

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

¿Cómo la Profesión Puede Producir Riesgos Asociados a los Caddies? Estudio Ergonómico y Fisiológico del Transporte de Talegas.

Sistematización de experiencias prácticas de investigación y/o intervención

**Juan Sebastián Aguirre Paredes
Maribel Santellán Conejo**

Ingeniería Industrial

Trabajo de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniero Industrial

Quito, 17 de mayo de 2016

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO DE CIENCIAS E INGENIERÍAS

HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE TITULACIÓN

**¿Cómo la Profesión Puede Producir Riesgos Asociados a los
Caddies? Estudio Ergonómico y Fisiológico del Transporte de
Talegas.**

**Juan Sebastián Aguirre Paredes
Maribel Santellán Conejo**

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Cristina Camacho, Msc.

Firma del profesor

Quito, 17 de mayo de 2016

Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Juan Sebastián Aguirre Paredes

Código: 00103806

Cédula de Identidad: 1716724503

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Maribel Santellán Conejo

Código: 00104606

Cédula de Identidad: 1715979371

Lugar y fecha: Quito, mayo de 2016

Estudio fisiológico y biomecánico acerca de los Caddies.

¿Cómo la Profesión Puede Producir Riesgos Asociados a los Caddies? Estudio Ergonómico y Fisiológico del Transporte de Talegas.

Juan Sebastián Aguirre, Maribel Santellán*, Cristina Camacho, Danny Navarrete*

Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad San Francisco de Quito

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del Artículo:

Recibido 9 de Mayo de 2016

Recibido y Revisado 12 de Mayo de 2016

Palabras Clave:

Riegos

Caddies

Golf

Handicap

Biomecánica

Fisiología

Ergonomía

Reba

Ritmo Cardíaco

Desórdenes Músculo Esqueléticos

ABSTRACT

El golf, es un deporte muy popular alrededor del mundo por lo que se han realizado un sinnúmero de estudios sobre los beneficios y perjuicios que las diferentes posturas en los jugadores pueden acarrear (Higdon, Finch, Leib & Dugan, 2012; Keda, Ooper, Ulick, Guyen, 2008; Lindsay & Vandervoort, 2014; Wallace & Reilly, 2007). No obstante, junto a ellos, en cada instante del juego se encuentran aquellos individuos esenciales para un buen desarrollo del partido, los cuales son los Caddies. Los Caddies soportan la mayor carga postural al tener que llevar las talegas durante todo el trayecto del partido. Sin embargo, hasta donde los autores conocen, no existe ningún estudio relacionado a los problemas ergonómicos que los Caddies pueden presentar a largo plazo. Por tal razón, el presente estudio tuvo como objetivo realizar un análisis biomecánico y fisiológico de los riegos a los que se enfrentan los Caddies dentro de su profesión. Del mismo modo, se realizó una comparación entre los tres diferentes modos de transporte de los insumos de golf, los cuales son talega con una correa (SS), talega con correa doble (DS) y coche, para determinar el modo de transporte que minimice los riesgos biomecánicos y fisiológicos a los que los Caddies están expuestos. Para esto, se tomaron fotografías de las posturas críticas a setenta y dos Caddies para determinar la interacción que tiene el individuo con los diferentes elementos propios de su actividad, y mediante el método REBA identificar los niveles de nocividad que ocasiona éste trabajo en cuanto a los mayores riesgos biomecánicos. De igual manera, se colocaron relojes Polar al mismo número de personas para determinar la frecuencia cardíaca y gasto metabólico para cada una de las tres condiciones de transporte mencionado. Con estos resultados se procedió a realizar un análisis de mediciones repetidas con Covariates (Repeated Measures Design), donde se determinó que en el aspecto fisiológico la maleta DS minimiza la frecuencia cardíaca de los Caddies. Por otro lado, para el aspecto biomecánico, se concluyó que la maleta DS era el transporte que mayor riesgo producía. En base a estos resultados se pudo concluir que considerando los dos aspectos, la mejor opción de transporte es el Coche, debido a que para los autores, los trastornos músculo esqueléticos asociados a la profesión que se podrían presentar a futuro, podrían representar mayor gravedad a los Caddies.

1. El Mundo del Golf

1.1. Introducción

Existen profesiones en las cuales el protagonismo es robado por el actor principal, pero los actores secundarios tienen un papel fundamental en los logros de los atletas; esto ocurre en la mayoría de los deportes pero en especial dentro del mundo del golf (USGA, 2015). El golf es un deporte muy popular alrededor del mundo; según estudios

realizados en el año 2000 en algunos países de Europa, Asia, Australia y Estados Unidos se estima un total de 55 millones de jugadores (Lindsay & Vandervoort, 2014; Tsai, 2005). Adicionalmente, este deporte tiene un alto potencial de crecimiento que se lo ha ratificado con su reintroducción a los Juegos Olímpicos de Verano de 2016 (Lindsay & Vandervoort, 2014). Dada la popularidad del golf como deporte, existe un sinnúmero de investigaciones sobre los beneficios y perjuicios que las diferentes posturas en los jugadores pueden acarrear (Higdon, Finch, Leib & Dugan, 2012; Keda et al., 2008; Lindsay & Vandervoort, 2014; Wallace & Reilly, 2007). Sin embargo, hasta donde conocen los autores, no se han realizado estudios similares sobre los Caddies. La palabra Caddie proviene de la

palabra en francés 'le cadet', que se deriva de los cadetes franceses que cargaban los palos a la realeza (Scottish Golf History, 2015). El Caddie es la profesión asociada al asistente del jugador de golf. Las tareas del caddie son cargar la maleta de palos, limpiar los mismos y servir de consulta tanto, técnica como emocional, para los jugadores (USGA, 2015). Los caddies, al igual que los golfistas pueden presentar lesiones en varias partes del cuerpo debido a las cargas a las que se encuentran expuestos por el levantamiento y transporte de maletas y la repetitividad de los movimientos en su día a día (USGA, 2015).

Según Wallace & Reilly (2007), uno de los factores que mayormente afecta a los golfistas son los trastornos musculoesqueléticos (TME) en varias regiones del cuerpo. Esto se debe a las malas posturas y movimientos erróneos al momento de practicar el deporte (Wallace & Reilly, 2007). Además, como lo menciona Lindsay & Vandervoort (2014) existe una mayor posibilidad de lesión cuando los golfistas cargan sus propios palos. Esto sugiere que la actividad que tiene el caddie, puede de igual manera producir TME, debido a que sus movimientos y posturas son iguales a las de los golfistas al momento de cargar y transportar los palos.

Los TME, son lesiones que afectan principalmente a articulaciones, músculos, tendones y nervios, los cuales degeneran las regiones del cuerpo afectadas y producen inflamación, afectando de esta forma el rendimiento del individuo en su trabajo, produciendo ausentismo, y problemas de salud (Korkmaz et al., 2006; Riley, 2005; Rud, 2011; Tafazzol et al., 2015; Fernandez et al., 2008). Estas lesiones se producen, principalmente, debido a la presencia de factores de riesgo biomecánicos en las actividades realizadas durante la jornada laboral (Siza, 2012). Se conoce que la biomecánica estudia los aspectos físicos del trabajo y la forma en que el organismo se adapta biológicamente a temas como el sobreesfuerzo, movimientos repetitivos y posturas forzadas, los cuales son los principales factores de riesgo presentes dentro de las actividades de los golfistas y de los Caddies (Siza, 2012).

Wallace & Reilly, (2007) determinaron que el sobreesfuerzo en los Caddies está dado por el sobrepeso de la maleta levantada en conjunto con la extensa distancia recorrida y las posturas incómodas al cargar la talega. Se ratificó la conclusión debido a que Leigh y Young (2007) mencionaron en su estudio: "To carry or to pull: A study to investigate the transport of a junior's golf bag", que las cargas no deben ser mayores al 8% del peso corporal. Sin embargo, se identificó que los Caddies pueden soportar pesos que oscilan entre 2Kg y 23 Kg lo cual sobrepasa el porcentaje antes mencionado (Leigh and Young, 2007; Wallace y Reilly, 2007). No obstante, según la United States Golf Association (USGA) no existe una regulación específica en el peso de la talega. Además de los 14 palos máximos que pueden llevar las maletas, se pueden adicionar varios sets de bolas, tees, rastrillo, paraguas y los implementos que el jugador crea necesarios para el desarrollo de su juego, generando un peso extra dentro de la maleta, lo cual representa un inconveniente debido a que existe la posibilidad de que las talegas tengan pesos exorbitantes (USGA, 2012). Así mismo, en el estudio realizado por Lindsay & Vandervoort (2014), el cual investiga las lesiones en la espalda baja en los jugadores de golf, se menciona que los golfistas que jugaban y cargaban sus palos a la vez tienen una mayor incidencia en sufrir lesiones en la espalda debido a la sobrecarga de peso y las posturas forzadas (Lindsay and Vandervoort, 2014).

De igual manera, se conoce que cada cancha de golf en el mundo cuenta con un par mínimo de 71 golpes, esto significa que los jugadores realizan como mínimo esta cantidad de golpes. Esto quiere decir que el Caddie debe levantar la carga establecida por la talega ese

número de veces, lo cual lo convierte en un movimiento repetitivo (USGA, 2012). Dentro del Ecuador, existen aproximadamente 2000 jugadores, de los cuales, el promedio Nacional de los hándicaps asciende a 88 (FEG, 2015) por lo que la repetitividad de la carga asciende a un mínimo 88 veces (FEG, 2015).

