PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ARTES
CARRERA DE DISEÑO

PROYECTO DE FIN DE CARRERA

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE DISEÑADOR PROFESIONAL CON MENCIÓN EN DISEÑO DE PRODUCTOS

PROPUESTA:

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA OBJETUAL ORIENTADO AL CORTE DE CÉSPED EN LOS JARDINES URBANOS, CON EL FIN DE PREVENIR Y ATENUAR LAS LESIONES PRODUCIDAS EN LOS MIEMBROS SUPERIORES POR EL USO PROLONGADO DE HERRAMIENTAS QUE EMITEN ALTAS VIBRACIONES.

AUTOR:

JORGE LUIS YÉPEZ GALARZA

TUTOR:

MTR. JAVIER VERA

Quito, diciembre 2021

DEDICATORIA

A mi abuelito que está en cielo por ser mi maestro y mi mejor amigo. A él le debo el perseguir mis sueños.

A mi padre que está en cielo por ser mi héroe, mi faro y el consejero de mi vida, a él le dedico esta tesis ya que estaba orgulloso de que mi conocimiento lo ponga al servicio de personas con recusos limitados. Te amo mucho papito y te extraño mucho; se que desde el cielo siempre me vas a cuidar y apoyar.

A mi madre por su paciencia y apoyo constante, porque a pesar de no tener mucho conocimieto sobre este mundo, siempre estaba presente en cada trasnochada o desvelo; y es ella la continuación de mi papi en la tierra. Estoy muy orgulloso de ser su hijo y que Dios me haya enviado a los mejores padres del mundo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios porque me han dado la vida y mucha sabiduría para seguir simpre adelante, y hoy por hoy la fortaleza para ser un profesional de éxito como mi padre siempre lo soño y estaba orgulloso.

A mis padres por su amor infinito y apoyo constate; por ser ese pilar y luz que cada día me aconsejaban.

A mi tutor por su apoyo y colaboración en este trabajo, pero sobre todo por su amistad.

ÍNDICE:

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. - 7

1.1. Antecedentes: 7

1.2. Planteamiento General: 9

1.3. Planteamiento del problema de diseño: 10

2. JUSTIFICACIÓN. - 11

2.1. Justificación social: 11

2.2. Justificación teórica desde la interdisciplina: 11

2.3. Justificación teórica desde el Diseño: 12

3. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO. - 12

3.1. Geográfica, social, cultural, etc.: 12

3.1.1. Datos de la Población de Quito: 13

3.1.2. Cualificación y cuantificación del Segmento: 14

3.2. Mapa de públicos: 17

3.3. Identificación del usuario: 18

4. OBJETIVOS. - 19

4.1. Objetivo General: 19

4.2. Objetivos Específicos: 19

5. MARCO METODOLÓGICO Y ASPECTOS A INVESTIGAR. - 19

5.1. Enfoque de la investigación: 19

5.2. Tipo de investigación: 20

5.3. Metodología de Diseño: 20

5.4. Plan de investigación y descripción de parámetros: 21

5.4.1. Instrumentación: 22

5.4.2. Técnicas y Métodos:.....23
5.4.3. Población:.....23
6. MARCO TEÓRICO. -.....23
6.1. Postura Epistemológica: 23
6.2. Modelo de Diseño: 24
6.3. Teoría Disciplinaria: 25
6.3.1. Sistema de Referentes:.....25
6.3.2. Importancia desde la perspectiva del Diseño de Productos: 26
6.3.3. Importancia desde la Ergonomía:.....28
6.4. Teoría Interdisciplinaria:.....29
6.4.1. Importancia desde la perspectiva de la salud: 29
6.4.2. Planteamiento y formulación del problema: 30
7. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN. - 33
7.1. Evaluación del Producto: 33
7.2. Observación de campo: 42
7.2.1. Actividades que realiza el Usuario: 43
7.2.2. Análisis de los datos (cualitativos a cuantitativos): 48
7.3. Entrevista con expertos:.....49
7.4. Entrevista y encuesta a usuarios: 50
8. RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO. –.....56
9. ANÁLISIS TIPOLÓGICO / BENCHMARKETING. –.....57
10. REQUERIMIENTOS DEL USUARIO. –.....63
10.1. Brief de diseño:.....63
10.2. Requerimientos:.....67
11. RESPUESTA TENTATIVA A UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN. –.....71

12. DESARROLLO DEL CONCEPTO DE DISEÑO Y GENERACIÓN DE PROPUESTAS. – 72
12.1. Concepto #1 – Star Scythe, el futuro es hoy: 72
12.2. Concepto #2: Proceso Analógico por Modelos:....74
12.3. Concepto #3: Metáforas Visuales:....76
12.4. Concepto #4: Participativo:....78
12.5. Concepto #5: Sistema Ergonómico: 80
13. TEORÍA DE DISEÑO PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO. – 82
13.1. Métodos de Evaluación de Conceptos: 82
13.1.1. Matriz de Pugh: 82
13.1.2. Matriz Saaty: 83
13.2. Aplicación de los Métodos de Evaluación: 90
13.2.1. Matriz Pugh: 90
13.2.2. Matriz Saaty: 91
13.3. Resultados:....93
13.3.1. Matriz Pugh: 93
13.3.2. Matriz Saaty: 94
13.4. Conclusiones: 95
14. GENERACIÓN DE IDEAS, BOCETOS, DIBUJOS E IMÁGENES. –....95
15. PROCESO DE DISEÑO PRODUCTIVO (A DETALLE). –....100
15.1. Concepto de diseño final: 100
15.2. Diseño a Detalle: 101
15.2.1. Moto guaña con eje de corte a 45°: 101
15.2.2. Control RC de 3 canales:....102
15.3. Planos Técnicos: 103
15.4. Renders y Maquetas:....105

15.5. Diseño a detalles y correcciones finales del Objeto Propuesto: 108

16. MATERIALES Y PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA PROPUESTA. – 111

16.1. Mecanizado: 113

16.2. Moldeo por Inyección: 113

16.3. Impresión 3D: 114

17. COSTOS DEL PROYECTO. – 114

17.1. Diseño: 114

17.2. Producción: 115

17.3. Costo Total: 117

18. COMPROBACIÓN TEÓRICA. – 118

18.1. Análisis de correspondencia antropométrica y biomecánica del control RC: 118

18.2. Matriz de variable para la evaluación del producto de uso (control RC): 119

18.3. Evaluación ergonomía cognitiva del control RC: 121

19. COMPROBACIÓN CON EL COMITENTE O ÁREAS INTERDISCIPLINARES. – 122

19.1. Comprobación desde la Ingeniería: 122

19.2. Comprobación desde la Medicina: 127

20. COMPROBACIÓN CON EL USUARIO. – 128

21. CONCLUSIONES. – 134

22. RECOMENDACIONES. – 135

23. BIBLIOGRAFÍA. - 136

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. -

1.1. Antecedentes:

Los Guadañeros:

Según el diccionario, el guadañero es aquella persona que se dedica a seccionar, cortar o talar el pasto, césped o hierba con una guadaña, la cual puede ser manual o mecánica. La guadaña o moto guadaña es un instrumento de uso agrícola que posee una Oz en el caso de la manual, y una cuchilla giratoria en el final de máquina, en el caso de la mecánica (Definiciona.com, 2016). Partiendo de la visita al trabajador, y luego de un arduo trabajo de análisis, reconocimiento del puesto de trabajo e investigación de campo, se puede llegar a la conclusión de que, en la actualidad, el cortar el césped es parte de la labor de jardinería, por lo que aquellas personas que cortan el césped no solo ejercen esa profesión, sino, también realizan otras labores como albañilería, cargadores, mensajeros, entre otros trabajos.

Riegos que sufren estas personas:

El trabajo de lo guadañeros es arduo, cansado y presenta varios riesgos al momento de cortar el césped, debido a que están expuestos a peligros como los residuos de hierba cortada que, al momento de ser cortadas, son expulsadas a una velocidad de aproximadamente 640 Km/h[1]. Según la entrevista realizada a Sabina Galarza, estudiante de IV semestre de medicina de la Universidad Central del Ecuador, presentan un riesgo químico debido a que al mezclar el aceite con el combustible, provoca un gas perjudicial, el cual puede acarrear calambres, cansancio en extremo, o también problemas respiratorios; esto debido a que la sangre en vez de transportar oxígeno transporta CO^2 (Galarza S. , 2021). Otro problema que presentan estos trabajadores es el transporte de la máquina, debido a que tiene un peso de 7,9 Kg, la cual, al unirse a la de las demás herramientas necesarias para cortar el césped, puede provocar lesiones o caídas graves (Concejo Colombiano de Seguridad, 2018) (CCSSO, 2006).

[1] Velocidad calculada a partir la distancia y tiempo del corte, también se toma en cuenta las rpm del disco. Cálculo realizado por el estudiante de Diseño de la PUCE, Jorge Luis Yépez.

Las vibraciones:

Si bien, todos estos riesgos son de preocupación, existe uno que no se le da la debida importancia como es la vibración de la máquinas. Partiendo de las propuesta realizadas por Michael J. Griffin y Massimo Bovenzi en sección *"Vibraciones transmitidas a las manos"* del libro *"Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo"*, donde afirman que las vibraciones son movimientos oscilatorios producidos por herramientas a motor que al momento de ingresar o penetrar al cuerpo a través de las palmas o los dedos de las manos pueden generar lesiones dependiendo de la intensidad y exposición que esta tenga en el ser humano como trastornos vasculares, neurológicos periféricos, en los huesos y en articulaciones (Bovenzi, 1998); pero el más grave de todos es el llamado Síndrome de Raynaud, la cual se da por trastornos en los vasos sanguíneos que afecta generalmente los dedos de las manos, provocando un estrechamiento en estos cuando la persona se somete a estrés, malas posiciones o posturas y vibraciones prolongadas, cuando esto ocurre, la sangre no puede llegar a la superficie de la piel y las áreas afectadas se vuelven blancas y azules.

Cuando el flujo sanguíneo regresa, la piel se enrojece y tiene una sensación de palpitación o de hormigueo; en casos severos, la pérdida del flujo sanguíneo puede causar llagas o muerte de los tejidos. Esta afección suele agravarse por factores climáticos o atmosféricos como en el caso de la sierra andina-ecuatorial en donde la vascularización cardíaca se complica por la altura y las variaciones climáticas asociadas a su localización geográfica.

¿Qué acciones existen actualmente para buscar soluciones al tema de la vibración?

En la actualidad existen varias tesis de ingeniería que tratan de buscar soluciones a varios problemas que sufren los guadañeros al momento de ejercer su labor, como es el caso de la tesis Gary Castillo Sosa y Omar Yancha Sánchez ambos estudiantes de la Facultad de Informática y Electrónica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH, donde proponen un prototipo de cortadora de césped inteligente con arduinos que permita el corte de césped de los escenarios deportivos con la idea de reducir el nivel de fatiga o cansancio que presentan las personas que realizan este trabajo. Otra solución es la tesis de Manuel

Muñoz Chacón, estudiante de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Colombia, que propone una cortadora de césped automatizada la cual tiene como objetivo reducir problemas como inhalación de humo, el peso excesivo de estos aparatos e incluso el riesgo que se corre al momento que las virutas de hierba son arrojadas al ambiente.

Si bien estas son soluciones muy viables para logras la reducción de todos los riesgos antes mencionados que sufren estas personas debido a que se pretende separar la máquina del ser humano, presentan varias falencias que solamente el diseño las aborda y toma en cuenta. Como primer punto es la parte estética del objeto, pues el hecho de contar con varios sistemas tecnológicos genera que los ingenieros le den más importancia a la parte funcional del objeto, pero descuiden la parte estética, es decir, el factor “diferente o wow” que va a tener el nuevo producto.

Como segundo punto y el más importante, es el bienestar del ser humano (ergonomía física y organizacional), la interacción de él con la máquina (interfaces) y cómo este va a entender toda la parte cognitiva que conlleva el separar la maquina y usar un mando a distancia (ergonomía cognitiva), pues muchas veces se tiene la errónea idea de que todas la personas van a entender cómo funciona ya es sencillo, pero al momento de presentar el objeto se convierte en un fracaso, debido a que no se realizó la debida comprobación y validación para concluir que el nuevo mando es fácil de comprender y usar.

1.2. Planteamiento General:

Como se evidencia en el punto anterior, la acción inmediata es brindar una solución a los usuarios que operan este tipo de aparatos, la cual logre brindar un amortiguamiento y funcione como protección frente a las altas vibraciones emitidas por estas máquinas, para que estas no generen lesiones a futuro que puedan llegar a ser irreversibles. La postura también es un factor determinante para el desarrollo de estas enfermedades, pues los guadañeros tienden a encorvarse para no sentir la vibración y soportar el peso de la máquina. Si bien estos problemas afectan a usuarios de todas las edades, son los de edades adultas o adultas mayores los más afectados, pues ellos tienen mayor riesgo a desarrollar estas patologías por los años continuos de exposición a vibraciones.

1.3. Planteamiento del problema de diseño:

El problema de diseño se sustenta en los aspectos relacionados al Síndrome de Raynaud, y cómo esta patología se desarrolla por el uso prolongado de las máquinas y artefactos que, con sus altas vibraciones, afectan a los músculos y ligamentos como es el caso de las moto guadañas.



Ilustración 1: Diagrama de Ishikawa. Elaborado por Jorge Luis Yépez

Por es esto que se pretende diseñar una cortadora de césped que prevenga y atenúe las lesiones producidas en los miembros superiores causado por el uso prolongado de herramientas que emiten altas vibraciones. El uso de estas herramientas durante períodos superiores a dos horas continuas sin su debida pausa, pueden provocar que esta enfermedad aparezca en cuestión de meses; dependiendo del nivel de vibración y tiempo de exposición, el riesgo se eleva. Este diseño está dirigido a hombres y mujeres de entre 21 y 45 años que trabajan en la EPMMOP – Q manteniendo parques y jardines.

2. JUSTIFICACIÓN. -

Es necesario intervenir en este campo, pues que muchas personas que ejercen esta profesión sufren numerosos riesgos, mismos que no son tomados en cuenta por parte de los empleadores. Si bien existen elementos de seguridad para este artefacto, no son suficientes porque no solucionan todos los problemas y riesgos que conlleva el cortar el césped con una moto guadaña, los cuales se reflejarán en el desarrollo de este escrito.

2.1. Justificación social:

El uso de tecnologías en la producción laboral aporta de forma exponencial al crecimiento del mercado. El consumo, base de la economía y el desarrollo, demanda más y mejores productos fundados en concepto de útiles, para satisfacer determinadas necesidades, que en ocasiones son banales o insustanciales. Los grupos humanos, consumidores o también usuarios, emplean determinados diferenciales (emociones o sentimientos), que le provoca la utilización del producto al momento de elegir. Junto a estos diferenciales, existen los enfoques del diseño de productos basados en las expectativas y deseos de los clientes, esto hace que los productos no solo tengan un uso funcional, sino que además les concierna emocionalmente.

2.2. Justificación teórica desde la interdisciplina:

Los diferenciales usados para la producción de herramientas industriales son los de resistencia, durabilidad y potencia en la acción destinados a garantizar altos niveles de rendimiento. Estos diferenciales son tomados muy en cuenta al momento de generar herramientas para usos agrícolas y de jardinería, sin embargo, otros diferenciales (ergonómicos, antropométricos, salud ocupacional o de seguridad) son soslayados porque ellos podrían dificultar los diferenciales emocionales que los fabricantes quieren destacar. “Nuestras máquinas son potentes y de alto rendimiento, pero pueden generar daños colaterales medioambientales, riesgos de trabajo y hasta problemas de salud pueden ser permanentes”, sin duda, esta no sería jamás la promesa básica de un fabricante y menos aún los intereses de los usuarios. Pese a ello, quienes fabrican herramientas para usos agrícolas

y de jardinería no han tomado en cuenta los daños físicos y orgánicos que sus herramientas provocan de forma inmediata y mediata con el uso frecuente.

Uno de esos daños son los sistémicos relativos a la circulación sanguínea de muñeca y manos, imputables a las vibraciones causadas por motores de explosión mono cilíndricos que ponen en funcionamiento las desbrozadoras y cortadoras de hierba. En contrapartida, los fabricantes colocan mensajes de seguridad en los equipos para podar césped e incluyen manuales de operación en los embalajes de sus productos.

2.3. Justificación teórica desde el Diseño:

No se toma en cuenta lo crítico que es leer, entender y cumplir con las instrucciones de los mensajes de seguridad. Abundan avisos de signos de precaución o signos de exclamación seguidos por el uso semántico de “ponga atención”.

En algunas instancias se explica el uso de esos símbolos, pero frecuentemente no lo hacen ¿Habrá letras que expliquen por qué se está usando el símbolo? Muchos mensajes se usan para advertir peligrosidad: precaución, advertencia y nunca, pero no logran llamar la atención del operador porque el uso y tamaño tipográfico de los mensajes, es inadecuado.

El mecanismo de estas herramientas debe ser coordinado por las dos manos, que sufren tensiones por las fuerzas opuestas que lo atraen. El estrés, las malas posiciones y la vibración de motores mono cilíndrico de dos tiempos que se accionan a un promedio de 7.000 revoluciones por minuto con una cilindrada de 30 centímetros cúbicos, provocan daños inmediatos en brazos, muñecas y manos.

3. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO. -

3.1. Geográfica, social, cultural, etc.:

Actualmente, no existe un sindicato o una organización de guadañeros, es por esto que no se puede tener un valor concreto de cuantas personas ejercen esta profesión, tanto a nivel rural como urbano; sin embargo, en la ciudad de Quito, existe una empresa que se dedica al aseo y mantenimiento de la ciudad, esta es la Empresa Pública Metropolitana de

Aseo “EMASEO EP”, la cual cuenta con 1153 trabajadores, los cuales son los encargados de la limpieza de Quito, es decir, ejercer la profesión de guadañeros, barrenderos, recolectores, entre otros. (Sarmiento, 2018)

Estos se podrían decir que son personas con relación de dependencia, las cuales poseen un jefe (municipio), y un sueldo fijo. Pero también está el otro lado; aproximadamente 84 personas a nivel de Quito[2], trabajan como guadañeros de manera libre, es decir sin relación de dependencia; las cuales no presentan un sueldo fijo, y trabajan únicamente cuando las contratan, pero dicho contrato no dura más de 2 meses.

3.1.1. Datos de la Población de Quito:

POBLACIÓN	Habitantes	Hombres	Mujeres
RURAL	620.045	305.195	314.850
URBANA	1’619.146	783.616	835.530
TOTAL	**2’239.191**	**1’088.811**	**1’150.380**

Tabla 1: Datos población de Quito[5]. Elaborado por Jorge Luis Yépez

GUADAÑEROS	Sin Relación de Dependencia	Con Relación de Dependencia
Total	84[3]	1153[4]
Porcentaje relación a la población de Quito	0.004%	0.05%

Tabla 2: Datos guadañeros de Quito. Elaborado por Jorge Luis Yépez

[2] Referencia tomada de una página de empleos de guadañeros en Quito.
[3] Valor Aproximado
[4] Total, de trabajadores del EMASEO EP
[5] Datos tomados del INEC, último censo nacional 2010.

3.1.2. Cualificación y cuantificación del Segmento:

a. Geográficos:

Regional: Quito y los Valles (Urbano y Rural).

RURAL: 84 => 0.004% de la Población.

URBANO: 1153 => 0.05% de la Población.

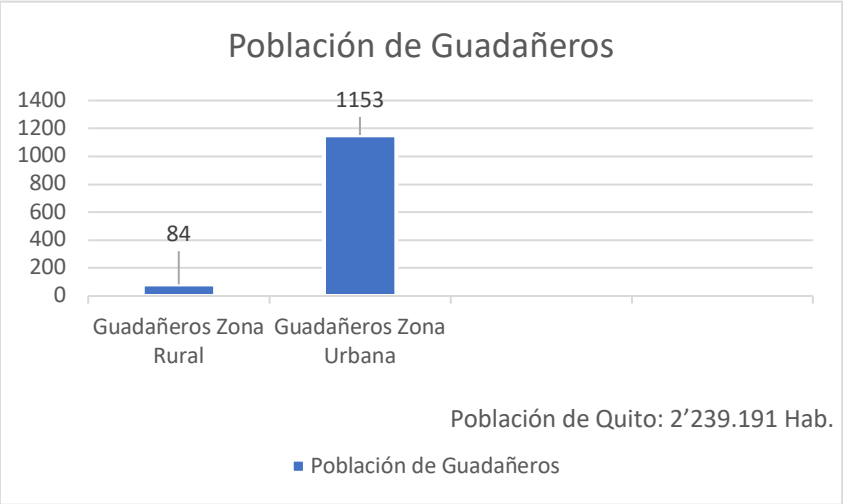


Ilustración 2: Población de Guadañeros. Elaborado por Jorge Luis Yépez

b. Compradores:

El producto está destinado a los guadañeros en general, es por esto por lo que existen dos compradores a nivel de Quito, las personas que cortan el césped de manera independiente; y el "EMASEO – EP" a través del Municipio de Quito.

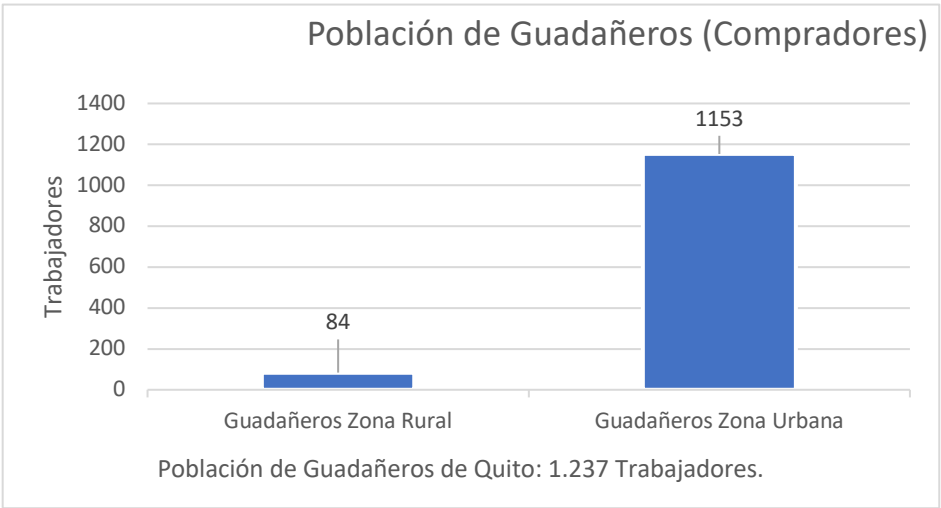


Ilustración 3: Población de Guadañeros (Compradores). Elaborado por Jorge Luis Yépez

c. **Demográficos:**

Género: En mayor porcentaje, los trabajadores son hombres, pero también existen guadañeras mujeres. Se podría decir que de cada 10 guadañeros hombre hay 3 guadañeras mujeres. (Monge, 2021)

RURAL:

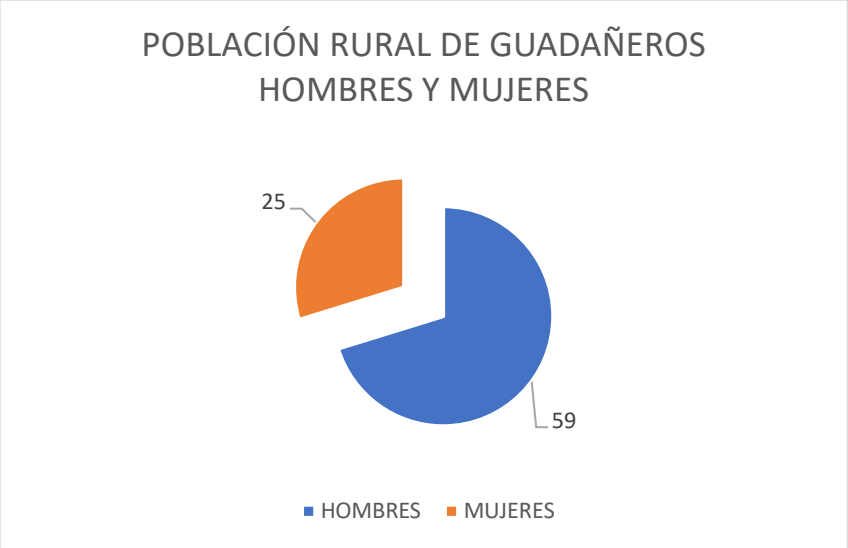


Ilustración 4: Población rural de guadañeros hombres y mujeres. Elaborado por Jorge Luis Yépez

Población: 84 guadañeros.

Guadañeros Hombres: 59.

Guadañeros Mujeres: 25.

URBANA:

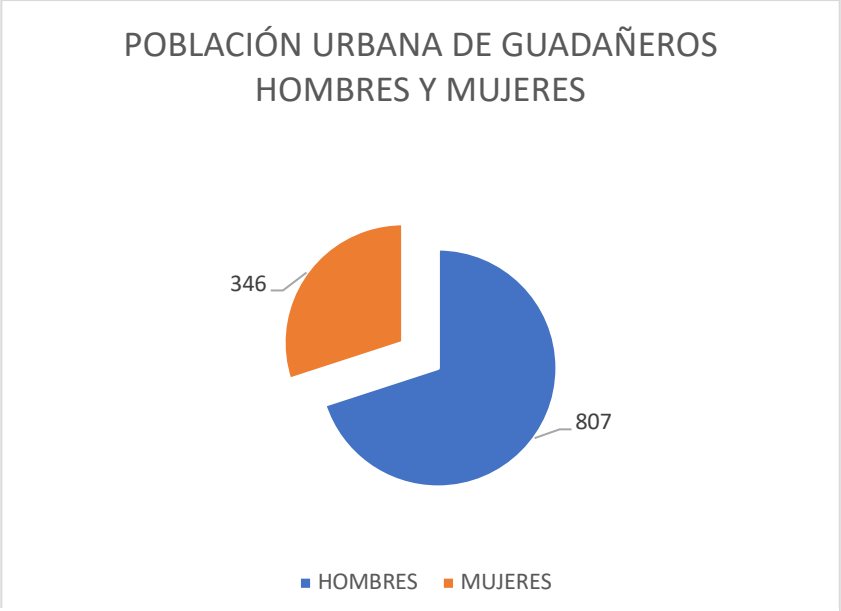


Ilustración 5: Población rural de guadañeros hombres y mujeres. Elaborado por Jorge Luis Yépez

Población: 1153 guadañeros.

Guadañeros Hombres: 807.

Guadañeros Mujeres: 346.

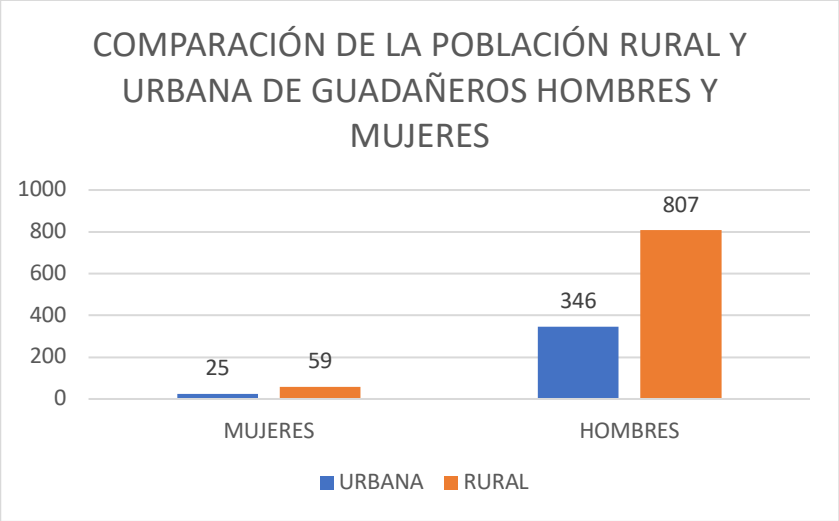


Ilustración 6: Comparación de la población rural y urbana de guadañeros hombres y mujeres. Elaborado por Jorge Luis Yépez

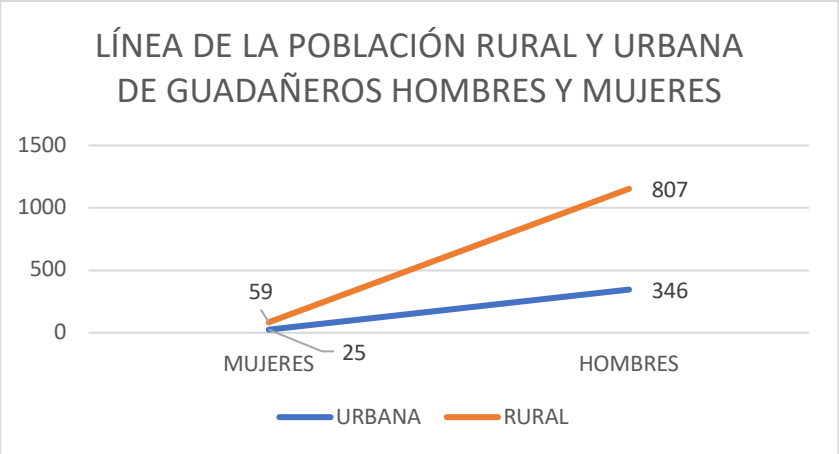


Ilustración 7: Línea de la población rural y urbana de guadañeros hombres y mujeres. Elaborado por Jorge Luis Yépez

d. Social:

Edad: de 18 a 65 años

Nivel de Ingresos: $180,00 mensuales.

Nivel de Estudios: Desde Básico hasta Superior.

e. **Sociocultural:**

Ciclo de vida familiar: Parejas con hijos (niños, jóvenes y adultos).

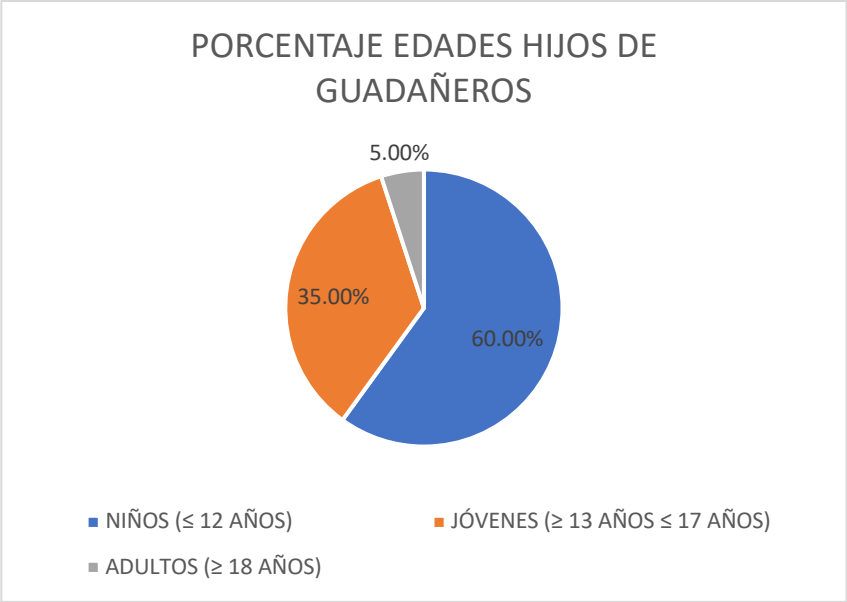


Ilustración 8: Porcentaje edades hijos de guadañeros. Elaborado por Jorge Luis Yépez

Nivel Socioeconómico: Baja, Medio Baja, Medio, Medio Alta.

Valores: Creyentes, honrados, transparentes.

3.2. Mapa de públicos:

Problemática:

Los problemas que sufren los guadañeros durante su trabajo son varios, pero existe uno que atienta contra su integridad física, este es el Síndrome de Raynaud, el cual tiene como consecuencia el blanqueamiento de los pulpejos, los cuales según avanza la enfermedad, se tornan morados, y luego un rojo sangre. Si esta enfermedad no es tratada a tiempo, la persona corre el riesgo de que le amputen las zonas afectadas.

Entorno:

El entorno de trabajo del guadañero se desarrolla en el Conjunto Habitacional Vista Blanca, ubicado en el Barrio Central de Alangasí, parroquia Alangasí, Cantón Quito, al noroccidente de la Urbe Quiteña, en el sector del Valle de los Chillos; el clima en Alangasí es muy variado, su temperatura oscila entre los 9°C y los 21°C, aunque en ciertas ocasiones, la temperatura puede bajar a 7°C, cuando el volcán Cotopaxi está despejado, y subir a 25°C,

temperatura de mediodía. Es un conjunto privado, sin domos de protección, por lo que tanto la vía de acceso como las veredas, están a la intemperie.

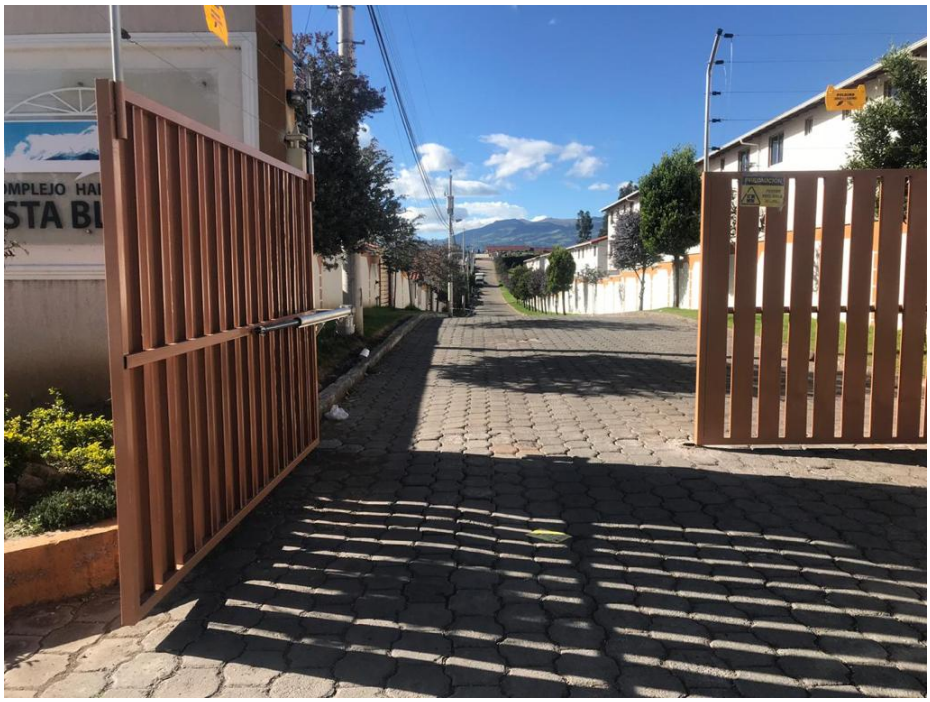


Ilustración 9: Fotografía entrada al Complejo Vista Blanca en Alangasí. Tomada por JL Yépez

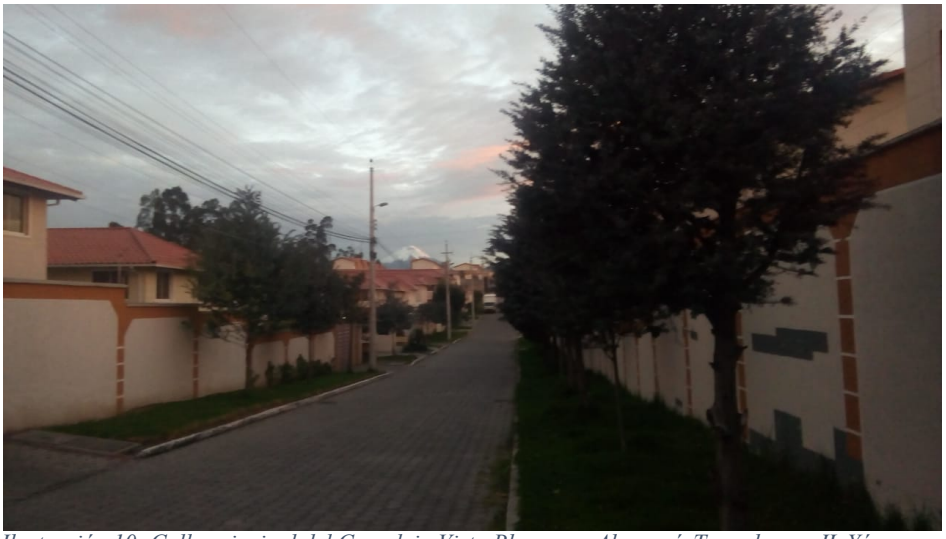


Ilustración 10: Calle principal del Complejo Vista Blanca en Alangasí. Tomada por JL Yépez

3.3. Identificación del usuario:

El usuario que se va a tratar es un hombre de 50 años, el cual ha ejercido esta profesión durante mucho tiempo y la sigue ejerciendo en la actualidad.

