxima de 92,96 rad/s y en el finish la velocidad angular desciende nuevamente hasta 1,15 rad/s.

5.3.2.9 Torso izquierdo.

Figura 42, Velocidad angular del lado izquierdo del torso durante el swing en el golpe 17.

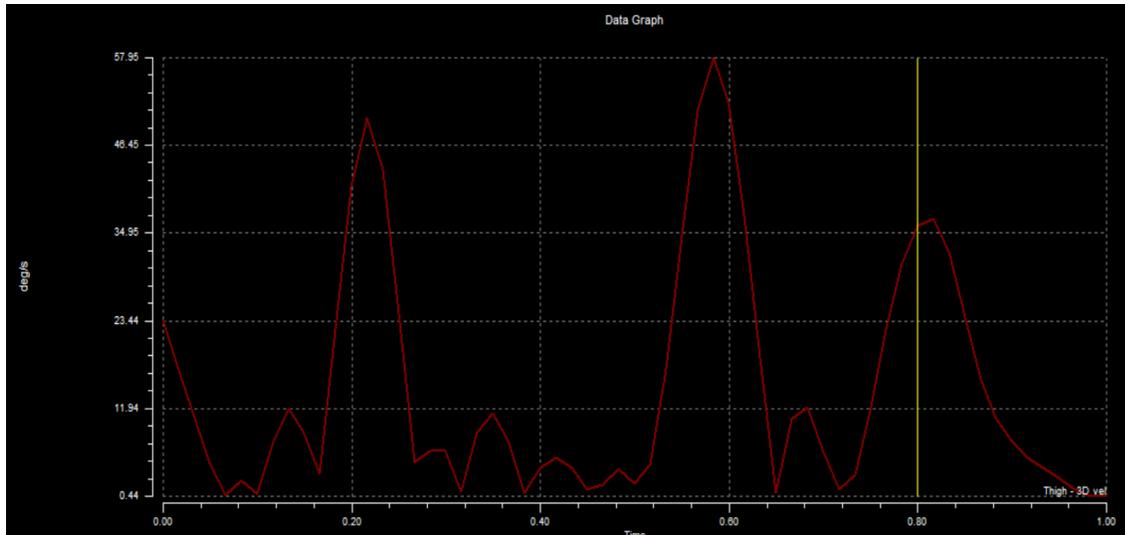


Fuente propia.

Al inicio del swing la velocidad angular del lado izquierdo del torso es de 44,19 rad/s, al empezar el backswing la velocidad es de 0,01 rad/s, al ir subiendo el hierro la velocidad del torso va aumentando, llegando a unos 80rad rad/s, al llegar al momento más elevado del backswing la velocidad del torso hasta unos 30 rad/s. en el downswing la velocidad disminuye un poco más, para después aumentar hasta los 110,46 rad/s, pero al momento antes del impacto de la bola la velocidad angular del lado izquierdo del torso desciende hasta los 0,01 rad/s, ya en el followthrough la velocidad aumenta nuevamente hasta unos 90 rad/s y en el finish vuelve a descender hasta los 0,01 rad/s.

5.3.2.10 Muslo derecho.

Figura 43, Velocidad angular del muslo derecho en el swing del golpe 17.

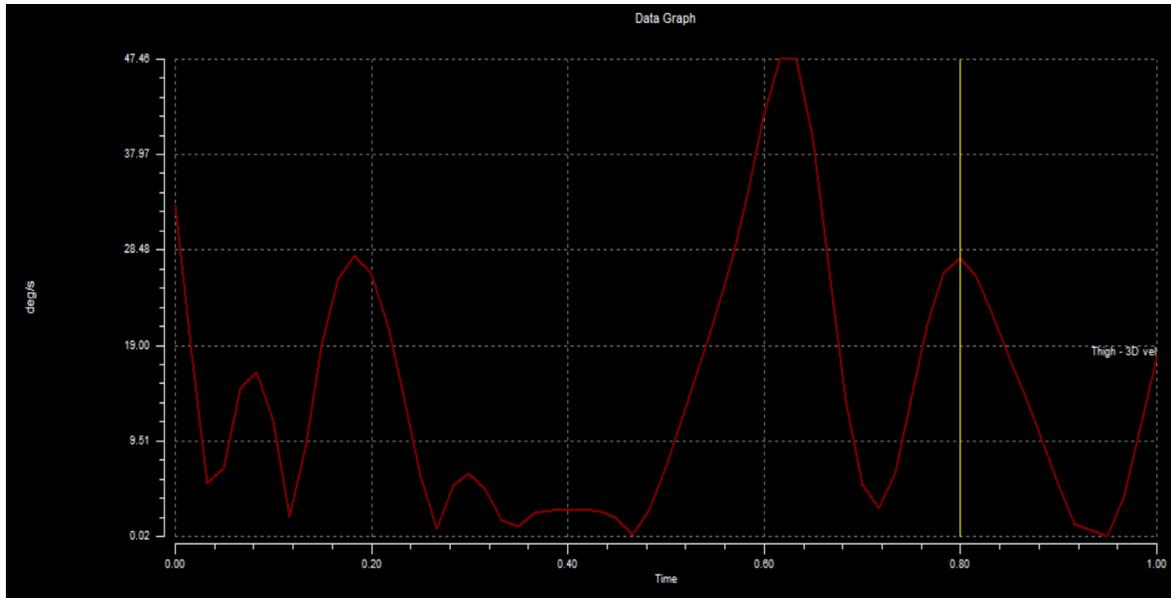


Fuente propia

La velocidad angular del muslo derecho al iniciar el swing es de 23,44 rad/s, a comenzar el backswing esta velocidad disminuye hasta unos 9 rad/s, cuando comienza a ascender el hierro la velocidad angular de muslo derecho aumenta a unos 50 rad/s, seguidamente va descendiendo esta velocidad hasta llegar a la parte más alta del backswing con una velocidad angular de 1 rad/s. En el downswing la velocidad aumenta hasta llegar al pico más alto con 57,95 rad/s, pero al momento del impacto con la bola la velocidad angular comienza a disminuir, ya en el followthrough la velocidad es de 0,44 rad/s y vuelve a subir hasta los 11,94 rad/s, por último, en el finish la velocidad llega a los 34,95 rad/s.

5.3.2.11 Muslo izquierdo.

Figura 44, Velocidad angular del muslo izquierdo durante el swing del golpe 17.

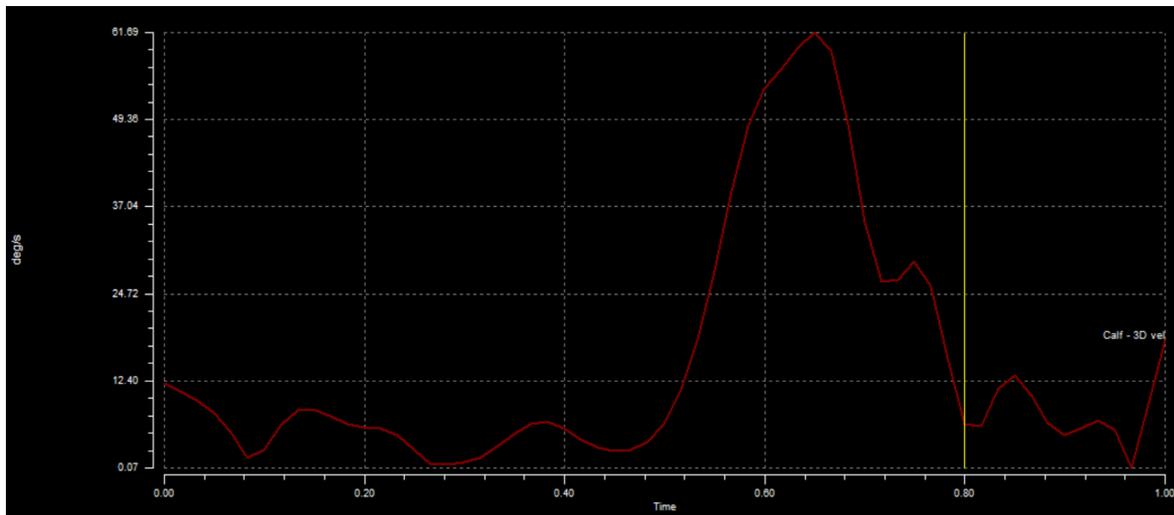


Fuente propia.