Por otro lado, en el estudio "Effects of fatigue on golf performance" (Higdon, Finch, Leib & Dugan, 2012), se menciona que la fatiga, la cual es ocasionada por las variaciones fisiológicas, es un factor importante que afecta el correcto desempeño del golfista y, dada la relación que hemos descrito entre Caddie y golfista, el factor mencionado afectará de igual manera al Caddie.

Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la fisiología del trabajo es igual de importante que la ergonomía tradicional, debido a lo cual, se determina que el enfoque fisiológico es un campo importante en lo que a medicina de trabajo se refiere (OIT, 2015). La fisiología del trabajo se encarga de estudiar, analizar y explicar las modificaciones y cierto tipo de alteraciones que se pueden presentar en el organismo humano como consecuencia de la tarea realizada (Toomingas, Mathiassen, & Tornqvist, 2012). Además, estudia las demandas de gasto energético y el esfuerzo en el sistema cardiopulmonar que se da por la realización de diversas actividades externas y requerimientos internos del cuerpo humano (Fernández, Marley, Noriega & Ibarra, s.f). En relación al tema presente, según el World Golf Foundation (2015), cargar una talega o utilizar un carrito de empuje dentro de una cancha de 18 hoyos equivale alrededor de 5 millas de caminata, lo cual genera un aumento de esfuerzo fisiológico. Adicionalmente, se sabe que el gasto calórico de cargar palos durante 18 hoyos es aproximadamente 2000 calorías, lo cual es bastante significativo si es comparado con el gasto energético basal el cual se encuentra entre 68 y 75 calorías por hora, es decir entre 272 y 300 calorías en 4 horas que es aproximadamente lo que dura un partido de golf de 18 hoyos (Foundation, 2011; Nogareda, 1991).

Otro factor influyente en el rendimiento de los golfistas es el tipo de talega utilizada por cada uno y por lo tanto, cargado por cada Caddie (USGA, 2015). Según la USGA (2012) no existe impedimento en utilizar varios tipos de talegas u implementos para llevar los palos. Dentro del golf existen dos tipos principales de talega: la talega con una correa, que en adelante será mencionada como SS por sus siglas en inglés (Single Strap) y la talega con dos correas que será mencionada como (DS) por sus siglas en inglés (Double Strap). De igual manera, la legislación de la USGA no prohíbe la utilización de carritos de halar que soporten las talegas, pero estos no son utilizados a nivel profesional (USGA, 2012).

Se han hecho estudios en los cuales se compara una maleta SS, una DS, y el Coche, aunque no necesariamente han sido en el ámbito del golf pero sí en estudios que se pueden relacionar a las actividades del deporte (Leigh y Young, 2007; Leigh y Young, 2007; Keda et al., 2008). Éste es el caso de Leigh y Young (2007) en su investigación acerca del empuje y carga de talegas en niños. En su estudio se examina la razón por la cual los niños cargan o halar la maleta y el peso que ellos cargan diariamente dentro de sus talegas (Leigh and Young, 2007). El estudio determinó que los sujetos analizados, que cargaban talegas, presentaban molestias e incomodidad principalmente en la región lumbar, en la región torácica y en los hombros (Leigh and Young, 2007). Adicionalmente, su estudio se basó en un análisis, por medio de un cuestionario, en el cual se utilizaba la escala de Salter, donde se mostró que existe preferencia en cargar la talega, con un 68% de los encuestados a favor de ese medio de transporte, en comparación con un 32% restante que prefería halarla (Leigh and Young, 2007). El resultado tiene sentido cuando se piensa que al momento de halar la maleta puede haber una mayor incomodidad

debido a la geografía del piso, lo cual se asimila a las canchas de golf que tienen una geografía variable y a veces incómoda que no permite halar un carrito. Ésta información fue obtenida del grupo focal realizado por los investigadores a 12 Caddies del Club los Arrayanes ubicado en Puenbo-Ecuador.

De la misma forma Jensen, Denney, Slack y Bohne (s.f) realizaron un estudio acerca de los efectos de cargar mochilas, cuya forma de levantamiento y transporte es muy semejante al levantamiento de las talegas, dentro de alumnos universitarios. Para la investigación se utilizó una muestra de 29 estudiantes, los cuales caminaron 10 veces a través de una alfombra Gaitrite (Jensen, Denney, Slack y Bohne, s.f). El estudio analizó 5 condiciones que incluían, condiciones ideales, las cuales constaban de 2 maletas de cartero simple y dos mochilas con correas curvas. La investigación arrojó que al incluir 14 libras de carga, existieron torsiones significativas dentro de las maletas de cartero, dando como consecuencias dolencias dentro de la espalda baja y hombro (Leigh, 2007).

Por otro lado, Keda, et al., (2008) realizaron un estudio acerca del costo metabólico del SS y el DS dentro de una muestra de 15 individuos sanos. El experimento se basó en la medición del consumo de oxígeno, los latidos por minuto y la percepción del esfuerzo mediante un cuestionario (Keda et al., 2008). Por medio de una simulación en una caminadora, cada 5 minutos realizaban pruebas en cada una de las talegas con cada uno de los participantes (Keda et al., 2008). Los resultados arrojaron que existe un decremento en el promedio de consumo de oxígeno de 0.08V02 y palpitaciones dentro de todos los participantes (Keda et al., 2008). De la misma manera, ellos aconsejaban que las personas que deseen incrementar las pulsaciones mientras realizan la actividad deben utilizar el SS, pero que se deben considerar las implicaciones mecánicas de estrés que pudiese incurrir mediante el uso del mismo (Keda et al., 2008). Cabe mencionar, que hasta donde los autores conocen, el estudio mencionado es el único que se basa en realizar la comparación entre los diferentes modos de transporte usando indicadores fisiológicos.

Con estos antecedentes, se pudo determinar que no existe una respuesta específica y robusta que determine el mejor modo de transporte de talegas, debido a que los diferentes estudios realizados toman en cuenta ya sea el factor biomecánico o fisiológico por separado para analizar sus hipótesis. Sin embargo, ningún estudio visto hasta la fecha incluye ambos factores en su investigación y mucho menos en el campo del golf, específicamente en los caddies.

El presente estudio se basa en realizar una comparación entre los tres tipos de transporte tradicionales dentro del golf, los cuales han sido y serán mencionados a lo largo del texto como SS, DS y el carrito. El objetivo es determinar el mejor modo de transporte de los instrumentos de golf, tomando en cuenta los principales factores que mayormente afectan a los caddies, con el fin de minimizar los impactos biomecánicos y fisiológicos a los que los caddies se encuentran expuestos. Para ello, en primera instancia, se determinarán las posiciones críticas, las cuales serán evaluadas por medio del método REBA (Rappid Entire Boddy Assesment) el cual fue desarrollado por Hignett y el Dr. Lynn McAtamney en el año 2000 (Nogareda, 2001; Oltra et al, 2013). Se optó por utilizar dicho método debido a que según la investigación "Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work", el REBA cubre los elementos biomecánicos que se desea analizar y abarca la mayor cantidad de partes del cuerpo humano que se requiere estudiar (Esa, Pekka Takala, et.al., 2010). El método se basa en la observación directa de las posturas del cuerpo humano durante la

realización de la tarea y puede ser aplicable en cualquier sector o actividad laboral (Oltra et al, 2013). Se conoce además que es una herramienta de análisis con movimientos repetitivos y carga postural que utiliza un enfoque general y genera una valoración rápida y sistemática del riesgo postural que puede tener el cuerpo al realizar una actividad específica (Vargas, 2014). Adicionalmente, el método permite el análisis en conjunto de las posiciones adoptadas tanto por los miembros superiores del cuerpo como por el tronco, cuello y piernas, por lo cual es considerado un método bastante completo (Siza, 2012). Además, toma en consideración otros factores como la carga o fuerza manejada, el tipo de actividad muscular, así como el tipo de agarre para la valoración final de la postura (Siza, 2012).

De la misma manera, dado que el trabajo no es descrito únicamente por la fuerza, las limitaciones musculares o el rango de movimiento, sino que adicionalmente, es necesario tomar en cuenta la habilidad que tiene el cuerpo para producir energía, eliminar desperdicios y entregar nutrientes a los tejidos, es necesario un enfoque fisiológico que ayude a reducir al mínimo las demandas energéticas para la realización de una tarea (Fernandez, Marley, Noriega, & Ibarra, s.f). Por tal motivo, en la investigación se incluirá un análisis con indicadores claves para medir la demanda energética, los cuales son el gasto calórico y la frecuencia cardíaca (Fernandez, Marley, Noriega, & Ibarra, s.f). El gasto calórico es considerado como el principal indicador de medición en lo que respecta a la fisiología en el trabajo y mide el gasto energético muscular, el cual es la cantidad de energía producida y gastada durante la realización de cierta tarea (Fernández, Marley, Noriega & Ibarra, s.f; Nogareda, Mendaza, 1999). Por otro lado la frecuencia cardíaca determina la relación entre el consumo de energía y la producción de la misma (Fernández, Marley, Noriega & Ibarra, s.f). Ambos indicadores se relacionan con la entrega de oxígeno a los tejidos y son los mayormente usados debido a que se pueden medir con equipos más sencillos y económicos (Fernandez, Marley, Noriega, & Ibarra, s.f).