4. OBJETIVOS. -

4.1. Objetivo General:

Diseñar y desarrollar de un sistema objetual orientado al corte de césped en los jardines urbanos a través de la aplicación de affordance; con el fin de prevenir y atenuar las lesiones producidas en los miembros superiores por el uso prolongado de herramientas que emiten altas vibraciones

4.2. Objetivos Específicos:

- Investigar los diferentes tipos de patologías y enfermedades provocadas por la exposición a altas vibraciones durante largos períodos de tiempo.
- Desarrollar una alternativa que evite la exposición continúa del usuario con vibraciones constantes durante períodos largos de tiempo que puedan llegar a afectar a su salud de una manera irreversible.
- Comprobar y validar desde el ámbito de la ergonomía física y cognitiva la usabilidad del nuevo diseño, mismo que debe solucionar el problema central, la exposición del usuario a las altas vibraciones.

5. MARCO METODOLÓGICO Y ASPECTOS A INVESTIGAR. -

5.1. Enfoque de la investigación:

Los principales diseños mixtos que se pueden desarrollar son cuatro: concurrentes, secuenciales, de conversión y de integración (Hernandez, 2014); que en el caso de este proyecto se dirige más hacia un diseño de integración, debido a que une dos ramas de estudio, Diseño y Medicina.

Es por esto por lo que se plantea usar un método mixto, debido a que la investigación necesita de procesos de recolección, análisis y vinculación de datos tanto cuantitativos como cualitativos (Hernandez, 2014), para lograr un estudio profundo y un planteamiento del problema acertado.

5.2. Tipo de investigación:

Para el desarrollo de este trabajo, se plantea el uso de dos tipos de investigación explicativa y estudio de casos.

- **Explicativa:** Este tipo de investigación permite dar razones sobre el porqué ocurre este problema. Desde el punto de vista de esta tesis, es dar explicación a todos los problemas que genera la exposición prolongada de vibraciones en el cuerpo humano, tomando mayor énfasis en el Síndrome de Raynaud.
- **Estudio de casos:** Centra un análisis a una unidad específica (población de estudio) del universo poblacional**.** La población de estudio para esta tesis son los trabajadores del EPMMOP – Q cuya labor es mantener los parques y jardines de la ciudad de Quito; además de los guadañeros independientes de la parroquia de Alangasí, barrio Central.

5.3. Metodología de Diseño:

Para el desarrollo esta investigación, se va a aplicar la Norma Internacional ISO 9001:2008 Sistema de Gestión de Calidad, misma que muestra el proceso de Diseño a través de fases para el Desarrollo de Productos. Esta normativa es tomada por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial de Argentina (INTI); la cual se basa en tres sistemas de análisis y procedimiento para el desarrollo de trabajos en diseño industrial o de productos. (INTI, 2009)

La ISO 9001:2008, presenta siete etapas de desarrollo, de las cuales se tomarán las cuatro primeras: (Arroyo Barragan, 2013)

1. **Definición de Producto:** Se analiza toda la información recopilada en el contexto del problema y se busca un lineamiento de trabajo, delimitando las competencias que se tendrán respecto del desarrollo.
2. **Diseño de Concepto de Producto:** En esta fase se fusiona la creatividad con el análisis, y se desarrollan propuestas concretas con el fin de dar forma al producto para que puedan ser percibidos por el resto de las personas del equipo de trabajo.

3. **Diseño en Detalle del Producto:** Una vez seleccionada la alternativa más adecuada de la etapa anterior, se prosigue con su refinamiento. Para poder desarrollar la propuesta, se debe definir como construir el producto, por lo que esta es la fase crítica para definir detalles de sustentabilidad.
4. **Verificación y Testeo del Producto:** Previa a esta fase, se debe comprobar que el producto cumpla con las características conceptuales; ya que, en esta fase se verifica la seguridad, confiabilidad y sustento del producto.

Las tres etapas restantes de la ISO 9001:2008 son:

5. **Producción:** En esta fase se toma en cuenta el proceso de producción, donde se debe tomar en cuenta la organización, montaje y documentación.
6. **Mercado:** Fase en donde se analiza el impacto que va a tener el producto frente a las demandas del mercado. Aquí inicia la distribución y comercialización.
7. **Disposición Final:** En esta fase se verifica que los conceptos relacionados con un segundo uso como reparación o separación de componentes se cumpla; caso contrario, se elabora una estrategia alternativa con el fin de minimizar el impacto ambiental.

De igual manera, se aplicará el Modelo de Diseño dirigido al Ser Humano, donde se toma mayor énfasis en el Modelo de Diseño Centrado en el Usuario.

5.4. Plan de investigación y descripción de parámetros:

Al plantear usar el método mixto, se debe realizar dos tipos de entrevistas y encuestas, una cualitativa y otra cuantitativa. Para ello se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- No se debe conocer las respuestas, ya que si es así no valdría la pena realizar el estudio.
- Se puedan responder con una evidencia empírica, es decir datos observables o medibles.
- Impliquen usar medios éticos.
- Las preguntas deben ser claras.

- El conocimiento que se obtenga debe se sustancial o que aporte conocimientos a un campo de estudio.

5.4.1. Instrumentación:

1. **Definición de Producto:**

1.1. Análisis: (Chávez, 2010)

Métodos de recolección de datos de la actividad

Métodos de descripción de actividades

1.2. Definición: (Chávez, 2010)

Determinación de ventajas y desventajas

1.3. Investigación de campo: (Milton & Rodgers, 2013)

Observación (Milton & Rodgers, 2013)

Entrevista a usuarios (Milton & Rodgers, 2013)

Entrevista a expertos (Milton & Rodgers, 2013)

Brief de registro (requerimientos y características)

2. **Diseño de concepto de Producto:**

Matriz de recursos (Valencia, 2006)

Lluvia de ideas (Valencia, 2006)

3. **Diseño en detalle de Producto:**

Diseño asistido por computadora (Inventor / 3DsMax / Fusion 360)

4. **Verificación y testeo de Producto:**

Técnicas de Análisis de la Actividad: (Rincón, 2021)

Descomposición de Tareas (Ergonomía Física)

HTA (Análisis Jerárquico de Actividades)

SHERPA (Análisis del Error Humano)

Diagrama de Murphy. (Rincón, 2021)

5.4.2. Técnicas y Métodos:

- Entrevistas (Milton & Rodgers, 2013)
- Análisis jerárquico de riesgos de la actividad (Giron, La Mafla, Ramborger, & Riesco, 2019)
- Autopsia de productos (Milton & Rodgers, 2013)
- Un día en la vida de... (Milton & Rodgers, 2013)

5.4.3. Población:

La población para evaluar son los guadañeros de la parroquia de Alangasí ubicada en el Valle de Chillos al Suroriente de la ciudad de Quito, de los cuales se tomará una muestra de 10 guadañeros de los 84 que se encuentran en la parroquia. La muestra tomada representa el 11,9% del total.

6. MARCO TEÓRICO. -

6.1. Postura Epistemológica:

Muchos equipos o máquinas que se utilizan para desarrollar tareas de jardinería generan vibraciones como una consecuencia directa de su funcionamiento, como por ejemplo las podadoras, sopladoras, desmembradoras, moto guadañas, entre otras. Las vibraciones que estas máquinas emiten generan consecuencias significativas sobre el cuerpo humano como lesiones a corto y largo plazo, enfermedades como el síndrome de Raynaud, espasmos, entre muchas otras complicaciones que se pueden solucionar si se tomara un poco más de atención a los problemas que sufren estas personas diariamente. (Merck Sharp & Dohme, 2000)

Partiendo del enunciado “El Diseño a lo largo de la historia, siempre ha estado ligado a la solución de problemas humanos” (Rodríguez, Acto de diseñar: entre otras quijotadas, 2019), y tomando en cuenta el Sistema de Referentes presentado por el Diseñador Jaime Franky Rodríguez en su libro: “Acto de diseñar: entre otras quijotadas”; este proyecto se dirige

en su mayor parte al ser humano, pero también tiene influencia en la parte de los recursos debido a los materiales a usar con el fin de reducir la vibración. El nivel de innovación que presenta este proyecto es de Propuesta de Valor, con el fin de proporcionar al usuario bienestar y seguridad al usar este tipo de máquinas con motores a dos tiempos de gasolina. (OCDE, 2005)

Dentro del campo del ser humano, se toma el modelo centrado en el usuario bajo el principio del sistema ergonómico, en donde se muestra las interfaces e interrelaciones entre el usuario, el espacio físico y los elementos con los que se realiza estas tareas; por lo que se toma del sistema ergonómico: la ergonomía física, que valora el material de trabajo, postura corporal durante la ejecución de ese trabajo y cómo podemos evitar la aparición de problemas físicos; y también la aplicación de la ergonomía ambiental, donde se toma en cuenta el factor temperatura que es un detonante inicial para el aparecimiento de los dedos blancos. (Acosta, 2002)

En el caso de la enfermedad de Raynaud en los guadañeros producida por las altas vibraciones, debemos tener en cuenta que el sector donde debemos atacar es la interfaz Ser Humano – Objeto; pero no por esto se debe dejar de lado la interfaz Objeto – Espacio Físico o Espacio Físico – Ser Humano. Si bien es cierto estos problemas se presentan en el ser humano, nosotros como diseñadores debemos de ser muy minuciosos al momento de diseñar, por lo que, a más de identificar la interfaz en donde se va a centrar este proyecto y dar una solución, es necesario buscar interrelaciones entre todos los principios del sistema ergonómico: Ser Humano, Espacio Físico y Objeto.

6.2. Modelo de Diseño:

"¿Qué es lo que aporta el diseño a una organización…? (...) ¿Cómo se hace compatible la labor del diseño industrial…? Hoy en día tenemos claro que estas preguntas tienen múltiples respuestas, que dependen de las circunstancias tanto como del momento histórico…" (Rodríguez, Acto 4 - Numero I, 2004)

Como se evidencia en el marco epistemológico, el proyecto está dirigido al Ser Humano, por lo que se plantea el uso Modelo de Diseño Centrado en el Usuario (DCU). Este

modelo se fundamenta en el libro “La ergonomía desde la visión sistémica” de Gabriel García Acosta.

DCU desde el punto de vista de Bolívar Chávez: (Chávez, 2010)

Como su nombre lo indica, este modelo de busca enfocar un diseño de producto con las suficientes características formales para satisfacer los intereses y necesidades de los usuarios, haciendo hincapié en que estos nuevos productos se puedan usar y ser comprendidos de una manera sencilla. (Norman D. , 1988)

Modelo de Diseño: Diseño centrado en el Usuario

Principios: Sistema Ergonómico (Usuario / Ser Humano – Espacio Físico – Objeto / Máquina / Equipo)

Instrumentación:

a. **Guía Metodológica:**

- Etapa de Delimitación
- Etapa de Análisis
- Etapa de Definición
- Etapa de Aplicación

6.3. Teoría Disciplinaria:

6.3.1. Sistema de Referentes:

“Si se considera el diseño como un sistema abierto, en el núcleo del sistema estaría la preconfiguración sensible del producto (…), y girando en torne a él, los otros referentes que hacen parte del proyecto de diseño.” (Rodríguez, Sistema de referentes, 2015)

Partiendo de las palabras que el maestro Jaime Franky Rodríguez plantea, el presente proyecto se centra en satisfacer las necesidades presentes en el ser humano (usuario: operario de una máquina con motor de dos tiempos a gasolina o moto guadaña), y también en la innovación que debe presentar del objeto a diseñar. Estos elementos (Ser Humano e

Innovación), forman parte del Sistema de Referentes que plantea Jaime Franky en su libro “El Acto de Diseñar… entre otras quijotadas”.

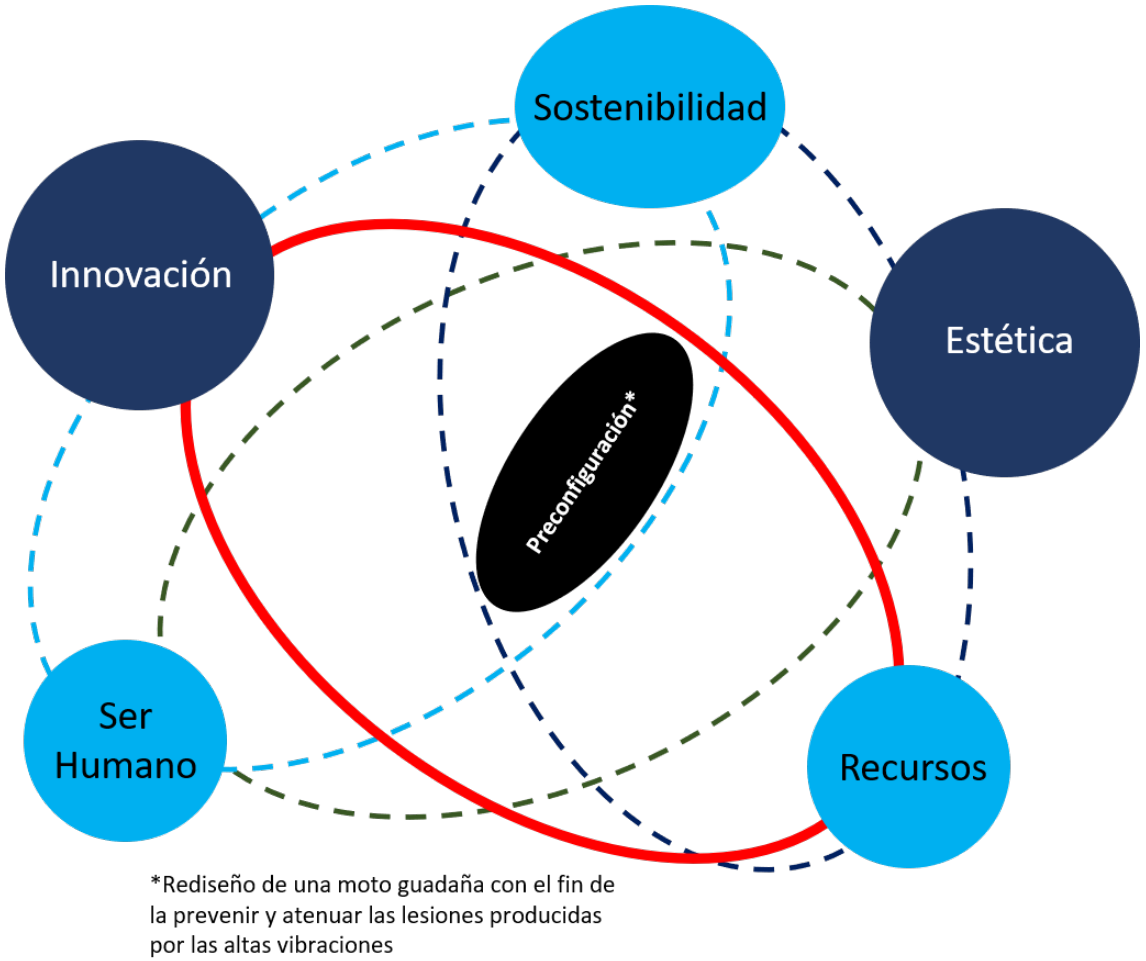


Ilustración 11: Sistema de referentes de Jaime Franky. Tomado del libro "Acto de Diseñar", p.67. Elaboración propia

6.3.2. Importancia desde la perspectiva del Diseño de Productos:

En la actualidad, las grandes empresas que fabrican estas máquinas solo tienen en mente que deben diseñar máquinas más potentes, dejando a un lado la seguridad del cliente que las va a operar. Se debe tener en cuenta que subir la potencia a un motor, genera una vibración más fuerte, por lo que el riesgo de padecer alguna enfermedad cardiovascular se magnifica. El diseño tiene como fin resolver estas necesidades y problemas que se presentan de una manera inmediata pero eficaz, con el fin de no generar otras complicaciones nuevas

a futuro. Dentro del sistema de referentes propuesto por Jaime Franky, encontramos tres factores claves en donde el diseño se aplica:

a. **Ser Humano:** Cualquier individuo adulto, anciano, joven o niño de género masculino o femenino que goce de buena salud o sufra alguna enfermedad; sea capaz de sentir, tenga consciencia de sí mismo y del entorno donde se encuentra.
b. **Objeto:** Utensilio, artefacto o herramienta al que le damos un significado o valor no económico; además de ser usable.
c. **Entorno:** También llamado espacio, es todo lo que nos rodea; un lugar específico material y concreto que puede ser natural o artificial.

Desde este punto de vista, los diseñadores podemos atacar cualquier campo, pero como sabemos cuál es correcto; pues para esto nos planteamos un modelo, que para este proyecto es Centrado en el Usuario, donde analizar, entender, ejecutar y solucionar las necesidades que presenta el ser humano es el objetivo. Sabiendo que el Acto de Diseñar es Consciente, Creativo y además aplica Conocimiento (Rodríguez, Acto de diseñar: entre otras quijotadas, 2019), sumado que el diseño es prefiguración de objetos de uso, y que la prefiguración es el centro del sistema de referentes donde se encuentra el ser humano; podemos concluir que la ergonomía es una parte fundamental al momento de prefigurar objetos, y por consiguiente del Diseño de Productos.

Es por lo que, desde este punto de vista, se aborda de forma expedita las definiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo (Ergonomía Física y Organizacional), mismas que se derivan de las disposiciones de la Comunidad Andina emanadas de su resolución 957 de 2006- reformas 2017.

a. **Trabajador:** Es la persona que desarrolla cualquier actividad laboral de una forma regular, la cual es remunerada. (AELE, 2020)
b. **Medidas de prevención:** Las acciones que se adoptan con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo, y que son dirigidas a proteger la salud de los trabajadores. (AELE, 2020)

c. **Riesgo laboral**: Probabilidad que enfrentan los trabajadores al estar expuestos a un factor ambiental peligroso, los cuales se causen una enfermedad o lesión. (AELE, 2020)
d. **Actividades, procesos, operaciones o labores de alto riesgo:** Acciones que presentan una alta probabilidad de ser la causa directa para que un trabajador sufra un daño en su salud. (AELE, 2020)
e. **Lugar de trabajo:** Es el área donde se encuentran los trabajadores y desarrollan su trabajo. (AELE, 2020)
f. **Equipos de protección personal:** Equipos específicos que debe usar adecuadamente el trabajador para evitar riesgos que amenacen a su salud mientras realiza su trabajo. (AELE, 2020)

6.3.3. Importancia desde la Ergonomía:

La ergonomía es una ciencia multidisciplinar que estudia todas las relaciones e interrelaciones existentes entre el ser humano y el entorno, con el objetivo de adecuar el entorno habitable al ser humano. La ergonomía se considera, junto con la estética, una de las bases fundamentales del diseño industrial. (Simian Fernádez & Flores Durán, 2015)

La enfermedad de Raynaud causa que zonas del cuerpo como los dedos las manos, se sientan dormidas y frías en respuesta a temperaturas frías, estrés y vibraciones. En esta enfermedad, las arterias pequeñas que irrigan la piel se estrechan, limitando la circulación de la sangre a las zonas afectadas, a esto se lo denomina vaso espasmo. Es por lo que se debe tomar en cuenta, proteger la zona cúbito-radial, ya que es el punto de inicio de la enfermedad en las manos.

El objeto de diseño propuesto, por lo que se debe tomar en cuenta las medidas antropométricas de las manos y brazos. Para esto, se utilizará como referencia los datos antropométricos de la población chilena, ya que actualmente no se posee datos antropométricos de la población ecuatoriana.

El libro del cual se extrae los datos es "Dimensiones antropométricas de la población Latinoamericana" de Rosalío Ávila Chaurand, Lilia Roselia Prado León y Elvia Luz González Muñoz.

6.4. Teoría Interdisciplinaria:

6.4.1. Importancia desde la perspectiva de la salud:

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), "La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades". (Official Records of the World Health Organization, 1946)

Salud ocupacional: Ausencia de afecciones o de enfermedad relacionados directamente con los componentes del trabajo, que afectan negativamente los estados físicos y mentales del trabajador. Las *manifestaciones saludables* surgen de la influencia de los procesos positivos de las condiciones de trabajo.

Al abordar de esta manera la relación salud - trabajo, las propuestas de intervención también tienen especificidad, las acciones de *prevención* (central en este campo) y de *protección* deben ir dirigidos al control de los procesos peligrosos y las alteraciones de la salud y, las acciones de promoción a los *procesos positivos* y a las manifestaciones saludables.

Para complementar este planteamiento se indica que estos fenómenos no son aislados de otros contextos, se corresponden con unos referidos a las variaciones individuales (singulares); a las de los grupos sociales e institucionales cercanos (particulares) y, un tercer ámbito relacionado con políticas, normativas recursos y otros específicos de una formación social concreta, región o país. (Argentina.gob.ar, 2020)

Según el Ministerio de Salud de Argentina en los términos de la Ley 19597 de higiene y seguridad, junto a la Ley 24557 de riesgos del trabajo (Argentina.gob.ar, 2020), las funciones principales de la Salud Ocupacional son:

- Vigilancia de la salud de los/as trabajadores/as.
- Vigilancia de las condiciones y medio ambiente de trabajo.

- Asesoramiento, capacitación, información y difusión en materia de salud y seguridad en el trabajo.
- Seguimiento de los accidentes de trabajo, enfermedades profesionales y de enfermedades relacionadas con el trabajo.
- Organismo responsable ante la Aseguradora de Riesgos del Trabajo y contralor de las prestaciones brindadas a los/as trabajadores/as.

6.4.2. Planteamiento y formulación del problema:

¿Cuáles son los efectos de la vibración en el ser humano?

Según los autores Girón, La Mafla, Ramborger, & Riesco en su escrito "El efecto de las vibraciones en el ser humano", generan consecuencias significativas en el cuerpo humano. Al momento que la vibración ingresa a nuestro cuerpo por medio de la cabeza, espada, nalgas, piernas o manos, se produce una agresión mecánica en nuestro cuerpo, misma que provoca incomodidad, reducción de la eficiencia de movilidad, e incluso, puede llegar a generar lesiones patológicas.

¿Cuáles son las normas y medidas que debemos tomar en cuenta al momento de diseñar objetos que producen vibración?

Para poder diseñar un objeto con esta característica, pero teniendo en cuenta la seguridad del usuario, debemos aplicar dos normativas; la ISO 2631, que muestra datos sobre las vibraciones aceptadas en cuerpo entero, y la ISO 5349, que indica las vibraciones segméntales mano - brazo.

¿Cómo se determina la importancia del diseño en la prevención de enfermedades relacionadas con la vibración?

Mediante la aplicación de estas normas al momento de diseñas máquinas a gasolina con motor de dos tiempos ya que, si las aplica desde la conceptualización del objeto, no va a ser necesario realizar modificaciones para evitar enfermedades a corto y largo plazo.

I. Perspectiva teórica:

Esta investigación se centra en los problemas que generan las vibraciones en la salud humana y cómo podemos resolverlas desde el diseño. El centro de interés es la enfermedad Raynaud o síndrome de los dedos blancos, en relación con la operación de guadañas accionadas por motores de dos tiempos.

La enfermedad y fenómeno de Raynaud, se produce por afecciones en las arterias de pequeño calibre llamadas arteriolas. Usualmente se presentan en los dedos de las manos y de los pies provocando espasmos; y a medida que enfermedad avanza, la piel se torna pálida (blanquecinas), luego aparecen manchas rojas, y finalmente se tornan azules. (Merck Sharp & Dohme, 2000)

Esta enfermedad es más propensa a presentarse en mujeres y jóvenes, pero esto no quiere decir que los hombres estén exentos de la enfermedad, pues cerca del 10% de pacientes con este síndrome son del género masculino. Otro punto para considerar sobre el desarrollo de la enfermedad es la temperatura climática; debido a que la mayoría de los casos se presentan en sectores que tienen climas fríos. (MayoClinic, 2020)

II. Tipos de trastornos:

Raynaud Primario: Es el más frecuente, también conocido como enfermedad de Raynaud, aparece cuando no se produce a causa de una afección asociada. Puede ser leve, por lo que no es necesario un tratamiento y puede que se cure a futuro. (Teo, 2019)

Raynaud Secundario: Llamado fenómeno de Raynaud, a diferencia del anterior, este se forma por un problema no diagnosticado. A pesar de no ser tan frecuente, es extremadamente grave ya que necesita de un tratamiento inmediato o se podría perder la extremidad afectada; generalmente aparece en personas mayores a 40 años. (Teo, 2019)

III. Causas de la Fenómeno de Raynaud secundario:

- **Enfermedades del tejido conjuntivo:** Las personas que tienen esclerodermia, la cual es la formación de endurecimientos y cicatrices en la piel, presentan Raynaud secundario. Enfermedades como el lupus, artritis reumatoide y el síndrome de Sjögren aumentan el riesgo de contraer este fenómeno. (MayoClinic, 2020)

- **Enfermedades de las arterias:** Como la acumulación de placas en los vasos sanguíneos que alimentan al corazón o ateroesclerosis; la enfermedad de Buerger, la cual provoca que los vasos sanguíneos de las manos y de los pies se inflamen; y la hipertensión pulmonar primaria, que es un tipo de presión arterial alta que afecta a las arterias de los pulmones. (MayoClinic, 2020)
- **Síndrome del túnel carpiano:** Afección donde existe una presión sobre el nervio principal de la mano, el cual causa dolor y/o entumecimiento; provocando sensibilidad en las manos frente a bajas temperaturas. (MayoClinic, 2020)
- **Acciones repetitivas o vibraciones:** Pueden provocar severas lesiones debido a su uso excesivo el realizar movimientos similares durante largos períodos como escribir con un teclado o cliquear los botones de aparatos electrónicos; al igual que utilizar herramientas que emiten vibración, como taladros, martillos eléctricos o moto guadañas. (MayoClinic, 2020)
- **Fumar:** El fumar provoca que los vasos sanguíneos se contraigan. (MayoClinic, 2020)
- **Lesiones en las manos o los pies:** Cuando se presentan fracturas, cirugías o congelaciones en la muñeca. (MayoClinic, 2020)

IV. Complicaciones:

Cuando una persona presenta el fenómeno de Raynaud, la disminución del flujo sanguíneo hacia los dedos de las manos o de los pies puede provocar un daño serio a los tejidos. Si la complicación no es tratada, se puede desarrollar una obstrucción total de una arteria, misma que provoca la formación de úlceras de la piel o tejido muerto; dos afecciones que pueden ser difíciles de tratar (MayoClinic, 2020)

V. Signos Clínicos:

Mediante una anamnesis y un examen físico minucioso se podría identificar la enfermedad causal, pero los resultados no logran confirmar un diagnóstico. (Teo, 2019)

Los signos clínicos del Síndrome de Raynaud primario son: (Teo, 2019)

- La edad, ya que al momento del diagnóstico el paciente debe tener menos de 40 años.
- Crisis simétricas leves, las cuales afectan a las dos manos.
- Ausencia de necrosis o gangrena tisular.

Los signos clínicos del Síndrome de Raynaud segundario son: (Teo, 2019)

- La edad del paciente al momento de realizar el diagnóstico debe ser mayor a 30 años.
- Crisis muy dolorosas, las cuales podrían ser asimétricas y unilaterales.
- Lesiones isquémicas.

Existen otra enfermedad llamada Acrocianosis, que al igual que el síndrome de Raynaud, los dedos se tornan azules, pero se provoca por las bajas temperaturas o y no tiende a ser dolorosa ni presenta los riesgos de síndrome de Raynaud.

VI. Raynaud y las Vibraciones:

Para tener un punto de partida, es necesario que los rangos de medición de los equipos para determinar la cantidad de vibración que emite un motor deben estar comprendido entre 5 y 1500 Hz para el caso mano – brazo y entre 1 y 80 Hz, para el cuerpo entero. (Giron, La Mafla, Ramborger, & Riesco, 2019)

Según la Resolución 295/03 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social de la República Argentina, estable que el valor eficaz de la aceleración ponderada para una jornada de trabajo de 8 horas no puede exceder los 4 m/seg2 para el caso mano - brazo y 0,5 m/seg2 para el caso de cuerpo entero. (Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, 2003)

7. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN. -

En el presente Trabajo de Fin de Carrera, se realizarán las siguientes herramientas y métodos de investigación; los cuales pretenden aclarar, descubrir y determinar todos los aspectos importantes para la prefiguración, configuración y desarrollo del producto.

7.1. Evaluación del Producto:

“ISO/IEC 25000, conocida como SQuaRE (System and Software Quality Requirements and Evaluation), es una familia de normas que tiene por objetivo la creación

de un marco de trabajo común para evaluar la calidad del producto software" (ISO 25000, 2021)



Ilustración 12: Moto guadaña Stihl FS 280

Objeto de la Evaluación:

Moto Guadaña Stihl modelo FS 280.

Datos generales del producto:

Desbrozadora de hierba operada por un motor de dos tiempos a gasolina o moto guadaña, es un producto perteneciente a herramientas de jardinería que presenta un peso reducido con excelente equilibrio. Diseñada para el uso de personas adultas hombres y mujeres de los 18 a los 65 años; cuenta con sistema anti vibratorio básico en el motor. Posee mandos mecánicos fáciles de usar; además de contar con seguros en los mandos de control. Su estructura es de aluminio (tubo central y mandos), polímeros inyectados (carcasa del motor) y componentes eléctricos (motor). El espacio donde se realiza la acción de cortar el césped es casa – jardín.

Esfera de actuación en el quehacer del diseñador:

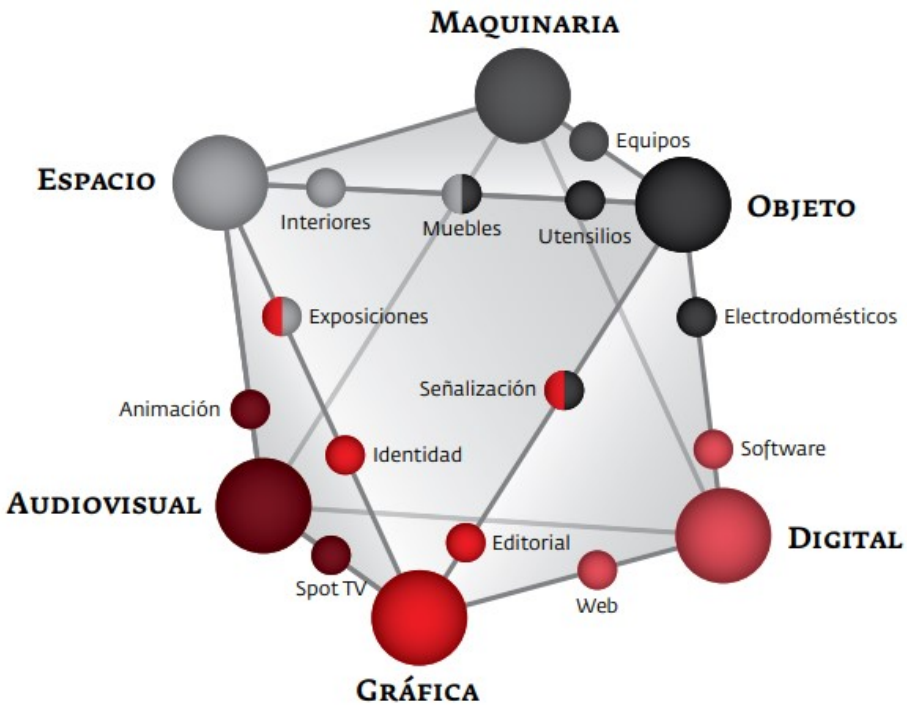


Ilustración 13: Esferas de actuación del Diseñador -esquema de Sergio Peña Martínez. Diseño: el objeto de la profesión pág. 14

Si tenemos presente que las esferas de actuación profesional son *"los espacios y escenarios donde concurren y se materializan los problemas profesionales."* (Peña & Pérez, 2015, pág. 8) podemos deducir y argumentar que el objeto o producto de diseño que se va a evaluar se encuentra dentro de la esfera de actuación de diseño llamada **Equipos**[6].

[6] Dispositivos que combinan componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos. Se fabrican para satisfacer una necesidad específica en diversos contextos. Estos incluyen: Equipos de alta y baja complejidad, industriales, electrodomésticos, electrónicos, luminarias, de entretenimiento, para el deporte, gastronómicos, entro otros.

Componentes del Sistema:

Partes de la máquina:

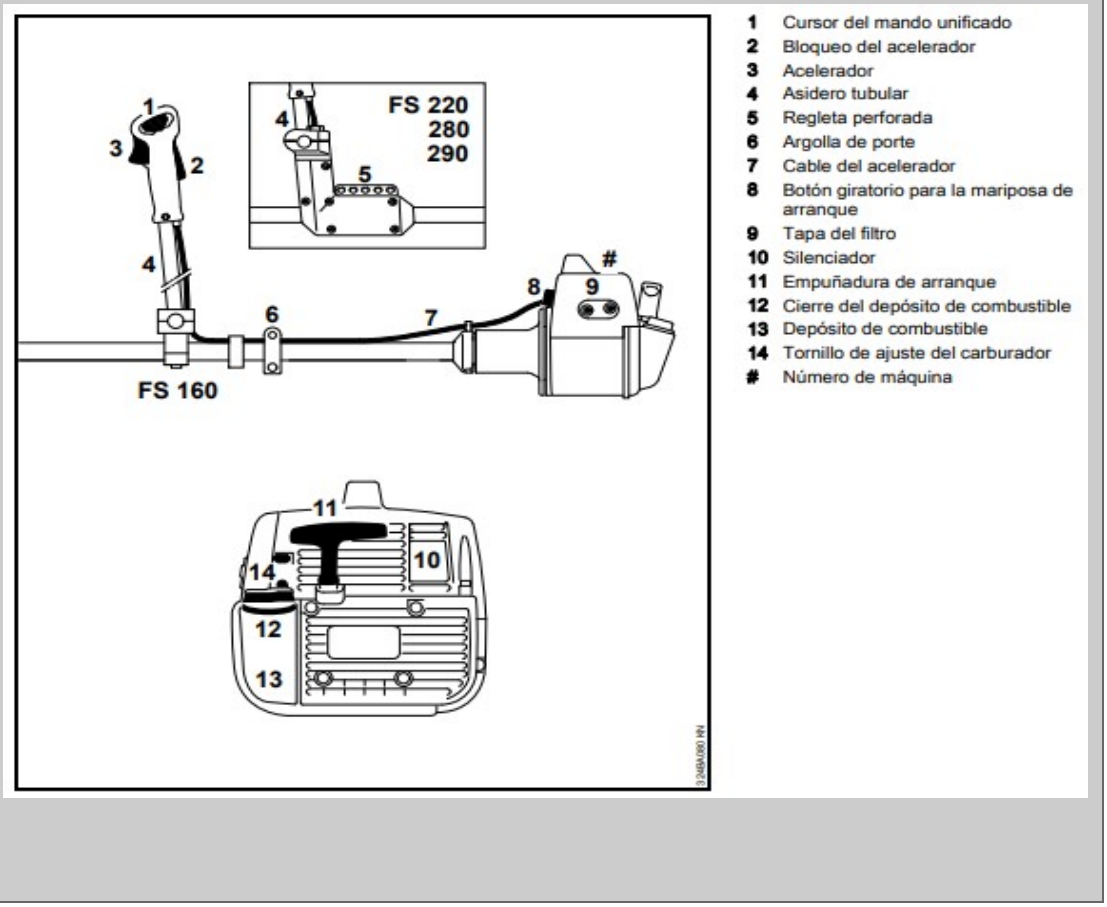


Ilustración 14:Partes de una moto guadaña Stihl - Tomado de Stihl EC

Operacionalización de variables para la evaluación:

La variable que se va a evaluar es el factor **uso y función**. El objeto posee prioridad en los factores de uso, función y comunicación con la interfaz del usuario.

