



“Desarrollo de un dispositivo dinámico adaptativo para entrenamiento del putter para golfistas”

Docentes:

Mg. Ing. David Espíndola

Dra. Ing. Érica Fernández

Director de Proyecto:

Ing. Maggiolo Gustavo

Autor:

Darío Germán Renna

(Leg. N° 6586)

**TRABAJO FINAL PRESENTADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO INDUSTRIAL**

Rafaela, Argentina

2022

Índice general

Índice general.....	1
Glosario.....	7
Resumen ejecutivo	10
1. Introducción	12
1.1 El golf y la tecnología	12
1.2 Definición del Proyecto.....	13
1.3 Justificación del proyecto.....	14
1.4 Aspectos a desarrollar	17
1.5 Objetivos del proyecto	18
1.5.1 Objetivo general.....	18
1.5.2 Objetivos específicos	18
2. Marco Teórico.....	20
2.1 Terminología de golf.....	20
2.2 Estadísticas del Golf.....	22
2.3 Normas de diseño de greens.....	23
2.4 Herramientas para análisis de producción.....	24
2.4.1 Cursograma	24
2.4.1.1 Cursograma sinóptico del proceso	25
2.4.1.2 Cursograma analítico	25
2.5 Descripción del Producto	25
2.5.1 Primero, ¿Qué es un Putting green?	25
2.5.2 Putting green estático	26
2.5.3 Putting green dinámico	28
2.5.4 Multigreen.....	29
3. Estudio de Mercado	32
3.1 Mercado consumidor.....	32
3.1.1 Mercado Mundial de Golf.....	32

3.1.2 Mercado en EE. UU.	33
3.1.3 Mercado Putting greens	34
3.1.4 Determinación de la demanda	36
3.1.5 Conclusión Mercado Consumidor.....	37
3.2 Mercado competidor	37
3.2.1 Competidores indirectos.....	37
3.2.1.1 Mercado de Simuladores de greens.....	39
3.2.2 Competidores directos.....	41
3.2.3 Conclusión Mercado Competidor	42
3.3 Mercado Distribuidor.....	43
3.4 Mercado proveedor	44
3.4.1 Análisis de proveedores. Factores.....	44
3.4.2 Elección de proveedores	45
3.4.2.1 Proveedor de la Plataforma	45
3.4.2.2 Proveedor Goma Eva	45
3.4.2.3 Proveedor Césped Sintético	47
3.4.2.4 Proveedor piezas elevador.....	48
3.4.2.5 Proveedor de Motor Paso a Paso, Controlador y Fuente de Alimentación	50
3.4.2.6 Proveedor de Circuitos Electrónicos de Control.....	52
3.4.2.7 Proveedor Bujes y arandelas de empuje.....	53
3.4.2.8 Proveedor de Poleas y Correas.....	55
3.4.2.9 Proveedor de Conductores	55
3.4.2.10 Proveedor de Bulones	56
3.4.3 Resumen de componentes del Multigreen	56
4. Diseño de Producto	59
4.1 Objetivos	59
4.2 Características y dimensiones del MultiGreen.....	59
4.3 Selección de mecanismo elevador	61
4.4 Diseño de elevador mecánico.....	65

4.4.1	Análisis de los brazos.....	65
4.4.2	Análisis del tornillo de potencia.....	68
4.4.2.1	Principio de funcionamiento	68
4.4.2.2	Tipo de roscas	68
4.4.2.3	Ecuaciones de esfuerzos.....	69
4.4.3	Transmisión de potencia	70
4.4.3.1	Poleas y correa	71
4.4.3.2	Motor.....	72
4.4.4	Brazos superiores e inferiores	73
4.4.5	Tuerca y soporte de tornillo de potencia	74
4.4.6	Soporte de motor.....	75
4.4.7	Soporte de elevador y carga	76
4.5	Conjunto de Elevadores	77
4.6	Circuito electrónico de control.....	78
4.6.1	Control Principal.....	78
4.6.2	Control subgrupo de elevadores.....	80
4.6.3	Comunicación CAN Bus.....	82
4.7	Tablero electrónico de Control.....	82
4.8	Conjuntos de cables	84
4.9	Plataforma	86
4.10	Multigreen.....	86
5.	Estudio Técnico.....	88
5.1	Introducción	88
5.2	Plan de producción.....	88
5.3	Proceso de Producción	89
5.4	Análisis de Proceso	90
5.4.1	Armado Elevador Mecánico	90
5.4.2	Armado de tablero electrónico de control de grupo de elevadores	93
5.4.3	Armado grupo de elevadores	94

5.4.4 Armado del Multigreen	95
5.5 Distribución en planta	97
5.5.1 Requerimientos de espacio.....	98
5.5.2 Diagrama de Relación de Actividades	100
5.5.3 Diagrama de relación de actividades con hilos	101
5.5.4 Diagrama de relación de actividades con hilos a escala.....	101
5.5.5 Ideas de Layout	102
5.6 Análisis de movimiento.....	103
5.6.1 Diagrama de recorrido.....	104
5.6.2 Cursograma analítico	105
5.7 Capacidad de Planta	106
5.7.1 Balance de línea	106
5.7.1.1 Cálculo del número mínimo de estaciones de trabajo.....	107
5.7.2 Capacidad máxima de la Planta	110
5.7.3 Cantidad de empleados de producción.....	110
5.8 Maquinarias y equipos	111
5.8.1 Equipos para la producción.....	111
5.8.1.1 Mesa para armado de componentes	111
5.8.1.2 Banco de transporte.....	112
5.8.1.3 Mesa de Herramientas.....	112
5.8.1.4 Herramientas	113
5.8.1.5 Banqueta taller	114
5.8.2 Equipos de almacenamiento.....	115
5.8.2.1 Estantería de rack selectivo.....	115
5.8.2.2 Carro estantería	116
5.8.2.3 Pallets	117
5.8.3 Equipos de manutención	118
5.8.3.1 Apilador eléctrico.....	118
6. Estudio Organizacional	120

6.1 Áreas y departamentos	120
6.1.1 Departamento Comercial	120
6.1.2 Departamento Producción	120
6.1.3 Departamento Administrativo	120
6.2 Tipo de Personal.....	120
6.3 Organigrama de la empresa.....	122
6.4 Modalidad de trabajo	122
7. Factibilidad legal y responsabilidad civil (regulaciones y licencias).....	124
7.1 Organización Societaria	124
7.2 Patentamiento.....	124
7.3 Patentamiento en EE. UU.	125
7.3.1 Consideraciones antes de solicitar una patente en Estados Unidos.....	125
7.3.2 Solicitud de patente provisional en Estados Unidos	126
7.3.3 Costos de patentar en EE. UU.....	126
8. Estudio Económico	128
8.1 Precio en dólares de materiales por Multigreen	128
8.2 Precio en dólares de mobiliario y equipos auxiliares	128
8.3 Sueldos y Jornales mensuales y anuales en dólares.	129
8.4 Inversiones del proyecto	129
8.5 Conclusión escenarios.....	131
8.6 Escalabilidad del producto	134
9. Estudio de impacto ambiental	137
9.1. Tratamientos de residuos.....	137
10. Conclusiones generales	139
11. Bibliografía	141
12. Anexo.....	144
12.1 Diseño de producto	144
12.1.1 Requisitos de software	144
12.1.2 Información digital de un green.	145

12.1.3 Estudio previo - Matriz QFD 147

Glosario

Ante Green: zona que rodea el green, aproximadamente de 1 metro de anchura, cuya hierba es más alta que la del green, pero más corta que la de la calle. Fuente: Golfsitges

Bunkers: es una de las 5 áreas que componen el campo. Los bunkers son trampas de arena y se suelen ubicar en los alrededores del green y en las zonas de la calle donde caen las bolas de golf desde las áreas de salida. Fuente: Golfsitges

Driver: es el palo de la bolsa de golf con el que se alcanzan las mayores distancias. Tiene una varilla de mayor longitud y pocos grados en la cara del palo. Fuente: Golfsitges

Fairways: área entre el tee de salida y el green, en la cual la hierba está segada corta y de manera uniforme, por donde jugaremos el hoyo con mayor comodidad. No obstante, en la calle nos podemos encontrar áreas de penalización, bunkers y otros elementos. Fuente: Golfsitges

Green: área especialmente preparada donde está situada la bandera que indica la posición del hoyo, donde se debe embocar la bola. En esta área la hierba está segada más corta y suele haber suaves pendientes llamadas caídas para dificultar el juego. Fuente: Golfsitges

Hándicap: es una de las bases con las que se regula el nivel de juego de los jugadores de golf aficionados. Básicamente es la ventaja en golpes que recibe un jugador aficionado, respecto al par del campo, en función de su nivel de juego. Va de 0 a 48, dependiendo de la categoría del jugador o jugadora de golf.

MultiGreen: nombre que hace referencia en el proyecto al dispositivo o Putting Green Adaptativo.

Par: es la cantidad fijada de golpes para embocar la pelota en un hoyo según cuáles sean las distancias. Hay hoyos de par tres, cuatro o cinco. Cuando el hoyo se completa con un golpe por debajo del par se denomina Birdie. Fuente: Wikipedia

Putter: palo de golf especialmente diseñado para jugar en el green. Es el palo de la bolsa que posee menos grados en la cara.

Putting Green: green especialmente dedicado a la práctica del putt. Consta de varios hoyos orientados a practicar diferentes distancias y caídas. Suele estar próximo a la casa club. Fuente: Golfsitges

Rough: terreno no segado a ras de suelo donde puede haber hierba más alta, maleza, piedras, etc. El rough suele estar situado alrededor de las calles y está situado en el área general. Fuente: Golfsitges

RFID: RFID o identificación por radiofrecuencia (del inglés Radio Frequency Identificación) es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remotos que usa dispositivos denominados etiquetas, tarjetas o transpondedores RFID.” Fuente: Wikipedia

Sands: el sand wedge o el también llamado blaster es el palo más abierto de la bolsa, es decir, el que tiene más grados en la cara. Por lo tanto, se emplea cuando necesitamos dar golpes de acercamiento, dando elevación a la bola para que ruede poco, generalmente cuando estamos en los alrededores del green. Fuente: Golfsitges

Tee (DE SALIDA): también llamado área de salida. Lugar del campo de golf donde los golfistas comienzan el juego en cada hoyo. Suelen ser una o varias plataformas rectangulares elevadas, con marcas de diferentes colores para las diferentes categorías de jugadores Fuente: Golfsitges

RESUMEN EJECUTIVO



Resumen ejecutivo

En el presente trabajo se plantea el estudio y desarrollo de un dispositivo para la práctica del putter para golfistas. El producto consiste en una plataforma configurable diseñada para representar una infinidad de pendientes y caídas que poseen los greens reales de las canchas de golf en una distancia específica del hoyo al lugar del lanzamiento.

A lo largo de este documento, se detallan los procedimientos necesarios para diseñar y desarrollar el dispositivo electromecánico que permita generar las pendientes. Para ello, se analiza en base a estadísticas de jugadores profesionales y amateurs la dimensión más conveniente para la práctica que debe tener este dispositivo, comúnmente llamado putting green, y se selecciona el mecanismo más adecuado técnica y económicamente para realizarlo.

Además, en base a un estudio de mercado se determina y desarrolla una planta de producción para un rango de cantidades a producir de la manera más eficiente posible.

Se realiza un análisis financiero y en comparativa a los productos similares en el mercado se concluye que el negocio es muy rentable, escalable y con una inversión realmente baja.

1. INTRODUCCIÓN



1. Introducción

1.1 El golf y la tecnología

La tecnología no solo ha cambiado la vida de las personas en las últimas décadas en áreas como salud, telecomunicaciones, transporte, etc., sino también en el mundo del deporte. Desde calzado deportivo, trajes de baño, pelotas de fútbol hasta sistemas complejos que se utilizan en varios deportes. Los tecnólogos han dedicado esfuerzo, ingenio, creatividad y conocimientos técnicos para concebir mejores materiales y diseños en aras de la excelencia deportiva. Esto se ha traducido en un mejor rendimiento, en un equipo mejor, más seguro y eficaz para la práctica del deporte.

El golf es el deporte que más desarrollo tecnológico ha tenido en los últimos años y esto se debe que para jugar al mismo se requieren de varias cosas como ser un campo golf, el cual es una obra de gran envergadura que requiere de una gran extensión de un terreno hasta maquinaria pesada para su construcción y equipos especiales para su posterior mantenimiento, los cuales son muy variados y específicos para distintos sectores del campo tales como Fairways, Green, Bunkers, Ante Green, Rough. Además, se debe contar con una serie de palos para golpear la pelota y estos varían en su diseño dependiendo de donde se va a realizar el golpe. Los Drivers utilizados desde los tee de salidas, las Maderas, los Hierros, los Sands y los Putters. Cada palo tiene múltiples variantes desde el diseño, lofts y material de las varas que pueden ser de grafito o metal. La pelota parte fundamental del juego, también ha evolucionado enormemente y existen muchos modelos. Tampoco se debe olvidar las bolsas de palos, carros e indumentaria.



Figura 1 Carro Autónomo. Fuente: www.thegadgetflow.com

Como si esto no fuera poco los fabricantes de equipos y tecnólogos aprovechan de que el golf es un deporte en el cual la frustración invade con frecuencia a los jugadores, independientemente de su nivel, para desarrollar múltiples equipos para mejorar y entender el movimiento de rotación que permite al jugador golpear la pelota, trayectoria de la pelota, distancia, ubicación, relojes GPS, guantes conectados, chip RFID para localizar las pelotas, láseres, carros autónomos (Figura 1), etc. Cualquier producto que brinde un avance sustancial en la práctica de este deporte es muy bienvenido.

1.2 Definición del Proyecto

Este proyecto consiste en la fabricación de un equipo para entrenamiento de golf, particularmente con el Putter. El jugador de Golf tanto amateur como profesional debe practicar sobre cada instancia de juego para mejorar. El golf es un deporte de mucha precisión que requiere un entrenamiento exhaustivo para lograr un mejor juego. La rutina de un golfista es la práctica de lanzamiento de pelotas en una zona de práctica en la cual se practican tiros con los distintos palos de golf. La práctica de tiros con el Putter se realiza en el Putting Green, que es un green que varía de tamaño y cantidades en los campos de golf. Generalmente son 1 o 2 los cuales tienen varios hoyos. En épocas de torneos generalmente se encuentran muy concurridos, pero ninguno tiene ni los tamaños y las pendientes reales que va a tener que afrontar el jugador a la hora de juego, razón por la cual se desiste de su práctica. Existen una infinidad de tiros en un green que es imposible poder recrearlos en un putting green. Por ello es muy común que golfistas sobre todos amateur fabriquen sus propios greens en sus casas para practicar el Putter requiriendo en algunos casos de grandes espacios (Figura 2), costos de mantenimiento, etc., pero con el mismo problema: siempre las mismas pendientes y en ningún caso la real de un green de un campo de golf.



Figura 2 Putting Green – Fuente: lvturf.com/putting-greens/

El equipo por diseñar tendrá la particularidad de adaptarse o sea cambiar sus pendientes basándose de las existentes en los greens reales. Esto se puede lograr con la lectura de cada green con un equipo laser el cual toma la información del suelo (nivel, pendientes, etc.). La información digital obtenida servirá para poder recrear el sector del Green que se quiera, este green dinámico se denominó MultiGreen.

Con más de 34000 campos de golf en el mundo y el aumento de la popularidad el golf encabeza la lista de deportes de mayor tasa de crecimiento. En Canadá el 17% de las personas practica este deporte y en EE. UU. el 10%, lo cual tan solo en este país 33 millones de personas juegan Golf.

La industria del Golf en EE. UU. ronda los 70.000 millones de dólares¹, y existen alrededor de 17000 canchas, lo que indica que el 50% de los campos de Golf del mundo se encuentran en ese país.

Debido a estos datos y el gran poder adquisitivo de las personas existen numerosas empresas que intentan satisfacer la demanda de equipos y accesorios para la práctica de este maravilloso deporte.

1.3 Justificación del proyecto



Figura 3 Putting green. Fuente: SKLZ

Existen numerosos equipos para entrenamiento del Putter, desde simples planchas de césped sintético (Figura 3) hasta sofisticados productos que recrean un green con indicadores lumínicos para ver la trayectoria de la pelota hacia el hoyo pero estos equipos que rondan desde los USD

¹ “Datos tomados de www.revistafairway.com”

71.000 (Figura 4), solo está al alcance de muy pocos, principalmente para uso profesional, no obstante, estos productos solo configuran la pendiente que el jugador quiere practicar y no reproducen la pendiente exacta desde una dirección hacia una bandera (la cual varía constantemente) que hay en un green en particular.

La idea consiste en fabricar un equipo para practicar diferentes distancias de tiros principalmente entre los 5 y 10 pies donde el porcentaje de aciertos se reduce drásticamente tanto para amateurs y profesionales, pero con la diferencia de que el usuario de este equipo podría elegir el green que quiere practicar, el lugar del hoyo y su dirección.

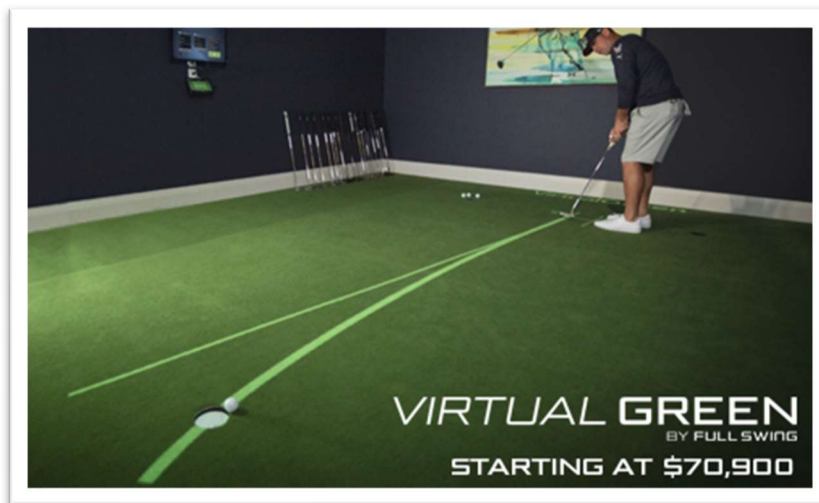


Figura 4 Virtual Green. Fuente: Full Swing Golf

Datos estadísticos de diferentes fuentes coinciden que un mayor entrenamiento en distancias claves tanto para profesionales o amateur puede mejorar el índice de cada jugador.



Figura 5 Distintos tipos de Putters. Fuente: putter.online

La importancia de las estadísticas con el Putter radica que la puntuación del golf está configurada para permitir dos putts por hoyo y aun así lograr el par, lo que equivale aproximadamente al 50% de la puntuación total. Con este porcentaje, el Putter (figura 5) es el palo más utilizado en la bolsa y el desarrollo de la habilidad de este debe abordarse en consecuencia.

“Si la gente está molesta por tener un hándicap de 25 a 36, obsérvelos putt. Esa es el área más rápida del juego para salvar cinco tiros por ronda”.

Dan Schwabe, profesional del PGA

“en última instancia, es lo que haces con un Putter lo que determinará tu éxito”

John Hughes, PGA Professional, CEO John Hughes Golf

“Todo se reduce al putt”.

Bernard Langer, profesional del PGA, 42 Títulos PGA Tour Champions, 2 veces ganador del Máster de Augusta, Fuente: Marca.com/golf/2021.

Otras de las características principales de MultiGreen es recrear en lo máximo posible la superficie real de un green, y esto se debe principalmente a las características constructivas del mismo.

El producto está orientado a un mayor número de jugadores por ser su costo menor. Además, el proyecto se orienta a la venta de estos equipos para uso múltiples de personas ya sea para instalar en las canchas de golf y para que los clubes puedan obtener ingresos extras o brindar mayor servicio a los asociados brindándoles herramientas para que mejoren su juego o su experiencia en el golf sea más agradable. También existe un gran mercado para la venta de estos equipos a hoteles de que brindan espacios recreativos para sus clientes.

1.4 Aspectos a desarrollar

El proyecto se basa en el estudio, diseño y producción de un putting green dinámico basado en las estadísticas de golf del putt, normas de diseño de greens y en los productos actuales existentes en el mercado.

Para ello se desarrollarán los siguientes capítulos:

Capítulo 1: Se describe una breve introducción al uso de la tecnología en el mundo del golf, definición del proyecto y su justificación, aspectos a desarrollar y finalmente objetivos del proyecto.

Capítulo 2: Se exponen conceptos teóricos como terminología básica y estadísticas de golf asociada al proyecto, además de normas de diseño de greens. También se incluyen conceptos teóricos sobre herramientas utilizadas para describir el proceso productivo. Al final del capítulo se describe el producto a desarrollar en comparación con los existentes en el mercado.

Capítulo 3: Se desarrolla el estudio de mercado consumidor, proveedor, competidor y distribuidor. Al final se describen los componentes y presupuesto de 1 MultiGreen.

Capítulo 4: Se describe el diseño del MultiGreen con énfasis en la selección y diseño del elevador mecánico y el circuito electrónico de control.

Capítulo 5: Se trata del estudio técnico del proyecto el cual se diseña el plan de producción óptimo y los equipos y máquinas necesarios.

Capítulo 6: Es el estudio organizacional de futura empresa, determinando sus áreas, departamentos y personal requerido.

Capítulo 7: Se determina la organización societaria más conveniente y el patentamiento del MultiGreen principalmente en EE. UU.

Capítulo 8: Este capítulo abarca el estudio económico del proyecto donde se describen los costos de materiales, mobiliario y equipos, y las inversiones necesarias del proyecto. Al final se realizan escenarios económicos y la escalabilidad del proyecto.

Capítulo 9: Describe el tratamiento de residuos de la fabricación del MultiGreen.

Capítulo 10: Conclusión general del proyecto-

1.5 Objetivos del proyecto

1.5.1 Objetivo general

Desarrollar un putting green dinámico adaptativo a greens reales basado en un análisis estadístico, técnico y económico para facilitar la práctica del putter para golfistas

1.5.2 Objetivos específicos

1. Realizar estudio de mercado (productos, competidores y proveedores) que permita conocer la demanda insatisfecha y sus necesidades en base a las características de la oferta existente.
2. Definir en base a estadísticas de golf y normas de greens el tamaño ideal del putting green dinámico para satisfacer los requerimientos del mercado consumidor.
3. A partir de los dos puntos anteriores definir y diseñar el mecanismo necesario para realizar el dispositivo.
4. Diseñar putting green dinámico en 3D.
5. Definir el circuito electrónico para recepción de datos y control.
6. Diseñar el sistema productivo más apropiado y eficiente.
7. Determinar la inversión, costos y gastos que genera la creación de la empresa para determinar la forma de financiamiento más conveniente.

2. MARCO TEÓRICO



2. Marco Teórico

2.1 Terminología de golf

Los términos fundamentales del golf para entender el producto a desarrollar son: Green, Putter y Putt que se definen a continuación.

La siguiente figura muestra una imagen aérea de un campo de golf de 18 Hoyos. Cada hoyo de una cancha de golf posee un green (indicados con flechas en la figura 6). Estos greens son todos diferentes tanto en forma, tamaño y pendientes. Esta particularidad plantea un reto a cada jugador ya que deberá interpretar cada vez que llegue al green sus pendientes para poder embocar la pelota en el menor número de tiros.



Figura 6 Campo de Golf de 18 hoyos. Fuente: Pytchel Golf Course

La figura 7 representa un hoyo completo de un campo de golf. Este último incluye, el área de salida o tee de salida, la calle o fairway, bunkers o trampas de arena, áreas de penalización y el área de interés del proyecto que es el green (punto 4 de la figura 7).

El dispositivo a diseñar permite practicar fuera de la cancha de golf los tiros que se realizan en esta área, el green.



Figura 7 Localización del green en un hoyo de un campo de golf. Fuente: Golf distillery

Los tiros en el green se realizan con el putter (figura 5, capítulo 2) y este tiro se denomina putt (figura 8).

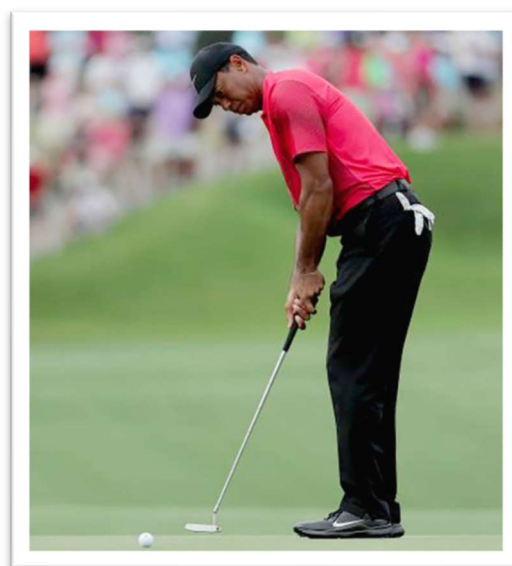


Figura 8 Putt. Fuente: Golfvideoescuela.com

2.2 Estadísticas del Golf

Para el diseño del MultiGreen se debe partir de dos fuentes fundamentales para su realización:

- I. Estadísticas del Golf (PGA Tour²)
- II. Normas de Diseño de Greens (USGA³)

Las estadísticas del putter del PGA Tour son las que permiten definir las dimensiones del MultiGreen, específicamente el largo. Estos datos son obtenidos a lo largo de cada año para cada jugador y se encuentran en el sitio web del PGA Tour en estadísticas.

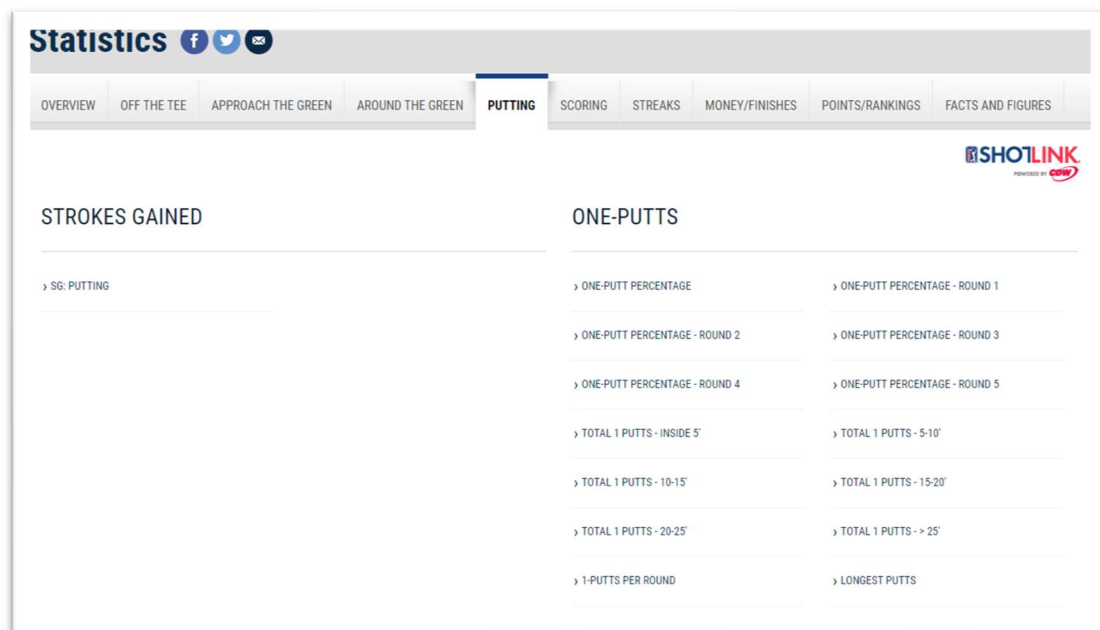


Figura 9 Estadística de tiros con el putter. Fuente: pgatour.com

En la figura 9, se puede observar un listado de estadísticas, en este caso de un solo putt. Estos datos se refieren a los aciertos de los jugadores una vez que la pelota se encuentra en el green y pueden embocarla de un solo tiro; además son las que ayudan a determinar a partir de que distancia el jugador de golf empieza a fallar sus tiros.

² “PGA Tour: Principal circuito estadounidense de golf profesional masculino y el más importante del mundo. Se juega prácticamente en su totalidad en EE. UU; sin embargo, desde 2007 se disputa un torneo en Cancún (México) así como en años posteriores se han empezado a jugar torneos en otros lugares del Caribe como Puerto Rico, República Dominicana y Bermuda.” Wikipedia

³ “USGA: La Asociación de Golf de los Estados Unidos es la asociación nacional de campos de golf, clubes e instalaciones de los Estados Unidos y el organismo rector del golf en los Estados Unidos y México. Junto con The R&A, la USGA produce e interpreta las reglas del golf.” Wikipedia

STATISTICS » PUTTING » TOTAL 1 PUTTS - 5-10'

TOTAL 1 PUTTS - 5-10'

Season: 2022 Time Period: Year-To-Date through Tournament: Shriners Children's Open

► TOUR Average 11

RANK THIS WEEK	RANK LAST WEEK	PLAYER NAME	ROUNDS	TOTAL	TOTAL (FOR ALL DISTANCES)	PCT OF ALL 1-PUTTS
1	T8	Nate Lashley	12	29	99	29.3
T2	T24	Brandon Hagy	10	27	72	37.5
T2	T1	Will Zalatoris	10	27	68	39.7
4	T36	Matt Kuchar	8	26	59	44.1
T5	T36	Kevin Streelman	8	25	59	42.4
T5	T4	Michael Thompson	12	25	93	26.9
T5	T61	Trey Mullinax	10	25	78	32.1
T5	T16	Adam Schenk	10	25	77	32.5
T5	T20	Greyson Sigg	10	25	73	34.2

Figura 10 Total de 1 putts entre 5 y 10 pies. Fuente: www.PGAtour.com

La figura 10 es una de las estadísticas del PGA Tour que se obtienen del listado de la figura 9. Estos datos son los aciertos de los jugadores de embocar la pelota de un solo golpe estando a una distancia comprendida entre los 5 a 10 pies de un torneo en particular, en este caso del Shriners Children's Open. El jugador con mejor estadística de este listado es Matt Kuchar con un porcentaje de 44.1%.

Los datos de las estadísticas anteriores, en el capítulo 5 “Características y dimensiones del MultiGreen”, se utilizarán para determinar la longitud más adecuada que deberá tener el MultiGreen para la práctica del putter.

2.3 Normas de diseño de greens

Las normas de diseño de greens de la USGA definen los parámetros de pendientes que existen en los greens en todo el mundo y las restricciones de donde deben estar ubicadas las banderas (hoyos).

Las pendientes en el diseño de un green son sumamente importantes, ya que si ésta es muy grande la bola una vez en el green podría no detenerse nunca y salirse del green, imposibilitando realizar un tiro para embocar en el hoyo.

Otra variable importante de un green es su velocidad la cual se mide con un instrumento llamado Stimpmeter⁴. Esto es porque a mismas pendientes de diferentes greens la velocidad de la

⁴ Stimpmeter: “Dispositivo que se utiliza para medir la velocidad del green de un campo de golf aplicando una velocidad conocida a una pelota de golf y midiendo la distancia recorrida en pies”. Wikipedia

pelota puede ser distinta debido a factores como el tipo de césped, el corte, humedad del césped, etc.

En la figura 11 se puede observar que una pendiente (abscisa) de $3,5^\circ$ se encuentra en una zona marginal (amarillo) y en lo posible debería evitarse porque a una pequeña variación en las condiciones del césped del green entraría en la zona crítica, esto es que aumente la velocidad (ordenada), dificultando enormemente los putts.

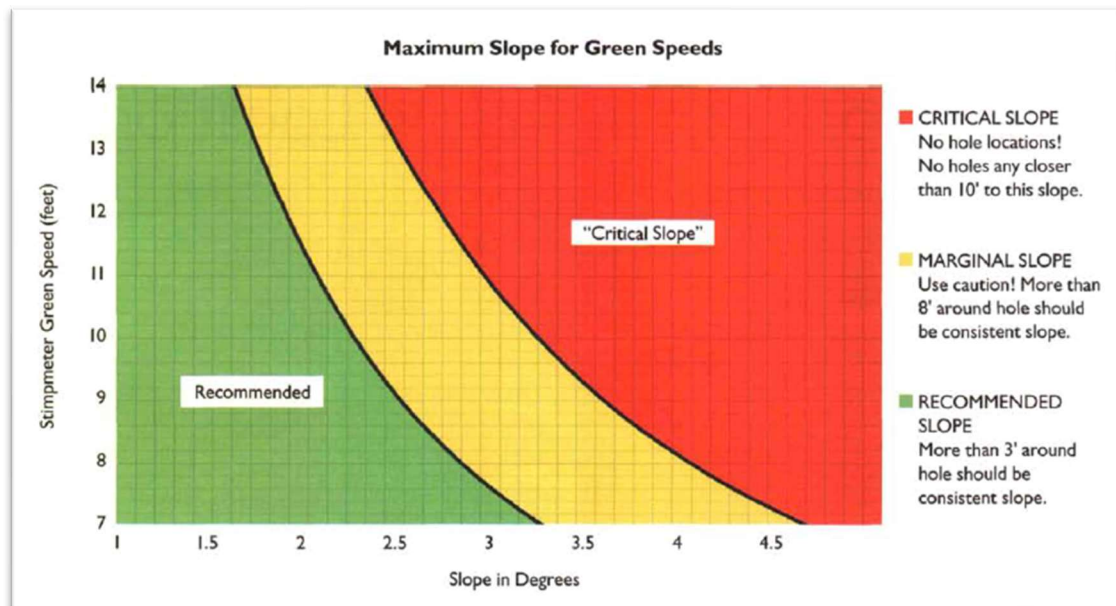


Figura 11 Pendientes en grados de un green. www.USGA.org

Por este motivo, la USGA recomienda que el hoyo debe estar en una zona donde la pendiente máxima sea de 3 grados para que los putts no tengan una dificultad extrema. Este valor de 3 grados en la pendiente se utilizará para el diseño del MultiGreen.

2.4 Herramientas para análisis de producción

Las herramientas que se detallan a continuación se utilizarán en el capítulo proceso productivo del Multigreen. Estas permiten describir un proceso en forma gráfica y son muy utilizadas por los ingenieros industriales.

2.4.1 Cursograma

Una herramienta muy útil para analizar procesos es el cursograma. Este es una representación gráfica (figura 96), con la que se logra de forma sistemática y secuencial, documentar las actividades que realiza una o más personas al trabajar en manufactura.

El cursograma permite analizar las labores para detectar errores o mejoras. Es una herramienta vital del ingeniero industrial, comúnmente usada por analistas de proceso, que en conjunto con otras herramientas y trabajos como estudios de tiempos, mejoran las labores administrativas, de servicio y producción de la compañías.

2.4.1.1 Cursograma sinóptico del proceso

El cursograma sinóptico (figura 96), es un diagrama que presenta un cuadro general de cómo se suceden tan sólo las principales operaciones e inspecciones.

Solo se anotan las operaciones principales, así como las inspecciones efectuadas para comprobar su resultado, sin tener en cuenta quién las ejecuta ni donde se llevan a cabo. (Ver figura 106).

2.4.1.2 Cursograma analítico

El cursograma analítico es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda.

El cursograma analítico se establece en forma análoga al sinóptico, pero utilizando además de los símbolos de operación e inspección, los de transporte, espera y almacenamiento. (Ver figura 106)

2.5 Descripción del Producto

2.5.1 Primero, ¿Qué es un Putting green?

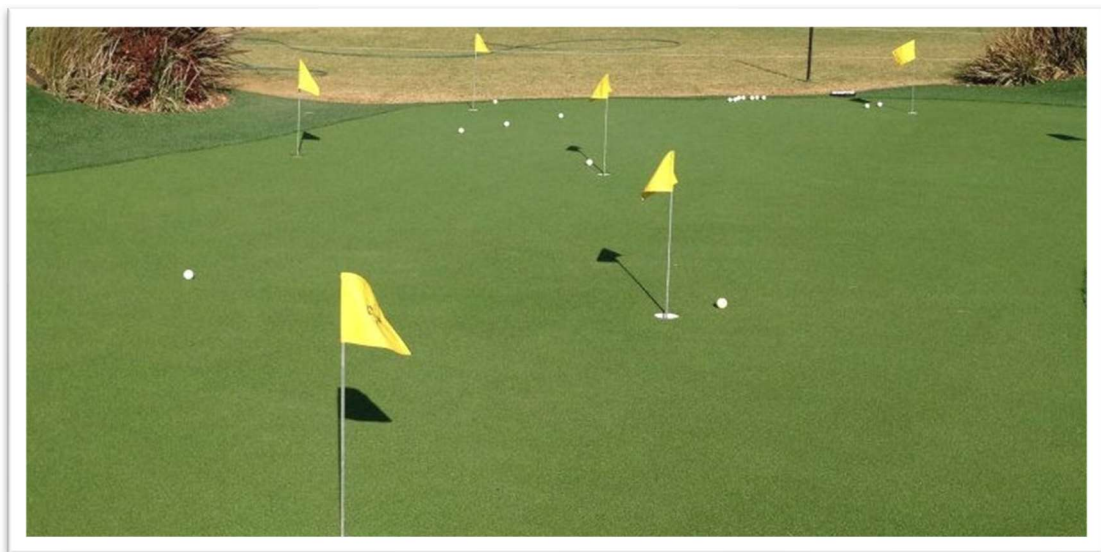


Figura 12 Putting green. Fuente: gramasverdespr.com

Un putting green (figura 12) es una sección de césped natural o sintético que contiene uno o varios hoyos y es usado para la práctica del putter.

En un campo de golf existe un área especial con este nombre donde los jugadores practican y generalmente posee muchos hoyos, principalmente hecho de césped natural.

Existen diferentes tipos de putting green y se se lo puede segmentar tanto por su fabricación y uso:

Por su aplicación:

- Comercial
- Doméstico

Por su instalación:

- Interiores
- Exteriores
- Fijos
- Transportables

Por su tecnología

- Estáticos
- Dinámicos

La característica más importante y que marca una gran diferencia en la lista es si un putting green es estático o dinámico.

2.5.2 Putting green estático

Los putting greens estáticos son los más comunes y son aquellos que poseen una superficie fija con pendientes predefinidas desde el momento de su fabricación.

La figura 13 muestra un putting green de césped sintético realizado sobre un terreno al aire libre de una vivienda, el cual es de uso doméstico, de exterior, fijo y estático. Sus pendientes se diseñaron siguiendo la superficie del suelo por parte de la empresa que lo desarrolló y estas permanecerán iguales durante su vida útil.

