

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL

"Diseño de sistema para la optimización del proceso de descascarado de macadamia en Finca Sierra Fecunda, S.A."

PROYECTO DE GRADO

ANA ISABEL LLARENA GREÑAS
CARNET 10752-10

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, AGOSTO DE 2018
CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL

"Diseño de sistema para la optimización del proceso de descascarado de macadamia en Finca Sierra Fecunda, S.A."

PROYECTO DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

POR
ANA ISABEL LLARENA GREÑAS

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE DISEÑADORA INDUSTRIAL EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, AGOSTO DE 2018
CAMPUS CENTRAL

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

DECANO: MGTR. CRISTIÁN AUGUSTO VELA AQUINO
VICEDECANO: MGTR. ROBERTO DE JESUS SOLARES MENDEZ
SECRETARIA: MGTR. EVA YOLANDA OSORIO SANCHEZ DE LOPEZ
DIRECTORA DE CARRERA: LIC. MARIA REGINA ALFARO MASELLI

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

MGTR. FERNANDO ANTONIO ESCALANTE AREVALO

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. JUAN PABLO SZARATA
LIC. CARLOS ALBERTO LORENZI MELCHOR
LIC. LUIS EDUARDO MEDRANO GARCÍA

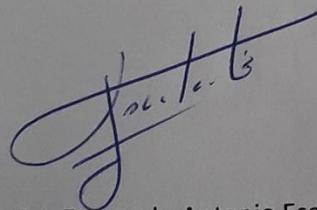
Guatemala, 08 de Marzo de 2018

Señores
Miembros del Consejo de Facultad
Facultad de Arquitectura y Diseño
Universidad Rafael Landívar

Estimados Señores:

Me dirijo a ustedes para informarles que el Proyecto de Diseño titulado **“Diseño de mecanismo para mejora en el descascarado de macadamia en Finca Sierra Fecunda, S.A.”** Elaborado por la estudiante ANA ISABEL LLARENA GREÑAS con número de carnet 1075210, ha sido concluido satisfactoriamente y puede ser considerado para la PRESENTACION DEL PROYECTO DE DISEÑO.

Atentamente,



Lic. D.I. Fernando Antonio Escalante Arévalo
Asesor



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
No. 031359-2018

Orden de Impresión

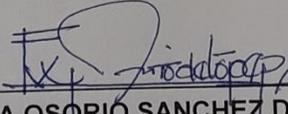
De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Proyecto de Grado de la estudiante ANA ISABEL LLARENA GREÑAS, Carnet 10752-10 en la carrera LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL, del Campus Central, que consta en el Acta No. 0322-2018 de fecha 10 de agosto de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

"Diseño de sistema para la optimización del proceso de descascarado de macadamia en Finca Sierra Fecunda, S.A."

Previo a conferírsele el título de DISEÑADORA INDUSTRIAL en el grado académico de LICENCIADA.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 10 días del mes de agosto del año 2018.




MGTR. EVA YOLANDA OSORIO SANCHEZ DE LOPEZ, SECRETARIA
ARQUITECTURA Y DISEÑO
Universidad Rafael Landívar

Agradecimiento

A mi papá por alentarme y nunca dejar que me rindiera.

A mi hermano José, por siempre estar pendiente y dispuesto a brindar sus conocimientos.

A mi familia, por siempre estar pendientes y creer en mí.

A mi asesor, Fernando Antonio Escalante Arévalo, por su apoyo y conocimiento.

Dedicatoria

A mi papá y a José, que después de todos los sacrificios, al final se logró.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	7	USUARIO.....	26
ANTECEDENTES	8	ANTROPOMETRÍA	26
CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO	8	ANÁLISIS DE USO.....	27
ASPECTOS TÉCNICO- ECOLÓGICOS	9	ANÁLISIS DE SOLUCIONES EXISTENTES.....	29
PRINCIPALES VARIEDADES	11	CONCLUSIÓN.....	33
MANEJO AGRONÓMICO.....	12	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	33
ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIÓN.....	13	PROBLEMA ESPECÍFICO.....	34
COSECHA	15	MARCO LÓGICO DEL PROYECTO	34
MANEJO POSCOSECHA PARA EXPORTACIÓN.....	16	OBJETIVO GENERAL.....	34
PRESENTACIÓN.....	17	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	35
USOS DE LA MACADAMIA	18	REQUERIMIENTOS Y PARÁMENTROS.....	35
ASPECTOS DE MERCADO.....	18	CONCEPTUALIZACIÓN	39
CONCLUSIÓN	19	TEORÍAS DE DISEÑO	39
CONTEXTO.....	20	WERKBUND	40
PROCESO DE RECOLECCIÓN	24	FUNCIONALISMO	40
NECESIDAD DETECTADA.....	25	HERRAMIENTAS DE APOYO TÉCNICO	40
ACTORES INVOLUCRADOS.....	26	EXPERIMENTACIÓN INICIAL	44
		PRIMER PROPUESTA	44
		SEGUNDA PROPUESTA.....	45
		TERCERA PROPUESTA.....	47

CUARTA PROPUESTA.....	49	COSTOS.....	135
EVOLUCIÓN	50	CONCLUSIONES	139
MODELO DE SOLUCIÓN.....	52	RECOMENDACIONES.....	140
MODELO DE SOLUCIÓN CON TODAS SUS PARTES	53	BIBLIOGRAFÍA	141
PROPUESTA FINAL.....	56	ANEXOS	144
ISO-LOGOTIPO	60	PLANO GABINETE DE CONTROL	144
MATERIALIZACIÓN	61	PLANOS MOTOR.....	145
MATERIALES	64	ESPECIFICAIONES DEL MOTOR.....	146
METAL.....	64		
ACABADOS.....	64		
MADERA	64		
ACABADOS.....	64		
SECUENCIA DE USO	64		
MANERA MANUAL	65		
MANERA ELÉCTRICA	66		
MATERIALES Y PROCESOS APLICADOS.....	69		
PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	69		
FLUJO DE PRODUCCIÓN	72		
VALIDACIÓN	73		
PLANOS TÉCNICOS.....	84		

RESUMEN EJECUTIVO

MACAMUTTER es una máquina para descascarar macadamia de manera segura y eficiente, la cual puede ser operada de manera manual o eléctrica dependiendo del tamaño de producción que se tenga de macadamia. Macamutter mejora la experiencia del usuario, cambiando el uso de la piedra como herramienta, haciendo el procedimiento más eficiente, por la utilización de mecanismos que facilitan el proceso haciéndolo más eficiente. Macamutter descascara la macadamia en menor tiempo macadamia y separa parte de su cáscara en menor tiempo. La máquina está fabricada de metal, lo cual garantiza su resistencia y dureza al trabajo que será sometida. Otra característica importante es que cuenta con una caja electrónica que permite controlar sus funciones y de la misma manera le añade seguridad al usuario permitiendo detener su funcionamiento en cualquier momento, como invertir la rotación del eje en caso de atascamiento por una nuez, evitando así forzar el motor. Esta máquina cuenta con dependiendo del uso del operador y el volumen de

producción se puede hacer diferentes variaciones, como la altura de la máquina, la fuerza de las rampas al pasar la macadamia, la vibración de la parrilla y por último la abertura que alimenta la máquina.