Análisis de la interfaz de Usuario:

Para la evaluación se describe y determinan la secuencia y frecuencia de uso de los componentes del sistema moto guadaña Stihl FS 280:

<table>
<tr><th>Secuencia de uso</th><th>Frecuencia de uso</th></tr>
<tr>
<td>

Preparar la mezcla de combustible.
Colocación de la piola de nylon de corte en el cabeza de corte.
Abrir el depósito de combustible.
Colocar el combustible en el cárter y cerrar el depósito.
Bombear el combustible aplastando el botón de bombeo ubicado en la tapa del filtro.
Encendido de la máquina halando la empuñadura de empuñadora hacia arriba con fuerza.
Acelerar la máquina para que la gasolina haga combustión.
Colocación de las arneses y enganche de estos en la máquina.
Cortar el césped.
Apagar la máquina moviendo el botón giratorio y el cursor del mando para poder repetir la acción ii, iii y iv.
Encender nuevamente la máquina.

</td>
<td>
Describe la cantidad de veces que se usa un elemento o componente del sistema:
<table>
<tr><th>Mando o mostrador</th><th>N° veces usado</th></tr>
<tr><td>Cursor del mando unificado</td><td>4</td></tr>
<tr><td>Bloqueo del acelerador</td><td>6</td></tr>
<tr><td>Acelerador</td><td>6</td></tr>
<tr><td>Asidero tubular</td><td>3</td></tr>
<tr><td>Regleta perforada</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Argolla de porte</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Cable del acelerador</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Botón giratorio mariposa.</td><td>3</td></tr>
<tr><td>Tapa del filtro</td><td>2</td></tr>
<tr><td>Silenciador</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Empuñadura de arranque</td><td>2</td></tr>
<tr><td>Cierre depósito de combustible</td><td>3</td></tr>
<tr><td>Deposito combustible</td><td>2</td></tr>
<tr><td>Tornillo de ajuste del carburador</td><td>2</td></tr>
<tr><td>Cabeza de corte</td><td>2</td></tr>
</table>
</td>
</tr>
</table>

Tabla 3: Análisis de secuencia y frecuencia de uso en la interfaz humano - máquina. Elaboración por JL Yépez

Sistema ergonómico de la Interfaz de Usuario:}

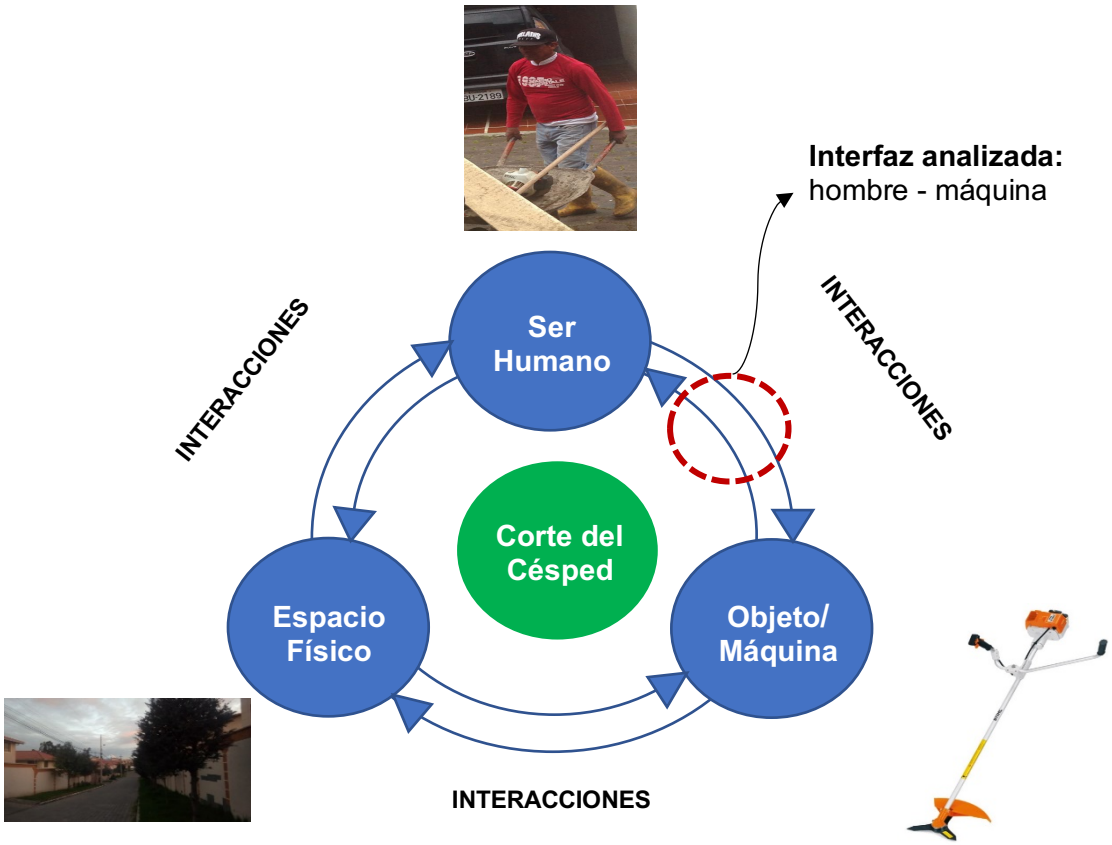


Ilustración 15: Sistema ergonómico - interfaz usuario – máquina. Elaborado por JL Yépez

Análisis de la interfaz de Espacio Físico:

Para la evaluación se describe y determinan la secuencia y frecuencia de uso de los componentes del entorno de trabajo:

Secuencia de uso	Frecuencia de uso
Se describe el orden en que se debe realizar la actividad de corte de césped dentro del espacio físico: **1.** Llegada del usuario al área de trabajo. **2.** Limpieza de escombros en el área de trabajo. **3.** Colocación piola de corte, carga de combustible, bombeo y encendido de la máquina. **4.** Colocación de los objetos de protección. **5.** Colocación de los arneses y la máquina. **6.** Proceso del corte de césped. (se repite acción iii, 3 veces al realizar la actividad) **7.** Corte de los filos **8.** Barrido y limpieza de herramientas.	Describe la cantidad de veces que se usa un elemento o componente del sistema: **Mando o mostrador** — **N° veces usado** Escoba — 2 Combustible — 4 Moto guadaña — 9 Recogedor — 3 Toallas de limpieza — 1 Objetos de protección — 1 Piola de corte — 4

Tabla 4: Análisis de secuencia y frecuencia de uso en la interfaz espacio físico - máquina. Elaborada por JL Yépez

Sistema ergonómico de la Interfaz de Espacio Físico:

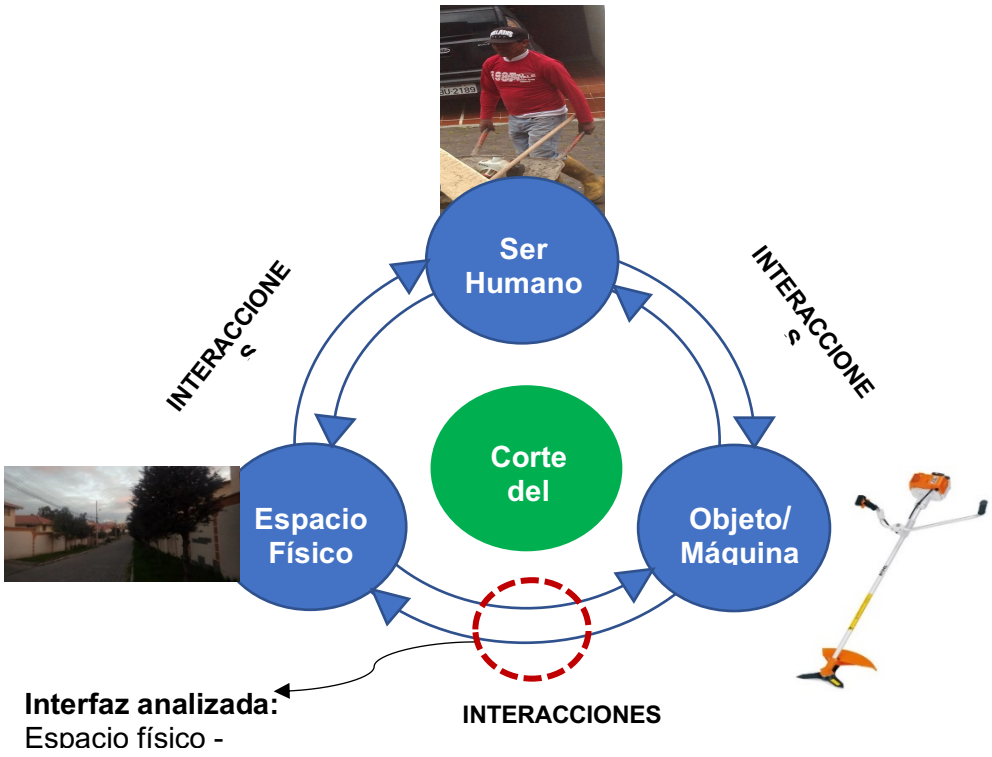


Ilustración 16: Sistema ergonómico -interfaz entorno – máquina. Elaborada por JL Yépez

Análisis de correspondencia antropométrica y biomecánica:

Para el análisis de la interfaz antropométrica se hacen uso de las tablas antropométricas de adultos en el rango 5 y 95 percentil y para la correspondencia dimensional se utiliza la Somatografía de 1cm x 1cm:

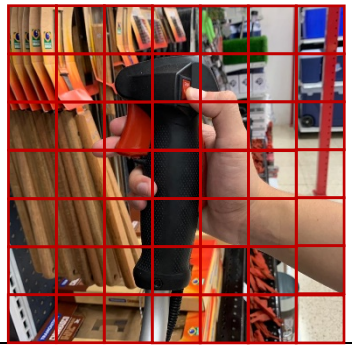
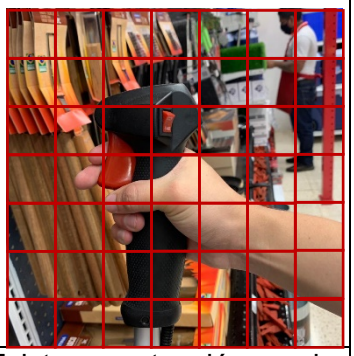
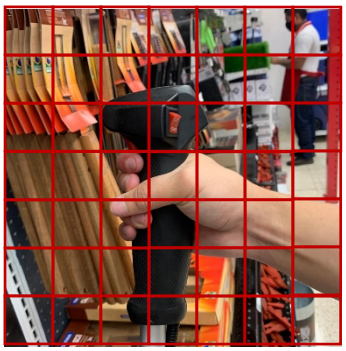
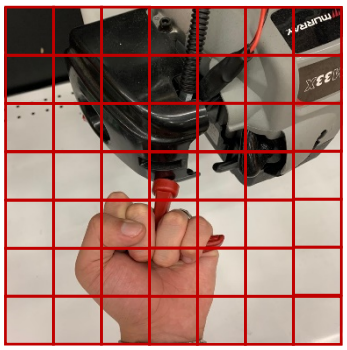
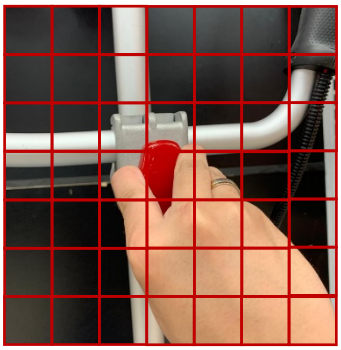
Somatografía: Encendido botón mariposa	**Somatografía:** Acción del seguro en el mando.	**Somatografía:** Presión en seguro para poder acelerar
		
Existe una buena correspondencia corporal porque se la realiza una vez.	Existe una buena correspondencia corporal al inicio, pero genera incomodidad al ser una posición constante.	Existe una tensión en la zona de las arterias, ya que se ejerce mayor presión en el seguro para alcanzar el acelerador.
Somatografía: Presión del acelerador y seguro.	**Somatografía**: Agarre de empuñadura arranque.	**Somatografía:** Regulación de asideros.
		
La tensión es demasiada como se puede evidenciar, debido a que se debe accionar el seguro y el acelerador al tiempo.	Existe una buena correspondencia corporal, no se presenta ningún tipo de problema en el agarre.	Existe una buena correspondencia corporal al momento de girar la perilla de seguridad.

Tabla 5: Análisis de correspondencia antropométrica y biomecánica. Elaborado por JL Yépez

Matriz de variable para la evaluación del producto de uso:

Tipo de evaluación	Dimensiones	Subdimensiones (Factores)	Indicadores (Requisitos)	Métodos
ANTES	Seguridad	Encendido de la máquina	Fácil encendido al momento de estar colocada la máquina.	Observación.
		Señales de aviso de peligro	Señalar que indique que la máquina se encuentra encendida.	Observación y análisis.
DURANTE	Prestaciones	Comodidad.	Asideros regulables Mandos de control regulables	Observación y análisis.
	Comunicación	Interfaz con el usuario.	Calidad gráfica legible. Señales que indiquen puntos críticos (vibración)	Observación. Análisis y manual de uso.
	Antropometría	Percentiles 5 y 95. Correspondencia dimensional entre objeto y ser humano.	Somatografía de la mano. Valores límites permisibles. Normas técnicas.	Observación, análisis y manual.
	Biomecánica	Ángulos de confort para la mano.	Somatografía de la mano. Valores límites permisibles. Normas técnicas.	Observación, análisis y manual.

Tabla 6: Matriz de variable para la evaluación del producto de uso. Elaborado por JL Yépez

CONCLUSIONES:

- En el análisis del producto prima o tiene mayor jerarquía los factores de uso, función y comunicación de la interfaz del usuario/seguridad.
- En a la seguridad, no posee una alerta de encendido que es necesario ya que, al encenderse, la máquina es silenciosa.

- Existe un problema al momento de acelerar, ya que existe una posición constante al accionar el acelerador y seguro, que provoca dolores en las muñecas.

7.2. Observación de campo:

"Observación de la gente en su entorno cotidiano (…), el objetivo es tener una visión detallada de los comportamientos, las creencias, las preferencias de la gente y de su forma de proceder en su vida cotidiana". (Milton & Rodgers, 2013)

Esta observación se realiza a los jardineros del Complejo Habitacional Vista Blanca, ubicado en la parroquia de Alangasí, sector Valle de los Chillos. EL complejo cuenta con varias áreas verdes

El usuario de estudio es un hombre de 50 años, el cual ha ejercido esta profesión durante mucho tiempo y la sigue ejerciendo en la actualidad; además de desarrollas actividades como albañil, cargador y guachimán[7] del Conjunto Habitacional Vista Blanca 7, que en la actualidad se encuentra en construcción.



Ilustración 17: Jardinero Eduardo Monge. Foto tomada por JL Yépez

[7] Del ingl. Watchman; significa Rondín, vigilante, guardián. RAE

7.2.1. Actividades que realiza el Usuario:

Llegada a la zona de trabajo: El trabajador llega al área de trabajo, cargando con sus implementos sobre una carretilla los cuales, en ciertas ocasiones, lleva materiales de construcción y albañilería. Le toma 10 minutos en llegar al lugar de trabajo desde su casa, debido a que está ubicada a 570 metros del lugar de trabajo; en el caso de los jardineros que viven fuera del conjunto, tienden a movilizarse en buses o camionetas.



Ilustración 18: Llegada puesto de trabajo. Tomada por JL Yépez

Limpieza del área de trabajo: Se realiza una limpieza del área de trabajo, eliminando escombros, piedras, alambres cortados, clavos o cualquier tipo de material que pueda provocar un accidente al momento de cortar el césped.



Ilustración 19: Limpieza área de trabajo. tomada por JL Yépez

Colocación de Piola: Se coloca 2 piolas de nylon de 1mm a cada lado del plato de la máquina, misma que sirve para cortar el césped (Biodegradable).



Ilustración 20: Colocación piola nylon. Tomada del canal Efrén Mendoza - Jardinería (YouTube)

Carga de Combustible: El combustible es una mezcla de aceite y gasolina que se la coloca en el cárter (1Lt), y dura aproximadamente de 30 a 45 minutos, esto dependiendo de qué tan alta se encuentre la hierba. Cabe destacar que el usuario usa una botella de 2 litros de agua Güitig vacía para mezclar, donde agrega 2 cuartos de aceite y el resto de gasolina.



Ilustración 21: Colocación del combustible. Tomada del canal Fiasa Bragado (YouTube)

Colocación elementos de protección: Antes de cortar, el usuario se coloca los siguientes objetos de protección: Botas de caucho, guantes de goma (días de clima frio) y gafas de protección; quedando su cara descubierta y propensa a sufrir riesgos.



Ilustración 22: Equipo de protección personal recomendado. Tomado de Oregon - Amazon

Bombeo, encendido y colocación de la máquina: El trabajador bombea la máquina para que circule el combustible; pone en marcha la máquina, jalando de la cuerda de encendido; y finalmente se la coloca con la correa. Cabe recalcar que al momento en que el usuario se coloca la máquina para proceder a cortar, esta se encuentra encendida; por lo que si por error se ejerce una fuerza al momento de levantarla que acciona el arranque, se puede provocar un accidente.

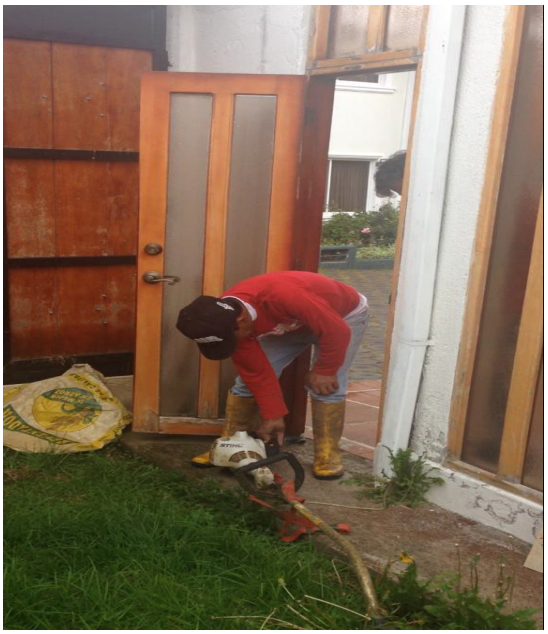


Ilustración 24: Bombeo de combustible. Tomada por JL Yépez



Ilustración 23: Encendido de la máquina. Tomada por JL Yépez



Ilustración 25: Colocación de la máquina. Tomada por JL Yépez

Corte del Césped: Momento donde el guadañero corta el césped, dentro de esta actividad, se repiten las actividades III, IV y VI constantemente. Esta es la actividad más crítica, debido a que el usuario se expone a varios riegos físicos como las altas vibraciones y residuos que saltan del suelo.

El período de corte dura de 4 a 5 horas.



Ilustración 27: Usuario operando la máquina. Tomada por JL Yépez



Ilustración 26: Foto movimiento de los residuos que saltan al ser cortados. Tomada por JL Yépez

Barrido y recolección de hierva: Luego de terminar de cortar el césped, el trabajador recoge los residuos de hierba, barre el área de trabajo y guarda la hierba cortada en costales.



Ilustración 29: Barrido de la hierba cortada. Tomada por JL Yépez



Ilustración 28: Recolección del residuo de hierba cortada. Tomada por JL Yépez

Limpieza de objetos y salida: Luego de terminar de barrer, el usuario procede a limpiar sus herramientas, las monta sobre la carretilla junto con el costal lleno de hierba, y procede a retirarse.



Ilustración 30: Salida del lugar de trabajo. Tomada por JL Yépez

7.2.2. Análisis de los datos (cualitativos a cuantitativos):

Para realizar este análisis, se extraen los factores de riesgo de cada actividad y se los coloca en un software desarrollado por la Universidad Politécnica de Valencia, en la sección OWAS llamado “Ergonautas”, el cual indica el nivel de riesgo y la acción a realizar.

A continuación, se presenta la tabla de riesgos que presenta OWAS:

Niveles de Riesgo	Acción Correctiva
1	No requieren acción
2	Requieren acción correctiva a futuro
3	Requieren acción correctiva lo antes posible
4	Requieren acción correctiva inmediata

Tabla 7: Tabla nivel de riegos (OWAS). Ergonautas

Datos Generales:

ACTIVIDAD	Tiempo (min)	Pego (Kg)	N° Objetos
Llegada	10 min	18,95 kg	10
Limpieza	40 min	3,85 kg	3
Combustible y piola	35 min	7,2 kg	5
Bombeo y encendido	2 min	7,7 kg	1
Corte	240 min	7,2 kg	5
Barrido y limpieza	60 nim	10,25 kg	5
Salida	15 min	18,95 kg	10
TOTAL	402 min => 6h 2min	18,95 kg	10

Tabla 8: Datos generales de las actividades. Elaborado por Jorge Luis Yépez

Datos de Riesgos (OWAS):

Estos son los niveles de riesgos que representa cada actividad, tomando en cuenta postura, peso y tiempo de acción de la actividad:

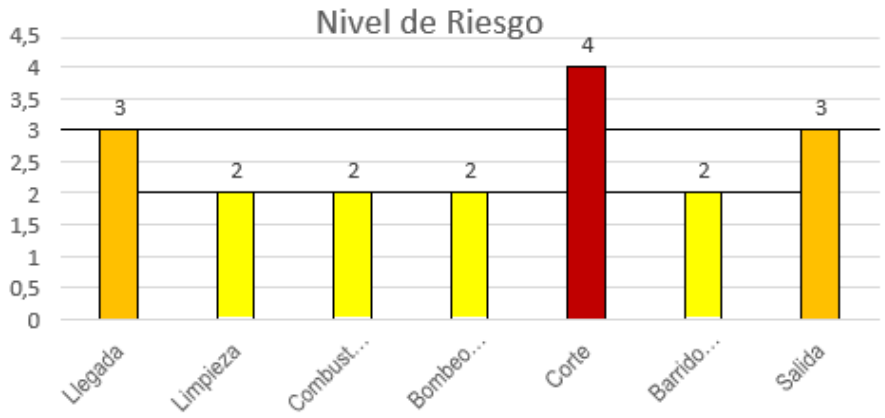


Ilustración 31: Nivel de riesgo de actividad. Elaborado por Jorge Luis Yépez

CONCLUSIONES:

El objetivo de la observación de campo es determinar los problemas que presentan los trabajadores en cada al momento de usar herramientas que emiten altas vibraciones durante largos períodos de tiempo.

Es evidente que un guadañero posee varios problemas como al cambiar el combustible, tiene el riesgo de que la máquina se le resbale y le caiga en los pies.

Así mismo, se presenta dolores, tanto en la espalda, brazos y piernas por el peso que carga o por la mala postura que toma al momento de cortar el césped, a esto se le suma el dolor y falta de movilidad en los dedos, provocado por la vibración del motor.

7.3. Entrevista con expertos:

Se entrevista a un Médico Genera y un Ergónomo (Las entrevistas se encuentran en anexo 2, dentro de la carpeta Entrevistas)

Entrevistado 1:

Nombre: Dr. Jorge Luis Vargas

Ocupación: Médico General / Pediatra

CI: 1705940318

Observaciones: RM. MSP. L.9 F82 N° 243 / COD: IMHMP: 17 – 08 – 02195

CONCLUSIONES:

El objetivo de la entrevista a los expertos es consultar, verificar y validad acerca de los problemas encontrados en la observación con el usuario; de estos resultados se extraer las determinantes necesarias que fundamenten los requerimientos a nivel técnico que debe presentar el objeto.

Dr. Jorge Luis Vargas desde la Medicina General: (Vargas, 2021)

Tener una mala posición al momento de realizar una actividad, sumado a estar expuesto a vibraciones por largos periodos de tiempo, conlleva a presentar contracturas musculares o atrofiamiento de articulaciones; que aceleran enfermedades como Raynaud.

Si bien el cortar el césped es una actividad que se realiza en el exterior, el monóxido de carbono emitido por la máquina y el residuo quemado no tratado de la gasolina afecta a los pulmones y al cerebro, provocando fatiga y problemas respiratorios.

Si bien, la vibración no es maligna para nosotros ya que tenemos una vibración interna en nuestro cuerpo, esta debe ser aplicada con control y a todo el cuerpo; ya que la vibración se distribuye y no genera complicaciones. Al momento de aplicarla a un solo sector (Manos o Espalda), genera daños o enfermedades.

7.4. Entrevista y encuesta a usuarios:

El objetivo de la entrevista y las encuestas a los usuarios es conocer acerca de su experiencia al momento de operar una moto guadaña; y conocer acerca de los gustos, deseos y preferencias que ellos tienen. Con estos resultados se determinan los requerimientos formales y estéticos que va a tener el objeto.

Preguntas:

- ¿Cuáles son los aspectos positivos y negativos que usted considera al momento de usar una moto guadaña frente a una podadora?
- ¿Qué artefacto utiliza más usted (moto guadaña o podadora) y por qué?
- ¿Prefiere usar una moto guadaña eléctrica o una a combustible y por qué?
- ¿Usted toma pausas de descanso durante el uso de la moto guadaña o podadora?

- ¿Qué problemas piensa usted que existen al momento de usar una moto guaña?
- ¿Ha tenido problemas al momento de usar una moto guadaña o podadora que considera usted se deberían resolver?
- ¿Si usted pudiera cambiar algo en el aspecto formal de la máquina que sería y por qué?
- ¿Considera usted necesario un sistema de aceleración gradual para evitar la constate aceleración y desaceleración de la máquina?
- ¿Qué aspectos toma en consideración usted al momento de adquirir una máquina para cortar el césped, y en específico, una moto guadaña?
- ¿Influye en usted, al momento de adquirir una máquina, que esta posea un atractivo visual formal?
- ¿Piensa usted importante y necesario que la máquina cuente con sistema de regulación tanto en el cuerpo (arneses) como los asideros (mandos)?
- ¿Estaría usted de acuerdo en pagar un valor un poco más elevado por una moto guadaña o podadora, sabiendo que esta va a garantizar que no sufra ningún tipo de lesión tanto física (vibración) como auditiva, y que además tenga una forma única y personalizable a su gusto? ¿Por qué?

Entrevistado 3: (Monge, 2021)

Nombre: Eduardo Monge.

Edad: 50 años.

Ocupación: Guadañero y Albañil.

Observaciones: Jardinero del Complejo Habitacional Vista Blanca de Alangasí; ha ejercido esta profesión durante mucho tiempo y la sigue ejerciendo en la actualidad.

Entrevistado 4: (Galarza F. A., 2021)

Nombre: Freddy Galarza.

Edad: 45 años.

Ocupación: Supervisor EEQ.

Observaciones: Realiza la actividad de cortar el césped en su casa; ha tenido experiencia con máquinas similares (a combustible), eléctricas y podadora.

Encuesta:

La encuesta es dirigida a personas que han operado moto guadañas, o han tenido experiencia con máquinas similares.

Preguntas:

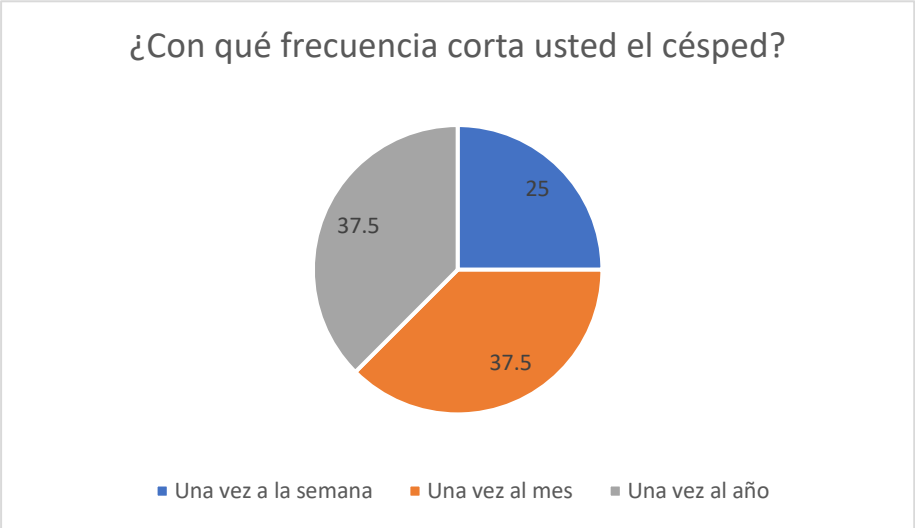


Ilustración 32: Pregunta encuesta - Anexo 2 - Elaborado por JL Yépez

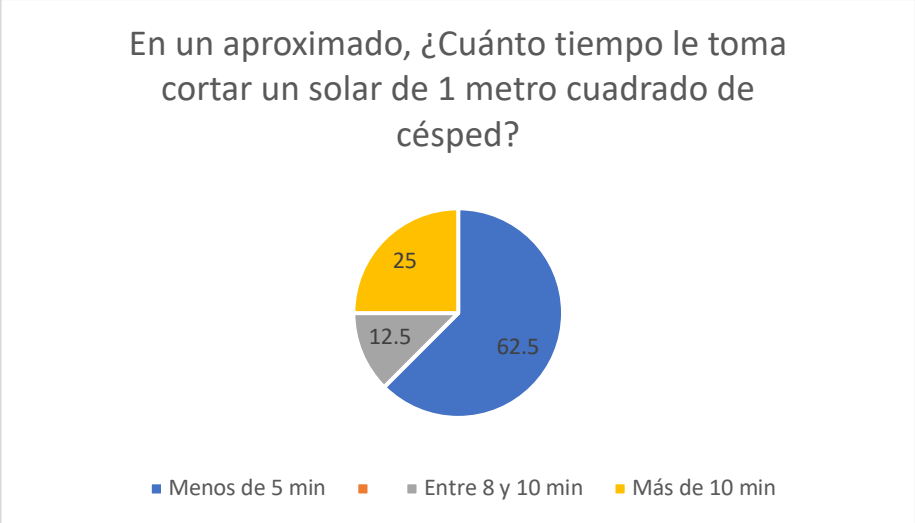


Ilustración 33: Pregunta encuesta - Anexo 2 - Elaborado por JL Yépez

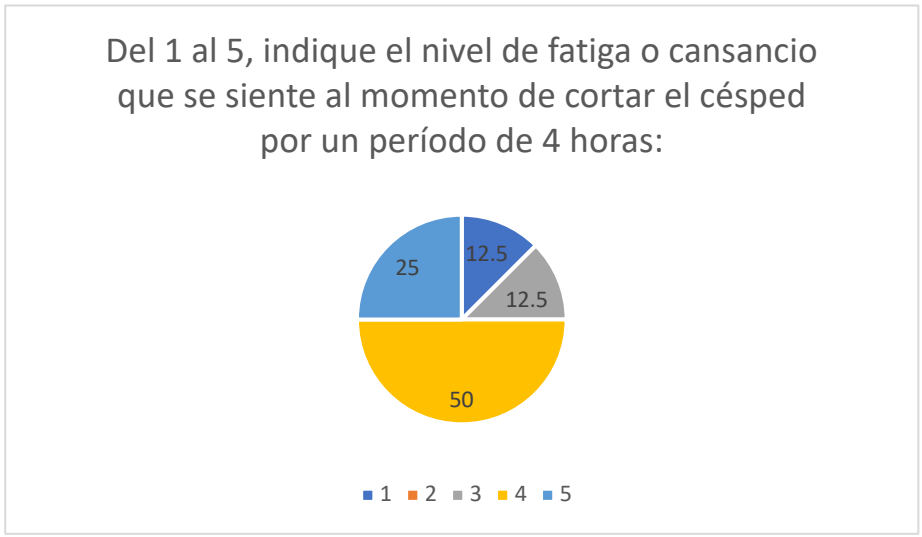


Ilustración 35: Pregunta encuesta - Anexo 2 - Elaborado por JL Yépez

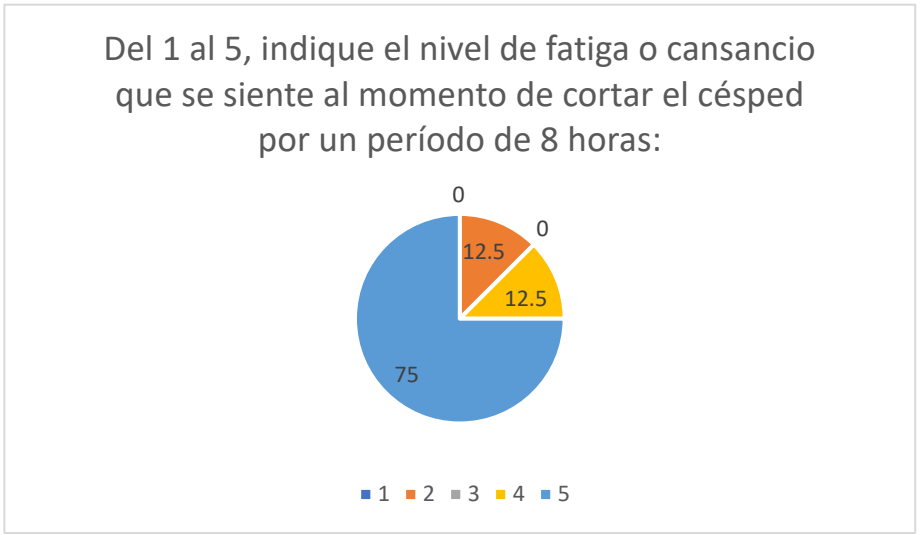


Ilustración 34: Pregunta encuesta - Anexo 2 - Elaborado por JL Yépez

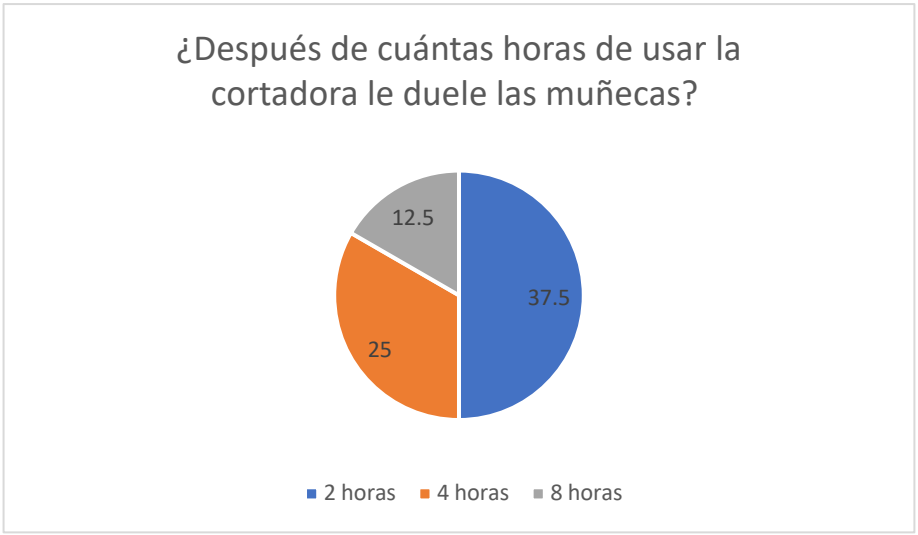


Ilustración 36: Pregunta encuesta - Anexo 2 - Elaborado por JL Yépez

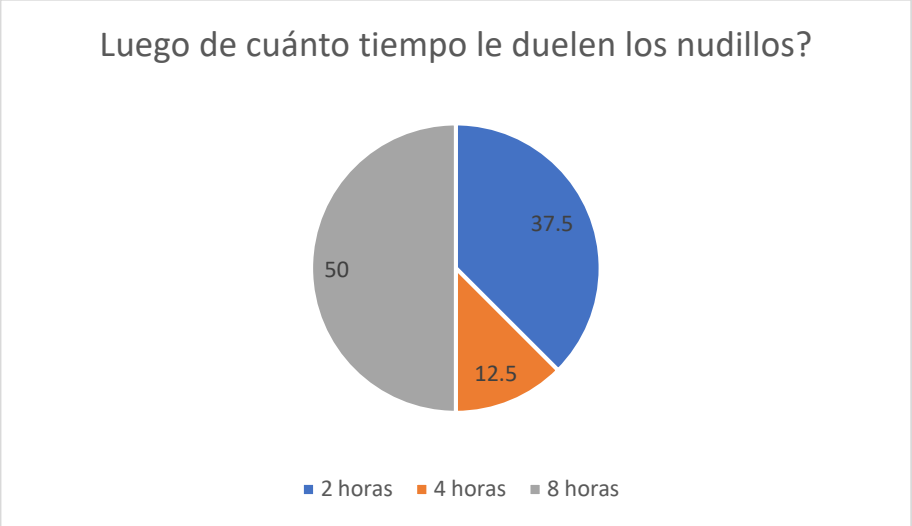


Ilustración 38: Pregunta encuesta - Anexo 2 - Elaborado por JL Yépez

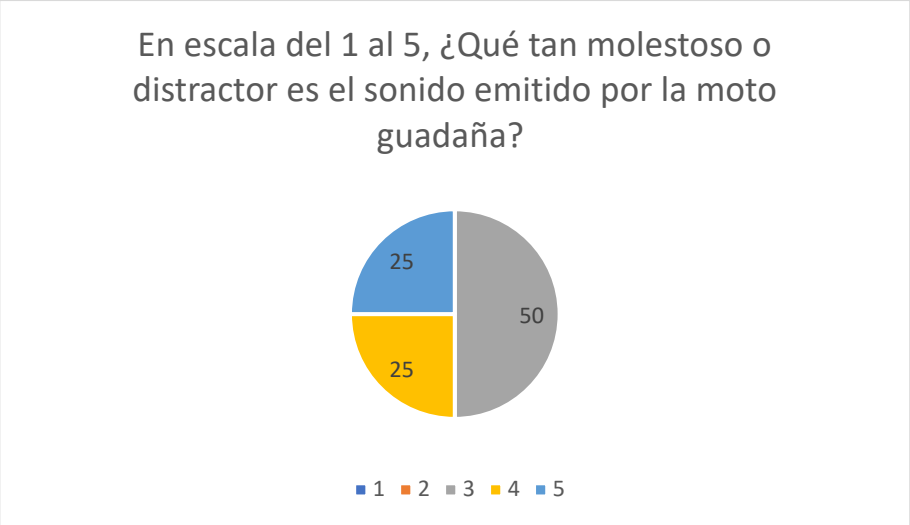


Ilustración 37: Pregunta encuesta - Anexo 2 - Elaborado por JL Yépez

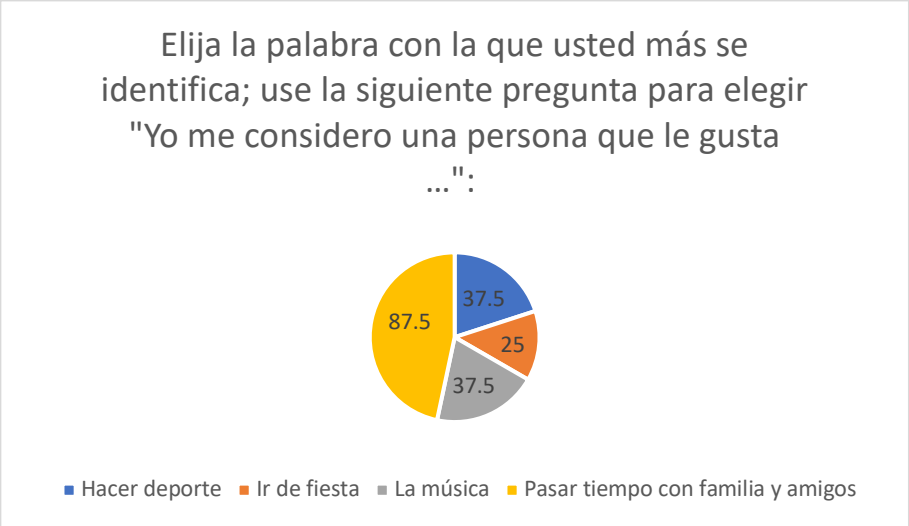


Ilustración 39: Pregunta encuesta - Anexo 2 - Elaborado por JL Yépez

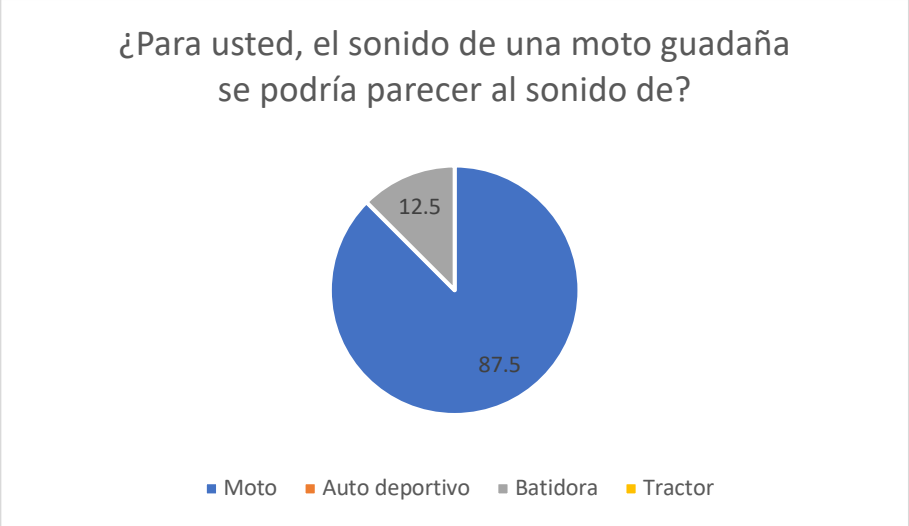


Ilustración 40: Pregunta encuesta - Anexo 2 - Elaborado por JL Yépez

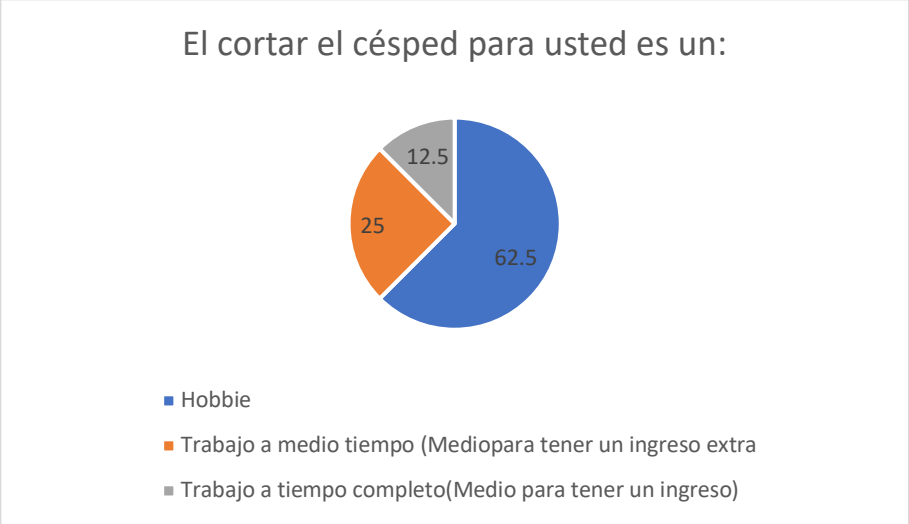


Ilustración 41: Pregunta encuesta - Anexo 2 - Elaborado por JL Yépez

8. RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO. –

Luego de realizar las entrevistas y encuestas a las personas que ejercen la labor de cortar el césped, ellos llegan a la conclusión que los objetos de protección no son lo suficientemente adecuados o seguros, pues estos presentan muchas limitaciones como ejemplo al momento de cambiar la piola de corte o rellenar el cárter de combustible se tienden a sacarse los guantes por ser muy gruesos y pierden sensibilidad y motricidad, ya que estas son acciones de precisión; por lo que tienden a usar guantes de látex para tener una libre movilidad exponiéndolos a más peligros.

Otra necesidad que asumen tener, son la falta de comodidad que poseen las correas para cargar la máquina, porque dejan marcada y lacerada la piel en la zona de los hombros.

También la falta de un contenedor que evite la evaporación del combustible al estar expuesto al sol, debido a que como el consumo de este es inmediato (1h 30min) y deben usar una mezcla especial para que la máquina funcione (gasolina y aceite), colocan este en botellas de plástico de 1 litro para poder movilizarse y recargarlo donde lo necesiten. Si bien, estas necesidades son válidas, existen otras que son más prioritarias para su salud.

Gracias al proceso de observación de las labores hacia el usuario, al análisis de la actividad dentro de la interfaz usuario – máquina y a la evaluación del producto (moto guadaña Stihl FS 280), los mayores problemas que enfrentan las personas que operan esta máquina son:

- La postura de los brazos y manos que presenta el operario al momento de cortar el césped (monótona)[8] que, unida a la exposición prolongada de vibraciones, pueden generar lesiones tanto internas como externas (Síndrome de Raynaud).
- Los altos niveles auditivos que emite la máquina, el cual se encuentra por sobre el rango permitido según la Organización Mundial de la Salud.

[8] Debido a que el único movimiento que realiza es acelerar y desacelerar constantemente.

- Otra necesidad es generar un vínculo entre el operador y la máquina; pues el usuario tiende a pegar vinilos o pintar líneas con marcadores con el fin de darle otra connotación a su herramienta y que esta se vuelva propia.

En conclusión, pese a que son muy reducidos los grupos o sindicatos de guadañeros y moto guadañeros, la gran mayoría se identifica como parte de un grupo, pues según lo relatado en el proceso de observación, dentro del GAD Alangasí – Limpieza, existen grupos que comparten ciertos rasgos característicos o que se unen con ideologías similares. El hecho de personalizar sus máquinas de acuerdo con sus creencias, gustos y deseos ya marca una tendencia común.

La primera impresión es importante para ellos, pues el nivel estético dentro de la forma y el símbolo es alto; la gran mayoría busca modelos con un tema deportivo o que tienda a transmitir velocidad. Generalmente al momento de comprar o elegir un producto, lo hacen en torno a las necesidades que posee, pero siempre teniendo en mente el ingreso económico actual. Si bien esta es una tendencia muy marcada, existen ocasiones en que el usuario decide endeudarse solamente si el producto cumple con sus expectativas y el costo/beneficio es alto.

9. ANÁLISIS TIPOLÓGICO / BENCHMARKETING. –

Este análisis describe los productos fabricados a nivel mundial, y como se ha resuelto los problemas de vibración y ruido que producen las moto guadañas, además del aspecto estético. Sabiendo la capacidad adquisitiva de los usuarios y su nivel socioeconómico, es importante analizar las características que brindan las máquinas, cómo se las puede adquirir, la garantía de mantenimiento y el costo en el mercado.

NOMBRE		ASPEC. EMOCIONAL
STIHL FS 280 Potente moto guadaña de 2.6 CV de potencia		Diseño Visceral Dis. Conductual (Norman D. A., 2005) **FUENTE** (STIHL FS 280, 2021)

Descripción:

Datos técnicos	Valor
Cilindrada cm³	38,9
Potencia kW/CV	1,9/2,6
Peso kg	7,9
Nivel de presión acústica dB(A)	100
Nivel de potencia acústica dB(A)	112
Valor de vibración izquierda/ derecha m/s² 4)	3,1/2,6
Motor STIHL	2-MIX
Long. total, sin herramienta de corte cm	185
Equipamiento de corte estándar	Cuchilla de matorrales 300-3
Capacidad del depósito l	0,58
Eje de transmisión en el tubo	Rígido
Sistema antivibración STIHL	1 punto

Ventajas:

Peso reducido con excelente equilibrio.

Sistema anti vibratorio en motor.

Construcción robusta, ideal para trabajos de intensidad media.

Manillar abierto para un manejo de la máquina ergonómico y sin esfuerzo.

Desventajas:

Nivel de decibeles por sobre el rango permitido.

Nivel de vibración alto a pesar de tener un sistema anti vibratorio.

COSTO:	$802,65	PAÍS:	Alemania, ensamblada en Brasil.

Tabla 9: Analogía de Modelos 1. Elaborado por JL Yépez

<table>
<tr><td>NOMBRE</td><td rowspan="2"></td><td>ASPEC. EMOCIONAL</td></tr>
<tr><td>STIHL FS 38
Ligera y ergonómica con 0.9 CV de potencia</td><td>Diseño Visceral
Dis. Conductual
(Norman D. A., 2005)
FUENTE
(STIHL FS 38, 2021)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Descripción:
<table><tr><th>Datos técnicos</th><th>Valor</th></tr><tr><td>Cilindrada cm³</td><td>27,2</td></tr><tr><td>Potencia kW/CV</td><td>0,65/0,9</td></tr><tr><td>Peso kg</td><td>4,1</td></tr><tr><td>Nivel de presión acústica dB(A)</td><td>94</td></tr><tr><td>Nivel de potencia acústica dB(A)</td><td>108</td></tr><tr><td>Valor de vibración izquierda/ derecha m/s² 4)</td><td>8,0/8,0</td></tr><tr><td>Long. total, sin herramienta de corte cm</td><td>147</td></tr><tr><td>Equipamiento de corte estándar</td><td>AutoCut C5-2</td></tr><tr><td>Capacidad del depósito l</td><td>0,33</td></tr><tr><td>Eje de transmisión en el tubo</td><td>Flexible</td></tr><tr><td>Sistema antivibración STIHL</td><td>N/A</td></tr></table></td><td>Ventajas:
Regulación de empuñadura sin herramientas.
Bomba manual de combustible.
Ideal para mantener en orden el jardín.
Capacidad de segar pequeñas superficies del césped.
Desventajas:
Nivel de decibeles por sobre el rango permitido.
Vibración directa a las manos (Mando de control).
No posee un sistema anti vibratorio.</td></tr>
<tr><td>COSTO</td><td>$200,41</td><td>PAÍS</td><td>Alemania, ensamblada en Brasil.</td></tr>
</table>

Tabla 10: Analogía de Modelos 2. Elaborado por JL Yépez

NOMBRE		ASPEC. EMOCIONAL
Bordeadora a gasolina – profesional 26cc – 1,0 HP Black & Decker		Diseño Visceral (Norman D. A., 2005) **FUENTE** (Black&Decker 26cc - 1,0 HP, 2021)

Descripción:

Datos técnicos	Valor
Cilindrada cm³	26
Potencia HP	1,0
Peso kg	7,1
Control de Velocidad	Variable
Velocidad	7000 rpm
Mezcla	40:1
Long. total, sin herramienta de corte cm	147
Tipo de carburador	Diafragma
Capacidad del depósito (lts)	0,7
Motor	2 tiempos
Sistema antivibración	N/A

Ventajas:

Motor 2 – tiempos de 1,0HP para uso profesional.

Sistema de encendido Easy – Start.

Bujías tipo Premium Champion y carburador japonés Walbro.

Sistema de carrete y nylon de alta calidad.

Desventajas:

Manubrio unitario tipo mango.

Vibración directa a las manos (Mando de control).

COSTO	$220, 00	PAÍS	Estados Unidos

Tabla 11: Analogía de Modelos 3. Elaborado por JL Yépez

<table>
<tr><td>NOMBRE</td><td rowspan="2"></td><td>ASPEC. EMOCIONAL</td></tr>
<tr><td>Bordeadora a gasolina – profesional 33 cc – 1,2 HP Black & Decker</td><td>Diseño Visceral (Norman D. A., 2005)
FUENTE</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción:
<table><tr><th>Datos técnicos</th><th>Valor</th></tr><tr><td>Cilindrada cm³</td><td>33</td></tr><tr><td>Potencia HP</td><td>1,2</td></tr><tr><td>Peso kg</td><td>7,1</td></tr><tr><td>Control de Velocidad</td><td>Variable</td></tr><tr><td>Velocidad</td><td>6500 rpm</td></tr><tr><td>Mezcla</td><td>40:1</td></tr><tr><td>Long. total, sin herramienta de corte cm</td><td>185</td></tr><tr><td>Tipo de carburador</td><td>Diafragma</td></tr><tr><td>Capacidad del depósito (lts)</td><td>0,7</td></tr><tr><td>Motor</td><td>2 tiempos</td></tr><tr><td>Sistema antivibración</td><td>N/A</td></tr></table></td><td>Ventajas:
Motor 2 – tiempos de 1,2HP para uso profesional.
Sistema de encendido Easy – Start.
Bujías tipo Premium Champion y carburador japonés Walbro.
Manubrio con doble sistema de agarre.
Cabezal removible para uso de cuchilla o nylon.
Desventajas:
Nivel de vibración alto
No posee un sistema anti vibratorio.
Control de velocidad.</td></tr>
<tr><td>COSTO</td><td>$299, 00</td><td>PAÍS</td><td>Estados Unidos</td></tr>
</table>

Tabla 12: Analogía de Modelos 4. Elaborado por JL Yépez

<table>
<tr><td>NOMBRE</td><td rowspan="2"></td><td>ASPEC. EMOCIONAL</td></tr>
<tr><td>Moto guadaña TRUPER - 52cc con cuchilla y carrete</td><td>Diseño Visceral (Norman D. A., 2005)
FUENTE
(Kiwy - MOTOGUADANA TRUPER, 2021)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción:
<table><tr><th>Datos técnicos</th><th>Valor</th></tr><tr><td>Cilindrada cm³</td><td>52</td></tr><tr><td>Potencia HP</td><td>2</td></tr><tr><td>Peso kg</td><td>7,1</td></tr><tr><td>Mango tipo</td><td>Bici</td></tr><tr><td>Velocidad</td><td>9000 rpm</td></tr><tr><td>Mezcla</td><td>40:1</td></tr><tr><td>Long. total, sin herramienta de corte cm</td><td>185</td></tr><tr><td>Diámetro de corte</td><td>46 cm</td></tr><tr><td>Capacidad del depósito (lts)</td><td>0,7</td></tr><tr><td>Motor</td><td>2 tiempos</td></tr><tr><td>Sistema antivibración</td><td>N/A</td></tr></table></td><td colspan="2">Ventajas:
Regulación de empuñadura sin herramientas.
Arnés y manubrio para uso continuo.
Ideal para mantener en orden el jardín, muros, árboles y arbustos.
Uso profesional.
Sistema de carrete y nylon de alta calidad.
Desventajas:
No posee un sistema anti vibratorio.
Control de velocidad.</td></tr>
<tr><td>COSTO</td><td>$299,99</td><td>PAÍS</td><td>México</td></tr>
</table>

Tabla 13: Analogía de Modelos 5. Elaborado por JL Yépez

CONCLUSIONES:

Luego de realizar el análisis tipológico del producto, se pueden determinar tres conclusiones primordiales:

- La gran mayoría no posee un sistema anti vibratorio que reduzca el nivel de vibración que emite la máquina, misma que puede generar lesiones a futuro.
- El costo de las máquinas es elevado en comparación a los ingresos de los usuarios interesados.

- El nivel de capacidad de combustible en ciertos casos es alto, lo que produce un trabajo prolongado sin descanso que puede generar lesiones y fatiga extrema.

10. REQUERIMIENTOS DEL USUARIO. –

A continuación se plantean el Brief de Diseño, que es el documento de gestión del proyecto en donde se identifica el alcance, escala y detalles básicos del proyecto de diseño; y el listado de requerimientos, que obtiene luego de realizar una investigación tanto de campo como en la web y libros, con el fin de definir métricas de reglamentos que condicionen el producto a desarrollarse, pero sobre todo, para tener la certeza que el producto diseñado cumple con objetivos, determinantes y satisface las necesidades reales de los usuarios interesados.

10.1. Brief de diseño:

PUCE	**PROYECTO:** **Rediseño de una moto guadaña / cortadora de césped con el fin de la prevenir y atenuar las lesiones producidas en los miembros superiores por el uso prolongado de herramientas que emiten altas vibraciones.**
	Nombre del documento: Brief de Diseño
	Fecha de creación: Martes, 23 de marzo de 2021
	Autor: Jorge Luis Yépez Galarza
	Revisión: DI Freddy Alvear B.
¿Qué se hará (Objetos o Piezas de Diseño)? *Rediseñar una moto guadaña / cortadora de césped a través de formas y símbolos que pueda adaptarse a una ideología o expectativa a través de formas; y materiales aislantes con el fin de lograr reducir la vibración de la máquina.*	
Defina en una sola frase su producto: *Rediseño de una moto guadaña / cortadora de césped con el fin de amortiguar la intensidad de la vibración próxima a zonas vulnerables del cuerpo (dedos, muñecas, carpio).*	

¿Qué se espera de estas piezas?

Prevengan y atenúen las lesiones producidas en los miembros superiores por el uso prolongado de herramientas que emiten altas vibraciones.

Asideros tubulares de mando y control con protección para disminuir la vibración.

Rediseño del tubo central (materiales y forma) generando un vínculo y una identidad con el usuario.

Ampliación de 5 cm (25 cm original) en la zona de fijación (espacio entre motor y asideros) para reducir el choque térmico.

Genere un vínculo entre el usuario y su herramienta de trabajo.

Tecnología disponible para la producción:

Espuma Viscoelástica; Esponja, Thermo gel; Textiles (Cuerina, Dry cell, Gamuza, Elefante); Aluminio; Caucho

Finalidad del proyecto:

Brindar una solución a los usuarios que operan moto guadañas, con el fin de la prevenir y atenuar las lesiones producidas en los miembros superiores por el uso prolongado de herramientas que emiten altas vibraciones.

Perfil del Usuario(s):

Edad: *21 a 45 años*

Generación: *Generación X* ***(1965 - 1979)****, Generación Y o Millennials* ***(1980 - 2000)*** *y Generación Z* ***(2000 - 2010)****.*

Género: *Masculino (mayoritario) –* ***85%*** *y Femenino –* ***15%***

Estrato Socioeconómico: *C+; C –; D.*

Hobbies:

Pasar tiempo con familia y amigos, hacer deporte (fútbol y vóley) y realizar actividades vinculadas a la jardinería.

Rasgos simbólicos:

Ir a fiestas y lugares con música y alegría, colores vivos y brillantes similares a los que se usan en las carreras automovilísticas, gran gusto e identificación por el mundo de las motos y la velocidad, aparte del amor al futbol y el vóley.

¿Cómo podría clasificarse las necesidades según la Pirámide de Maslow?

Seguridad: *Es el punto más crítico y donde se centra este proyecto en su porcentaje más alto, ya que, debido a malas posturas, falta de objetos de protección o agotamiento físico, el usuario puede presentar peligros que afecten a su salud; ya sea física (Síndrome de Raynaud) o cognitiva (Insomnio).*

Aceptación Social: *Relacionarse con varias personas que compartan las mismas ideas e identidad como símbolos, logos, stickers o vinilos; y formar parte de ese grupo o sociedad*

Reconocimiento: *Generar un vínculo entre el usuario y su herramienta de trabajo; misma que pueda adaptarse a una ideología o expectativa (motocicleta, arma fantástica); con esto, el usuario adquiere una identidad, ya que ente caso su máquina sería única.*

Auto realización: *Reconoce a su trabajo como parte de su vida y la acepte; además de otorgarle a su herramienta una simbología y significado único, mismo que le sirve para identificarse entre un grupo de personas.*

Necesidades:

¿Qué desea el usuario?

A través de una encuesta realizada a personas que ejercen esta labor de cortar el césped, el usuario siente que los objetos de protección no son lo suficientemente adecuados, pues tienes muchas limitaciones; como cuando deben cambiar la piola de corte o rellenar el combustible, es por lo que usan los guantes de látex que si bien es cierto no protegen de residuos de hierba, permiten tener una libre movilidad. Otra necesidad es la falta de correas para evitar cargar el peso de la máquina, ya que incomoda al cortar superficies en subida o bajada. Por último, es necesario contar con un contenedor que evite la evaporación del combustible al estar puesto al sol, ya que muchas veces no hay lugares con sombra para colocar la botella con combustible.

¿Qué necesita el usuario?

Luego de un proceso de observación de las labores que ejerce el usuario, uno de los mayores problemas es la postura en la que se encuentra al momento de cortar el césped que, unido a la exposición prolongada de vibraciones, pueden generar lesiones tanto internas como externas; por lo que se debe brindar un mejor sistema de agarres para evitar que el usuario continúe con la mala postura.

Otra necesidad es su vínculo con su trabajo, pues el usuario tiende a pegar vinilos o pintar líneas con marcadores con el fin de darle otra connotación a su herramienta (moto deportiva) ya que, al momento de cortar el césped, el usuario siente que está montado en una. Esta observación se puede apreciar al momento de que el usuario bombea el combustible y enciende la máquina, pues tiende a acelerar como si estuviera en una moto o un auto deportivo.

Principales interesados:

Parroquia de Alangasí *(Sector Barrio Central, Jerusalén, San Vicente y La Ferrara).*

DM Quito *(EMASEO Q).*

Tendencia:

¿El usuario se inscribe en algún panorama de Innovación?

Pese a que son muy reducidos los grupos o sindicatos de guadañeros y moto guadañeros, el usuario se inscribe dentro de la identificación con un grupo de usuario, pues según lo relatado en el proceso de observación, dentro del GAD Alangasí – Limpieza, existen grupos que comparten ciertos rasgos característicos o se unen con ideologías similares; por ejemplo, un grupo de personas que operan con moto guadañas Stihl, o personas que opinan que el cortar el césped es un hobbie más que un trabajo.

¿Es posible distinguir una tendencia?

Si, una tendencia común es personalizar sus máquinas de acuerdo con sus creencias, gustos y deseos; esto con el fin de diferenciarse de otras personas que posean una moto guadaña.

Decisiones del Usuario:

Cómo toma el usuario sus decisiones racionales:

Generalmente al momento de comprar o elegir un producto, lo hace en torno a las necesidades que posee, pero siempre teniendo en mente el ingreso económico actual. Si bien esta es una tendencia muy marcada, existen ocasiones que el usuario decide endeudarse solamente si el producto cumple con sus expectativas y el costo/beneficio es alto.

Cómo toma el usuario sus decisiones emocionales:

La primera impresión es importante, pues el nivel estético dentro de la forma y el símbolo es alto; la gran mayoría busca modelos con un tema deportivo o que tienda a transmitir velocidad

Cómo se pretende afectar al usuario:

Primero, resolviendo los problemas que actualmente presentan como la vibración, el nivel de potencia acústica, ciclos repetitivos de accionamiento de los mandos, problemas al maniobrar y falta de pausas para descansar. Segundo, generando un producto que contenga la ideología común de los guadañeros, que sus moto guadañas tengan un aspecto más aerodinámico y único, lo cual las diferencie de las demás.

¿Por qué los usuarios prefieren su producto o servicio sobre otros?

Porque resuelve la mayoría de las necesidades que actualmente demandan los usuarios como el ruido, agotamiento físico extremo, dolores en las extremidades superiores, mejor sistema de operación y rasgos identificativos / únicos que se diferencien de los demás modelos similares.

Cómo toma el usuario sus decisiones emocionales:

La primera impresión es importante, pues el nivel estético dentro de la forma y el símbolo es alto; la gran mayoría busca modelos con un tema deportivo o que tienda a transmitir velocidad.

Riesgos iniciales:

Amenazas	**Oportunidades**
Respuesta adversa de empresas grandes como Stihl.	Reconocimiento y patrocinio.
Espionaje Industrial.	Garantizar la salud para los guadañeros.
	Servicio a la comunidad.

Tipo de usuario por adopción del producto:

Usuario Temprano:

Usuario que compran el producto por primera o aún no tiene la experiencia tanto práctico como teórica para comprar productos más sofisticados.

Pragmático: *Usuario que elige y compra sus productos de acuerdo con sus características técnicas, mismas que son conocidas por este debido a años de uso*
¿Cómo decide el usuario en relación con su producto por sobre otros? ***Valor:*** *La idea es generar un objeto que presente el mismo precio en promedio con sus similares, pero brindándole mayores beneficios.* ***Estética:*** *Valor simbólico común, donde el usuario tenga la posibilidad de personalizar su máquina ya sea con pegatinas o dibujos; además de presentar una forma aerodinámica.* ***Calidad:*** *Uso de materiales fáciles de sustituir y que existen en el mercado local; además de tener un tiempo de vida útil de 5 a 8 años.* ***Funcionalidad:*** *El objeto tendrá un sistema de seguridad que permita una garantizada pausa de descanso (cada hora).* ***Innovación:*** *Sistema de aceleración automático similar al de las podadoras, además de materiales que protege de vibración y brindan comodidad física al momento de operar con la máquina*
Distribución del Producto: ***Interno:*** *El mercado objetivo preliminar es en la ciudad de Quito y a futuro el país.* *Forma de distribución* □ ***Percha:*** *Intentar ingresar a tiendas como Ferrisariato y Kywi.* □ ***Catálogo:*** *Dentro de las redes sociales y tiendas posicionadas.* ***Transporte (Cómo se movilizará el producto):*** *El producto puede adquirirse montado o desmontado.*
Tipologías: ***¿Qué productos suplen ahora la necesidad que se va a atacar?*** *Moto guadañas Stihl FS, pero no en los aspectos de ruido y vibración.* ***¿Cuáles son las ventajas de estos productos?*** *Pertenecen al catálogo de productos de una empresa posicionada, además de contar con repuestos al día.* ***¿Cuáles son las desventajas de estos productos?*** *No cumplen con normas de seguridad como el caso de vibración A (8) (3,1 m/s2 cuando debe ser 2,5 m/s2) y en ruido (100 dB (A) cuando debe ser 80 dB (A))*
Director del proyecto: *DI Freddy Alvear Brito.*

Tabla 14: Brief de diseño - Project Management Institute, Inc. - PMBOK® Guide 5th

10.2. Requerimientos:

Tomando en cuenta el Sistema de Referentes que maestro Jaime Franky Rodríguez plantea en su libro “El Acto de Diseñar… entre otras quijotadas”, el cual abarca Ser Humano, Innovación, Estética, Recursos y Sostenibilidad; y el formato para obtener los Requerimientos de Diseño a partir de Determinantes encontradas en libros planteado por Ovidio Rincón, se

procede a sacar los determinantes y requerimientos necesarios para la configuración y desarrollo del proyecto de diseño.

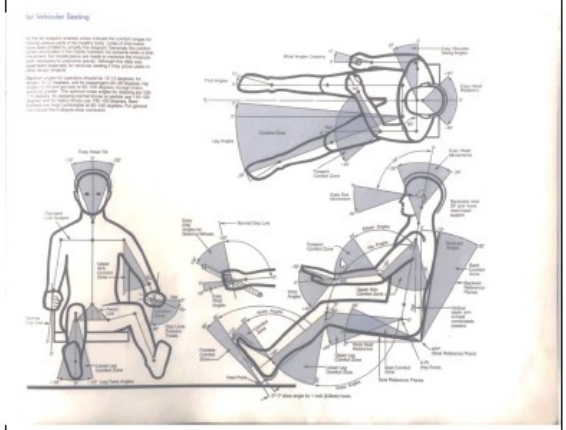
DETERMINANTES	REQUERIMIENTOS
SER HUMANO	
Rango de Edad: 21 a 45 años	**Altura del Usuario:** 160 cm a 173 cm
Género: Hombres y Mujeres	**Peso del Usuario:** 62,14 kg a 69,39 kg
Ergonomía Física:	
Dimensiones antropométricas de la población Latinoamericana" de Rosalío Ávila Chaurand, Lilia Roselia Prado León y Elvia Luz González Muñoz. (Ávila, Prado, & González, 2007)	 Distancia en cm (pulgadas) 50/50 Hombre Mujer 5 Percentil / 50 Percentil / 95 Percentil Máximo 2,1 (0,8) / 4,3 (1,7) / 7,9 (3,1) 10,8 (4,2) / 12,5 (4,9) / 15,0 (5,9) Distancia en cm (pulgadas) 50/50 Hombre Mujer 5 Percentil / 50 Percentil / 95 Percentil Máximo 4,5 (1,8) / 5,5 (2,2) / 5,9 (2,3) 6,5 (3,7) / 11,0 (4,3) / 18,0 (5,1) Distancia en cm (pulgadas) 50/50 Hombre Mujer 5 Percentil / 50 Percentil / 95 Percentil Máximo 3,6 (1,4) / 4,5 (1,8) / 5,8 (2,3) 6,5 (3,7) / 11,0 (4,3) / 18,0 (5,1) *Tabla de medidas antropométricas de las manos*
Según la Seguridad al Día 288 del Consejo Colombiano de Seguridad, dentro de las recomendaciones de cargas pesadas, dice: El peso máximo recomendado en trabajos habituales de manipulación de carga es de 25 kg en el caso del hombre, y de 12 kg en el caso de las mujeres. (Consejo Colombiano de Seguridad, 2020)	El objeto no debe tener un peso mayor a 12 Kg.
Trabajos en los que se produzcan vibraciones transmitidas a la mano y al brazo por gran número de máquinas o por objetos mantenidos sobre una superficie vibrante de frecuencia entre 25 y 250 Hz, como lo son martillos neumáticos, punzones, taladros, taladros a percusión, perforadoras pulidoras, esmeriles, sierras mecánicas, desbrozadoras (moto guadaña). (Huerta, 2013)	Debido a que la máquina es de tres tiempos, el nivel de enfermedad por vibración es alto, es por lo que en el objeto se debe cubrir las donas que tienen contacto con: • Palma de la mano. • Las falanges proximal y media de los dedos. • Las arterias cubitales y radiales. • Los Carpianos y Metacarpianos.
Tomar en cuenta los ángulos de confort del cuerpo. 	Ángulo de movimiento de la cabeza en eje Y: -30° a 30° Ángulo de movimiento de la cabeza en eje X: -45° a 45° Ángulo de muñeca agarrando eje X: 0° a 15° Ángulo de la muñeca agarrando eje Y: 0° a 10° Ángulo de oscilación de hombros fáciles: 0° a 25° Zona de confort del antebrazo eje X: -60° a 40° Zona de confort del antebrazo eje Y: 0° a 80° Zona de confort para la parte superior del brazo eje X: -15° a 35° Zona de confort para la parte superior del brazo Y: 0° a 30° Ángulo de agarre fácil para volantes: 102° a 132°
Ergonomía Cognitiva:	
Encontrar soluciones para los trabajadores que tienen trastornos y fallos cognitivos, tales como reducciones en las funciones visuales y auditivas, al menos en cierta medida. (Riesgo Zero, 2021) Una gran parte de los accidentes y lesiones laborales son causados por errores humanos debidos a fallos cognitivos. (Riesgo Zero, 2021)	Reducir los niveles de ruido (reducción auditiva) y vibración (reducción visual) que presenta la moto guadaña de estudio Stihl modelo FS 280, con los valores de rango permitidos en las Normativas ISO de Vibración y de la WHO en el caso del Nivel de Presión Acústica; con el fin de reducir los accidentes producidos por errores humanos.