Al inicio del swing la velocidad angular de muslo izquierdo es de unos 30 rad/s, al empezar el backswing la velocidad descende hasta unos 4 rad/s, al continuar con el backswing la velocidad asciende a unos 27 rad/s, y seguidamente vuelve a descender a 0,02 rad/s y al llegar al punto más alto del backswing la velocidad se mantiene constante. Durante el downswing la velocidad aumenta paulatinamente hasta llegar a unos 45 rad/s, después del impacto de la bola en el followthrough la velocidad llega al punto más alto, con un valor de 47,46 rad/s, al final de esta fase la velocidad disminuye hasta a unos 10 rad/s y en el finish la velocidad baja a unos 5 rad/s y vuelve a subir hasta los 27 rad/s.

5.3.2.12 Pantorrilla derecha.

Figura 45, Velocidad angular de la pantorrilla derecha en el swing del golpe 17.

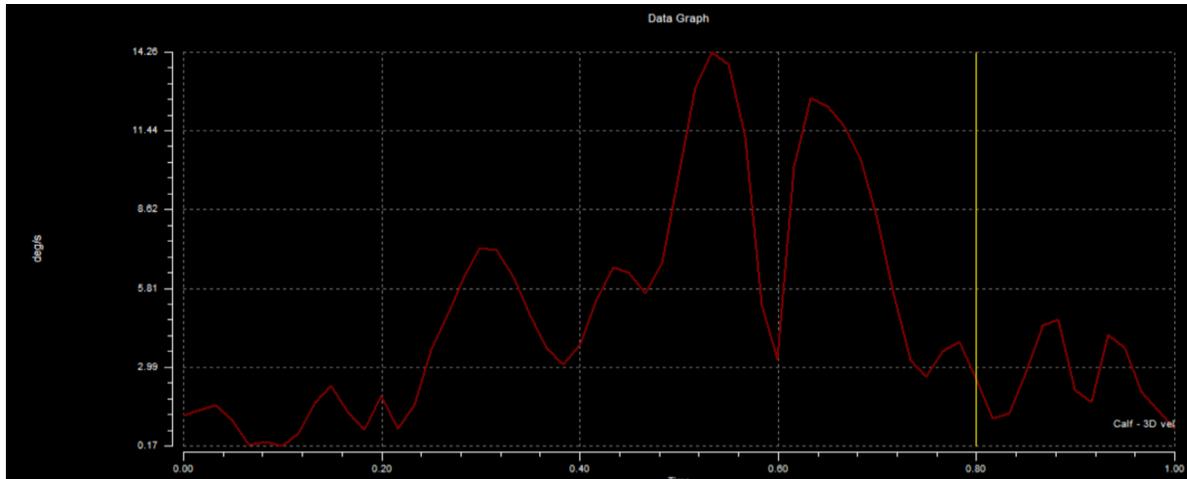


Fuente propia.

Al comenzar el swing la velocidad inicial de la pantorrilla derecha es de 12,40 rad/s, en el backswing baja a unos 8 rad/s, a la mitad del backswing la velocidad desciende aún más llegando a 0,07 rad/s y al llegar al punto más alto del backswing es de unos 5 rad/s. al iniciar la fase del downswing la velocidad angular comienza a aumentar llegando a unos 52 rad/s junto antes del impacto con la bola. En el followthrough la velocidad llega a la máxima de 61,69 rad/s y en la fase del finish la velocidad vuelve a disminuir hasta llegar a unos 6 rad/s.

5.3.2.13 Pantorrilla izquierda.

Figura 46, Velocidad angular de la pantorrilla izquierda durante el swing en el golpe 17.

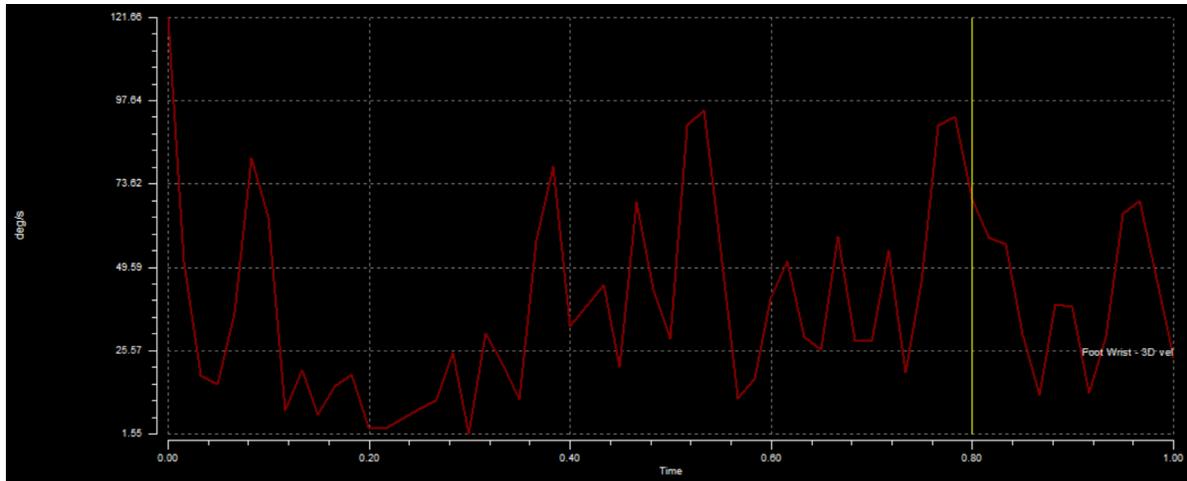


Fuente propia.

Al inicio del swing la velocidad angular de la pantorrilla izquierda es de 1 rad/s, en el backswing desciende a 0,17 rad/s, a continuar con el backswing la velocidad angular llega a unos 7,5 rad/s y al llegar a la parte más alta del backswing la velocidad baja a unos 6 rad/s. a comenzar con el downswing la velocidad angular aumenta hasta llegar a 14,26 rad/s y al momento anterior del hacer impacto con la bola la velocidad desciende a 8,62 rad/s, ya en el followthrough vuelve a elevarse llegando a unos 12 rad/s y en el finish vuelve a descender hasta llegar a los 2,99 rad/s.

5.3.2.14 Tobillo derecho.

Figura 47, Velocidad angular del tobillo derecho durante el swing del golpe 17.

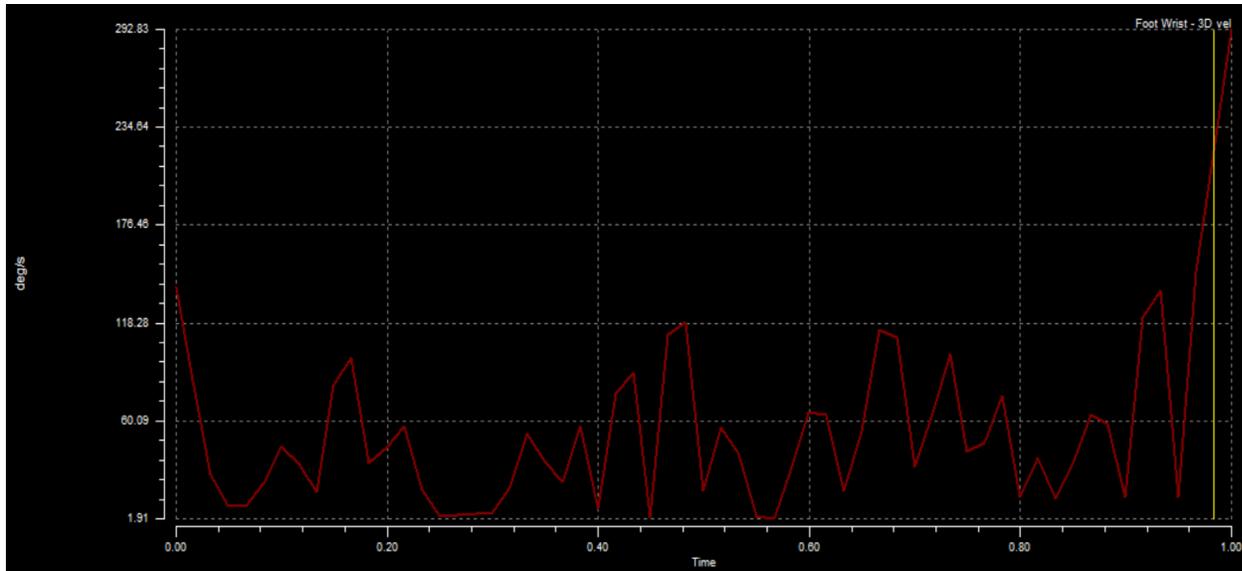


Fuente propia.