Por otro lado, se conoce que la situación de los Caddies a nivel laboral dentro del Ecuador no es la óptima. Según Gustavo Ramos profesional de golf (2015), existe únicamente un club que cuenta con afiliación al seguro obligatorio por parte de los empleadores, en el caso de los otros clubes la figura de los Caddies no existe. De la misma manera, los ingresos de los mismos ascienden a máximo \$21 por 18 hoyos, lo cual limita la capacidad de los semejantes a generar ingresos (Ramos, 2015). Debido a esto, se genera un factor adicional acerca de la dificultad de tratar los riesgos asociados a su profesión. Por tal motivo y por los riesgos ergonómicos y fisiológicos que los Caddies pueden tener, se ratifica la importancia del estudio debido a que una prevención es crucial en la actividad de Caddie.

2. Metodología

2.1. Etapas

Los métodos de investigación en el área de ergonomía pueden ser clasificados de acuerdo al alcance de la investigación, y su elección depende específicamente del tipo de estudio que se requiera analizar. Salvendy (2012) y Sanders & McCormick (1993) describen que hay tres tipos de investigaciones: descriptivas, experimentales y basadas en evaluaciones. Así mismo, Hernández, Fernández & Baptista (2010) señalan que existen estudios exploratorios, descriptivos, explicativos y correlacionales. Diferentes investigaciones en el campo de la ergonomía basadas en el levantamiento de cargas, movimientos repetitivos, posturas forzadas y desgaste energético han optado por el uso de la metodología

descriptiva y experimental (Gómez, 2011; Navas, 2015; Pérez, 2006; Pérez, 2013; Rosero, 2012). La presente investigación se basa en el uso de la metodología descriptiva debido a que el estudio requiere investigar, mediante la observación directa, variables que pueden afectar al estudio y sus valores con el objetivo de determinar características específicas de la población y la relación que existe entre las mismas (Salvendy, 2012; Sanders and McCornick, 1993). Adicionalmente, se realizará un método de experimentación y de evaluación en el cual se determinará el riesgo presente en la actividad (Salvendy, 2012).

Según Pedro Mondelo (2000), para entender la ergonomía de la actividad que se está estudiando, se requiere una activa presencia de los investigadores en todas las fases del proyecto, las cuales están divididas en seis etapas: 1) análisis de la situación, 2) diagnóstico y propuesta, 3) experimentación, 4) aplicación, 5) validación de los resultados y 6) seguimiento. Sin embargo, diferentes autores de proyectos investigativos relacionados con levantamientos de cargas, movimientos repetitivos, posturas forzadas y gasto energético, los cuales son factores que se requiere analizar en el presente estudio, sugieren una serie de fases disímiles, las cuales han sido electas de acuerdo al alcance del proyecto (Gómez, 2011; Navas, 2015; Pérez, 2013). El presente trabajo se enfoca en la adaptación de las diferentes metodologías utilizadas con el fin de obtener una metodología que se acople a las necesidades del estudio.

-Análisis de la situación, diagnóstico y propuesta de estudio: En esta etapa la meta fue entender de una manera general los problemas asociados a la actividad del Caddie, determinar los factores de riesgo de los mismos y realizar la propuesta del estudio en base a éstas observaciones. Con el fin de cumplir satisfactoriamente con ésta etapa se procedió a realizar un grupo focal con 8 personas que han ejercido la actividad de Caddie por varios años, y se destacó las variables relevantes para continuar con el estudio. Adicionalmente, las principales actividades realizadas fueron el pesaje de talegas y la elección de los participantes, así como del lugar de estudio. Además, se realizó una extensa revisión literaria para determinar los campos de actuación de la ergonomía que permiten llegar al objetivo propuesto.

-Procedimiento: En ésta etapa se tomaron fotografías de las posturas críticas al momento de ejecutar la actividad con el objetivo de realizar la evaluación ergonómica. Por otro lado, se colocaron relojes polar al mismo número de Caddies para determinar la frecuencia cardíaca y gasto metabólico para cada una de las tres condiciones siguientes: SS, DS y coche.

-Resultados: En esta sección se procedió a realizar estadística descriptiva utilizando los resultados de la valoración REBA para determinar el mejor modo de transporte con respecto al aspecto biomecánico. De la misma manera, se procedió a realizar la valoración de los resultados en el aspecto fisiológico mediante un modelo lineal mixto para medidas repetidas. El objetivo fue, determinar la mejor opción de transporte de insumos de golf mediante los datos obtenidos en la frecuencia cardíaca. Para este análisis se utilizó el Programa Minitab 17.

-Discusión: En ésta etapa se procedió a realizar una discusión constructiva sobre los resultados encontrados en la sección anterior.

-Propuestas de mejoras: En esta etapa se realizaron propuestas para mitigar los problemas a los cuales los Caddies están expuestos, basados en los resultados del estudio.

-Conclusiones y Recomendaciones: Una vez que se identificaron los factores de riesgo así como el mejor modo de transporte, se realizaron las respectivas conclusiones y recomendaciones de los resultados encontrados por los investigadores.

Participantes y lugar de estudio

Con la ayuda de la Federación Ecuatoriana de Golf (2015) se pudo estimar que dentro del Ecuador existen aproximadamente 200 Caddies, de los cuales el 71% se encuentran dentro de clubes de la capital ecuatoriana, por lo que se decidió realizar el estudio en el Distrito Metropolitano de Quito. A continuación se presenta un diagrama de Pareto que permitió a los investigadores llegar a tal conclusión.

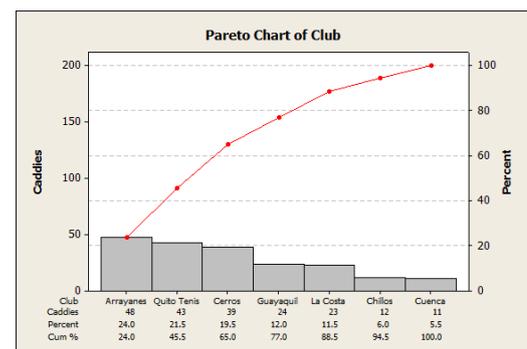


Fig. 1 – Diagrama de Pareto de la población Caddie en el Ecuador

Adicionalmente, se conoce que en la capital ecuatoriana existen 4 clubes, dentro los cuales, 43 Caddies pertenecen al Quito Tennis & Golf Club, 48 son parte de Arrayanes C&C, 39 pertenecen a Los Cerros C&C y 12 se encuentran dentro de Los Chillós C&C (FEG, 2015). Con esto se tiene que la población de Caddies dentro del Distrito Metropolitano de Quito es de 142 personas (FEG, 2015).

Dado al tiempo y alcance del proyecto se imposibilita la evaluación de cada uno de los individuos por lo que es necesario determinar un tamaño de muestra representativo que ayude a inferir sobre toda la población Caddie (Montgomery, 2009). En el presente estudio se optó por la utilización de la fórmula de tamaño de muestra para proporciones en poblaciones finitas debido a que la variable que se desea determinar es de tipo cuantitativo y además se puede determinar si los sujetos de la muestra presentan un nivel de riesgo elevado con la proporción elegida (Montgomery, 2009).

La fórmula utilizada se presenta a continuación:

$$n = \frac{N Z_{\alpha}^2 p (1-p)}{N - 1 e^2 + Z_{\alpha}^2 p (1-p)}$$

Donde n es el tamaño de la muestra, N es la población total, p es la probabilidad de que un Caddie presente cierto tipo de lesión y Z depende de la probabilidad del error tipo I (Aguilar-Barojas, 2005).

Se utilizó un α de 95% de confianza, un valor p de 0.5 y un error $e = 0.08$ dado que según Naing (2006) no existe ganancia en la precisión del estudio si es que se escoge un error menor.

$$n = \frac{142 \cdot 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 1 - 0.5}{200 - 1 \cdot 0.08^2 + 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5} = 73.21 \approx 74$$

Finalmente, se determinó que se requiere un análisis a 74 individuos para poder inferir sobre toda la población Caddie, los cuales serán pertenecientes a los dos clubes con un mayor porcentaje de Caddies y a los cuales se tuvo acceso. La siguiente figura muestra el diagrama de Pareto que sustenta la elección realizada.

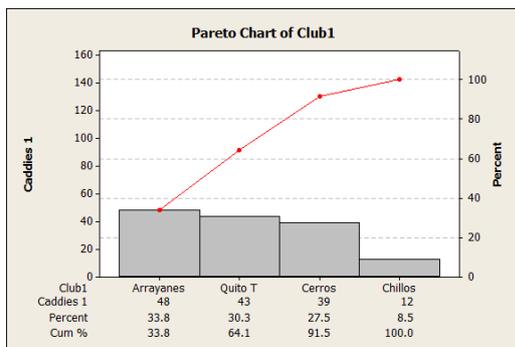


Fig. 2 – Diagrama de Pareto de la población Caddie en el Distrito Metropolitano de Quito

Para la obtención de datos se optó por realizar un muestreo no probabilístico. Específicamente, se realizó un muestreo por conveniencia debido al tiempo y a la dificultad de contactar a un Caddie específico ya que como se ha mencionado, la profesión es bastante informal.

2.2. Equipo y Software

El equipo utilizado cuenta con una balanza MFB 150K100 (300x320x55 mm) y tiene una capacidad máxima de 150 Kg (Kern & Sohn GmbH). Dicha balanza fue utilizada para la medición del peso de las talegas, al igual que el de los Caddies. De la misma manera, se utilizó cámaras de video Go Pro Hero 3 (1080p30 y 720p60 de alta calidad) para la recolección de los videos (GoPro.com). Así mismo, se utilizó un Polar RCX5 para la estimación de los kilómetros recorridos al igual que la frecuencia cardíaca y las calorías por cada Caddie. Finalmente, el Software Kinovea fue utilizado para el análisis de las imágenes y los videos, y los Softwares Minitab 17 y Excel 2010 fueron parte de los instrumentos utilizados por los investigadores para el análisis estadístico de los resultados.