Tabla 15: Tabla de Requerimientos - Ser Humano. Elaborado por JL Yépez

OBJETO

Seguridad:

Valores y rangos permitidos de seguridad tomados con referencia al análisis de los datos técnicos de una Desbrozadora / Moto guadaña Stihl modelo FS 280 de 2,6 CV de potencia. (Stihl, 2021)

Cilindrada	38,9 cc
Potencia kW / CV	1,9 / 2,6
Peso (sin combustible, herramientas de corte, protección)	7,9 kg.
Velocidad del Motor	12500 rpm
Nivel de presión acústica	100 dB (A)
Nivel de potencia acústica	112 dB (A)
Valor aceleración umbral A (8) de la vibración mando izquierdo / derecho	3,1 / 2,6
Long. total sin herramienta de corte	1,83 Mts.
Capacidad del depósito	0.53 Lts.



La exposición aconsejable de vibración por aceleración en el día A (8), de acuerdo con el tiempo de trabajo es: (Universidad Politécnica de Valencia, 2021)

	Mano - Brazo		Cuerpo Completo	
Tiempo (horas)	Aceleración umbral/mínima (m/s2)	Aceleración límite (m/s2)	Aceleración umbral/mínima (m/s2)	Aceleración límite (m/s2)
10	2.2	4.5	0.45	0.9
8	2.5	5	0.5	1
6	2.9	5.8	0.58	1.2
4	3.5	7.1	0.71	1.4
2	5	10	1	2
1	7.1	14.1	1.41	2.8
30 min	10	20	2	4
<= 30 min	17.3	34.6	3.46	6.9

Los niveles de vibración del nuevo objeto deben cumplir con el rango aconsejable para tiempos de trabajo de A (8) (8 horas) con una aceleración umbral y límite de:

Mano – Brazo:

A (8): 2,5 m/s2 (Aceleración umbral)

A (8): 5 m/s2 (Aceleración límite)

Cuerpo Completo:

A (8): 2,5 m/s2 (Aceleración umbral)

A (8): 5 m/s2 (Aceleración límite)

El centro de gravedad (CG) de una persona se encuentra a una distancia aproximada del suelo del 66% de su talla. (Barrios, 2021)
El peso de carga en la zona del centro de gravedad del cuerpo humano a la altura del ombligo es de 16 Kg. (Urueña, 2021)

Tomando en cuenta que el rango de altura de los usuarios objetivo esta entre 160 Mts. Y 170 Mts., y sabiendo que el CG está aproximadamente a 66% desde el suelo; podemos deducir que el CG se encuentra a:

Altura: 1,60 Mts. -> CG: 105,6 Mts.

Altura: 1,73 Mts. -> CG: 114,18 Mts.

+/-: 8,58 cm en 13 Mts de diferencia.

El oído necesita al menos 6 horas de reposo para compensar ruidos de 60 dB. (Urueña, 2021) El nivel más alto permisible de exposición al ruido en el lugar de trabajo sea de 85 dB durante un máximo de 8 horas al día. (…), la exposición a niveles de ruido de 100 dB es segura durante un máximo de 15 minutos. (Comunicado de prensa WHO, 2015)	Reducir un 20% de Nivel de Presión Auditiva original de la máquina, de 100 dB a 80dB; con el fin de que se encuentre dentro del rango permitido para exposiciones máximas de ruido durante 8 horas.
Forma:	
Objeto personalizable. (Valencia, 2005) Preferencias del usuario. (Milton & Rodgers , 2013) La forma usa elementos de diseño. (Valencia, 2005)	El objeto es unisex por lo que puede ser usado por hombres o mujeres. El objeto debe satisfacer los gustos, deseo y sentimientos del usuario; pero también debe resolver el problema principal del trabajador.
Uno de los problemas son posturas, pues al estar en una posición durante varias horas puede generar contracturas musculares. (Vargas, 2021)	Brindarle mayor estabilidad en el agarre de la máquina.
La potencia de la máquina desbrozadora (moto guadaña) con una curvatura en la parte inferior frente a una con tubo recto, no cambia. (Monge, 2021)	Reducir la vibración de la máquina en un 80% sin comprometer la potencia.

Tabla 16: Tabla de Requerimientos - Objeto. Elaborado por JL Yépez

ESTÉTICA	
Simbólica:	
La forma y cromática debe ir acuerdo al tipo de lugar, zona y área de trabajo. (Campos, 2016)	Debe poseer colores vivos y llamativos para generar alerta; tomando en cuenta la cromática dirigida para seguridad y riesgos.
Cromática usada para riesgos y seguridad (Campos, 2016)	

Tabla 17:Tabla de Requerimientos - Estética. Elaborado por JL Yépez

SOSTENIBILIDAD	
Vida Útil:	
Mantenimiento y reparación del producto. (Manual práctica de ecodiseño, 2000)	El objeto debe contar con piezas que se puedan reemplazar; mismas que garanticen largo período de vida útil del objeto y su fácil mantenimiento en caso de presentar algún percance.

INNOVACIÓN	
Producto:	
Mejorar significativamente en cuanto a características técnicas, de uso, o funcionales. (Manual de Oslo, 2005)	Problema existente de una vibración directa en la zona de los carpios por aceleración y desaceleración constante; por lo que el objeto de tener: Sistema gradual que controle la velocidad; tomando en cuenta que debe tener una Velocidad Máxima a 80 Hz y una Aceleración Umbral de 2,5 m/s2 en el caso de Mano – Brazo.
RECURSOS	
Materiales:	
Materiales certificados, durables y resistentes a climas con temperaturas de entre 7°C y 25°C. (Climate-data.org, 2021) **TABLA CLIMÁTICA // DATOS HISTÓRICOS DEL TIEMPO ALANGASÍ**	Los posibles materiales textiles a usar para el recubrimiento de los asideros son: - Tela Victoria. - Lona. - Cuerina. Los posibles materiales no metálicos a usar para el reducir la vibración de los asideros son: - Espuma Viscoelástica o Memory Foam. - Thermo Gel (Resistente al calor y vibración). Los posibles materiales metálicos a usar para el cuerpo de la moto guadaña es: - Aluminio. - Acero quirúrgico. Los posibles materiales plásticos a usar para la base de los asideros son: - PLA de alta resistencia - PVC de alta densidad

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	15.5	15.3	15.3	15.5	15.6	14.8	14.9	14.9	15.4	15.5	15.3	15.4
Temperatura mín. (°C)	8.4	8.3	8.5	8.9	8.5	7.5	7.2	7.1	7.5	8.3	8.2	8.1
Temperatura máx. (°C)	22.6	22.4	22.2	22.1	22.6	22.2	22.7	22.8	23.2	22.7	22.4	22.7
Temperatura media (°F)	59.9	59.5	59.5	59.9	59.9	58.6	58.8	58.8	59.7	59.9	59.5	59.7
Temperatura mín. (°F)	47.1	46.9	47.3	48.0	47.3	45.5	45.0	44.8	45.7	46.9	46.8	46.6
Temperatura máx. (°F)	72.7	72.3	72.0	71.8	72.6	72.0	72.9	73.0	73.8	72.9	72.3	72.9
Precipitación (mm)	112	137	177	201	101	47	22	30	66	103	142	123

Tabla 18: Tabla de Requerimientos - Sostenibilidad; Innovación y Recursos. Elaborado por JL Yépez

11. RESPUESTA TENTATIVA A UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN. –

Una vez realizado todo el proceso previo (evaluación del producto, observación de campo, entrevistas a expertos y usuarios, encuestas a usuarios y análisis de tipologías) el resultado final esperado es un rediseño de una moto guadaña / cortadora de césped que cumpla con los requerimientos y determinantes obtenidas en el proceso de investigación y entrevistas con expertos, dando énfasis en el aspecto de seguridad (niveles de vibración y ruido) y el estética (generar un vínculo con el usuario), así mismo se pretende que el diseño final genere un aspecto emocional de tipo reflexivo, con el fin de dar un factor unión entre el usuario y el objeto.

SEGUNDA PARTE

12. DESARROLLO DEL CONCEPTO DE DISEÑO Y GENERACIÓN DE PROPUESTAS. –

Para la generación de propuestas y desarrollo de conceptos, se realizaron cuatro metodologías: Proceso Analógico por Modelos, Metáforas Visuales, Proceso Participativo y Sistema Ergonómico; de las cuales emergieron ideas completamente innovadoras tanto a nivel formal como funcional. En el caso de la primera propuesta, se usó una herramienta creativa para elegir el concepto, ya que el objetivo principal fue romper el arquetipo de moto guadaña, y buscar nuevas alternativas que nos permitan cortar el césped.

12.1. Concepto #1 – Star Scythe, el futuro es hoy:

Para el desarrollo de este concepto, se procede a consultar a los usuarios sobre su película/serie favorita, la cual puede ser ciencia ficción o fantasía, y un personaje de esta con el objetivo de plantear un objeto que, dentro del contexto de esta serie o película, resuelva el problema planteado en el tema de TFC o un problema relacionado a este. La mayoría de los usuarios coincidían en sagas como Star Trek de Gene Roddenberry y Star Wars de George Lucas; mientras que los personajes elegidos eran el Primer Oficial de la nave USS Enterprise comandante Spock de Vulcano por parte de Star Trek, y el robot de servicio R2D2, por Star Wars.



Ilustración 42: Poster de Star Trek: Original Series 1966

La elección de la película fue interesante, ya que los guadañeros de más edad tenían stickers de Star Wars y Star Trek pegados a su máquina con la idea de que este aparato se asemeje a una herramienta salida de estas películas. Luego de hacer un sondeo, la película ganadora fue la saga de Star Trek, la cual fue un éxito ya que muchos de los artefactos usados en esta saga resuelven los problemas de los tripulantes con fin de evitar riesgos, lo cual se apega mucho al tema general de este escrito.

El contexto para el desarrollo del objeto es que ayude a los exploradores de la nave interestelar USS Enterprise a cortar todo tipo de maleza, con el fin de abrirse paso en planetas que poseen una densa vegetación sin ser vistos para cumplir con la misión de observación e investigación de planetas.

Presenta una forma y tamaño similar a una nave de patrullaje, por lo que puede moverse por toda la geografía del planeta sin levantar sospecha alguna; además de ser controlada a través de una tableta PADD o mando a distancia, en donde se muestra el nivel de la cuchilla, la distancia de las ondas gravitacionales con respecto a la superficie y ofrece un modo de corte automático.

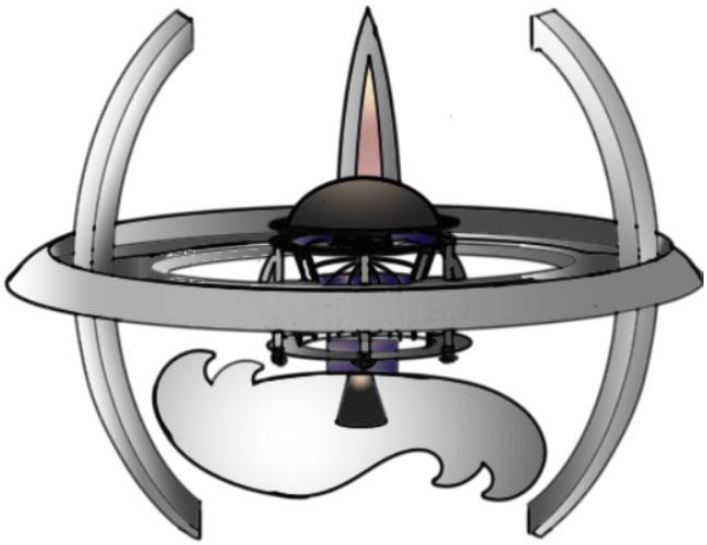


Ilustración 43: Concepto de Star Scythe. Diseñado por JL Yépez

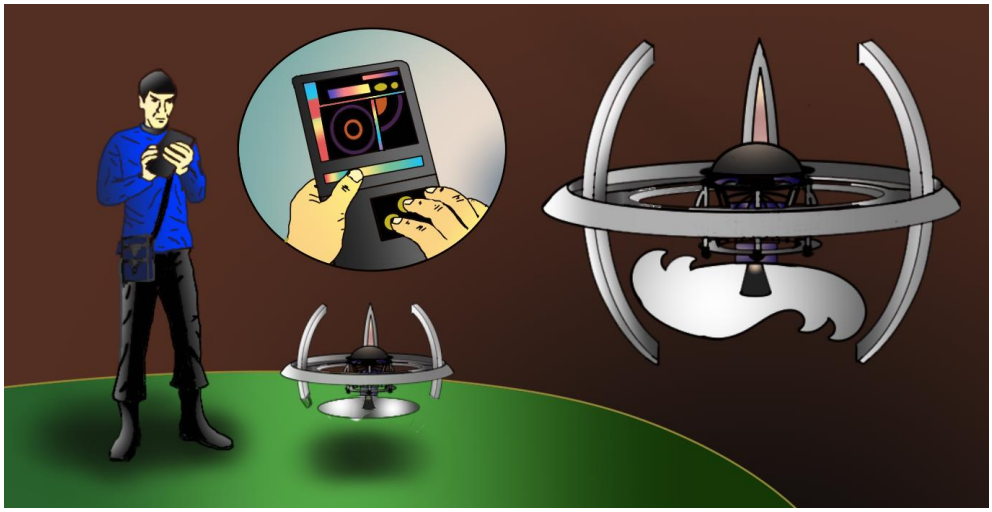


Ilustración 44: Isometría de Star Scythe. Diseñado por JL Yépez

12.2. Concepto #2: Proceso Analógico por Modelos:

Este proceso inicia con la geometrización de un objeto de la naturaleza, arquitectura o estatuas; en este caso se realiza una geometrización de la Catedral de Notre Dame, donde se aprecian figuras ortogonales, simetría y jerarquía.

De igual manera se geometriza la nave USS Enterprise de la saga Star Trek, en donde se llega a la conclusión que tiene rasgos del estilo gótico (figuras ortogonales, simetría y jerarquía). Una vez analizada la geometrización de la nave, se empieza a buscar formas que ayuden o den una guía de cómo puede surgir un nuevo concepto, donde el punto de partida sea cortar el césped.

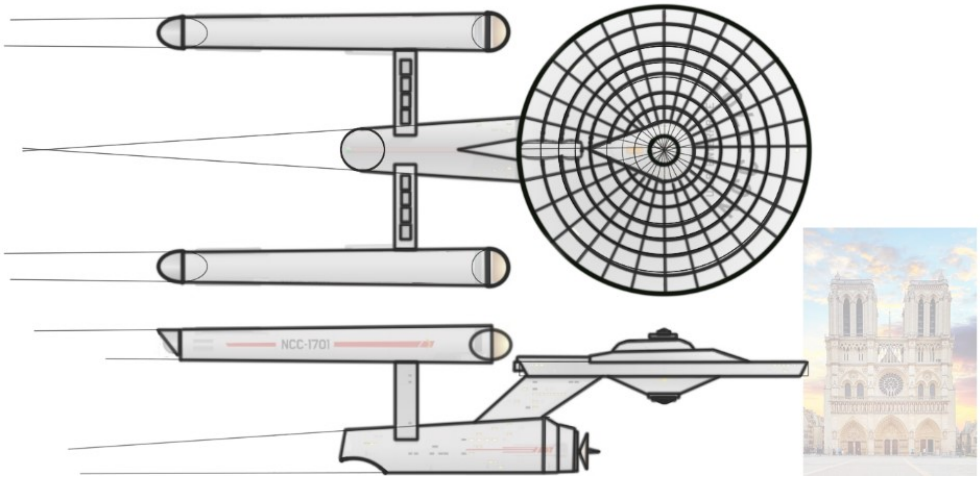


Ilustración 45: Geometrización de la nave USS Enterprise y la Catedral de Notre Dame. Elaborado por JL Yépez



Ilustración 46: Análisis de la nave USS Enterprise. Elaborado por JL Yépez

Gracias a la forma lateral que presenta la nave, una idea es hacerla girar 180°, donde se visualiza una forma interesante muy parecida a un auto de fórmula 1, el cual es una de las memorias simbólicas que tienen las personas al momento de escuchar el motor de sus cortadoras de césped. Se procede a buscar rasgos importantes a destacar en una máquina de cortar el césped, como es el caso de la cuchilla y el motor.



Ilustración 47: Objeto para cortar el césped - Isometría. Diseñado por JL Yépez

12.3. Concepto #3: Metáforas Visuales:

La idea es buscar palabras visualmente descriptivas (Fila) y atributos que debe tener el objeto (Columna) y encontrar relaciones. En este caso, se usará una (X) para aquellas relaciones que no son viables; un cuadrado, para las que son completamente viables; y un cuadrado con un (X), para las parciales.

	NATURALEZA	OPERARIO	VIENTO
VELOCIDAD	X	X	□
VIBRACIÓN	X	X	□
SONIDO	□	□X	□X
AERODINÁMICO	□	X	X

Tabla 19: Matriz de Metáforas Visuales. Elaborado por JL Yépez

Una vez identificada las metáforas que pueden unirse (visuales y atributos), se procede a buscar palabras que tengan una relación en común para obtener un concepto; teniendo como resultado las palabras: ave (aerodinámico - naturaleza), animales (sonido - naturaleza), ondas (viento - velocidad) y tornado (viento - vibración).

	NATURALEZA	OPERARIO	VIENTO
VELOCIDAD	X	X	ONDAS
VIBRACIÓN	X	X	TORNADO
SONIDO	ANIMALES	□X	□X
AERODINÁMICO	AVES	X	X

Tabla 20: Análisis Matriz de Metáforas Visuales. Elaborado por JL Yépez

En este caso, la idea para el concepto es analizar la forma que presenta tanto el ala como el cuerpo de un ave al momento de volar y caer de picada; para esto se toma como referencia un águila de cabeza blanca y un halcón; el propósito es entender el movimiento angular que presenta el ala al momento de volar (velocidad) y caer en picada (cortando el viento). Como resultado tenemos estas tres geometrizaciones que explican la forma de las alas y parte aerodinámica de estas dos aves.



Ilustración 48: Águila de cuello blanco volando



Ilustración 49: Halcón cayendo en picada



Ilustración 50: Geometrización del cuerpo y alas de un águila y halcón. Diseñado por JL Yépez

Gracias a esta geometrización, se puede obtener un concepto; en donde se aplica la aerodinámica de alas para cortar el viento, la forma en cómo se recogen las alas dependiendo de la necesidad del ave y la forma de las patas al momento de cazar su presa.



Ilustración 51: Objeto para cortar el césped con forma de ave. Diseñado por JL Yépez

Aerodinámica de alas para cortar el viento = Cuchillas que giren con el viento y corten la hierba.

Forma de las patas = Agarradera donde se sujeta el objeto.

12.4. Concepto #4: Participativo:

Para este proceso, se procede a conversar con los usuarios interesados acerca de los problemas puntuales que presentan en cada fase del proceso de corte, es decir, desde que salen de su casa hasta que llegan al lugar de trabajo. Como resultado de este análisis, surge el problema que presentan muchos guadañaros al momento de desplazarse en motocicletas o bicicletas; los cuales tienen incomodidad al momento de manejar, equilibrarse, y

transportarse; es por lo que se analiza de cómo acomoda la moto guadaña, y cómo se acomoda él al momento de desplazarse en estos medios de transporte, en donde se toma en cuenta todos los factores externos que se pueden presentar.

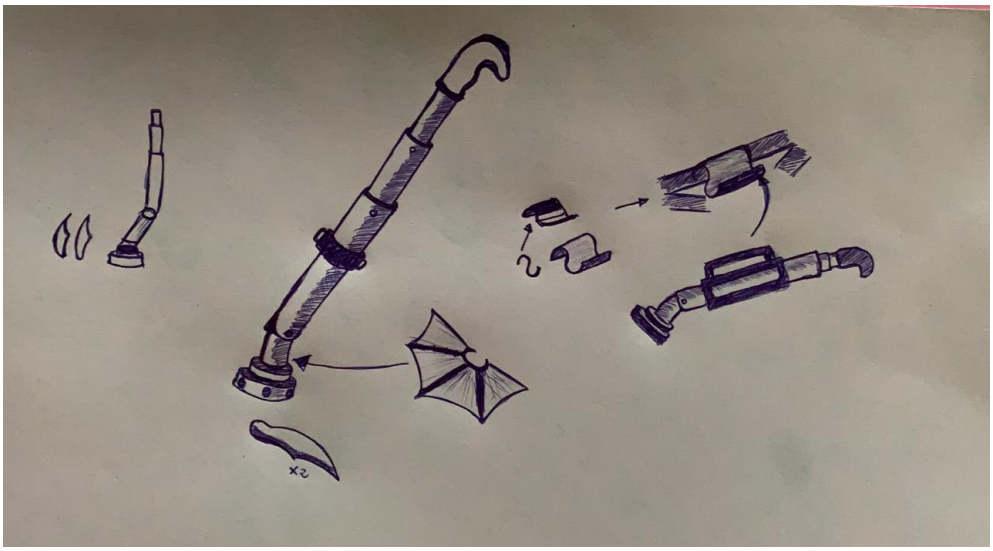


Ilustración 52: Boceto rápido de la alternativa de concepto. Elaborado por JL Yépez

Una vez realizado este proceso previo surge la siguiente idea, un objeto cortador de césped que posea un mango telescópico, mismo que pueda se reducirse a 50 cm de largo para poder engancharlo en el tubo de la bicicleta o motocicleta de una manera firme y segura.

También presenta un gancho ajustable para poder colocar en la bicicleta y enganchar la cortadora; y, por último, con un protector retráctil que protege al operario de los residuos de hierba que saltan al momento de ser cortadas.



Ilustración 54: Aplicación del objeto en la bicicleta. Elaborado por JL Yépez

12.5. Concepto #5: Sistema Ergonómico:

Por último, tenemos el análisis desde el Sistema Ergonómico (SE), el cual consiste en realizar un diagrama de flujo de las actividades que realiza el usuario interesado desde que sale de su casa hasta que se retira de la zona de trabajo.

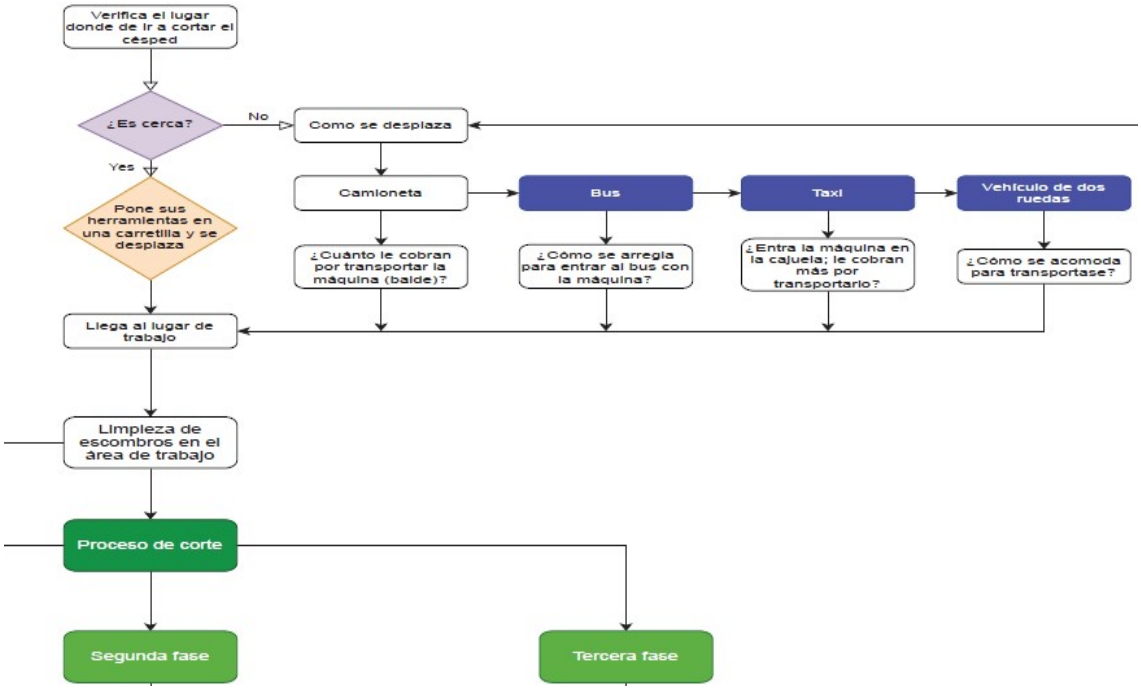


Ilustración 55: Diagrama de flujo - Anexo 2 documentos. Elaborado por JL Yépez

Una vez realizado esto, se analiza cada actividad y se encuentras las problemáticas que presenta cada actividad y las oportunidades de trabajo de diseño. Como resultado están problemas de movilidad, desplazamiento, organización, espacio y falta de seguridad al momento de llegar con todas las herramientas al lugar de trabajo.

Es por lo que la idea es diseñar un contenedor móvil que permita acomodar todas las herramientas necesarias para cortar el césped; además, se plantea el diseño de una moto guadaña que se doble en secciones, lo cual va a permitir que el usuario se movilice con mayor facilidad.[9]

[9] El análisis completo del Sistema Ergonómico se encuentra dentro de la carpeta Anexos 2 en la subcarpeta Documentos.

Actividad	Sistema Ergonómico	Problemas
Desplazarse	- Guadañero. - Usuarios del bus. - Operadores del servicio de transporte. - Conductores. - Pasillo del bus. - Parque automotor. - Calles. - Ciclovías. - Moto guadaña. - Mochila de implementos (combustible, piola, alicates). - Objetos de seguridad. - Escobas, palas. - Objetos de personas en el bus	Si se desplaza en un bus: - Espacio reducido al momento de desplazarse por el pasillo. - Genera incomodidad en los usuarios que se encuentran en el bus. - Demora al momeno de subir y bajar de la unidad. - Incomodidad propia, ya que debe llevar tambien sus implementos. Si se desplaza en una moto o bicicleta: - Perdida del equilibrio por peso de máquina y objetos necesarios. - Apliación del tamaño del vehículo con respecto a la vía. - Incomodidad al subir, frenar, y desender de la moto o bicicleta.
Limpieza zona trabajo	- Guadañero. - Persona que lo contrata. - Traseuntes - Jardines de una casa. - Parques. - Parterres vivos. - Escobas. - Palas. - Costales. - Carretilla (si posee o hay en el lugar donde corta el césped)	- Problemas de postura al momento de cargar los implementos por los arneses que previamente viene puesto. - Laceraciones o cortadura al no ponerse guantes de protección, ya que estos reducen la capacidad motriz por ser muy gruesos. - Si no posee carretilla, carga todos los objetos que estorban en un solo viaje para ganar tiempo, provocando lesiones en la columna.

Ilustración 56: Análisis Sistema Ergonómico - Anexo 2 documentos. Elaborado por JL Yépez



Ilustración 57: Bendable Scythe. Diseñado por JL Yépez

13. TEORÍA DE DISEÑO PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO. –

13.1. Métodos de Evaluación de Conceptos:

13.1.1. Matriz de Pugh:

Es una herramienta de tipo cuantitativa que nos permite comparar opciones entre sí a través de un arreglo multidimensional o matriz de decisiones; esta matriz es aplicada habitualmente cuando nos encontramos en la fase de diseño de un producto, ya sea este un diseño, rediseño, adaptación o complementación. (Tellez, 2021)

Para poder realizar una evaluación de concepto por medio de la Matriz de Pugh, es necesario identificar los criterios que serán evaluados, que son básicamente los requerimientos que se obtuvo en el proceso de investigación. Los criterios son ubicados en la primera columna de la matriz, mientras que los conceptos se ubican en la primera fila.

		CONCEPTOS (Alternativas de diseño)					
CRITERIOS	Referencia	Diseño 1	Diseño 2	Diseño 3	Diseño 4	Diseño 5	Diseño 6
Peso del calzado	REF	-1	-1	-1	1	-1	-1
Diseño anatómico	REF	0	1	1	-1	0	1
Duración de suela	REF	1	0	1	-1	1	-1
Disponibilidad de colores	REF	-1	-1	0	1	-1	0
Precio	REF	1	-1	1	-1	0	1
Suma positivos (+)		2	1	3	2	1	2
Suma negativos (-)		2	3	1	3	2	2
SUMA GENERAL		0	-2	2	-1	-1	0

Ilustración 58: Ejemplo de distribución de una matriz de Pugh. Extraída de ctcalidad.blogspot.com

Una vez colocado los criterios y los conceptos, se procede a evaluar cada concepto en base a cada criterio, y se coloca +1 si cumple, 0 si es igual y -1 si no cumple con el criterio; por ejemplo, si se diseña un paraguas, uno de sus criterios debe ser “materiales resistentes al agua” por lo que los conceptos deben presentar este requerimiento, si es así se coloca un +1, caso contrario -1.

También se puede dar un peso a cada criterio, con el fin de definir cuáles son los más relevantes que debe presentar el conceto, y también para que al final los resultados de la

suma y resta de +1 y -1 tengan diferencias más amplias. El concepto con puntaje más alto será el que tiene más opciones de éxito.

		Peso	CONCEPTOS (Alternativas de diseño)						
			Referencia	Diseño 1	Diseño 2	Diseño 3	Diseño 4	Diseño 5	Diseño 6
CRITERIOS	Peso del calzado	2	REF	-1	-1	-1	1	-1	-1
	Diseño anatómico	2	REF	0	1	1	-1	0	1
	Duración de suela	3	REF	1	0	1	-1	1	-1
	Disponibilidad de colores	0,5	REF	-1	-1	0	1	-1	0
	Precio	1	REF	1	-1	1	-1	0	1
	Suma positivos (+)			2	1	3	2	1	2
	Suma negativos (-)			2	3	1	3	2	2
	SUMA GENERAL			**0**	**-2**	**2**	**-1**	**-1**	**0**

Ilustración 59: Aplicación de pesos en una matriz de Pugh. Extraída de ctcalidad.blogspot.com

	Diseño 1	Diseño 2	Diseño 3	Diseño 4	Diseño 5	Diseño 6
Peso del calzado	-2	-2	-2	2	-2	-2
Diseño anatómico	0	2	2	-2	0	2
Duración de suela	3	0	3	-3	3	-3
Disponibilidad de colores	-0,5	-0,5	0	0,5	-0,5	0
Precio	1	-1	1	-1	0	1
SUMA PONDERADA	**1,5**	**-1,5**	**4**	**-3,5**	**0,5**	**-2**
RANKING	2	4	1	6	3	5

Ilustración 60: Resultados obtenidos de una matriz de Pugh. Extraída de ctcalidad.blogspot.com

13.1.2. Matriz Saaty:

A diferencia de la matriz de Pugh, la matriz Saaty o también llamada metodología AHP (Analytic Hierarchy Process – Proceso de Jerarquía Analítica) es una poderosa y flexible herramienta que permite tomar decisiones multicriterio donde existen problemas que requieren evaluar tanto a nivel cualitativo como cuantitativo. Esta técnica AHP permite que los analistas organicen todos los aspectos críticos de un problema o necesidad en una estructura jerárquica, logrando reducir las decisiones complejas a una serie de comparaciones que permiten jerarquizarlas en distintos aspectos o criterios evaluados. (Viñuales, 2015)

Si bien, es difícil utilizar Saaty para la evaluación de conceptos ya que no hay una metodología de cómo hacerlo, el autor de esta tesis realizó y ejecutó con éxito una metodología personal acoplándose a las directrices que rige Saaty para evaluar sus conceptos; probando así que es posible aplicar Saaty de una manera sencilla.

A continuación, se procederá a explicar cómo realizar esta metodología para que futuras generaciones la puedan aplicar para la evaluación de sus conceptos.

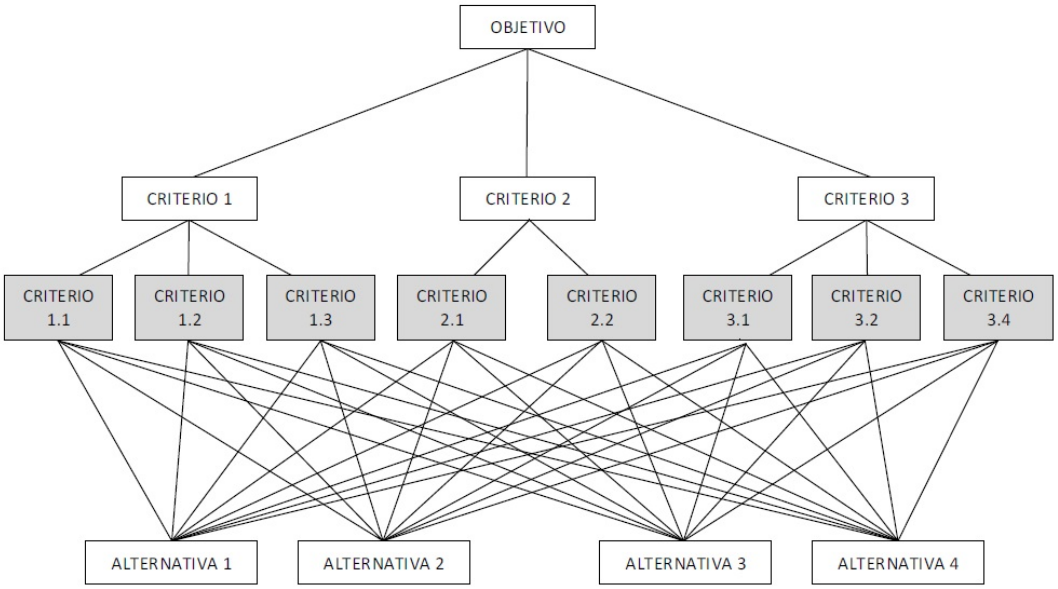


Ilustración 61: Estructura jerárquica de la matriz de Saaty o AHP

Para iniciar con la evaluación por Saaty, es necesario reconocer cuales son los principales problemas que existen dentro del problema general que deseamos resolver a través del diseño, esto lo podemos obtener a partir del análisis de actividades desde el Sistema Ergonómico; y nos servirá para obtener los criterios a evaluar dentro de la matriz de Saaty.

Problemas encontrados a partir del análisis de Sistema Ergonómico

DESPLAZAMIENTO	RIESGOS FÍSICOS	SEGURIDAD
Transporte de herramientas (A)*	Inhalación de gases tóxicos (D)*	Movimientos limitados al momento de cambiar el combustible o piola de corte (I)*
Riego a sufrir accidentes al desplazarse en bicicleta o moto (B)*	Posturas críticas al momento de desarrollar actividades (E)*	Derramamiento de líquidos peligros y cuchillas por falta seguros en el objeto para transportarlo (J)*
Incomodidad al momento de desplazarse (C)*	Exposición a altas vibraciones y niveles de ruido (F)*	
	Laceraciones en la piel (G)*	
	Peso combinado de las herramientas de trabajo (H)*	

()*: Código destinado a cada actividad

Tabla 21: Principales problemas encontrados. Elaborado por JL Yépez

Una vez obtenido estos problemas, realizamos una evaluación por la matriz de Pugh, con el fin de conocer si nuestros conceptos resuelven o no los problemas que hemos encontrado. Para que sea más corta y sencilla la evaluación, podemos colocar un código a cada problema y mantenernos en la evaluación estándar; es decir, +1 si resuelve, 0 si no aplica y -1 si no resuelve.