INTRODUCCIÓN

El proyecto MACAMUTTER se desarrolla dentro del contexto agrícola, donde a lo largo de los años se ha visto un incremento de producción de la macadamia y sus derivados, generando más fuentes de trabajo. Este incremento se comenzó a generar a partir del año 2000, cuando el café tuvo problemas por el drástico descenso de precios e inestabilidad en los mercados internacionales. Esta inestabilidad se traduce a serios problemas financieros para las empresas productoras como también las exportadoras, ocasionando desempleo y hasta la quiebra a muchas empresas. Como consecuencia llevó a los agricultores a buscar cultivos alternativos que se adaptaran a las mismas condiciones ambientales en las que crece el café, para así lograr otras fuentes de ingresos y no depender de solo un cultivo.

La macadamia es un cultivo que crece en las mismas condiciones ambientales del café, siendo óptimo para ser sembrado inicialmente con otro tipo de cultivo, mientras el árbol vaya creciendo se cuente con otro tipo de ingreso.

Debido a que el país es relativamente nuevo en la cosecha de macadamia, no se cuenta con la maquinaria local y debido a esto pequeños productores recurren a realizar el proceso de manera manual pero conforme va aumentando la producción no se dan abasto. Lo anterior los lleva a recurrir a la compra de maquinaria en el extranjero cuando incrementa la producción. Esto presenta una problemática para ser afrontada por medio del diseño industrial. Con la implementación de una máquina que pueda ser utilizada tanto de manera manual para pequeñas producciones y de manera electromecánica para producciones mayores. Donde se pueda hacer eficiente el proceso, reduciendo tiempo de descascarado y clasificado de la macadamia. Buscando de esta manera experimentar un crecimiento cualitativo en productividad y ganancias, debido al tiempo extra de trabajo del descascarado manual.

ANTECEDENTES

Según Anacafé (Asociación Nacional del Café) la macadamia pertenece a la familia de las potaceas y es originaria de los bosques lluviosos costaneros del litoral de Australia, por consiguiente se adapta a regiones comprendidas entre las zonas de vida denominadas bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo tropical, y bosque muy húmedo premontano.

Esta institución sostiene que su introducción a Guatemala no se puede determinar con precisión, pero en el año de 1958 se trajeron semillas de variedades procedentes de Hawái, Estos materiales fueron manejados por el Instituto Agropecuario Nacional, Escuela de Agricultura y estación experimental de Chicolá.

CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO

El árbol de macadamia puede llegar a alcanzar una altura de 7 a 12 metros en Australia. Es un fruto que no es capaz de abrirse espontáneamente por sus propios medios para dejar salir sus semillas para que se dispersen, es de forma esférica de 2 a 3 cm de diámetro, con una cubierta leñosa que

contienen de 1 a 2 semillas esféricas. La madera del árbol es de veta gruesa y dura, pero las ramas se quiebran y caen fácilmente.

“Existen diez especies de macadamia, de las cuales Macadamia Integrifolia es preferida por su mayor porcentaje de almendras sanas y mayor uniformidad en el tamaño del fruto; las conchas son lisas y pequeñas, las hojas tienen bordes ondulados con tres hojas por nudo. Las flores son color blanco cremoso agrupado en racimos de 12 a 30 cm. La Macadamia Tetraphylla, más indicada para usarse como patrón para el injerto debido a su mejor sistema radicular; cuenta con una concha rugosa, grande; hojas con borde aserrado muy espinoso, con cuatro hojas por nudo, nervaduras color púrpura. Las flores son color rosado en racimos de 20 a 50 cm.” (Anacafé)

Las características que se buscan en cultivos de macadamia incluyen:

- Producción temprana y normal

- Alta recuperación de semilla
- Caída completa de la nuez a su madurez
- Estructura fuerte de las ramas
- Resistencia a ataques de insectos y enfermedades
- Semillas con alto contenido de aceite y larga durabilidad



Imagen 1: Fruto y árbol de macadamia
 (Quintas, 2011)

ASPECTOS TÉCNICO- ECOLÓGICOS

Según estudios realizados por Anacafé el cultivo de macadamia prospera en Guatemala en altitudes de 600 a 1,600 msnm (metros sobre el nivel del mar), similares a las apropiadas para el cultivo de café. Se adapta a precipitaciones

pluviales anuales de 1,000 a 4,000 mm y con niveles adecuados de insolación. También se recomienda que la temperatura del lugar a sembrar, se encuentre entre los 14 a 32 grados centígrados.

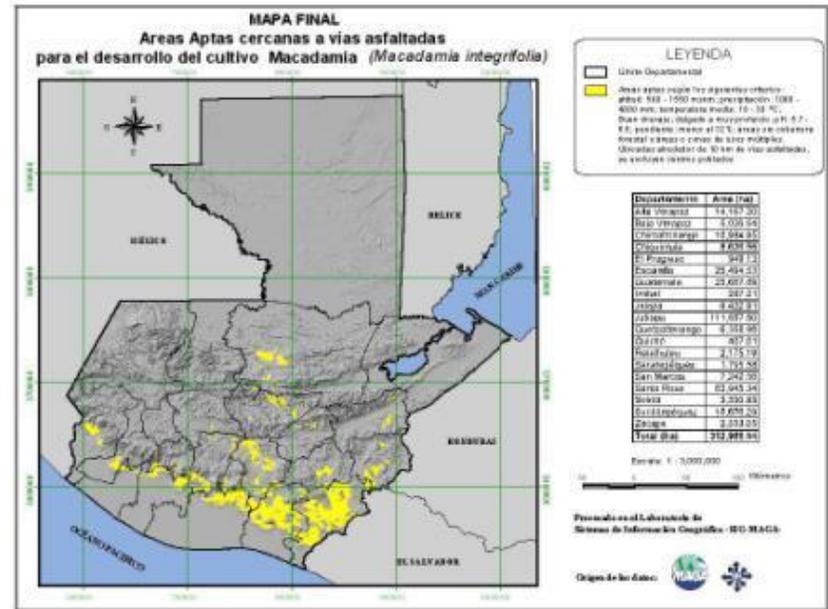


Imagen 2: Áreas aptas cercanas a vías asfaltadas para el desarrollo del cultivo de macadamia
 (Anacafé)