3. Procedimiento

3.1. Fisiología del Trabajo

El propósito del enfoque fisiológico es reducir al máximo las demandas energéticas derivadas de cada tarea basándose en factores que influyen los índices fisiológicos (Fernández, Marley, Noriega & Ibarra, s.f; Toomingas, Mathiassen, & Tornqvist, 2012).

Los indicadores electos para el presente estudio son frecuencia cardíaca y gasto energético, junto con edad, peso y altura de la persona.

Para poder tomar los datos del estudio se colocó el reloj polar a cada uno de los Caddies para determinar la frecuencia cardíaca y el gasto energético de cada individuo al transportar cada talega en una distancia de dos hoyos. Se estandarizó la distancia a dos hoyos debido a que se reducía el error experimental en el diseño.

Para analizar los datos en el aspecto fisiológico se procedió a realizar un Diseño de Mediciones Repetidas con Covariables utilizando para el análisis estadístico un Modelo Lineal Mixto. El modelo lineal mixto es un modelo que incluye factores aleatorios y factores fijos (Kuehl, 2001). En este caso se determinó que el factor fijo eran las talegas debido a que se requiere que la inferencia sea únicamente para los niveles de ese factor, los cuales con DS, SS y coche. Mientras que los Caddies fueron determinados como factor aleatorio debido a que se requiere la inferencia a la variación en una población de efectos, es decir, se requiere una inferencia sobre toda la población Caddie y no únicamente sobre la muestra determinada (Kuehl, 2001). Se determinó que la variable de respuesta o variable dependiente iba a ser únicamente la frecuencia cardíaca media debido a que se encontró que existe una correlación positiva entre el indicador fisiológico antes mencionado y el gasto energético por lo que basta con utilizar un indicador.

La hipótesis del modelo lineal mixto para este análisis es:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots \mu_n$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \dots \mu_n$$

Hipótesis nula: No existe diferencia significativa entre las medias de la frecuencia cardíaca en las diferentes talegas.

Hipótesis alternativa: Existe diferencia significativa entre las medias de la frecuencia cardíaca en por lo menos una talega.

De igual manera, se determinó que era conveniente incluir Covariables en el modelo debido a que se conoce que existen factores perturbadores que pueden afectar la variable de respuesta, sin embargo no son controlables pero sí son medibles (Montgomery, 2007). Esta técnica es útil debido a que ayuda a mejorar la precisión del experimento, reduciendo el error y ayudando a identificar las verdaderas diferencias en las respuestas debido a los tratamientos (Montgomery, 2007). En el presente estudio se determinó que tanto el peso, la edad y la altura eran factores que podrían influir en la variable de respuesta por lo que se las determinó como Covariables.

Cabe mencionar que antes de aplicar el Modelo Lineal Mixto se debe garantizar el cumplimiento de las suposiciones, las cuales son: 1) la variable dependiente debe seguir una distribución normal y 2) la variable dependiente debe estar relacionada linealmente con los factores fijos, los factores aleatorios y las Covariables. Estas suposiciones se cumplieron y pueden ser observadas en el apéndice A (Badiella, 2011). Así mismo, fue necesario tomar en cuenta ciertas suposiciones que los residuales en el modelo lineal mixto deben seguir antes de proceder a observar los resultados finales (García & Rapelli, 2012). Según García & Rapelli (2012) en su estudio de la validez de los supuestos en los modelos lineales mixtos mediante un análisis de residuos, menciona que estas suposiciones son que los residuales deben seguir una distribución normal, que debe existir igualdad de varianza y que deben ser independientes. La comprobación de estos supuestos pueden ser observados en el apéndice B. Cabe mencionar que todo este análisis fue realizado utilizando el software Minitab 17.

3.2. Biomecánica

Como se ha mencionado, se utilizó el método REBA para valorar el nivel de riesgo biomecánico en la actividad de Caddie. Para la evaluación ergonómica del REBA los investigadores fueron al campo de estudio para obtener información directa de las tareas que realiza el trabajador para determinar las posturas que serán evaluadas (Chaudhary & Singh, 2013). De acuerdo a Chaudhary & Singh (2013) la selección de las posturas deben ser en base a:

- Posturas y tareas de trabajo más difíciles.
- Postura que mantuvo durante más tiempo.
- Posturas que tienen mayor carga de fuerza.

Así mismo, dado que el método REBA evalúa el riesgo de posturas concretas de forma independiente, es decir no puede evaluar el lado derecho y el lado izquierdo del cuerpo a la vez, es necesario que de acuerdo al criterio del evaluador se escoja un lado de evaluación el cual debe ser mayormente crítico, ya sea por su repetición en el tiempo o por porque presenta una mayor carga postural (Asensio, Bastante & Diego, 2012).

Para el presente estudio se determinó que era necesario evaluar el lado derecho de cada Caddie debido a que presenta la mayor carga postural. Igualmente, no existe diferenciación entre zurdos o diestros debido a que el levantamiento en las talegas se realiza únicamente desde el lado derecho de las personas. Además, se determinó que las posturas críticas en base a lo mencionado anteriormente fueron: levantamiento de la talega y carga de la misma. A continuación, se pueden observar fotografías de las posturas críticas analizadas y las regiones afectadas por cada talega que difieren de una a otra:



Fig.3- Maleta SS: Levantamiento – Carga



Fig 4. Maleta DS: Levantamiento - Carga



Fig.5- Coche: Halar

De igual manera, para valorar el nivel de riesgo utilizando el método Reba es necesario estudiar al cuerpo en segmentos con respecto a los planos de movimiento y de esta manera obtener una calificación total que representa la carga músculo esquelética (Vargas, 2014).

- Segmento A: Su calificación compone la calificación del cuello, tronco y piernas.
- Segmento B: Su calificación compone la calificación del brazo, antebrazo y muñecas.
- Segmento C: Su calificación compone la combinación del resultado obtenido en el segmento A sumado de la fuerza o carga y el resultado obtenido en el segmento B sumado del acoplamiento de la carga (Vargas, 2014).

Finalmente, la calificación total la compone el resultado del segmento C más la actividad muscular realizada por el individuo (Nogareda, 2001). Dicha calificación tiene un rango del 1 al 15, donde el valor 1 se asigna a las posturas o rangos de movimiento que determinan un factor de riesgo mínimo (Nogareda, 2001). A medida que aumenta el rango se asignan valores mayores (Nogareda, 2001). A continuación se presenta una tabla en la cual se determina el significado de cada valor en la calificación total.

Tabla 1 – Calificación, nivel de riesgo e intervención y posterior análisis del REBA Fuente: (Nogareda, 2001).

Calificación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
1	Inapreciable	No necesario
2-3	Bajo	Puede ser necesario
4-7	Medio	Necesario
8-10	Alto	Necesario pronto
11-15	Muy alto	Actuación inmediata

En el Apéndice C se muestra el “REBA Employee Assessment Worksheet” utilizado para analizar los niveles de nocividad de la actividad.

Considerando el análisis realizado en el aspecto fisiológico, se pensó realizar un análisis similar para el aspecto biomecánico. Sin embargo, como se mencionó en el apartado anterior, es necesario tomar ciertas consideraciones sobre los datos de la variable dependiente antes de proceder a realizar un modelo mixto. En el Apéndice D se puede observar mediante una prueba de normalidad de Anderson Darling, que los datos no provienen de una distribución normal por lo que se imposibilita el uso de un modelo lineal mixto para éste caso. Sin embargo, se procedió a realizar una prueba de transformación por medio del método de Box Cox, el cual pondera cada valor con un gama determinado para que se ajuste a una posible normalidad (Montgomery, 2011). Tomando en consideración que los datos son iguales y que no existe variabilidad, el valor gama escogido es el mismo para cada uno de los datos, por lo cual no existe un ajuste adecuado y la imposibilidad de utilizar un modelo lineal mixto persiste. Este resultado puede ser observado en el apéndice E.

Con el fin de realizar una estadística más robusta los investigadores creyeron que un modelo lineal generalizado podría ser la solución para el análisis de los datos. Éste modelo acepta datos que provengan de una distribución normal o datos provenientes de una distribución exponencial o que sea familia de la exponencial; sin embargo, como se puede observar en el apéndice F, los datos no provienen de ninguna distribución conocida. Por tal motivo, para el análisis de los datos del método REBA, se procedió a realizar únicamente estadística descriptiva, cuyos resultados serán presentados en el apartado siguiente.

4. Resultados

Por medio de una pregunta de selección, se pudo inferir acerca del tipo de taqlea que los Caddies prefieren. Como se puede observar en de la Figura 6., existe un 92% de preferencia para utilizar la maleta DS, y únicamente un 8% prefieren utilizar el coche. Además se pudo saber que ningún Caddie prefiere usar una maleta SS.



Fig. 6 – Resultados pregunta de preferencia entre las tres taqleas disponibles en el medio.

De igual manera, se pudo conocer la edad, el peso y la altura en que oscilan los participantes. Como se puede observar en la Figura 7., la mayor cantidad de los participantes se encuentran entre los 20 y 40 años, lo cual representa el 81% de los participantes.