Un putting green estático es también aquel que puede ser construido con una simple plancha de césped sintético como uno de los modelos fabricado por la empresa Abco Tech Brand. Este putting green doméstico posee un tamaño reducido y es transportable ya que el mismo puede enrollarse, y posee unas pequeñas pendientes cerca de los hoyos (figura 14).



Figura 13 Putting green de césped sintético. Fuente: Virginiaputtinggreens.com



Figura 14 Putting green Abco. Fuente: Abcotechbrand.com

2.5.3 Putting green dinámico

Un putting green dinámico es aquel que tiene la capacidad de poder modificar sus pendientes por medio de algún mecanismo interno.

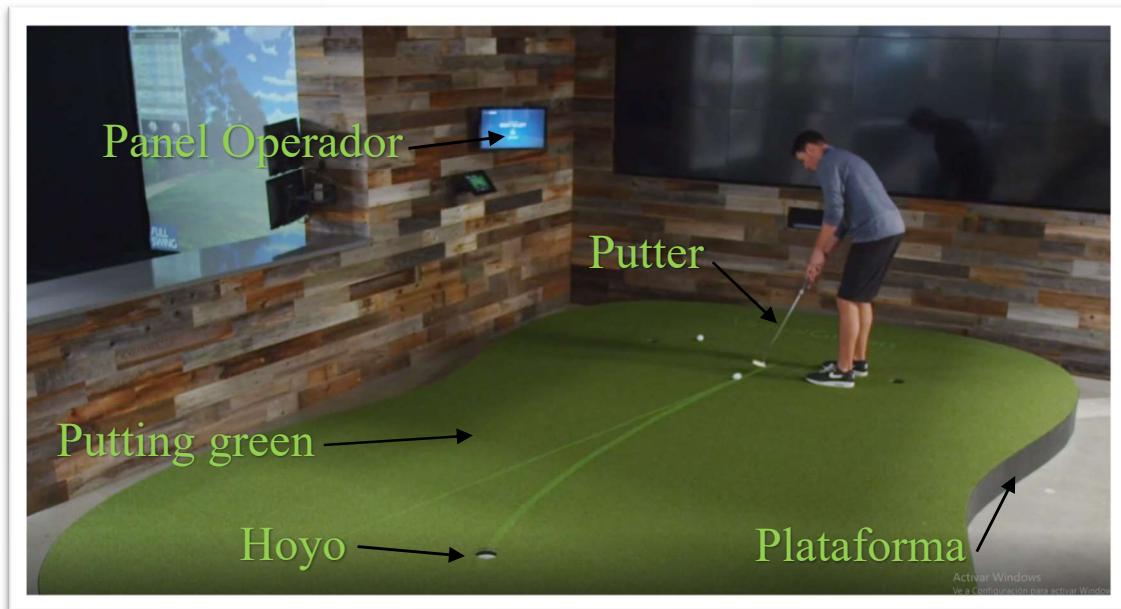


Figura 15 Putting green dinámico. Fuente: Full Swing

El putting green de la figura 15 fabricado por Full Swing posee una plataforma la cual internamente contiene mecanismos hidráulicos necesarios para modificar la superficie de césped sintético los cuales se configuran desde el panel operador (figura 16).

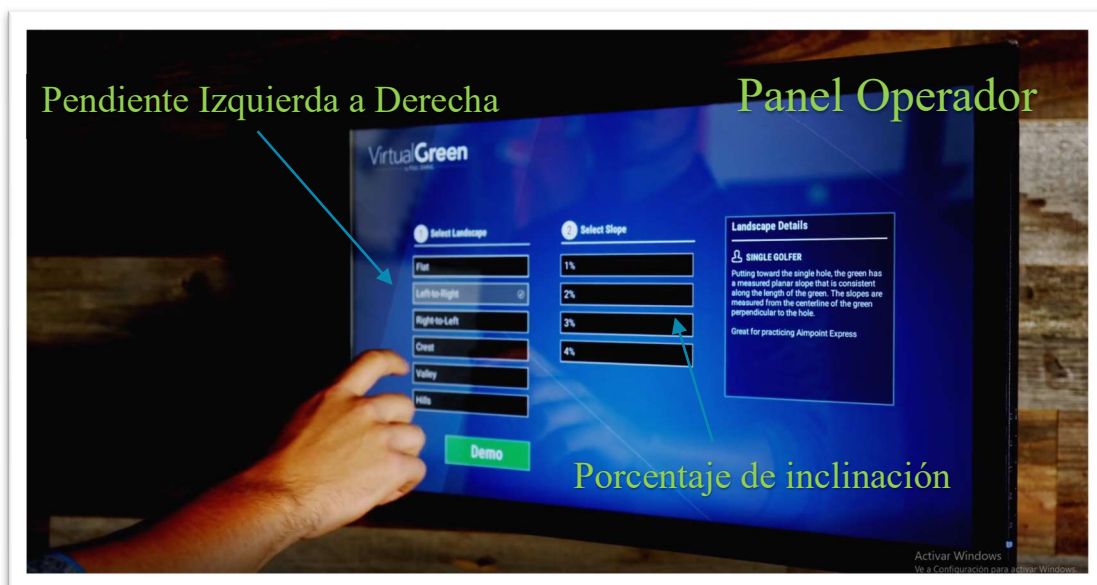


Figura 16 Panel Operador. Fuente: Full Swing

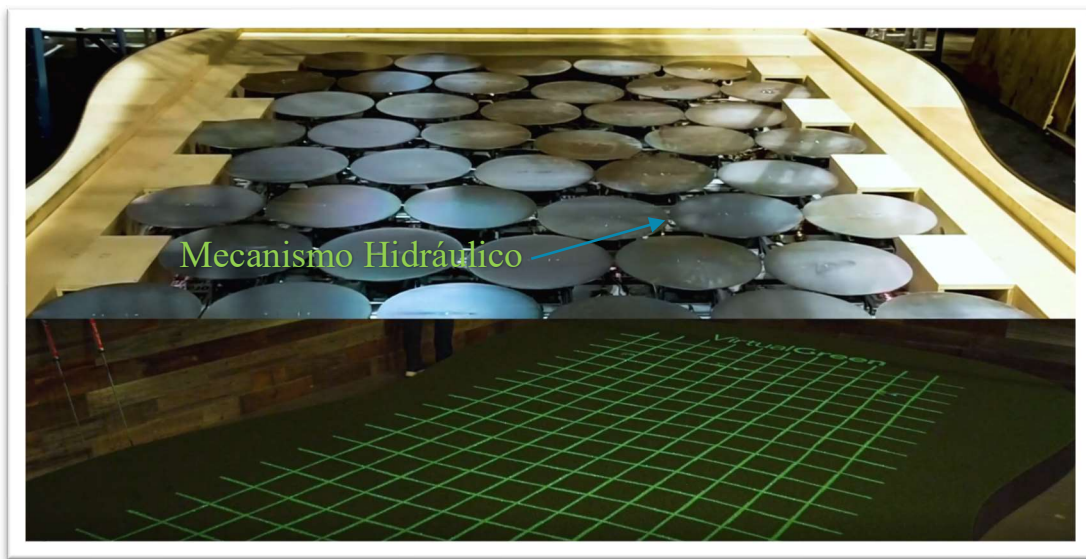


Figura 17 Mecanismo Hidráulico de Elevación. Fuente: Full Swing

2.5.4 Multigreen

Multigreen es un putting green dinámico. Esto significa que no posee una superficie con pendiente fija y única, sino que el usuario puede cambiarla similar al putting green de Full Swing desde un dispositivo, en este caso desde una aplicación móvil, desde un celular o Tablet.

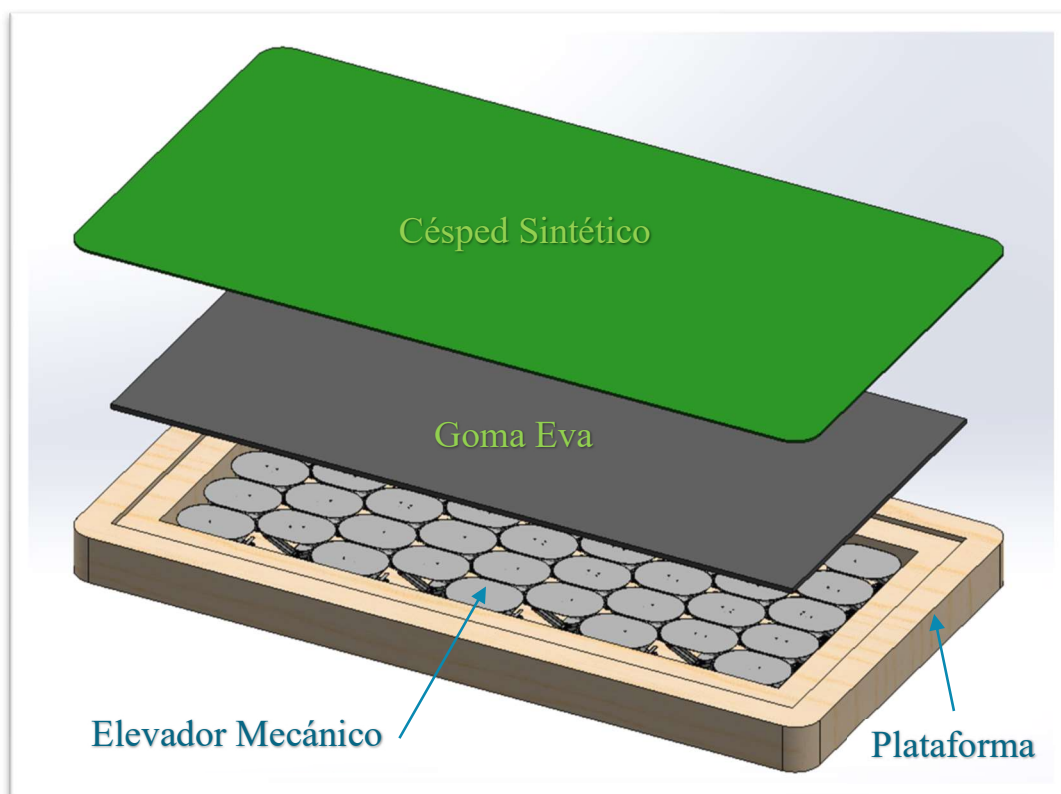


Figura 18 Partes principales del Multigreen. Fuente: Elaboración propia

El MultiGreen está diseñado tanto para uso doméstico o comercial y principalmente para instalaciones fijas debido a su tamaño y peso, y de interior por sus elementos mecánicos y sistema electrónico de control, sensibles a la humedad.

Lo que hace que Multigreen sea dinámico son sus 41 elevadores mecánico (figura 20) que posee. Estos elevadores son el mecanismo principal que permiten generar diferentes pendientes, subiendo o bajando, dependiendo que tipo de tiro se quiera golpear. Estos podrían ser tiros con pendientes de subida o bajada rectos, de bajada con inclinación a derecha o izquierda, etc. En la figura 19 se observa una pendiente en bajada de izquierda a derecha.



Figura 19 Pendiente de Izquierda a derecha. Fuente: Pinterest

En un green real existen infinidad de variantes que podrían representarse mecánicamente con el ajuste adecuado de cada elevador. Esta es la principal virtud del Multigreen.

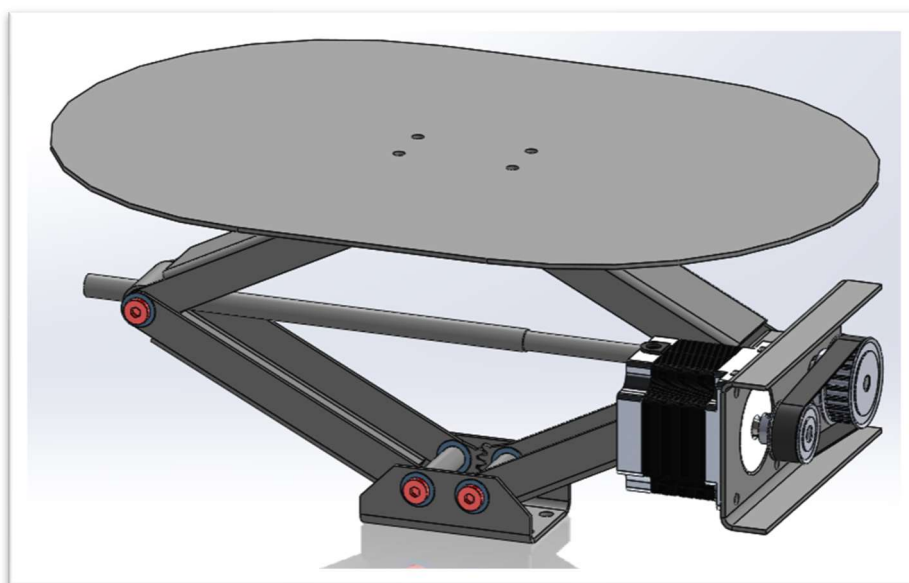


Figura 20 Elevador Mecánico del Multigreen. Fuente: Elaboración propia

3. ESTUDIO DE MERCADO



3. Estudio de Mercado

3.1 Mercado consumidor

Para determinar el mercado consumidor de putting greens se realizará un estudio del mercado global del Golf ya que los consumidores de estos equipos son aquellas personas que juegan golf tanto fuera y dentro de un campo.

Se hará un estudio en particular del golf en los EE. UU. ya que representa cerca del 50% del mercado total mundial.

3.1.1 Mercado Mundial de Golf

El golf está disponible en todo el mundo. Al cierre del año 2018, había 38.864 campos de golf en 209 de los 249 países del mundo. Esa es una tasa de difusión del deporte del 84% a nivel mundial. Aun así, el deporte está concentrado geográficamente, con el 78% de la oferta mundial de campos ubicados en los diez principales países golfistas: Estados Unidos, Japón, Canadá, Inglaterra, Australia, Alemania, Francia, República de Corea, Suecia y Escocia.

Norteamérica posee el 51% del total de campos de golf del mundo de los cuales el 76% son de acceso público.

Oceanía muestra la influencia británica en la difusión mundial del golf. Australia y Nueva Zelanda, cuyo asentamiento por parte de los británicos se remonta a 1789, se encuentran entre los principales países del mundo en términos de campos de golf. Australia, con 1.616, ocupa el puesto número 5; Nueva Zelanda, con 418, ocupa el lugar. No. 15. Juntos, contienen 96% de los campos de la región.

La figura 21 es un listado realizado por R&A⁵ donde se detallan las cantidades de canchas, número de hoyos e instalaciones de los países con mayor difusión del golf.

Argentina ocupa el puesto número 16 de esta lista, con 349 canchas de Golf. Si bien Argentina se encuentra dentro de los 20 países con más canchas de golf, tan solo el 0.2% de la población del país practica este deporte. Esto es aproximadamente 100.000 personas.

Esta cifra es realmente baja si se compara con Canadá, con un 17% de la población que practica este deporte.

⁵ R&A: “es uno de los órganos rectores del golf en todo el mundo, junto con la Asociación de Golf de los Estados Unidos (USGA). La USGA rige en EE.UU y México, y la R&A en el resto del mundo”. Wikipedia.

Country	Courses	Holes	Facilities
United States	16,752	248,787	14,640
Japan	3,169	45,684	2,227
Canada	2,633	36,591	2,265
England	2,270	31,620	1,936
Australia	1,616	23,505	1,532
Germany	1,050	14,100	736
France	804	10,971	643
Korea, Republic Of	798	9,183	440
Sweden	662	9,303	471
Scotland	614	8,421	568
China	599	8,850	385
Spain	497	7,071	413
Ireland	494	7,530	438
South Africa	489	6,291	470
New Zealand	418	5,814	401
Argentina	349	4,368	314
Denmark	346	4,461	193
Netherlands	330	3,924	220
Italy	321	4,131	267
Thailand	315	4,095	236

Figura 21 Golf alrededor del mundo. Fuente: R&A Edición 3 Año 2019

3.1.2 Mercado en EE. UU.

Hoy en día, casi tantas personas se involucran dentro o fuera de una cancha de golf con una superposición considerable entre los dos (figura 22). Desde el año 2014 al 2020, el grupo general de consumidores de golf ha aumentado un 19 % a 36,9 millones, incluidos 12,1 millones de estadounidenses que solo golpean pelotas de golf con palos de golf en algún lugar fuera del campo.

Mientras tanto, la cantidad de golfistas activos en el campo en los EE. UU. creció en medio millón en 2020, hasta 24,8 millones. Fue el aumento neto interanual más significativo desde 2003, gracias a una afluencia récord de jugadores principiantes y recurrentes (6,2 millones de ellos, un 27 % más que el año anterior y casi suficiente para poblar Los Ángeles y Houston).

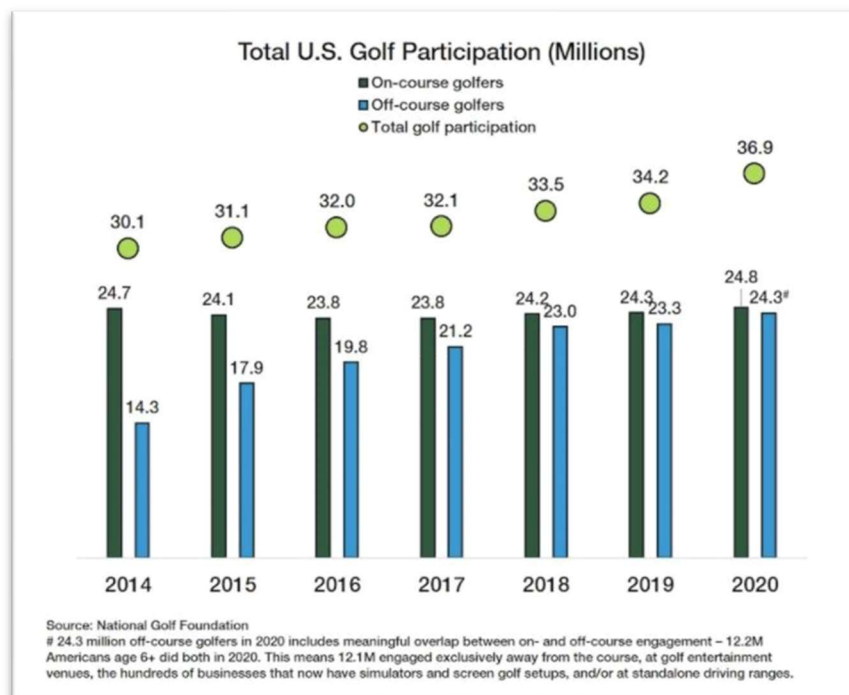


Figura 22 Participación de golfistas dentro y fuera del campo en U.S. Fuente: Golf Business News

3.1.3 Mercado Putting greens

La creciente conciencia sobre la salud y el estado físico entre las personas, junto con su inclinación hacia la actividad recreativa, impulsará en gran medida este mercado en todo el mundo. Además, la creciente tendencia del putting green como alternativa para los campos de golf en lugares comerciales generará un enorme crecimiento de los ingresos en los próximos años. Además, se prevé que el avance tecnológico y la innovación impulsen la demanda del mercado mundial de putting green en los próximos años

Se prevé que el mercado mundial de putting green crezca desde los USD 1580 millones que fue en 2018 a USD 2880 millones para 2030, a una CAGR⁶ del 5,6 % durante el período de pronóstico. Se espera que el mercado mundial de greens experimente un crecimiento significativo en lo que resta de la década. Esto se puede atribuir a la creciente popularidad del golf como deporte recreativo entre personas de todo el mundo. Además, la creciente demanda de greens artificiales de aplicaciones comerciales también está impulsando el crecimiento de este mercado.

⁶ CAGR: “Tasa compuesta de crecimiento anual” Tomado de Gartner Glossary.

El mercado de putting green en Norte América es equivalente al 50% del mercado global con unos 500.000 hogares que poseen un putting green, pero el aumento de la popularidad del golf en Asia y Sudamérica verá un incremento muy interesante durante la década.

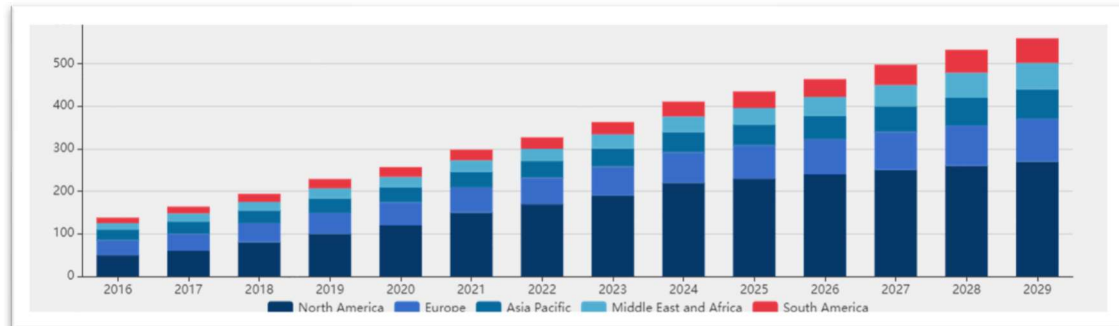


Figura 23 Mercado global de putting green. Fuente: cognitivemarketresearch.com/putting-green-market-report

Se puede subdividir el mercado consumidor de putting greens en:

- A. Golfistas: personas que adquieren estos equipos para práctica u ocio personal en el hogar.
 - Más de 66.000.000 de personas juegan golf en el mundo.
- B. Instalaciones de Golf indoor (Figura 24): son instalaciones de simuladores de golf en interiores donde se pueden dar cursos, practicar, jugar con amigos y competir. Es un mercado que se encuentra en auge en Norte América.
 - Existen alrededor de 1500 instalaciones de Indoor Golf entre EE.UU y Canadá.
- C. Hoteles de 4 y 5 estrellas, Lodges⁷, están ofreciendo a sus clientes nuevas experiencias incorporando salas de simuladores de golf.
 - Existen más de 115.000 de este tipo de establecimientos en el mundo. (15000 en Norteamérica, travelmyth.com)
- D. Campos de Golf.
 - Existen más de 38.000 canchas de golf en el mundo.
- E. Academias de Golf.
 - Alrededor de 1000 academias de golf en Norteamérica.

⁷ Lodge: “Alojamiento ubicado en destinos no masivos, apartados de las grandes ciudades, rodeados de naturaleza y construidos en madera y materiales amigables con el ambiente. Utilizado por turistas que realizan algún tipo de deporte o buscan un ambiente natural como bosques, montañas, sin dejar de lado la comodidad” Manatuscostarica.com

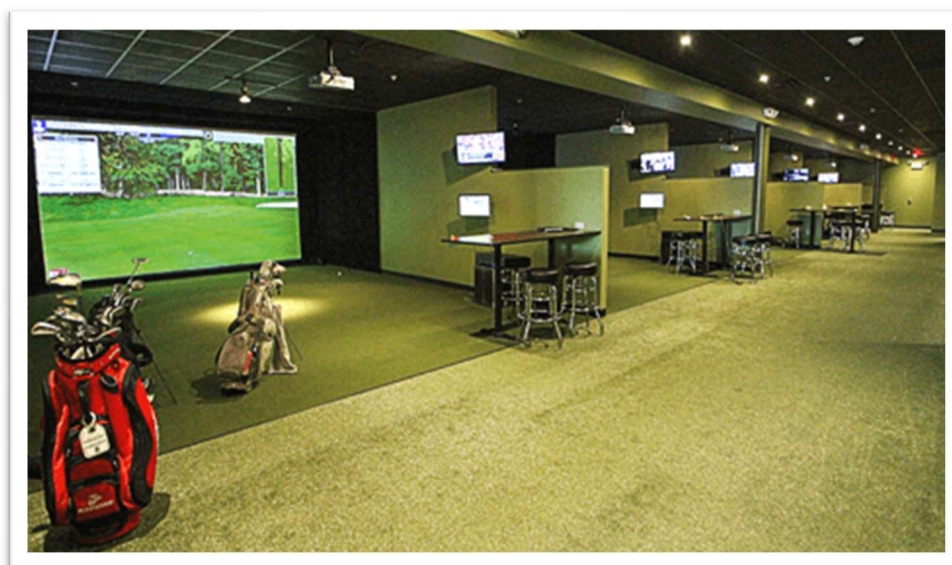


Figura 24 Indoor Golf. Fuente: parsindoorgolf.com

3.1.4 Determinación de la demanda

Los datos obtenidos en los puntos anteriores muestran un crecimiento sostenido en el mercado de putting greens. El mercado meta para el Multigreen no solo abarca a quienes ya posean un putting green de algún tipo del mercado, sino a nuevos usuarios u negocios vinculados al golf que quieran adquirir este tipo de tecnología para la práctica del putter.

Es importante destacar que la durabilidad de un putting green para uso hogareño tiene una vida útil de 10 años y de 5 años para uso comercial. Esta información servirá como cálculo para estimar la demanda en los hogares que ya poseen un putting green, que sería de un 10% (1/10años). Por lo tanto, de los 500.000 hogares que existen en Norteamérica (mercado seleccionado para inicio comercial del Multigreen) 50.000 renovarán su putting green cada año.

En la Tabla 1 se resume el mercado de putting green de uso comercial del punto anterior y en la Tabla 2 la proyección de la demanda total a 10 años, con una tasa de 5.6% (para 12 años) del punto 3.1.3 junto a los de uso hogareño para determinar el mercado meta del Multigreen.

Tabla 1. Mercado Meta Putting greens uso comercial

Putting greens comerciales	
Golf indoor	1500
Hoteles	15000
Campos de Golf	18000
Academias de Golf	1000
Total	35500

Elaboración propia

Tabla 2 Mercado meta estimado a 10 años.

Año	PG Hogares	PG	
		Comerciales	Mercado Meta
2022	50000	35500	85500
2032	52330	37156	89486

Elaboración propia

Del mercado meta potencial para el 2022 de 85500 putting greens se define una participación del 0,42% para el primer año, o sea un volumen de 360 Multigreen para el primer año. Este porcentaje de participación es bajo para el mercado de los putting greens dinámicos por la falta de competidores. Este porcentaje se decidió así porque el Multigreen es un producto nuevo en el mercado, pero se espera un rápido crecimiento en ventas debido a su costo y prestaciones.

Se estima una participación a los 10 años de un 2% del mercado, con 1980 MultiGreen por año, o sea, una producción de 165 al mes aproximadamente.

3.1.5 Conclusión Mercado Consumidor

El mercado del golf a nivel mundial varía considerablemente de un país a otro. En aquellos donde este deporte es muy popular como los EE. UU y Canadá, no solo lo practican millones de personas dentro y fuera del campo, sino también existen gran cantidad de centros de entretenimientos relacionados con el golf como son los Golf Indoor, los cuales van en aumento año tras año. También existen numerosas academias de golf y hoteles que ofrecen a los jugadores lo último en tecnología para este deporte.

El Multigreen está diseñado para cualquier tipo de jugador en cualquier lugar del mundo, pero se requiere de un mercado donde las personas tengan un nivel adquisitivo alto para poder comprarlo o lugares como los Golf Indoor o academias de golf para utilizarlos. Por este motivo, el mercado meta inicial para el Multigreen es el de Norteamérica, sin dejar de lado los demás mercados para el futuro, como por ejemplo el mercado europeo, asiático y Sudamericano.

3.2 Mercado competidor

3.2.1 Competidores indirectos

En el rubro putting green podemos considerar como competencia indirecta aquellos que compiten en el mismo mercado, pero ofrecen un producto alternativo de muy bajas prestaciones en términos de ser dinámicos o configurables.

Las empresas más reconocidas de putting greens estáticos y sus productos:

➤ Abco

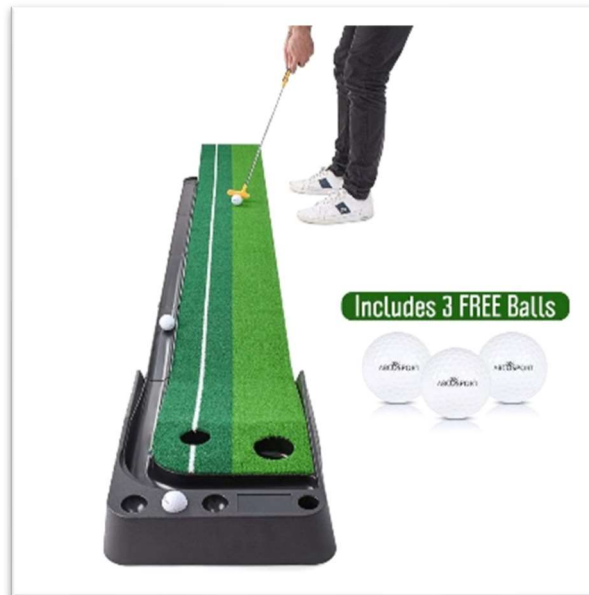


Figura 25 Putting green Abco. Fuente: Abcotechbrand.com

La empresa Abco tiene distintos tipos de putting green estáticos. Uno de ellos como el de la figura 25 posee una estructura plástica en la zona del hoyo la cual se encuentra más elevada para que la bola que no entre al hoyo vuelva hacia el jugador por un carril lateral. Este tipo de putting green permite realizar tiros rectos, principalmente para trabajar en la velocidad y la alineación del palo. Es un producto económico y transportable. Su precio es de U\$S 35.

➤ SKLZ



Figura 26 Putting green SKLZ. Fuente Amazon.com

El producto de la empresa SKLZ es un putting green estático que consta de una plancha de césped sintético montado sobre una goma que en el sector de los hoyos es de mayor espesor para generar unas pequeñas pendientes y también para darle profundidad hoyo. Precio: U\$S 45.

3.2.1.1 Mercado de Simuladores de greens

La creciente participación de personas en el golf profesional, la creciente adopción del modelo de pago por hora en centros comerciales para entretenimiento bajo techo (Indoor Golf) y la creciente adopción de la realidad virtual y la realidad aumentada impulsan el crecimiento del mercado. Por el contrario, el alto costo de instalación de los centros residenciales y comerciales restringe el crecimiento del mercado.

El mercado de simuladores de golf se valoró en USD 1229 millones en 2019 y se espera que crezca con una CAGR del 8,3 % durante el período de pronóstico, 2020-2029.

Las empresas más reconocidas de simuladores de putt:

- Exputt



Figura 27 Simulador de putt. Fuente: Dutch Golf Company

El simulador Exputt (figura 27) utiliza una cámara de alta velocidad que se conecta a un televisor por HDMI, la cámara mide con precisión el movimiento de la pelota y el ángulo de la cara del putter. Este sistema se puede anexar a otro simulador de golf para recrear un juego más completo (Figura 28) y le indica al usuario variables como la velocidad de la pelota después del impacto, el movimiento de la cara del palo antes y después del impacto con la pelota. Esta característica es importante para interpretar porque la bola sale en una dirección.



Figura 28 Simulador Exputt con Simulador de campo de golf. Fuente: Dutch Golf Company

También le indica al jugador en qué lugar de la cara del putter hizo el impacto la pelota y otras variables. La principal virtud de este producto para los jugadores es mejorar la consistencia de sus golpes. Precio: U\$S 500. Nacionalidad: Países Bajos.

- Putt View

PuttView transforma cualquier green en un entorno de aprendizaje interactivo, o sea, calcula instantáneamente cualquier putt y lo proyecta directamente en el green. Permite a los jugadores y entrenadores crear cualquier escenario de putting en interiores.

Este sistema funciona con un láser que escanea la superficie, reconoce las pendientes y calcula las trayectorias para embocar la pelota desde una posición que se configura desde una Tablet. La trayectoria es proyectada sobre la superficie. Precio: desde U\$S 10.000.

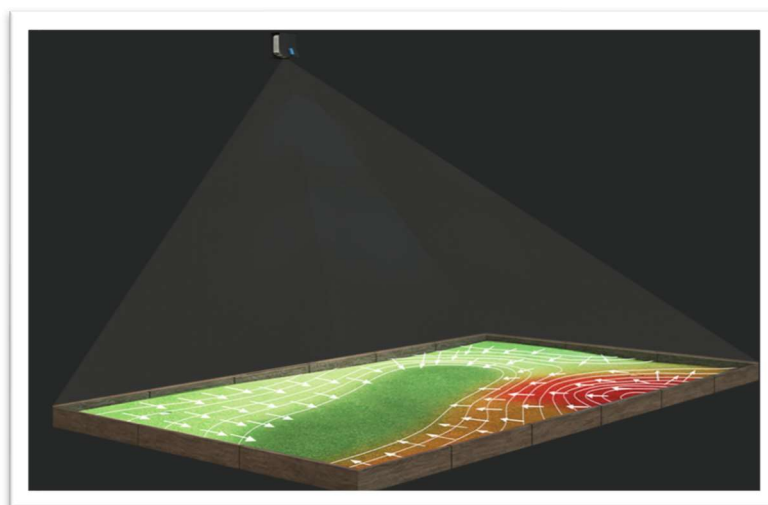


Figura 29 Putting green y escáner Putt View. Fuente: Puttview.com

3.2.2 Competidores directos

Dentro de los competidores directos se tienen dos empresas, Full Swing Golf y Zen Green Stage. Ambas empresas fabrican putting greens dinámicos. El producto más sofisticado del mercado es Virtual Green (de Full Swing Golf) y el competidor número 1 de Multigreen ya que su estructura es similar y configurable en forma hidráulica con un opcional de luz laser para visualizar la línea de putt en su superficie. Esta herramienta visual dinámica ayuda a comprender el proceso de identificar y jugar la línea de putt perfecta en las 36 posiciones configurables que posee el equipo solamente. Precio: Desde U\$S 70.900. Nacionalidad: Estados Unidos.

- Full Swing Golf



Figura 30 Virtual Green. Fuente: fullswinggolf.com

- Zen Green Stage

El otro producto, Zen, de la empresa Zen Green Stage es una plataforma que posee movimiento en sus vértices otorgándole configuraciones de pendientes tanto de subida como bajada, como también inclinaciones, aunque más lineales de debido a sus únicos 4 actuadores. Precio: USD 23.000. Nacionalidad: Inglaterra.



Figura 31 Putting green Zen. Fuente: Zengreenstage.com

3.2.3 Conclusión Mercado Competidor

El mercado de putting green se lo puede dividir en 3 grupos diferenciados:

1. Putting Greens estáticos
2. Putting Greens dinámicos
3. Simuladores

Los 2 primeros poseen una cualidad esencial con respecto a los simuladores y es que poseen una superficie de césped sintético y tienen un hoyo para la práctica del putter. Sin dudas cada uno de estos 3 tipos de putting greens tiene su propio mercado objetivo y sus costos varían considerablemente de uno a otro.

Lo más destacable para el proyecto del Multigreen es que existe un solo competidor directo y es el putting green dinámico Full Swing. Este producto es reconocido mundialmente y patrocinado por importantes empresas del sector. Su única desventaja es su precio elevado de más de U\$S 70.000.

3.3 Mercado Distribuidor

Existen tiendas online y físicas de artículos de golf en todos los países del mundo, principalmente en aquellos que el golf es un deporte muy practicado por la población como ser EE. UU., Japón, Canadá, Inglaterra y Australia.

Multigreen es un equipo que requiere una instalación adecuada lo que demanda personal capacitado para tal tarea. Por tal motivo empresas como Shop indoor golf en EE. UU. serán los distribuidores autorizados ya que cuentan con personal y experiencia en instalación de simuladores y monitores de lanzamiento para interiores, además de poseer cartera amplia de clientes no solo en EE. UU. sino también en Canadá, recordando que ambos países poseen el 50% de canchas y publico de golf a nivel mundial.

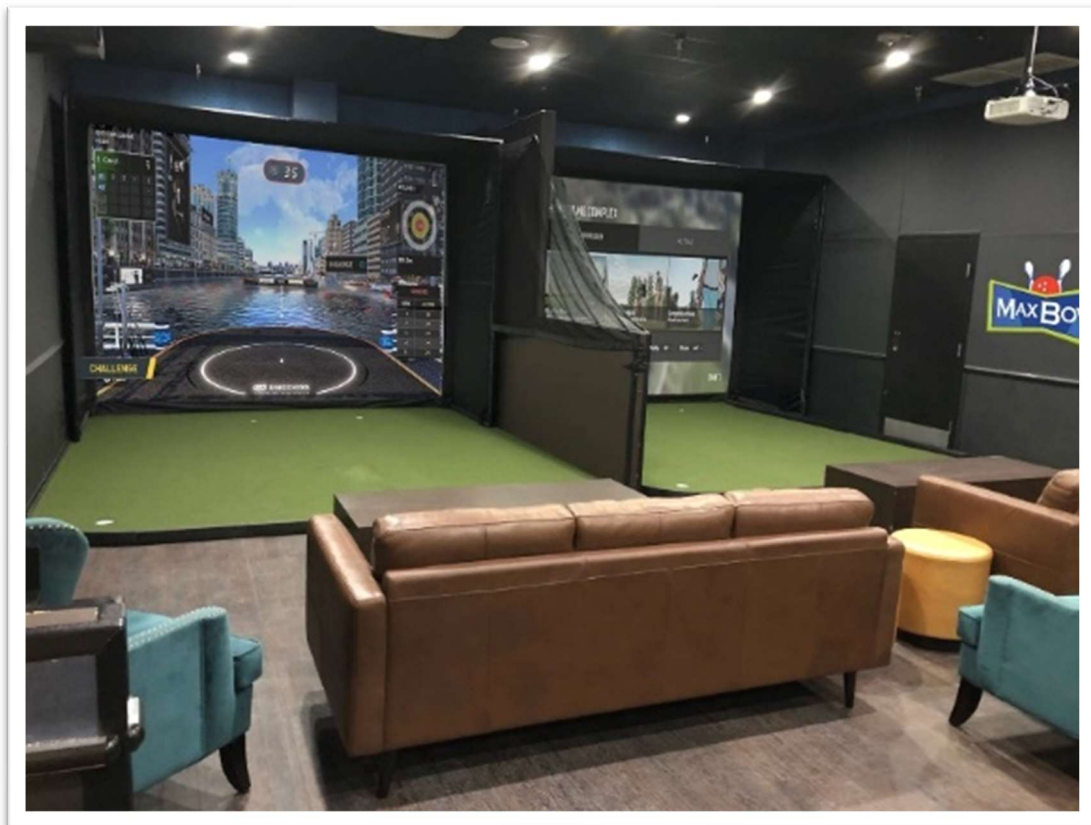


Figura 32 Centro de golf cubierto instalado por Shop indoor golf. Fuente: shopindoorgolf

3.4 Mercado proveedor

El mercado proveedor es el conjunto de empresas que en el futuro proporcionarán insumos a la empresa que se crearía con el proyecto.

Para que el Multigreen sea un producto de calidad y confiable, es primordial que las partes que lo constituyan tengan la calidad y eficacia necesaria.