La macadamia prospera en suelos franco-arenosos, franco arcilloso y arcilloso. Se recomienda evitar los suelos que tengan mal drenaje, debido a que la macadamia tiene un sistema radicular muy superficial, por lo cual necesita que los suelos sean fértiles, sueltos, bien drenados y sin capas impermeables que impidan el crecimiento normal de la raíz. El suelo debe contar con sustrato en un rango de PH entre 5.5 y 7.0, asegurando el crecimiento prospero del árbol.

Las plantaciones se desarrollan adecuadamente en pendientes no mayores de 30 grados. Sin embargo, de acuerdo al estudio, en Guatemala las condiciones óptimas para el desarrollo de este cultivo se encuentran en zonas con pendientes inclinadas o quebradas, por lo que es necesario implementar sistemas de conservación de suelos como siembras en contorno, barreras vivas, terrazas en contorno etc.

La implementación de estas barreras o cortinas rompe vientos, también ayudará al cultivo de macadamia debido a que el viento tiene dos efectos destructivos en este cultivo, el mecánico y el ambiental. El mecánico provoca doblamiento,

deformación, caída de frutos inmaduros y volcamiento de árboles. El ambiental causa una transpiración fuerte en el árbol de macadamia, lo que provoca deshidratación de las hojas, causando daño en la producción de macadamia.

“Los arboles de macadamia se pueden presentar en diferentes formas dependiendo de la variedad y el tratamiento de poda que se realice en los primeros años de crecimiento. Forma circular, columnar e irregular.” (Quintas, 2011)

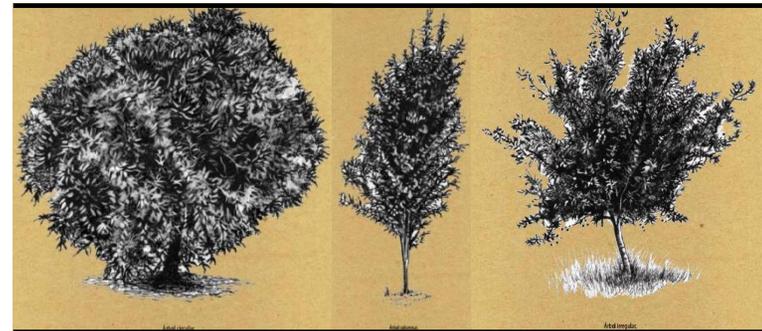


Imagen 3: Formas del árbol de macadamia
(Quintas, 2011)

“La nuez de macadamia es un fruto esférico que pertenece al grupo de los frutos conocidos como folículos. Está formado por una cáscara verde, botánicamente llamada pericarpio, y en su interior se encuentra la semilla de color café llamada (concha).” (Quintas, 2011)

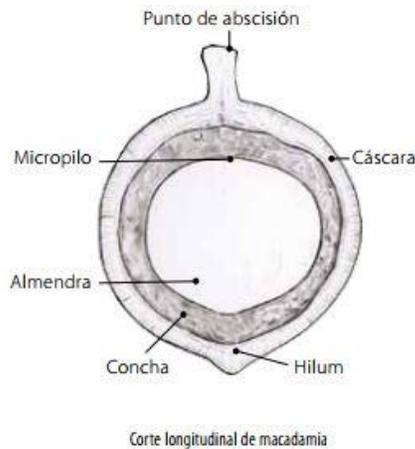


Imagen 4: Partes del fruto de macadamia
 (Quintas, 2011)

PRINCIPALES VARIEDADES

Según Anacafé las principales variedades que se cultivan en Guatemala y el mundo tienen su origen en la selección

realizada en la universidad de Hawái, donde tomaron especial interés en el alto contenido de aceite de las almendras y el mayor tamaño de estas en relación con la cáscara. Tienen además un nombre de personas destacadas en el cultivo y una numeración internacional.

No.	Nombre	Copa	Hojas	Nueces por Libra
246	Keauhou	Muy densa Ramas con uniones muy débiles	Espatulada ondulado aguda Borde Base Ápice obtuso	55
333	Ikaika	Redonda fuertes Ramas muy abiertas Uniones muy fuertes Muy precoz	Lisas y anchas Borde ondulado	60
508	Kakea	Densa, vertical	Sin terminaciones puntiagudas en el borde	60
344	Kau	Compacta, vertical	Espatulada obtuso aguda Ápice Base	55
660	Keaau	Mediana, vertical, resistente a vientos, susceptible a sequía	Sin terminaciones puntiagudas en el borde	65

Tabla 1: Variedades del árbol de macadamia
 (Anacafé)

MANEJO AGRONÓMICO

“La semilla de cualquier variedad de macadamia puede ser utilizada como patrón. El patrón es el que dará las características de la raíz al árbol. Es importante que la selección de la semilla sea de una variedad con una raíz vigorosa y un alto porcentaje de germinación, como lo son las variedades 660 y 246.” (Quintas, 2011)

Se recomienda utilizar las semillas que acaban de ser recolectadas, ya que su viabilidad disminuye rápidamente con el tiempo. Se puede asegurar de manera más eficiente la calidad de las semillas, sumergiéndolas en agua y sólo utilizando las que se hunden, eliminando las flotantes.

La libra de macadamia contiene un promedio de 55 nueces en concha y el porcentaje de germinación es del 90%, esto permite calcular la cantidad de semilla a sembrar de acuerdo con el tamaño del almacigo a realizar.

Después de la selección de la semilla, estas se sumergen en agua con sal durante 48 horas; luego se sacan y se mantienen a pleno sol más o menos tres días o hasta que la semilla empiece a quebrar, en este punto se encuentra lista para la siembra.