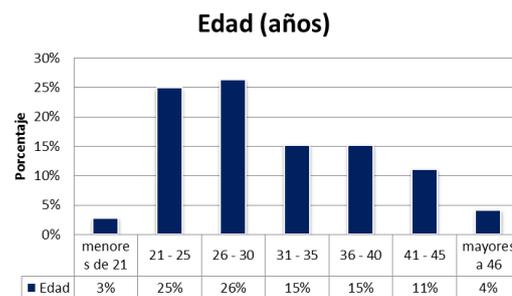


Fig. 7 – Resultados en porcentajes de la edad de los participantes

Así mismo se pudo conocer que el peso de los participantes está concentrado entre los 61 Kg hasta los 80 Kg lo cual agrupa el 82% de los participantes.

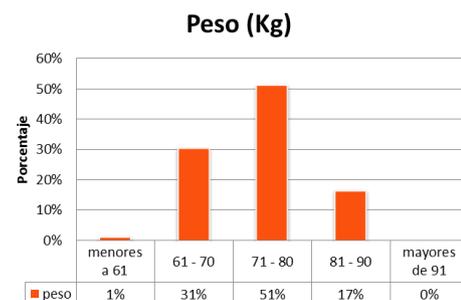


Fig. 8 – Resultados porcentajes de Peso de los participantes.

Por otro lado, se observó que un 32% de los participantes tienen una altura de 161-165 cm, un 26% se encuentra entre los 166-170 cm, mientras que un 25% mide entre 171-175 cm, formando así el 83% del total de participantes. Los resultados mencionados pueden ser vistos en la gráfica siguiente.

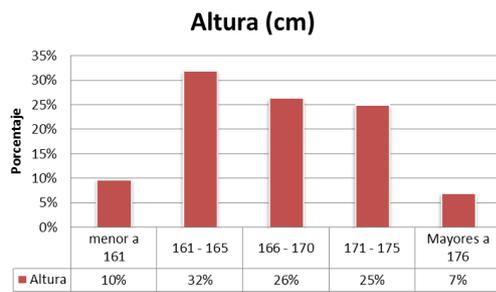


Fig. 9 – Resultados Altura en cm de los participantes.

4.1. Análisis Fisiológico

El análisis realizado para 72 Caddies permitió identificar que tanto la altura, el peso y la edad eran factores que en realidad no afectaban a la variable de respuesta. Esto se debe a que no existe significancia dentro de los valores P's del modelo (Apéndice B). Por otro lado, la talega y los Caddies (como unidad de experimentación), eran factores significantes para el modelo, lo que significa que existe diferencia en la media de la frecuencia cardiaca en por lo menos una talega (Apéndice B). Con estos resultados, se procedió a realizar un análisis de comparación de medias, donde las letras iguales quieren decir que son significativamente iguales y letras diferentes quiere decir que son significativamente diferentes. Los resultados pueden ser vistos a continuación.

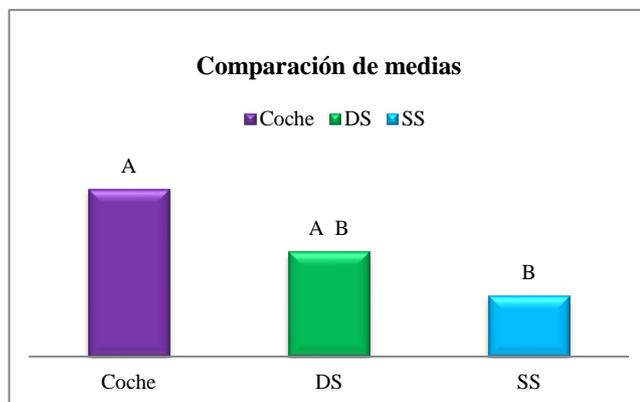


Fig. 10 – Prueba de comparación de medias.

Con la prueba de comparación de Tukey expuesta en la figura anterior, se determinó que tanto el coche como la maleta SS son estadísticamente iguales, del mismo modo ocurre con la SS y la DS, sin embargo la DS y la SS son estadísticamente diferentes. A continuación, se observó la media de las frecuencias cardiacas y se determinó que la maleta DS era la mejor opción en lo que a análisis fisiológico se refiere debido a que genera una menor frecuencia cardiaca media.

4.2. REBA.

En la figura que se presenta a continuación se puede observar que el coche, los participantes presentan un 29% de riesgo bajo y un 71% de riesgo medio, por lo que su intervención puede ser necesaria. Así

mismo, se puede ver que en la maleta DS el 7% de los participantes presenta un nivel de riesgo alto y que el 93% presenta un nivel de riesgo muy alto por lo que se requiere una actuación inmediata para prevenir los TME a los que están expuestos los Caddies. Por último se tiene la maleta SS, la cual indica que un 50% de los participantes presenta un nivel de riesgo alto al utilizar dicha maleta, mientras que el 50% restante presenta un nivel de riesgo muy alto, por lo que de igual manera su actuación debe ser inmediata.

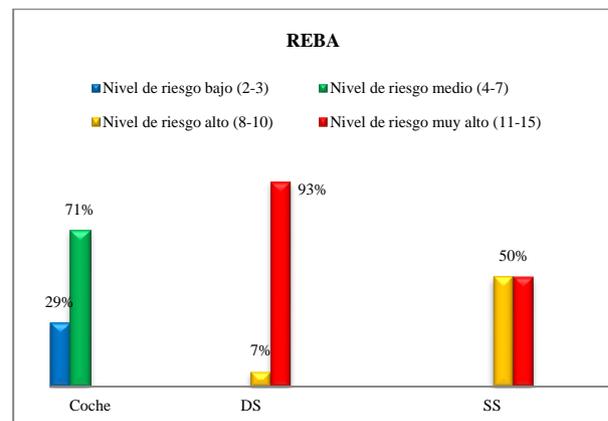


Fig. 11 – Resultados puntajes REBA

Con estos resultados, se pudo concluir que en el aspecto biomecánico la mejor opción es el carrito debido a que presenta un nivel de riesgo menor en comparación con las otras maletas, mientras que la peor opción es el DS debido a que su nivel de riesgo es muy alto, lo que sugiere una intervención inmediata.

5. Discusión

Los resultados que se pudieron obtener de este estudio indican que existe una preferencia de un 92% de los participantes en utilizar una maleta DS, mientras que el 8% restante optan por la opción de halar la maleta por medio del coche. Esto concuerda con el estudio realizado por Leigh y Young (2007), en la cual los participantes tienen una preferencia de un 68% a favor de cargar la talega mientras que el 32% restante prefería halarla. De igual manera, por medio del Grupo Focal realizado al inicio del estudio, se pudo indagar el porqué de la preferencia de cargar la mochila a halarla. El grupo focal fue realizado a 12 Caddies, en Puenbo, Ecuador. Dentro del mismo los Caddies mostraron las principales afecciones de su trabajo al igual que su preferencia dentro de los tres modos de transporte de talegas. Los participantes mencionaron que existe una mayor comodidad en el trabajo debido a la variedad en la geografía de una cancha de golf que dificulta el transporte de carrito. La preferencia está presente en los Caddies aun cuando se encuentran conscientes de que esto podría ser perjudicial para su posterior salud.

Corroborando la investigación de Wallace & Reilly (2007), la carga que levantan, cargan y transportan los Caddies, pueden alcanzar pesos exorbitantes. Por medio de un pesaje de talegas se pudo cuantificar el promedio de pesos en las talegas de uno de los clubes en los que se realizó el estudio. Se encontró que el peso de la talega asciende a aproximadamente 11 Kg. Esto representa casi el 13% del peso corporal promedio de la muestra, por lo que se excede la tasa expuesta por Leigh & Young (2007), la cual asevera que las cargas no deben sobrepasar el 8% del peso corporal. Por su parte, Jensen, Denney, Slack & Bohne (s.f)

ratificaron que al existir una inclusión de 6 Kg en maletas, existen torsiones significativas dentro de la espalda baja. Estos hechos confirman la posibilidad de los Caddies a tener TME debido al sobrepeso en las talegas.

5.1 Análisis Fisiológico

El análisis de los datos en el ámbito fisiológico, se realizó utilizando la frecuencia cardíaca media como variable de respuesta. Álvarez (2016) y Bermeo (2016), expertos en temas fisiológicos, expusieron que si los participantes no ingresaban a su ciclo aeróbico, la frecuencia cardíaca media podría ser una buena aproximación a la frecuencia cardíaca máxima en una actividad. De igual manera, dado que los Caddies regresaban a su frecuencia cardíaca de descanso antes de proceder con la siguiente medición, se concluyó que la frecuencia cardíaca media utilizada, representaba una mejor aproximación a la realidad.

Por otro lado, para el modelo planteado en el análisis fisiológico, las Covariables identificadas ayudaron a reducir el error en el modelo; sin embargo, ninguna de las mismas fue significativa para el modelo, por lo que se puede aseverar que la frecuencia cardíaca no depende de estos factores principalmente. Las únicas variables significativas en el modelo fueron los Caddies y el tipo de talega, es decir, se encontró que hay diferencia significativa en la frecuencia cardíaca media en por lo menos un medio de transporte.