	CRITERIO DE EVALUACIÓN (CUMPLE O NO CUMPLE)				
A					
B					
C					
D					
E					
F					
G					
H					
I					
J					
TOTAL	0	0	0	0	0

Ilustración 62: Ejemplo Matriz de Pugh. Elaborado por JL Yépez

Una vez evaluados los beneficios que cada concepto brinda, es posible iniciar con la aplicación de Saaty; para ello se plantea una jerarquización de importancia donde 1 es igual importancia y 9 extrema importancia, además de extraer el factor característico de cada concepto (factor innovador). Una manera sencilla de realizar la evaluación de conceptos a través de Saaty es realizarla en Excel, pues nos permite ingresar códigos matemáticos que hacen más sencilla su ejecución.

Valor (n)	Definición
1	Igual importancia
3	Mediana importancia
5	Mucha importancia
7	Gran importancia
9	Extrema importancia
2,4,6,8	Valores intermedios
1/n	Inverso

Ilustración 63: Parámetros de evaluación.
Elaborado por JL Yépez

CÓDIGO	FACTOR INNOVACCIÓN
DISEÑO # 1	RECURSO CONTROL ELECTRÓNICO
DISEÑO # 2	CONTROL DE VELOCIDAD REGULABLE
DISEÑO # 3	REGULACIÓN DE ASIDEROS Y MATERIALES
DISEÑO # 4	FUNCIÓN TELESCÓPICA - MOVILIDAD
DISEÑO # 5	PLEGABILIDAD, DESPLAZAMIENTO, INTERACCIÓN CON OBJETOS

Ilustración 64: Criterio factor innovador de cada concepto. Elaborado por JL Yépez

Luego se colocan los códigos (si se desea) en la primera fila y columna, pues esta matriz compara los concetos entre sí a nivel de los criterios que los diferencia.

MATRIZ COMPARATIVA DE VALORES		CONCEPTOS			
		DISEÑO # 1	DISEÑO # 2	DISEÑO # 3	DISEÑO # 4
CONCEPTOS	DISEÑO # 1				
	DISEÑO # 2				
	DISEÑO # 3				
	DISEÑO # 4				
	DISEÑO # 5				
SUMA DE COLUMNAS		0,00	0,00	0,00	0,00

Ilustración 65: Tabla de evaluación. Elaborado por JL Yépez

Se procede a evaluar los criterios; por ejemplo, entre el Diseño # 1 y el Diseño # 2, cuál considera el usuario como el criterio más importante y qué valor le coloca. Si el usuario dice que el primero es el más importante en un nivel 4, se coloca el número 4 en la casilla común del Diseño # 1 con respecto al Diseño # 2, y el ¼ en la casilla común del Diseño # 2 con respecto al Diseño # 1; como no se pueden comparar los mismos diseños o criterios, se coloca el número 1.

MATRIZ COMPARATIVA DE FRACCIONES			
		DISEÑO # 1	DISEÑO # 2
CONCEPTOS	DISEÑO # 1	1	4
	DISEÑO # 2	1/4	
	DISEÑO # 3		1
	DISEÑO # 4		
	DISEÑO # 5		

Ilustración 66: Comparación de criterios – Valor de comparación. Elaborado por JL Yépez

Una vez evaluado cada criterio, se procede a realizar una sumatoria de cada columna de los criterios. Este valor será importante para sacar el valor normalizado.

MATRIZ COMPARATIVA DE VALORES		CONCEPTOS				
		DISEÑO # 1	DISEÑO # 2	DISEÑO # 3	DISEÑO # 4	DISEÑO # 5
CONCEPTOS	DISEÑO # 1	1,00	4,00	2,00	7,00	9,00
	DISEÑO # 2	0,25	1,00	1,00	2,00	4,00
	DISEÑO # 3	0,50	1,00	1,00	0,20	8,00
	DISEÑO # 4	0,14	0,50	5,00	1,00	2,00
	DISEÑO # 5	0,11	0,25	0,13	0,50	1,00
SUMA DE COLUMNAS		2,00	6,75	9,13	10,70	24,00

Ilustración 67: Sumatoria de las columnas. Elaborado por JL Yépez

Para sacar el valor normalizado de cada valoración de los criterios, se procede a aplicar la siguiente fórmula, suponiendo que el resultado de la sumatoria se encuentra en la casilla D69 y el primer valor de comparación en la D64, se coloca **D64/$D$69** para sacar el valor normalizado; si los números están en el E69 y E64, la fórmula sería **E64/$E$69**.



MATRIZ NORMALIZADA		CONCEPTOS				
		DISEÑO # 1	DISEÑO # 2	DISEÑO # 3	DISEÑO # 4	DISEÑO # 5
CONCEPTOS	DISEÑO # 1	0,50	0,59	0,22	0,65	0,38
	DISEÑO # 2	0,12	0,15	0,11	0,19	0,17
	DISEÑO # 3	0,25	0,15	0,11	0,02	0,33
	DISEÑO # 4	0,07	0,07	0,55	0,09	0,08
	DISEÑO # 5	0,06	0,04	0,01	0,05	0,04

Ilustración 68: Valor normalizado. Elaborado por JL Yépez

Una vez obtenido estos valores, se saca el promedio de cada fila de los criterios; por ejemplo, en el caso del concepto # 1 sería: (0,50+0,59+0,22+0,65+0,38) / 5. El valor resultante se conoce como Vector Característico, y muestra el porcentaje de éxito de cada concepto.

CONCEPTOS					VECTOR CARACTERÍSTICO	VECTOR CARACTERÍSTICO EN PORCENTAJE
DISEÑO # 1	DISEÑO # 2	DISEÑO # 3	DISEÑO # 4	DISEÑO # 5		
0,50	0,59	0,22	0,65	0,38	0,47	47%
0,12	0,15	0,11	0,19	0,17	0,15	15%
0,25	0,15	0,11	0,02	0,33	0,17	17%
0,07	0,07	0,55	0,09	0,08	0,17	17%
0,06	0,04	0,01	0,05	0,04	0,04	4%

Ilustración 69: Vector Característico. Elaborado por JL Yépez

Para conocer si el vector característico que arroja la matriz está bien, se realiza la siguiente comprobación para saber si la matriz es consistente o aleatoria en la elección del concepto. Si una matriz es consistente, significa que ese concepto es el óptimo de ejecutarse y no presenta fallas; pero si es aleatoria, significa que falta investigación o los conceptos no resuelven de manera completa el problema. Para poder realizar esta comprobación, se necesita tres valores: el valor característico máximo (VCM), el índice de consistencia (Ci) y la razón de consistencia (Rc); esta última es la muestra si es consistente o no.

Vector Característico Máximo: Para obtener este valor, se realiza una sumatoria de todos los valores resultantes de la multiplicación de cada Vector Característico por el resultado de la sumatoria de cada columna de la matriz comparativa.

CONCEPTOS				
DISEÑO # 1	DISEÑO # 2	DISEÑO # 3	DISEÑO # 4	DISEÑO # 5
1,00	4,00	2,00	7,00	9,00
0,25	1,00	1,00	2,00	4,00
0,50	1,00	1,00	0,20	8,00
0,14	0,50	5,00	1,00	2,00
0,11	0,25	0,13	0,50	1,00
2,00	6,75	9,13	10,70	24,00

CONCEPTOS					VECTOR CARACTERÍSTICO	VECTOR CARACTERÍSTICO EN PORCENTAJE
DISEÑO # 1	DISEÑO # 2	DISEÑO # 3	DISEÑO # 4	DISEÑO # 5		
0,50	0,59	0,22	0,65	0,38	0,47	47%
0,12	0,15	0,11	0,19	0,17	0,15	15%
0,25	0,15	0,11	0,02	0,33	0,17	17%
0,07	0,07	0,55	0,09	0,08	0,17	17%
0,06	0,04	0,01	0,05	0,04	0,04	4%

Ilustración 70: Guía para obtener el VCM. Elaborado por JL Yépez



Ilustración 71: Fórmula para sacar el VCM. Elaborado por JL Yépez

Índice de Consistencia: Se obtiene de la resta del VCM y el valor n, divido para la resta del valor n – 1. El valor n corresponde al número de criterios o conceptos que planteamos, como en este caso se plantean 5 propuestas, el valor n es 5.

Razón de Consistencia: El valor resultante de la división entre el índice randómico y el índice de consistencia. El índice randómico es un valor al azar escogido de la matriz comparativa de valores, generalmente se toman los valores de los conceptos con más alto nivel de porcentaje en el Vector característico.

En este caso como el Diseño # 1 tiene el puntaje más alto, se escoge la valoración más alta y la más baja como índices randómicos, siendo el 2 y el 9 respectivamente; el 1 no se toma ya que es el resultado de la evaluación del mismo concepto.

RAZÓN DE CONSISTENCIA	0,16	**RESULTADO MIN:**	CONSISTENTE
RAZÓN DE CONSISTENCIA	0,04	**RESULTADO MAX:**	CONSISTENTE

Ilustración 72: Resultado del Rc y comprobación que la matriz es consistente. Elaborado por JL Yépez

Para saber si una matriz es consistente o no, basta con observar el valor Rc, pues si este es mayor o igual a cero y menor que 1 la matriz es consistente; pero si es mayor o igual que 1, es aleatoria.

13.2. Aplicación de los Métodos de Evaluación[10]:

13.2.1. Matriz Pugh:

Para la realizar la evaluación por matriz de Pugh, se plantea dos puntos de partida: las determinantes y requerimientos obtenidos en el proceso de investigación, y del sistema de referentes con énfasis en Ser Humano, Sostenibilidad, Estética, Innovación y Recursos. Se procede a extraer los requerimientos más importantes como criterios y se les agrega un peso a cada uno con el fin de que no exista valores similares al momento de realizar la sumatoria final.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN			PESO	REFERENCIA					
Ser Humano	Ergon. Física	Ángulos de Confort	2		2	2	1	0	2
		Agarres no estáticos	3		2	-3	-3	0	-3
		Peso del Objeto	3		2	-3	1	3	1
	Seguridad	Reducir nivel de vibración	2		2	-1	-2	-2	-2
		Reducir nivel de ruido	2		2	-1	-2	-2	-2
Sostenibilidad	Vida útil	Mantenimiento	2		2	-2	2	-2	2
Estética	Formal	Carga simbólica	3		3	0	2	-3	1
Innovación	Formal	Estructural	3		3	3	-3	3	2
	Funcional	Nuevas prestaciones	3		3	-3	3	3	3
Recursos	Tecnológicos	Mecánicos	1		1	1	-1	1	1
	Tecnológicos	Materiales	1		1	1	1	1	1

Ilustración 73: Evaluación de conceptos por matriz de Pugh. Elaborado por JL Yépez

El peso para cada criterio es: Ser Humano = 12 puntos, Sostenibilidad = 2 puntos, Estética = 3 puntos, Innovación = 6 puntos y Recursos = 2 puntos, dando un total de 25 puntos.

[10] El documento en Excel del proceso de evaluación se encuentra en la carpeta Anexos 2 – Documentos.

Ser Humano	Ergon. Física	Ángulos de Confort	2	2	2	1	0	2
		Agarres no estáticos	3	2	-3	-3	0	-3
		Peso del Objeto	3	2	-3	1	3	1
	Seguridad	Reducir nivel de vibración	2	2	-1	-2	-2	-2
		Reducir nivel de ruido	2	2	-1	-2	-2	-2
Sostenibilidad	Vida útil	Mantenimiento	2	2	-2	2	-2	2
Estética	Formal	Carga simbólica	3	3	0	2	-3	1
Innovación	Formal	Estructural	3	3	3	-3	3	2
	Funcional	Nuevas prestaciones	3	3	-3	3	3	3
Recursos	Tecnológicos	Mecánicos	1	1	1	-1	1	1
	Tecnológicos	Materiales	1	1	1	1	1	1
		Suma positivos (+)		23	7	10	11	13
PESO	25	Suma negativos (-)		0	-13	-11	-9	-7
		SUMA GENERAL		23	-6	-1	2	6

Ilustración 74: Resultados - conceptos por matriz de Pugh. Elaborado por JL Yépez

13.2.2. Matriz Saaty:

Para la aplicación de Saaty, se asigna un código a cada concepto (Diseño #) y se toma en cuenta en factor innovador que lo caracteriza a cada uno. Luego se procede a evaluarlos dependiendo del nivel de importancia que, según los entrevistados, tiene cada innovación.

MATRIZ COMPARATIVA DE FRACCIONES		CONCEPTOS				
		DISEÑO # 1	DISEÑO # 2	DISEÑO # 3	DISEÑO # 4	DISEÑO # 5
CONCEPTOS	DISEÑO # 1	1	8	6	3	2
	DISEÑO # 2	1/8	1	1/6	1/4	4
	DISEÑO # 3	1/6	6	1	1/5	1/6
	DISEÑO # 4	1/3	4	5	1	1
	DISEÑO # 5	1/2	1/4	6	1	1

MATRIZ COMPARATIVA DE VALORES		CONCEPTOS				
		DISEÑO # 1	DISEÑO # 2	DISEÑO # 3	DISEÑO # 4	DISEÑO # 5
CONCEPTOS	DISEÑO # 1	1	8,00	6,00	3,00	2,00
	DISEÑO # 2	0,13	1,00	0,17	0,25	4,00
	DISEÑO # 3	0,17	6,00	1,00	0,20	0,17
	DISEÑO # 4	0,33	4,00	5,00	1,00	1,00
	DISEÑO # 5	0,50	0,25	6,00	1,00	1,00
SUMA DE COLUMNAS		2,13	19,25	18,17	5,45	8,17

Ilustración 75: Evaluación de los conceptos por Saaty. Elaborado por JL Yépez

Al igual que en la evaluación por la matriz de Pugh, aquí también se toma en cuenta tres diferentes criterios para la elección del concepto: el criterio del Diseñador, el criterio de un Experto y el criterio del Usuario Interesado. En este caso tomaremos los resultados del Usuario Interesado, ya que el diseño debe resolver sus necesidades.

Una vez realizado el proceso de evaluación de los puntos de innovación de cada concepto, se procede a sacar el Vector Característico que es el porcentaje de aceptación del concepto.

CONCEPTOS					VECTOR CARACTERÍSTICO	VECTOR CARACTERÍSTICO EN PORCENTAJE
DISEÑO # 1	DISEÑO # 2	DISEÑO # 3	DISEÑO # 4	DISEÑO # 5		
0,47	0,42	0,33	0,55	0,24	0,40	40%
0,06	0,05	0,01	0,05	0,49	0,13	13%
0,08	0,31	0,06	0,04	0,02	0,10	10%
0,16	0,21	0,28	0,18	0,12	0,19	19%
0,24	0,01	0,33	0,18	0,12	0,18	18%

Ilustración 76: Obtención del vector característico en la matriz Saaty. Elaborado por JL Yépez

Por último, se procede a verificar si el resultado obtenido y la matriz realizada es consistente o aleatoria. Si la Razón Consistente (Rc) es mayor o igual a cero y menor que uno, se trata de una matriz consistente; pero si es mayor o igual a uno, es una matriz aleatoria. En el caso de esta evaluación, la Razón de Consistencia (Rc) es 0,33 cuando se escoge el índice randómico menor del Diseño # 1 (2,00), y 0,08 cuando se escoge el índice randómico mayor (8,00); por lo que en el caso el Diseño # 1 es consistente.

COMPROBACIÓN			
VECTOR CARACTERÍSTICO MÁXIMO	7,68		
n	5		
ÍNDICE DE CONSISTENCIA Ci	0,67		
ÍNDICE RANDÓMICO Rn	2,00	RAZÓN DE CONSISTENCIA	0,33
ÍNDICE RANDÓMICO Rn	8,00	RAZÓN DE CONSISTENCIA	0,08

Ilustración 77: Comprobación de la consistencia o aleatoriedad de la evaluación. Elaborado por JL Yépez

13.3. Resultados:

13.3.1. Matriz Pugh:

Tipo de Evaluación: Pugh		Dirigida a: Criterio Propio
Criterio	**Puntación**	**Porcentaje**
Diseño # 1	23	92%
Diseño # 2	-6	-24%
Diseño # 3	-1	-4%
Diseño # 4	2	8%
Diseño # 5	6	24%

Tabla 22: Resultados matriz Pugh: Criterio Propio. Elaborado por JL Yépez

Tipo de Evaluación: Pugh		Dirigida a: Experto
Criterio	**Puntación**	**Porcentaje**
Diseño # 1	25	100%
Diseño # 2	13	52%
Diseño # 3	-5	-20%
Diseño # 4	4	16%
Diseño # 5	2	8%

Tabla 23: Resultados matriz Pugh: Experto. Elaborado por JL Yépez

Tipo de Evaluación: Pugh		Dirigida a: Usuario Interesado
Criterio	**Puntación**	**Porcentaje**
Diseño # 1	20	80%
Diseño # 2	-1	-4%
Diseño # 3	10	40%
Diseño # 4	4	16%
Diseño # 5	11	44%

Tabla 24: Resultados matriz Pugh: Usuario Interesado. Elaborado por JL Yépez

13.3.2. Matriz Saaty:

Tipo de Evaluación: Saaty	Dirigida a: Criterio Propio	
Criterio	**Porcentaje**	**Rc**
Diseño # 1	48%	CONSISTENTE
Diseño # 2	7%	ALEATIORIA
Diseño # 3	4%	ALEATIORIA
Diseño # 4	23%	ALEATIORIA
Diseño # 5	18%	ALEATIORIA

Tabla 25: Resultados matriz Saaty: Criterio Propio. Elaborado por JL Yépez

Tipo de Evaluación: Saaty	Dirigida a: Experto	
Criterio	**Porcentaje**	**Rc**
Diseño # 1	41%	CONSISTENTE
Diseño # 2	9%	ALEATIORIA
Diseño # 3	12%	ALEATIORIA
Diseño # 4	19%	ALEATIORIA
Diseño # 5	19%	ALEATIORIA

Tabla 26: Resultados matriz Saaty: Experto. Elaborado por JL Yépez

Tipo de Evaluación: Saaty	Dirigida a: Usuario Interesado	
Criterio	**Porcentaje**	**Rc**
Diseño # 1	40%	CONSISTENTE
Diseño # 2	13%	ALEATIORIA
Diseño # 3	10%	ALEATIORIA
Diseño # 4	19%	ALEATIORIA
Diseño # 5	18%	ALEATIORIA

Tabla 27: Resultados matriz Saaty: Usuario Interesado. Elaborado por JL Yépez

13.4. Conclusiones:

Luego de realizar la evaluación de los conceptos a través de las matrices de Pugh y de Saaty, se llega a la conclusión que el concepto # 1 es aquel que cumple con la gran mayoría de los requerimientos planteados tanto a nivel ergonómico como a nivel estético que son los puntos más altos en las evaluaciones.

Además de ser un concepto completamente innovador, pues rompe el arquetipo de la máquina de cortar el césped (moto guadaña) y resuelve problemas relacionados con la salud ocupacional que presenta el usuario al momento de operar una moto guadaña.

14. GENERACIÓN DE IDEAS, BOCETOS, DIBUJOS E IMÁGENES. –

Una vez elegido el concepto que se va a desarrollar, previamente evaluado con los requerimientos planteados, se procede a generar las primeras ideas de la forma, estética y funcionalidad del objeto, ya que el concepto elegido cuenta con un tipo de tecnología que aún es limitada y una forma un poco ficticia (nave espacial de patrullaje).

Para el desarrollo de este concepto, se pretende diseñar una cortadora de césped que funcione por un control RC o control remoto a distancia, que cuente con un regulador de la velocidad de las RPM de la máquina y con una fuente de alimentación de energía diferente (baterías recargables); es por esto por lo que se vuelve a analizar las partes técnicas que presenta tanto una moto guadaña como es el tipo de motor que utiliza y la potencia que posee este para efectuar un corte. Así como también las de un control RC de 4 canales y la duración, potencia, tiempo de carga y tiempo de vida de una batería de litio recargable.

Como el sistema de alimentación de energía es por una batería recargable, también se analiza el tipo de motor que se debe usar, mismo que ofrezca las mismas prestaciones que un motor de dos tiempos a gasolina; dando como resultado la siguiente información acerca del tipo de motor, especificaciones de este y de la batería, tipo de base de carga para la batería, tiempo de carga y tiempo de duración de esta al momento de realizar el corte.

Datos técnicos para el Motor y Baterías (Corte)			
Motor	**Tipo:** Motor EC de bajo consumo		
	Alimentación: Por acumulador (batería)		
	Peso: 1,0 Kg a 1,8 Kg		
	Nivel sonoro: 77 dB (A)		
Batería	**Tipo:** AP 300 S		
	Peso: 1,0 Kg		
	Energía de la batería: 281 Wh		
	Autonomía de la batería en minutos (referencial)		
	Disco corta hierbas: 56 min	Cabezal de Hilo: 50 min	Cuchilla Matorrales: 105 min
Cargador de Batería	**Tipo:** AL 500		
	Alimentación: Corriente		
	Tiempo de carga de la batería (minutos)		
	80%: 30 minutos	**100%:** 45 minutos	

Tabla 28: Datos técnicos para el Motor y Baterías. Elaborado por JL Yépez



Ilustración 79: Motor Tipo EC de Stihl



Ilustración 78: Batería AP 300S Stihl



Ilustración 80: Cargador AL 500 Stihl



Ilustración 81: Cuchilla Stihl para matorrales



Ilustración 82: Cabezal de Hilo Stihl



Ilustración 83: Stihl Disco Corta Hierba

Gracias a esta información técnica acerca de los componentes que se va a usar, y una vez conocida las prestaciones de cada pieza (Motor – Batería – Cargador) empieza el diseño del objeto. Lo primero es definir la forma, si observamos las moto guadañas que existen el mercado podemos concluir que tienen un diseño en línea recta simple (motor – tubo de comunicación – cuchilla) por lo que la idea es mantener esta línea recta de diseño, pero hacerla más compleja, es decir que todo se vincule en el motor y cuchilla como eje central.

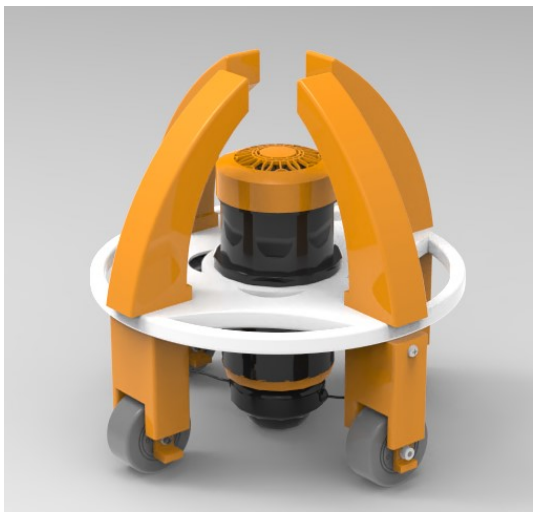


Ilustración 84: Idea cortadora de césped. Diseñado por JL Yépez



Ilustración 85: Moto guadaña sobre césped. Diseñado por JL Yépez

Luego de realizar esta primera idea, se puede evidenciar varios problemas técnicos que presenta el nuevo diseño de la moto guadaña / cortadora de césped; uno de ellos y el más evidente son las llantas, pues el diámetro de estas es muy pequeño, lo que provocaría que se atasque al momento de atravesar el césped.

Otro factor crítico es el ángulo de corte, pues al tener la cuchilla recta limita mucho el nivel de corte que brinda una moto guadaña convencional; por lo que se modifica nuevamente la forma de la cortadora tomando en cuenta el tamaño de las llantas y agregándole a la cuchilla un ángulo de inclinación. Cabe recalcar que las llantas son autónomas, es decir poseen un motor propio que les permite rodar y desplazarse.



Ilustración 86: Nuevo diseño de la cortadora de césped. Diseñado por JL Yépez

Si bien se logra el objetivo de evitar que la máquina se atasque y la cuchilla tenga un ángulo para que ayude a obtener un óptimo corte, aún presenta inconvenientes el diseño; en el caso de las llantas, no poseen una labrado que brinde una sujeción fuerte y no tiene concordancia con la estética del objeto. Por otro lado, se pierde el factor céntrico del objeto, es decir que todos sus componentes apunten al centro de este (Motor – Cuchilla); como resultado se planea un nuevo diseño (Propuesta Final) que resuelva estos últimos inconvenientes que presenta el diseño general tomando en cuenta los tamaños que debe poseer este frente al usuario.

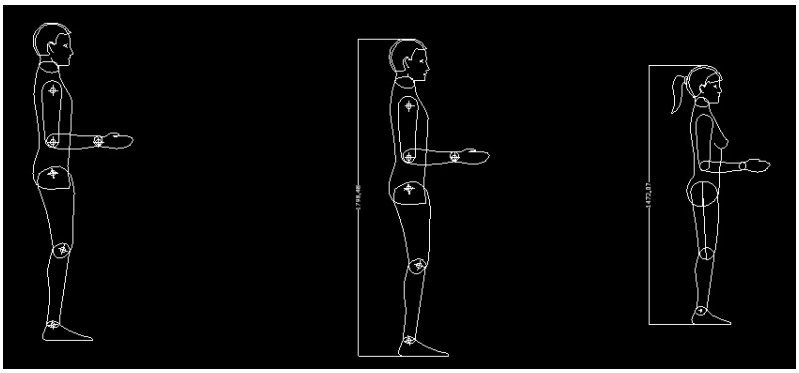


Ilustración 87: Gálicos a usarse para evaluación de medidas en Percentil 95 (Hombre) y Percentil 5 (Mujer)

Así mismo se plantea el diseño del control remoto RC, manteniendo las dimensiones estándar de un control de 4 canales como son los componentes internos, tarjeta madre, botones de acción y tamaño general del control.

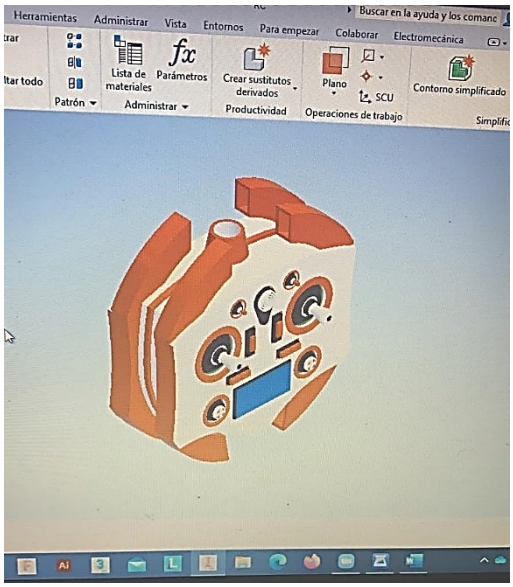


Ilustración 88: Diseño en Inventor del control RC. Diseñado por JL Yépez

Pese a tomar en cuenta los componentes necesarios que debe presentar el control RC para poder funcionar, su entendimiento cognitivo es complejo, y al usuario le resulta difícil el manejo del control; debido a esto se diseña un nuevo control RC con un nivel de complejidad cognitiva menor, pero sin perder el número de componentes tecnológicos necesarios.

15. PROCESO DE DISEÑO PRODUCTIVO (A DETALLE). –

15.1. Concepto de diseño final:

Para lograr prevenir las lesiones producidas por el uso prolongado de herramientas que emiten altas vibraciones y fuertes niveles de ruido en hombres y mujeres de entre 21 y 45 años que trabajan en la EPMMOP – Q manteniendo parques y jardines, se plantea el diseño de una cortadora de césped con eje central de corte a 45 grados con un aspecto formal similar al de una nave interestelar, la cual es controlada a través de un radio control de tres canales que permite regular las RPM de la cuchilla al momento de cortar el césped.

COLOR	SIGNIFICADO	EJEMPLOS DE USO
	Alto Prohibición	Señal de parada Signos de prohibición Este color se usa también para prevenir fuego y para marcar equipo contra incendio y su localización.
	Atención Cuidado, peligro	Indicación de peligros (fuego, explosión, envenenamiento, etc.) Advertencia de obstáculos.
	Seguridad	Rutas de escape, salidas de emergencia, estación de primeros auxilios.
	Acción obligada *) Información	Obligación de usar equipos de seguridad personal. Localización de teléfono.
*) El color azul se considera color de seguridad sólo cuando se utiliza en conjunto con un círculo.		

Ilustración 89: Colores de seguridad y significado. Tomado de NTE INEN 439:1984

Cuenta con una cromática para elementos de seguridad (Blanco, Naranja y Negro) para que genere un reconocimiento sencillo en sectores con densos follajes y alerte en el operario en caso de que este cerca; además de que sus piezas están hechas de polietileno de alta densidad, similar a las carcasas de las moto guadañas comunes, permitiendo un

mantenimiento o cambio de piezas (ya sea por daño o personalización) de una manera fácil y sostenible.

15.2. Diseño a Detalle:

15.2.1. Moto guaña con eje de corte a 45°:

Permite un corte más profundo en una o dos pasadas gracias a su grado de inclinación; además de contar con llantas labradas para mayor agarre en el movimiento.



Ilustración 90: Diseño final de la moto guadaña / cortadora de césped. Diseñado por JL Yépez



Ilustración 91: Moto guadaña / cortadora de césped con labrado en llantas y un ángulo de inclinación de 45°. Diseñado por JL Yépez

15.2.2. Control RC de 3 canales:

Radio control a distancia que permite el manejo de la cortadora, permitiendo que el usuario no tenga contacto directo con el objeto cuando este está cortando el césped; cuenta con un sistema de 3 canales, dos para el movimiento (avanzar – retroceder e izquierda - derecha) y uno para la regulación de la velocidad de corte.



Ilustración 92: Control RC de 3 canales de comunicación. Diseñado por JL Yépez



Ilustración 93: Control con gatillo para avanzar o retroceder, timón y cromática similar al de la máquina. Diseñado por JL Yépez

15.3. Planos Técnicos:

A continuación, se presentan los planos técnicos más relevantes del diseño; los planos técnicos completos se encuentran en la carpeta Anexos 2 – Documentos.

Los planos que se muestran aquí son: Somatografía, Detalle de piezas de la máquina y motor con sus materiales respectivos, Dimensiones generales de la moto guadaña y Dimensiones específicas de la moto guadaña (ángulos).

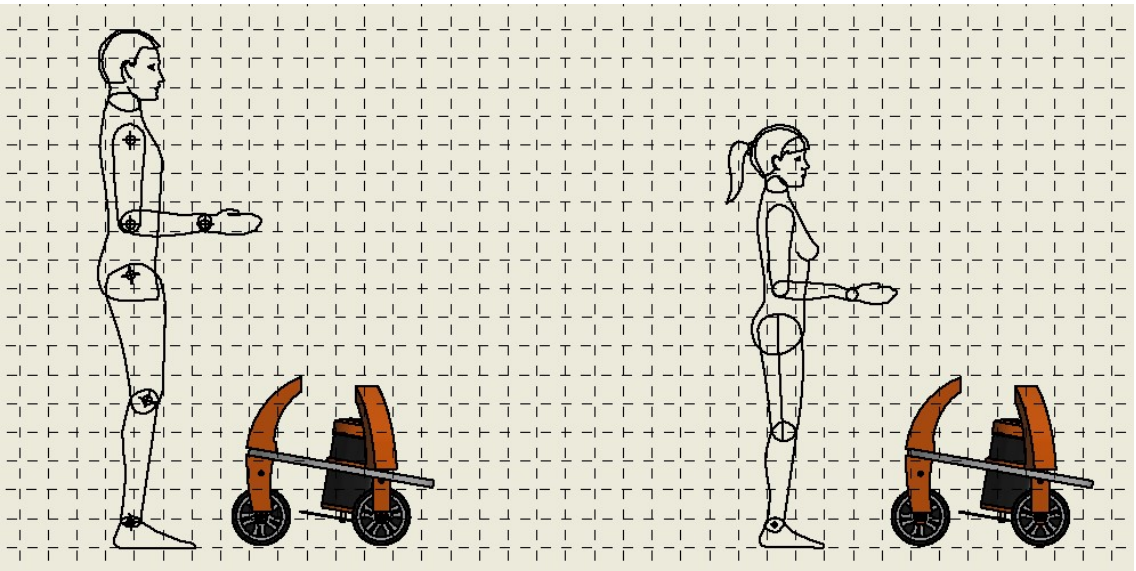


Ilustración 94: Somatografía de la Moto guadaña / Cortadora de Césped. Diseñado por JL Yépez

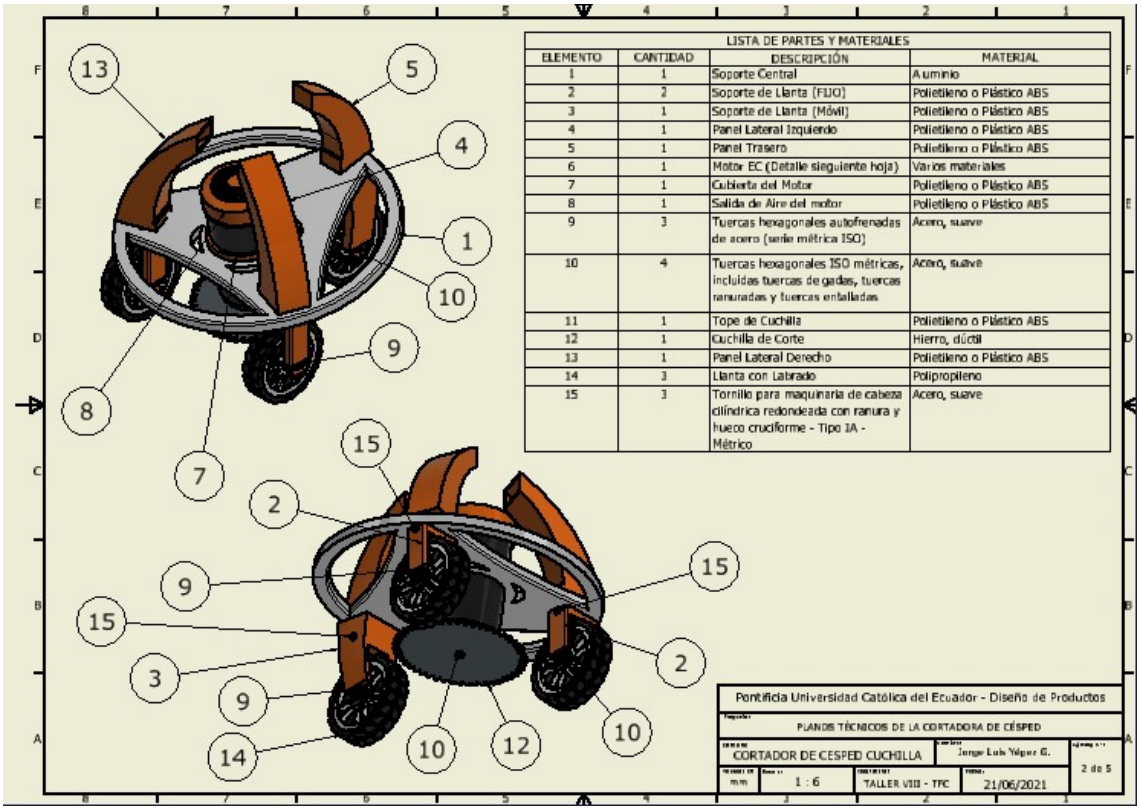


Ilustración 95: Detalle de piezas y materiales de la Moto guadaña. Diseñado por JL Yépez