Al inicio del swing la velocidad angular del tobillo derecho es de 121,66 rad/s, a comenzar el backswing la velocidad descende, llegando a los 25,57 rad/s, a la mitad del backswing la velocidad angular llega a unos 10 rad/s y al llegar al punto más alto del backswing la velocidad angular es de 22 rad/s. en el downswing la velocidad angular llega a unos 90 rad/s y al momento junto antes del impacto la velocidad es de 45 rad/s. En el followthrough la velocidad es de 49,59 rad/s y en el finish la velocidad es de 73,62 rad/s.

5.3.2.15 Tobillo izquierdo.

Figura 48, Velocidad angular del tobillo izquierdo durante el swing del golpe 17.

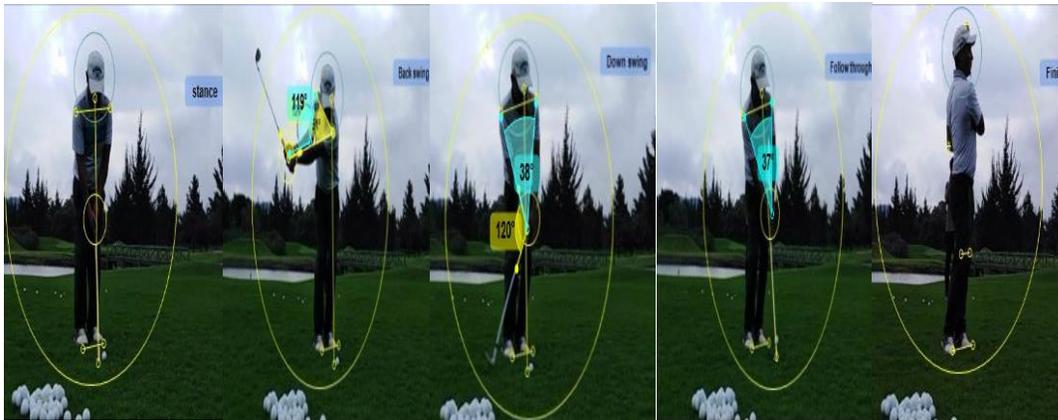


Fuente propia.

Al inicio del swing la velocidad angular del tobillo izquierdo es de unos 130 rad/s, a comenzar con el backswing la velocidad disminuye a unos 20 rad/s, a la mitad del backswing la velocidad llega a 1,91 rad/s y al llegar a la parte más alta del backswing la velocidad angular del tobillo izquierdo se mantiene constante con unos leves descensos y ascensos. En el downswing la velocidad llega a 118,28 rad/s y al momento junto antes del impacto la velocidad es de 60,09 rad/s, a continuación del impacto en el followthrough la velocidad vuelve a los 118,28 rad/s y en el finish la velocidad angular del tobillo izquierdo llega a unos 10 rad/s.

5.4 Cualitativo

Figura 49, Golpe 11, el golpe más erróneo de todos los ejecutados descripción observacional a través de las 5 fases del swing /de izquierda a derecha, Stance/Back swing/Down swing/Follow through/Finish, de la ejecución durante el approach por el jugador profesional.



5.4.1. Movimiento de la Cabeza durante las fases del swing

Las características de la cabeza durante las fases del swing, en realización con el golpe se mantiene intacta en el stance y en el back swing, pero cuando llega a la fase del Down swing se mueve milimétricamente hacia la izquierda, es más rápido, esto hace que descuide el objetivo y la cabeza del hierro impacte erróneamente la bola, lo cual hace que el resultado en comparación con los demás tiros tenga una baja precisión.

5.4.2. Movimiento de los hombros durante las fases del swing

Basado en el error anterior, los hombros durante el movimiento del swing en el Stance, el hombro izquierdo se encuentra en posición más inclinado hacia arriba, mientras que el derecho en reposo para dar inicio al movimiento, después de esto se empiezan a mover los dos hombros, antes de que esto suceda, las manos son las que inician el movimiento para continuar con la segunda fase la del back swing, la posición se mantiene al margen del ritmo, se asocia para la distancia, mientras tanto el derecho va posicionándose hacia su costado, ya que el tronco lo hace desplazar de posición para que tome la distancia necesaria para el tiro, el ángulo se tomó desde el hombro derecho al hombro izquierdo hasta la muñeca izquierda su resultado fue de 50° en la misma dirección frontal pero la rotación de este si continúa haciéndose reflejar el todo el segmento del brazo hacia el lado derecho.

Cuando llega a la pausa, al bajar el hierro entra a ejecutarse la fase del (Down swing) la posición del hombro izquierdo cambia de donde estaba hacia la línea media y la dirección es hacia el objetivo el hoyo, pero en el transcurso de este movimiento, como se deja de ver la bola, hace que los brazos durante esta fase impacten, pero con una dirección diferente.

Luego de continuar con el mismo ritmo con el que bajo en la fase del (Follow through) ya hubo contacto con la bola, pero la dirección con la que va esta no es la indicada, puesto que su dirección se desvió hacia la derecha del objetivo.

El movimiento sigue fluyendo hasta llegar al (Finish) durante esta fase, el hombro izquierdo cambia de posición elevándose, mientras el derecho mantiene su posición frontal, en la última

fase, el hombro izquierdo continua su recorrido, hasta llegar a la comodidad del swing para así obtener una buena trayectoria en la bola.

5.4.3. Movimiento de las muñecas durante las fases del swing

Una vez detectado el error durante la fase del (Stance) las muñecas se mantienen en una posición fija, ya que las dos en conjunto son las que ayudan a mantener estáticas las manos para darle el agarre al hierro, la mano derecha es la que le da mayor precisión, ya que esta es la que da el resultado hacia el impacto.

Seguidamente el movimiento se inicia con las manos para el (Back swing) la posición de estas es en conjunto, ya que ambas son las que se encuentran en la línea media del jugador pues parten desde ese momento ,enseguida la posición empieza a cambiar, debido a que las manos son una sola con el hierro, la posición varia en esta fase ya que empieza a quebrar muy lentamente con el objetivo hasta alcanzar el time, ahí es donde termina el quiebre de las muñecas y se ve en forma de "L" su Angulo es de 119° se tomó desde el grip del hierro hasta la muñeca, se une donde casi termina el vértice del grip en conjunto con los brazos, su funcionalidad permite que en la siguiente fase ayude a impactar la bola de la mejor manera posible.

El error de mover la cabeza después del tiempo justo, hace que en la fase del down swing, muestre la reacción que desata este fallo, ya que las manos se encuentran en posición de quiebre y listas para impactar, pero como la cabeza se ha movido del objetivo, las manos entran abiertas y al contacto con la bola, la cara del hierro también se abre haciendo un corte y cuando golpea la bola inmediatamente vuela hacia la derecha, la dirección de las manos junto con la bola en la

fase del follow through continúan con la dirección errónea pero aun así mantiene su trayectoria hasta terminar la fase del finish.