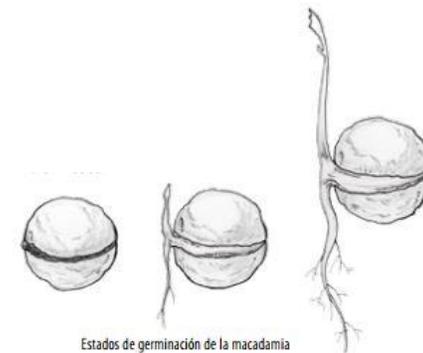


Imagen 5: Germinación de la concha de macadamia
(Quintas, 2011)

“Las semillas se deben plantar en suelo poroso (arenoso) con un excelente drenaje, aproximadamente a 2 cm de profundidad y 8 cm de separación entre cada semilla. Esta cama de semillas debe estar ligeramente sombreada y debe

regarse frecuentemente. Dependiendo de la temperatura, las semillas germinarán en un período de 1 a 3 meses.” (Quintas, 2011)

La injertación debe hacerse cuando las plantas tengan un grosor de 1.5 a 2 cm. Y a una altura de 10 cm. Del suelo, tamaño que alcanzan más o menos al año del trasplante.

Cuando las plantas alcanzan una altura de 1 metro son cortadas a una altura de 33 pulgadas y con esto empieza la formación de la primera canasta, después de esto se deshija a cada 15 días eliminando chupones mal deseados que crecen alrededor del patrón, así se elimina el exceso de ejes terminales dejando únicamente 3, que son los que formaran la siguiente canasta. Con este proceso se logra una buena formación del árbol.

ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIÓN

De acuerdo con Anacafé para diferentes altitudes se recomiendan distanciamientos distintos. De 2,000 a 3,500 pies sobre el nivel del mar, se debe sembrar a 9 o 10 metros al cuadro o sea de 100 a 123 árboles por hectárea. De 3,500 a 4,500 pies sobre el nivel del mar, se debe sembrar a 7 metros al cuadro o sea 204 árboles por hectárea. DE 4,500 a 5,300 pies sobre el nivel del mar, se puede plantar a 6x6 metros lo que da una densidad de 278 árboles por hectárea.

Entre mayor número de árboles por hectárea, mayor es el número de podas que se deben realizar, para que los árboles no compitan por la luz.

“Las plantaciones densas, generan producciones tempranas y altas por hectárea en los primeros diez años, pero a un costo promedio mayor por planta. En sistemas con elevadas densidades, se procede a plantar primero densamente para luego ralea y así evitar la escasez de luz al interior de los

árboles; sin embargo, esta actividad de raleo tiene un costo. Las variedades apropiadas para la siembra a altas densidades son 660 y 344.” (Quintas, 2011)

“Plantaciones espaciadas: significan costos más bajos y un tiempo más largo para la poda de rejuvenecimiento; las variedades más apropiadas son: 246 y 333.” (Quintas, 2011)

Como se muestra en la siguiente imagen, las líneas de árboles deben ser sembradas en dirección norte-sur, con la distancia más corta para una mayor intercepción del sol. Es recomendable que la altura de los árboles no sea mayor que el 70% del ancho de las líneas.

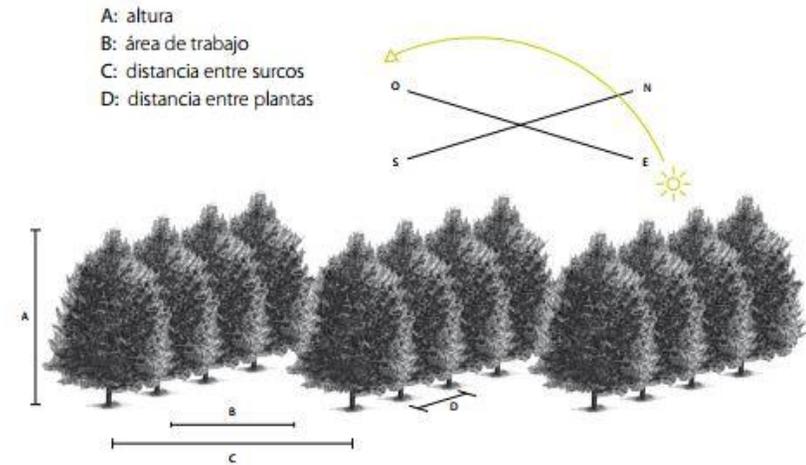


Imagen 6: Forma de la siembra
 (Quintas, 2011)

La gran variedad de árboles de macadamia proporciona una gran variedad de formas, por lo que el espacio entre los árboles dependerá del crecimiento de la variedad seleccionada.

La mejor época para hacer el traspaso del almacigo al campo es primavera, ya que de esta manera los árboles tendrán una temporada completa de crecimiento para establecerse y comenzarán su producción en un año. La planta debe ser

llevada a campo cuando tenga alrededor de 2 años y 80 cm de altura.

Según el manual técnico para productores de nuez de macadamia, la macadamia es un árbol que se puede cultivar simultáneamente con varios cultivos; el cultivo con el cual se asocie dependerá de la densidad con la que la macadamia sea sembrada. Durante los primeros años, entre los surcos se pueden sembrar algunas especies anuales como son: yuca, maíz, frijoles, hortalizas y hierbas aromáticas o condimentos. Si esto va a suceder durante los diez primeros años, se debe pensar en tener mayor espacio entre los surcos. Se pueden tener también cultivos perennes intercalados como: la piña, el banano, el café, el maracuyá, la papaya y el aguacate, dependiendo de la zona de cultivo.

COSECHA

Cuando las nueces alcanzan su madurez caen al suelo por sí solas. Para facilitar su recolección se recomienda realizar un plato alrededor del árbol, descartando hojas y rocas, poniéndolas en los bordes para que de esta forma se forme una barrera y las nueces no rueden causando pérdida, siendo más fáciles de identificar.

Las plantaciones de macadamia inician su producción de los 4 a 5 años, dando sus primeros ensayos, madurando entre los 7 a 9 años y estabilizándose a los 12 años, donde pueden llegar a producir por más de 100 años. Toda producción se podrá incrementar de acuerdo con el manejo y condiciones de desarrollo de la plantación.

MANEJO POSCOSECHA PARA EXPORTACIÓN

-Descascarado: La nuez húmeda en cáscara recolectada debe ser descascarada el mismo día de la cosecha. Esta actividad se puede realizar con una descascaradora o manualmente. La nuez no debe ser almacenada con cáscara pues perderá calidad. La recomendación anterior se debe a que, si se almacena la nuez en cáscara por más de 12 horas, esto propiciará el crecimiento de hongos; otra consecuencia es que puede ayudar a incrementar la temperatura al interior de la nuez y promover su germinación, lo cual acelerará el proceso de ranciedad en la nuez.