3.4.1 Análisis de proveedores. Factores

Como se mencionó anteriormente se prioriza la calidad del producto, pero existen otros aspectos relacionados que son importantes como ser:

- Precio: Se busca un precio competitivo que se relacione con la calidad ofrecida
- Características técnicas: Las características del proveedor corresponden al equipo y la maquinaria que utiliza para elaborar sus productos. Este punto es particular interés para las piezas que son necesarias para el armado del elevador mecánico.
- Personal técnico, asistencia técnica y servicio posventa

Los materiales que constituyen el putting green Multigreen que deberán ser provistos por empresas externas lo podemos dividir en 3 partes:

1. Plataforma:
 - a. Madera
 - b. Goma Eva
 - c. Césped sintético
2. Elevadores:
 - a. Chapas
 - b. Pernos y Soportes
 - c. Arandelas
 - d. Tornillo
 - e. Motor Paso a Paso (PAP)
 - f. Poleas
 - g. Correa
3. Tablero de Control:
 - a. Driver Motor PAP
 - b. Fuente alimentación
 - c. Placa Control Grupo Elevador
 - d. Placa Control Principal
 - e. Conductores y Conectores

3.4.2 Elección de proveedores

3.4.2.1 Proveedor de la Plataforma

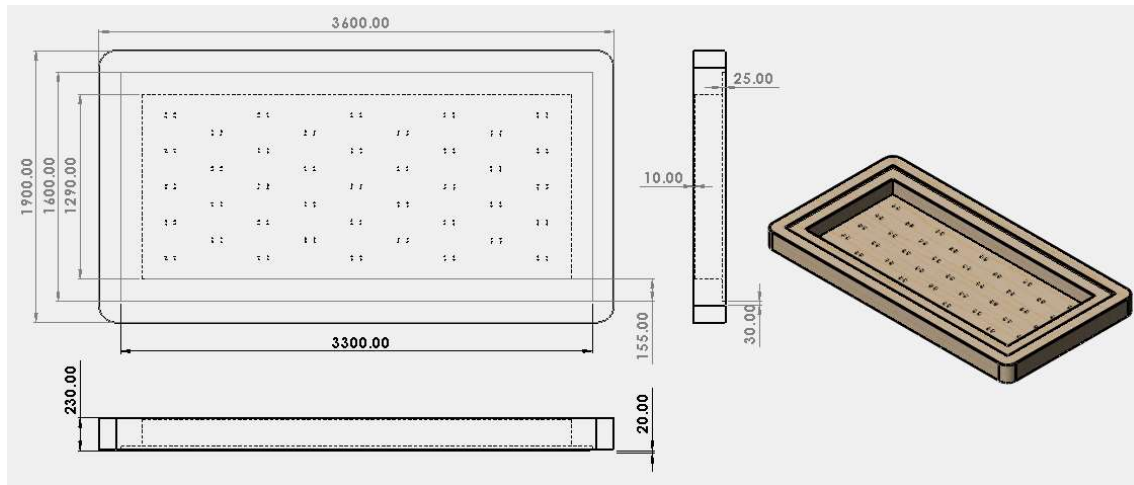


Figura 33 Plataforma de Multigreen. Fuente: Elaboración propia

Se seleccionó la empresa Novo Amoblamientos, empresa con más de 10 años de experiencia que brinda la posibilidad de personalizar estructuras en madera a medida.

La empresa Novo se destaca por:

- Rigurosos controles de terminación
- Calidad de materia prima
- Fuerte sistema de ensamble
- Mejora continua de procesos

La plataforma construida principalmente en madera será realizada por empresa externa con especificaciones de diseño, esto debido al volumen mensual necesario y los altos costos de equipos para realizar los cortes y armado en general.

Componente: Plataforma MultiGreen

- Proveedor: Novo Amoblamientos
- Precio: U\$S 500
- Lote mínimo: 1 Unidades
- Descuento a partir de 10 unidades

3.4.2.2 Proveedor Goma Eva

Se seleccionó la fábrica de goma eva Magic. Empresa familiar con más de 40 años de trayectoria que utiliza tecnología avanzada para fabricar piezas a medida de distintas durezas y espesores. Para el proyecto se necesita plancha de 1600 x 3300mm con un espesor de 25 mm.

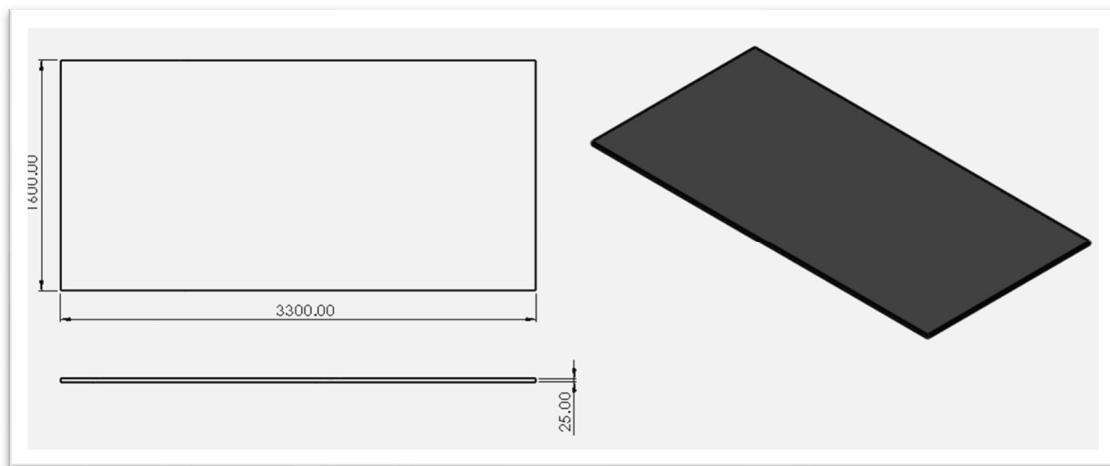


Figura 34 Plancha goma eva - Multigreen. Fuente: Elaboración propia

Componente: Goma Eva

- Proveedor: Goma Eva Magic
- Precio: U\$S 100
- Lote mínimo: 10 Unidades
- Origen: Argentina

La misma empresa provee adhesivo especial para goma eva, el cual sirve también para el pegado del césped sintético.



Figura 35 Adhesivo para goma eva. Fuente: Goma Eva Magic

El rendimiento de este pegamento es de 4 m² x Kg para una capa de 0.25 mm de adhesivo⁸, por lo tanto, la lata rinde para 10 Multigreen ya que la superficie es de 5.76 m² (3.6 m de largo x 1.6 de ancho).

Componente: Adhesivo

- Fabricante: Coltec
- Proveedor: Goma Eva Magic
- Precio: U\$S 80
- Presentación: Lata x 14 Kg
- Lote mínimo: 1 Unidades
- Origen: Argentina

3.4.2.3 Proveedor Césped Sintético

Con respecto al césped sintético existe un solo fabricante en Argentina y es la empresa Forbex. Existen una gran cantidad de empresas internacionales sin embargo la ventaja logística de un proveedor nacional puede otorgar un servicio diferencial a costa de una dependencia o bajo poder de negociación en el costo del producto.

La empresa Forbex tiene presencia en más de 30 países, brinda asesoramiento desde la construcción hasta el mantenimiento de campos de césped sintético. Posee diferentes tipos de césped sintético fabricados con tecnología de avanzada bajo normas internacionales.

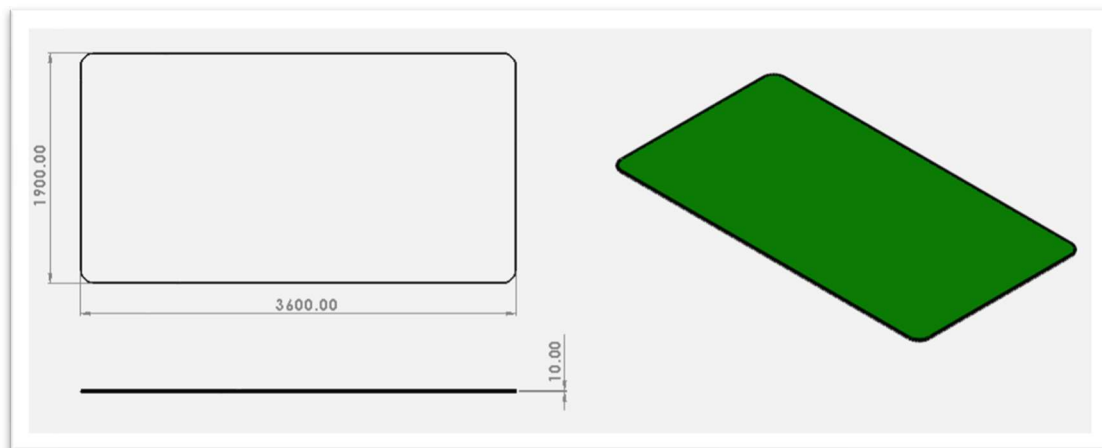


Figura 36 Plancha césped sintético - Multigreen. Fuente: Elaboración propia

Componente: Césped Sintético

- Proveedor: Forbex Synthetic Grass

⁸ “Datos tomados de intertronics.co.uk para rendimiento de adhesivos”.

- Precio: U\$S 400
- Lote mínimo: 1 Rollo x 25 mts
- Espesor: 10 mm.

3.4.2.4 Proveedor piezas elevador

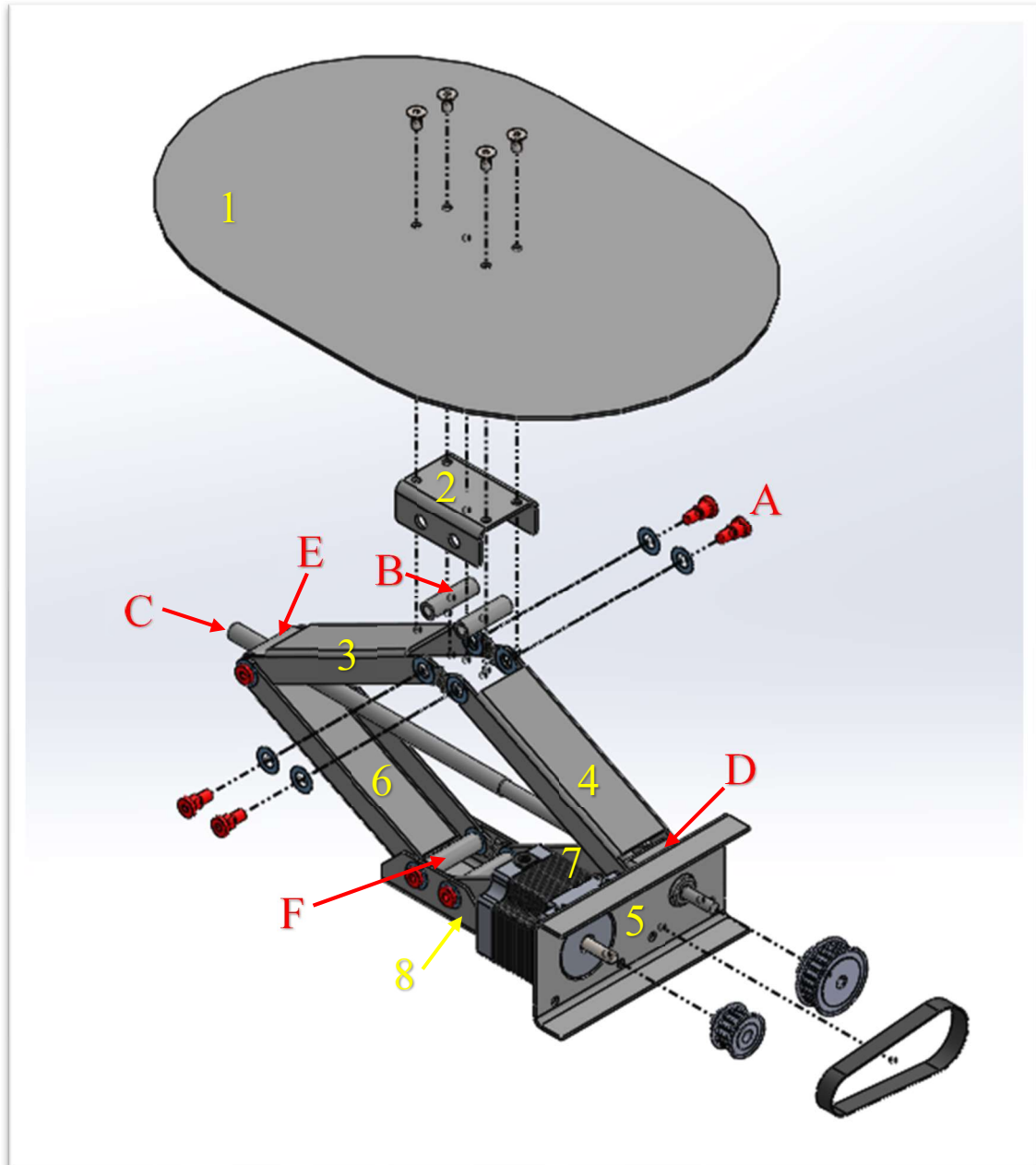


Figura 37 Piezas Elevador mecánico. Fuente: Elaboración propia

El elevador mecánico posee 8 piezas de chapa de acero galvanizada de espesor 2 mm (números amarillos figura 37). Estas piezas requieren en su mayoría corte y plegado excepto la pieza con número 1 denominada Plato superior de carga que solo se realiza por corte. También se

requieren piezas de acero mecanizadas (letras rojas figura 38). Estas piezas se detallan en capítulo diseño de MultiGreen.

La empresa seleccionada para realizar las piezas mencionadas es Cabimetal S.R.L, empresa con 41 años de experiencia en el rubro de corte y plegado de chapa. Posee más de 600 clientes incluidos fabricantes de maquinaria agrícola. Tienen departamento de ingeniería para el desarrollo de piezas especiales y vehículos de transporte propios para hacer entregas de los productos terminados.

La Tabla 3 son los presupuestos de las piezas de Cabimetal y el costo total por pieza para el MultiGreen.

Tabla 3 Presupuesto piezas elevador

Pieza	Denominación	Q x elevador	Q x MGreen	U\$D Unitario	Total U\$D
1	Plato superior de Carga	1	41	2,00	82,00
2	Soporte de carga	1	41	1,00	41,00
3	Brazo superior A	1	41	1,40	57,40
4	Brazo superior B	1	41	1,40	57,40
5	Soporte de motor	1	41	2,00	82,00
6	Brazo inferior A	1	41	1,50	61,50
7	Brazo inferior B	1	41	1,50	61,50
8	Soporte elevador	1	41	1,20	49,20
A	Perno sujeción BGSPM8	12	492	3,00	1476,00
B	Eje Brazo - Soporte Carga	2	82	0,90	73,80
C	Tornillo de potencia	1	41	3,00	123,00
D	Soporte Eje LM	1	1	5,00	5,00
E	Tuerca Tornillo de Potencia	1	41	3,00	123,00
F	Eje Brazo - Base elevador	2	82	0,95	77,90

Fuente: Elaboración propia

Observaciones del Proveedor Cabimetal SRL:

- Las tolerancias dimensionales responden a la DIN 2768 cat.C. /Cortes Laser DIN ISO 2768.
- Las piezas responden al plano entregado por el cliente o al último plano de archivo para reiteración de pedido.
- Validez de la oferta: 7 días
- Forma de Pago: 50 % Anticipo con la OC + Saldo contra entrega
- Precio x 100 unidades por pieza.
- 10% descuento x 1000 Unidades por pieza.

3.4.2.5 Proveedor de Motor Paso a Paso, Controlador y Fuente de Alimentación

El motor Paso a Paso (PAP) (figura 39) es el dispositivo electromecánico fundamental seleccionado para la generación de movimiento del elevador mecánico. La selección de un motor PAP no solo requiere del cálculo del torque adecuado, sino que su controlador (Driver) debe ser el correcto. Los fabricantes de motores PAP fabrican controladores con rangos específicos de potencia, por lo que la selección de un motor conlleva su propio controlador.

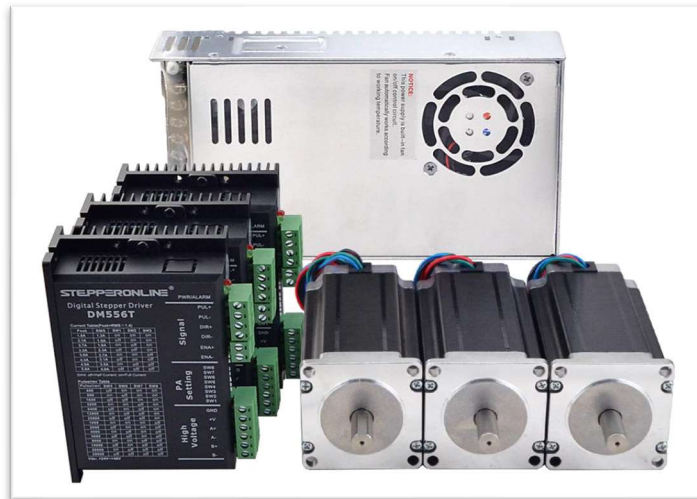


Figura 38 Conjunto Motores PAP - Controladores - Fuente Alimentación. Fuente: Stepperonline

La empresa Stepperonline seleccionada como proveedor es especialista a nivel mundial en motores paso a paso y controladores. Ofrece productos asequibles de alta calidad y con un servicio técnico al cliente excepcional. Esta empresa tiene un sistema de compras en línea con un proceso de pedido muy simple. Al comprar a fabricantes de motores en gran volumen esta empresa tiene precios muy bajos.

Componente: Motor PAP



Figura 39 Motor PAP Nema 23 1.26 Nm Fuente: Stepperonline.com

El motor seleccionado es el Nema 23 Bipolar de 1.26 Nm, 2.8 Amperes, 4 Conductores.

- Precio: USD 13.79
- Precio x lote de 100 Unidades
- Cantidad por Multigreen: 41

Componente: Controlador de motor PAP

El controlador provisto por Stepperonline para el motor PAP es el modelo DM542T. Este controlador completamente digital desarrollado con un algoritmo de control DSP avanzado basado en la última tecnología de control de movimiento



Figura 40 Controlador de motor PAP. Fuente: Stepperonline

- Precio: USD 19.51
- Precio x lote de 100 Unidades
- Cantidad x Multigreen: 41

Componente: Fuente de Alimentación



Figura 41 Fuente alimentación para 5 motores PAP. Fuente: Stepperonline

Esta fuente de alimentación de 400 W, 12V, 33Amp es de uso industrial y tiene ventilador para enfriamiento garantizando alta eficiencia y confiabilidad. Posee protección contra sobre corriente, sobrevoltaje, cortocircuito y sobrecalentamiento.

- Modelo: S-400-12
- Precio: U\$D 26,36
- Precio x lote de 10 Unidades
- Fabricante: Stepperonline
- Cantidad x Multigreen: 9

3.4.2.6 Proveedor de Circuitos Electrónicos de Control

Con sede central en Thief River Falls, Minnesota, EE. UU., Digi-Key Electronics es una distribuidora global de servicios completos de componentes electrónicos reconocida por su liderazgo e innovación continua. Fundada en 1972, Digi-Key fue pionera en el negocio de catálogos de pedidos por correo y un recurso clave para los ingenieros de diseño. Ofrece la mayor selección mundial de componentes electrónicos en stock y disponible para envío inmediato.

Digi-Key proveerá las placas de control y conectores para el Multigreen.

Placa de control Principal

Componente: Adafruit Metro M4 Express Airlift (Wifi)

- Precio: U\$D 35,28
- Precio x 1 Unidad
- Fabricante: Sparkfun
- Cantidad x Multigreen: 1

Placa CANBUS (Ver 8.1)

Componente: Shield CAN-BUS DEV-14262

- Precio: U\$S 28.95
- Precio x 1 Unidad
- Fabricante: Sparkfun
- Cantidad x Multigreen: 9

La empresa Digi-Key seleccionada también proveerá de los conectores de conductores que se mencionan en el capítulo Diseño de Multigreen.

Componente: Conectores para Motores y Controladores PAP

- Digi-Key Número de parte: WM1785-ND
- Fabricante: Molex
- Stock Digi-Key: 149000
- Precio x 1 Unidad: U\$D 0.55
- Precio x 1000 Unidades: U\$D 0.28
- Cantidad x Multigreen: 82

Componente: Conector motor PAP en placa de control

- Digi-Key Número de parte: WM17045-ND
- Fabricante: Molex
- Stock Digi-Key: 19106
- Precio x 1 Unidad: U\$D 0.30
- Precio x 1000 Unidades: U\$D 0.13
- Cantidad x Multigreen: 41

Componente Conector CAN-BUS

- Digi-Key Número de parte: MD-30
- Fabricante: Molex
- Stock Digi-Key: 14900
- Precio x 1 Unidad: U\$D 2.46
- Precio x 1200 Unidades: U\$D 1.36
- Cantidad x Multigreen: 16

3.4.2.7 Proveedor Bujes y arandelas de empuje

La empresa seleccionada para proveer de bujes y arandelas es Iigus Argentina la cual es representante de Iigus Internacional en el país. Esta empresa está especializada en productos partir de polímeros de bajo desgaste y alto rendimiento para máquinas y equipos mecánicos rotatorios.

Buje Iglidur G



Figura 42 Buje de elevador mecánicos: Fuente: Iigus.com.ar

Las características de este buje o rodamiento de casquillo con brida de Igus son su alta resistencia al desgaste, resistencia al polvo y a la suciedad. Se necesitan dos bujes de esta clase por elevador mecánico que van montados sobre tornillo de potencia. Uno de ellos que va dentro del soporte de eje es más corto y varía solo en el código de pedido.

Componente: Buje Iglidur GFM-0812-06

- Igus Número de parte: GFM-0812-06
- Fabricante: Igus
- Precio x 1 Unidad: USD 8.7
- Precio x 100 Unidades: USD 1.16
- Cantidad x Multigreen: 41

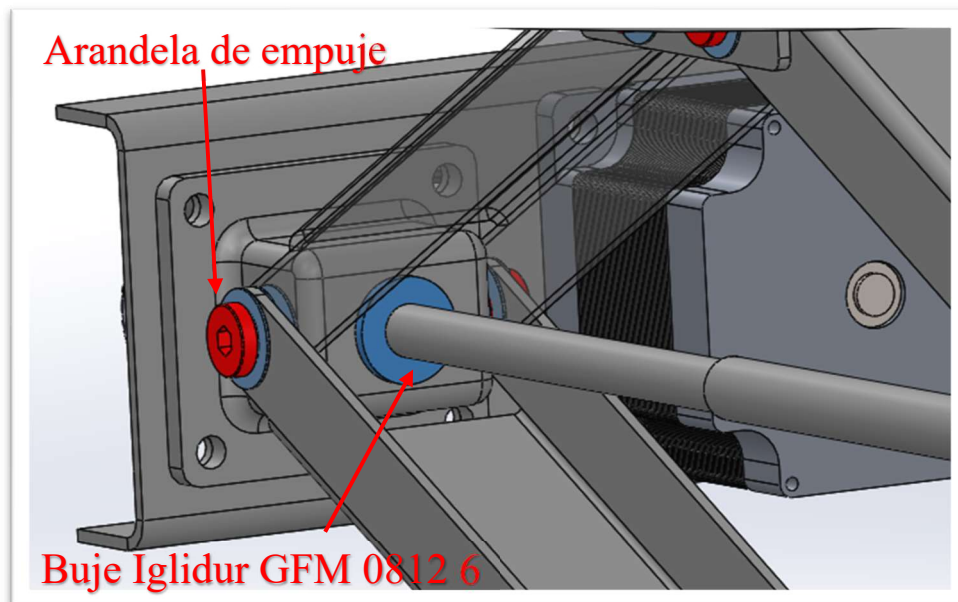


Figura 43 Buje y arandela Iglidur de elevador mecánico. Fuente: Elaboración propia

Componente: Buje Iglidur GFM-0812-16

- Igus Número de parte: GFM-0812-16
- Fabricante: Igus
- Precio x 1 Unidad: USD 8.7
- Precio x 100 Unidades: USD 1.16
- Cantidad x Multigreen: 41

Otro componente de este proveedor el cual es el más utilizado en cada elevador mecánico es la arandela de empuje Iglidur G de alta resistencia, la cual se necesitan 36 por elevador la cual le provee deslizamiento entre las partes con muy bajo rozamiento.

Componente: Arandela de empuje GTM-1018-005

- Igus Número de parte: GFM-0812-16
- Fabricante: Igus
- Precio x 1 Unidad: USD 2.5
- Precio x 1000 Unidades: USD 0.2
- Cantidad x Multigreen: 1476

3.4.2.8 Proveedor de Poleas y Correas

Se seleccionó la empresa argentina GES como proveedora de poleas y correas para el elevador mecánico del Multigreen. Esta empresa produce correas, poleas y acoples de precisión y de alta calidad desde el año 1959. Dispone de maquinaria específica y personal altamente capacitado para la fabricación de correas de todo tipo y poleas dentadas en todos los pasos

Componente: Polea GT2 5mm 14T

- Fabricante: GES
- Precio x 1 Unidad: USD 10.5
- Precio x 1000 Unidades: USD 1.5
- Cantidad x Multigreen: 41

Componente: Polea GT2 5mm 22T

- Fabricante: GES
- Precio x 1 Unidad: USD 17.5
- Precio x 1000 Unidades: USD 2.4
- Cantidad x Multigreen: 41

Componente: Correa GT2 5mm 45 dientes

- Fabricante: Gates
- Precio x 1 Unidad: USD 8.5
- Precio x 1000 Unidades: USD 2.0
- Cantidad x Multigreen: 41

3.4.2.9 Proveedor de Conductores

Se seleccionó la empresa argentina Fonseca para la provisión de conductores eléctricos. Fonseca es una de las empresas líderes en fabricación de cables.

Componente: Cable unipolar x 1mm. Rollo 100 mts

- Fabricante: Fonseca
- Precio x 1 Unidad: USD 20
- Cantidad x Multigreen: 2

3.4.2.10 Proveedor de Bulones

Se seleccionó la empresa argentina Bultor para la provisión de elementos de fijación, precisamente de bulones. La empresa Bultor fabrica bulones estampados para la industria agrícola y automotriz. Además, cuenta con personal capacitado para informar las normas de los productos y asesoramiento técnico.

Los componentes necesarios son para la fijación de partes como son el plato superior de carga con el soporte de carga, el soporte motor con el soporte eje LM, motor PAP a soporte motor y elevadores a soporte de elevadores. Estas piezas se describen en el capítulo Diseño del Multigreen.

Componente: Bulón Allen Fresado para fijación Plato Superior de Carga

- Fabricante: Bultor
- Tipo: Bulón Allen Alta Resistencia M8x15 (Figura 47)
- Precio x 1 Unidad: U\$D 0.15
- Cantidad x Multigreen: 164
- Presentación: Pack x 30 unidades

Componente: Bulón Allen cilíndrico para Soporte Motor – Soporte eje LM

- Fabricante: Bultor
- Tipo: Bulón Allen cilíndrico Alta Resistencia M8x30
- Precio x 1 Unidad: U\$D 0.20
- Cantidad x Multigreen: 164
- Presentación: Pack x 30 unidades

Componente: Bulón Allen fresado para Soporte Motor – Motor PAP

- Fabricante: Bultor
- Tipo: Bulón Allen cilíndrico Alta Resistencia M8x30
- Precio x 1 Unidad: U\$D 0.20
- Cantidad x Multigreen: 164
- Presentación: Pack x 30 unidades

3.4.3 Resumen de componentes del Multigreen

En la tabla 4 se muestran los componentes necesarios para la fabricación de un MultiGreen que serán provistos por las empresas proveedoras que se describieron anteriormente con el costo total, el cual será utilizado en el análisis financiero.

Tabla 4 Presupuesto componentes de un Multigreen

N°	Componentes Multigreen	Qty x E	U\$D Unit	U\$D Total	Proveedor
1	Plataforma	1	500	500	Novo
2	Goma eva	1	100	100	Goma Eva Magic
3	Adhesivo	1	10	10	Goma Eva Magic
4	Césped sintético	1	60	60	Forbex
5	Plato superior de Carga	41	2	82	Cabimetal
6	Soporte Carga	41	1	41	Cabimetal
7	Brazo Superior A	41	1,4	57,4	Cabimetal
8	Brazo Superior B	41	1,4	57,4	Cabimetal
9	Brazo Inferior A	41	1,5	61,5	Cabimetal
10	Brazo Inferior B	41	1,5	61,5	Cabimetal
11	Soporte Motor	41	2	82	Cabimetal
12	Perno sujeción BGSPM8	492	3	1476	Cabimetal
13	Eje Brazo-Soporte carga	82	0,9	73,8	Cabimetal
14	Tornillo Potencia	41	3	123	Cabimetal
15	Soporte Eje LM	41	5	205	Cabimetal
16	Tuerca tornillo de potencia	41	3	123	Cabimetal
17	Eje Brazo-Base elevador	82	0,95	77,9	Cabimetal
18	Motor PAP NEMA 23	41	13,79	565,39	Stepperonline
19	Controlador de motor PAP	41	19,51	799,91	Stepperonline
20	Fuente alimentación	9	26,36	237,24	Stepperonline
21	Placa de Control Adafruit Metro	1	35,28	35,28	Digi-Key
22	Placa Can Bus Dev	9	28,95	260,55	Digi-Key
23	Conector Motor y Controlador PAP	82	0,28	22,96	Digi-Key
24	Conector PAP en placa de control	41	0,13	5,33	Digi-Key
25	Conector Can Bus	16	1,36	21,76	Digi-Key
26	Buje Iglidur GFM 0812 06	41	1,16	47,56	Igus Argentina
27	Buje Iglidur GFM 0812 16	41	1,16	47,56	Igus Argentina
28	Arandela de empuje GTM-1018-005	1476	0,6	885,6	Igus Argentina
29	Polea GT2 5mm 14T	41	1,5	61,5	Ges
30	Polea GT2 5mm 22T	41	2,4	98,4	Ges
31	Correa GT2 5mm 45T	41	2	82	Ges
32	Cable unipolar x 1mm	2	20	40	Fonseca
33	Bulón Allen Fresado M8x15	164	0,15	24,6	Bultor
34	Bulón Allen Fresado M8x30	164	0,2	32,8	Bultor
35	Bulón Allen Cilíndrico M8x30	164	0,2	32,8	Bultor
			Total	6492,7	

Elaboración propia

4. DISEÑO DE PRODUCTO



4. Diseño de Producto

4.1 Objetivos

Para el diseño del Multigreen se deberá:

1. Determinar las características y dimensiones que deberá tener el Multigreen.
2. Seleccionar y diseñar el mecanismo adecuado para su funcionamiento.
3. Diseñar el circuito y el tablero electrónico de control
4. Diseñar el Multigreen

4.2 Características y dimensiones del MultiGreen

Para determinar las dimensiones más óptimas del Multigreen, o sea, para el uso de mayor cantidad de jugadores tanto amateur y profesionales se deberá analizar las estadísticas de putts.

Hay dos objetivos en los que todo jugador debe concentrarse mientras trabaja en su putt:

1. Practicar desde las distancias estadísticas que tiene sentido para su nivel de juego.
2. Eliminar tres putts de las distancias estadísticas que tengan sentido para su nivel de juego.

En la figura 44 se muestra la probabilidad de embocar de un golpe desde diferentes distancias según el nivel de habilidad de un golfista:

Distance	Tour Pro	Scratch Golfer	90 Shooter
2	99%	99%	95%
3	96%	93%	84%
4	88%	80%	65%
5	77%	66%	50%
8	50%	41%	27%
10	40%	33%	20%
20	15%	14%	6%

Figura 44 Probabilidades de golpes. Fuente: tomfieldingolf.net

Distintos especialistas demuestran a base de estadísticas que:

- Para todos los jugadores, cualquier putt dentro de los 2 pies es casi una apuesta garantizada.

- Para los mejores jugadores, los putts de 3 pies son casi un hecho a menos que suceda algo radical.
- Para los golfistas con hándicap 18 (90 Shooter), los putts de 3 pies comienzan a convertirse en un problema (tasa de éxito del 84 por ciento).
- Entre 5 y 8 pies, la competencia de un profesional se reduce drásticamente.
- Entre 5 y 8 pies, los golfistas scratch⁹ comienzan a mostrar su debilidad por el putt.
- Fuera de los 5 pies, los tiradores de los 90 tienen una dificultad extrema en un lanzamiento.
- A 10 pies, los profesionales del tour solo aciertan el 40 por ciento de sus putts.
- A 20 pies, un golfista de hándicap 18 no es ni la mitad de bueno que un jugador de scratch, pero la diferencia entre un jugador de scratch y un profesional del tour es solo del 1 por ciento.

Los números muestran que los profesionales del tour deben enfocar su práctica en putts de 8 a 10 pies (figura 45) y los de hándicap 18 están mejor practicando putts de 4 a 10 pies. Los jugadores de hándicap 18 o mayor deberían olvidarse de trabajar en putts más largos, siendo uno de sus putts cortos su único objetivo.

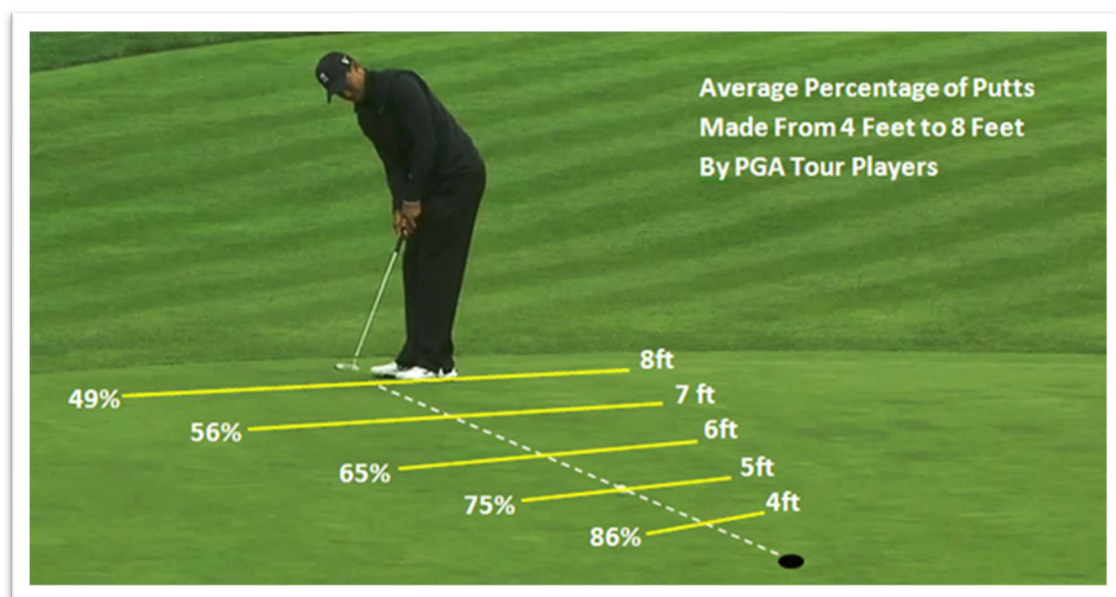


Figura 45 Fuente: protourgolfcollege.com/300-articles/

Una estadística también importante para determinar la longitud ideal del putting green es la proximidad después de un tiro de 30 pies (figura 46). Un jugador de hándicap 30 en promedio

⁹ Scratch Golfer: Golfista con Hándicap 0. Tomado de Golfbidder.co.uk

estará a 7.8 pies de distancia para su segundo golpe, esto quiere decir que encontrándose a más de 30 pies del hoyo un jugador aficionado utilizará un golpe para aproximarse, según la estadística a un radio de aproximadamente 8 pies para su segundo tiro.

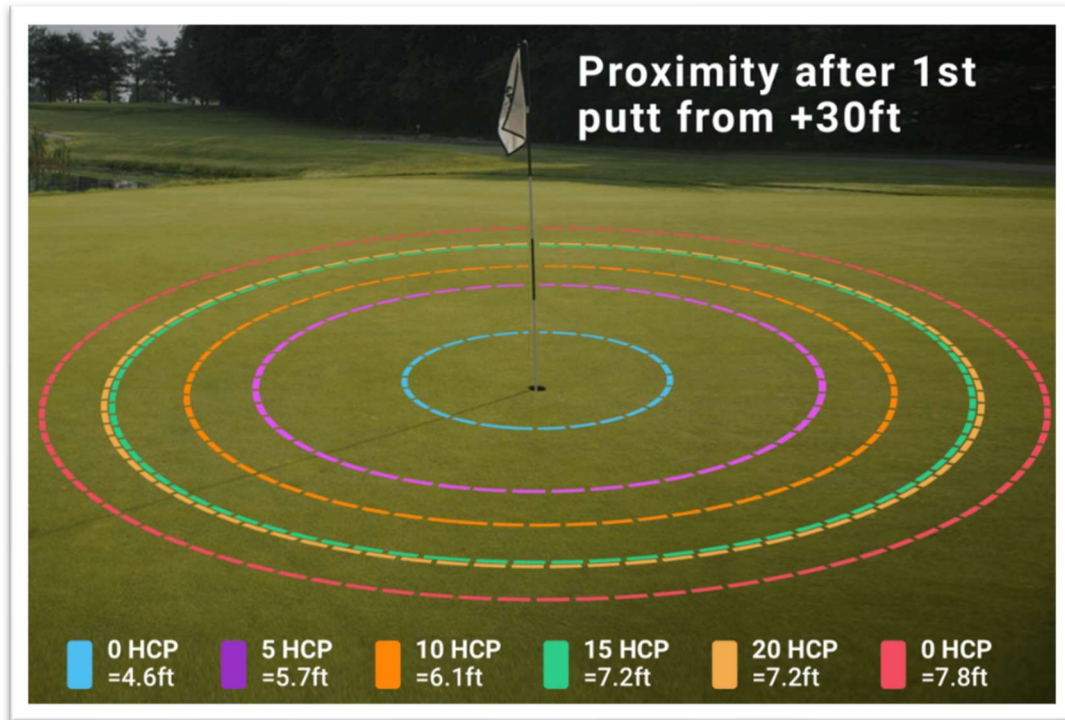


Figura 46 Fuente: Mygolfspy.com/shot-scope-case-study/

En resumen, un jugador profesional o un jugador aficionado en base al análisis anterior, la longitud ideal para practicar el putt y conseguir mejorar su juego, o lo que es lo mismo, embocar la pelota en el menor número de tiros es de 8 pies desde el punto de lanzamiento hasta el hoyo. Por lo tanto, el Multigreen se diseñará con esta longitud.