Figura 50 . Golpe 17, hoyo en uno, descripción observacional a través de las 5 fases del swing /de izquierda a derecha, Stance/Back swing/Down swing/Follow through/Finish, de la ejecución durante el approach por el jugador profesional.



5.4.4. Movimiento de la Cabeza durante las fases del swing

En el transcurso de todas las fases del swing las características de la cabeza es mantener siempre la mirada en la bola, durante la fase del stance. Back y Down swing luego se mueve rotacionalmente hacia el lado izquierdo, hasta poder ver la bola volar y llegar al Green cerca al hoyo, durante la realización de este golpe se detalla que en las 4 fases la cabeza lleva una firmeza y su ritmo es exacto.

5.4.5. Movimiento de los hombros durante las fases del swing

Durante la ejecución del swing, los hombros se mueven a un ritmo constante en todas las fases en las que hay movimiento, durante el stance evidentemente se encuentra como en los demás tiros en la dirección indicada, el hombro izquierdo la inclinación va hacia arriba, mientras que el derecho se encuentra en reposo para dar inicio al movimiento. Seguido del back swing, inicia partiendo con la posición inclinada y se mantiene al margen del ritmo que se asocia para la distancia, mientras tanto el derecho va posicionándose hacia su costado, ya que el tronco lo hace desplazar de posición para que tome la distancia necesaria al tiro, el brazo izquierdo toma importancia, debió a que el ángulo es de 49° con respecto a todos los tiros se reduce un grado, este fue tomado desde el hombro derecho al hombro izquierdo y finalmente hasta la muñeca izquierda el cual arrojó un ángulo de 110° para el brazo derecho, tomado desde el grip.

Posteriormente en el down swing, la posición del hombro izquierdo cambia de donde estaba hacia la línea media, mientras tanto el hombro derecho, continua con el mismo ritmo que el izquierdo, posicionándose en la misma dirección, se continua observando el ángulo que se forma entre los dos brazos de 42° , en esta fase el hombro rota hacia la dirección izquierda, mientras que el brazo derecho junto con el hierro recaen, justo en el momento de impactar la bola, en esta fase los hombros rotan hacia la dirección izquierda.

Posteriormente en la fase del follow through se posicionan igualmente como en la fase anterior, levemente en ascenso cambia de posición la trayectoria del hombro y rota hacia el lado izquierdo del mismo, sigue en un ángulo de 38° a medida que se aleja de la línea media, ya

impactada la bola continua el golpe y el segmento se acorta hacia el objetivo, el brazo derecho continua en extensión y el brazo izquierdo se va recogiendo.

Lo anteriormente dicho durante el finish, el hombro izquierdo cambia de posición elevándose, lo cual hace que quede prácticamente a espaldas del tiro, mientras que el derecho se mantiene en posición frontal, en la última fase el hombro izquierdo, ya continua su recorrido hasta llegar a la comodidad del swing, para obtener una buena trayectoria en la bola.

5.4.6. Movimiento de las muñecas durante las fases del swing

Durante el transcurso del golpe, se pudo observar que las manos se mueven a un ritmo constante, en el stance las muñecas mantienen una posición fija ya que las dos en conjunto son las que ayudan a mantener estáticas las manos para darle el agarre al hierro, la mano derecha es la que le da mayor precisión esta será quien da el resultado para el impacto, su posición es estática, mientras que la izquierda solo es la de apoyo del agarre del hierro.

Según lo anterior, en el back swing sus manos en conjunto se encuentran en la línea media del jugador, parten desde ahí para iniciar, luego empieza a cambiar debido a que las manos son una sola con el hierro. la posición varía en esta fase ya que empieza a quebrar muy lentamente hasta alcanzar el time, ahí es donde termina el quiebre de las muñecas y se ve en forma de "L" formando un Angulo de 110° , esto reduce a 9° del tiro erróneo, este grado se tomó desde el agarre del hierro hasta la muñeca, donde se une al vértice del grip, en conjunto con los brazos y

su funcionalidad, permitiendo que en la siguiente fase ayude a impactar la bola de la mejor manera posible.

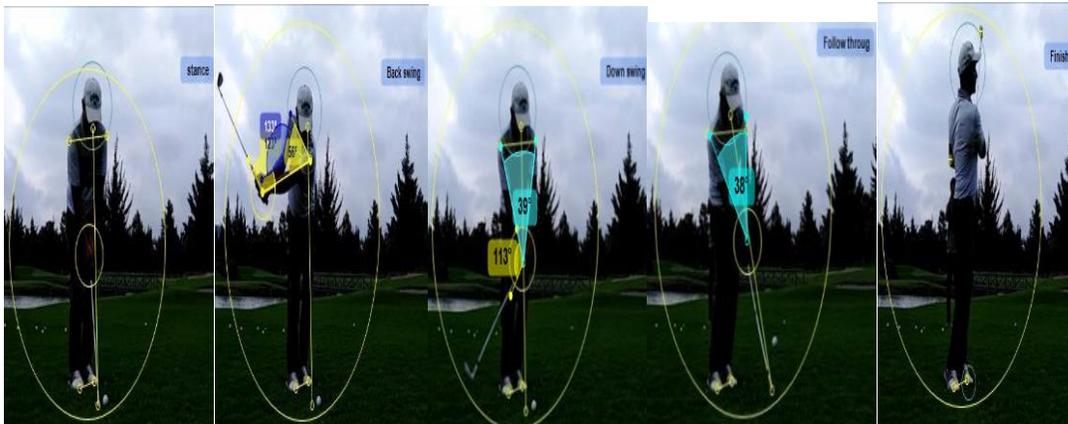
En cuanto a la fase del donw swing, sus manos se encuentran en posición de quiebre; es decir la mano izquierda conjunto con la derecha están en flexión para que suceda la figura con el hierro en forma de "L" para esta parte, el ángulo que le permitió embocar la bola desde esa distancia fue de 110° , no hubo reducción ni aumento lo que hace que en su movimiento de bajada se mantuviera justa hasta el momento del contacto, luego de impactar, las manos siguen su ritmo y su línea hasta seguir a la siguiente fase.

Cuando ya hubo contacto en la fase del follow through, la posición de las manos se encuentra ligeramente firmes, se ve que llevan un poco más de fuerza en el agarre, luego la posición cambia y vuelve a ver quiebre, la mano derecha y la izquierda sigue apoyando para que continúe la posición hacia la dirección del objetivo.

Finalmente, en la fase del finish, y ya terminada la fase anterior, la posición de las manos continua y quedan posicionadas hacia atrás equilibrando el stance y el swing como tal.

Figura 51 Golpe 13, el golpe general y consistente junto a los tiros

1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,12,14,15,16,18,19,20,21,22,23,24,25 descripción observacional a través de las 5 fases del swing /de izquierda a derecha, Stance/Back swing/Down swing/Follow through/Finish.



5.4.7. Movimiento de la Cabeza durante las fases del swing

Las características del movimiento de la cabeza, en el transcurso del swing en la fase del stance, el back y el Down; son con la mirada fija hacia la bola, durante el follow through la cabeza gira hacia la izquierda con un ritmo leve, después de que hay contacto con la bola finalmente se detiene y queda en posición cómoda y fija frente al objetivo.

5.4.8. Movimiento del hombro y los brazos durante las fases del swing

Los hombros y los brazos en cuanto a la realización de todo el movimiento, se mantienen en un ritmo constante, a excepción del tiro 11 en la fase del stance, el hombro izquierdo se encuentra en posición inclinado hacia arriba, mientras que el derecho en reposo para dar inicio al movimiento, ya cuando este empieza en la fase del back swing, la posición se mantiene al margen

del ritmo. El hombro derecho va posicionándose hacia su costado, ya que el tronco lo hace desplazar de posición para que tome la distancia necesaria al tiro, los ángulos de estos tiros oscilan en 43° siendo este el de menor y 57° el mayor que fueron tomados desde el hombro derecho al hombro izquierdo hasta la muñeca, y el otro ángulo que se tomó, fue el del brazo derecho oscila dentro de un rango de 109° el menor a 138° el mayor, continuando su movimiento en la misma dirección y rotación .