-Clasificación: Se recomienda colocar las nueces en una tina con agua potable después de descascaradas. Todas las nueces que floten deben descartarse debido a que están podridas, penetrada por un insecto o no llegaron al punto óptimo; y las que se hundan hay que retirarlas del agua lo antes posible, para después pasar a ser secadas.

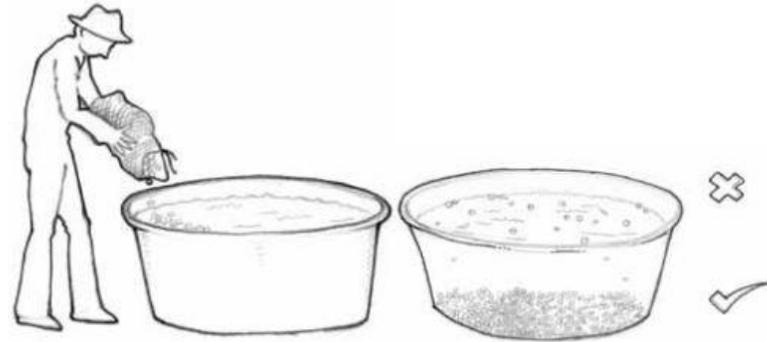


Imagen 7: Clasificación de la concha de macadamia
(Quintas, 2011)

-Secado: El proceso de secado y almacenamiento de la nuez depende de la humedad con la que fue cosechada, de la variedad y de las condiciones ambientales del lugar. Las nueces con bajo contenido de aceite tienden a tener conchas que se quiebran más rápido durante su secado y serán más susceptibles a la germinación e infección por hongos. Es muy importante reducir en un 10% aproximadamente, el contenido de humedad en la nuez recién cosechada y descascarada; de otro modo, el moho se puede desarrollar rápidamente provocando su deterioro. La mayoría de productores hacen

uso de sistemas naturales de secado poniéndolo en sombra y con la mayor ventilación posible.

PRESENTACIÓN

La calidad de la nuez de macadamia se juzga según su color y forma. Nueces enteras, uniformes, de color blanco cremoso cumplen con los requerimientos.

Estilo 0: Conocido como “Super Premium Wholes”.

Estilo 1: Conocido como “Premium Wholes”.

Estilo 2: Conocido como “Premium Wholes and Halves”.

Estilo 4: Conocido como “Premium Cocktail Mix”.

Estilo 5: Conocido como “Premium Large Halves”.

Estilo 6: Conocido como “Premium Chips”.



Imagen 8: Presentación de la concha de macadamia
 (Quintas, 2011)

USOS DE LA MACADAMIA

La macadamia produce una nuez muy fina de alto valor nutritivo y exquisito sabor. La nuez es tostada, procesada y empacada para comercializarla como nuez tostada y salada, además es utilizada en repostería, confitería, como nuez recubierta de chocolate, en turrone y helados.

“Su semilla tiene un altísimo contenido en aceites. Es utilizada en alimentación y en la industria de la cosmética. Hay muchos otros productos que incorporan nuez de macadamia en su composición como licores, mermeladas, y jaleas, sopas y aceites cosméticos que son rápidamente absorbidos por la piel.” (Anacafé)

“Los estilos de macadamia conocidos como Super Premium Wholes y Premium Wholes son normalmente utilizados para ser cubiertas de chocolate o para decorar pasteles. Los estilos conocidos como Premium Wholes and Halves y Premium Cocktail Mix son utilizadas como botanas. Y por último los

estilos Premium Large Halves y Premium Chips son utilizadas para helados, pasteles o salsas.” (Quintas, 2011)

ASPECTOS DE MERCADO

Los productores del hemisferio norte (Estados Unidos, Guatemala, Costa Rica) disponen de altos niveles de producción desde julio hasta diciembre, mientras que en el hemisferio sur (Australia, Sudáfrica, Ecuador), la nuez se produce entre enero y junio.

Según Anacafé las ventas a nivel mundial son mayores durante el segundo semestre, donde se registran picos de ventas en los últimos tres meses del año, ya que la temporada de Navidad tiene una importante incidencia en las ventas de macadamia.

Lista de los mercados importadores de macadamia exportado por Guatemala.

Producto: Según clasificación 08026100 en dólar americano.

País	Exportado en 2012	Exportado en 2013	Exportado en 2014	Exportado en 2015	Exportado en 2016
Mundo	1510	1667	2929	2367	6568
Hong Kong, China	133	0	194	40	4089
Vietnam	0	0	0	40	1243
Costa Rica	738	1485	500	1088	900
China	14	47	1801	887	221
Italia	0	0	139	0	116
Japón	240	0	0	0	0
México	24	0	0	0	0
Taipei Chino	0	0	128	33	0
Alemania	15	19	168	269	0
España	0	0	0	10	0
USA	345	116	0	0	0

Tabla 2: Mercados importadores de macadamia exportado por Guatemala
 (Anacafé)

Los datos obtenidos en la tabla son cálculos del CCI (Cámara de Comercio Internacional) basados en estadísticas del Banco Central de Guatemala, se observa un incremento significativo en la producción y exportación de macadamia en los últimos dos años.

CONCLUSIÓN

De acuerdo a la información anterior, se puede concluir que debido a que la macadamia comienza a ensayar a partir de los cuatro años y formaliza su producción alrededor de los siete años, se puede llegar a una solución que se adapte a ambas situaciones.

CONTEXTO

La Finca Sierra Fecunda, S.A. en la cual se basó este proyecto de tesis, está ubicada en el departamento de Suchitepéquez en Guatemala. Está compuesta por tres áreas: Finca San Rafael, Finca Santa Rita y Finca la Trinidad. Cuentan con una extensión territorial en total de 10.5 caballerías.

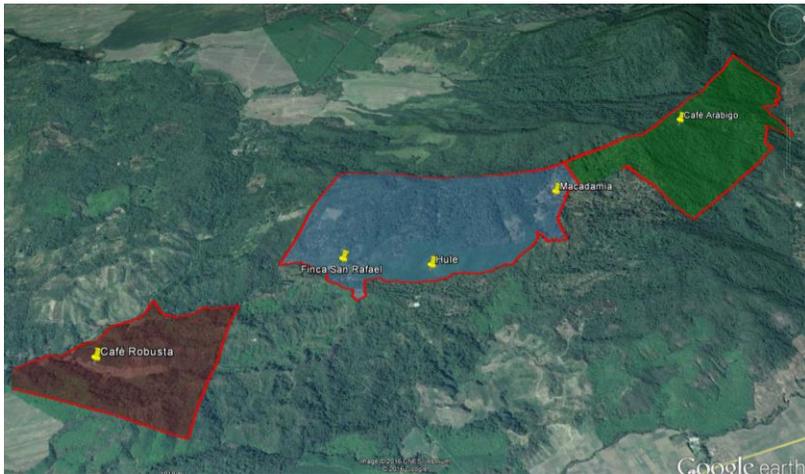


Imagen 9: Área de Finca Sierra Fecunda S.A.