4.3 Selección de mecanismo elevador

La selección del mecanismo elevador para el putting green dinámico del proyecto es uno de los puntos más importantes para su realización. No existe en el mercado un mecanismo completo que pueda satisfacer los requerimientos en tamaño, precisión, forma, carga a levantar y a su vez que sea económico. Por este motivo, este dispositivo debe diseñarse a medida.

Para el diseño se debió seleccionar un mecanismo que permita la elevación y descenso de la superficie visible del Multigreen que es el césped sintético. El mismo debe soportar estáticamente el peso de una persona y no sufrir modificación de su altura, es decir que se produzca un descenso

de la posición seteada con la carga. Además, dicho mecanismo debe ser lo más plano posible para que el dispositivo no tenga una elevada altura.

Los elementos de mercado para realizar dicha tarea podrían ser un accionador hidráulico (figura 47) como el que utiliza la empresa Full Swing que es utilizado en la industria en plataformas o mesas elevadoras.

La empresa Full Swing ha patentado su green dinámico con este mecanismo, por lo cual se descartó para el diseño.

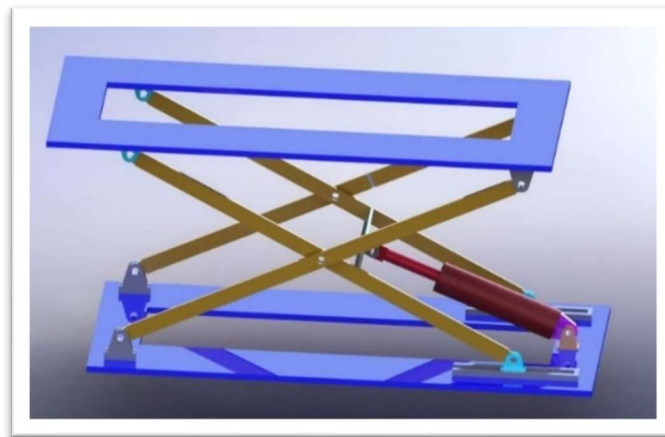


Figura 47 Elevador Hidráulico. Fuente: Grabcad.com

Otro mecanismo que puede ser utilizado para tal fin son los actuadores lineales eléctricos (figura 48), pero debido a su costo para la carga requerida máxima de 135 Kg y altura mínima de partida, se decidió diseñar el mecanismo necesario partiendo del comúnmente llamado “gato mecánico” para vehículos (figura 49).



Figura 48 Actuador lineal eléctrico. Fuente: Direct industry

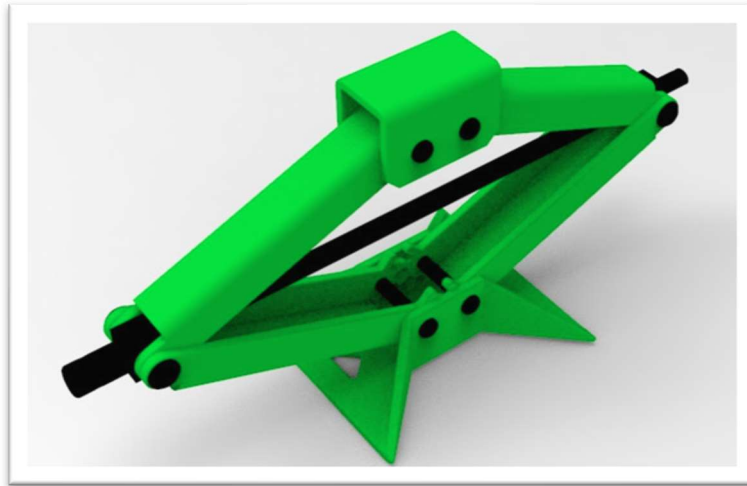


Figura 49 Gato mecánico. Fuente: Grabcad.com

Este mecanismo posee varias ventajas:

- Diseño simple
- Bajo costo de producción
- Elevación de altas cargas con poca energía
- Baja altura inicial

Para el diseño del elevador mecánico se debe partir de dos variables, de la carga y el desplazamiento necesario. La carga necesaria por elevar máxima será de 135 Kg. Para el desplazamiento vertical necesario se debe tener en cuenta la longitud máxima del equipo lo cual depende de las pendientes máximas que puede generar.

En el punto 4.2 de este capítulo se determinó que la distancia ideal desde el punto de lanzamiento y el hoyo es de 8 pies, aproximadamente 2400 mm. La pendiente máxima está determinada por consideraciones de diseño de los greens por la USGA y es de 3% para la zona donde se deben ubicar las banderas u hoyos (figura 50).

La disposición de los elevadores se eligió como se indica en la figura 51 similar a la del putting green Full Swing para generar las pendientes. La distancia desde la posición donde se ubicará el jugador a donde se encontrará el hoyo es de 2400 mm, pero para generar las pendientes alrededor del hoyo y del punto de lanzamiento se tomó una distancia mayor. Por lo tanto, las dimensiones donde se generarán los desplazamientos de los elevadores son de 3000 mm de largo por 1290 mm de ancho (figura 51).

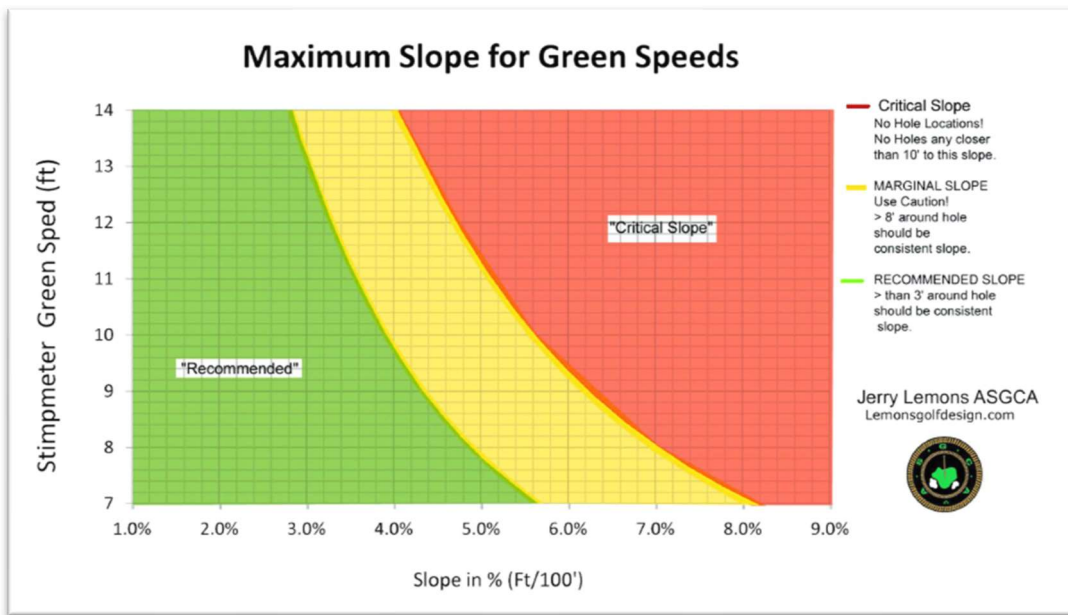


Figura 50 Pendientes recomendadas en % por la USGA. Fuente: USGA

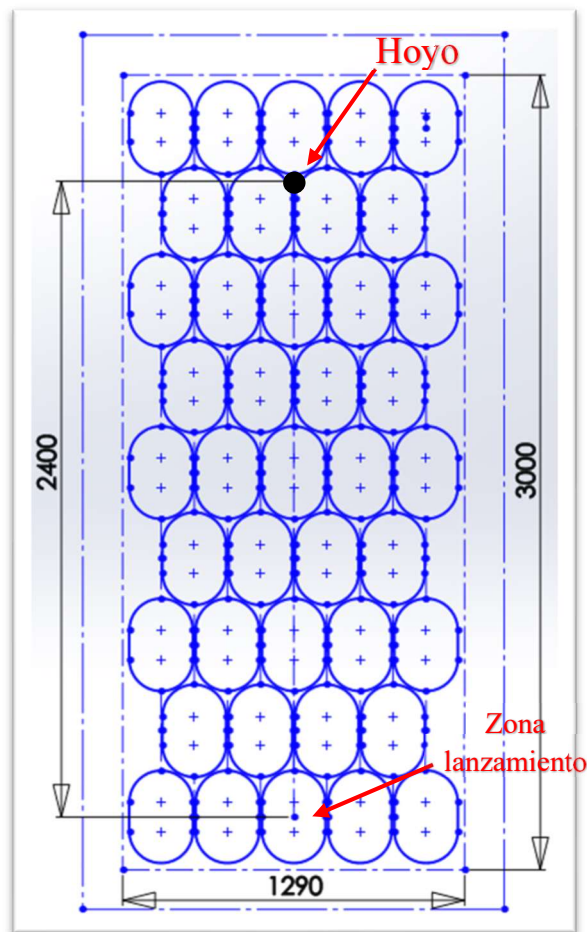


Figura 51 Dimensiones finales del Multigreen. Fuente: Elaboración Propia

Para generar una pendiente máxima de 3% para el putting green de 3000 mm de largo, el desplazamiento máximo que debe poder realizar el elevador mecánico es de 90 mm.

Este desplazamiento vertical de 90 mm se realizará desde un punto medio como muestra la figura 52. Esto es 45 mm desde el punto medio hacia arriba y 45 mm desde el punto medio hacia abajo.

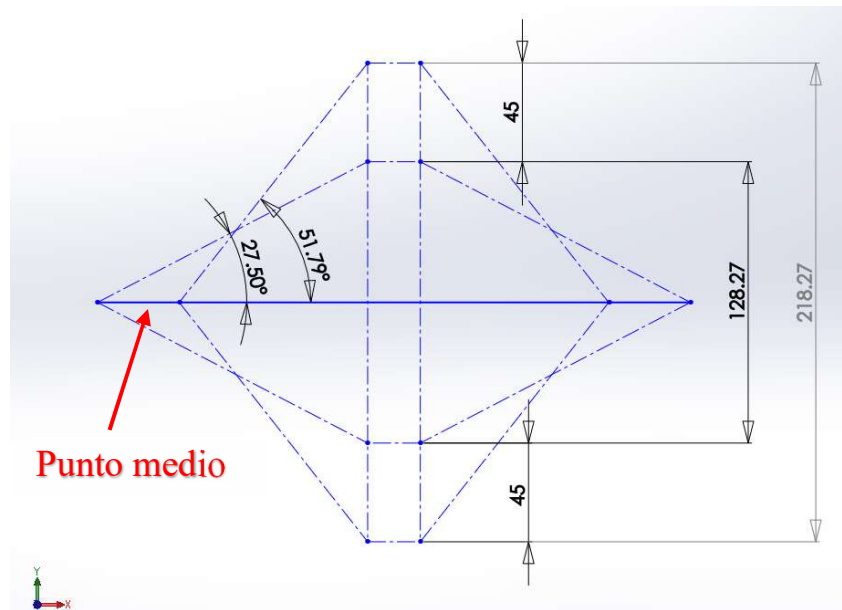


Figura 52 Elaboración propia

4.4 Diseño de elevador mecánico

El análisis del gato mecánico se divide en:

- Análisis de los brazos
- Análisis del tornillo de potencia

4.4.1 Análisis de los brazos

Lo primero que debe realizarse es un análisis estático de fuerzas del elevador mecánico.

Se hace un corte para analizar los esfuerzos a los que están sometidos los brazos. En la figura 54 se puede observar que existen 2 fuerzas de igual valor, pero en sentido contrario en el eje horizontal. Por esta razón, cuando el ángulo α es de 45° la fuerza sobre el tornillo de potencia es la mitad. Este dato se observa en la tabla 4.4.1 – 5.

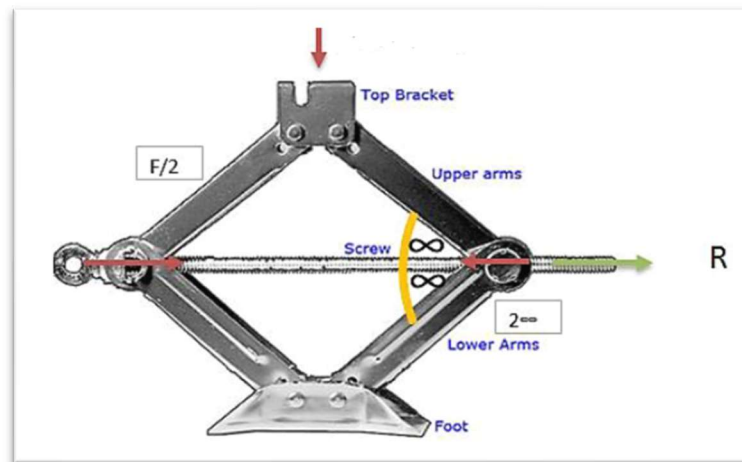


Figura 53 Elevador mecánico. Fuente: academia.edu

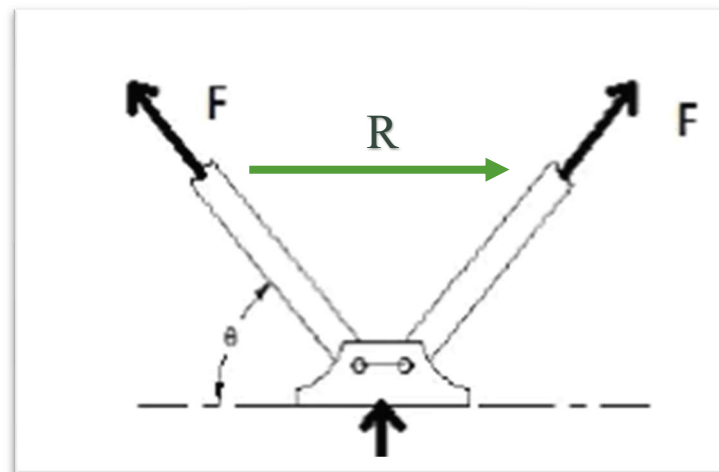


Figura 54 Esfuerzos en los brazos. Fuente: academia.edu

La fuerza sobre el tornillo (1) puede obtenerse por trigonometría y es:

$$R = \frac{F}{2 \tan \alpha} \quad (1)$$

En la Tabla 5 se puede observar la variación del esfuerzo axial R en el tornillo de potencia con la variación del ángulo α . Es de principal interés los valores de α que se encuentran entre 27.5° a 51.8° ya que con esta variación en los brazos se logra conseguir el desplazamiento necesario para generar las pendientes máximas del MultiGreen con un valor inferior de R en el tornillo a la carga máxima F.

Tabla 5 Resultados de Fuerza de Tornillo

R Fuerza del Tornillo)[Kg]	F/2 [Kg]	F [Kg]	Angulo α	α (rad)
512.7	67.5	135	7.5	0.131
382.8	67.5	135	10	0.175
304.5	67.5	135	12.5	0.218
251.9	67.5	135	15	0.262
214.1	67.5	135	17.5	0.305
185.5	67.5	135	20	0.349
163.0	67.5	135	22.5	0.393
135.0	67.5	135	26.56	0.464
129.7	67.5	135	27.5	0.480
116.9	67.5	135	30	0.524
106.0	67.5	135	32.5	0.567
96.4	67.5	135	35	0.611
88.0	67.5	135	37.5	0.654
80.4	67.5	135	40	0.698
73.7	67.5	135	42.5	0.742
67.5	67.5	135	45	0.785
61.9	67.5	135	47.5	0.829
56.6	67.5	135	50	0.873
51.8	67.5	135	52.5	0.916
47.3	67.5	135	55	0.960
43.0	67.5	135	57.5	1.004
39.0	67.5	135	60	1.047

Elaboración propia

La variación de la altura no es lineal, como puede verse en la figura 55, con respecto a la variación del ángulo, lo cual se debe considerar para la posición final de cada elevador.

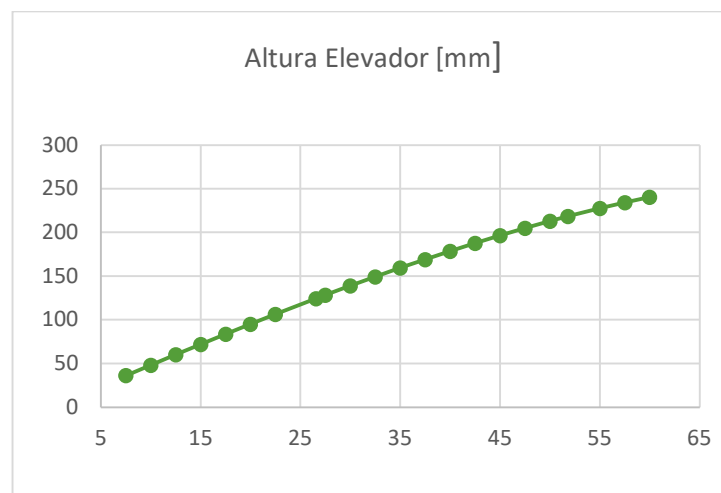


Figura 55 Variación de Altura por ángulo de apertura. Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Análisis del tornillo de potencia.

El elemento mecánico capaz de transmitir la energía para elevar la carga en un gato mecánico es el tornillo de potencia. Se usan en muchas aplicaciones, como tornillos de avance en máquinas herramientas, mordazas, prensas y otros dispositivos de elevación de cargas, máquinas universales de tracción y compresión, etc. En este sentido, es muy usual el empleo de mecanismos constituidos por tornillos de potencia para la elevación o traslado de cargas, debido a que permiten desarrollar grandes fuerzas a lo largo de su eje.

4.4.2.1 Principio de funcionamiento

El principio de funcionamiento que rige el mecanismo de los tornillos de potencia es muy sencillo, y es que un tornillo puede ser considerado, de manera simple, que está formado por un cuerpo cilíndrico (que sería el vástago o la caña del tornillo), sobre el que se enrolla un plano inclinado formando los filetes de la rosca del tornillo (figura 56).

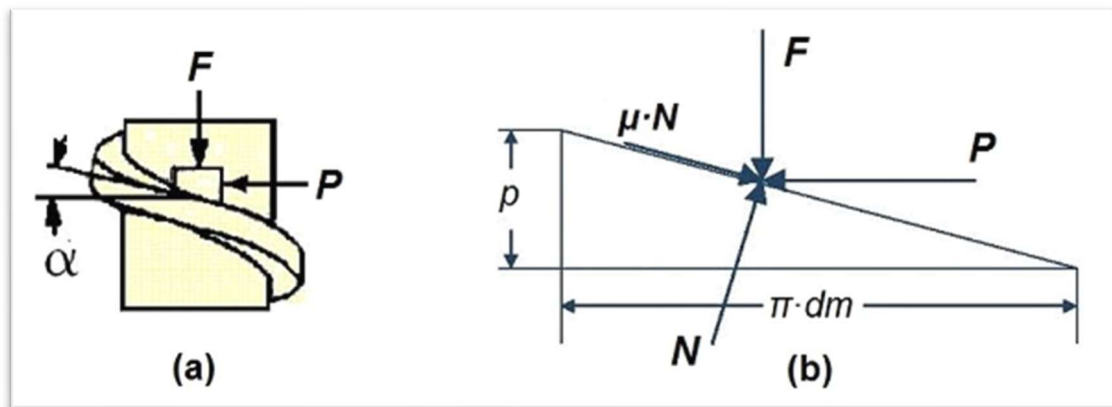


Figura 56 Principio de funcionamiento tornillo de potencia. Fuente: ingemecanica.com

4.4.2.2 Tipo de roscas

En tornillos de potencia, las roscas más empleadas en el fileteado del tornillo son la rosca cuadrada, la rosca ACME y la rosca unificada. A continuación, y de manera esquemática, las siguientes figuras muestran los tipos de roscas más empleadas:

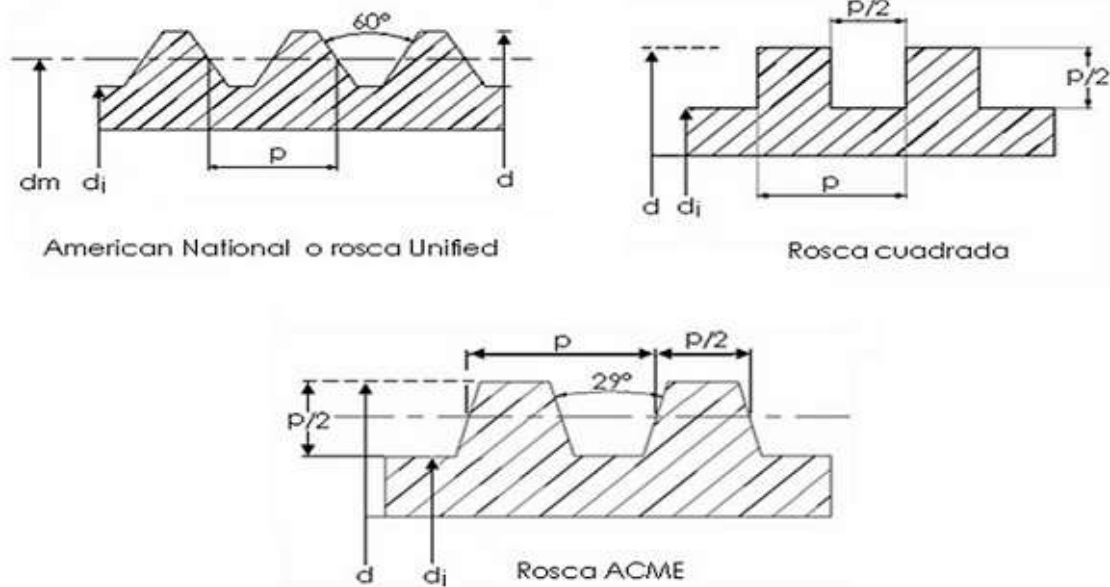


Figura 57 Tipos de roscas. Fuente: ingemecanica.com

Aunque la rosca cuadrada es la que posee mayor rendimiento y eficiencia, se prefiere principalmente la rosca ACME con ángulo de 29° por el buen ajuste que consigue este tipo de rosca (figura 57). Además, esta rosca es auto bloqueante lo cual es fundamental para la retención de la carga sin energía del motor. Otro factor que influye es que la rosca cuadrada no está normalizada, mientras que tanto la rosca Acme como la unificada sí lo están, lo que permite su fácil construcción mediante todos los procedimientos existentes de fabricación.

4.4.2.3 Ecuaciones de esfuerzos

La fórmula (2) (Shigley, 2021) permite calcular el Par de elevación de la carga para la rosca ACME o Unificada:

$$T_R = \frac{F d_m}{2} \left(\frac{l + \pi \mu d_m \sec \alpha}{\pi d_m - \mu l \sec \alpha} \right) \quad (2)$$

Y para el descenso de carga con rosca ACME o Unificada, el par torsional se calcula con la siguiente fórmula (3) (Shigley, 2021):

$$T_{descenso\ carga} = \frac{F d_m}{2} \left(\frac{\pi \mu d_m \sec \alpha - l}{\pi d_m + \mu l \sec \alpha} \right) \quad (3)$$

En la tabla 6 se calcula con las fórmulas anteriores el par torsional para distintos tamaños de roscas Acme partiendo del esfuerzo máximo axial del tornillo el cual se determinó en 129.7 Kg (tabla 4.4.1 -5 para $27,5^\circ$).

Tabla 6 Cálculo de torque en Tornillo de Potencia

Torque requerido para elevacion de carga									
	Tr [N.m]	Fuerza [Kg]	Fuerza [N]	dm	l	sec α	μ	α (ACME)	TL[N.m]
TMR10	1.2903267	129.7	1272.357	0.0090	0.002	1.032900312	0.15	0.253073	0.48386749
TMR12	1.4870652	129.7	1272.357	0.0110	0.002	1.032900312	0.15	0.253073	0.68139445
TMR14	1.8358888	129.7	1272.357	0.0125	0.003	1.032900312	0.15	0.253073	0.62826984
TMR16	2.0324301	129.7	1272.357	0.0145	0.003	1.032900312	0.15	0.253073	0.82599393

Elaboración propia

El diámetro de rosca seleccionado es de 3/8 de pulgada el cual el torque Tr requerido en el tornillo es igual al del TMR10 que es de 1.29 N.m.

VARIABLES USADAS EN LAS FÓRMULAS (1) Y (2)

- μ = Coeficiente rozamiento Metal – Metal Lubricado
- α = $\frac{1}{2}$ Angulo rosca Acme (14.5°)
- F = Carga en Newton
- dm = diámetro medio tornillo
- l = paso de rosca en mm

4.4.3 Transmisión de potencia

El sistema de transmisión de potencia al eje o tornillo de potencia es el sistema motorreductor a base de poleas y correa sincrónica.

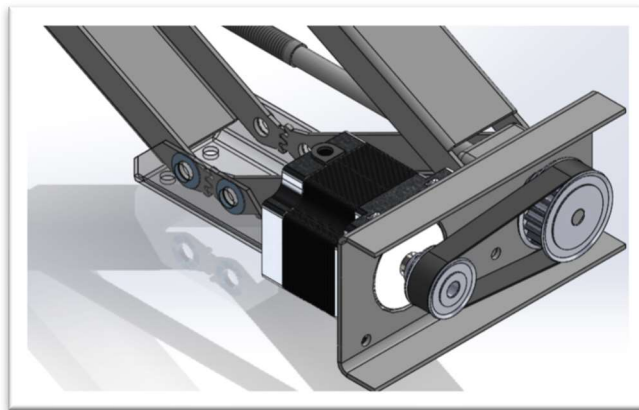


Figura 58 Transmisión de potencia con poleas y correa sincrónica. Fuente: Elaboración propia

En relación con otros sistemas de transmisión, las transmisiones por correa presentan algunas de las siguientes ventajas:

- Poseen un funcionamiento mucho más silencioso que una transmisión por cadenas o engranajes
- Permiten absorber choques en la transmisión, debido a la elasticidad de la correa.

- Precisa poco mantenimiento, al no ir engrasadas como ocurre en el caso de las cadenas o de los engranajes.
- Los costes de adquisición son menores que en el caso de las cadenas y engranajes.
- Son fácilmente desacoplables y acoplables.
- Permiten cambiar la relación de transmisión fácilmente
- Aumenta el torque inicial del motor en base a la relación de transmisión

4.4.3.1 Poleas y correa

La selección de poleas y correa debe calcularse en base a fórmulas específicas y para tal fin existen aplicaciones web (Figura 59) de empresas especialistas como SDP/SI para hacerlo.

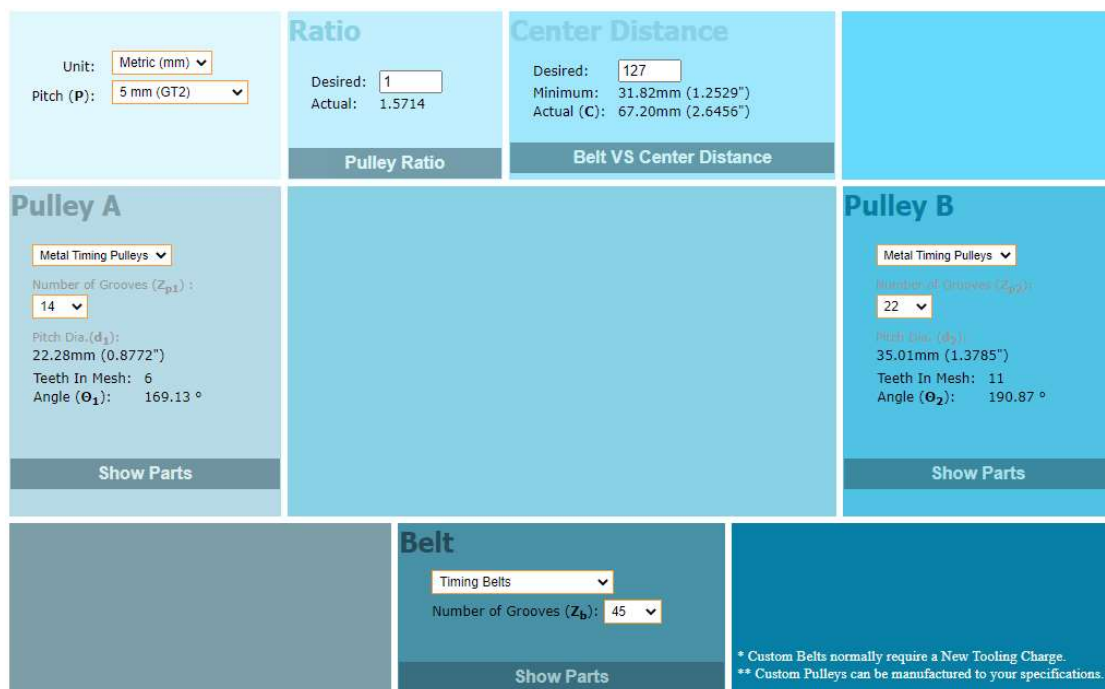


Figura 59 Diseñador de distancia entre centros de SDP/SI. Fuente: sdp-si.com

Se eligió para esta aplicación el tipo de correa GT2¹⁰ la cual garantiza un rendimiento superior en todo tipo de aplicación industrial y es particularmente adecuada para bajas revoluciones y alto par como el caso del Multigreen. Además, esta correa ligera transmite hasta un 40 % más de potencia que los modelos HTD¹¹ con la misma duración.

¹⁰ GT2: “Código de fabricantes que hace referencia a correas sincrónicas con refuerzos internos de fibra de vidrio”

¹¹ HTD: “Tipo de correa dentada utilizada principalmente para electrodomésticos y herramientas manuales”



Figura 60 Correa GT2 45T. Fuente: ondrivesus.com

El software de SDP-SI determinó para el torque necesario el modelo GT2 paso 5 mm y 9 mm de ancho.

Las poleas para correas GT2 de paso 5 mm deben ser de aluminio debido al torque.

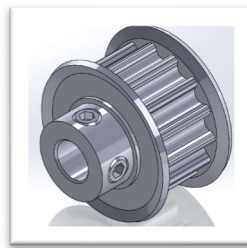


Figura 61 Polea impulsora GT2 14T. Fuente: Elaboración propia

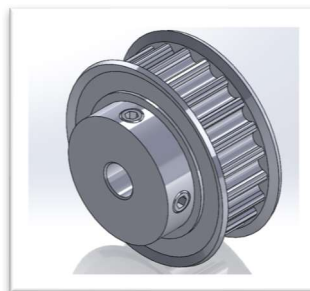


Figura 62 Polea impulsada GT2 22T. Fuente: Elaboración propia

4.4.3.2 Motor

El motor seleccionado es un motor paso a paso Nema 23 de 1.3 Nm el cual también presenta varias ventajas y algunas de ellas son:

- Mayor exactitud en la posición y repetición de los movimientos.
- Error de paso inferior al 5%.
- Perfecta respuesta en arranque y parada.

- Confiable y duradero, ya que no existe contacto de escobillas.
- Ángulo de rotación proporcional a los pulsos de entrada.
- Gran rango de velocidades de rotación, ya que responde a la frecuencia de pulsos de entrada digitales



Figura 63 Motor paso a paso Nema 23 1.26 Nm. Fuente: omc-stepperonline.com

La potencia seleccionada cumple con los cálculos de torque máximo, pero como se recomienda un 50% mayor de potencia como seguridad este aumento de torque lo brinda la relación de transmisión de 1.57 determinada por SDP-SI en la selección de poleas de 14 dientes para la impulsora y 22 dientes para la polea impulsada.

4.4.4 Brazos superiores e inferiores

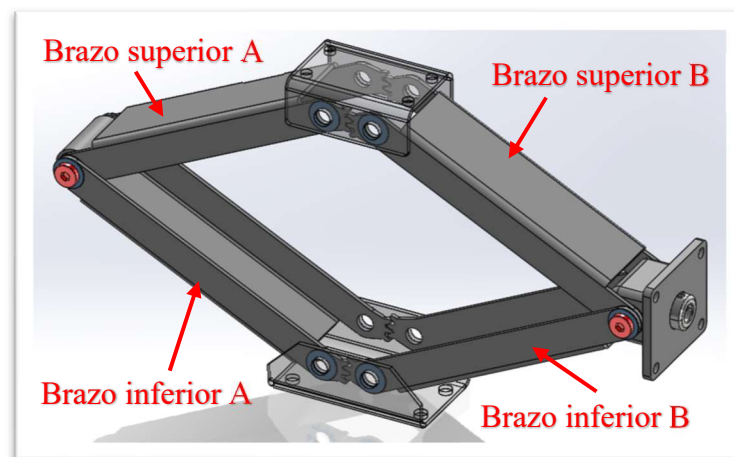


Figura 64 Brazos elevador mecánico. Fuente: Elaboración propia

El elevador mecánico consta de 4 brazos de chapa plegada de acero galvanizado de 2 mm de espesor que son las articulaciones que permiten el ascenso y descenso. Cada uno en sus extremos posee algunos dientes de un engranaje diseñado en la misma chapa para que no se produzca deslizamiento hacia los laterales logrando así permanecer en forma horizontal.



Figura 65 Brazo Superior A. Fuente: Elaboración propia

4.4.5 Tuerca y soporte de tornillo de potencia

En uno de los extremos, entre el brazo superior A y inferior A se encuentra la tuerca donde el tornillo de potencia transmite su energía a los brazos y es lo que permite que el elevador funcione.

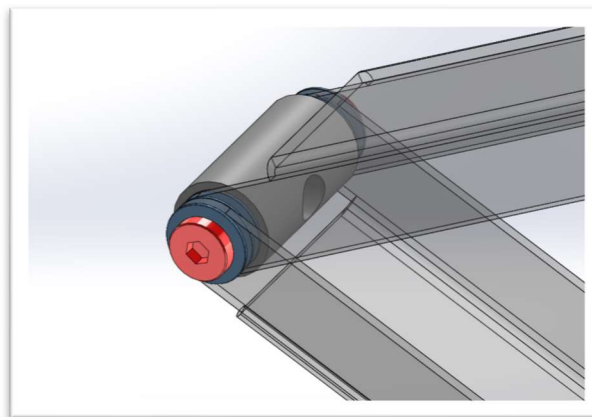


Figura 66 Eje con perforación roscada. Fuente: Elaboración propia

Entre los brazos y eje con perforación roscada se instalan arandelas de bajo índice de rozamiento denominadas arandelas de empuje Iglidur®¹².

En el otro extremo se encuentra una pieza muy importante, el soporte de tornillo de potencia (figura 67), que permite el soporte no solo del tornillo de potencia sino de la chapa plegada que soporta el motor.

¹² Iglidur: “Arandela de empuje o rodamientos Iglidur® de uso poli valente con alta resistencia al desgaste libre de lubricación y mantenimiento fabricadas por Igus”

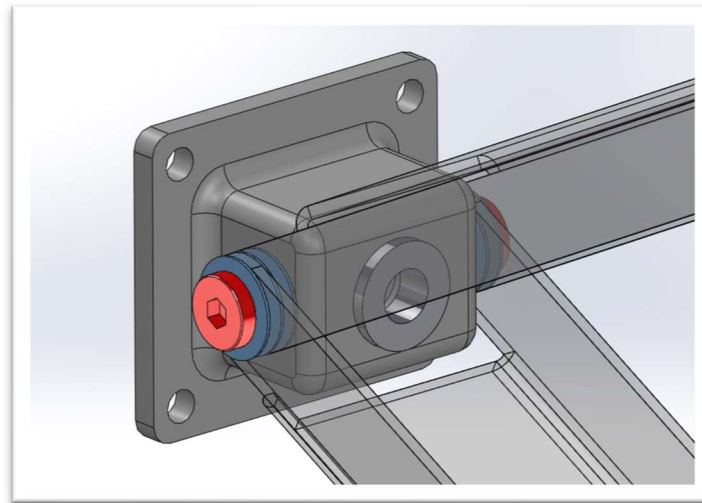


Figura 67 Soporte de tornillo de potencia. Fuente: Elaboración propia

El tornillo gira libre sobre un buje Iglidur® denominado rodamiento de casquillo con brida que posee las mismas características que las arandelas de empuje del mismo fabricante.

4.4.6 Soporte de motor

Una chapa plegada y perforada de 2 mm de espesor y unida al soporte de tornillo de potencia es la encargada de sujetar al motor paso a paso Nema 23 (Figura 68).

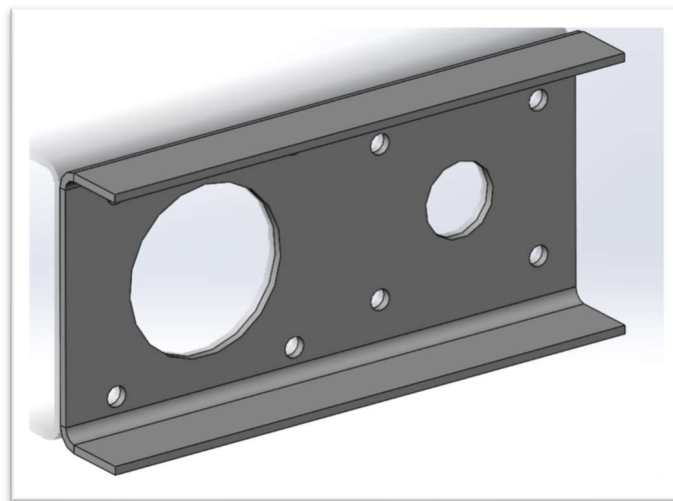


Figura 68 Soporte de motor. Fuente: Elaboración propia

El motivo del pliegue en la chapa es incrementar la rigidez de la pieza con un aumento considerable de la resistencia a la flexión.

4.4.7 Soporte de elevador y carga

Al igual que los brazos son chapas plegadas de acero galvanizado de 2 mm de espesor, una para anclar el elevador a la base del MultiGreen (Figura 70) y la superior (Figura 69), para sostener el plato que empuja o baja la superficie de goma y césped sintético (Figura 71).