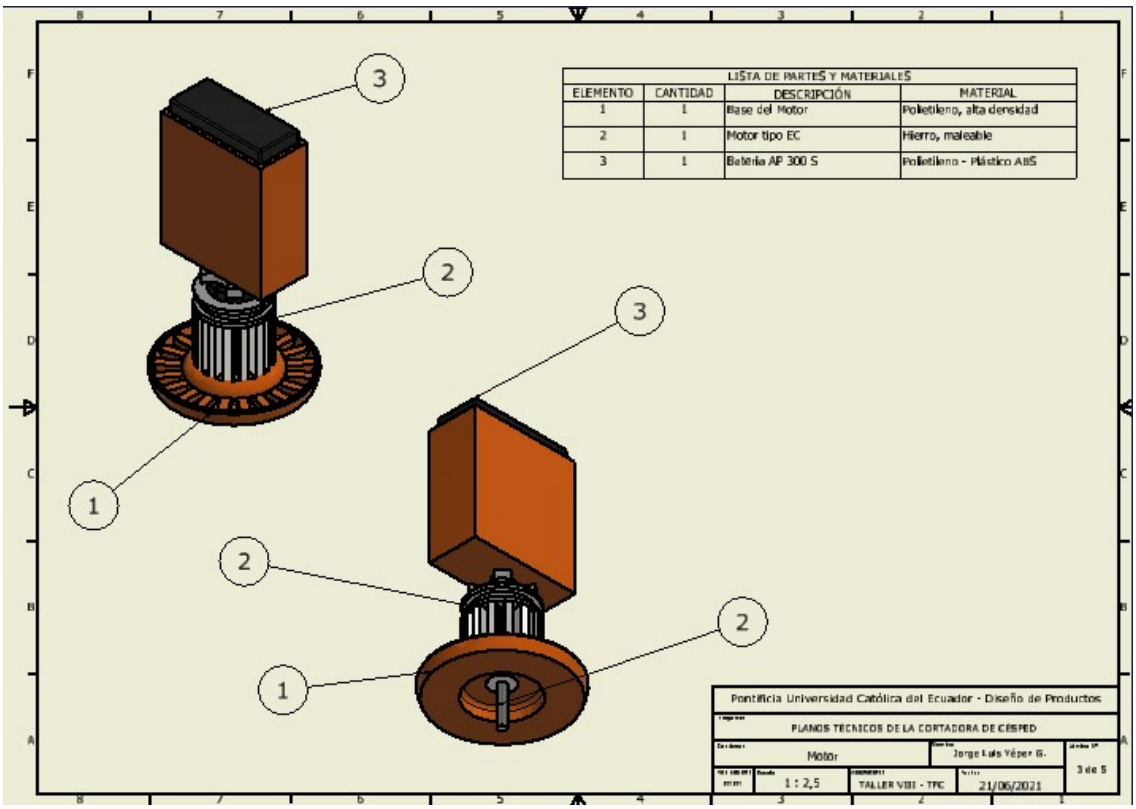


Ilustración 96: Detalle de piezas y materiales tentativos del Motor EC. Diseñado por JL Yépez

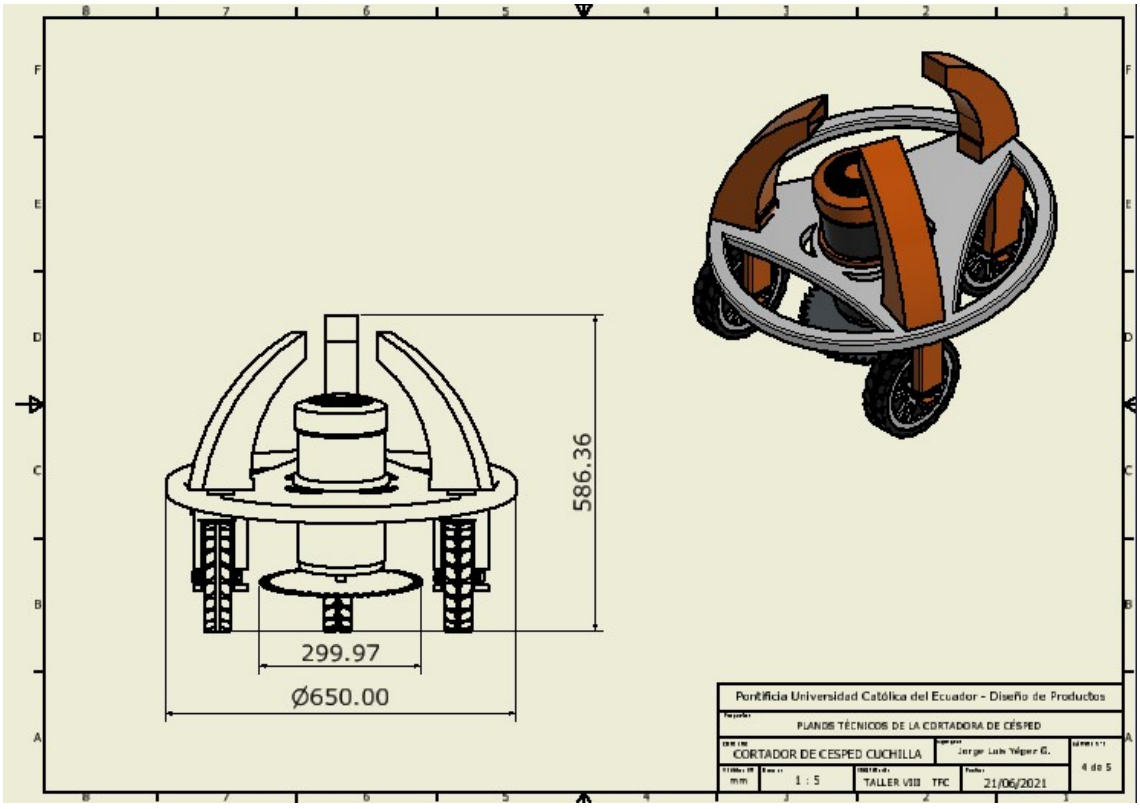


Ilustración 97: Dimensiones generales de la Moto guadaña. Diseñado por JL Yépez

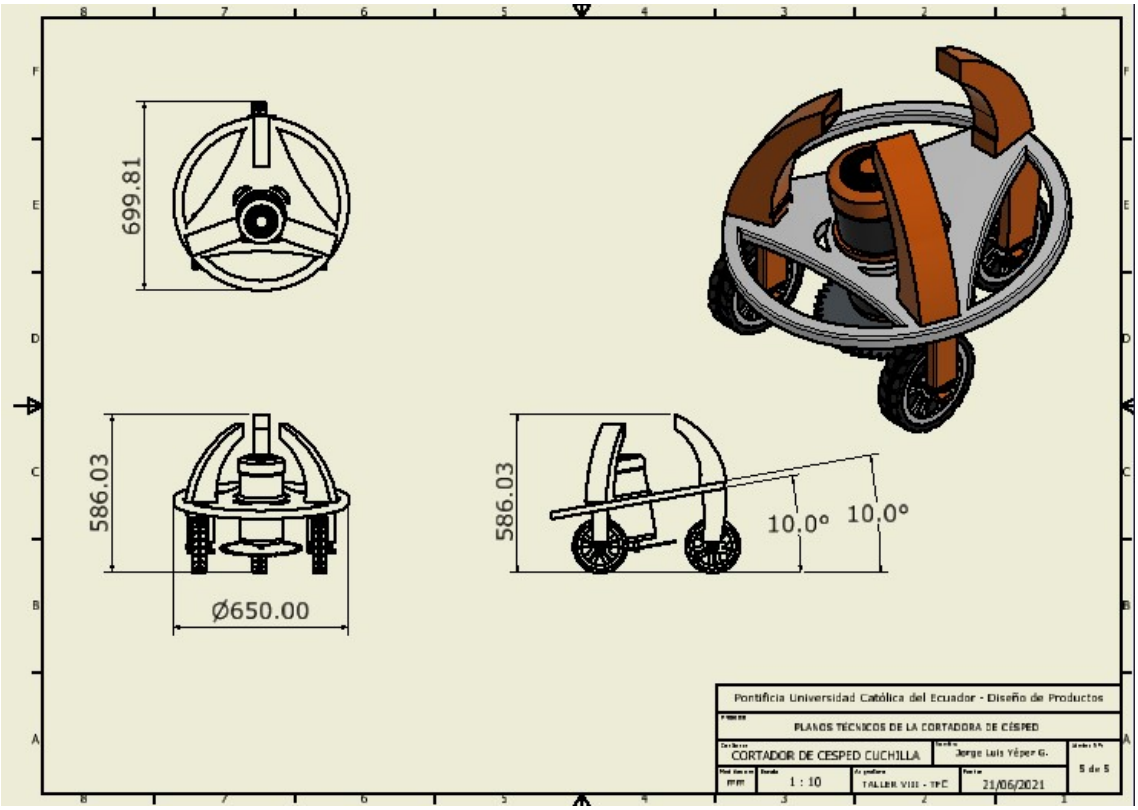


Ilustración 98: Dimensiones y ángulo de inclinación de la Moto guadaña. Diseñado por JL Yépez

15.4. Renders y Maquetas:

A continuación, se muestran los render finales. Todos los render del objeto se encuentra en Anexos 2 – Renders Finales.

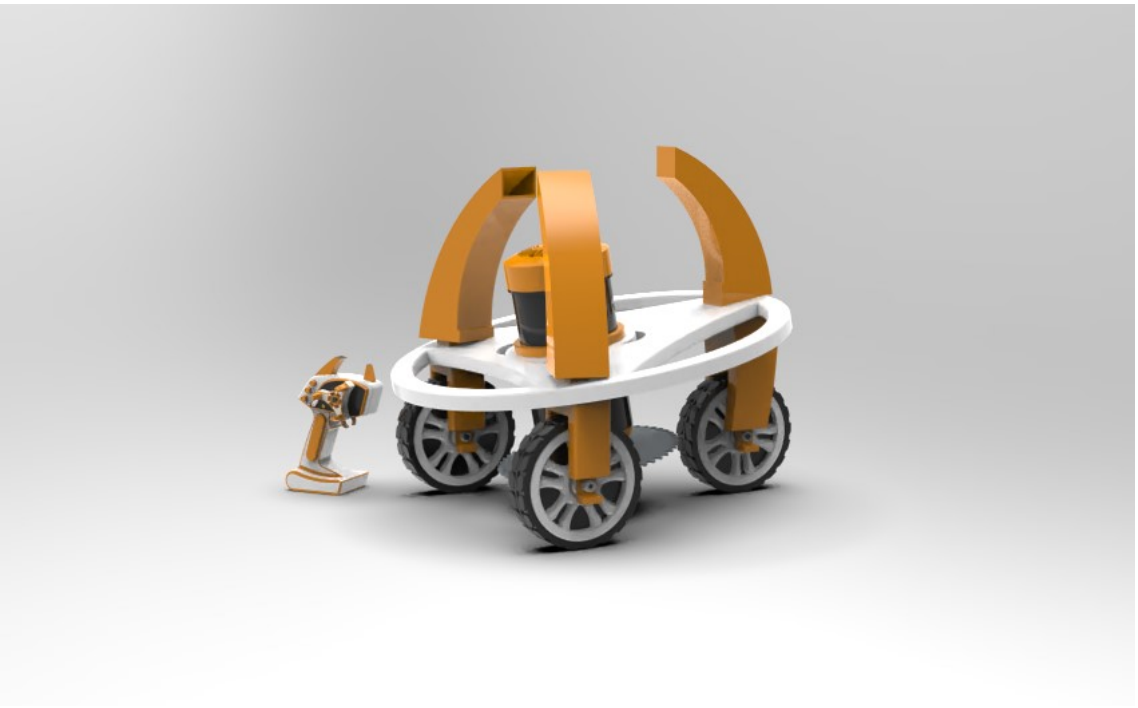


Ilustración 99: Moto guadaña / Cortadora de Césped con su Control RC. Diseñado por JL Yépez

Una vez corregido todos los inconvenientes el resultado final es este, donde el objeto presenta un mismo lenguaje visual y estético tanto en sus llantas como en el control RC.

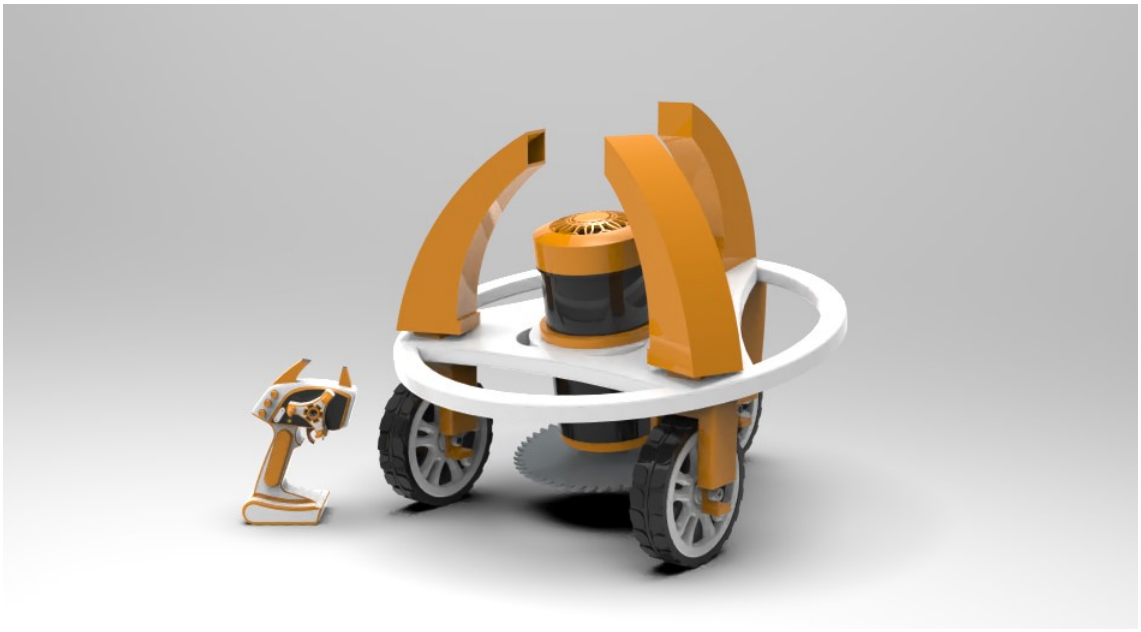


Ilustración 100: Cromática y forma del Control RC similar a la moto guadaña. Diseñado por JL Yépez



Ilustración 101: Render moto guadaña sobre el césped. Diseñado por JL Yépez

Gracias a su cuchilla inclinada a 10°, permite un corte profundo y preciso; además de generar este comportamiento de atacar al césped, que es algo que los moto guadañeros sienten mucho al momento de realizar esta labor.



Ilustración 102: Render moto guadaña en acción. Diseñado por JL Yépez



Ilustración 103: Escenario de corte (Moto guadaña - Guadañero). Diseñado por JL Yépez

El tipo de labrado en las llantas permite que esta máquina pueda desplazarse en superficies irregulares con facilidad.



Ilustración 104: Moto guadaña sobre un terreno irregular con el usuario en primer plano. Diseñado por JL Yépez

15.5. Diseño a detalles y correcciones finales del Objeto Propuesto:

Luego de realizar pruebas a nivel formal y funcional del objeto propuesto, se llega a la conclusión de realizar varias modificaciones que permitan su funcionamiento optimo, tanto a nivel estético como formal. Es por esto por lo que se busca una estética formal no tan agresiva como la que se estaba presentando, sino una más acorde al tipo de función que está dirigido el objeto.

Para lograr esto, fue necesario hacer un análisis completo de la función del objeto y que se desea transmitir con la estética de este. Por consiguiente, se procedió a aplicar Biomímesis para lograr buscar formas orgánicas características de la naturaleza, mismas que influyan tanto en el diseño de la máquina y control a distancia, como también en el empaque donde esta se va a transportar.

Pero para plantear esta idea, es necesario conocer un poco más acerca de este término “biomímesis” y cuál es su referencia o importancia.

“Biomímesis es una corriente de pensamiento científico que procede del griego “BIOS”, “vida”, y “mímesis”, “imitación”. Busca emular la naturaleza como fuente de inspiración.” (Dema, 2020)

Partiendo de este concepto propuesto por la Ingeniera Ambiental Isabel Santías Dema, podemos concluir que la biomímesis no es más que la búsqueda de formas para lograr resolver problemas antropocéntricos que la naturaleza a resuelto por ella misma, a través de tecnologías innovadoras.

Dentro del objeto presentado anteriormente, se realizan tres modificaciones, mismas que permiten un óptimo funcionamiento y se apegan al concepto de biomímesis: Centro de gravedad, ajuste de corte y panel de carga.

Centro de Gravedad: El eje central donde reposa el objeto no tendrá la inclinación de 10° (grados) como se lo planteó en el modelo anterior, sino que la cuchilla junto con el motor es la que se inclinara 10° (grados) permitiendo un centro de gravedad del objeto más estable.

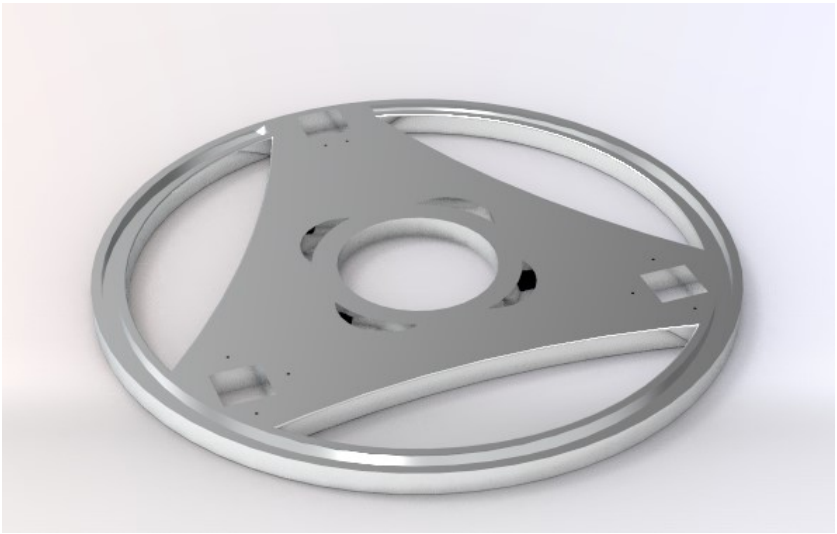


Ilustración 105: Nuevo Diseño del panel central. Diseñado por JL Yépez.

Ajuste de Corte: Debido a que existen diferentes tipos de altura de césped, es necesario contar con un sistema que permita regular la altura de corte deseado. Para esto se procede a incorporar reguladores en las bases donde se encuentran las ruedas, sistema similar al usado en los reguladores para las sillas de ruedas.

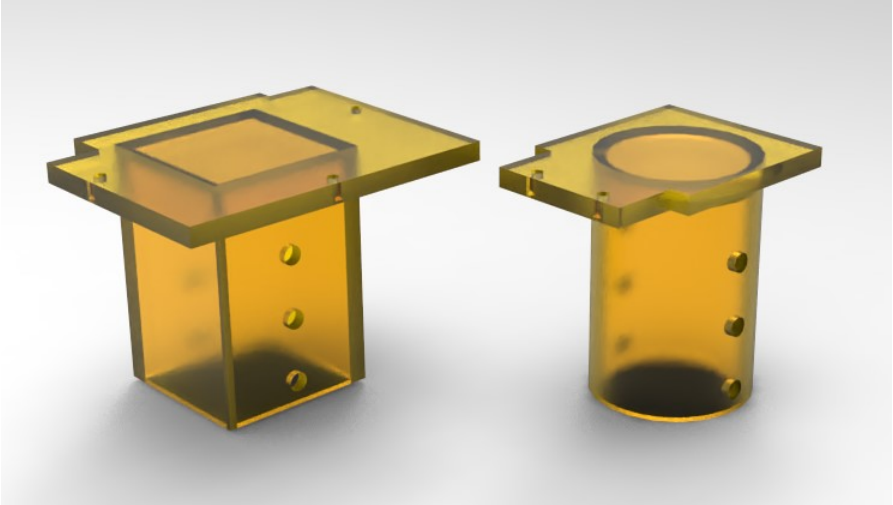


Ilustración 106: Soportes ajustables. Diseñado por JL Yépez.

Panel de Carga: para la parte superior, se ha pensado en la posibilidad de usar energía solar para la carga de las baterías. Si bien, esto requiere un proceso de investigación más profundo, se plantea la forma inicial que tendrán los paneles donde se alojarán las baterías. Cabe destacar que esta pieza no se encuentra en el diseño final, debido a que el proceso investigativo para este panel está incompleto, por lo que debe tener un fundamento documentado para poder ser incluido.

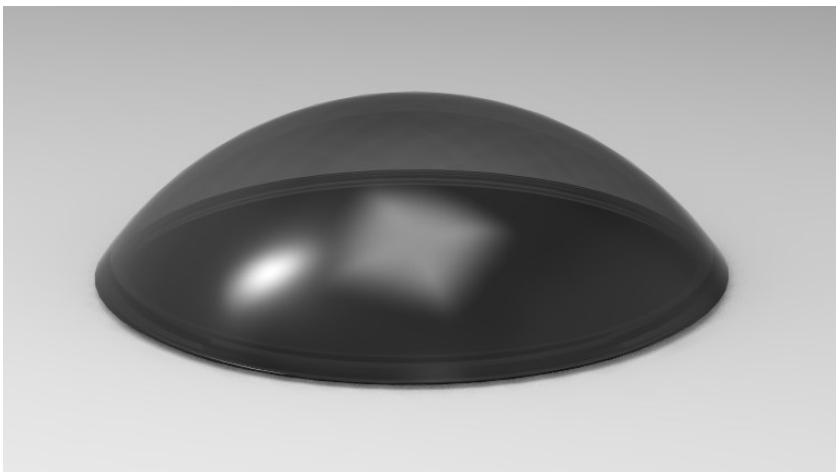


Ilustración 107: Panel de carga solar. Diseñado por JL Yépez.

Una vez planteadas estas mejoras (excluyendo momentáneamente el panel solar), el objeto final es el presentado a continuación; este nuevo objeto cuenta con paneles regulables a dos posiciones, mismas que permiten elevar la altura de corte con respecto del suelo, estas distancias son 10 cm y 20 cm. Las distancias propuestas están acorde a la altura de crecimiento promedio de la hierba en un lapso de un mes con factores climáticos extremos.

De igual forma se cambia radicalmente la base central, dando una reducción en el peso de la pieza y por ende el de la máquina; esta nueva forma permite un mejor almacenamiento de la máquina cuando se requiere transportar, ya sea en una maleta o mochila. Cuenta con dos sistemas de fijación: fijación con tornillos (X8) para las entradas de los paneles donde se encuentran las llantas, y fijación con pasadores (X3), para bloquear la altura deseada de las ruedas y sostener esta pieza a la estructura central.

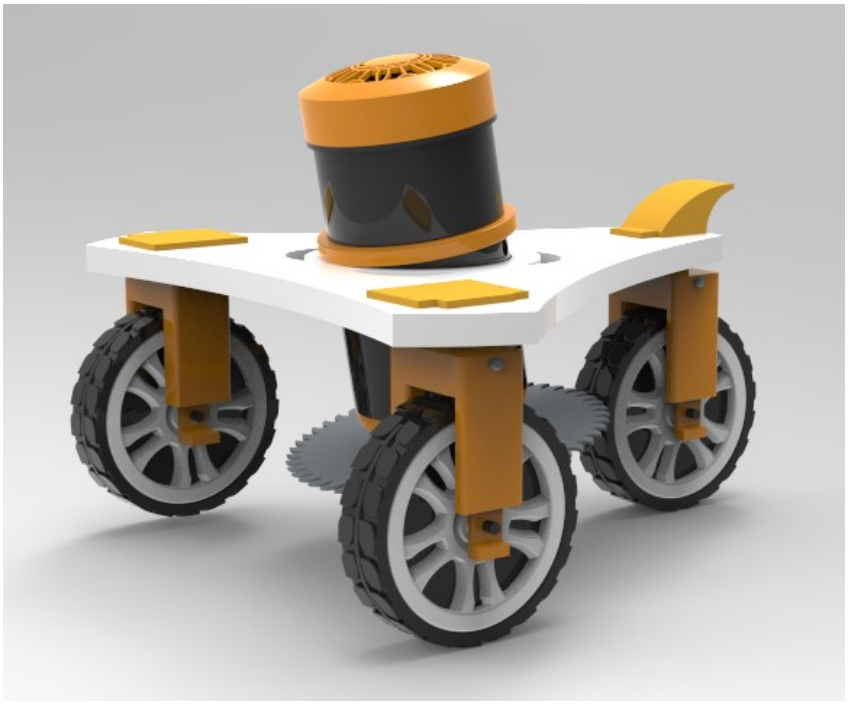


Ilustración 108: Render final del objeto propuesto con sus mejoras. Diseñado por JL Yépez.

16. MATERIALES Y PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA PROPUESTA. –

Para la fabricación de este diseño se requiere del uso de dos materiales básicamente, excluyendo los materiales para la fabricación del Motor EC, la cuchilla de corte, la batería AP 300S, el cargador AL500 y los componentes electrónicos del Control RC y de las ruedas, debido a que estas piezas se las puede adquirir en el mercado.

A continuación, se presenta una tabla en donde se especifica el tipo de material a usarse en cada pieza, así como su proceso productivo.

Los materiales para usarse son Aluminio 7075 o Zicral (en el soporte de la máquina por su resistencia) y Polietileno de Alta Densidad (proceso productivo sencillo).

Pieza	Material	Familia	Proceso Productivo
Soporte Central	Aluminio 7075 Zicral	Metales No Ferromagnéticos	Mecanizado
Soporte llanta Fijo	Polietileno (PE) de Alta densidad	Polímero olefínico - termoplástico	Moldeo por inyección
Soporte llanta Móvil	Polietileno (PE) de Alta densidad	Polímero olefínico – termoplástico	Moldeo por inyección
Panel lateral izquierdo	Polietileno (PE) de Alta densidad	Polímero olefínico – termoplástico	Moldeo por inyección
Panel trasero	Polietileno (PE) de Alta densidad	Polímero olefínico – termoplástico	Moldeo por inyección
Panel lateral derecho	Polietileno (PE) de Alta densidad	Polímero olefínico – termoplástico	Moldeo por inyección
Cubierta del motor	Polietileno (PE) de Alta densidad	Polímero olefínico – termoplástico	Moldeo por inyección
Salida de aire del motor	Polietileno (PE) de Alta densidad	Polímero olefínico – termoplástico	Moldeo por inyección
Tope de Cuchilla	Polietileno (PE) de Alta densidad	Polímero olefínico – termoplástico	Moldeo por inyección
Llanta con labrado	Polietileno (PE) de Alta densidad	Polímero olefínico - termoplástico	Moldeo por inyección
Aro de la llanta	Poliácido láctico PLA	Polímero Bioplástico	Impresión 3D
RC carcasa frontal	Polietileno (PE) de Alta densidad	Polímero olefínico - termoplástico	Moldeo por inyección
RC carcasa trasera	Polietileno (PE) de Alta densidad	Polímero olefínico - termoplástico	Moldeo por inyección
RC timón de control	Polietileno (PE) de Alta densidad	Polímero olefínico - termoplástico	Moldeo por inyección

Tabla 29: Detalle de materiales y Proceso productivo. Elaborado por JL Yépez

Los Polímeros y los Metales No Ferromagnéticos son los materiales base para la fabricación de esta nueva moto guadaña, pues son materiales resistentes a altas temperaturas, vibraciones, de fácil trabajo y son usados por las grandes empresas fabricantes de herramientas como los es Stihl, Black & Decker, Truper, DeWalt, entre otras.

Como se puede evidenciar, para la elaboración de este objeto, es necesario tres tipos de procesos productivos: Mecanizado, Moldeo por inyección e Impresión 3D. A continuación, se hablará un poco de cómo funciona cada proceso.

16.1. Mecanizado:

El mecanizado comprende varios procesos industriales como lo son corte, marcado, prensado, agujereado, entre otros; el material común para realizar este proceso es el metal, pero también se lo puede aplicar en cerámica, madera o plástico. El objetivo de este proceso es darle al material una forma y tamaño especifico, donde se empieza a limar el material de una manera controlada y siguiendo los códigos del modelo digital previamente realizado. (Equipo Ferros Planes, 2016)

Para realizar este proceso, se realiza el modelo digital #d de la pieza, donde se debe tener en cuenta y aplicar los grosores y las perforaciones que se requiera con el fin de saber la resistencia de la pieza. Para este caso, la pieza a realizarse tiene un grosor de 3 milímetros en las partes exteriores, y 4 milímetros en las partes de estructura o los que deben soportar pesos, como es el caso de la parte céntrica de debe resistir el peso del motor.

16.2. Moldeo por Inyección:

Como su nombre lo indica, es un proceso donde se inyecta material fundido en un molde. En este proceso los moldes son la parte fundamental, pues estos deben tener todos los detalles necesarios para que la pieza sea aceptada; por ejemplo, la separación entre los moldes da el grosor de la pieza, o los tallados del molde da como resultado detalles en alto relieve. Los materiales usados son resinas sintéticas, mismas que se calientan hasta que se funden, con el objetivo de inyectar este material al molde para que se enfrié y salga la pieza. Los moldes son metálicos, pues deben resistir las altas temperaturas del material al estar fundido. (Keyence, 2022)

En el caso de este objeto, la gran mayoría de piezas se realizan con este proceso, debido a que, aparte de ahorrar material, el nivel de detalla requerido es alto, pues justamente estos detalles sirven para el soporte del objeto.

16.3. Impresión 3D:

O también llamada manufactura por adición, es el proceso donde se obtienen piezas por adición de material, mismo que se lo realiza por capas; esto con el fin de obtener piezas complejas que son únicas y geométricas. Para lograr esto, se añade material en sucesivas secciones transversales, donde se expulsa material siguiendo un patrón digital o un g-Code. El plástico y las aleaciones de metal son los materiales más usados para la impresión 3D, pero se pueden usar diversos materiales como hormigón y tejido vivo. (Autodesk, 2022)

17. COSTOS DEL PROYECTO. –

A continuación, se detallan y muestran los costos del proyecto desde su diseño – producción hasta la comercialización – venta al público. Cabe destacar que los valores son completamente referenciales, debido a que están sujetos a la oferta y demanda de los servicios y mano de obra.

Por ejemplo, antes de que inicie la pandemia provocada por el virus SARS-CoV-2, los costos de impresión 3D con filamento, dependiendo el tamaño de la pieza, rondaban los $40.00, mientras que actualmente su precio ronda los $60.00; es decir se incrementó $20.00 o el 50% más de su precio anterior.

Por lo anterior, para levantar costos se toma en cuenta el actual costo de los materiales y mano de obra (año 2021).

17.1. Diseño:

Para partir con el detalle de costos, es necesario considerar que en todo proyecto se debe tomar en cuenta el costo de trabajo creativo que desarrolla el diseñador; para esto se establece el valor con relación al tiempo de trabajo.

En este caso, se debe tomar en cuenta el tiempo de desarrollo del trabajo final de la carrera que es de aproximadamente 400 horas:

Costos de Diseño o del trabajo creativo del Diseñador	
Valor cobrado por hora de trabajo[11]:	$5,00 dólares americanos
Horas invertidas en el desarrollo del proyecto final:	400 horas aproximadamente
Valor para pagar por Diseño:	$2000,00 dólares americanos

Tabla 30: Datos de costos del trabajo de Diseño. Elaborado por JL Yépez.

En conclusión, el costo por el trabajo de diseño realizado es de **$2000,00 dólares americanos**, donde se incluye la planificación, investigación, diseño y desarrollo, comprobación y recomendaciones en base al nuevo objeto planteado.

17.2. Producción:

Dentro de este campo se analizan los costos directos como lo son materiales tanto de la máquina como del control, mano de obra dentro de los procesos de fundición y moldeo por inyección, piezas y componentes existentes en el mercado; y los indirectos como servicios de agua, luz e internet.

Costos de los materiales y procesos de piezas para la máquina			
Material	**Cantidad**	**Valor Unitario**	**Total**
Filamento PLA de 1.75 mm para Impresora 3D (llantas labradas)	1 rollo y medio de filamento de PLA color 106 Naranja brillante.	$25,00 dólares americanos. Precio referencial tomado de MaxiTech	$50,00
Polietileno de Alta Densidad (PE) para molde por inyección	3 piezas moldeadas color 106 Naranja brillante	$ 20,00 por pieza	$60,00

[11] Valor por hora que podemos cobrar los estudiantes de Diseño.

Aluminio 7075 Zicral para realizar mecanizado (Base central)	1 pieza de Aluminio de 650 mm de diámetro incluida la matriz.	$60,00 por el tamaño y tipo de mecanizado de la pieza	$60, 00
Aluminio 7075 Zicral para realizar mecanizado (Base pasadores)	3 pieza de aluminio de 110 mm de largo x 4 mm de ancho incluida la matriz.	$5,00 por el tamaño y tipo de mecanizado de la pieza	$15, 00

Tabla 31: Datos de costos de los materiales. Elaborado por JL Yépez

Costos de las piezas existentes en el mercado			
Pieza	**Cantidad**	**Valor Unitario**	**Total**
Placa base PCB 600 Series	1 placa madre o placa base	$50,00	$50,00
Motor EC de bajo consumo 230V-100W-2900RPM	1 motor	$ 110,00	$110,00
Motor eléctrico cepillado 350W – 3000RPM	4 motores para las llantas	$40,00	$160, 00
Motor paso a paso 4 fases con placa controladora	1 kit (4 motores)	$15,00	$15,00
Controlador de velocidad electrónico ESC – 60A RC	1 controlador	$29,00	$29,00

Módulo de control Razor E90 7 conectores	1 módulo	$35,00	$35,00
Cables de conexión	30 metros de cable	$0,15 c/metro	$4,50
RC con receptor 4 canales	1 sistema	$30,00	$30,00

Tabla 32: Datos de costos de los piezas existentes. Elaborado por JL Yépez

17.3. Costo Total:

Costos de Diseño o del trabajo creativo del Diseñador	
Valor del diseño:	$2000,00
Costo de materiales y procesos:	$185,00
Costo de piezas en el mercado:	$433,50
Valor total del objeto:	**$ 2618,50**

Tabla 33: Datos del costo total del proyecto. Elaborado por JL Yépez

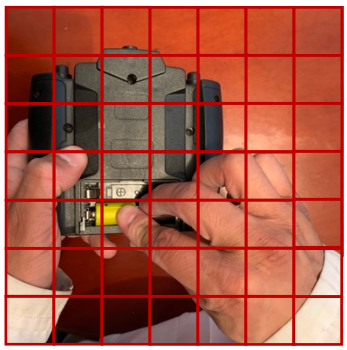
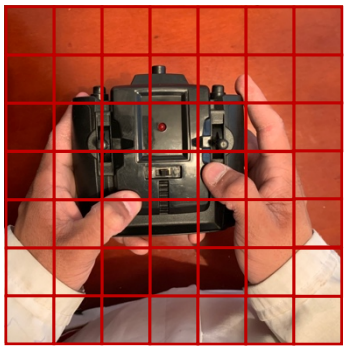
TERCERA PARTE

18. COMPROBACIÓN TEÓRICA. –

Para poder realizar esta validación teórica, es necesario volver pasos atrás donde se evidencian las diferentes herramientas dentro del marco teórico para que nos permitan evidenciar resultados más acertados.

18.1. Análisis de correspondencia antropométrica y biomecánica del control RC:

Para poder dar inicio a esta comprobación, es necesario plantear una tabla de evaluación donde se analice la ergonomía cognitiva, con el fin de indicar el funcionamiento de la interfaz con el usuario. También se debe realizar el análisis de la interfaz antropométrica de la forma y uso de este control RC propuesto, a través de las tablas antropométricas de adultos en el rango 5 y 95 percentil, y para la correspondencia dimensional se vuelve a usar la Somatografía de 1cm x 1cm:

Somatografía: Colocación de las baterías en el control RC.	**Somatografía:** Encendido del botón de power del control RC.	**Somatografía:** Posición inicio de agarre del control RC.
		
Existe una buena correspondencia corporal al momento de colocar las baterías.	Existe una buena correspondencia corporal al inicio ya que el pulgar acciona el botón, sin embargo, lo óptimo sería hacerlo con un agarre tipo pinza.	Existe una buena correspondencia corporal, no se presenta ningún tipo de problema al momento de agarrar el control y estar en una posición neutral.