En cuanto a los resultados globales del estudio, el diseño de medidas repetidas y Covariables utilizando un modelo lineal mixto, permitió determinar que la maleta DS genera la menor frecuencia cardíaca media, lo que la convierte en la mejor opción a nivel fisiológico. El resultado obtenido, esclarece la investigación de Keda, et al., (2008), en la cual se asevera que existe un decremento significativo del consumo de oxígeno cuando los participantes utilizan una maleta DS. Por su parte es interesante poder observar que el coche y el SS son estadísticamente iguales, contrastando la información que se obtuvo en el grupo focal, donde se encontró que los participantes presentaban menor sensación de cansancio con el coche. De igual manera, se realizó un estudio complementario cuya variable de respuesta era la frecuencia cardíaca máxima. El estudio brindó resultados similares, en los cuales se pudo observar que la mejor opción era igualmente la maleta DS (Apéndice H).

5.2 Biomecánica

Por medio de la aplicación del método REBA en las posturas críticas encontradas dentro de la actividad de Caddie, se pudo determinar que la opción que minimiza el riesgo biomecánico dentro de la actividad, es el Coche, y que la opción que maximiza el riesgo en la actividad de Caddie es la maleta DS. Esto se debe a que la maleta DS tiene un tamaño menor a la maleta SS lo cual ocasiona que el Caddie deba doblar sus rodillas y encorvar más su espalda para poder levantar la talega. Esto ocasiona una valoración de riesgo superior en comparación con los otros modos de transporte.

5.3 Discusión General

Con los datos obtenidos en ambos análisis se pudo observar que los participantes realizan la elección del modo de transporte tomando en cuenta únicamente la sensación de cansancio que cada maleta produce. Sin embargo, dada la falta de conocimiento acerca de los TME no toman en consideración los riesgos ergonómicos que pueden tener a largo plazo si continúan utilizando una maleta DS como actualmente lo hacen. Estos

riesgos pueden ser problemas de lumbalgia, dislocamiento en los hombros, desgarrar en el manguito rotador del hombro, síndrome del túnel carpiano, entre otras (Rueda, 2016).

En definitiva, ¿Qué es mejor?, ¿Guiarnos por el Análisis Fisiológico o por el Análisis Biomecánico? Por una parte el análisis Biomecánico menciona que la mejor opción es el Coche mientras que la peor es el DS. Por otro lado, en el análisis Fisiológico se observa que el Coche representa la opción que maximiza el esfuerzo físico y que el DS minimiza el impacto fisiológico en los participantes, lo que contradice los resultados encontrados en el análisis biomecánico.

Según Gina Rueda (2016), especialista en biomecánica y ergonomía, el factor emocional de las personas es de suma importancia. Los trabajadores tienen que sentirse cómodos con la tarea aún si no es 100% recomendable, ergonómicamente hablando (Rueda, 2016). De igual manera, según el Dr. Arturo Álvarez (2016) ambos análisis son válidos y no existe comparación para ambas cosas. “No es que sea mejor una cosa u otra. Ambos estudios son válidos”, menciona (Álvarez, 2016).

En definitiva, para los autores, la mejor opción es el Coche y actualmente, la peor es la maleta DS. Como se ha mencionado a lo largo del documento, los Caddies representan una población vulnerable, no solo por la falta de estudios para este tipo de actividad, sino también por la incapacidad de éstos a ser tratados debido a que su sueldo es mínimo y no cuentan con afiliación al Seguro Social. Por esta razón, una prevención en los TME que pueden afectar a largo plazo a los Caddies, es crucial. Así mismo, el aspecto biomecánico es un factor muy importante, que no solo puede afectar el rendimiento en el trabajo, sino en la vida diaria.

Igualmente, Rueda (2016) expuso que existe un mayor riesgo de lesión debido a tecnopatías, las cuáles se refieren a afecciones por malas prácticas ligadas a la profesión, las cuales se encuentran presentes en la actividad de caddie, generando una posibilidad mayor de producir TME a largo plazo (Hernández, 2011).

No obstante, el coche también tiene sus pros y contras. En cuanto a las ventajas encontradas se encuentran que disminuye el riesgo biomecánico asociado a los movimientos que tienen los caddies. Por otro lado, en las desventajas, se puede determinar que el mismo tiene un costo elevado, tiene poca aceptación en los participantes y por último, pero no menos importante, según el estudio y los participantes genera más cansancio en la actividad.

Por este motivo se procedió a realizar propuestas de mejoras para poder mitigar los pros y contras de los diferentes medios de transporte y poder tener un medio de transporte que minimice tanto el riesgo biomecánico, como la sensación de cansancio producido y visto en el análisis fisiológico.

6. Propuestas de Mejora

Entre las principales propuestas de mejora se encuentran:

- Realizar un estudio antropométrico para determinar el tamaño ideal de una talega DS para los Caddies ecuatorianos, lo cual ayude a disminuir el riesgo biomecánico en las posturas críticas analizadas.
- Pre calentamiento.

El calentamiento de los músculos es de gran importancia al momento de emprender una actividad física o deportiva (Martínez, 2013; Wristen,

2000). El objetivo es preparar al organismo y coordinar todas las funciones del cuerpo para lograr un rendimiento óptimo y prevenir posibles TME (Martínez, 2013; Wristen, 2000).

- Estiramiento

Es recomendable realizar un set de ejercicios una vez culminada la actividad física con el objetivo de reducir la intensidad de esfuerzo de los músculos y articulaciones, y que éstos vuelvan a su estado natural (Martínez, 2013; Wristen, 2000). El estiramiento ayudará a reducir la tensión muscular y prevenir TME (Martínez, 2013; Wristen, 2000).

- Taller de entrenamiento ergonómico sobre ciertos aspectos que el Caddie debe tomar al momento de realizar su trabajo como son:

- *Posturas y movimientos de los Caddies al momento de realizar su trabajo, y en especial al momento de realizar las actividades críticas encontradas en su labor:* Realizar movimientos lentos reduciendo de esta manera la agresividad de los mismo y tratar de mantener la espalda lo más erguida posible con el objetivo de mitigar los posibles TME (Tanner, 2003; Rueda, 2016).

-*Otras sugerencias:* Aprender a respirar de una manera adecuada y caminar a un ritmo constante (Tanner, 2003).

- Autodiagnóstico

Según Tanner (2003), el autodiagnóstico puede ser una de las mejores vías para prevenir TME dentro de los trabajadores. Es por ello que sugiere un cuestionario, que fue adaptado a las necesidades de la investigación, el cual pueda estar siempre a la mano de los interesados con el objetivo de ayudar a determinar si existe la posibilidad de presentar alguna lesión. El cuestionario final se lo puede observar en el apéndice I, y los investigadores sugieren que los Caddies llenen el cuestionario mensualmente con el objetivo de prevenir TME futuros.

7. Conclusiones y Recomendaciones

El estudio realizado permitió investigar a 72 Caddies del Distrito Metropolitano de Quito para comparar tres diferentes modos de transporte de los insumos en un partido de golf, SS, DS, coche, basándose en dos campos de la ergonomía como fueron, el aspecto biomecánico y el aspecto fisiológico. Los movimientos críticos incluían el levantamiento y carga de la maleta debido a que fueron las posturas de mayor riesgo y de mayor repetitividad dentro de las actividades de los Caddies. El estudio permitió llegar a la conclusión de que en el aspecto biomecánico, mediante la aplicación del método REBA, el 93% de las personas presentaban el nivel de riesgo más alto al utilizar una maleta DS y que la mejor opción era el coche dado que el 71% mostró un nivel de riesgo medio, únicamente. Sin embargo, en el aspecto fisiológico se determinó que la mejor opción es el DS debido a que presentó una menor frecuencia cardiaca media en comparación con la maleta DS y el carrito.

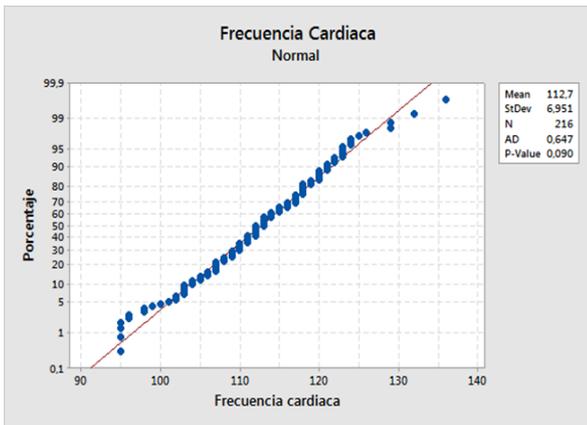
Adicionalmente, se puede llegar a la conclusión de que dado a los resultados del método REBA, la actividad de Caddie es un trabajo de alto riesgo lo cual puede sin duda ocasionar TME en un futuro, por lo que se debe intervenir inmediatamente. De igual manera se recomienda a los posibles investigadores realizar análisis estadísticos no paramétricos para validar los resultados generales obtenidos con el REBA.

Finalmente, es importante llevar a cabo las actividades preventivas propuestas en el estudio con el fin de disminuir los TME futuros. Así mismo, se recomienda realizar un análisis más profundo, con un mayor número de participantes y tomando en cuenta ciertas Covariables como la temperatura o la hora del día, que por tiempo y costo de la investigación no se tomaron en cuenta, con el objetivo de tener resultados más robustos.

8. Apéndices

Apéndice A. Consideraciones sobre los datos de la variable Dependiente en el Modelo Lineal Mixto.