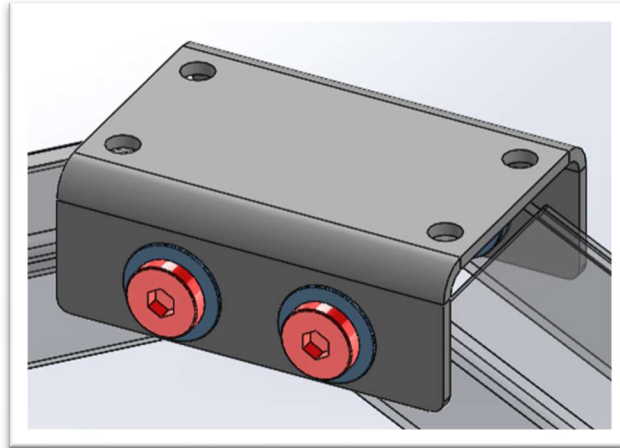


Figura 69 Soporte de carga. Fuente: Elaboración propia

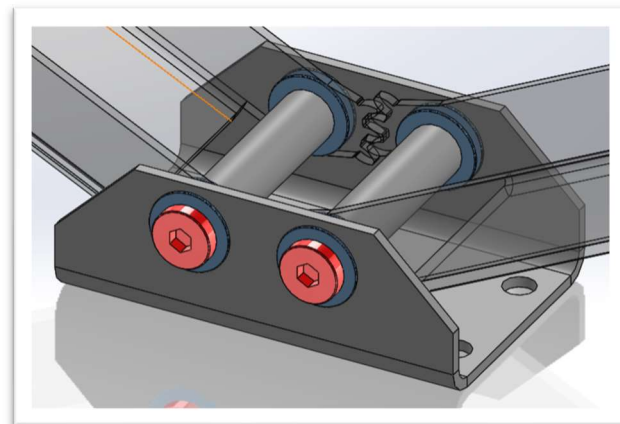


Figura 70 Soporte de elevador. Fuente: Elaboración propia

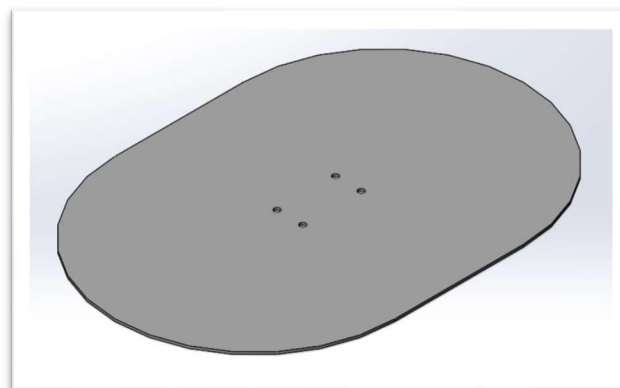


Figura 71 Plato superior de carga. Fuente: Elaboración propia

4.5 Conjunto de Elevadores

El diseño del Multigreen consta de 4 filas de 4 elevadores (Figura 73) y 5 filas de 5 elevadores (Figura 74). Cada conjunto posee su propio control y es montado sobre un soporte plano de chapa galvanizada de 2 mm de espesor para facilitar la instalación en la plataforma (Figura 72).

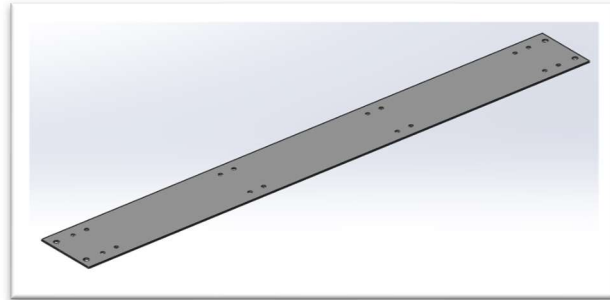


Figura 72 Soporte para 4 elevadores. Fuente: Elaboración propia

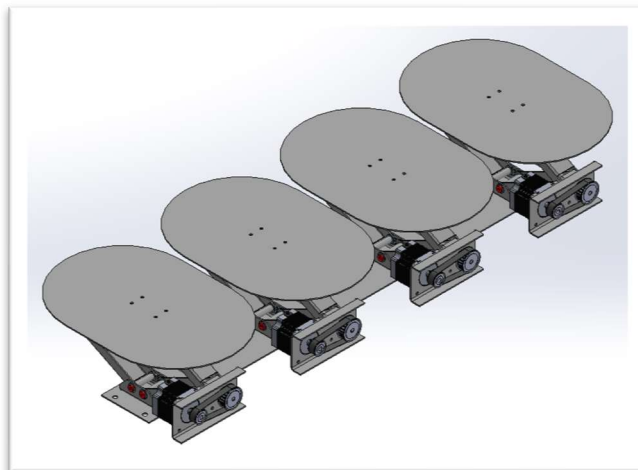


Figura 73 Módulo elevadores x4. Fuente: Elaboración propia

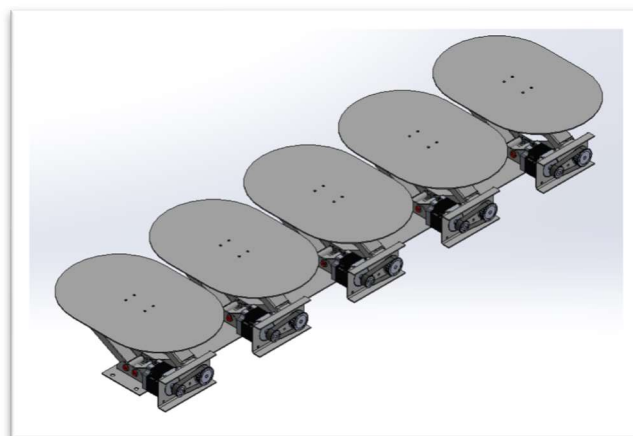


Figura 74 Módulo elevadores x5. Fuente: Elaboración propia

4.6 Circuito electrónico de control

El control electrónico del Multigreen lo podemos subdividir en 2 partes:

- A. Control Principal
- B. Control subgrupo de elevadores

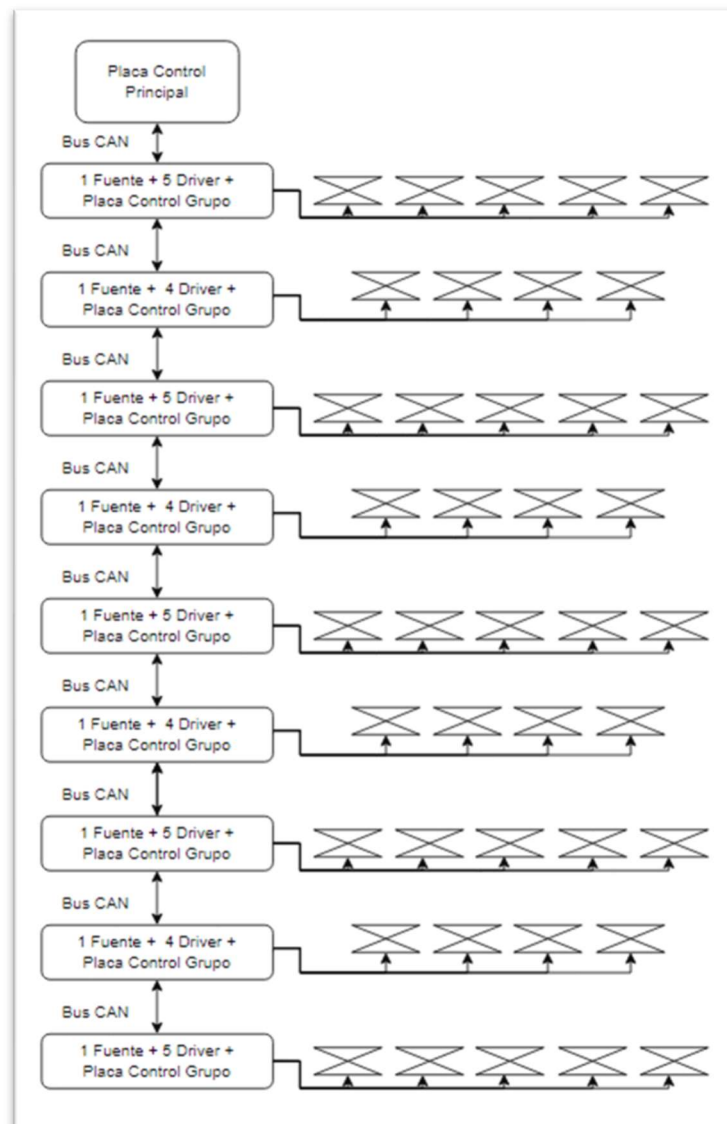


Figura 75 Diagrama de Circuito electrónico de control del Multigreen. Fuente: Elaboración propia

4.6.1 Control Principal

Consta de 1 placa de control general de la empresa Adafruit Industries LLC, modelo Adafruit Metro M4 Express Airlift (Wifi)-Lite. La misma será la que realice el control total del Multigreen a través de la interconexión mediante el CAN Bus y la comunicación vía Wifi con el dispositivo

que posea la APP¹³ que será la encargada de enviar la información necesaria para configurar el Multigreen.

La conectividad con los grupos de elevadores lo provee el shield¹⁴ CAN Bus de Sparkfun que es ensamblado en los pines laterales sobre la placa Metro M4.



Figura 76 Placa de control principal

El Adafruit Metro M4 es una poderosa tarjeta de desarrollo para proyectos que demandan gran capacidad de procesamiento gracias a su microcontrolador ATSAM51 que corre con una frecuencia de 120 MHz e incluye la capacidad de realizar operaciones de punto flotante y DSP (procesamiento digital de señales).

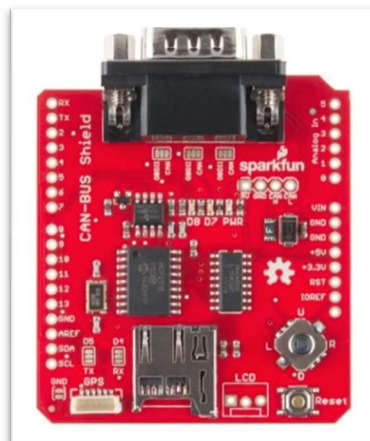


Figura 77 Shield CANBUS Sparkfun DEV-13262. Fuente: Sparkfun.com

¹³ APP: “ El término app es una abreviatura de la voz inglesa application y tiende a utilizarse para referirse a una aplicación informática para dispositivos móviles y tabletas”. Fuente: sumup.es

¹⁴ Shield: “ Un shield es simplemente una placa de circuito impreso que se coloca sobre la placa base y se conecta a ella mediante el acoplamiento de sus pines sin necesidad de alguna otra conexión externa. Su función es de actuar como una placa complementaria, ampliando las capacidades de la placa base. Fuente: Arduino.com

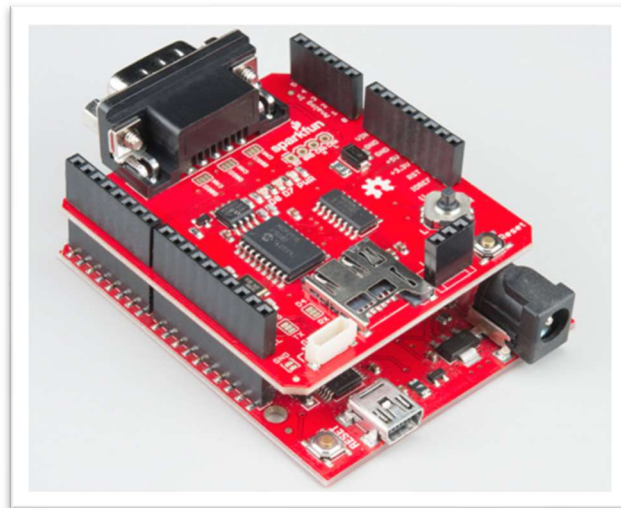


Figura 78 Control Principal. Fuente: Sparkfun.com

4.6.2 Control subgrupo de elevadores

Cada grupo de elevadores posee una placa de control que posee dos funciones:

- A. Interconexión con los demás grupos de elevadores mediante un shield CAN Bus
- B. Control de Elevadores

Cada placa de control posee:

- 5 conectores de 3 pines para los fines de carrera de cada elevador que son los encargados en conjunto con el microcontrolador para generar el homing¹⁵.
- 5 conectores de 6 pines para enviar las señales a cada Driver¹⁶ tanto para el homing o para el posicionamiento de cada elevador
- 1 conector para fuente de alimentación de la placa
- 1 conector para instalar un inclinómetro
- 1 placa Ardufruit para comunicación CAN Bus con el controlador principal
- 1 microcontrolador para realizar el procesamiento

¹⁵ Homing: “el homing permite referenciar una posición en el eje, normalmente para disponer de un origen a partir del cual realizar posicionados absolutos.” Sumo Automation

¹⁶ Driver: “Un driver para motores paso a paso es un circuito electrónico de potencia para permitir el control de la secuencia de conmutación y de la corriente.” Wikipedia

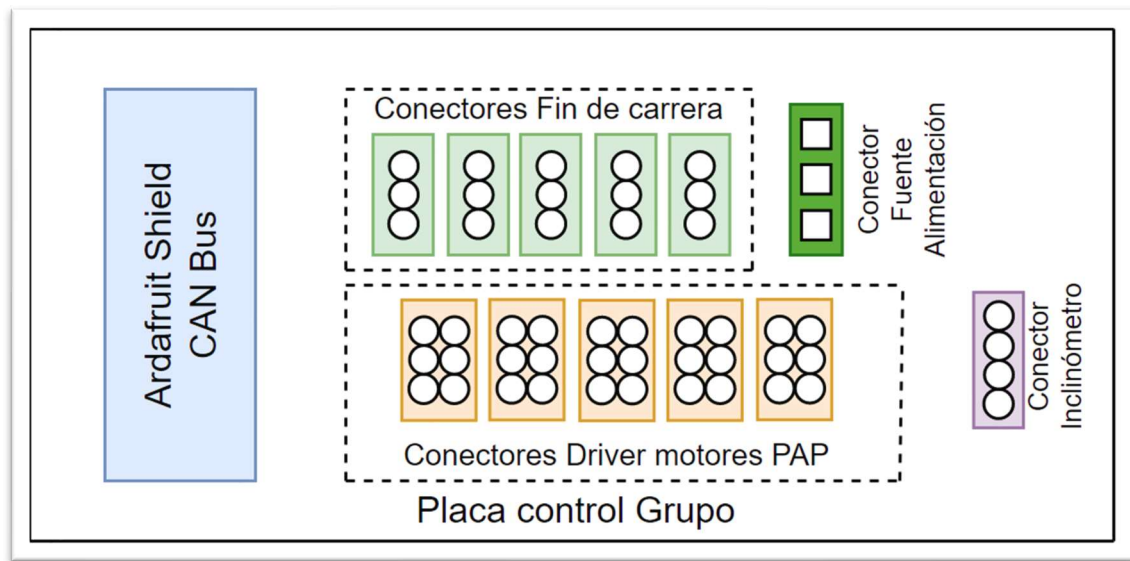


Figura 79 Placa de Control Grupo Elevadores. Fuente: Elaboración propia

La placa de control es la misma para grupo de 4 elevadores. El tablero de control de grupo posee:

- 5 o 4 Drivers de Motores Paso a Paso
- 1 Placa de control Grupo (Figura 79)
- 1 Fuente de alimentación

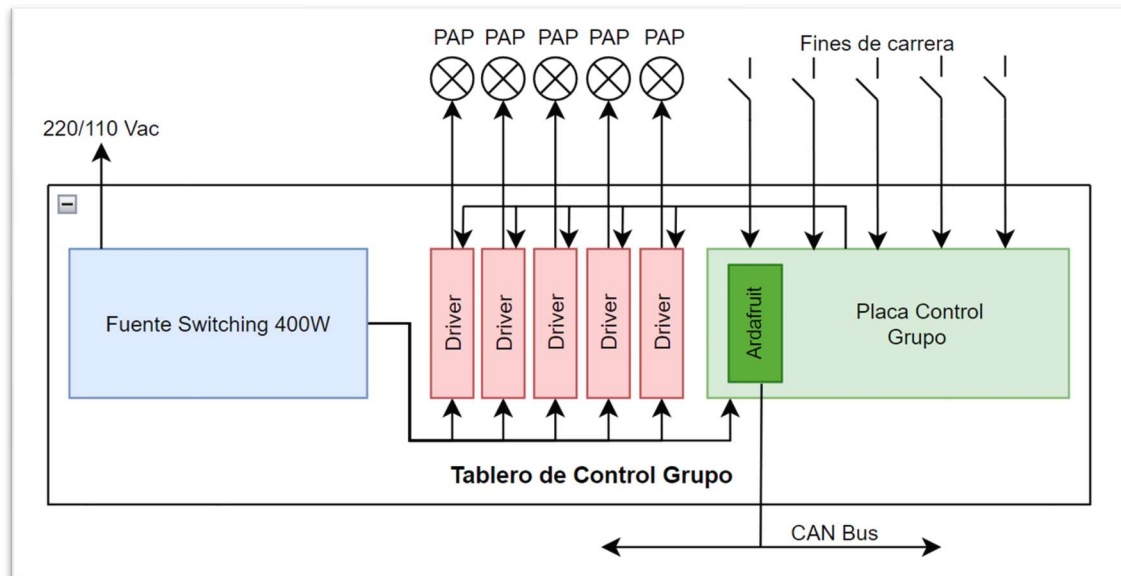


Figura 80 Tablero de Control Grupo Elevadores. Fuente: Elaboración propia

4.6.3 Comunicación CAN Bus

CAN (siglas del inglés Controller Area Network) es un protocolo de comunicaciones desarrollado por la firma alemana Robert Bosch GmbH, basado en una topología bus para la transmisión de mensajes en entornos distribuidos. Además, ofrece una solución a la gestión de la comunicación entre múltiples CPU (unidades centrales de proceso).

Se seleccionó el protocolo de comunicaciones CAN ya que proporciona los siguientes beneficios:

- Ofrece alta inmunidad a las interferencias, habilidad para el autodiagnóstico y la reparación de errores de datos.
- Es un protocolo de comunicaciones normalizado, con lo que se simplifica y economiza la tarea de comunicar subsistemas de diferentes fabricantes sobre una red común o bus.
- El procesador anfitrión (host) delega la carga de comunicaciones a un periférico inteligente, por lo tanto, el procesador anfitrión dispone de mayor tiempo para ejecutar sus propias tareas.
- Al ser una red multiplexada, reduce considerablemente el cableado y elimina las conexiones punto a punto, excepto en los enganches.

Cuando el bus CAN está en modo inactivo, ambas líneas transportan 2.5V. Cuando se transmiten bits de datos, la línea alta CAN pasa a 3.75V y la baja CAN baja a 1.25V, generando un diferencial de 2.5V entre las líneas: cada una de las líneas CAN está referenciada a la otra, no a la tierra del vehículo. Dado que la comunicación se basa en un diferencial de voltaje entre las dos líneas de bus, el bus CAN no es sensible a picos inductivos, campos eléctricos u otros ruidos. Esto hace que el bus CAN sea una opción confiable para comunicaciones en red en equipos móviles.

4.7 Tablero electrónico de Control

Cada conjunto de elevadores posee un tablero de control de grupo, los cuales los componentes como los Drivers de los motores paso a paso, la placa de control subgrupo y la fuente de alimentación van montados sobre un soporte metálico. Este conjunto es armado en el sector armado de tableros de control y luego instalado en el MultiGreen

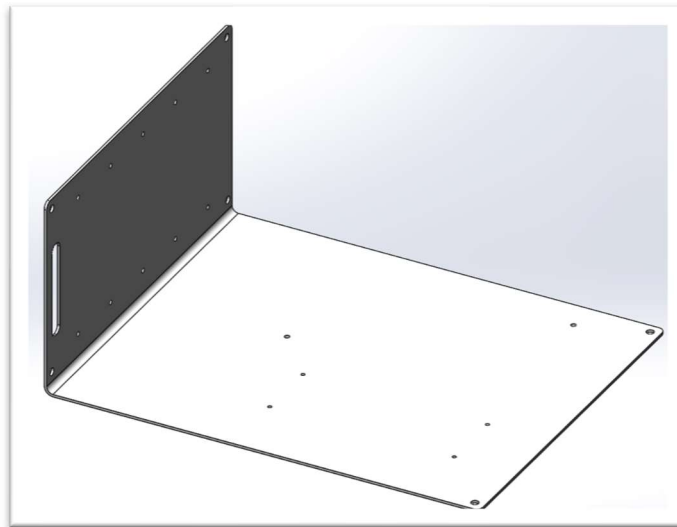


Figura 81 Soporte Tablero electrónico de control. Fuente: Elaboración propia

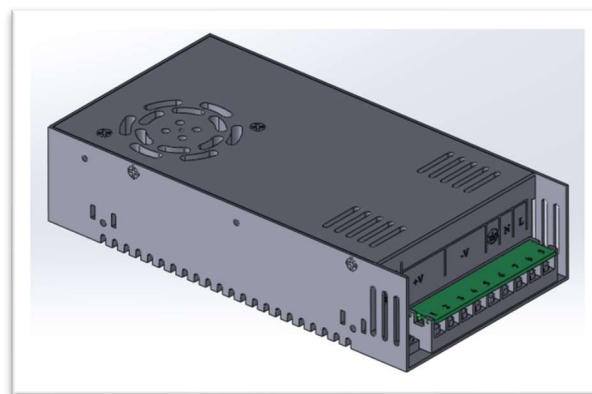


Figura 82 Fuente alimentación 400 W tablero electrónico de control. Fuente: elaboración propia



Figura 83 Driver motor PAP. Fuente: Elaboración propia

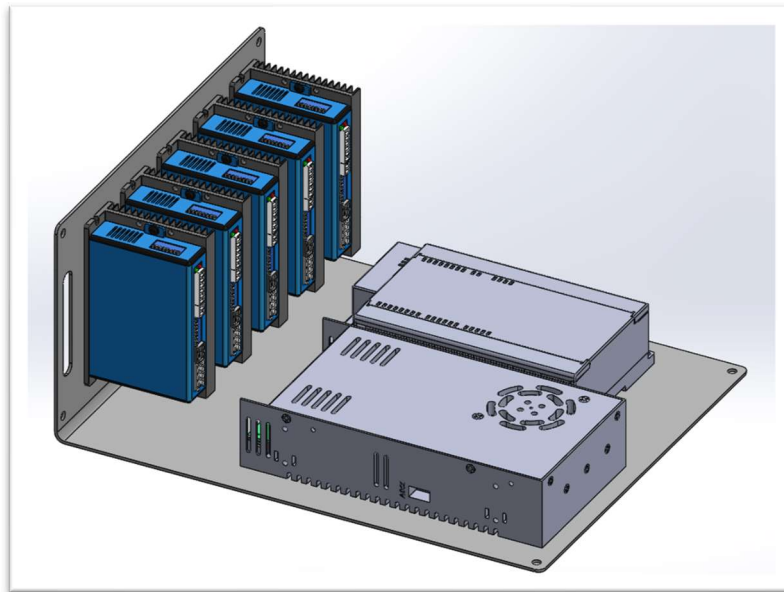


Figura 84 Tablero electrónico de control subgrupo 5 elevadores. Fuente: Elaboración propia

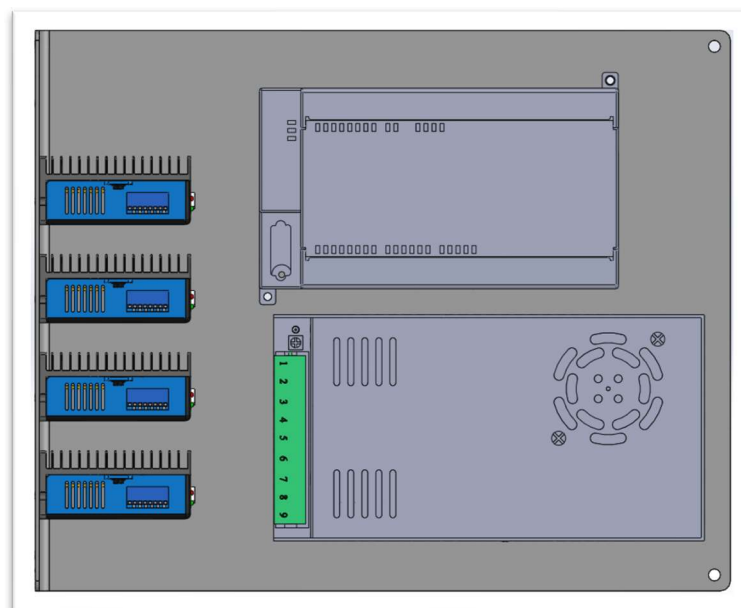


Figura 85 Tablero electrónico de control subgrupo 4 elevadores. Fuente: Elaboración propia

4.8 Conjuntos de cables

La conexión entre elevadores y Drivers, Placa de control y Drivers y Fuente de alimentación a Drivers y Placa de control se hace por medio de conductores y conectores. Los diferentes tipos de conectores se muestran en las siguientes figuras, algunos de ellos son conectores que van directamente en la placa de control y los demás para interconexión cable con cable o cable con borneras. Estos insumos son fabricado por la empresa Molex en su totalidad.



Figura 86 Conector para Drivers PAP y motores PAP. Fuente: Molex.com



Figura 87 Conector PAP en placa de control. Fuente: Molex.com



Figura 88 Conector fin de carrera a Placa de control. Fuente: Molex.com



Figura 89 Conector fin de carrera en Placa de control. Fuente: Molex.com



Figura 90 Conector Can bus. Fuente: Molex.com

4.9 Plataforma

La plataforma (Figura 91) realizada en madera es donde se alojan los grupos de elevadores, 5 de 5 elevadores y 4 de 4 elevadores. En un lateral, en la misma línea se encuentra el tablero individual de cada grupo, los cuales se interconectan entre sí.

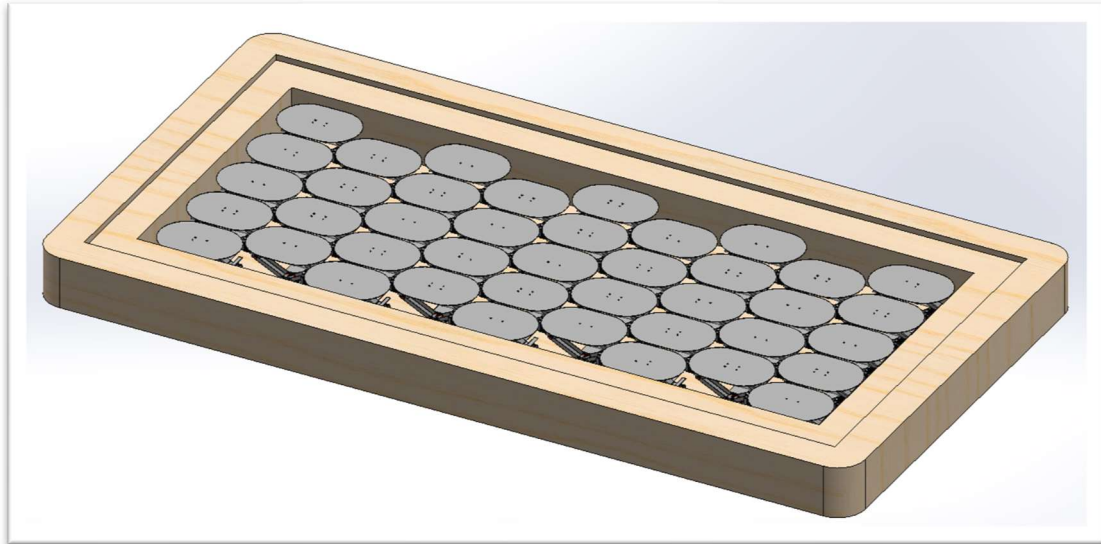


Figura 91 Plataforma con Grupos de elevadores. Fuente: Elaboración propia

4.10 Multigreen

En el Multigreen, por encima de los elevadores va la primera capa que es de goma de 25 mm de espesor adherida a los platos. Por último, en la capa superior externa el césped sintético.

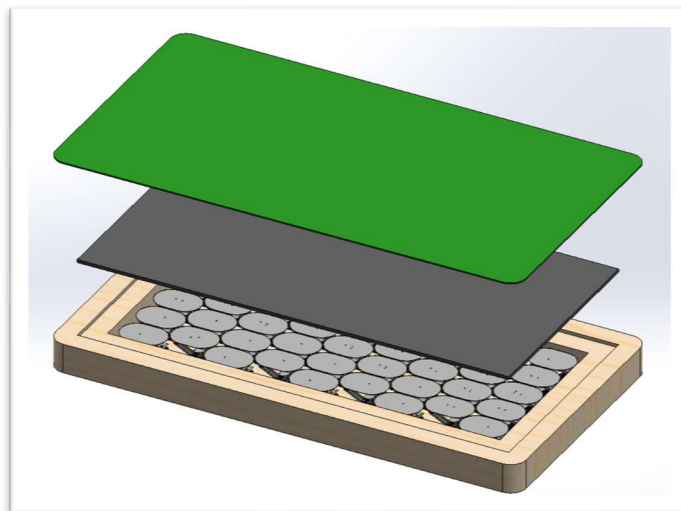


Figura 92 Multigreen. Fuente: Elaboración propia

5. ESTUDIO TÉCNICO



5. Estudio Técnico

5.1 Introducción

El estudio técnico del proyecto consistirá en diseñar el plan de producción óptimo, que mejor utilice los recursos disponibles para obtener el producto. Para ello se tendrá que:

- Definir el proceso productivo
- Analizar el proceso productivo
- Seleccionar tipo de distribución en planta
- Determinar requerimientos de espacio
- Analizar movimientos de piezas y empleados
- Determinar la capacidad de la planta
- Determinar la cantidad de empleados de producción
- Definir organigrama de la empresa

5.2 Plan de producción

La producción mensual estimada para lograr los objetivos en el punto 3.1.4 para el primer año se determinó en 30 unidades por mes y con un crecimiento sostenido (15 unidades más por año) hasta alcanzar las 165 unidades mensuales a los 10 años. Estas 165 unidades implican alcanzar el nivel máximo de producción de la planta.

Considerando el análisis anterior, el plan de producción quedará establecido como muestra la siguiente figura:

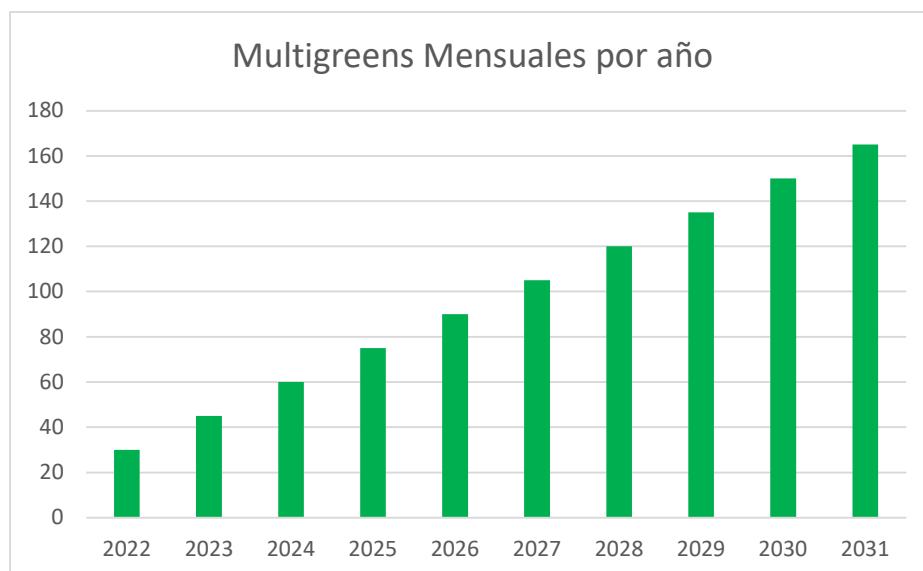


Figura 93 Producción mensual requerida por año. Fuente: elaboración propia

5.3 Proceso de Producción

Para la construcción del Multigreen se requieren ensamblar 5 componentes básicos descritos en el capítulo Diseño de Producto, los cuales son:

1. Plataforma
2. Grupos de Elevadores mecánicos
3. Tableros electrónicos de control
4. Goma eva
5. Césped sintético

De estos componentes hay 2 que requieren de un proceso de armado antes de ensamblar en la plataforma para producir el Multigreen, los Grupos de Elevadores mecánicos y los tableros electrónicos de control. Para el proceso productivo del Multigreen se requiere analizar el proceso de armado de estos dos componentes los cuales requieren de un área específica para realizarlo.

En la figura 94 se muestra el diagrama de proceso general de producción del Multigreen con los elementos mencionados.

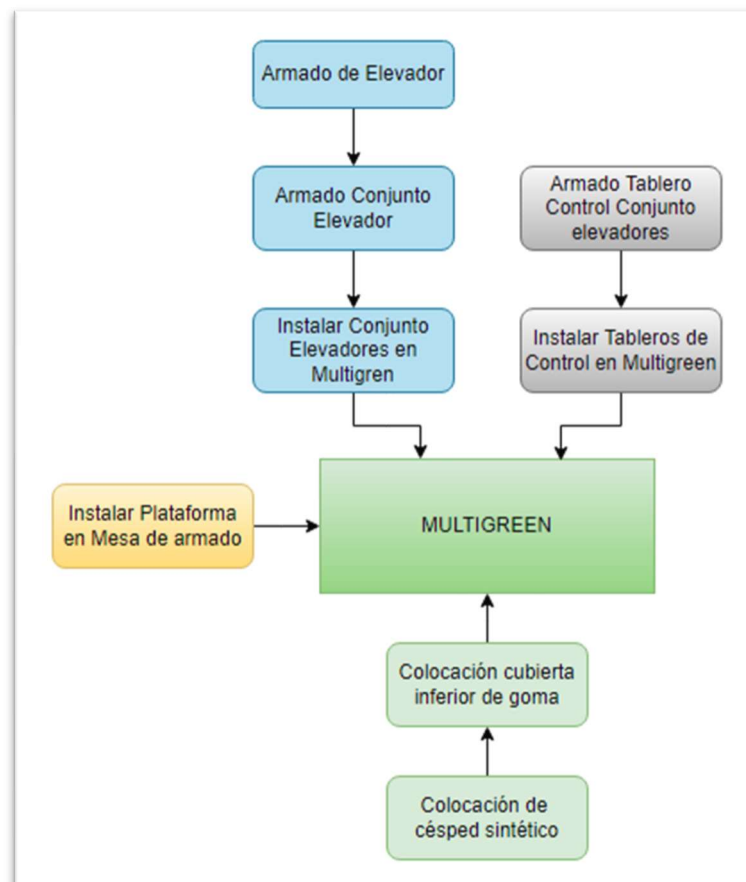


Figura 94 Diagrama general de Proceso. Fuente: Elaboración propia

5.4 Análisis de Proceso

A continuación, se detallarán las operaciones principales para el armado del Multigreen para los 5 componentes básicos, lo que permitirá conocer los tiempos aproximados que requieren y de esta manera determinar el tiempo total de armado, con principal interés en el elevador mecánico, ya que se requieren 41 y ocasionan un cuello de botella en el proceso.

5.4.1 Armado Elevador Mecánico

Mediante un cursograma sinóptico (figura 96) se detallan las operaciones que deben realizarse para armar un elevador mecánico. De esta manera se determina que el proceso de armado de un elevador para un solo operario es de 7 minutos.

A continuación, se detallará cada operación para el proceso de armado del elevador mecánico

Operación 10 – Colocar Tuerca de Tornillo de Potencia

Esta operación simple consiste en roscar el tornillo de potencia en la tuerca (figura 66) la cual no necesita de ninguna herramienta. Duración de la operación: 0.1 minuto

Operación 20 – Colocar Buje en Tornillo de Potencia.

Este buje (figura 42) se coloca primero del extremo donde va la polea porque luego debe insertarse en el soporte del tornillo del lado motor. No necesita herramienta.

Duración de la operación: 0.1 minuto

Operación 30 - Colocar Soporte Tornillo de Potencia

Luego de haber colocado el buje se coloca el soporte Tornillo de Potencia (figura 67). Esta pieza realizará de apoyo al tornillo de potencia una vez fijada al Soporte Motor. No necesita herramienta

Duración de la operación: 0.1 minuto

Operación 40 – Colocar Brazos Superior A e Inferior A en Tuerca de Potencia

En esta operación se colocan 2 piezas principales del elevador del lado de la tuerca de potencia, que son los brazos superior e inferior A (figura 64). Para esta operación se necesitan 6 arandelas Iglidur (figura 43) y 2 tornillos BGSPM8 (figura 37 - A). Necesita herramienta de ajuste.

Duración de la operación: 1 minuto

Operación 50 - Colocar Brazos Superior B e inferior B con Soporte de carga

Se colocan los brazos superior B e inferior B junto con el soporte de carga (figura 69) y los otros brazos. Se necesitan 6 arandelas Iglidur y 4 tornillos BGSPM8 y dos ejes brazo (figura 37 - B). Necesita herramienta de ajuste. Duración de la operación: 1 minuto

Operación 60 – Colocar Base de elevador

Aquí se coloca la base del elevador (figura 70). Se necesitan 2 ejes de Brazo (figura 37 – F), 4 tornillos BGSPM8 y 12 arandelas Iglidur.

Duración de la operación: 0.5 minutos

Operación 70 – Soporte Motor

En esta operación se coloca el soporte motor (figura 68) el cual se fija a la estructura del elevador mediante el soporte de tornillo de potencia (figura 67). En este soporte se montará el motor en la próxima operación. Se requieren 4 bulones Allen cilíndrico Alta Resistencia M8x30. Se necesita herramienta de ajuste. Duración de la operación: 0.5 minutos.

Operación 80 – Colocar Motor Paso a Paso

En esta operación se coloca el motor paso a paso. Se requieren 4 bulones Allen fresado Alta Resistencia M8x30. Se necesita herramienta de ajuste. Duración de la operación: 0.7 minutos.

Operación 90 – Colocar Poleas y Correa

En esta operación se coloca primero la Polea impulsada GT2 22T (Figura 95) en el tornillo de potencia, luego la polea impulsora GT2 14T (figura 61) en el eje del motor paso a paso. Una vez fijadas las poleas se coloca la correa dentada GT2 45T (figura 60). Se necesita herramienta de ajuste. Duración de la operación: 0.5 minutos.

Operación 100 – Colocar Soporte circular

En esta operación se coloca el Plato superior de carga (figura 71). Se requieren 4 bulones Allen fresado Alta Resistencia M8x15. Se necesita herramienta de ajuste. Duración de la operación: 0.5 minutos.

Operación 110 – Inspección y control de funcionamiento

Finalizado el ensamble se realiza una inspección que consta de verificar que se hayan colocado todas las piezas en forma correcta y se verifica si el elevador funciona.

Duración de la operación: 1 minutos.