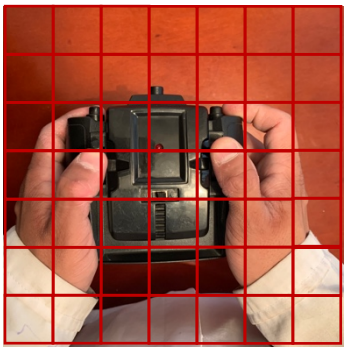
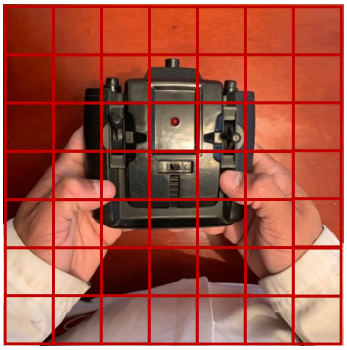
Somatografía: Uso de los mandos generales de movimiento.	**Somatografía**: Uso de los botones superiores del control RC.	**Somatografía:** Posición de descanso de los dedos en el control RC.
		
Existe una buena correspondencia corporal, no se presenta ningún tipo de problema al accionar los mandos.	Existe una buena correspondencia corporal al accionar los mandos, sin embargo, el dedo pulgar de la mano derecha presenta una posición no correcta.	Existe una ligera mala postura en la posición de descanso, misma que puede darse por el tamaño de la mano con respecto al control RC.

Tabla 34: Análisis de correspondencia antropométrica y biomecánica (validación). Elaborado por JL Yépez

18.2. Matriz de variable para la evaluación del producto de uso (control RC):

En esta matriz se muestra las siguientes variables de evaluación: dimensiones, subdimensiones o factores y los indicadores (requisitos).

Tipo de evaluación	Dimensiones	Subdimensiones (Factores)	Indicadores (Requisitos)	Métodos
ANTES	Seguridad	Colocación de las baterías	Fácil colocación de las baterías en el puerto del control RC.	Observación.
		Encendido del control RC	Señala que el control se encuentra encendido y listo para usarse.	Observación y análisis.

DURANTE	Prestaciones	Comodidad.	Mandos de movimiento y botones de acción cercanos.	Observación y análisis.
	Comunicación	Interfaz con el usuario.	El usuario entiende la función de cada palanca y botón dentro del control RC.	Observación. Análisis y manual de uso.
	Antropometría	Percentiles 5 y 95. Correspondencia dimensional entre objeto y ser humano.	Somatografía de la mano. Valores límites permisibles. Normas técnicas.	Observación, análisis y manual.
	Biomecánica	Ángulos de confort para la mano.	Somatografía de la mano. Valores límites permisibles. Normas técnicas.	Observación, análisis y manual.

Tabla 35: Matriz de variable para la evaluación del producto de uso (validación). Elaborado por JL Yépez

CONCLUSIONES:

- En el análisis del control RC propuesto, siempre debe tener mayor jerarquía los factores de uso, función y comunicación de la interfaz del usuario/seguridad.
- Si bien, en el análisis antropométrico y biomecánico del control RC, este no genera ningún tipo de riesgo de lesión en los dedos, es necesario colocar comunicadores que permitan al usuario entender dónde están las posiciones de confort de este objeto.
- Existe un claro conocimiento del funcionamiento del control RC por parte del usuario, donde la respuesta de acción es de menos de un segundo, lo cual permite la facilidad de uso.

18.3. Evaluación ergonomía cognitiva del control RC:

En este apartado se analizan los identificadores de índices cognitivos:

Identificación de índices cognitivos				
Fase	**Signo**	**Interpretación**	**Asimilación**	**Capacidad de respuesta**
INTERFAZ DE USO (Control RC de 3 vías)	**Colocación de las baterías en el control RC** 	El usuario comprende a la perfección lo que la interfaz comunica	**Alta:** El usuario reconoce como colocar las baterías por modelos mentales adquiridos en productos anteriores	Alta – Inmediata
	Botón de encendido 	El usuario ejecuta la acción con éxito, por lo que la interfaz comunica sin inconveniente la acción	**Alta:** El usuario reconoce donde se encuentra el botón de encendido y como accionarlo	Alta – Inmediata – Fácil comprensión
	Uso de los Mandos de control 	El usuario comprende parcialmente el sistema de mandos, le cuesta reconocer cual palanca hace que el objeto se mueva adelante o que este gire.	**Media:** El usuario tiene conflictos en comprender la función de cada palanca.	Media
	Uso de los botones superiores 	El usuario comprende a la perfección lo que la interfaz comunica (botones de arranque) sin embargo, se confunde al momento de accionarlos.	**Alta:** El usuario reconoce la función de los botones de arranque, pero le cuesta un poco comprender cuando accionar cada uno.	Alta – mediana comprensión

Tabla 36: Interfaz de Uso. Elaborado por JL Yépez

CONCLUSIONES:

- En el análisis del control RC propuesto, el usuario comprende de una manera rápida y acertada cada una de las interfaces del objeto.
- Existe una comprensión media en el reconocimiento de cual palanca accionar para ejecutar los diferentes movimientos de la máquina, es por eso por lo que se debe aplicar un lenguaje gráfico para que el usuario entienda con mayor facilidad que palanca usar para determinado movimiento.
- De igual manera pasa con el reconocimientos con los botones, si bien el usuario sabe para la función de cada uno, al momento de querer usarlos existe una leve confusión, por lo que para resolver este inconveniente basta con agregar una cromática distinta a cada botón.

19. COMPROBACIÓN CON EL COMITENTE O ÁREAS INTERDISCIPLINARES. –

Para llevar a cabo esta comprobación se le presentó el proyecto a modo de presentación a un Ingeniero Electrónico y a un Médico General; posteriormente llenaron un cuestionario donde pudieron dar sus opiniones acerca del nuevo producto.[12]

19.1. Comprobación desde la Ingeniería:

Para esta comprobación, el Ingeniero Electrónico pudo conocer a profundidad el alcance que se quiere lograr con ese objeto y cuáles son los retos a futuro que tiene este producto, tomando en cuenta que el objeto que se presentó es el prototipo inicial en su etapa básica. Este nuevo objeto trata de cumplir con los objetivos planteados en este documento, donde aparte ser una alternativa que evitar la exposición continúa del usuario con vibraciones constantes durante períodos largos de tiempo que puedan llegar a afectar a su salud de una manera irreversible, también cuenta con un mando a distancia de fácil comprensión como se pudo evidenciar en la validación anterior.

[12] Estas entrevistas se encuentran en el apartado de Anexos 1 dentro de la carpeta Validaciones.

Para el Ingeniero Sebastián Narváez, el objeto cumple con su función general que es proteger al ser humano de las altas vibraciones y posibles complicaciones en su salud por este fenómeno. Este es el cuestionario llenado por el Ingeniero Narváez:

Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Facultad de Arquitectura Diseño y Artes
Carrera de Diseño – Trabajo de Fin de Carrera – Octavo Nivel

PUCE

Validación del Diseño de la cortadora de Césped

Nombre del Experto: Ingeniero Sebastián Narváez.
Ocupación: Ingeniero Electrónico e Ingeniero Civil.
Validación dirigida a: Estructura formal, puntos críticos y sistema electrónico.

1. **¿Qué le hizo sentir el nuevo diseño a primera vista?**
   La innovación aplicada en este objeto ya que aparte de tener tecnología novedosa, está dirigido a personas que tiene el riesgo que presentar esta enfermedad de Raynaud; y el hecho de separar la máquina del ser humano ya es un paso gigante.

2. **¿Cree usted que este nuevo diseño soluciona los problemas anteriormente explicados? ¿Por qué?**
   Si, debido a que aparte de solucionar las enfermedades por vibraciones, el usuario ya no debe cargar el peso de una moto guadaña; por lo que da solución a varios factores, no solamente a la vibración.

3. **¿Del 1 al 4, cuál problema considera usted que resuelve en mayor porcentaje el nuevo diseño, siendo 1 el valor donde más se resuelve?**
   (1) Síndrome de Raynaud (vibración).
   (2) Movilización al puesto de trabajo.
   (1) Agotamiento o cansancio físico y cognitivo.
   (1) Inhalación de gases tóxicos.

4. ¿Qué tan ¨bonito¨ le pareció el objeto? Califique del 1 al 5, siendo 5 el más alto:



Av. 12 de octubre 1076 y Ramón Roca
Telf.: (593) 2 299 17 00 ext. 1944
Quito – Ecuador
www.puce.edu.ec

Carrera de Diseño PUCE

JESUITAS ECUADOR

Ilustración 109: Cuestionario de Validación Ing. Narváez Pág.1. Elaborado por JL Yépez

5. **¿Cómo calificaría los siguientes enunciados con respecto al diseño de la máquina? Califique del 1 al 5, siendo 5 el más alto:**

   (5) Innovación en la forma.
   (5) Propuesta de la cromática.
   (5) Materiales a usarse.
   (4) Usabilidad (fácil de entender).
   (5) Resolución de los problemas expuestos.

6. **¿Cómo calificaría los siguientes enunciados con respecto al diseño del control RC? Califique del 1 al 5, siendo 5 el más alto:**
   (3) Innovación en la forma.
   (5) Comodidad del control.
   (5) Fácil de comprender y usar.
   (5) Tamaño del control RC.

7. **¿Qué elementos del nuevo diseño le llamaron más la atención?** Marque con una X los que usted considere cumplen con lo que usted espera del producto.
   Función:
   ( ) Armable.
   ( ) Fácil de transportar.
   ( ) Energía alternativa.
   ( ) Radio Control.
   ( ) Fácil mantenimiento.
   (X) Todos.

   Cromática:
   ( ) Colores llamativos.
   ( ) Fácil de divisar.
   ( ) Colores neutrales (unisex).
   (X) Todos.

Ilustración 110: Cuestionario de Validación Ing. Narváez Pág.2. Elaborado por JL Yépez

Materiales:

( ) Fáciles de remplazar.

( ) Resistentes a factores externos.

( ) Se puedan personalizar.

(X) Todos.

8. ¿En el caso del control RC, que nivel de complejidad tiene el producto al momento que usted desea accionar un mando?

(X) Fácil.

( ) Medianamente Fácil.

( ) Difícil.

( ) Muy Difícil.

9. ¿En el caso la máquina, que nivel de complejidad tiene el producto al momento que usted desea armarlo y desalmarlo?

( ) Fácil.

(X) Medianamente Fácil.

( ) Difícil.

( ) Muy Difícil.

10. ¿Haría usted cambios al modelo final del objeto? ¿Cuáles propondría?

- Una cuarta rueda para campos extremadamente irregulares.
- Un poco de más altura de la cuchilla con respecto al suelo para que entre en follajes densos.
- Inclinar un poco más la cuchilla para que pueda acceder a bordes más complicados de cortar.
- Extender el tiempo de uso del objeto, alrededor de 2h30min.

11. ¿Adquirirá usted este producto para cortar el césped de su casa? ¿Por qué?

No lo adquiría debido a que en mi casa no tengo césped sin embargo, si lo recomendaría a amigos y familiares que tienen solares grandes de césped.

Ilustración 111: Cuestionario de Validación Ing. Narváez Pág.3. Elaborado por JL Yépez

12. ¿Considera usted que se debería incluir un manual de uso tanto para el armado de la máquina como para el uso del control RC?

( ) Solo para el armado de la máquina.
( ) Solo para el uso del control RC.
(X) Para ambos.

Ilustración 112: Cuestionario de Validación Ing. Narváez Pág.4. Elaborado por JL Yépez

CONCLUSIONES:

Como se puede evidenciar en la pregunta número 10, el Ingeniero Sebastián Narváez plantea varias mejoras como es el caso de una cuarta rueda para darle una mayor estabilidad al momento de entrar en terrenos que son completamente irregulares, donde existen huecos y hundidos; además de brindar un período de corte más prologando. También recomienda dale un poco más de altura de la cuchilla con respecto con el fin de que pueda cortar cualquier área donde exista hierba o en follajes completamente densos.

Por lo anterior, el Ingeniero comentó que es un objeto novedoso e innovador, por lo que al agregar estas recomendaciones desde el punto de vista de la ingeniería, el objeto podrá ser usado sobre cualquier tipo de superficie; sin embargo el Ingeniero comento que al ser un objeto prototipo está desarrollado de una manera aceptable, pues para el propósito inicial que está pensado (corte de borde abiertos, corte de césped en áreas semi irregulares y ser controlado a distancia) el objeto cumplo con todas las exigencias.

19.2. Comprobación desde la Medicina:

En este caso el Doctor Jorge Vargas validó el objeto desde la parte médica, es decir, el porcentaje de reducción o anulación de las diferentes las enfermedades que el objeto trata de solucionar. También validó todos los riesgos tanto físicos como cognitivos que conllevan el uso de este nuevo producto.

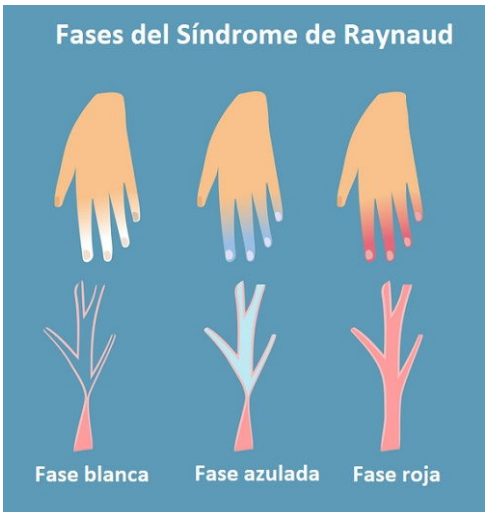


Ilustración 114: Evolución del sindrome de Raynaud. Tomada de tucanaldesalud.es

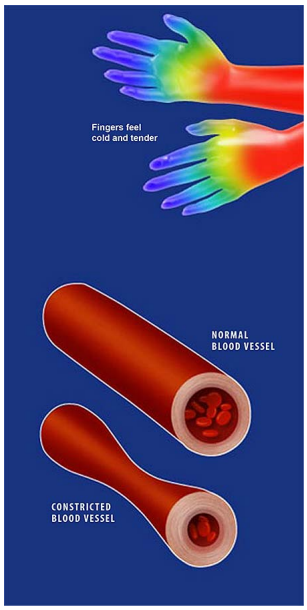


Ilustración 113: Afectación de Raynaud en las venas. Tomado de centralcoastortho.com

Los valores para evaluar el porcentaje de reducción o eliminación de las posibles causas para que se desarrollen diferentes tipos de enfermedades se tomaron de los datos obtenidos en el marco teórico, es decir los valores que en la actualidad la moto guadañas emiten, tanto a nivel de vibración como en emisión de gases y nivel de decibelios:[13]

Rango de Valores Aceptados (Determinantes y Requerimientos)					
Problema	**Enfermedad**	**Rango permitido**	**Moto guadaña**	**Objeto Propuesto**	**Reducción**
Vibración	Síndrome de Raynaud	2,5 m/s2 a 5 m/s2	2,6 m/s2 a 6 m/s2	0 m/s2	100%
Nivel de Ruido	Sordera crónica o pérdida del oído	60 dB a 85 dB	100 dB a 112 dB	Menor a 60 dB	100%
Peso	Lesiones en la columna	Menor a 12 Kg	12 kg	10 kg	23 %
Emisión gases	Complicaciones respiratorias	Menos de 1h expuesto	Supera las 2 horas de exposición	Completamente alejado del ser humano	100%

Tabla 37: Tabla de valores de reducción. Elaborado por JL Yépez

20. COMPROBACIÓN CON EL USUARIO. –

Para comprobar el nuevo objeto con el usuario, se le presentó el funcionamiento básico del objeto, además de un video donde se puede ver el armado y desarmado del objeto; adicionalmente se le dio el control RC para que lo use y lo pruebe a nivel ergonómico y de funcionamiento. Para el control funcione, se realizó un sistema para un objeto móvil que respondía a la señal de control, este es el mismo sistema con el que va a contar la cortadora de césped (tres canales).

Adicionalmente, se procedió a realizar una simulación de peso (10kg que pesa la máquina desamada y guardada en la mochila) para ver el comportamiento del usuario al trasladarse dentro de varios espacios, la comodidad del peso y la facilidad de trasportación. Para esto se usaron piezas similares a las reales hechas en cartón para simular como se deben de acomodar, y una pesa de 10kg que simulaba el peso total del aparato.

[13] El cuestionario hecho al doctor se encuentra en el apartado de Anexos 1 dentro de la carpeta Validaciones.

También hubo la oportunidad de observar y analizar como maniobra una persona que ya tiene el síndrome de Raynaud en un nivel de avance medio, pues el usuario entrevistado presentaba la enfermedad por lo que comento como esta enfermedad inicia y cuáles son las dolencias que las personas deben soportar. Entre estas dolencias esta: Dolor en las articulaciones (dedos como zona del túnel carpiano), sensación constante de frío en los dedos, perdida de sensibilidad en los pulpejos, pérdida leve de la motricidad fina y agotamiento más frecuente, debido a que el síndrome de Raynaud es un problema a nivel sanguíneo donde la sangre no puede llegar hasta los pulpejos por taponamiento en las venas y arterias.

Con todo lo anterior, se le explicó al usuario las ventajas que conlleva separarlo de la máquina ya que, en su nivel de avance de la enfermedad, es cuestión de meses para que se convierta en algo irreversible y deban amputarle los dedos. Poor motivos de confidencialidad, el usuario no permitió que se le tome fotos de la condición de sus manos y pies, pero a continuación se muestran unas imágenes referenciales del nivel de avance que tenía el señor, con la diferencia que dos dedos de la mano izquierda (anular e índice) tenían un color blanco con tinturas moradas.



Ilustración 116: Imagen refencial del avance de Raynaud en un nivel medio (Palma).



Ilustración 115: Imagen refencial del avance de Raynaud en un nivel medio (Dorso).

De igual manera, el usuario lleno el cuestionario acerca de su opinión y recomendaciones del nuevo objeto que se le quiere dar a comer para que en un futuro lo pueda adquirir y evite que esta enfermedad silenciosa pero mortal sigua avanzando. Estas fueron sus respuestas:

Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Facultad de Arquitectura Diseño y Artes
Carrera de Diseño – Trabajo de Fin de Carrera – Octavo Nivel

PUCE

Comprobación del Diseño de la cortadora de Césped

Nombre del Usuario: Isaías Ponce.
Ocupación: Guadañero.
Validación dirigida a: Validar el objeto con el usuario.

1. **¿Qué le hizo sentir el nuevo diseño a primera vista?**
   Alivio ya que si hay una solución para que mi enfermedad no siga avanzando; si bien estoy consciente que esto no se cura, tengo la fe de que gracias a esta nueva máquina muchas personas que ejercemos este trabajo vamos a estar más protegidos de enfermedades que pueden atentar conta nuestra vida.

2. **¿Cree usted que este nuevo diseño soluciona los problemas anteriormente explicados? ¿Por qué?**
   Si, ya que al estar en contacto con la vibración la enfermedad de Raynaud no va a avanzar, lo cual es un beneficio porque muchas personas que cortamos el césped en este conjunto tenemos esta enfermedad, unos leves y otros más avanzados.

3. **¿Del 1 al 4, cuál problema considera usted que resuelve en mayor porcentaje el nuevo diseño, siendo 1 el valor donde más se resuelve?**
   (1) Síndrome de Raynaud (vibración).
   (2) Movilización al puesto de trabajo.
   (1) Agotamiento o cansancio físico y cognitivo.
   (1) Inhalación de gases tóxicos.

4. ¿Qué tan ¨bonito¨ le pareció el objeto? Califique del 1 al 5, siendo 5 el más alto:



Av. 12 de octubre 1076 y Ramón Roca
Telf.: (593) 2 299 17 00 ext. 1944
Quito – Ecuador
www.puce.edu.ec

Carrera de Diseño PUCE

JESUITAS ECUADOR

Ilustración 117: Cuestionario de Comprobación Sr. Isaías Ponce Pág.1. Elaborado por JL Yépez

5. **¿Cómo calificaría los siguientes enunciados con respecto al diseño de la máquina? Califique del 1 al 5, siendo 5 el más alto:**

(5) Innovación en la forma.
(4) Propuesta de la cromática.
(4) Materiales a usarse.
(4) Usabilidad (fácil de entender).
(5) Resolución de los problemas expuestos.

6. **¿Cómo calificaría los siguientes enunciados con respecto al diseño del control RC? Califique del 1 al 5, siendo 5 el más alto:**
(4) Innovación en la forma.
(5) Comodidad del control.
(4) Fácil de comprender y usar.
(5) Tamaño del control RC.

7. **¿Qué elementos del nuevo diseño le llamaron más la atención?** Marque con una X los que usted considere cumplen con lo que usted espera del producto.
Función:
(X) Armable.
(X) Fácil de transportar.
( ) Energía alternativa.
(X) Radio Control.
( ) Fácil mantenimiento.
( ) Todos.

Cromática:
( ) Colores llamativos.
( ) Fácil de divisar.
( ) Colores neutrales (unisex).
(X) Todos.

Ilustración 118: Cuestionario de Comprobación Sr. Isaías Ponce Pág.2. Elaborado por JL Yépez

Materiales:

( ) Fáciles de remplazar.

( ) Resistentes a factores externos.

( ) Se puedan personalizar.

(X) Todos.

8. ¿En el caso del control RC, que nivel de complejidad tiene el producto al momento que usted desea accionar un mando?

( ) Fácil.

(X) Medianamente Fácil.

( ) Difícil.

( ) Muy Difícil.

9. ¿En el caso la máquina, que nivel de complejidad tiene el producto al momento que usted desea armarlo y desarmarlo?

( ) Fácil.

(X) Medianamente Fácil.

( ) Difícil.

( ) Muy Difícil.

10. **¿Haría usted cambios al modelo final del objeto? ¿Cuáles propondría?**

- El sistema de armado se automático, con el fin de ahorrar tiempo al momento de cortar o cuando llueva para poder guardarla rápido.
- El tiempo de la duración de la batería sea más extenso o que se cargue mientras se está cortando.
- Se pueda colocar una cuchilla más grande en el caso que el nivel de la hierba sea extremadamente densa.
- Tengan piezas personalizables como es el caso del color o le la forma de ciertas piezas.
- Tenga un mejor sistema de agarre o freno para subir cuestas o zonas empinadas que muchas veces son complicadas de llevar.
-

Ilustración 119: Cuestionario de Comprobación Sr. Isaías Ponce Pág.3. Elaborado por JL Yépez

11. ¿Adquirirá usted este producto para cortar el césped de su casa? ¿Por qué?

Si lo adquiriera, porque me va a ser de gran ayuda para mi enfermedad; pero obviamente también habría que ver el precio porque un objeto con estas características debe ser costoso.

12. ¿Considera usted que se debería incluir un manual de uso tanto para el armado de la máquina como para el uso del control RC?

( ) Solo para el armado de la máquina.
( ) Solo para el uso del control RC.
(X) Para ambos.

Ilustración 120: Cuestionario de Comprobación Sr. Isaías Ponce Pág.4. Elaborado por JL Yépez

CIERRE DEL DOCUMENTO

21. CONCLUSIONES. –

Basándose en el desarrollo de esta investigación, la definición del concepto y la validación, los comitentes y el usuario coinciden que este producto diseñado atuna y previene el síndrome de Raynaud, además de otro tipo de enfermedades producidas por los diversos problemas que presentan las moto guadañas.

Durante la investigación, gracias a la investigación de campo, se pudo evidenciar la realidad de muchas personas que tienen este oficio como medio de vida; al mismo tiempo fue satisfactorio ver como las personas intentaban personalizar sus máquinas con el fin de darle una característica única y no sentirse guadañeros o jardineros, sino corredores, pilotos, astronautas o superhéroes. Gracias a este estudio y análisis del día a día de los usuarios en el su lugar de trabajo, fue posible concluir y tener una idea más clara de todos los riesgos que estas personas corren, no solamente al momento de cortar el césped, sino también al momento de transportar estas máquinas en buses, motocicletas e incluso bicicletas, elevando el riesgo de sufrir un accidente lamentable.

Después de realizar este análisis, es necesario establecer una base de información que será utilizada para el diseño, sabiendo que cada idea surge nuevos riesgos dentro de esta profesión, y obviamente, nuevas mejoras en el objeto que logren suplir siempre estos problemas. Otro punto positivo fue la acogida que tuvo este producto dentro del gremio de trabajadores, donde surgieron comentarios positivos acerca del uso de un radio control a distancia para controlar este objeto. El Control RC fue un éxito, debido a que los usuarios entendieron la interfaz de uso del control a pesar de tener 3 canales diferentes.

De igual manera las ideas innovadoras que los comitentes propusieron al igual que los usuarios, dan a entender que este proyecto tiene pies y puede llegar a ser un objeto revolucionario que, fuera de su función principal que es cortar el césped, está pensado en proteger la integridad del ser humano.

El objeto cumple con la función de proteger la salud del ser humano al momento de realizar este tipo de actividades y las validaciones lo confirman basado en entrevistas, cuestionarios, opiniones de expertos y valores éxito de haber separado al hombre de la máquina; es sobre este punto que se puede concluir que la razón de ser del proyecto de tesis se ha sustentado. Cumple la función de prevenir y atenuar las lesiones producidas en los miembros superiores por el uso prolongado de herramientas que emiten altas vibraciones.

22. RECOMENDACIONES. –

El producto permite que los moto guadañeros puedan ejecutar sus actividades sin el riesgo de sufrir algún tipo de enfermedad en el futuro: además de brindarles una máquina que no genera contaminación ambiental, pues su energía alternativa la hace sostenible. Como cualquier proyecto necesita mejoras para lograr a ser uno de los productos más completos dentro del mercado competidor, en este caso son los futuros usuarios los llamados a dar esas ideas renovadoras que con el pasar del día van descubriendo que la máquina podría tener.

Este es un proyecto por y para la sociedad, para esas personas de escasos recurso que no pueden pagarse un tratamiento para atenuar esta enfermedad o para quienes deben endeudarse de por vida con el fin de acceder a buscar alternativas poco convencionales para continuar trabajado y sostener a sus familias. Esa es la esencia de este objeto, probar que el diseño puede resolver hasta los problemas más graves; como es el caso de esta enfermedad que hasta el día de hoy sigue cobrando vidas de personas y no hay nadie que haga algo al respecto.

23. BIBLIOGRAFÍA. -

Acosta, G. G. (2002). *La ergonomía desde la visión sistémica.* Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

AELE. (2020). *SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO*. Obtenido de Glosario de Términos del Decreto Supremo Nº 009-2005-TR, Reglamento de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.: https://www.aele.com/node/5192

Argentina.gob.ar. (2020). *Ministerio de Salud de Argentina*. Obtenido de Salud Ocupacional: https://www.argentina.gob.ar/salud/ocupacional

Arroyo Barragan, F. D. (2013). CAPÍTULO 3 MÉTODO, TÉCNICA Y PROCEDIMIENTO. En F. D. Arroyo Barragan, *Diseño de material educativo para niños y niñas de 5 a 6 años de edad, con discapacidad visual, alumnos del primer año de educación básica en la modalidad integral* (pág. 60). Quito, Pichincha, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Autodesk. (2022). *Autodesk*. Obtenido de impresión 3D: https://latinoamerica.autodesk.com/solutions/3d-printing

Black&Decker 26cc - 1,0 HP. (2021). *Black and Decker* . Obtenido de Bordeadora a Gasolina - Profesional 26cc - 1.0HP: https://ec.blackanddecker.global/es/Lawn_Garden_Grass_Trimmers/product/GST26/bordeadora-gasolina-profesional-26cc-10hp

Black&Decker 33cc - 1,2 HP. (2021). *Black and Decker*. Obtenido de Bordeadora a Gasolina - Profesional 33cc - 1.2HP: https://ec.blackanddecker.global/es/Lawn_Garden_Grass_Trimmers/product/GST33/bordeadora-gasolina-profesional-33cc-12hp

Bovenzi, M. (1998). VIBRACIONES TRANSMITIDAS A LAS MANOS. En M. d. Sociales, & 3° (Ed.), *ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD* (Vols. 1,2,3,4, pág. 4720). Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

CCSSO. (2006). *Canadian Center for Occupational Health and Safety*. Obtenido de Centro Canadiense de Seguridad y Salud Ocupacional: http://www.ccsso.ca/oshanswers/ergonomics/push1.html

Chávez, B. (2010). El Diseño centrado en el Usuario. En B. C. Ortíz, *Aproximación a los modelos de diseño industrial o de productos y su aplicación en el ejercicio profesional* (pág. 122). Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Concejo Colombiano de Seguridad. (2018). *ARL SURA*. Obtenido de Manejo manual de cargas: https://www.arlsura.com/index.php/centro-de-legislacion-sp-26862/74-centro-de-documentacion-anterior/seguridad-industrial/785--sp-7581

Definiciona.com. (17 de Oct de 2016). *Definición y etimología de guadañero*. Obtenido de Guadañero: https://definiciona.com/guadanero/

Dema, I. S. (07 de Septiembre de 2020). *Ecología Verde*. Obtenido de Biomímesis: qué es y ejemplos: https://www.ecologiaverde.com/biomimesis-que-es-y-ejemplos-2990.html

Equipo Ferros Planes. (04 de octubre de 2016). *PLANES*. Obtenido de ¿Qué es el mecanizado? Origen y características: https://ferrosplanes.com/que-es-mecanizado/

Galarza, F. A. (07 de abril de 2021). Experiencia con el uso de moto guadañas. (J. L. Yépez, Entrevistador)

Galarza, S. (02 de Marzo de 2021). Riesgos Químicos y Biológicos que sufren las personas expuestas a gases tóxicos. (J. L. Yépez, Entrevistador)

Giron, P., La Mafla, S., Ramborger, D., & Riesco, C. (2019). *El efecto de las vibraciones sobre el cuerpo humano.* UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO, FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA, Rosario.

Hernandez, R. (2014). *Metodología de la Investigación - Sexta edición.* México D.F., México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Obtenido de https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf

INTI. (2009). *SUMAR CON DISEÑO Anuario del programa de Diseño.* Buenos Aires, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

ISO 25000. (2021). *PORTAL ISO 25000*. Obtenido de La familia de normas ISO/IEC 25000: https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000

Keyence. (2022). *Keyence*. Obtenido de Moldeo por inyección: https://www.keyence.com.mx/ss/products/measure-sys/machining/injection-molding/about.jsp

Kiwy - MOTOGUADANA TRUPER. (2021). *KIWY EC*. Obtenido de MOTOGUADANA TRUPER DES 52CC C/CUCHILLA CARRET: https://kywitiendaenlinea.com/product/motoguadana-truper-des-52cc-c-cuchilla-carret/

MayoClinic. (2020). *Enfermedades y afecciones* . Obtenido de Enfermedad de Raynaud: https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/raynauds-disease/symptoms-causes/syc-20363571

Merck Sharp & Dohme. (2000). *Manual Merck* (Editorial Oceano ed.). (M. Robert Berkow, Ed., F. Comendador, & e. al, Trads.) New Jersey, EEUU: Home Edition.

Milton, A., & Rodgers, P. (2013). *Métodos de investigación para el diseño de productos.* Barcelona: BLUME.

Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social. (2003). *HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO.* Buenos Aires , Argentina: Resolución 295/2003.

Monge, E. (19 de Marzo de 2021). Puesto de Trabajo: Guadañero. (J. L. Yépez, Entrevistador)

Norman, D. (1988). El Diseño centrado en el Usuario. En NEREA (Ed.), *La Psicología de los Objetos Cotidianos - The Psychology of the Everyday thinks* (F. S. Fontenla, Trad., págs. 231 - 233). New York, NY, USA: Basic Books.

Norman, D. A. (2005). *El diseño emocional: Por qué nos gustan (o no) los objetos cotidianos.* Barcelona: Editorial Paidós.

OCDE. (2005). *Manual de Oslo: guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación* (Tercera ed.). (G. Tragsa, Trad.) París: OCDE - Eurostat.

Official Records of the World Health Organization. (1946). Preámbulo de la Constitución de la Organización Mundial de la Salud. *Conferencia Sanitaria Internacional. Nº 2* (pág. 100). Organización Mundial de la Salud.

Peña, S., & Pérez, M. (2015). *DISEÑO. El Objeto de la profesión.* La Habana, Cuba: Revista de la Universidad Cubana de Diseño. Obtenido de http://a3manos.isdi.co.cu/docs/articulos/2-1.pdf

Rincón, O. (25 de Marzo de 2021). ERGONOMIA CORRECTIVA USABILIDAD_HTA. (W. Urueña, Entrevistador) Obtenido de https://web.microsoftstream.com/video/4c2c5ed7-d60d-4e77-abcb-a21c4c9d40da

Rodríguez, J. F. (2004). *Acto 4 - Numero I.* Bogotá, Colombia: Escuela de Diseño Industrial , Universidad Nacional de Colombia.

Rodríguez, J. F. (2015). Sistema de referentes. En J. F. Rodríguez, *El Acto de Diseñar... entre otras quijotadas* (pág. 67). Quito, Ecuador: Centro de Publicaciones de la PUCE.

Rodríguez, J. F. (2019). *Acto de diseñar: entre otras quijotadas.* Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Saravia, M. (2006). *Ergonomía de concepción.* Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana.

Sarmiento, G. E. (2018). *Análisis de factibilidad para la fusión de ls EMGIRS EP y la EMASEO EP, para realizar la gestión de residuos sólidos en la ciudad.* Quito: Instituto de Altos Estudios Nacionales Universidad de Postgrado del Estado.

Simian Fernádez, M. P., & Flores Durán, P. A. (2015). *Prevención Integral*. Obtenido de Ergonomía y Diseño de Productos: https://www.prevencionintegral.com/canal-orp/papers/orp-2015/ergonomia-diseno-productos

STIHL FS 280. (2021). *STIHL*. Obtenido de Motoguadañas de intermedia intensidad de uso - FS 280: https://www.stihl.com.ar/Productos-STIHL/Motoguada%C3%B1as-y-bordeadoras/Motoguada%C3%B1as-de-intermedia-intensidad-de-uso/252825-66076/FS-280.aspx

STIHL FS 38. (2021). *STIHL*. Obtenido de Motoguadañas de baja intensidad de uso -FS 38: https://www.stihl.com.ar/Productos-STIHL/Motoguada%C3%B1as-y-bordeadoras/Motoguada%C3%B1as-de-baja-intensidad-de-uso/212393-66079/FS-38.aspx

Tellez, D. W. (23 de Mayo de 2021). Asesoría sobre la aplicación del método de evaluación por Pugh. (J. L. Yépez, Entrevistador)

Teo, K. K. (Julio de 2019). *Manual MSD - Versión para profesionales* . Obtenido de Síndrome de Raynaud: https://www.msdmanuals.com/es-ec/professional/trastornos-cardiovasculares/enfermedades-arteriales-perif%C3%A9ricas/s%C3%ADndrome-de-raynaud

Urueña, D. W. (24 de Marzo de 2021). Vibraciones desde la Ergonomía. (J. L. Yépez, Entrevistador)

Valencia, M. S. (2006). *Diseñar el pensamiento analógico por modelos.* Bogotá: FundaciónUniversidad de Bogotá.

Vargas, D. J. (22 de Marzo de 2021). Raynaud y sus complicaciones médicas. (J. L. Yépez, Entrevistador)

Viñuales, M. F. (2015). *Métodos de decisión multicriterio AHP y PROMETHEE aplicados a la elección de un dispositivo móvil.* Escuela Técnica Superior de Ingeniería - Universidad de Sevilla, Organización Industrial y Gestión de Empresas II. Sevilla: Universidad de Sevilla. Obtenido de http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5618/fichero/ProyectoFinal2.pdf