Down swing, la posición del hombro izquierdo cambia de donde estaba hacia la línea media y su dirección es frontal, mientras tanto, el hombro derecho continua el mismo ritmo que el izquierdo posicionándose en la misma dirección, ambos forman un ángulo de 37° para el menor y de 43° para el mayor, en esta fase el hombro rota hacia la dirección izquierda, mientras que el brazo junto con el hierro recae hacia el momento de impactar la bola.

Follow through, los hombros se posicionan igualmente como en la fase anterior, levemente en ascenso hasta que terminen, cambian de posición, la trayectoria del hombro rota hacia el lado izquierdo del mismo, continuando el golpe y el segmento se acorta hacia el objetivo, mientras que el hombro derecho apoya la continuación del golpe, el segmento se ve mucho más en extensión hacia el objetivo ,el ángulo después del contacto con la bola se encuentra en un rango de 34° siendo el menor a 43° el mayor.

Finalmente, para la última fase del finish, el hombro izquierdo cambia de posición elevándose quedando a espaldas del tiro, mientras el derecho mantiene su posición frontal hacia la cámara,

en la última fase el hombro izquierdo, continua su recorrido hasta llegar a la comodidad del swing para así obtener una buena trayectoria en la bola.

5.4.9. Movimiento de las muñecas durante las fases del swing

En el Stance, las muñecas mantienen una posición fija, ya que las dos en conjunto son las que ayudan a mantener estáticas las manos para darle el agarre al hierro, la mano derecha da mayor precisión, pues esta dará el resultado hacia el impacto, su posición es estática, a diferencia de la izquierda, esta solo es el apoyo del agarre del hierro y su posición se encuentra abajo.

Back swing, la posición de las manos es en conjunto, ya que ambas son las que se encuentran en la línea media del jugador, la posición empieza a cambiar debido a que las manos son uno solo con el hierro, la posición varia en esta fase, ya que empieza a quebrar muy lentamente hasta alcanzar el time.

Down swing, las manos se encuentran en posición de quiebre; es decir la mano izquierda conjunto con la derecha están en flexión para formar con el hierro una L, formando los ángulos, el menor es de 93° mientras tanto el mayor es de 124° , luego descienden las manos hasta el contacto con la bola, junto con los brazos y su funcionalidad permite que en la siguiente fase ayude a impactar la bola de la mejor manera posible.

Follow through, cuando ya hay contacto con la bola la posición de las manos se encuentra semi firmes, la única diferencia en este, es que llevan un poco más de fuerza en el agarre luego la posición cambia y vuelve a ver quiebre, siendo más de la parte de la mano derecha, la izquierda sigue apoyando para que continúe la posición hacia la dirección del objetivo.

Finish, Después de la terminación de la fase anterior la posición de las manos avanza y quedan posicionadas hacia atrás equilibrando el stance y el swing como tal.

5.4.10. Movimiento del tronco y cadera durante las fases del swing

Las características del movimiento del tronco, durante las fases de movimiento son siempre similares, ya que durante la fase del stance, solo se posiciona y se inclina hacia adelante, luego en la segunda fase el tronco se mueve y rota hacia la derecha con el movimiento de los hombros, en la tercera fase se devuelve el movimiento hasta que hay contacto con la bola, posteriormente en la cuarta fase gira hacia el costado izquierdo, siguiendo el movimiento de los brazos y la cadera al tiempo. Hasta finalmente llegar a la fase final del finish, donde en el último momento gira para posicionar el cuerpo y direccionarlo hacia el objetivo.

5.4.11. Movimiento de las rodillas durante las fases del swing

Durante las fases del swing, empezando por el stance se muestran frontal hacia el tiro, las rodillas están estáticas porque todavía se encuentran en posición inicial para estar cómodo y seguro hacia el tiro, durante el back swing en esta fase, las rodillas junto con los hombros y el

tronco se encuentran en una posición hacia el costado izquierdo, se posiciona dependiendo de la comodidad del golpe y el alargamiento del swing para este tiro. La posición de la pierna derecha varía un poco con respecto a la izquierda, ya que hay un leve desplazamiento externo, junto con la rodilla izquierda hacia la misma dirección al mismo tiempo, Después de marcar la posición, la trayectoria de ambas rodillas se desplaza horizontalmente hacia la derecha, ambas al mismo tiempo sincronizados con el movimiento, la trayectoria al ser corta se muestra muy leve para esta fase.

Seguido de la fase del down swing, las rodillas se posicionan donde se encontraban al inicio en la fase del stance, es decir se prepara para impactar la bola, después del time vuelve a iniciar su trayectoria donde inicia el stance, su dirección no varía todavía.

En la fase del follow through, las rodillas se desplazan hacia la izquierda donde se efectúa el tiro, la posición final muestra que la rodilla derecha varía más que la izquierda, permitiendo una mejor transición del golpe, se ve más pronunciada debido a la ubicación de los pies, su trayectoria es rotar sobre su mismo eje, se logra ver un desplazamiento mínimo en la rodilla izquierda, mientras que en la derecha se ve pronunciada, el movimiento pasa mejor por este tipo de ubicación. Su trayectoria avanza hasta finalizar la última fase.

Por último, en la fase del finish, las rodillas finalizan el swing y este se ve reflejado hacia el objetivo final del golpe, establece el movimiento de las rodillas, estas se mueven diagonal-arriba hacia la izquierda, donde termina el golpe, transfiriendo el peso del cuerpo del pie izquierdo al pie derecho.

5.4.12. Movimiento de los pies durante las fases del swing

En el stance, se encuentran los pies situados a la misma anchura que los hombros, el pie derecho se encuentra ubicado más adelante que el izquierdo, debido a que este ayudara a facilitar la rotación del swing, la posición del cuerpo se encuentra cruzado con la bola, su trayectoria todavía no se presencia pues está en estado inicial, se prepara para iniciar el movimiento, este dará seguridad al jugador antes de realizar el movimiento.

la posición de los pies en el back swing está en diagonal con la bola, esta se mantendrá hasta llegar a las dos siguientes fases, dándole estabilidad al jugador para que haya efectividad en el tiro, se presencia un movimiento de inversión y eversión ,los pies no se mueven ni se desplazan del sitio, únicamente en los tobillos se presencia el movimiento leve de trayectoria en ascenso.

Pasando a la siguiente fase del down swing, se encuentran estáticos cruzados con el objetivo, la dirección de los pies no se mueve, los tobillos no presentan movimiento.

siguiendo el follow through, la posición del pie izquierdo se desplaza levemente de su sitio hacia la parte izquierda y un poco diagonal en el plano frontal, mientras el talón del pie derecho se empieza a mover hacia su mismo lado, quedando paralelos ambos pies en el plano frontal, la punta de los pies se mueve levemente hacia la izquierda.

En la fase del (Finish) el pie izquierdo se desplaza levemente de su sitio hacia la parte izquierda, un poco diagonal en el plano frontal, mientras el derecho desplaza el talón hacia la parte derecha del jugador, también quedando paralelos ambos pies en el plano frontal, la

dirección del pie se muestra en la punta del pie izquierdo, desplazándose levemente hacia el mismo lado, mientras que el talón del pie derecho se desplaza horizontalmente hacia la derecha levemente.

6. Discusión

Los aportes de esta investigación para el golf colombiano y para el mismo jugador son de gran ayuda y conocimiento, siendo esta información nueva para el rendimiento del mismo, además de aportarle una nueva mirada a su juego, al movimiento técnico de su swing, a que el golf colombiano crezca cada día más y explore nuevas alternativas de crecimiento, cuyo fin sea la mejora continua del jugador profesional por medio de software y de conocimiento propio de las personas que saben de cierto modo a través de su experiencia obtenida en el golf.

Las herramientas que usaron como cámaras y software contribuyen a ampliar y mejorar minuciosamente este campo como lo es el golf, el desarrollo técnico de un jugador, el aprendizaje de la disciplina, tanto como en su perfeccionamiento, confirmando la posibilidad de su aplicación para el óptimo rendimiento del mismo.