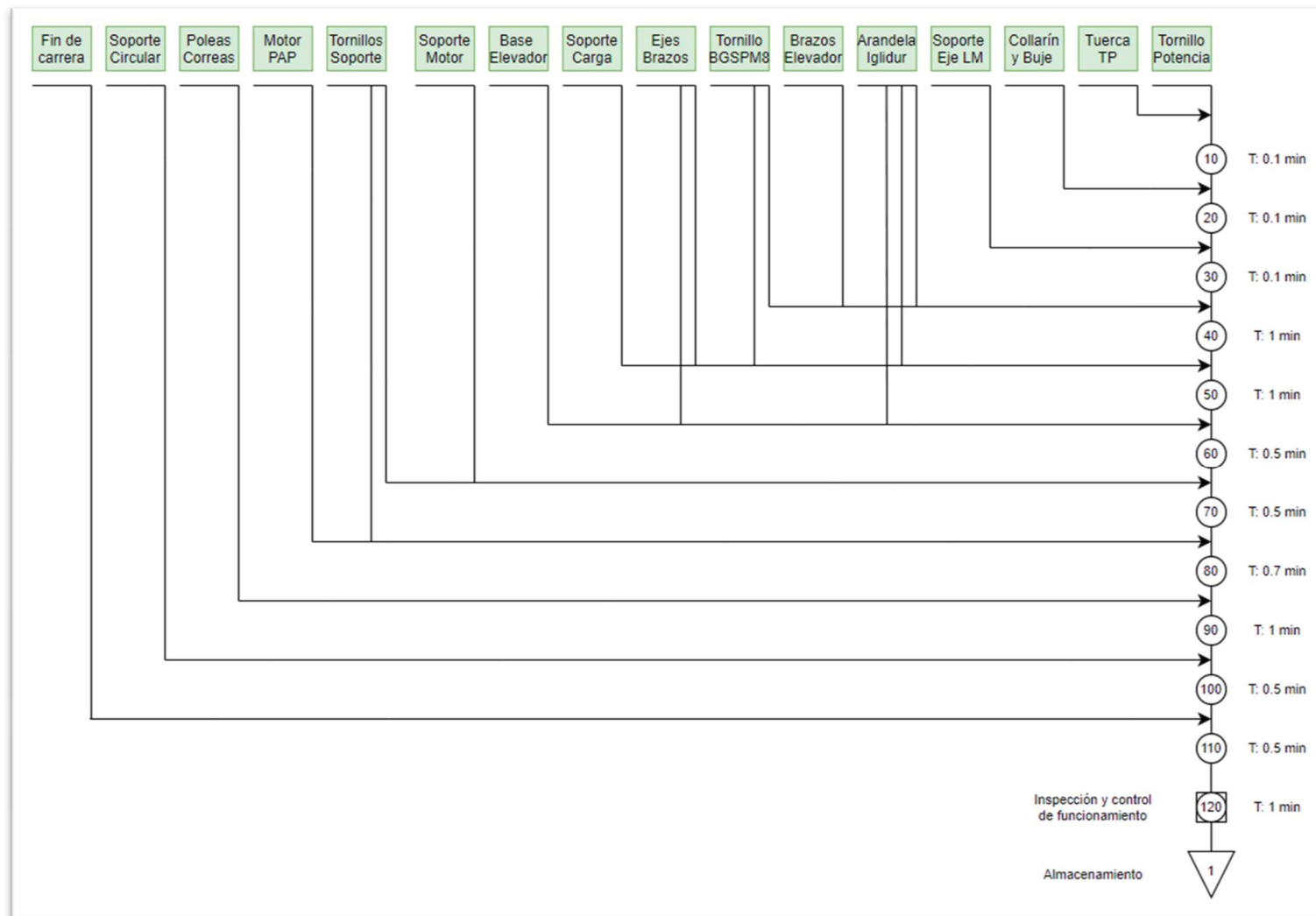


Figura 96 Cursograma sinóptico de armado de elevador

5.4.2 Armado de tablero electrónico de control de grupo de elevadores

Mediante el diagrama sinóptico de la figura 96 se describe el armado del tablero electrónico de control (figura 84). El armado requiere un tiempo de 10 minutos y consiste en las siguientes operaciones:

Operación 130 - Instalar Placa electrónica de Control Subgrupo

Se instala la Placa de control subgrupo (figura 79) sobre el soporte de tablero (figura 81).
Duración de la operación: 1 minuto.

Operación 140 - Instalar Controladores de motores paso a paso

Se instalan 4 o 5 controladores de motores (figura 83) dependiendo si el grupo de elevadores es de 4 o 5.

Duración de la operación: 2.5 minutos.

Operación 150 – Conectar controladores a placa electrónica de control subgrupo

Es operación consiste en conectar los controladores de los motores paso a paso con la placa de control subgrupo mediante los conectores (figura 87).

Duración de la operación: 0.5 minutos.

Operación 160 - Instalar Fuente de Alimentación

Se instala la fuente de alimentación (figura 82) en el soporte de tablero.

Duración de la operación: 0.5 minutos.

Operación 170 – Conectar Controladores y Placa electrónica de control a Fuente de alimentación

Se instala la Placa de control subgrupo (figura 79) sobre el soporte de tablero (figura 81).
Duración de la operación: 0.5 minuto.

Operación 180 – Inspección y control de funcionamiento

Se inspecciona la correcta instalación y conexión de todos los componentes y se realiza un encendido de prueba de la fuente de alimentación.

Duración de la operación: 5 minutos.

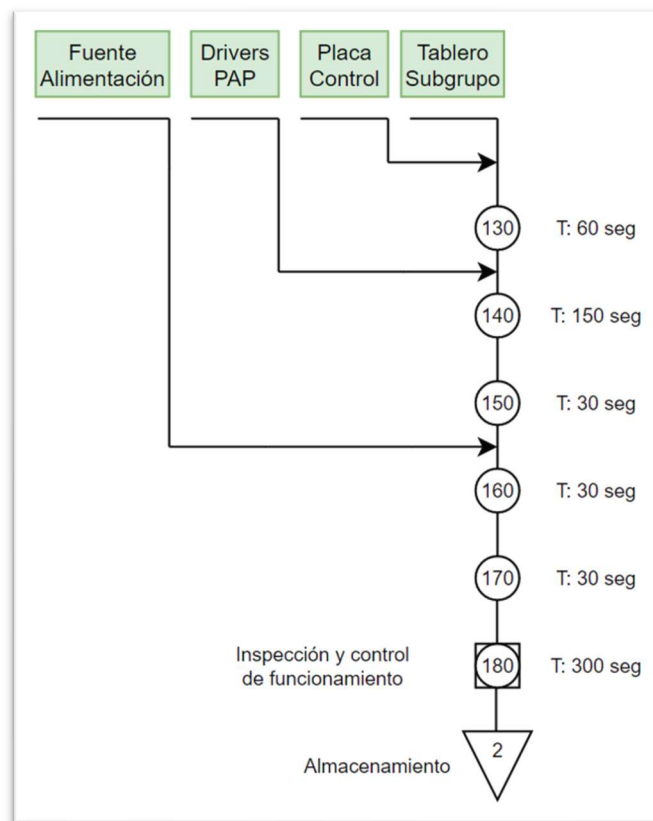


Figura 96 Armado de Tablero electrónico de control. Fuente: Elaboración propia

5.4.3 Armado grupo de elevadores

En el diagrama sinóptico de la figura 97 se describe el proceso de armado del grupo de elevadores los cuales hay de 4 y 5 (figura 73 y 74). A continuación, se detallan las operaciones que se realizan:

Operación 190 – Instalar elevador mecánico en soporte

Esta operación consiste en colocar sobre el soporte de elevadores (figura 72) los elevadores mecánicos. Se repite 4 veces para grupo de 4 elevadores y 5 para grupo de 5 elevadores. Se necesita herramienta de fijación. Duración de la operación: 5 minutos.

Operación 200 – Agrupar cables de elevadores.

Una vez instalados los elevadores sobre el soporte los cables de los motores paso a paso se agrupan por medio de precintos juntando todos los conectores en el extremo para conexión en tablero de control electrónico. Duración de la operación: 1.5 minutos.

Operación 210 – Inspección y Control de funcionamiento

En esta operación se verifica el correcto montaje de los elevadores. Duración de la operación: 5 minutos.

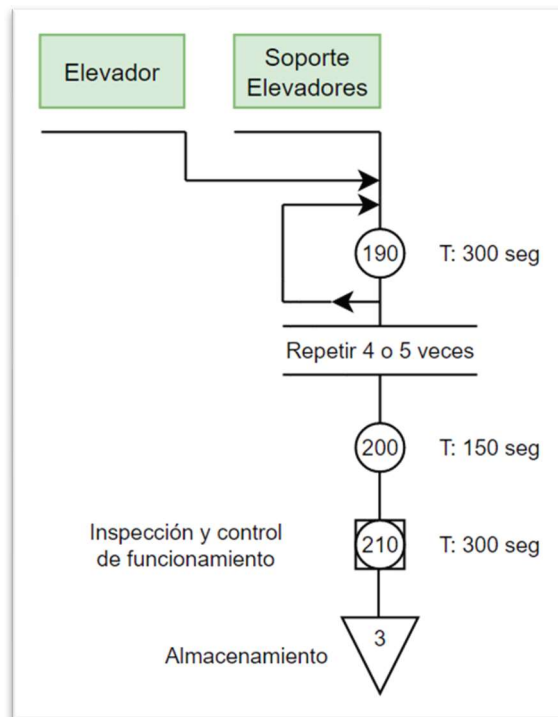


Figura 97 Cuadro sinóptico armado grupo de elevadores. Fuente: Elaboración propia

5.4.4 Armado del Multigreen

Operación 220 – Instalar grupo de elevadores en plataforma

Una vez instalada la plataforma en el lugar de armado del MultiGreen (figura 107) se procede a instalar los grupos de elevadores (de 4 y 5). Esta operación se repite 9 veces como se indica en el cuadro sinóptico (figura 106) ya que el Multigreen consta de 9 grupo de elevadores. Duración de la operación: 20 minutos.

Operación 230 – Instalar tableros electrónicos de control

Consiste en instalar los tableros de control de cada grupo de elevadores en la plataforma. Al igual que la operación 220 se repite 9 veces. Una vez instalados se deben conectar los conectores de los motores paso a paso a cada uno de sus controladores. Duración de la operación: 20 minutos.

Operación 240 – Interconexión entre tableros

Se deben interconectar las placas electrónicas de control de cada grupo de elevadores (figura 75) para la comunicación CAN Bus con su conector especial (figura 90). Además, se deben conectar cada una de las fuentes de alimentación.

Duración de la operación: 5 minutos.

Operación 250 – Instalar Placa de control general

Consiste en instalar la placa electrónica de control principal (figura 78). Esta se instala en un extremo de la plataforma y para conectar con los demás tableros se conecta mediante la red CAN Bus.

Duración de la operación: 5 minutos.

Operación 260 – Inspección y Control de Funcionamiento

Esta operación consiste en inspeccionar visualmente se encuentren los ensambles de las operaciones anteriores correctamente y hacer la primer prueba de funcionamiento de todo el sistema de control y los elevadores.

Duración de la operación: 15 minutos.

Operación 270 – Instalación de goma eva sobre elevadores

Ahora se debe colocar la goma eva sobre los elevadores, después de colocar el pegamento sobre cada plato superior de carga (figura 71).

Duración de la operación: 10 minutos.

Operación 280 – Curado de adhesivo

Esta operación de espera es parte del proceso de armado ya que no se puede avanzar sin que la goma eva quede fijada.

Duración de la operación: 15 minutos.

Operación 290 – Instalación de césped sintético

Al igual que la goma eva se debe agregar adhesivo, en este caso sobre la goma y los bordes de madera de la plataforma.

Duración de la operación: 15 minutos

Operación 300 – Curado de adhesivo

Operación de espera para secado de adhesivo del césped sintético.

Duración: 15 minutos.

Operación 310 – Inspección y Control de Funcionamiento de Multigreen.

Inspección de terminaciones del césped sintético y prueba de pendientes del Multigreen.

Duración de la operación: 30 minutos.

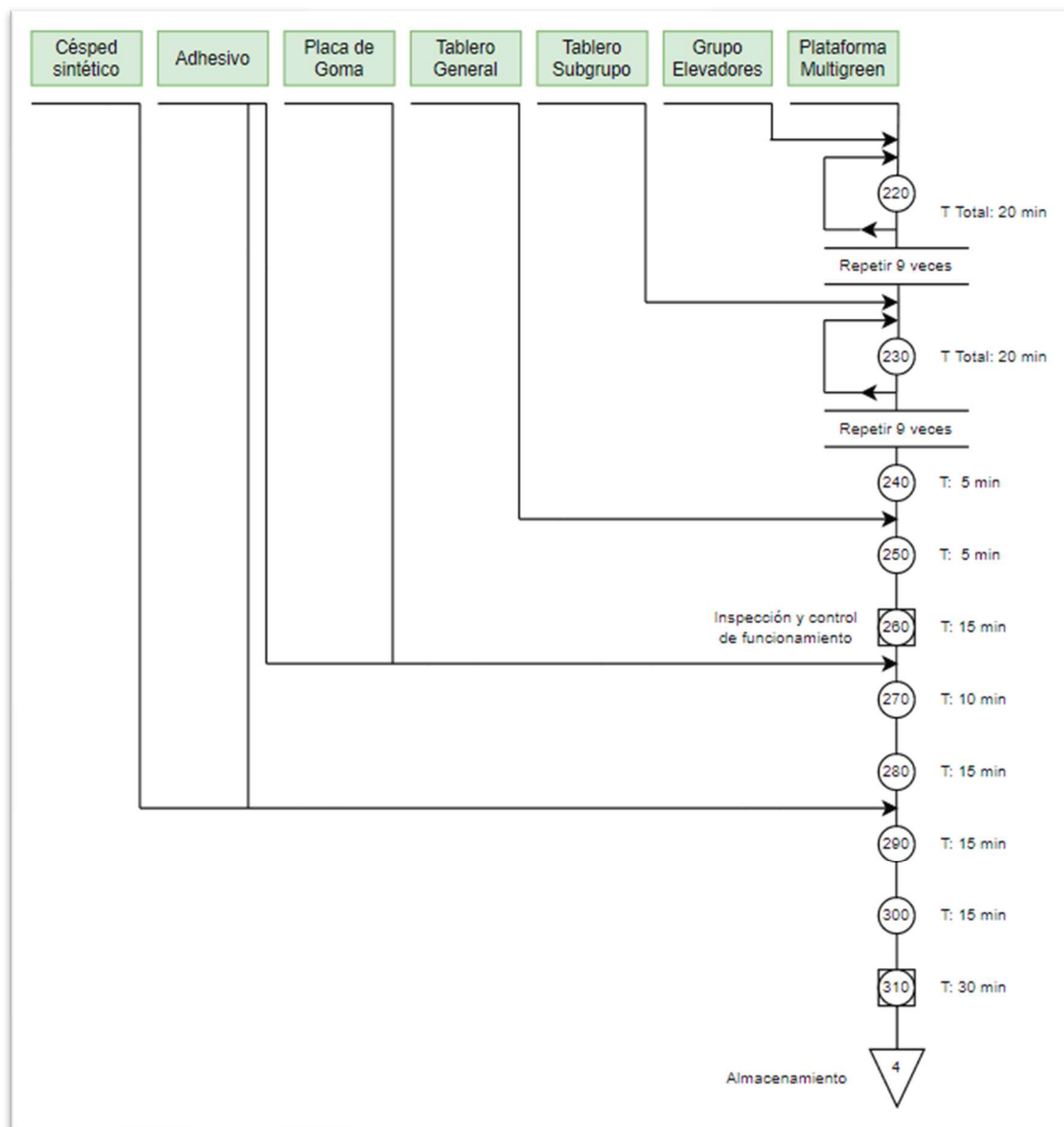


Figura 97 Cuadro sinóptico Armado MultiGreen. Fuente: Elaboración propia

5.5 Distribución en planta

El tipo de distribución en planta seleccionado para la fabricación del Multigreen es el de disposición por componente principal fijo ya que el número a fabricar mensualmente es bajo como se determinó en el punto 3.1.4 de 30 unidades mensuales para el primer año. También se puede considerar como un producto voluminoso y pesado, características principales de este tipo de distribución.

Las ventajas de este método son:

- Responsabiliza al trabajador de la calidad del trabajo
- Altamente flexible. Esto permite cambios en el diseño y secuencia de los productos y una demanda intermitente.
- No requiere una ingeniería de distribución costosa.
- Costos fijos relativamente bajos

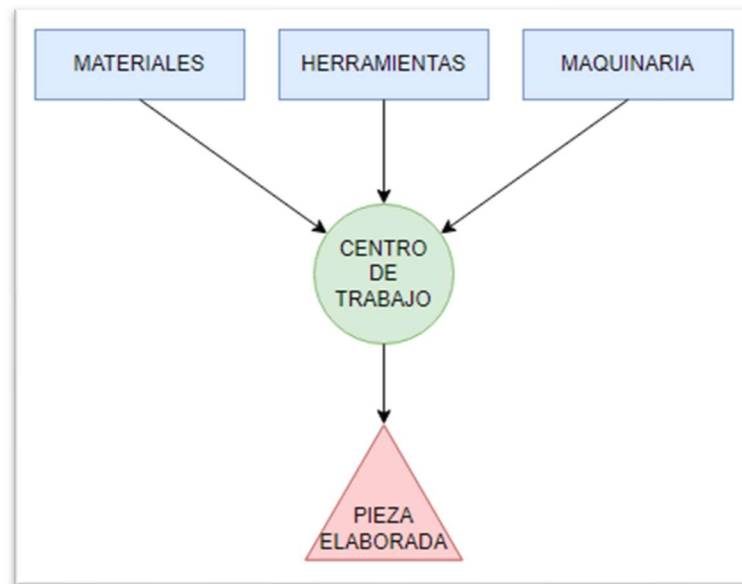


Figura 98 Distribución por componente fijo. Fuente: Elaboración propia

5.5.1 Requerimientos de espacio

Para la planta de producción de Multigreen se requieren de 4 áreas específicas.

- Producción: es el área donde se realizan todas las actividades de fabricación del Multigreen como son el armado de los elevadores mecánicos, tableros de control y corte de goma y césped sintético. Se requieren 184 m² de espacio (Tabla 7) para poder realizar las tareas productivas y desplazamiento de materiales
- Técnica y Diseño: es donde se desarrollan las tareas de diseño de nuevos productos y laboratorio de pruebas de mecanismos y materiales que se utilizan en los putting green.
- Administración: lugar donde se realizarán tareas de comercialización, impositivas y de atención al cliente.
- Depósito: es el área de almacenamiento de los putting green terminados y de piezas del MultiGreen realizadas por proveedores externos como son las plataformas, césped sintético, motores, etc.

Tabla 7 Requerimientos de espacio

Área		Descripción	Largo	Ancho	Área m ²	P (kW)
Producción	1	Armado de Multigreen	12	8	96	2
	2	Armado de Elevadores	4	5	20	0,25
	3	Armado de Grupo de elevadores	4	5	20	0,5
	4	Corte Goma y Césped sintético	4	7	28	1
	5	Armado de tableros de control	4	5	20	0,75
			Iluminación	****	****	****
			Total		184	
Técnica y Diseño	6	Oficina Técnica y Diseño	5	10	50	1,5
			Iluminación	****	****	****
Administración	7	Oficinas	4	5	20	2
	8	Baños y Vestidores	3	5	15	0,5
	9	Comedor	4	3	12	0,75
			Iluminación	****	****	****
Depósito	10	Almacén de piezas	12	8	96	0,5
	11	Deposito Multigreen	12	8	96	0,5
			Iluminación	****	****	****
Total					473 m²	12 KW

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 7 se muestran las distintas áreas requeridas para la fabricación del Multigreen con sus respectivas medidas. Mediante el uso de diagramas de relaciones (figura 100) se determinará la ubicación más conveniente para que los movimientos de materiales sean los más eficientes posibles y facilitar la actividad laboral en todos los aspectos.

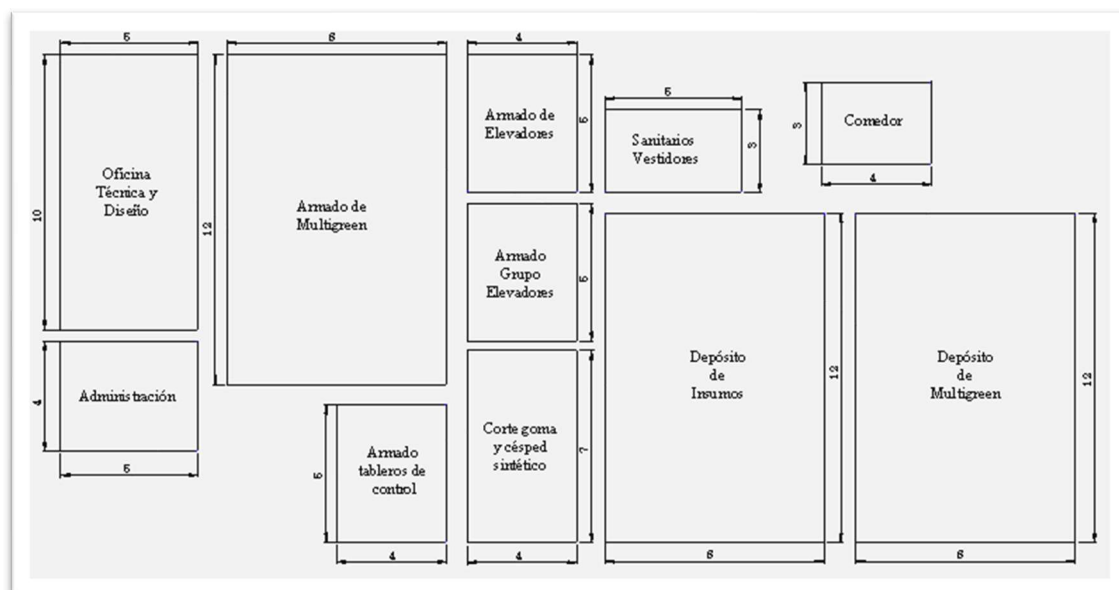


Figura 99 Áreas requeridas para Fabricación. Fuente: Elaboración propia

5.5.2 Diagrama de Relación de Actividades

Este diagrama es una técnica de análisis de flujo que permite la selección del arreglo más eficaz de las instalaciones y estaciones de manufactura.

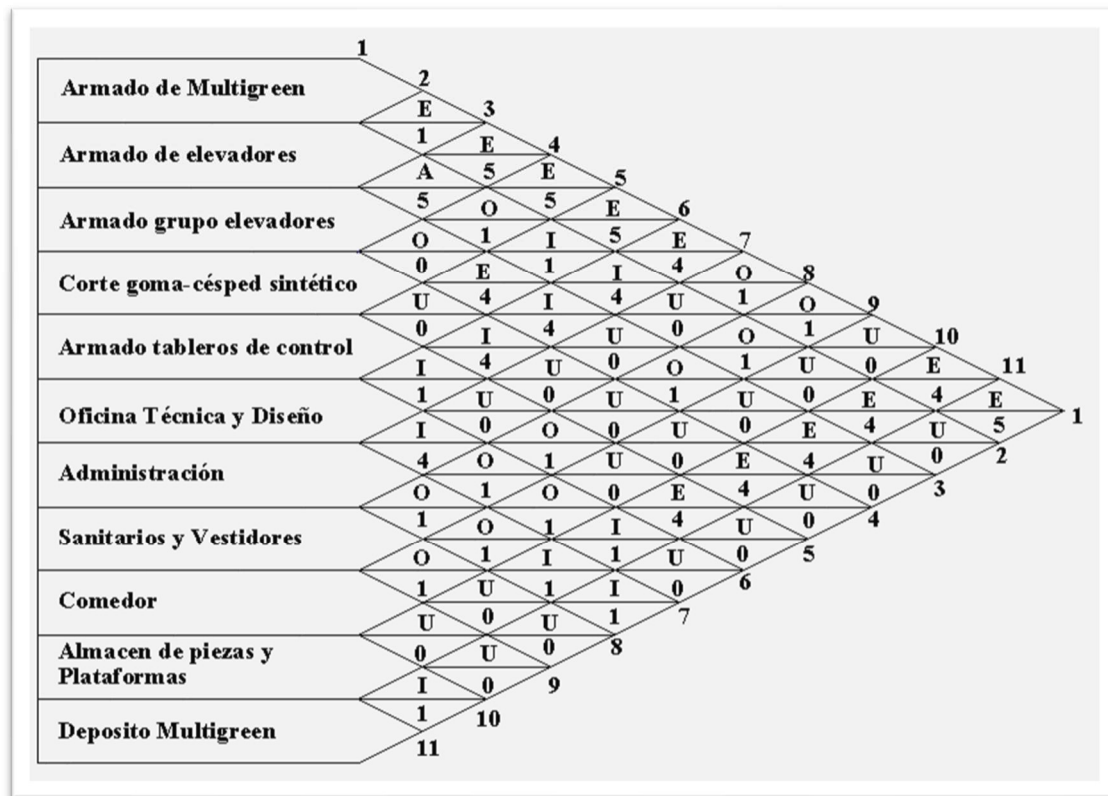


Figura 100 Diagrama relación de actividades. Fuente: Elaboración propia

Letra	Orden de proximidad	Nº de Líneas	Nº	Razón
A	Absolutamente necesario	////	5	Porque es el próximo paso del proceso
E	Especialmente importante	///	4	Porque se trabaja en forma conjunta
I	Importante	//	3	Por seguridad
O	Ordinariamente importante	/	2	Por higiene
U	Sin importancia		1	Por conveniencia
X	No deseable	---	0	Porque no es de vital importancia su cercanía

Figura 101 Elaboración propia

En función de los números y letras asignadas a las áreas en el diagrama anterior (Figura 100), se elaboró el que se exhibe a continuación:

5.5.3 Diagrama de relación de actividades con hilos

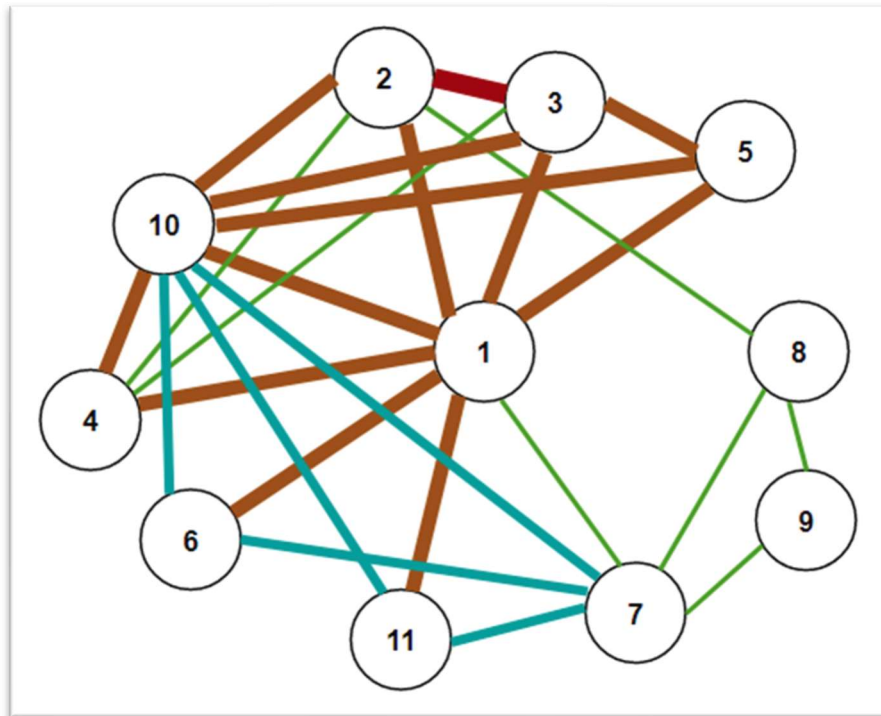


Figura 102 Elaboración propia

Se puede observar que existe una vinculación lógica muy importante entre las áreas de armado de elevadores y grupo de elevadores, y que todas las áreas de producción deben estar conectadas entre sí para garantizar el menor recorrido posible. También se puede observar que administración debería estar lo más próximo posible a la oficina técnica y de diseño para que la dirección tenga una constante comunicación con los técnicos e ingenieros. A su vez su cercanía con depósito permite realizar un inventario y control más rápido.

5.5.4 Diagrama de relación de actividades con hilos a escala

Para la elaboración de este diagrama, en función del anterior, se reemplazan los círculos que definían las áreas por rectángulos que definen el área a escala. De esta forma se puede visualizar mejor la interconexión de las diferentes zonas y como deberán ser dispuesta de la forma más conveniente para la distribución de planta.

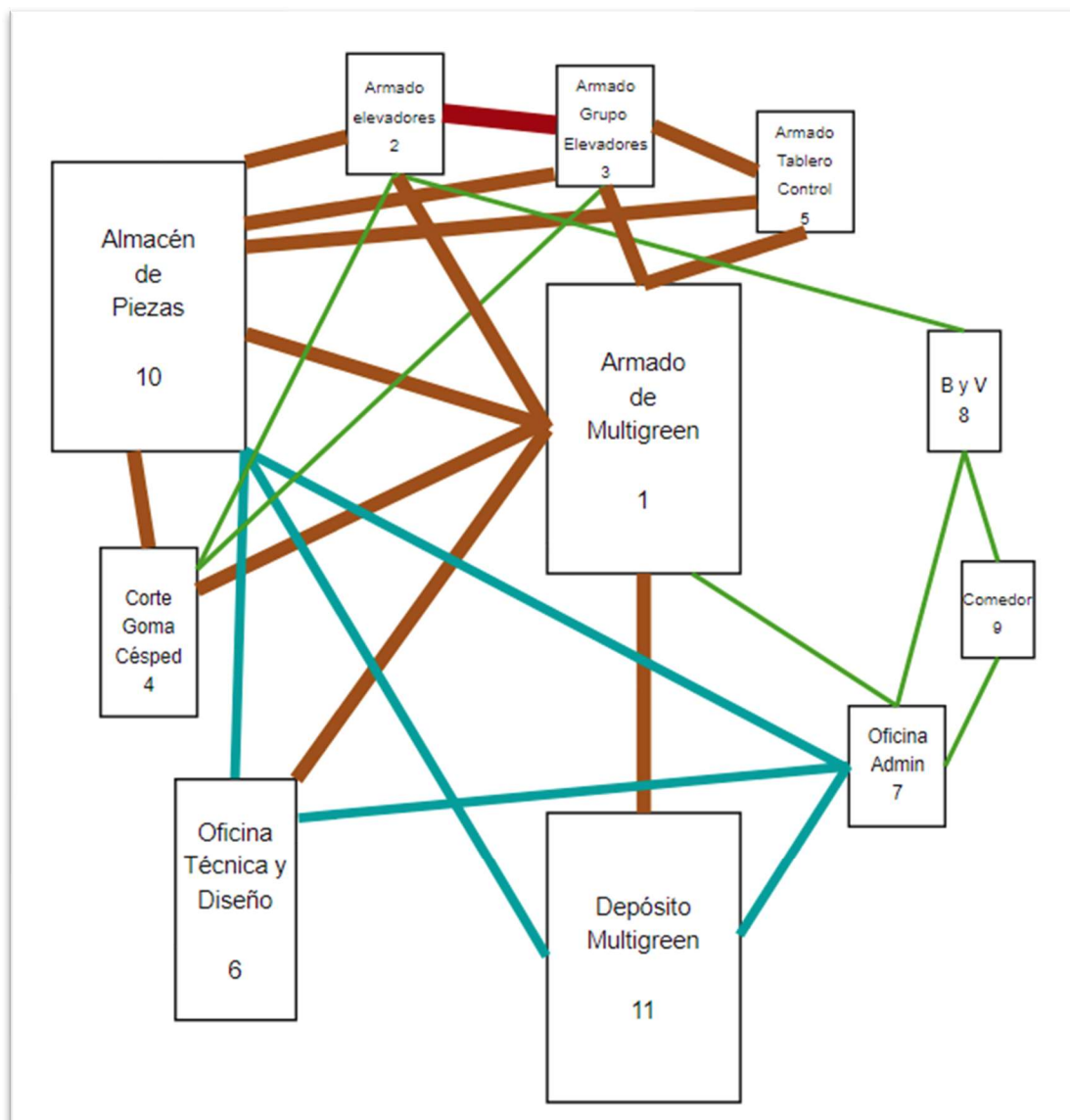


Figura 103 Diagrama de relación de actividades con hilos a escala. Fuente: Elaboración propia

5.5.5 Ideas de Layout

En función de los recuadros a escala utilizados anteriormente, se plantearon dos alternativas de distribución. Podría haber muchas más dependiendo de distintas ofertas inmobiliarias que cubran la capacidad mínima necesaria de 473 m². De las dos propuestas se seleccionó la alternativa 1 que es una configuración más rectangular con el armado del Multigreen en el centro de la planta. Con esta configuración se requiere una dimensión aproximada de 29 x 17 metros o 513 m².

El análisis de recorrido se realizará con la alternativa 1.

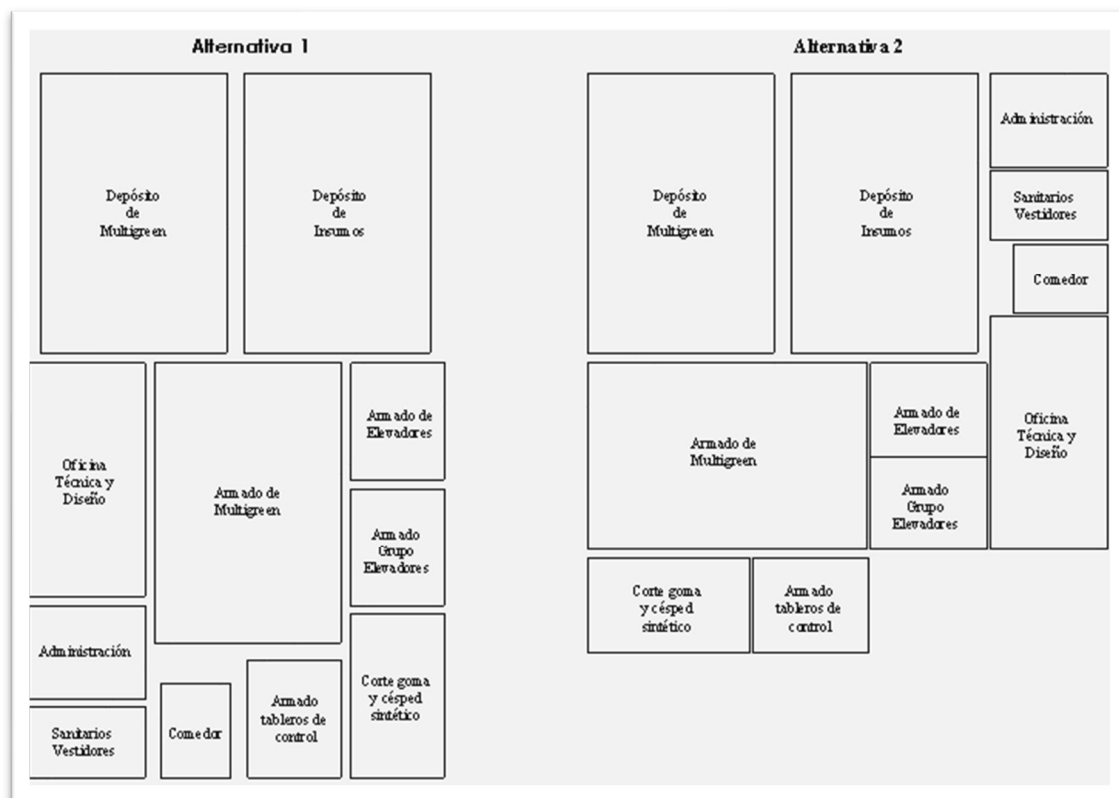


Figura 104 Ideas de Layout. Fuente: Elaboración propia

5.6 Análisis de movimiento

En el Layout de planta seleccionado en el punto anterior se acoplaron las áreas correspondientes y se incorporaron para el estudio de movimiento estanterías en el depósito de insumos y donde están las plataformas y los Multigreen terminados en depósito. En las demás áreas se encuentran mesas de trabajo, carros y estanterías de insumos y productos terminados de área que se almacenan temporalmente para luego ser transportados a la etapa siguiente.

Como se observa en el diagrama el recorrido inicial del proceso comienza desde depósito de insumos. Las líneas azules son 3, ya que son 3 recorridos de transporte de insumos distintos a cada área de fabricación. Uno de ellos es la plataforma del MultiGreen, que va ubicada en el centro, donde se realizarán los montajes de todas las piezas que lo conforman. Para el área de armado de elevadores se transportan todas las piezas necesarias para la elaboración de 41 elevadores mecánicos, 41 motores paso a paso, 41 soportes de carga, etc. De igual manera para el armado de tableros de control se transportan todas las piezas que lo conforman, como son los drivers de los motores PAP, fuente de alimentación, etc.

Luego, con trazos amarillos se indican el recorrido de piezas elaboradas en la planta como son los elevadores mecánicos al área de armado de grupo de elevadores, y estos últimos a la plataforma, de igual forma los tableros de control a la plataforma.

Al final, con líneas verdes el producto terminado, el Multigreen, se transporta a deposito.