(Google Maps)

Se encuentra ubicada en la región suroccidente de la república, en el área rural, a una distancia de la carretera de 2.5 km al casco de la finca. El clima del lugar es de boca costa que llega a temperaturas de hasta 34 grados °C.

Cuenta con 27 trabajadores fijos, hombres y mujeres que viven allí con sus familias.

La finca no cuenta con servicio de energía eléctrica así que utilizan dos plantas eléctricas, una de 5 caballos de fuerza y otra de 7 caballos de fuerza que funcionan con gasolina súper, estas son utilizadas en el área de beneficio de café, oficina y bodegas. La casa patronal cuenta con paneles solares en la casa patronal con un sistema aislado que no está conectado a la red eléctrica.

En el año 2000, donde el café tuvo problemas por el drástico descenso de precios e inestabilidad en los mercados internacionales, creando inestabilidad económica, llevando la finca a la quiebra. Por este motivo se cerró la finca por seis meses, forzando a buscar cultivos alternativos que se adaptaran a las mismas condiciones ambientales en las que

crece el café, para así lograr otras fuentes de ingresos para poder mantener la finca y generar ganancias, no dependiendo de sólo un cultivo.

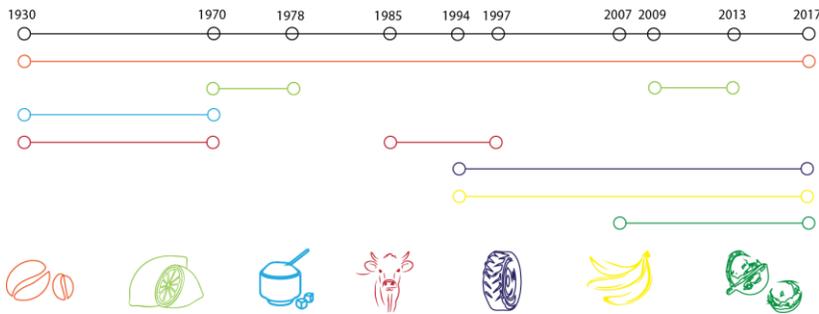


Imagen 10: Línea de tiempo de productos de Finca Sierra Fecunda, S.A. (Propia)

En la actualidad en la finca se producen cuatro cultivos: banano, café, hule y macadamia; tres caballerías están cultivadas con café, una y un cuarto con hule, un cuarto con banano y con de macadamia. Cuatro caballerías son de bosque virgen para conservar la biodiversidad del lugar. Y por último, una caballería con café se encuentra en abandono debido a la enfermedad de la roya que ha afectado en los últimos años.

Teniendo en cuenta que la finca se encuentra a una altura que varía de 450 a 1200 m sobre el nivel del mar y con precipitaciones pluviales anuales de un promedio de 3,000 mm, siendo óptimo para el cultivo de macadamia. Para que esta planta prospere en Guatemala tiene que ser cultivada en una altitud de 600 a 1,600 metros sobre el nivel del mar y con precipitaciones pluviales de 1,000 a 4,000 mm. En el año 2007 se comenzó con un almácigo de 2000 plantas de macadamia. Conforme al paso de los años se incrementó, llegando a tener alrededor de 5000 árboles en una extensión de una caballería.

	Macadamia en Guatemala	Finca Sierra Fecunda, S.A.	
Altura sobre el nivel del mar	600 - 1,600 m	450 - 1,200 m	✓
Precipitación pluvial	1,000 - 4,000 mm	3,000 mm	✓
Temperatura	14 - 32 °C	20 - 27 °C	✓
Tipo de suelo	Franco arenoso Franco arcilloso Arcilloso	Franco arcilloso	✓
PH de suelo	5.5 - 7.0	6.50	✓

Tabla 3: Características de Finca Sierra Fecunda S.A. (Propia)

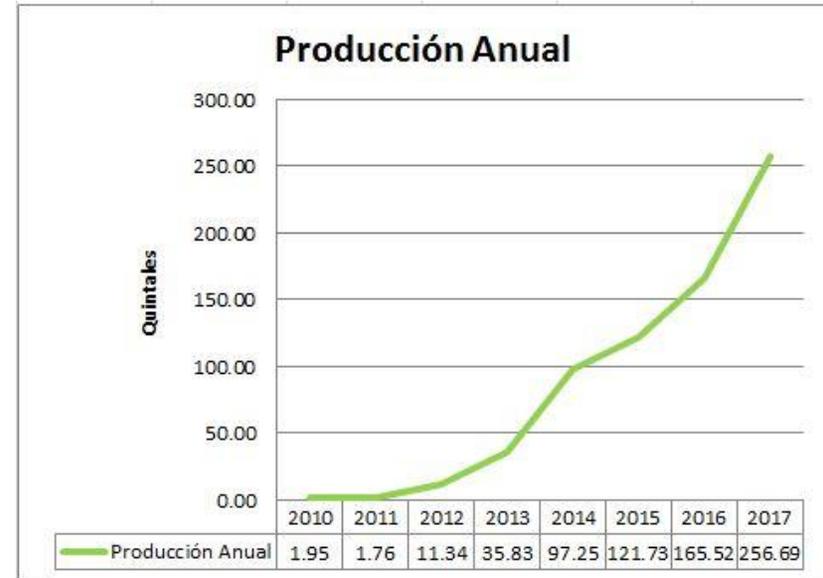
Se cuentan con dos variedades de macadamia:

No.	Nombre	Copa	Hojas	Nueces por Libra	
333	Ikaika	Redonda fuerte abiertas	Uniones Ramas muy Muy precoz	Lisas y anchas ondulado	60
508	Kakea	Densa, vertical	Sin terminaciones		60

Tabla 4: Variedades de macadamia en Finca Sierra Fecunda S.A.