Se realizó una comparación intrasujeto en cada ejecución de los golpes, se halló una serie de similitudes y diferencias entre los mismos tiros ejecutados, para identificar la manera más adecuada de realizar el gesto técnico de un approach en esa distancia y con esa clase de superficie, el cual fue ideal para cumplir con la mayor parte del objetivo, por lo cual se tomó un jugador referente a su categoría como profesional. A pesar de presentar varios aspectos parecidos tanto en la técnica como en el tiempo de duración del gesto y de trayectoria de la pelota, esta investigación plantea la necesidad de analizar factores condicionales al gesto técnico, que influyen directamente en el resultado de la ejecución, partiendo desde un buen inicio como la ubicación del mismo cuerpo hasta la fase previa del golpe, además de agregar la medida estándar

de la bola hacia los pies, la posición de estos en el stance como comodidad y como dirección, además de que en esta fase es el alistamiento del golpe y una ubicación muy segura y tranquila, según (Geisler, 2001) para iniciar el swing la posición inicial debe alinear adecuadamente al golfista hacia la meta, fijar un balance dinámico y estático en una buena posición, ergonómicamente y establecer un agarre positivamente del hierro, cuyo posición céfalo-caudal se dé, de la siguiente manera; la posición de los pies se ubican en diagonal es decir, el pie izquierdo se encuentra más abajo que el derecho y los dos pies más cerca de la línea media de la bola, según (Mesas, J 2009) es la posición cómoda y fija que adopta el cuerpo ante la bola, la separación menor de los pies para los hierros cortos, y las rodillas semi firmes y las manos desde la vista frontal se ve el grip mientras la cabeza del hierro diagonal hacia la pierna derecha. Mientras tanto el jugador ubica las rodillas de frente y semi flexionadas, por ende la cadera y el tronco se ubican en diagonal a la bola en posición abierta al hoyo, los hombros en posición frontal a la cámara se vea el izquierda más arriba que el derecho que se vea una leve inclinación, la cabeza totalmente quieta y relajada con la mirada directamente a la bola, las manos junto al hierro se posicionan a la medida de la bola y se entrelazan los dedos dándole un agarre de overgrip y más adelantadas posicionándose hacia el lado izquierdo de la línea media.

Para la fase del back swing ya empieza el primer movimiento que da origen a las manos y al hombro conjunto con los brazos haciéndose uno con el hierro y girando hacia la su derecha sacando el hierro hasta hacer la pausa (time), como lo dice (Herring y Chapman 1992) el inicio de esta fase empieza en las muñecas, hombros, manos y hierro moviéndose juntos, como uno solo respecto a un eje de rotación fijo los pies se encuentran en la misma ubicación del stance no se mueven todavía, hay un leve movimiento que casi ni se nota de la rodilla izquierda con

relación a la derecha, la cadera rota hacia el lado derecho de la línea media incluido el tronco la cabeza sigue intacta mirando el objetivo, el brazo derecho quien se acorta forma un ángulo de 110° tomados desde la el punto de agarre el codo y el hombro derecho con respecto a los demás tiros hubo similitudes de este número fijando este como referente a la mejor ejecución, mientras que el brazo izquierdo en conjunto con el derecho y el agarre forman otro Angulo de 49° y el quiebre de las muñecas forman un Angulo 115° formando una “L” entre las muñecas y el hierro junto con las manos, de importancia pues le brinda la medida suficiente para darle el toque de fuerza que se necesita para que la bola llegue al hoyo, (Milburn,1982) las muñecas contribuyen no solo a la consecución de dirección sino también a la velocidad de la cabeza del hierro, cooperando también a la precisión, el hierro en esta posición descansara en cuestión de milésimas de segundo .

Para la fase del Down swing, los pies se mantienen estáticos, la rodilla izquierda, como la cadera y el tronco vuelve a su movimiento inicial levemente hacia la línea media, mientras que la rodilla derecha se mantiene en posición frontal y el brazo izquierdo extendido baja en rotación junto al derecho formando un Angulo de ataque de 42° mientras que las manos siguen ligeramente firmes, todavía mostrando el quiebre de muñecas en un Angulo de 110° con el que contacta la bola mientras la cara del hierro debe va a la medida neutral pero buscando el centro de la cara del hierro para que sea justo el golpe que para la siguiente fase será de gran aporte, Como lo dice (Hay, 1993) durante el descenso El “downswing” es lograr que la cabeza del palo, contacte preciso recorriendo a la velocidad necesaria y con la cara de palo neutra en la dirección hacia el objetivo.

Fase follow through, continuando el movimiento se trasfiere un toque de peso al lado izquierdo que estaba anteriormente hacia el lado derecho del cuerpo como si fuese un balance, que no se notase, pero este ayuda a darle equilibrio al cuerpo y más aun manteniendo el ritmo indicado del movimiento del swing.

Luego la rodilla izquierdo se mueve hacia adentro mientras que la derecha va saliendo pero ambas en rotación al tiro, la cadera se mueve en el mismo sentido de las rodillas hacia el lado izquierdo del cuerpo e igualmente que el tronco luego ,la cabeza levemente va rotando demasiado leve hacia el lado izquierdo puesto que su mirada sigue en el suelo sin descuidar la bola y los hombros inclinados en diagonal ascendiendo y el derecho igualmente pero los brazos se mantienen en extensión junto con el grip, sigue el ángulo de ataque de 38° por el movimiento rápido que lleva y el contacto que hubo con la bola ,los brazos se cierran generando sutilmente un control al movimiento pero siguiendo así con un ritmo de desaceleración para seguir la fase final , con respecto a esto siguiendo ha (Hume et al, 2005). Las manos y las muñecas recorren el plano del swing. Las manos alcanzan la altura de los hombros, lentamente se van recogiendo los brazos, para disminuir la velocidad con la que lleva y su rotación mientras el tronco mantiene la estabilidad postural.

Por último la fase del finish que brinda así como el stance comodidad al cuerpo y darle equilibrio al movimiento final, los pies, las rodillas la cadera el tronco se mueven ligeramente junto con los hombros quedan posicionadas paralelamente hacia el objetivo, la cabeza rota hacia el lado izquierdo mirando la bola y el objetivo mientras que el brazo izquierdo se recoge y el derecho se va extendiendo moderadamente hacia el costado izquierdo y las manos que siguen

manteniendo el hierro hacia arriba finalmente terminando y desacelerando el movimiento del swing, y la posición del cuerpo termina mostrándose naturalmente como lo plantea (Pink. M, Perry J. y Jobe F. 1993) en la fase final el propósito es reducir el cuerpo y el hierro, agrupando los músculos y reteniendo la velocidad. Esta resulta siendo la técnica del approach para esta distancia sea la más efectiva posible para este jugador, pues es la que da el resultado preciso para embocar la bola desde esta distancia o al menos dejarla dada, definida en comparación con todos los golpes siendo el 17 el mejor golpe de todos los hechos, en esta investigación.

Donde se realizó la investigación cuenta con recursos, humanos como material didáctico, para proseguir en su carrera profesional a parte de recorrer por otros campos nacionales y locales para su rendimiento deportivo y que más que ampliarle con otra alternativa nueva como lo es el uso del análisis de video como medio de reforzamiento de fortalezas, así como de detección de falencias, que evidenciara un continuo y progresivo mejoramiento del rendimiento individual, propiciándole resultados satisfactorios en sus respectivas competencias no solamente nacionales sino internacionales.

7. Conclusiones

En cuanto a tiro parabólico.

Mediante el uso adecuado de los instrumentos de recolección y análisis de datos, se logra determinar de manera precisa el valor de las variables de tiro parabólico de los 25 golpes efectuados por el golfista profesional. Al realizar la debida comparación se logran observar que hay variables que se repiten.