5.6.1 Diagrama de recorrido

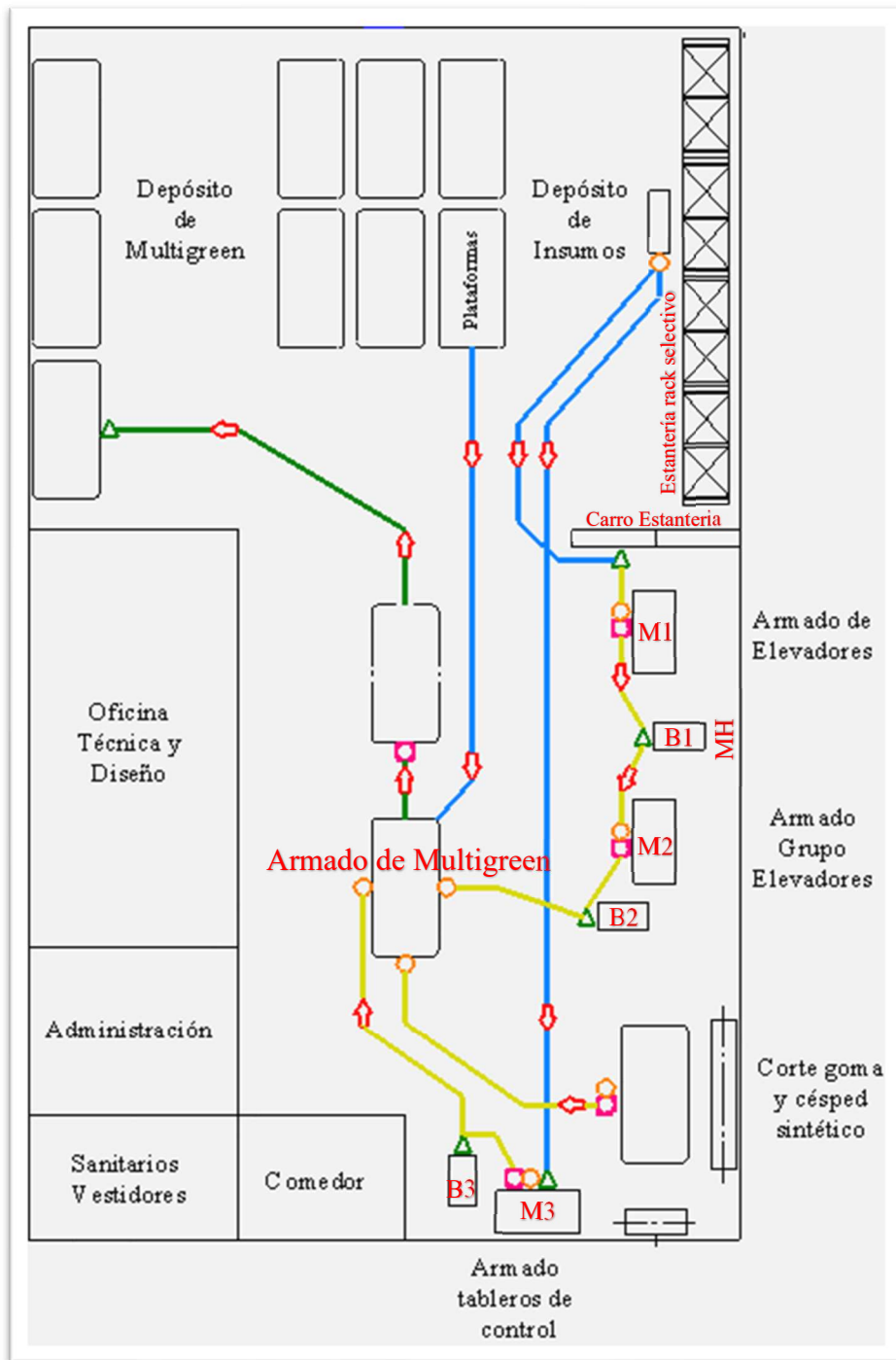


Figura 105 Elaboración propia

5.6.2 Cursograma analítico

Se realizó un cursograma analítico para observar detalladamente las actividades fundamentales en el proceso de armado del Multigreen. De esta manera se pudo determinar que el recorrido total de insumos y operarios es de aproximadamente 262 metros y los tiempos de cada parte del proceso para realizar en el punto siguiente el análisis del balance de la producción.






CURSOGRAMA ANALÍTICO				Multigreen S.A.						
Diagrama N°: 1	Hoja N°: 1	Resumen								
Objeto: Multigreen M1		Actividad	Propuesta							
Actividad:		Operación	11							
Método: Propuesto		Transporte	9							
Operario: S/N	Ficha N°:	Espera/Demora	2							
		Inspección	4							
Compuesto por:	Fecha:	Almacenamiento	5							
Aprobado por:	Fecha:	Distancia								
Descripción	Cantidad	Tiempo min	Distancia metros	Símbolo					Observaciones	
										
Selección de Insumos para elevadores mecánicos		5	10							Cursograma elevadores y grupo de elevadores mecánicos
Traslado de Piezas para Armar elevadores mecánicos		0.5	10							
Almacenamiento temporario de piezas			***							
Armado de elevadores	41	246 (6)	***							
Inspección y control de funcionamiento	41	41 (1)	***							
Traslado de elevadores a mesa de almacenamiento	41	3.5 (5s)	80 (41e)							
Almacenamiento temporario de elevadores			***							
Armado de grupo de elevadores	9	67.5(7.5)	***							
Inspección y control de funcionamiento	9	45 (5)	***							
Almacenamiento temporario de grupo de elevadores			***							
Traslado de grupo de elevadores a plataforma	9	0.5	3							
Instalación de grupo de elevadores			***							
SubTotal		409 min	103 mts							
Selección de Insumos para tableros de control		5	10							Cursograma de tableros de control
Traslado de Piezas para Armar tableros de control		1	22							
Almacenamiento temporario de piezas			***							
Armado de tableros de control	9	45(5)	***							
Inspección y control de funcionamiento	9	45 (5)	***							
Almacenamiento temporario de tableros de control			***							
Traslado de tableros de control plataforma		1	6							
Instalación de tableros en Multigreen			***							
SubTotal		92 min	28 mts							
Corte de placa de goma		5								Cursograma de corte y colocación de goma y césped sintético
Traslado de placa de goma a plataforma		1	12 (i-v)							
Instalación placa de goma sobre elevadores		10								
Curado de Adhesivo		15								
Corte de césped sintético		5	6							
Traslado de césped sintético a plataforma		1	12 (i-v)							
Instalación de césped sintético		15								
Curado de Adhesivo		15								
SubTotal		67 min	30 mts							
Traslado Multigreen a sector de prueba		1	5							Cursograma Prueba funcionamiento Multigreen
Inspección y control de funcionamiento		30	***							
Traslado Multigreen a Depósito		5	10							
SubTotal		36 min	15 mts							
Total		604	262 mts							

Figura 106 Cursograma analítico Fuente: Elaboración propia

5.7 Capacidad de Planta

En base al estudio de mercado y una estimación del mercado meta, se planteó una producción de 30 unidades al mes. El análisis siguiente no solo permite obtener un eficiente uso de los recursos sino estimar la máxima capacidad de producción con la instalación propuesta.

Anteriormente se especificaron los distintos procesos de producción con los tiempos necesarios para realizarlos. En el balance de línea esta información es de gran importancia para detectar cuales son las operaciones más lentas de línea de producción, lo cual permite efectuar el armado del producto con la menor cantidad de operarios, el mínimo tiempo muerto y la mejor distribución de trabajo.

5.7.1 Balance de línea

Diagrama de Precedencia (GRAFO)

Este diagrama (figura 107) nos permite en forma gráfica observar las dependencias de cada conjunto de actividades con respecto al orden en que se deben ejecutar y donde están los cuellos de botella del proceso productivo.

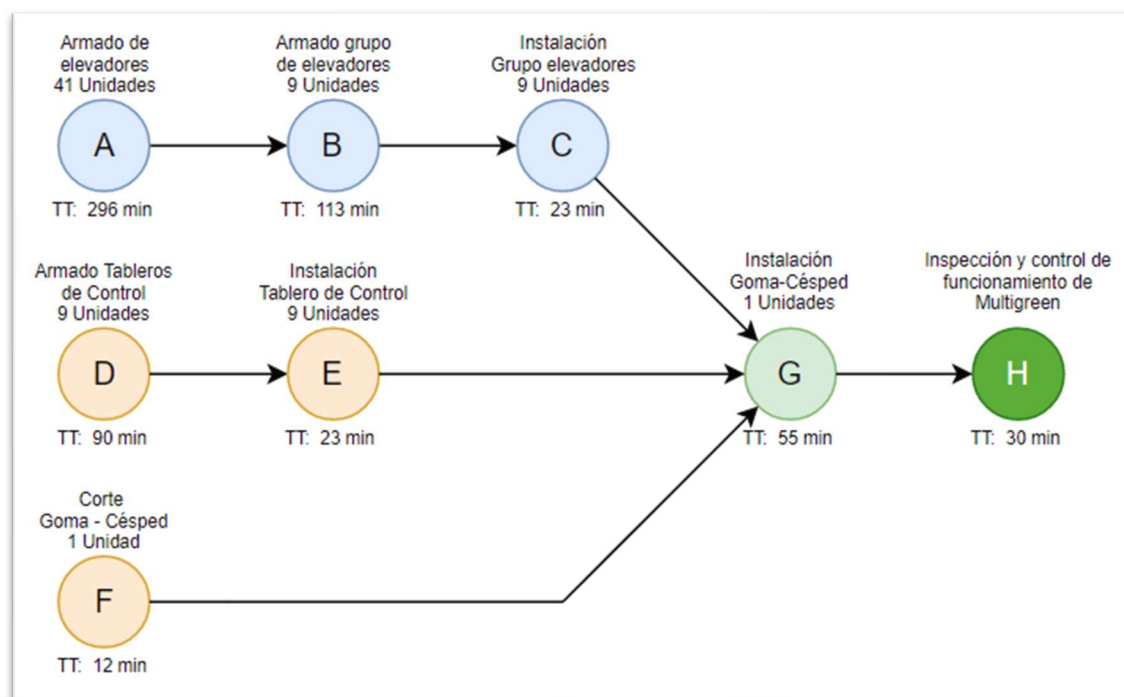


Figura 107 Elaboración propia

El balance de línea consiste en encontrar cual de todas las combinaciones produce la mejor distribución de tareas empleando el mínimo de personas.

5.7.1.1 Cálculo del número mínimo de estaciones de trabajo

- Cálculo del tiempo de ciclo de la línea C (Niebel, 2014)

Si bien se planteó una producción de 30 unidades al mes, para el cálculo inicial en este caso se tomará $r = 1$ para una jornada laboral de 9 horas (5x9hs semanales). De la jornada laboral se tomarán 8 horas efectivas (480 minutos) dejando 1 hora de descanso total.

$$C = \text{Tiempo jornada (minutos)} * \left(\frac{1}{r}\right) \quad (4)$$

$$C = 480 \text{ (minutos)} * \left(\frac{1}{1}\right) = 480 \text{ min}$$

r: producción deseada

- Cálculo del mínimo teórico (MT) (Niebel, 2014)

La suma de todas las tareas de la figura 109 son 642 minutos, esto con el tiempo de ciclo determinado en el paso anterior, podremos determinar el mínimo teórico de estaciones de trabajo:

$$MT = \sum \frac{t_i}{C}$$

$$MT = \frac{642}{480} = 1.34 \approx 2 \text{ estaciones de trabajo}$$

- t_i : tiempo de ejecución de la tarea en el tiempo i
- $\sum t_i$: tiempo total requerido para 1 unidad de producto

- Cálculo del tiempo ocioso de la línea T_o (Niebel, 2014)

$$T_o = nC - \sum t_i$$

$$T_o = (2 * 480) - 642$$

$$T_o = 318 \text{ minutos}$$

Este tiempo de ocioso se puede observar en la Tabla 9 en los tiempos no asignado para la estación de trabajo 1 de 59 minutos y de 259 minutos para la estación de trabajo 2.

$$T_o = 59 + 259 = 318 \text{ minutos}$$

Tabla 8

Tarea	Tiempo (min)	Predecesor	Sucesora	Peso Posicional	Tarea (Reorden)	Tiempo (min)
A	296	***	BCGH	517	A	296
B	113	A	CGH	221	B	113
C	23	B	GH	108	D	90
D	90	***	EGH	198	C	23
E	23	D	GH	108	E	23
F	12	***	GH	97	F	12
G	55	CEF	H	85	G	55

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9

Estación de Trabajo	Tarea	Tiempo	Tiempo Acumulado	Tiempo no asignado
1	A	296	296	184
	D	90	386	94
	E	23	409	71
	F	12	421	59
2	B	113	113	367
	C	23	136	344
	G	55	191	289
	H	30	221	259

Fuente: Elaboración propia

- Cálculo de la eficiencia E

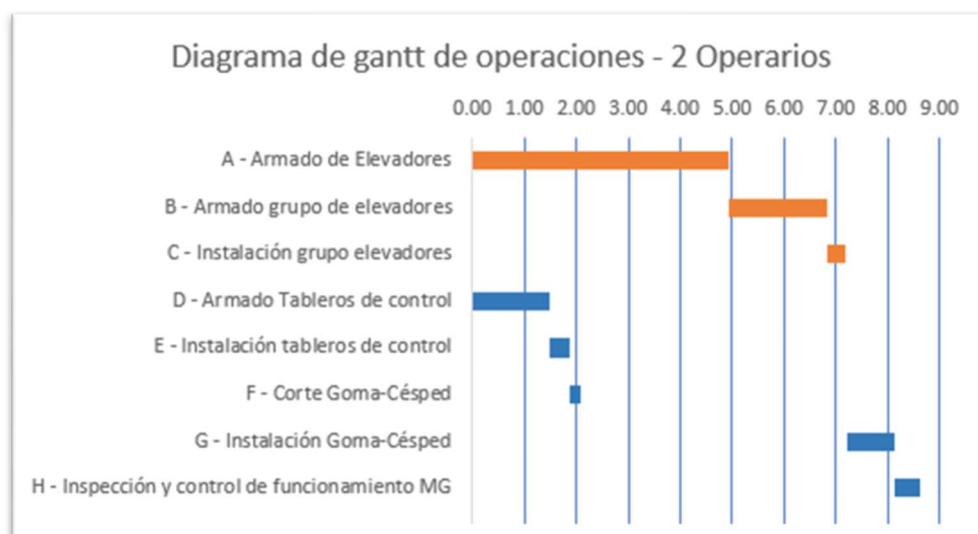


Figura 108 Elaboración propia

$$E(\%) = \frac{100 * \sum ti}{nC} = 66.9\%$$

Esta baja eficiencia se debe a que existe una tarea que demanda mucho tiempo que es el armado de elevadores. Esto también se puede observar claramente en un diagrama de Gantt (figura 108).

Reorganizando los puestos de actividades con los dos operarios se tendrá una producción temporal en línea la cual será más eficiente como se puede observar en el siguiente nuevo diagrama de Gantt, con un tiempo total por Multigreen de 5,86 hs o 5 horas con 51,6 minutos. Esto se logra con los dos operarios trabajando en los puestos de armado reduciendo el tiempo a la mitad.

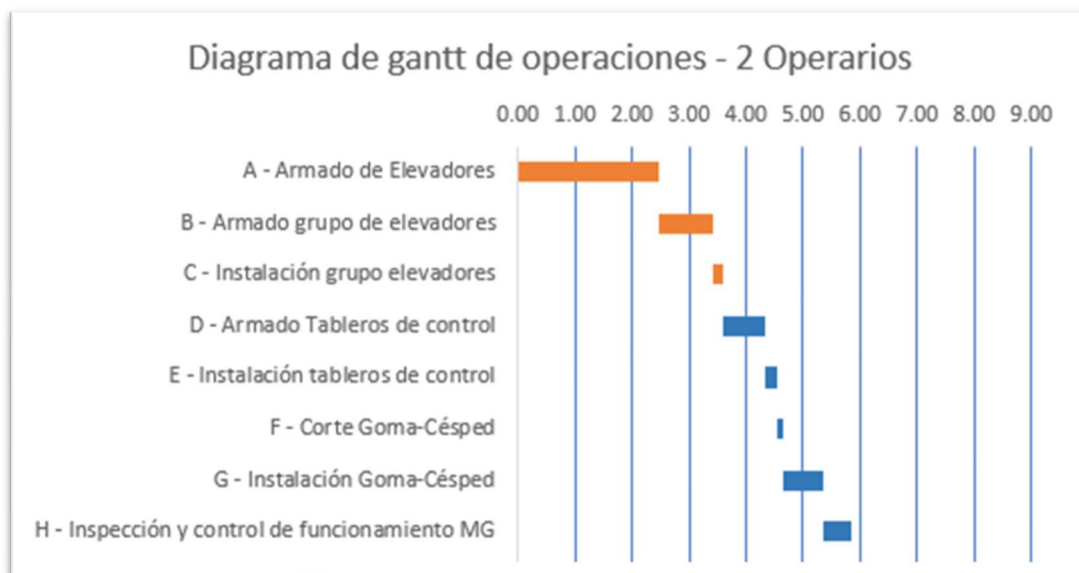


Figura 109 Elaboración propia

El grafo correspondiente (figura 110) al proceso en línea de actividades:

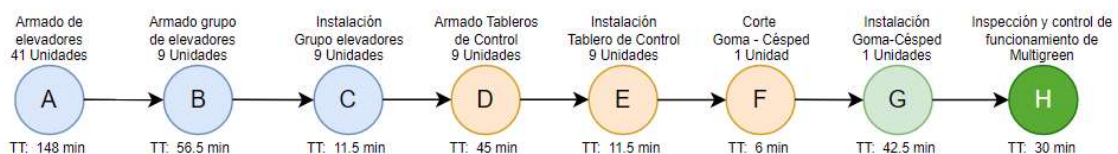


Figura 110 Elaboración propia

Las tareas de curado de adhesivo de goma y césped no se modifican con dos operarios. Lo mismo ocurre con inspección y control de funcionamiento del Multigreen. Esta reorganización

operativa permitirá el comienzo de fabricación de un segundo producto en el día, permitiendo una producción total mensual mínima de 30,7 unidades con una eficiencia del 100%.

5.7.2 Capacidad máxima de la Planta

Para determinar la capacidad de producción máxima de la planta con la configuración presentada se deben considerar solo los tiempos de:

- Instalación de grupo de elevadores
- Instalación de tableros de control
- instalación de goma y césped sintético



Figura 111 Elaboración propia

Con un tiempo mínimo de 65.5 minutos por producto, la capacidad máxima de la planta es de 165 MultiGreens en un turno de 9 horas, cinco días a la semana.

5.7.3 Cantidad de empleados de producción

La cantidad de operarios para la producción mínima es 2 como se vio en el punto anterior. Para determinar la cantidad de operarios necesarios para cubrir la capacidad máxima las distintas operaciones no deben superar el tiempo total de producción de 65.5 minutos. En la figura 112 se indican la cantidad de operarios por tarea para cumplir este tiempo.

Tarea	Operarios	Tiempo Operación en minutos	Operarios	Tiempo Operación en minutos	Tiempo Agrupado xOperarios	Eficiencia %
A	1	296	5	59.2	59.2	90%
B	1	113	2	56.5	56.5	86%
C	1	23	1	23	53	81%
H	1	30		30		
D	1	90	2	45	56.5	86%
E	1	23		11.5		
F	1	12	1	12	67	100%
G	1	55		55		

Figura 112 Elaboración propia

Por lo tanto, la cantidad de operarios para producir 165 MultiGreens es de 11, con una eficiencia de alrededor del 90%.

5.8 Maquinarias y equipos

A continuación, se describirán los equipos y maquinas básicos necesarios para la fabricación del MultiGreen, el cual su proceso productivo fue diseñado de tal manera que en la planta se realicen montajes, almacenamiento y traslados de componentes fundamentalmente, por tal motivo se mostrarán mobiliarios y equipos para estas tareas.

5.8.1 Equipos para la producción

5.8.1.1 Mesa para armado de componentes

Se necesitan 3 mesas (M1, M2, M3 en figura 105) para armado de elevadores, grupo de elevadores y tableros electrónicos de control. Se selecciono la marca Storage Compact especialista en mobiliario industrial.



Figura 113 Mesa de Armado. Fuente: Storage Compact

Características Generales:

- Marca: Storage Compact
- Modelo: FBI A370 10 04
- Largo: 200 cm
- Profundidad: 80 cm
- Altura: 84 cm
- Cajonera con tres cajones de extracción simple y cerradura.
- Capacidad: 500 Kg

Cantidad Requerida: 3 Unidades

Precio: U\$D 500

5.8.1.2 Banco de transporte

Se requieren 3 bancos de transporte (B1, B2, B3 en figura 105) para mover los elevadores mecánicos hacia la mesa de armado de grupo de elevadores, también para el traslado hacia el Multigreen de los grupos de elevadores para su montaje, al igual que los tableros electrónicos de control.



Figura 114 Banco de transporte de piezas. Fuente: Storage Compact

Características Generales:

- Marca: Storage Compact
- Modelo: FCA C342 0404
- Largo: 150 cm
- Profundidad: 80 cm
- Altura: 84 cm
- Cajonera con tres cajones de extracción simple y cerradura.
- Capacidad: 200 Kg

Cantidad Requerida: 3 Unidades

Precio: U\$D 400

5.8.1.3 Mesa de Herramientas

Para el armado de todo el Multigreen se necesitan herramientas básicas, las cuales deben guardarse de manera ordenada. Para ello, se instalará una de mesa de trabajo para los dos puestos de armado elevadores y grupo de elevadores (MH en figura 105).



Figura 115 Mesa de herramientas. Fuente: Storage Compact

Características Generales:

- Marca: Storage Compact
- Modelo: FBIG 598S1
- Largo: 300 cm
- Profundidad: 80 cm
- Altura: 90/183 cm
- Cajonera con 4 cajones de extracción simple y cerradura.
- Capacidad: 1200 Kg

Cantidad Requerida: 1 Unidades

Precio: U\$D 600

5.8.1.4 Herramientas

Se dispondrá de 2 juegos completos de herramientas para taller. Las herramientas de mayor uso se comprarán en mayor cantidad, una para cada operario con el incremento de producción.

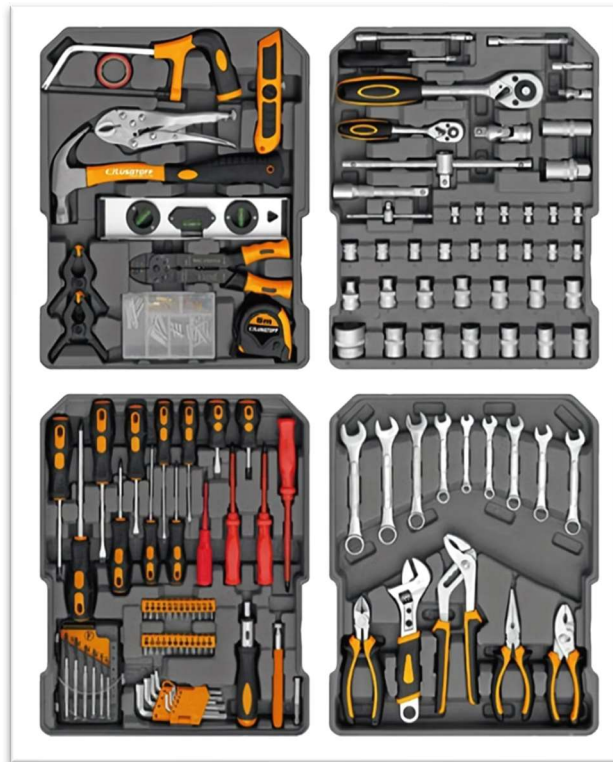


Figura 116 Set Herramientas. Fuente: Lüsqtuff

Características Generales:

- Marca: Lüsqtuff
- Modelo: LQCM245
- Piezas: 245

Cantidad Requerida: 2 Unidades

Precio: USD 150

5.8.1.5 Banqueta taller

Se necesitarán 2 banquetas de taller para la producción mínima de 30 unidades ya que son 2 operarios. Para mayor producción se comprará una por operario.



Figura 117 Banqueta de taller. Fuente: BAHCO

Características Generales:

- Marca: Bahco
- Modelo: AH36011
- Capacidad de carga: 136 Kg

Cantidad Requerida: 2 Unidades

Precio: USD 100

5.8.2 Equipos de almacenamiento

5.8.2.1 Estantería de rack selectivo

Para el almacenamiento de todas las piezas que componen el Multigreen se utilizarán estantería reforzada del tipo rack selectivo.

Este es el sistema más universal para el acceso directo y unitario a cada pallet, el cual es la solución óptima para depósitos con gran cantidad de productos paletizados con gran variedad de referencias.

Este sistema tiene varias ventajas, como excelente control de stock, adaptable a cualquier espacio, peso y tamaño de la mercadería a almacenar.



Figura 118 Estantería de rack selectivo. Fuente: Alfarack

Características Generales:

- Marca: Alfarack
- Altura máxima de apiladores: 5200 mm
- Distancia mínima de apiladores: 2300 mm
- Capacidad de carga: 3000 Kg por pallet y hasta 6000 Kg por plano de apoyo

Cantidad Requerida: 1 Unidades

Precio: USD 850

5.8.2.2 Carro estantería



Figura 119 Carro estantería. Fuente: Storage Compact

Para el traslado de las piezas para el armado del MultiGreen que se encuentran almacenadas en el depósito se utiliza un carro estantería. Este equipo permite trasladar las partes para los ensambles de manera ordenada utilizando múltiples combinaciones de contenedores y estantes. Básicamente es un pequeño almacén móvil.

Características Generales:

- Marca: Storage Compact
- Dimensiones: 1425 x 625 x 1590 h mm
- Ruedas giratorias con freno 2, ruedas fijas 2
- Capacidad de carga: 500Kg

Cantidad Requerida: 1 Unidades

Precio: USD 800

5.8.2.3 Pallets

Se requieren pallets para el almacenamiento en estanterías de rack selectivo. Se eligieron de material plástico ya que estos son:

- Más livianos
- Impermeables
- Mayor Resistencia
- Mayor Higiene
- Más ecológicos
- Fáciles de limpiar
- No necesitan mantenimiento



Figura 120 Pallet plástico. Fuente: MiPallet

Cantidad: 10

Precio: USD 25

5.8.3 Equipos de manutención

5.8.3.1 Apilador eléctrico

Se requiere un apilador capaz de transportar las plataformas desde el depósito hasta la zona de armado del Multigreen, y luego una vez terminado el ensamblaje moverlo a zona de prueba de funcionamiento y al final transportarlo a zona de depósito donde se encuentran los putting green ya terminados. También se requiere para el almacenamiento de piezas en depósito.

Se seleccionó un apilador eléctrico ya que tienen una gran capacidad de carga, facilidad para trabajar en pasillo con espacio reducido. Al funcionar con baterías reduce la contaminación del ambiente.



Figura 121 Apilador eléctrico. Fuente: Equus

Características Generales:

- Marca: Equus
- Altura máxima de elevación: 5000 mm
- Capacidad de carga: 1500 Kg
- Control automático de velocidad por seguridad
- Batería industrial

Cantidad Requerida: 1 Unidades

Precio: USD 13400

6. ESTUDIO ORGANIZACIONAL



6. Estudio Organizacional

6.1 Áreas y departamentos

Generalmente una empresa está formada por 5 áreas funcionales básicas (dirección, administración, ventas, producción y contabilidad). MultiGreen SRL tendrá 3 departamentos básicos por ser una pequeña empresa:

- a) Departamento Comercial
- b) Departamento Producción
- c) Departamento Administrativo

El gerente general tendrá la función de coordinar estas áreas, planificar las actividades y dirigir a la empresa en un corto, mediano y largo plazo.

6.1.1 Departamento Comercial

Tendrá la función de dar a conocer los productos que comercializa la empresa y el manejo de las exportaciones e importaciones de algunos insumos del MultiGreen.

6.1.2 Departamento Producción

Esta área se responsabilizará de la fabricación del MultiGreen, Insumos, depósito, y del área de ingeniería y diseño.

6.1.3 Departamento Administrativo

Será el área encargada de la contabilidad y recursos humanos de la empresa.

6.2 Tipo de Personal

Independientemente que la empresa trabaje a mínima o máxima capacidad, la misma deberá contar con el siguiente plantel para desempeñar sus actividades adecuadamente:

- Un Gerente General a cargo de la dirección de la empresa
- Un Gerente de Producción para controlar y dirigir la actividad productiva
- Un Gerente de Ingeniería y Diseño
- Encargado de diseño mecánico
- Encargado de diseño de control y electrónica
- Un encargado de ventas en el departamento comercial
- Un encargado de recursos humanos
- Un encargado de facturación y contabilidad

- Un encargado de comercio exterior para importación de insumos y exportación de Multigreen.
- Un encargado de depósito. El mismo tendrá dos funciones, control de stock y movimiento de materiales, como son las piezas, plataforma y Multigreen terminados.
- Operarios de producción: 2 para capacidad mínima o 11 para capacidad máxima por turno. Son los encargados de fabricar el Multigreen.

El personal de Multigreen SRL debe contar los estudios académicos específicos y adecuados para el puesto que cada uno ocupe. En cuanto a los operarios de producción deben poseer un perfil técnico especialmente electromecánico u electrónico para realizar las tareas.

Mano de obra calificada:

- Gerente General: Ingeniero Industrial
- Gerente de producción: Ingeniero Industrial
- Gerente de Ingeniería y Diseño: Ingeniero Mecánico o Electromecánico
- Encargado de ventas: Licenciado en Marketing
- Encargado de facturación y contabilidad: Contador Público
- Encargado de comercio exterior: Licenciado en Comercio Exterior
- Encargado de recursos humanos: Licenciado en Recursos humanos
- Encargado de diseño mecánico: Ingeniero Mecánico o Electromecánico
- Encargado de diseño de control y electrónica: Ingeniero Electrónico
- Encargado de depósito

Mano de obra técnica:

- Operarios de producción: Técnicos electromecánicos

6.3 Organigrama de la empresa

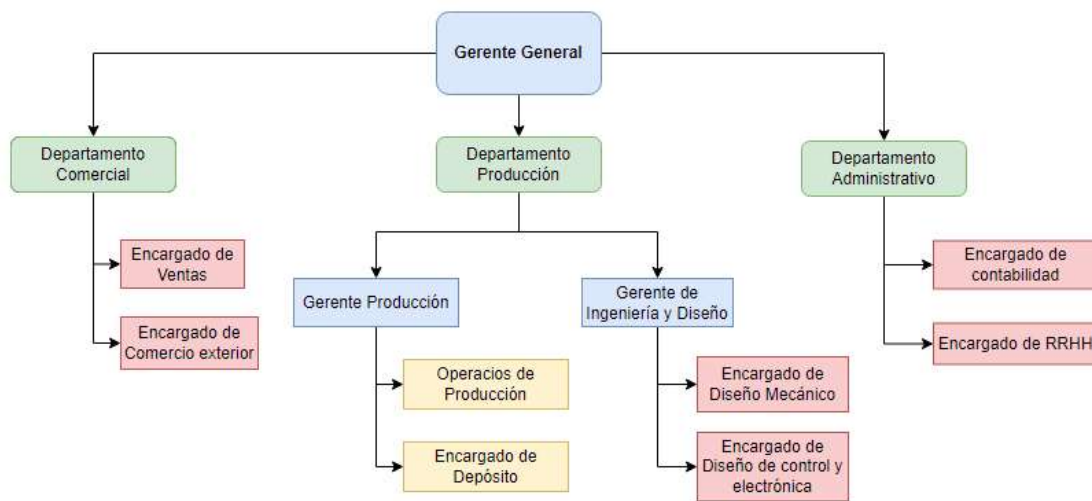


Figura 122 Elaboración propia

6.4 Modalidad de trabajo

El planteo laboral es de un solo turno de 9 horas, 5 días a la semana, de 8 a 17 horas.

7. ESTUDIO LEGAL



7. Factibilidad legal y responsabilidad civil (regulaciones y licencias)

7.1 Organización Societaria

Para producir el dispositivo, se podrá optar entre crear una Sociedad Anónima (SA) o una Sociedad de Responsabilidad Simplificada (S.R.L):

- S.R.L.: es la forma más común de asociación en las pymes. La constitución es más simple y el estatuto más flexible que una S.A., pero a diferencia de ésta, no pueden cotizar en bolsa. El capital se divide en cuotas de igual valor, que NO pueden ser cedidas a menos que los demás socios (que no pueden ser más de 50) estén de acuerdo (si un socio desea irse de la empresa y ceder su parte el otro socio o los demás socios deben estar de acuerdo). Los socios son responsables sólo hasta el monto de sus aportes, por lo que, si el negocio tuviera problemas, los socios no corren el riesgo de perder todo su patrimonio (a esto es lo que se denomina “responsabilidad limitada”). Debe presentar balances y tiene algunas ventajas impositivas respecto de la S.A. Puede administrarse por un socio, varios o un tercero. Es recomendable cuando se desea salvaguardar el patrimonio personal de los socios.

- S.A.: es un tipo social que permite muchos socios y variedad de negocios, por esto tiene más requisitos para su conformación, su constitución es más costosa y está sujeta a mayores controles por organismos reguladores. El capital se divide en acciones y los socios tienen limitada su responsabilidad. Puede cotizar o no en bolsa. Debe llevar un libro de registro de acciones (tipos de acciones, suscriptores, transferencias, etc.) y presentar balances. La administración la efectúa el directorio, que se reúne al menos cada tres meses. La principal ventaja de la S.A. es la rapidez y sencillez al momento de la transferencia de las acciones, permitiendo ingreso o salida de socios sin grandes formalismos.

Por este motivo, se decide optar por la S.R.L

7.2 Patentamiento

El putting green dinámico diseñado se encuentra en condiciones a ser patentado como Patente de Invención según la ley de patentes de Invención y Modelos de Utilidad (Ley N°24.481).

Se deben cumplir 3 requerimientos mínimos que solicita la ley:

- Novedad
- Actividad Inventiva: La ley 24.481 establece: “Que un producto presente actividad inventiva significa que el objeto de la invención no se deduzca en forma

evidente por una persona con conocimientos medios en la materia referente a la tecnología del producto o procedimiento a patentar”

- Actividad Industrial

Con el cumplimiento de estos tres puntos y una vez comprobado que el nombre de la marca no está registrado en el país, es posible presentar la documentación frente al INPI e iniciar el proceso de patentamiento para registrarla e inscribirla.

7.3 Patentamiento en EE. UU.

Es de suma importancia disponer de una patente propia en EE. UU., no solo que es una ventaja adicional en un mercado tan grande y competitivo, sino que también la legislación de dicho país incita a identificar los productos patentados con el número de patente. En caso de no hacerlo se considerará que no existe infracción de la patente hasta después de haber informado al infractor formalmente. Por el contrario, identificar productos como patentados y no existir patente concedida alguna está penada por ley.

7.3.1 Consideraciones antes de solicitar una patente en Estados Unidos

Es vital asegurarse de que una patente es realmente la modalidad registral que encaja en la protección de la invención, pues existen otras alternativas como el secreto industrial o los derechos de autor por las que pudiera obtenerse una mejor protección.

Hay que revisar que la invención cumple con los requisitos de patentabilidad exigidos por la legislación estadounidense. Para ello lo mejor es hacer una búsqueda y valoración de publicaciones anteriores relacionadas con el objeto de la invención.

Antes de proceder a la solicitud de una patente se debe saber a qué tipo corresponde la invención. Existen 3 tipos de patentes en EE. UU, pero solo dos de interés para el proyecto:

- Patentes de utilidad (Utility patent): contemplan las invenciones sobre un nuevo y útil proceso, máquina, artículo de fabricación, composición o cualquier nueva mejora útil de los mismos. Son las patentes más numerosas de EE. UU. y son concedidas por 20 años a contar desde la fecha de solicitud. Pueden solicitarse reivindicando la prioridad internacional de una solicitud en otro país durante los 12 primeros meses de tramitación.
- Patentes de diseño (Design patent): contemplan los diseños no obvios, nuevos, originales, y ornamentales de artículos manufacturados. Protegen sólo la apariencia del artículo no sus características estructurales o funcionales. Por ello en la solicitud se incluyen figuras sin referencias y una única reivindicación. Tienen una validez de 15 años desde concesión y no están sujetas a pagos de mantenimiento. Pueden solicitarse reivindicando la prioridad

internacional de una solicitud de diseño industrial en otro país durante los 6 primeros meses o designando a EUA en una solicitud de diseño internacional.

7.3.2 Solicitud de patente provisional en Estados Unidos

Una solicitud de patente provisional en EE. UU. es una forma rápida y algo más barata de establecer una fecha de presentación en Estados Unidos. Antes de 12 meses puede/debe ser transformada en una solicitud no provisional.

La solicitud de patente provisional está enfocada a proyectos inmaduros donde los inventores aún no tienen toda la información necesaria para hacer una solicitud formal de patente pero tienen la necesidad de preservar con urgencia la invención. Por este motivo en la solicitud provisional debe ponerse especial cuidado en dejar reflejadas suficientemente las características técnicas esenciales de la invención.

Un agente o despacho especializado será quien mejor aconseje sobre la elección de la modalidad, en la valoración previa y en la elección del tipo de patente si así procede. La tramitación y defensa de una patente exige conocimientos legales y técnicos muy específicos, por lo que un especialista es de gran ayuda, supone un ahorro de tiempo y una garantía. Si no se dispone de residencia en EE.UU. es obligatorio contar con un representante legal para poder tramitar correctamente una patente estadounidense.

7.3.3 Costos de patentar en EE. UU

Una nueva solicitud de patente en Estados Unidos supone de media un importe de entre 4.500 y 7.500 dólares. Plazos: El plazo de tramitación total estimado desde solicitud hasta concesión es de unos 27 meses

Mantenimiento

Las patentes de utilidad precisan del pago de una tasa de mantenimiento para disponer del derecho otorgado en vigor. Este pago ha de hacerse en los siguientes plazos:

- 3 años y medio desde la concesión
- 7 años y medio desde la concesión
- 11 años y medio desde la concesión

Sobre el mantenimiento de las patentes de utilidad destaca el hecho de que los pagos no son comunicados por la USPTO y que existe un periodo de 6 meses para hacer el pago superado el plazo, pero con recargos. Si no se paga la tasa de mantenimiento la patente expirará en la fecha aniversario de la concesión que coincida con el cuarto, octavo o décimo segundo año, momento en que la invención pasará a dominio público.

8. ESTUDIO ECONÓMICO



8. Estudio Económico

8.1 Precio en dólares de materiales por Multigreen

La lista de la Tabla 4 describe todas las piezas y materiales que conforman el Multigreen. Los precios en la lista son precios por cantidad. En el caso de piezas metálicas tanto como chapas plegadas como son los Brazos Superior e Inferior, y tornillos de potencia, estos deben solicitarse en pedidos de 100 unidades. Los precios de motores paso a paso, drivers y fuentes de alimentación los valores también son por 100 unidades de mínimo.

8.2 Precio en dólares de mobiliario y equipos auxiliares

Tabla 10

Area	Equipo	Cantidad	Unit USD	Total Usd
Producción	Mesa de Armado	3	500	1500
	Banco de transporte	3	400	1200
	Banco de Herramientas	1	600	600
	Soporte Plataforma	2	150	300
	Banqueta taller	2	100	200
	Estanteria	3	50	150
	Set Herramienta	2	150	300
Subtotal				4250
Depósito	Estanteria rack	1	850	850
	Pallets Plasticos reforzados	10	25	250
	Pallets a medida multigreen	6	60	360
	Apilador electrico 1.5Tn	1	13400	13400
Subtotal				14860
Oficina Técnica y Diseño	Isla de Trabajo 6000x700	1	2000	2000
	Computadoras	4	1000	4000
	Licencia Solidworks	1	8500	8500
	Sillas oficina	6	60	360
	Armario	1	150	150
Subtotal				15010
Administración	Isla de Trabajo 3600x1200	1	1500	1500
	Sillas oficina	8	60	480
	Armario	2	150	300
	Escritorio	1	600	600
	PC	5	1000	5000
	Licencia Office	5	350	1750
	Impresora	2	100	200
Subtotal				9830
Comedor	Mesa y Sillas (4)	1	400	400
	Heladera	1	350	350
	Electrodomesticos	1	200	200
Subtotal				950
Total				USD 44,900.00

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 10 se encuentran todo el mobiliario y equipo necesario para el funcionamiento normal de la empresa con la cantidad de personas indicada en el organigrama de la empresa.