(Propia)

“Los árboles de macadamia comienzan a producir a los 3 o 4 años, maduran entre los 7 y 9 años, se estabilizan a los 12 y pueden producir hasta por más de 100 años.” (Quintas, 2011)
 Al tercer año de ser sembrados los árboles, en el año 2010 comenzó la producción de macadamia y ha ido aumentando con el paso de los años.



Gráfica 1: Producción anual en Finca Sierra Fecunda S.A.

(Propia)

La floración de la macadamia se da dos veces al año, y en este sector se dan más o menos en el mes de septiembre y diciembre. Y la cosecha en su punto más alto es de abril a septiembre. Dependiendo de la edad de la plantación y las variedades que se tengan, se puede lograr producir todo el año.

Las flores de la macadamia se dan en racimos, los cuales contienen más de 200 flores, aunque sólo un pequeño porcentaje se convierte en nueces maduras; es decir, se pueden esperar con éxito 20 frutos maduros por racimo.

“La flor de macadamia se da en ramas de al menos dos años. Introducir colmenas en los cultivos durante el período de floración ayudará a aumentar hasta en un 20% el volumen de cosecha.” (Quintas, 2011)

La cosecha de macadamia depende de la floración que haya tenido el año anterior, del viento que hubo, de la polinización y la edad del árbol.

PROCESO DE RECOLECCIÓN



Imagen 11: Proceso de recolección de la macadamia

(Propia)

El proceso de recolección de la macadamia en la finca consiste en un grupo de mujeres encargadas que van al campo a las siete de la mañana a recoger las macadamias que han caído al suelo. Alrededor de las dos de la tarde conforme a lo que se haya recolectado, llega un vehículo para el transporte al casco de la finca. Una vez allí, el oficinista pesa lo que cada persona ha recolectado. Luego se pasa a descascarar la macadamia para después poner la concha en un balde con agua para clasificar y descartar las nueces flotantes, para asegurar la calidad. Los siguientes dos días se seca la macadamia en la sobra donde haya ventilación. Luego se coloca en sacos para ser almacenados en el beneficio y así ser llevados a Industrias de Macadamia al final de la semana.

NECESIDAD DETECTADA

Conforme ha ido creciendo la plantación de macadamia a través de los años, ha aumentado su producción. Del año 2016 al 2017 hubo un incremento de producción en un 64%.



Imagen 12: Tiempo de recolección actual
 (Propia)

Se pudo detectar una necesidad en el área de descascarado en el proceso de recolección. Ya que en el método actual utilizado, 5 personas se tardan 11 min con 8 segundos en descascarar 25 libras. Teniendo en cuenta que en cosecha en temporada alta se pueden llegar a recolectar hasta doce quintales diarios. Para descascarar los 12 quintales diarios se

tardarían 8 horas con 54 minutos. La jornada de trabajo termina a las 3 de la tarde, en lo que pesan y se ponen a descascarar la macadamia sólo les daría tiempo de descascarar un quintal. Para descascarar el resto de los 11 quintales se les tendría que pagar horas extras a esas 5 personas como también a otras 9 que les ayuden, para así terminar de descascarar. Pagando la hora extra a 10 quetzales es un total de 420 quetzales extras al día.



Imagen 13: Cáscara de macadamia rota
 (Propia)

ACTORES INVOLUCRADOS

USUARIO

Cinco mujeres son las encargadas de recolectar y descascarar la macadamia, con una edad entre 18 a 59 años. Cuentan con un salario promedio de 1,200 quetzales.

Cuatro de estas mujeres no saben leer ni escribir, la única que sabe es la encargada de grupo. Ellas también son encargadas de otros trabajos alrededor de la finca, como el llenado de bolsas para el almacigo, riego, abonar, limpiar el almacigo e ir a cortar café cuando está en cosecha.

Tres de ellas están casadas y dos solteras, pero todas aportan a la manutención del hogar. Viven con alrededor de 6 miembros de la familia, ya sea esposo, hijos, papas o hermanos. Siempre dispuestas a trabajar, buscando el crecimiento personal para así poder sacar adelante a su familia.

ANTROPOMETRÍA

Con pocas excepciones, todas las máquinas se diseñan para ser usadas por humanos. Incluso los robots deben ser programados por humanos. La ingeniería de factores humanos, es el estudio de la interacción hombre-máquina y se define como una ciencia aplicada que coordina el diseño de dispositivos, sistemas, y condiciones de trabajo físicas con las capacidades y requerimientos del trabajador.

“El diseñador de una máquina debe estar consciente de este tema y diseñar dispositivos que se “adapten al hombre” en lugar de esperar que el hombre se adapte a la máquina. El término ergonómico es sinónimo de ingeniería de factores humanos. A menudo se hace referencia a la buena o mala ergonomía del interior de un automóvil, o de un aparato doméstico. Una máquina diseñada con ergonomía deficiente será incómoda y fatigosa e incluso puede ser peligrosa.”
(Norton, 2009)

Tomando en cuenta lo anterior, la máquina debe tener un radio igual o ligeramente mayor (no más de 5 mm) en la manivela al diámetro de empuñadura del percentil 5, en mujeres de 18 a 65 años en el área industrial.

La máquina debe tener una altura menor a 1.76 cm conforme al percentil 5 del alcance máximo vertical de una persona.

ANÁLISIS DE USO

El método tradicional o común utilizado con una plantación de macadamia nueva es manual, por medio de una piedra de base plana de alrededor de 15 cm de largo golpeando una o dos macadamias a la vez, repitiendo este movimiento hasta terminar de descascarar lo cosechado.



Imagen 14: Análisis del método actual para descascarar
(Propia)

Utilizando este método, es cuando las 5 mujeres se tardan 11 min con 8 segundos en descascarar 25 lb de macadamia. Cuánto se tarden en descascarar depende del ánimo de la persona, como también su estado físico. Luego de estar descascarando un largo periodo de tiempo les duelen las palmas de las manos, debido al movimiento repetitivo. Allí es

donde aparece la necesidad de diseño ya que se quiere mejorar el proceso de descascarar por medio de la optimización y la tecnología apropiada, para así reducir tiempo y realizarlo de una manera más eficiente. (González Xoquic, Vicente Yuja, Xuya Lux, Pérez González, & Morales Pérez, 2016)



Imagen 15: Usuarios descascarando macadamia

(Propia)



Imagen 16: Método actual para descascarar macadamia

(Propia)

Maya Pedal

ANÁLISIS DE SOLUCIONES EXISTENTES

Acontinuación se presentan siete productos existentes utilizados para el descascarado de macadamia y en algunos casos tambien el separado de la concha de su cascara. Se utiliza la matriz PIN (positivo, Interesante y negativo), con el fin de identificar los aspectos más relevantes a ser considerados de cada una de estas propuestas, así como tambien los errores que se deben evitar.