Relativo al de ángulo de proyección, el ángulo que más se repitió fue el de 45° , la bola salió proyectada en este ángulo cuatro veces, obteniendo en estos cuatro golpes una distancia entre 22 metros y 25 metros, con una buena aproximación al hoyo. El ángulo de proyección menos eficiente fue el de 50° , con este la bola alcanzo una distancia máxima de 16,4 metros, siendo esta la distancia más corta de todos los 25 golpes. Por último, el ángulo más eficiente fue el de 40° , debido a que con este ángulo de proyección la bola alcanza una distancia de 28,26 metros. Por último, el ángulo de proyección más bajo fue de 33° , pero al obtener un buen tiempo de subida logra que la bola alcance una distancia optima.

Referente al tiempo de subida, es la variable que determina la altura de la bola, debido a que si este tiempo tiene una duración larga la bola obtiene más altura y por ende mayor tiempo de vuelo. El tiempo de subida que más se repitió fue de 1,1 segundos, el cual se obtuvo en cinco golpes, este tiempo fue uno de los más alto y con este la bola alcanza una altura de 5,92 metros, independientemente del ángulo de proyección, si en algunos golpes el tiempo de subida es igual, la altura alcanzada por la bola también lo es. El tiempo se subida más alto y más eficiente fue de

1,18 segundos, obteniendo una altura máxima de 6,82 metros y el tiempo más corto fue de 0,8 segundos, solo se consiguió en un golpe.

La velocidad inicial de bola nos permite determinar las velocidades iniciales en X y Y, la cual es de gran relevancia para el estudio del tiro parabólico, durante la ejecución de los 25 golpes, hubo tres velocidades iniciales que se repitieron, las cuales fueron 15,26 m/s, 15,31 m/s y 15,95m/s, todas se dieron en dos golpes diferentes. La menor velocidad inicial de la bola fue de 12,71 m/s y la mayor fue de 18,03 m/s.

La velocidad inicial en X, es determinada por la velocidad inicial y el coseno del ángulo de proyección, Esta velocidad permite obtener la distancia máxima alcanzada por la bola. De los 25 golpes ejecutados, solo se repitieron dos velocidades iniciales en X, las cuales fueron de 11,27 m/s y 12,06 m/s, cada una se repitió en dos golpes. La mayor velocidad en X alcanzada por la bola fue 15,10 m/s y en esta, la bola alcanzo una distancia de 30,16 metros, la más baja velocidad inicial en X fue de 8,21 m/s, la bola alcanzo una distancia de 16,4 metros.

Al referirnos a la velocidad inicial en Y, es una de las variables que va a determinar la altura de la bola, esta velocidad se halla mediante la velocidad inicial y el seno del ángulo de proyección. La velocidad inicial en Y que más se reitera es de 10,78 m/s, esta velocidad persiste en los mismos golpes en los cuales se repito el tiempo de subida de 1,1 segundos, determinando así que son variables reciprocas. La velocidad inicial en Y más alta fue de 11,57 m/s y la más baja fue de 7,84 m/s.

En cuanto a X máxima o distancia máxima, es una variable muy dependiente del ángulo de proyección, como de la velocidad inicial en X. De los 25 golpes efectuados por el golfista, solo 4 compartieron distancias iguales, siendo de 23,13 metros y de 25,89 metros, la distancia máxima alcanzada por la bola más baja fue de 16,26 metros y la más alta fue 31,47 metros.

Ya con la Y máxima o la altura máxima alcanzada por la bola, es una variable determinada por el tiempo de subida y la velocidad inicial en Y, durante la ejecución de los 25 golpes, se repitió una altura máxima de 5,92 metros, esta variable fue la misma en 5 golpes. La altura máxima de la bola más alta fue de 6,82 metros y la más baja fue de 3,13 metros.

El ángulo de proyección de 40° , resulto ser el más efectivo y el idóneo, para la distancia establecida y el tipo de hierro (wedge) utilizado por el golfista, con este ángulo la bola obtiene una velocidad inicial de 16,8 m/s, una velocidad inicial en Y de 10,78 m/s y una velocidad inicial en X de 12,86 m/s. su tiempo de subida es de 1.1 segundos, por ello su tiempo de bajada es 1.1 segundos y su tiempo total de vuelo es de 2.2 segundos. alcanza una distancia máxima de 28,26 metros y una altura de 5,92 metros. Estas variables se corroboraron al comparar los 25 golpes efectuados, deduciendo que el valor de estas variables del tiro parabólico, son las más efectivas para la ejecución del approach.

Referentes a velocidad angular, velocidad lineal y aceleración angular.

En cuestión de la velocidad angular, velocidad lineal y la aceleración angular de la cabeza del palo, se obtuvieron resultados promedio, ya que en algunos golpes estas variables obtenían valores superiores a las alcanzadas por la cabeza del palo en el golpe 17. Estas velocidades se

determinaron por las fases del swing, cuyos resultados fueron de: back swing, velocidad angular de 9,96 rad/s, velocidad lineal de 8,98 m/s y una aceleración angular de 15,82 rad/s², con un tiempo de duración de la fase de 0,63 segundos. En el Down swing la velocidad angular de la cabeza del palo es de 16,52 rad/s, la velocidad lineal es de 14,9 m/s y una aceleración angular de 43,49 rad/s², esta fase dura 0,38 segundos. En la fase del follow through, la velocidad angular es de 48,3 rad/s, la velocidad lineal es de 43,55 m/s y la aceleración angular es de 371,6 rad/s², con un tiempo de duración de 0,13 segundos, esta fase obtiene valores altos en sus velocidades como en la aceleración debido a que es la fase que menos tiempo dura. En el finish la cabeza del hierro alcanza una velocidad angular de 13,65 rad/s, una la velocidad lineal de 12,31 m/s y la aceleración angular es 29,67 rad/s², con tiempo de 0,46 segundos, siendo esta la segunda fase más lenta durante la ejecución del swing.

Estas velocidades angulares, lineales y aceleraciones angulares, son las indicadas para que el swing con el low wedge (60°), ya que con estas velocidades el palo realiza un recorrido optimo y la cabeza del palo golpea la bola con la velocidad necesaria para que este alcance el ángulo de proyección ideal y el tiempo de subida optimo, para que las demás variables del tiro parabólico sean ideales.

Referentes a las técnica.

Durante la fase del stance, hay que adoptar una posición lo más cómoda posible, esto contribuirá a darle seguridad y confianza al golpe.

La cabeza, además de la mirada debe estar totalmente fijada hacia la bola, para que cuando empiece el swing no haya error para cuando haya contacto, y para que la bola siga el trayecto sea el indicado.

La ubicación de los pies en este caso diagonal al objetivo y el pie izquierdo más atrás casi que a la mitad del derecho y lo más importante no tan lejos de la bola porque podría pasar al momento del contacto, arriba de la bola y no pegarla bien, o al contrario no muy cerca, ya que el resultado sería o enterrar el hierro en la grama y esto hace que automáticamente, la muñeca se estabilice y la mano afloje el hierro para que salga la bola hacia la derecha.

Para la fase del back swing, es necesario sacar el hierro despacio, esto ayudara a obtener un buen ritmo para las fases siguientes además de que ayuda a estabilizar el cuerpo para que no se mueva lo bastante a la hora de contactar la bola. Debe de formarse una "L" en el time y este forma ángulo de 110° donde se quiebra la muñeca y se mantiene en extensión el brazo izquierdo. Mientras que el hombro izquierdo queda en dirección de la misma bola y la rodilla izquierda se pronuncia más que la derecha.

Con lo anterior cuando se forma el Angulo de 110° , se debe tratar de mantener ese quiebre de muñecas a ese Angulo, cuando se realiza el Down swing para alcanzar el objetivo o por lo menos dejar dada la bola. Es importante mantener el equilibrio del cuerpo al bajar y por ende llevar un ritmo adecuado ni muy rápido, Ni muy lento, pero se debe mostrar natural y eso ayudara a que la bola siga una trayectoria indicada.

En la fase del follow through la cabeza todavía debe de estar mirando la posición donde se encontraba la bola, pues ya hubo contacto, el brazo derecho debe estar totalmente en extensión mientras que el brazo izquierdo se va recogiendo y se va desacelerando el swing poco a poco.