La potencia instalada indicada en el capítulo 7 (Tabla 7 Requerimientos de espacio), es de 12 KW con un factor de simultaneidad de 0.8 nos da un consumo de 10Kw/h aproximadamente con costo aproximado mensual de 400 USD que se incluirá en el análisis de flujo de fondos.

8.3 Sueldos y Jornales mensuales y anuales en dólares.

Se considerarán los siguientes sueldos en dólares para los cargos correspondientes en base a información de sueldos publicados en sitios web como glassdoor.com, donde miles de empresas publican en forma gratuita los pagos a distintos cargos.

Tabla 11 Sueldos y Jornales en dólares

Categoría	Cargo	N° de personas	Sueldo Básico	Total Mensual	Total Anual
C	Gerente General	1	USD 3,000	USD 3,000	USD 36,000
	Gerente de Producción	1	USD 2,500	USD 2,500	USD 30,000
	Gerente de Ingeniería y Diseño	1	USD 2,500	USD 2,500	USD 30,000
B	Encargado de ventas	1	USD 2,000	USD 2,000	USD 24,000
	Encargado de comercio exterior	1	USD 2,000	USD 2,000	USD 24,000
	Encargado de Diseño Mecánico	1	USD 2,000	USD 2,000	USD 24,000
	Encargado de control y electrónica	1	USD 2,000	USD 2,000	USD 24,000
	Encargado de contabilidad	1	USD 2,000	USD 2,000	USD 24,000
	Encargado de depósito	1	USD 1,500	USD 1,500	USD 18,000
	encargado de RRHH	1	USD 1,500	USD 1,500	USD 18,000
C	Operarios de Producción	2	USD 750	USD 1,500	USD 18,000
				USD 22,500	USD 270,000

Fuente: Elaboración propia

8.4 Inversiones del proyecto

Para el emprendimiento se deben considerar 6 inversiones iniciales importantes:

1. Diseño de APP
2. Diseño de programa y placas de control final
3. Prototipo Multigreen
4. Alquiler y servicios por 12 meses antes de producción
5. Salarios de personas requeridas para fabricación de prototipo
6. Patentamiento del producto en EE. UU.

En base los requerimientos mínimos que debe poseer una APP para transmitir información desde y hacia el Multigreen, el valor de esta aplicación ronda los USD 60000.

Al igual que la APP el costo para el desarrollo y programación de las placas de control se estima en otros USD 60000. Este monto comprende el desarrollo del programa de control de la placa de subgrupo de elevadores y la placa de control general del MultiGreen. Además, el desarrollo de los circuitos impresos para solicitar a empresas especializadas la fabricación en serie de las mismas, o sea los códigos fuente y archivos específicos que son solicitados.

Antes de comenzar la producción, al igual que cualquier producto, debe realizarse un prototipo. No solo debe considerarse el tiempo que lleva el mismo sino también los costos de producirlo ya que los volúmenes de las piezas no son de una producción en serie y son mucho más elevados. Por lo tanto, para la estimación de costos de materiales y mano de obra del prototipo rondarán en los USD 120000 ya que deben incluirse los salarios durante un año del Gerente General, Gerente de Ingeniería y Diseño, Encargado de control y electrónica y el Encargado de diseño mecánico, además, incluyendo los gastos básicos de servicios.

El desarrollo de los ítems mencionados anteriormente debe realizarse bajo una infraestructura, principalmente el prototipo del MultiGreen, lo cual desde el inicio se debe disponer de un local para realizarlo, con los costos que esto acarrea. Alquiler 12 meses un total USD 36000. Costo basado en galpón de 570m² de alquiler mensual de USD 2850.

Se realizó el flujo de fondos en dólares analizando dos escenarios, uno con capacidad de 30 unidades mensuales la cual requiere de dos operarios de producción. El segundo escenario se consideró con un crecimiento gradual anual. Inicialmente con 15 unidades mensuales de promedio para el primer año, 30 unidades mensuales promedio para el segundo año hasta llegar con un crecimiento sostenido lineal hasta su capacidad máxima de 165 MultiGreens en el décimo año, el cual necesita de 11 operarios en el área productiva. Ambos escenarios se tomaron en un solo turno de 9hs. El horizonte de evaluación del proyecto se definió en 10 años en base a las inversiones que se deben realizar.

8.5 Conclusión escenarios

El precio propuesto para el Multigreen V1 para los dos escenarios es de USD 15.000.

El escenario uno (tabla 8.5 – 12) con una producción máxima de 30 unidades por mes dio un VAN positivo de USD 49.188.123 y un TIR de 541%. Una cifra inmejorable, justificada ya que con esta capacidad de planta se determinó anteriormente que tiene una eficiencia del 100% del punto de vista de operarios en producción.

El escenario dos (tabla 8.5 – 13) podría decirse que es un escenario más realista, con un comienzo por debajo de las expectativas para el primer año y un crecimiento sostenido en el tiempo, con un VAN positivo USD 98.185.319 y un TIR de 330%. El primer año, con tan solo 15 unidades promedio mensuales vendidas la utilidad es muy buena con USD 780.228, o sea USD 4333 por unidad.

Tabla 12 Escenario 1

		Escenario 1										
Conceptos	Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
		30 UxMes	30 UxMes	30 UxMes	30 UxMes	30 UxMes	30 UxMes	30 UxMes	30 UxMes	30 UxMes	30 UxMes	
Ingresos												
	Por Venta	\$5,400,000	\$5,400,000	\$5,400,000	\$5,400,000	\$5,400,000	\$5,400,000	\$5,400,000	\$5,400,000	\$5,400,000	\$5,400,000	
Costos												
Costos Fijos												
	Gte General	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	
	Gte Produccion	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	
	Gte Ing y Diseño	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	
	Encargado Comercio E	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	
	Encargado Diseño M	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	
	Encargado RRHH	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	
	Encargado Depósito	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	
	Encargado Ventas	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	
	Encargado Control y E	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	
	Encargado contable	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	
	Operarios Producción	2	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	
	Amortizacion	\$ 5,000	\$ 5,000	\$ 5,000	\$ 5,000	\$ 5,000	\$ 5,000	\$ 5,000	\$ 5,000	\$ 5,000	\$ 5,000	
Servicios												
	Alquiler	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	
	Internet	\$ 50	\$ 50	\$ 50	\$ 50	\$ 50	\$ 50	\$ 50	\$ 50	\$ 50	\$ 50	
	Seguro	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	
	Publicidad	\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 12,000	
Total Costo F		\$ 323,650	\$ 323,650	\$ 323,650	\$ 323,650	\$ 323,650	\$ 323,650	\$ 323,650	\$ 323,650	\$ 323,650	\$ 323,650	
Costos Variables												
	Piezas Multigreen	\$ 2,340,000	\$ 2,340,000	\$ 2,340,000	\$ 2,340,000	\$ 2,340,000	\$ 2,340,000	\$ 2,340,000	\$ 2,340,000	\$ 2,340,000	\$ 2,340,000	
	Gas	\$ 1,200	\$ 1,200	\$ 1,200	\$ 1,200	\$ 1,200	\$ 1,200	\$ 1,200	\$ 1,200	\$ 1,200	\$ 1,200	
	Electricidad	\$ 4,800	\$ 4,800	\$ 4,800	\$ 4,800	\$ 4,800	\$ 4,800	\$ 4,800	\$ 4,800	\$ 4,800	\$ 4,800	
Total Costo V		\$ 2,346,000	\$ 2,346,000	\$ 2,346,000	\$ 2,346,000	\$ 2,346,000	\$ 2,346,000	\$ 2,346,000	\$ 2,346,000	\$ 2,346,000	\$ 2,346,000	
Total Costo		\$ 2,669,650	\$ 2,669,650	\$ 2,669,650	\$ 2,669,650	\$ 2,669,650	\$ 2,669,650	\$ 2,669,650	\$ 2,669,650	\$ 2,669,650	\$ 2,669,650	
Utilidad		\$ 2,730,350	\$ 2,730,350	\$ 2,730,350	\$ 2,730,350	\$ 2,730,350	\$ 2,730,350	\$ 2,730,350	\$ 2,730,350	\$ 2,730,350	\$ 2,730,350	
Imp Ganancias	35%	-\$ 955,623	-\$ 955,623	-\$ 955,623	-\$ 955,623	-\$ 955,623	-\$ 955,623	-\$ 955,623	-\$ 955,623	-\$ 955,623	-\$ 955,623	
Utilidad Neta		\$ 1,774,728	\$ 1,774,728	\$ 1,774,728	\$ 1,774,728	\$ 1,774,728	\$ 1,774,728	\$ 1,774,728	\$ 1,774,728	\$ 1,774,728	\$ 1,774,728	
Inversion Inicial												
	Mobiliario y Equipo aux	\$ 44,900										
	Alquiler	\$ 36,000										
	Diseño APP	\$ 60,000										
	Diseño Placa de Control	\$ 60,000										
	Prototipo	\$ 120,000										
	Patentamiento	\$ 7,000										
Flujo Proyecto		-\$ 327,900	\$ 1,446,828	\$ 3,221,555	\$ 4,996,283	\$ 6,771,010	\$ 8,545,738	\$ 10,320,465	\$ 12,095,193	\$ 13,869,920	\$ 15,644,648	\$ 17,419,375
	Tasa Descuento	VAN	TIR									
	10%	\$ 49,188,123	541%									

Tabla 13 Escenario 2

Escenario 2												
Conceptos	Descripción		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
			15UxMes	30 UxMes	45 UxMes	60 UxMes	75 UxMes	90 UxMes	105 UxMes	120 UxMes	135 UxMes	165 UxMes
Ingresos												
	Por Venta		\$2,700,000	\$5,400,000	\$8,100,000	\$10,800,000	\$13,500,000	\$16,200,000	\$18,900,000	\$21,600,000	\$24,300,000	\$29,700,000
Costos												
Costos Fijos												
	Gte General		\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000
	Gte Produccion		\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000
	Gte Ing y Diseño		\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000	\$ 30,000
	Encargado Comercio E		\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000
	Encargado Diseño M		\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000
	Encargado RRHH		\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000
	Encargado Depósito		\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000
	Encargado Ventas		\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000
	Encargado Control y E		\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000
	Encargado contable		\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000
	Operarios Producción	2 a 11	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 54,000	\$ 54,000	\$ 72,000	\$ 72,000	\$ 99,000	\$ 99,000
	Amortizacion		\$ 5,000	\$ 5,000	\$ 5,000	\$ 5,000	\$ 5,000	\$ 5,000	\$ 5,000	\$ 5,000	\$ 5,000	\$ 5,000
Servicios												
	Alquiler		\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000
	Internet		\$ 50	\$ 50	\$ 50	\$ 50	\$ 50	\$ 50	\$ 50	\$ 50	\$ 50	\$ 50
	Seguro		\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600
	Publicidad		\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 12,000
Total Costo F			\$ 323,650	\$ 323,650	\$ 341,650	\$ 341,650	\$ 359,650	\$ 359,650	\$ 377,650	\$ 377,650	\$ 404,650	\$ 404,650
Costos Variables												
	Piezas Multigreen		\$ 1,170,000	\$ 2,340,000	\$ 3,510,000	\$ 4,680,000	\$ 5,850,000	\$ 7,020,000	\$ 8,190,000	\$ 9,360,000	\$ 10,530,000	\$ 12,870,000
	Gas		\$ 1,200	\$ 1,200	\$ 1,200	\$ 1,200	\$ 1,200	\$ 1,200	\$ 1,200	\$ 1,200	\$ 1,200	\$ 1,200
	Electricidad		\$ 4,800	\$ 4,800	\$ 4,800	\$ 4,800	\$ 4,800	\$ 4,800	\$ 4,800	\$ 4,800	\$ 4,800	\$ 4,800
Total Costo V			\$ 1,176,000	\$ 2,346,000	\$ 3,516,000	\$ 4,686,000	\$ 5,856,000	\$ 7,026,000	\$ 8,196,000	\$ 9,366,000	\$ 10,536,000	\$ 12,876,000
Total Costo			\$ 1,499,650	\$ 2,669,650	\$ 3,857,650	\$ 5,027,650	\$ 6,215,650	\$ 7,385,650	\$ 8,573,650	\$ 9,743,650	\$ 10,940,650	\$ 13,280,650
Utilidad			\$ 1,200,350	\$ 2,730,350	\$ 4,242,350	\$ 5,772,350	\$ 7,284,350	\$ 8,814,350	\$ 10,326,350	\$ 11,856,350	\$ 13,359,350	\$ 16,419,350
Imp Ganancias	35%		-\$ 420,123	-\$ 955,623	-\$ 1,484,823	-\$ 2,020,323	-\$ 2,549,523	-\$ 3,085,023	-\$ 3,614,223	-\$ 4,149,723	-\$ 4,675,773	-\$ 5,746,773
Utilidad Neta			\$ 780,228	\$ 1,774,728	\$ 2,757,528	\$ 3,752,028	\$ 4,734,828	\$ 5,729,328	\$ 6,712,128	\$ 7,706,628	\$ 8,683,578	\$ 10,672,578
Inversion Inicial												
	Mobiliario y Equipo aux	\$ 44,900										
	Alquiler	\$ 36,000										
	Diseño APP	\$ 60,000										
	Diseño Placa de Control	\$ 60,000										
	Prototipo	\$ 120,000										
	Patentamiento	\$ 7,000										
Flujo Proyecto			-\$ 327,900	\$ 452,328	\$ 2,227,055	\$ 4,984,583	\$ 8,736,610	\$ 13,471,438	\$ 19,200,765	\$ 25,912,893	\$ 33,619,520	\$ 42,303,098
	Tasa Descuento											
			VAN	TIR								
			10%	\$ 98,185,319	330%							

8.6 Escalabilidad del producto

Luego de una ardua investigación de mercado y un análisis estadístico de putts de jugadores profesionales y amateur se determinó que el putting green de 8 pies sería el producto más adaptado para las exigencias de hoy en día.

El desarrollo del Multigreen V1 presentado en proyecto deja las bases tecnológicas para poder implementarlo en otras variantes del modelo, que podrían llegar a ser incluso más beneficiosas para la empresa.

No solo de debe analizar la implementación de nuevos modelos estándar con otras dimensiones y la misma base técnica sino ofrecer productos a medidas de clientes y con prestaciones particulares, como ser incorporación de indicadores lumínicos laser para trayectoria de lanzamientos, incorporación de paneles operador para visualización y configuración, adaptaciones para uso combinado con simuladores de lanzamiento (Drivers, hierros, Maderas) en el hecho de generar pendientes que existen en los Fairways, etc.

Lo último genera una amplia variedad de productos nuevos para implementar abarcando desde clientes con menos recursos económicos y necesidades un tanto más acotadas hasta profesionales que requieren equipos para la práctica específica de distancias mayores como ser de 12 a 15 pies.

Existe también la posibilidad de generar ingresos con la implementación de distintos modelos de negocios, por ejemplo, cobro por tiempo de uso en lugares donde el equipo se alquila a clientes con locales Golf Indoor, academias de Golf y campos de Golf.

No se debe olvidar que la idea inicial del proyecto es suministrar a los usuarios los greens originales de campos de golf para realizar las practicas sobre un hoyo en particular mediante la compra de campos desde la APP del Multigreen. Estos green reales hay dos formas de obtenerlos, por medio de un láser propio como se comenta en el capítulo 3 o por medio de un acuerdo comercial con la empresa Green Slope Golf la cual comercializa en EE. UU. cartas de greens de cientos de campos de golf.

El diseño del proceso productivo y la planta para la fabricación del Multigreen y sus futuras variaciones fue conceptualmente pensada en la capacidad de esta de multiplicar los ingresos de forma exponencial con el crecimiento de las ventas de todos los productos que puedan desarrollarse con incremento lineal de los gastos como se puede observar en la siguiente figura.

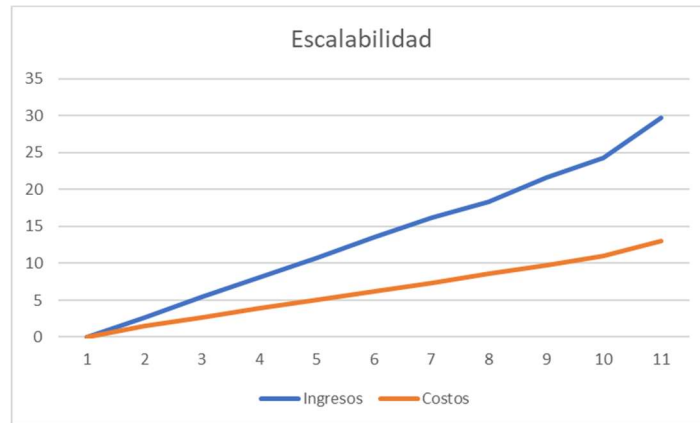


Figura 123 Elaboración propia

Modelos propuestos y comparación con Multigreen V1 del proyecto.

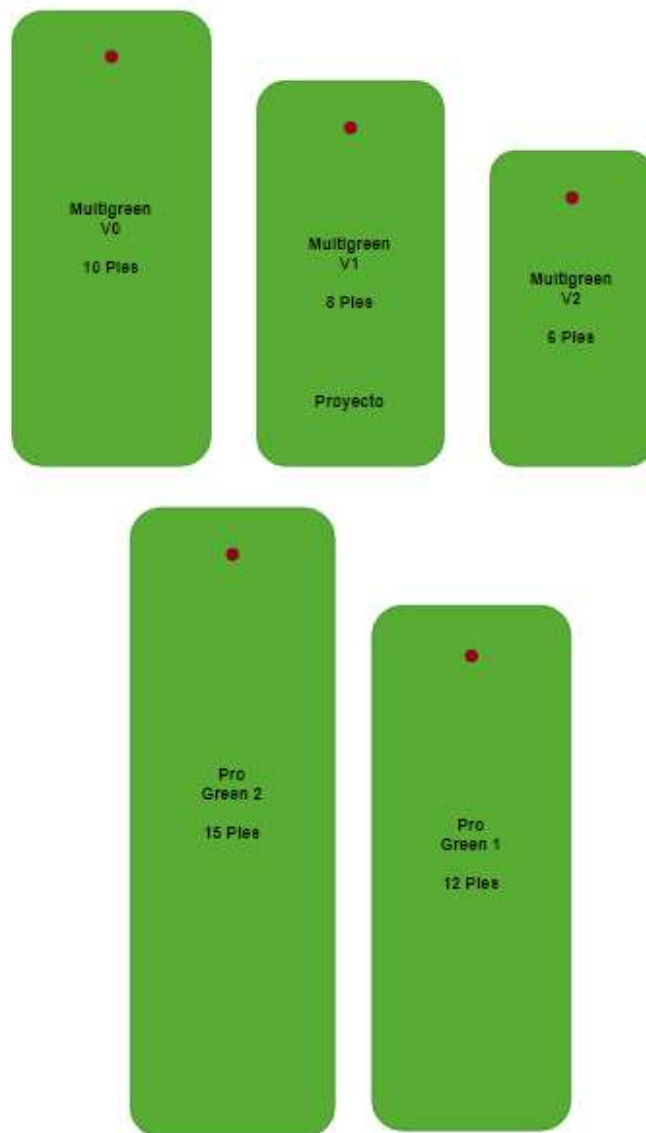


Figura 124 Elaboración propia

9. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



9. Estudio de impacto ambiental

9.1. Tratamientos de residuos

El proceso de fabricación del Multigreen V1 presentado en este proyecto presenta muy bajos o nulos residuos en el proceso ya que el mismo consiste en su totalidad en el ensamble de piezas provistas por proveedores externos.

Este modelo V1 en particular debido a la longitud que posee, el césped sintético es un insumo que viene en diferentes formatos, pero el utilizado es de 12 pies de ancho, suficiente para cubrir la longitud total del MultiGreen y no generar residuos en el proceso ya que va en su totalidad. Pero al irse terminando el rollo es muy probable que queden restos sin utilizar. Para ello existen empresas que compran scrap de plásticos o retiran estos sobrantes.

En el caso de la goma EVA (Etileno Vinil Acetato) será provista en el tamaño justo por cada modelo a fabricarse ya que este material es de difícil reciclado. Será un punto de investigación y análisis de reemplazar este producto con otro de similares prestaciones.

El césped sintético elegido será a base de poliuretano ya que este es más amigable con el medio ambiente y esto se debe a que las bases de la mayoría del césped artificial lo más común es el látex.

La base para poliuretano para césped artificial se distribuye en una capa fina y uniforme que aporta una fijación perfecta a cualquier tipo de superficie. Económicamente es algo más elevado, pero tiene mayores ventajas como ser más duradero, más resistente y estable. Esta última característica es de gran importancia ya que hace que el césped permanezca en la misma posición. Esto se llama estabilidad dimensional, el césped sintético no se encogerá con las altas temperaturas ni con las bajas, es decir que la temperatura no lo afecta, algo que ocurre con el látex.

10. CONCLUSIONES GENERALES



10. Conclusiones generales

El trabajo realizado es un análisis de prefactibilidad para un proyecto de inversión. El mismo consiste en el estudio, diseño y fabricación de un putting green dinámico adaptativo. El estudio fue realizado en torno a 3 ejes fundamentales: mercado, ingeniería y económico-financiero.

En primer lugar, en el estudio de mercado, se analizó el mercado consumidor el cual se vio un incremento notable en los últimos años de la práctica del deporte fuera de las canchas de golf, a tal punto de igualarlo en el caso de EE. UU. Esto es una oportunidad importante más aún si se tiene en cuenta que dentro del mercado proveedor de putting green dinámicos existe una sola empresa que provee un producto similar al planteado con un mecanismo y costo muy diferente. Desde el punto de la ingeniería se debió diseñar un mecanismo que no solo cumpla con su función principal de generar desplazamiento vertical para la generación de diferentes pendientes e inclinaciones del green, sino que sea distinto al de la competencia y más económico.

En cuanto a la digitalización de greens, el tema excede los límites del proyecto por tratarse de una nueva oportunidad de negocio y nuevas inversiones. Esto podrá seguir dos caminos, la asociación con empresas que tienen digitalizados los greens o que la empresa los realice ella misma asumiendo los costos de equipos y pagos por permisos en campos de golf. El producto ofrecerá greens digitalizados generados por la empresa y pendientes configurables por el usuario.

Una vez resuelto el diseño del equipo, el diseño de la planta de producción del MultiGreen es relevante, por tal motivo se diseñó para que pueda ser adaptativa a cambios importantes de producción a una posible mayor demanda o incorporación de nuevos productos manteniendo una estructura escueta donde lo que se busca es un incremento exponencial en los ingresos con un costo lineal de los gastos operativos. Se optó por partir de una planta con capacidad mínima óptima de 30 unidades mensuales lo cual genera una utilidad neta importante y con capacidad de llegar a producir 165 MultiGreens en un solo turno con una inversión reducida debido a que el producto es nuevo y competirá con una sola empresa reconocida que es Full Swing.

En el capítulo evaluación financiera se estudiaron posibles escenarios computando y analizando las inversiones y costos asociados a estos, desde una producción fija a una más real con crecimiento sostenido y con un primer año por debajo del número de producción ideal para dos operarios de 30 unidades con una eficiencia del 100%, o sea, con 15 unidades mensuales promedio el primer año. Los resultados fueron muy positivos, lo cual el proyecto de inversión presenta altas probabilidades de éxito y rentabilidad.

11. BIBLIOGRAFÍA



11. Bibliografía

Vocabulario del Golf (s.f.). *Enseñanza del Golf*.

<https://www.golfsitges.com/vocabulario-de-golf>

Estadísticas (s.f.), *Putting*.

https://www.pgatour.com/stats/categories.RPUT_INQ.html

Lawrie Montague (s.f.). *El sistema simple de mejora del putt*. Pro Tour Golf College.

<https://www.proourgolfcollege.com/300-articles/the-simple-putting-improvement-system-that-will-transform-your-poor-putting-into-great-putting>

Luis Llamas (2016). *Ejercer grandes fuerzas con actuador lineal*.

<https://www.luisllamas.es/arduino-actuador-lineal/>

Tom fielding golf (s.f.). Putting Probabilities.

<https://www.tomfieldinggolf.net/putting-probabilities.html>

Travel Magazine (2019). *Estados con más campos de golf en EE. UU.*

<https://travelmagazine.com/states-with-the-most-number-of-golf-courses-in-the-usa/>

Joel Beall (2017). ¿ Cuantos putts hace un golfista promedio? Golf Digest.

<https://www.golfdigest.com/story/how-many-putts-does-the-average-golfer-make-new-data-shows-you-need-more-time-on-the-practice-greenand-the-range>

MNH Licitaciones (s.f.). Como patentar en EE. UU. Inventos, diseños y plantas.

<https://mnhlicitaciones.com/como-patentar-en-estados-unidos/>

Ingemecánica (s.f.). Tornillos de Potencia.

<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn131.html>

SDP/SI (s.f.). Center Distance Designer.

<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn131.html>

Toni_K Member #399586 (s.f.). *Can bus shield hookup guide*.

<https://learn.sparkfun.com/tutorials/can-bus-shield-hookup-guide/all>

Fred Meyers. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*, Pearson Prentice Hall.

George Kanaway (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Cuarta Edición, Limusa.

Joseph E. Shigley, (2021). *Diseño de Ingeniería Mecánica*. Undécima Edición, Mac Graw Hill.

Niebel (2014). *Ingeniería Industrial de Niebel*. Decimotercera Edición, Mac Graw Hill.

12. ANEXO



12. Anexo

12.1 Diseño de producto

12.1.1 Requisitos de software

El Multigreen utilizará una aplicación (APP) para dispositivos móviles para recibir de la misma los parámetros necesarios para configurarse en la forma que el usuario haya elegido. Esto puede ser tanto greens o pendientes preconfiguradas como el panel de control de la empresa FullSwing (ver Figura 16).

En el caso de un green en particular, esta aplicación debe poder seleccionarlo desde una base de datos. Una vez en pantalla el usuario debe colocar la bandera en el lugar del green el cual quiera practicar y luego elegir la dirección (Figura 125).

La aplicación enviará los datos seleccionados al Multigreen y este posicionará la plataforma.

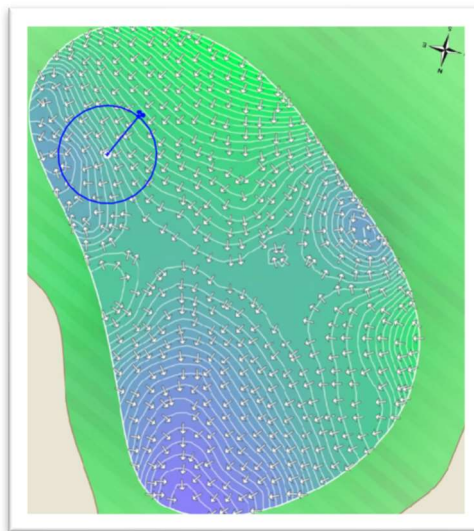


Figura 125 Elaboración propia. Imagen www.golfpass.com/travel-advisor/articles/

El uso de esta se limitará a las personas que hayan adquirido el dispositivo o a usuarios habilitados en el lugar donde se encuentre (campo de golf, club, hotel, etc.). Esto le permitirá:

- Ingresar con su respectivo usuario y clave
- Tener un menú amigable donde pueda acceder a los distintos green de un Campo de golf u otros.
- Poder adquirir nuevos greens (compra) y almacenarlo en su usuario
- Poder almacenar información estadística del usuario
- Modo de prueba y listado de fallas para Instaladores
- Pestaña de Ayuda

La App deberá ser compatible con plataforma Android e iOS

12.1.2 Información digital de un green.

Para que el MultiGreen pueda representar una fracción del green, particularmente donde se encuentra el hoyo y en un radio donde se posiciona en base a la selección del usuario, se deben conocer las altitudes del green para poder generar las pendientes.

El método para obtener la superficie de un green real en particular es utilizar un scanner laser como se puede observar en la figura:

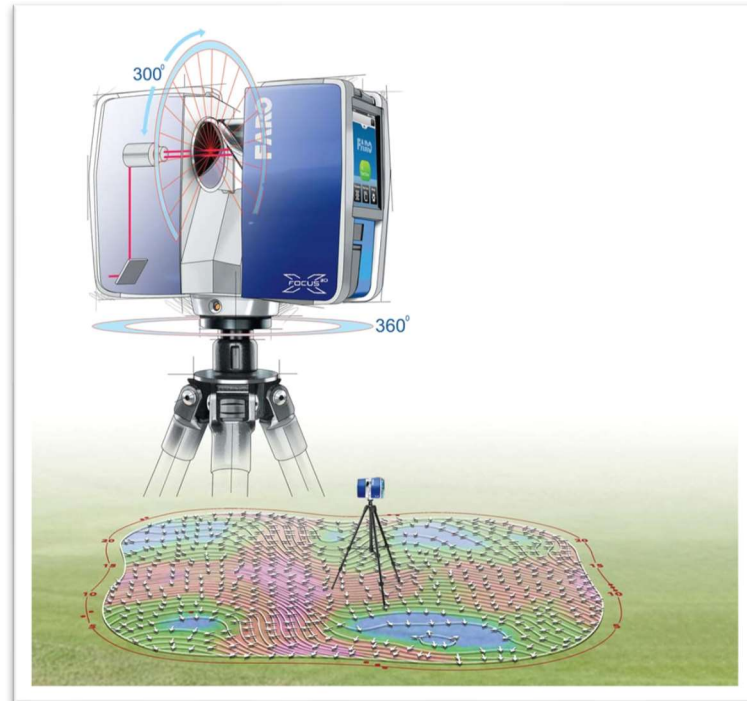


Figura 126 Escaneo de superficie de un Green. Fuente: www.faro.com

La precisión de este scanner laser es de 2 mm a 10 m y de 3,5 mm a 25 m debido a su precisión angular de 19 arcseg (Imagen X). Esto permite lograr una estimación lo suficientemente buena de la altura en el área que cubre cada elevador que es de 716 cm².

Especificaciones de rendimiento			
Intervalo de univocidad	614 m para hasta 0.5 M puntos/segundo	307 m a 1 M puntos/segundo	153 m a 2 M puntos/segundo
Alcance ¹	Blanco: 0.5 - hasta 350 m	Gris oscuro: 0.5 - hasta 150 m	Negro: 0.5 - 50 m
Velocidad máxima	Hasta 2 M puntos/segundo		
Ruido de alcance ^{1,2,3}	Blanco: 0.1 mm a 10 m 0.2 mm a 25 m	Gris oscuro: 0.3 mm a 10 m 0.4 mm a 25 m	Negro: 0.7 mm a 10 m 1.2 mm a 25 m
Precisión 3D ⁴	2 mm a 10 m	3.5 mm a 25 m	
Error de alcance ⁵	±1 mm		
Precisión angular ⁶	19 arcseg		
Láser de alto rango dinámico (HDR)	Sí		
Rango de temperatura ⁷	Temperatura de funcionamiento: +5 °C a +40 °C	Temperatura de funcionamiento extendido: -20 °C a +55 °C	Temperatura de almacenamiento: -10 °C a +60 °C

Figura 127 Imagen X Fuente: <https://media.faro.com/>

Esta información obtenida servirá para desarrollar una aplicación que permita seleccionar un green de una cancha de golf y posicionar el hoyo y dirección manualmente (Figura 125) o aleatoria y así practicar la cantidad de tiros con el putter que el usuario quiera (ver imagen demostrativa). Luego podrá cambiar la dirección donde podría estar la pelota o cambiar la ubicación del hoyo. Esta es la característica principal que posee el Multigreen.

El alquiler el equipo laser mencionado en el país y además el cual en EE. UU sale U\$S 500 la hora y el permiso para escanear los greens en un campo de golf estándar es de U\$S 2000.

12.1.3 Estudio previo - Matriz QFD

La metodología QFD consiste básicamente en transmitir “Qué desean los clientes” en “Cómo se puede satisfacer esa necesidad”.



Figura 128 Esquema matriz QFD

Paso 1: Fijación del Objetivo

¿Qué características debe reunir el putting green dinámico denominado Multigreen?

Paso 2: Establecer lista de expectativas a satisfacer, “Qués”

Aquí se determinaron en base al estudio de mercado los siguientes requerimientos de clientes que aparecen luego en la matriz:

- Precisión
- Dimensiones
- Durabilidad
- Fácil uso
- Variedad de configuraciones
- Diseño
- Altura
- Precio
- Instalación del equipo
- Realismo
- Velocidad de configuración

Paso 3: Asignar coeficiente de peso a los “Ques”

Los requerimientos de mayor peso a tener en cuenta serán el Precio, Realismo y Variedad de configuraciones. Los 3 poseen 9 puntos.












Row #	Weight Chart	Relative Weight	Customer Importance	Maximum Relationship	Customer Requirements (Explicit and Implicit)	Column #						
						1	2	3	4	5	6	7
Direction of Improvement						◇	▲	◇	▼	▼	◇	▲
Functional Requirements						Materiales Estructura	Mecanismo de elevacion	Panel de configuracion	Controladores	Cantida de elevadores	Estudio de Mercado	Optimización de producción
1		8%	3	6	Precisión		●		○	●		
2		3%	1	3	Dimensiones		○			○	●	
3		3%	1	3	Durabilidad	○	○					
4		3%	1	3	Fácil uso			○				
5		24%	9	9	Variedad de Configuraciones			●		○		
6		3%	1	3	Diseño	○						○
7		3%	1	3	Altura		●					
8		24%	9	9	Precio	○	●	○	○	○	○	●
9		3%	1		Instalación							
10		24%	9	9	Realismo		●			○		
11		3%	1	9	Velocidad de configuracion		●		○			

Figura 129 Asignación de peso a requerimientos de clientes

Paso 4: Evaluación de los productos de la competencia

Para el diseño de un nuevo producto se debe tener en cuenta que sus características no sean inferiores a la de sus competidores.

Los competidores fueron descritos en el estudio de mercado y en este punto se colocó una calificación para cada requerimiento de clientes.

Se puede observar que el competidor 2, Full Swing el precio tiene un valor de 1 porque su producto cuesta más de U\$S 70.000, pero con una ventaja de realismo de un green que es de 5.

Multigreen debe concentrar la atención de todos los requerimientos que tengan puntuación alta de todos los competidores.

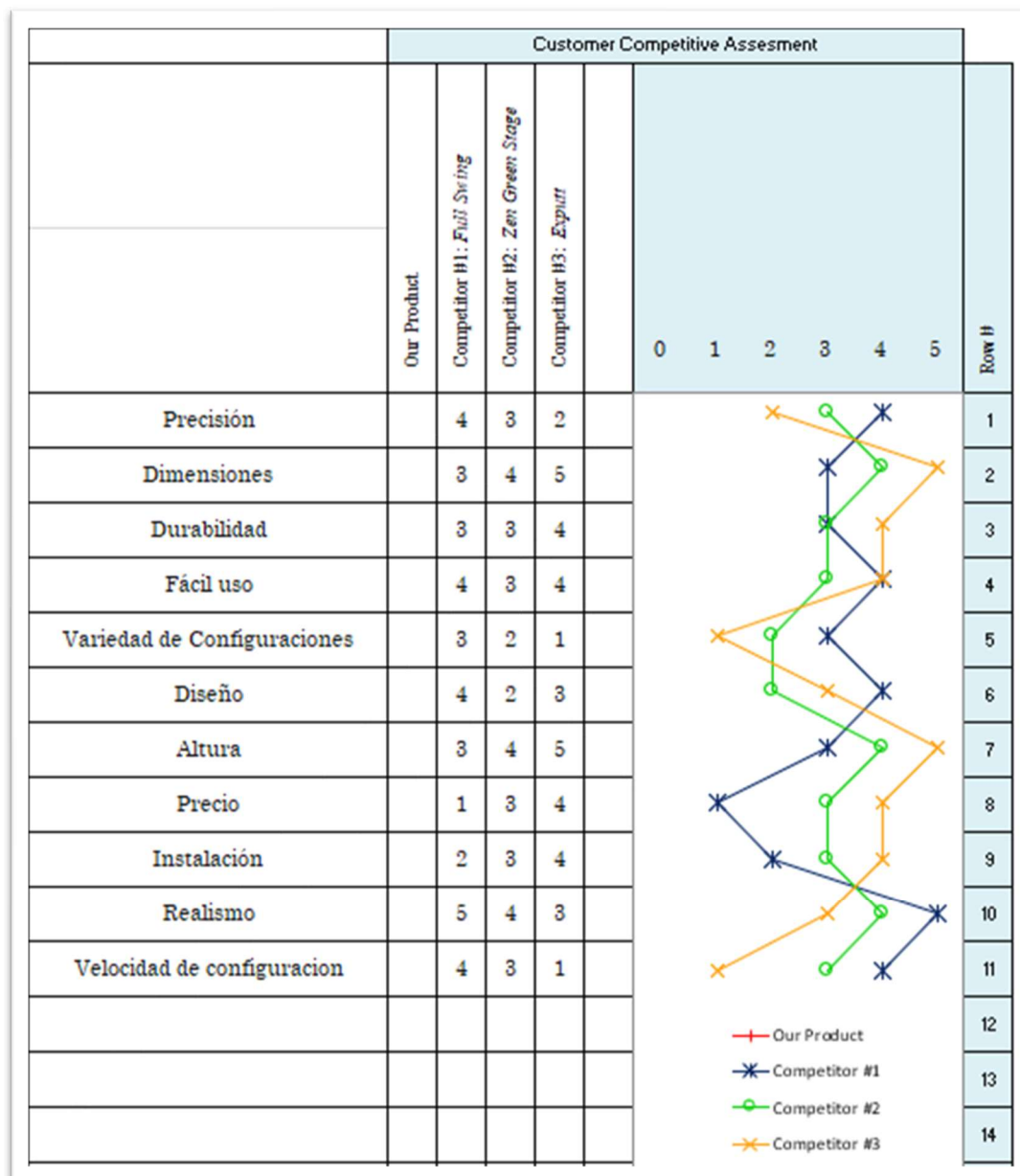


Figura 130 Análisis competidores matriz QFD

Paso 5: Establecimiento de “cómo”

Para satisfacer los “qué” en la figura 130 se asignaron los requerimientos funcionales para poder cumplir con los requerimientos de clientes.

Se puede observar que el mecanismo de elevación interviene en casi todos los puntos. De aquí que este proyecto su principal objetivo es desarrollarlo para que cumpla con los requisitos técnicos y económicos.