A.1 Prueba de normalidad utilizando la prueba de Anderson Darling

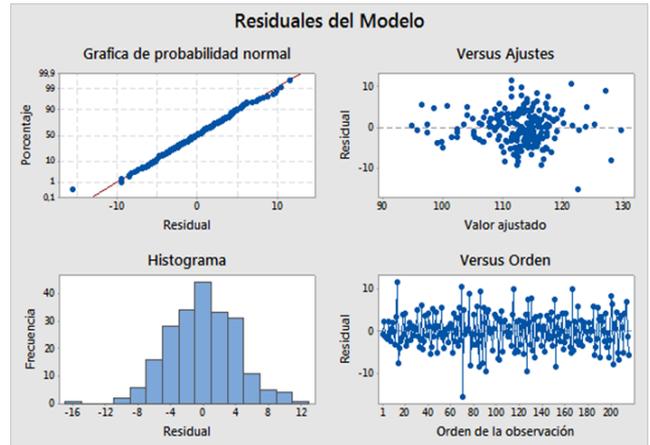


A.2 Prueba de linealidad de la variable dependiente con los factores fijos, factores aleatorios y Covariables utilizando el análisis de correlación de Pearson.

	Caddie	Talega	Edad	Peso	Altura
Frecuencia cardíaca	0.187	0.147	-0.043	0.353	-0.078
Tipo de correlación	Positiva	Positiva	Negativa	Positiva	Negativa

Apéndice B. Comprobación de supuestos de los residuales en un modelo lineal mixto.

B.1 Gráfica de los residuales utilizando el software Minitab 17



B.2 Prueba de comparación de medias utilizando el método Tukey.

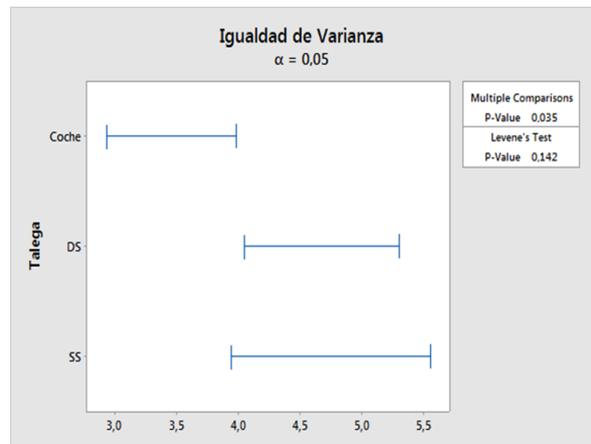
Tukey Pairwise Comparisons: Response = Frecuencia cardíaca, Term = Talega

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Talega	N	Mean	Grouping
Coche	72	114,089	A
SS	72	112,561	A B
DS	72	111,489	B

Means that do not share a letter are significantly different.

B.3 Comprobación del supuesto de igualdad de varianza utilizando una Prueba de Levene.



Apéndice C. REBA Employee Assessment Worksheet

ERGONOMICS PLUS REBA Employee Assessment Worksheet

Task Name: _____ Date: _____

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position

Neck Score: 1-9

Step 2: Locate Trunk Position

Trunk Score: 1-9

Step 3: Legs

Leg Score: 1-9

B. Arm and Wrist Analysis

Step 7: Locate Upper Arm Position

Upper Arm Score: 1-4

Step 8: Locate Lower Arm Position

Lower Arm Score: 1-4

Step 9: Locate Wrist Position

Wrist Score: 1-2

Scoring

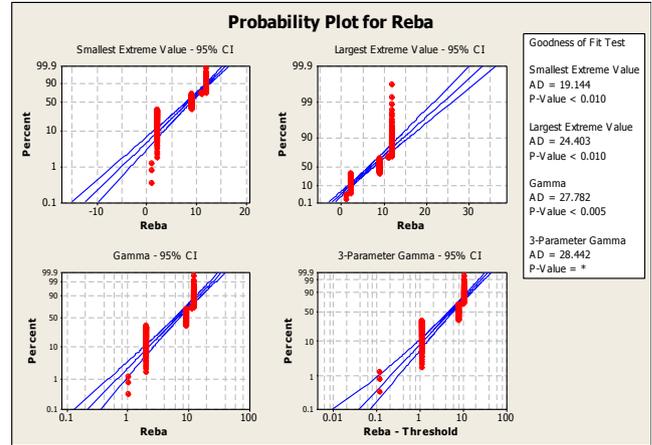
Table A: Neck, Trunk, Posture, Score

Table B: Lower Arm, Wrist, Upper Arm, Score

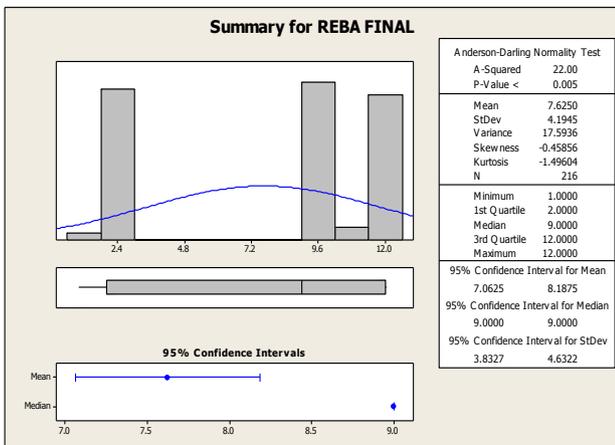
Table C: Score A, Score B, Table C Score, Activity Score, REBA Score

Original Worksheet Developed by Dr. Alan Hedge. Based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000), 201-208

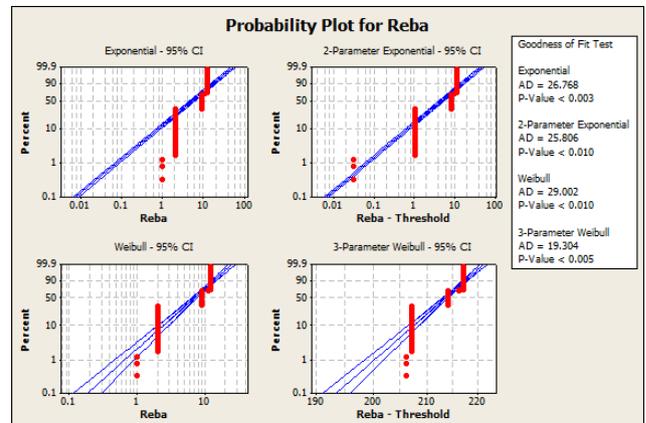
E.1. Resultados de no normalidad datos REBA con una ponderación Gama



Apéndice D. Resultados de normalidad y resumen del REBA

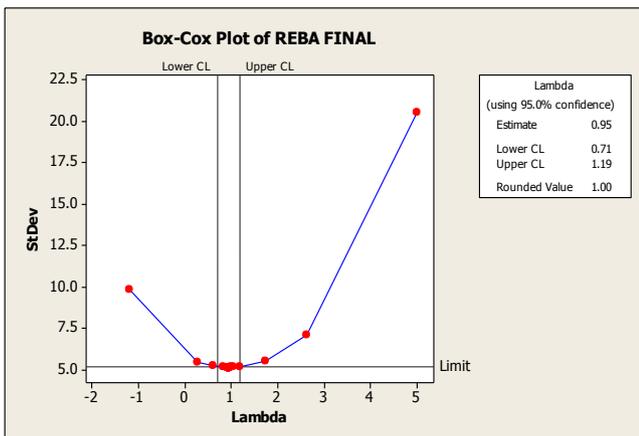


Apéndice F. Resultados de que la variable dependiente no proviene de ninguna distribución conocida



Apéndice E. Transformación de datos del método REBA

E.1 Método de Box Cox para la transformación de los datos



Apéndice G. Resultados del modelo lineal mixto utilizando el software Minitab 17 para la frecuencia cardiaca media.

General Linear Model: Frecuencia cardiaca versus Peso; Altura; Edad; Caddie; Talega

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
Caddie	Random	72	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29; 30; 31; 32; 33; 34; 35; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 42; 43; 44; 45; 46; 47; 48; 49; 50; 51; 52; 53; 54; 55; 56; 57; 58; 59; 60; 61; 62; 63; 64; 65; 66; 67; 68; 69; 70; 71; 72
Talega	Fixed	3	Coche; DS; SS

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Peso	1	0,9	0,890	0,03	0,857
Altura	1	18,7	18,715	0,69	0,408
Edad	1	6,2	6,174	0,23	0,634
Caddie	71	5064,3	71,329	2,63	0,000
Talega	2	238,6	119,312	4,39	0,014
Error	139	3775,2	27,160		
Total	215	10388,2			

S	R-sq	R-sq (adj)	R-sq (pred)
5,21150	63,66%	43,79%	*

Talega	N	Mean	Grouping
SS	72	128.5	A
Coche	72	125.3	B
DS	72	123.6	B

Apéndice I. Cuestionario de autodiagnóstico

DOLOR DE ESPALDA BAJO O DE PIERNAS

1. ¿Surgió el dolor de espalda bajo en pocas horas?

SI NO

2. ¿Surgió el dolor tras un movimiento extraño, una inclinación, o tras levantar algún peso?

SI NO

3. Tiene dolor constante o intermitente en la pierna, acompañado o no de entumecimiento o cosquilleo?

SI NO

4. ¿Le duele sobre todo la cadera o el área de la ingle, quizá partiendo de la parte delantera de la pierna, y empeora al caminar?

SI NO

5. ¿Tiene periodos de fuerte dolor de espalda con la sensación de que la espalda se le traba en una posición?

SI NO

6. ¿Acompaña al dolor un dolor en el abdomen o la pelvis?

SI NO

7. ¿Se encuentra mal en general, con poco apetito y pérdida de peso?

SI NO

DOLOR DE HOMBRO, CUELLO Y BRAZOS

8. ¿Surgió el dolor a lo largo de unas horas?