Las manos se encuentran no tan firmes, pero siguiendo y manteniendo la dirección hacia el objetivo, y la cabeza muy lentamente va girando sin perder el equilibrio además de que haya una transferencia de fuerza hacia el lado izquierdo.

Finalmente, durante el finish se relaja el cuerpo y se desacelera por completo el swing Se debe conservar el equilibrio y debe de haber comodidad y el hierro se procura que se mantenga arriba en vertical ya que es un tiro corto, y la cabeza como el resto del cuerpo, se debe posicionar frente al objetivo final.

8. Prospectiva

Al realizar esta investigación, se amplía la información acerca de este deporte en Colombia, ya que la existente con base a estos estudios no se encuentran y si hay no están estudiados de esta manera, así que volviendo a la primera línea, la aplicación de estos softwares ayudaran a la mejora de cada jugador y encontrar las posibles fallas que se puedan obtener además de que simplemente este es una parte muy pequeña de este deporte ,solo se abren las posibilidades de estudiar más a fondo otros tipos de golpes y diferentes situaciones de juego que se puedan encontrar en el terreno de juego refiriéndome a golpes con otros hierros o quizás aun la manera de como efectuar una salida o como ayudar a enriquecer su swing, por lo cual dejamos el interés de seguir investigando más acerca de este , lo cual nos demuestra la complejidad de la técnica y las variedades de la ejecución de la misma, porque no solo sirve para una persona que sea profesional, sino al contrario sirve para mejorar el juego de muchas personas que quizás ya juegan bien pero quieren seguir rindiendo y aquellas personas que están interesadas en empezar desde cero y quieren emplear una muy buena técnica partiendo desde el inicio .

Adicional a la aplicación de esta investigación en términos de información propone aspectos adicionales, es la continuación en la investigación teórico práctica en el deporte del golf, basados en hechos científicos, posibilitando abrir más campos para el educador y además compartiendo la información entre aficionados , jugadores y expertos de este deporte, nos deja con la sensación de que muy pronto se podrán obtener más investigaciones ya que teniendo esta guía podrá ampliarse más el rendimiento de los jugadores y creciendo el interés por estas nuevas alternativas de estudio.

9. Referencias bibliográficas

- Acero J. (2002) Bases Biomecánicas para la Actividad Física y Deportiva. *Pamplona: Universidad de Pamplona*
- Acosta, L. Aldana, D, y Gonzales, k. (2016). *Caracterización y modelación digital del gesto técnico tailwhip en bmx estilo libre*. Recuperado de https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/4476/TEFIS_AcostaBerriosLauraViviana_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Anguera, M. (1990). *Metodología observacional*. Murcia. Universidad de Murcia. p123-126.
- Alan, F., Steiner, T., Chowdhury, H., Moria, H., Khan, I., Aldawi, F. y Subic, A. (2011). *A study of golf ball aerodynamic drag*. *ScienceDirect, 13*, 226-231. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187770581100991X>.
- Bartlett, R.M. (1997). *Current issues in the mechanics of athletic activities. A position paper*. *Journal of Biomechanics*, 30, 477-486. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002192909600173X>
- Blazevich, A. (2007). *Biomecánica Deportiva*. Badalona, Editorial Paidotribo.
- Burden, A. M., Grimshaw, P. N., y Wallace, E. S. (1998). *Hip and shoulder rotations during the golf swing of sub 10 handicap players*. *Journal of Sports Science*, 16, 165-176. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/51323437_Hip_and_shoulder_rotations_during_the_golf_swing_of_sub-10_handicap_players.

- Campos, J; pablos, A, Abella, C. (2002), *análisis cinemático del swing de golf en golpes de precisión, biomecánica*,10 (2)62-67. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/39434107_Analisis_cinematico_del_swing_de_golf_en_golpeos_de_precision
- Cárdenas. (2012). *herramientas pedagógicas para el mejoramiento de la coordinación en la ejecución de la técnica del swing de golf en niños de 6 a 8 años*. (proyecto de grado).
Universidad libre de Colombia.
- Chulia, V, (2017). Consejo a la hora de comprarnos palos de golf. Recuperado de:
<https://www.ligaspga.es/noticias/wp-content/uploads/2018/04/CONSEJO-A-LA-HORA-DE-COMPRARNOS-PALOS-DE-GOLF.pdf>
- Federación Colombia de Golf. (2009). *HISTORIA DE LA FEDERACIÓN COLOMBIANA DE GOLF*. Recuperado de
<https://www.federacioncolombianadegolf.com/website/index.php/fedegolf-sp-2071920455/historia>
- Ferro, A. Floría, P. (2007). *La aplicación de la biomecánica al entrenamiento deportivo mediante los análisis cualitativo y cuantitativo. Una propuesta mediante los análisis cualitativo y cuantitativo. Journal of Sport Science*, 3,49-80 Recuperado de:
<http://www.cafyd.com/REVISTA/00705.pdf>
- González, Vivas, M. y Floría. (2011). Análisis por fotogrametría 3D de la técnica de swing de una golfista profesional. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*.11, 236-254. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54222171002>

- Hardy, J., y Andrisani, J. (2005). *The plane Truth for Golfers*. EEUU: McGraw-Hill.
- Hay, J. G. (1993). *The Biomechanics of Sports Techniques*. EEUU Upper Saddle River: Prentice-Hall.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. México Df: Editorial Mc Graw hill
- Hume, P., Keogh, J., & Reid, D. (2005). The Role of Biomechanics in Maximising Distance and Accuracy of Golf Shots. *Sports Medicine*, 35(5), 429-449. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/7845632_The_Role_of_Biomechanics_in_Maximising_Distance_and_Accuracy_of_Golf_Shots
- Joyce C, Burnett A, Cochrane J y Ball K. (2013). Three-dimensional trunk kinematics in golf: between-club differences and relationships to clubhead speed. *Sports Biomech.*;12(2):108-120.
- Ledanois, J., Lopez de Ramos, A. (1996) *magnitudes dimensiones y conversiones de unidades*. Caracas: Equinoccio.
- López, De Antonio, Juárez y Navarro. (2008). El “timing” en el swing de golf en jóvenes promesas. *Kronos: revista universitaria de la actividad física y el deporte de España*, 13, 26-34.
Recuperado de:
https://www.academia.edu/8585729/El_patr%C3%B3n_de_movimiento_en_el_swing_de_golf_en_j%C3%B3venes_promesas.
- Mesas, J. (2009). *El entrenador personal del golf*. España: Pila teleñapa.
- Milburn, P. D. (1981). Summation of segmental velocities in the golf swing. *Medicine and science in sports and exercise*, 14(1), 60-64.
- Plaza, M. (2011). *Estudio de la influencia de un programa de entrenamiento de la fuerza en diferentes factores de rendimiento, en jugadores de golf de élite*. (tesis doctoral). Universidad de León, España.

- Pérez P, y Llana, S (2015). *Biomecánica básica aplicada a la actividad física y el deporte*, Badalona, España: Paidotribo.
- Pink, M., Perry, J., & Jobe. W. (1993). Electromyographic analysis of the trunk in golfers. *American Journal of Sports Medicine*, 21(3), 385-388. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/14852054_Electromyographic_analysis_of_the_trunk_in_golfers
- Prioli E. (2013). *Analysis of the influence of biomechanical and anthropometrical factors on the performance of golf swing*. (Tesis de maestría). Escuela de Ingeniería de Sistemas Máster en Ingeniería Biomédica Departamento de Bioingeniería.
- Tepler, P. & Mosca, G. (2010). *Física para la Ciencia y Tecnología*. España: Reverté:
- Verkhoshansky, Y, (2002), *teoría y metodología del entrenamiento deportivo*, Barcelona España: paidotribo.
- Zheng, N., Barrentine, S., Fleisig, G., y Andrews J. (2008). Swing Kinematics for Male and Female Pro Golfers. *International Journal of Sports Medicine*, 29 (12), 965–970. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/5292347_Swing_Kinematics_for_Male_and_Female_Pro_Golfers