SI NO

9. ¿Tiene el cuello rígido y alguno de estos síntomas: fuerte dolor de cabeza, náuseas o vómitos, aversión a la luz, somnolencia o confusión?

SI NO

10. ¿Tiene el cuello rígido y doloroso al levantarse por la mañana?

SI NO

11. ¿Tiene un dolor fuerte en el hombro o parte superior del brazo que empeora con pequeños movimientos?

SI NO

12. ¿Tiene dolor, entumecimiento o cosquilleo que le baja por el brazo hasta quizá la mano, que se agrava con ciertos movimientos del cuello?

SI NO

13. ¿Tiene entumecimiento o cosquilleo intermitente en las manos, o más de cincuenta años?

SI NO

14. ¿Le surgió el dolor o rigidez tras un periodo de agudo dolor de cuello?

SI NO

15. ¿Empeora el dolor tras permanecer largo rato en la misma postura, como sentarse a una mesa mucho tiempo?

SI NO

Apéndice H. Modelo Lineal Mixto para la frecuencia cardiaca máxima.

1.1 Resultados del modelo lineal mixto utilizando el software Minitab 17 para la frecuencia cardiaca máxima.

Factor	Type	Levels	Values
Caddie	random	72	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72
Talega	fixed	3	Coche, DS, SS

Analysis of Variance for Max, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Peso	1	30.75	0.05	0.05	0.00	0.961
Altura	1	363.20	17.93	17.93	0.86	0.357
Edad	1	24.55	9.40	9.40	0.45	0.504
Caddie	71	5251.82	5207.92	73.35	3.50	0.000
Talega	2	856.18	856.18	428.09	20.41	0.000
Error	139	2914.82	2914.82	20.97		
Total	215	9441.31				

S = 4.57929 R-Sq = 69.13% R-Sq(adj) = 52.25%

1.2 Prueba de Tukey para la frecuencia cardiaca máxima.

REFERENCIAS

Álvarez, A. Entrevista A Álvarez, Cardiólogo. Obtenido el 19 de Abril de 2016.

Asensio S., Bastante M. & Diego J. (2012). Evaluación ergonómica de puestos de trabajo. Primera edición. Paraninfo: Madrid.

Bandiella, L. (2011). Modelos lineales generalizados mixtos: algunos casos prácticos. Barcelona: X Congreso Galego de Estatística e Investigación de Operacións.

CC, A. (2015). Arrayanes. Recuperado el 8 de Diciembre de 2015, de <http://www.arrayanes.com/index.php/2013-04-18-02-19-11/golfindex>

Coyle, A. (2005). "Comparison of the Rapid Entire Body Assessment and the New Zealand Manual Handling 'Hazard Control Record', for assessment of manual handling hazards in the supermarket industry".

Work, vol. 24, no. 2, pp. 111-116, 2005

Chaudhary H., & Singh J. (2013). A Literature Review On MSDs Using Ergonomic Body Assessment Tools: RULA And REBA. Volume : 2 Issue : 8 ISSN No 2277 – 8179

Esa-Pekka Takala, et.al. (January 2010). "Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work". Scandinavian Journal of Work, Environment & Health Vol. 36, No. 1. pp. 3-24

FEG. (2015). Federación Ecuatoriana de Golf. Recuperado el 8 de Diciembre de 2015, de <http://www.feg.org.ec/>

Félix, M., & Fernández, V. (s.f). Evaluación del Riesgo para la Extremidad Superior, 46.

Fernandez, Marley, Noriega, & Ibarra. (s.f). Diseño y Administración del Aguilar-Barojas, S., 2005. Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. Salud en Tabasco 11, 333–38.

Foundation, W.G., 2011. The Health & Wellness Benefits of Golf Participation & Involvement 1–24.

García, M del C & Rapelli, C. (2012). Estudio de la validez de los supuestos en los modelos lineales mixtos mediante un análisis de residuos. Revista FABICIB, volumen 16, 11-20.

Gómez, M. (2011). Valoración ergonómica para la reducción del índice de enfermedades profesionales en los talleres mecánicos del bloque 15-EPF del Consorcio Azul. Universidad Técnica de Ambato.

GoPro.com. Visto y extraído el 30 de marzo de 2016 de <<https://es.gopro.com/>>

Higdon, N., Finch, W., Leib, D. & Dugan, E. (2012). Effects of fatigue on golf performance. pages 190-196. 0.1080/14763141.2011.638386

Jensen, D.B., Denney, P., Slack, J. V, Bohne, M., n.d. Effects of Different Backpacks on Selected Gait Parameters in College Students 41–46.

Keda, et al. (2008). The metabolic cost of carrying a single versus double strap golf bag. J. Strength Cond. Res. 22, 974–977.

Kern & Sohn GmbH. Visto y extraído el 30 de marzo de 2016 de <http://www.kern-sohn.com/es/>

Kuehl, R. (2001). Diseño de experimentos. (2da ed.). México D.F: Thomson Editores, S.A.

LaFiandra M, Wagenaar RC, Holt KG, Obusek JP. How do load carriage and walking speed influence trunk coordination and stride parameter? J. Biomech. 2003; 36: 87–95.

Leigh, R.J., Young, D.B. (2007). To carry or to pull: A study to investigate the transport of a junior's golf bag. Clin. Chiropr. 10, 198–204. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.clch.2007.10.004>

Lin, C., Wang, S. & Chen, H. (2006). A field Evaluation Method for

Assessing Whole Body Biomechanical Joint Stress in Manual Lifting Task. Industrial Health Vol. 44 No. 4 P 604-612.

Lindsay, D.M., Vandervoort, A.A.(2014). Golf-related low back pain: a review of causative factors and prevention strategies. Asian J. Sports Med. 5, e24289. doi:10.5812/asjms.24289

Martínez, L. (2013). Importancia del calentamiento antes del ejercicio. Bienestar180.

Mcatamney, L. &Corlett E.N. (1993). RULA: a survey method for the investigation of work-relates upper limb disorders. Applied Ergonomics vol.24. nº 2, 91-99.

Mondelo, P. (2000). Ergonomía 1. Fundamentos. (3ra ed.). Catalunya: AlfaOmega Grupo Editorial, S.A.

Montgomery, D.C. (2007). *Diseño y análisis de experimentos*. (2da ed.). México D.F: Limusa Willey.

Naing, L., Winn, T., Rusli, B.N., 2006. Practical Issues in Calculating the Sample Size for Prevalence Studies. Arch. Orofac. Sci. 1, 9–14.

Navas, G. (2015). Valoración ergonómica bioenergética del trabajo y demanda energética de los estibadores del área de reparto de la industria harinera S.A: Propuesta de un programa de mejoramiento de la capacidad física del trabajador. Universidad Internacional SEK

Nogareda, S. (2001). NTP 601: Evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural. Método REBA (Rapid Entire Body Assessment)

Nogareda, S., & Mendoza, P. (1991). NTP 323. Determinación del metabolismo energético.

Pérez, E. (2013). *Evaluación ergonómica: Manipulación manual de cargas, movimientos repetitivos y posturas forzadas en el área de eviscerado de una empresa avícola*. Universidad San Francisco de Quito.

Ramos, 2015. Entrevista personal. Obtenido el 11 de Febrero de 2016.

Rosero, F. (2012). *Evaluación de factores de riesgo ergonómico en una planta de producción de calzado lona*. Universidad San Francisco de Quito.

Rueda G. (2016). Entrevista Gina Rueda Ms. Obtenido el 20 de Abril de 2016.

Sanders, M. S., & McCormick, E. J. (1993). Human factors in engineering and design (7th ed.). New York: McGraw-Hill.

Salvendy, G. (2012). Handbook of Human Factors and Ergonomics. (4th ed.).

Tanner, J. (2003). Mejore su espalda una guía para prevenir y tratar el dolor de espalda. Barcelona: Ediciones temas de hoy, S.A. Colecciones Manuales.

USGA, 2012. Rules of Golf 2015.

Vargas, A. (2015). *Análisis de riesgo mecánico y ergonómico en los*

trabajadores de la construcción de las viviendas rurales tipo MIDUVI y su incidencia en las condiciones de seguridad y salud en el trabajo. Universidad Técnica de Ambato.

Vedder, J., Laurig, W., 2010. Ergonomía: Herramientas y enfoques. *Encicl. Salud y Segur. en el Trab.* 29.2 – 29.102.

Vigil, L., Gutiérrez, R., Cáceres, W., et al. (2006). *Salud ocupacional del trabajo de estiba: los trabajadores de mercados mayoristas de Huancayo*. Revista Peruana de medicina experimental y salud pública. ISSN 1726-4634.

Wallace & Reilly. (2007). *Spinal and metabolic during simulation a golf*

play. Vol 11, 511-515.

Zorrilla, V. (2012). *“Trastornos musculoesqueléticos de origen laboral en las actividades mecánicas del sector de la construcción. Investigación mediante técnicas de observación directa, epidemiológicas y software de análisis biomecánico.* Barcelona: Universidad de Extremadura.

Korkmaz, S.V., Hoyle, J.A., Knapik, G.G., Splittstoesser, R.E., Yang, G., Trippany, D.R., Lahoti, P., Sommerich, C.M., Lavender, S.A., Marras, W.S., 2006. Baggage handling in an airplane cargo hold: An ergonomic intervention study. *Int. J. Ind. Ergon.* 36, 301–312. doi:10.1016/j.ergon.2005.12.001