Imagen 17 y 18: Bici-máquina descascaradora de macadamia (Maya Pedal)

+	Es impulsada por medio de mecanismo, que utiliza energía limpia. Es económica de realizar.
-	Se tiene que descascarar poco a poco. La cáscara y la concha salen disparadas. Se pasa demasiado tiempo descascarando para la producción de la empresa. Se necesitan hacer turnos para utilizarla para que no sea demasiado el cansancio debido al desgaste físico que causa.
!	Descascara la nuez de macadamia un quintal cada 30 minutos. Costo de Q1,600.00

Universal Nutcracker



Imagen 19: Máquina descascaradora de macadamia
 (Universal Nutcracker)

Crackadamia - Base cracker



Imagen 20: Herramienta descascaradora de macadamia
 (Crackadamia)

+	Es compacta. Se puede movilizar de un lugar a otro, a donde se necesite.
-	Tiene un costo de \$2,500. 00 más envió. Cuando se descascara macadamia se obtiene de 80 a 95% la nuez de macadamia completa. Teniendo un porcentaje quebrada. No ay servicio, ni repuesto local.
!	Se puede ajustar de 1/8" a 2 1/2", dependiendo del tamaño de la nuez. Utiliza un motor de medio caballo de fuerza.

+	Fácil de utilizar. Se puede utilizar en todo tipo de nueces, de 19 a 44 mm de diámetro.
-	Se descascara una por una. Toma más tiempo ir poniendo la nuez en la herramienta y descascarando, que el proceso actual que utilizan. Tiene un costo de \$95.00
!	Fácil de hacer y a bajo costo. Uso de mecanismos sencillos.

Crackadamia – Lifestyle Combo husker & Cracker



Imagen 21: Lifestyle combo husker and cracker
 (Crackadamia)

Crackadamia – Comercial V-Twin husker



Imagen 22: Comercial V-twin husker
 (Crackadamia)

+	Separa la nuez de la cáscara.
-	Tiene un costo de \$4,295.00 más envío. Para una producción de hasta 150 árboles. No hay servicio, ni repuesto local.
!	Descascara la macadamia 66 lb por hora y separa 132 lb por hora.

+	Puede descascarar hasta 1.3 quintales por hora de macadamia. Puede utilizarse con motor eléctrico o con un toma fuerza de tractor. Se puede ajustar conforme al diámetro de la nuez, de 20 mm a 55mm.
-	Tiene un costo de \$4,600.00 más envío. No hay servicio, ni repuesto local.
!	Puede utilizarse de dos maneras. Separa la nuez de la cáscara.

Crackadamia – Commercial Twin Cracker



Imagen 23: Comercial twin cracker
 (Crackadamia)

Macadamia Husker- Travis Schafer



Imagen 24: Macadamia husker
 (Crackadamia)

+	Puede descascarar hasta 242 lb por hora. Se puede ajustar al diámetro de la nuez, de 16 mm a 42 mm.
-	Precio de \$5,600.00 más envío. Esta máquina solo descascara, no separa. 60% de la nuez queda entera.
!	Utiliza 2 unidades separadas impulsadas por el motor de servicio pesado, lo que le permite ejecutar una o ambas unidades dependiendo del volumen de salida requerido.

+	Por medio de unos canales y fricción se logra romper la cáscara.
-	Al hacer impacto puede en la plancha de metal puede romper la concha, causando pérdidas. No separa la cáscara y la concha, ya que ambas salen disparadas en todas direcciones.
!	El proceso es rápido.

CONCLUSIÓN

De acuerdo al análisis realizado a las soluciones existentes se puede determinar que hay varios elementos que son necesarios para el proceso de descascarado de macadamia de manera eficiente. Se necesita una tolva donde se pueda alimentar de macadamia para luego ser descascarada por un mecanismo. Que pueda separar parte de la cáscara de la concha, ayudaría en disminuir el tiempo que emplean haciendo esta tarea. Es necesario tener un mecanismo que quite la cáscara, sin que rompa la cocha para no generar pérdidas gananciales.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las producciones de macadamia varían, ya que los árboles de macadamia comienzan a producir a los 3 ó 4 años, maduran entre los 7 y 9 años, se estabilizan ente los 10 a 12, donde hasta este año parte de la plantación se ha estabilizado.

En un principio cuando los árboles comienzan a ensayar se pueden llegar a recolectar 2 quintales al año, y conforme al paso de los años, va aumentando su producción, llegando a recolectar hasta 19 quintales diarios.

No existe una máquina manual que pueda ser utilizada desde que los árboles comiencen a ensayar, y que no genere un gasto extra en luz eléctrica o gasolina, para tan poca producción que pueda se impulsada de manera manual, y que conforme vaya creciendo esta, pueda ser impulsada con un moto reductor.

La maquinaria industrial existente tiene dos problemas, donde no descascara la macadamia pequeña o la muy grande; el otro problema es que siempre hay un porcentaje de pérdida debido a que rompe la concha.

Se podría enviar la macadamia sin descascarar a Industrias de Macadamia, pero se tendría que pagar cierto porcentaje dependiendo de la cantidad que se entregue. Esto resulta siendo una pérdida para el productor, ya que esta cifra podría ser utilizada para la compra de maquinaria, que a la larga se paga y genera más ingresos para la empresa.

PROBLEMA ESPECÍFICO

El método de descascarar actual, consta de realizar un movimiento repetitivo al golpear la macadamia con una piedra de base plana de alrededor de unos 15 cm de largo, para lograr desprender la cáscara de la concha. Esta acción causa dolor en las palmas de las manos a las mujeres, debido a que

la herramienta que utilizan para hacerlo no es ergonómica. Conforme aumenta la producción se pagan horas extras para lograr descascarar en el mismo día, ya que si se almacena la nuez en cáscara por más de 12 horas, esto propiciará el crecimiento de hongos; otra consecuencia es que puede ayudar a incrementar la temperatura al interior de la nuez y promover su germinación, lo que acelerará el proceso de ranciedad en la nuez.

MARCO LÓGICO DEL PROYECTO

OBJETIVO GENERAL

Semi- industrializar el proceso de descascarado de macadamia en la Finca Sierra Fecunda, S.A., con el fin de optimizar tiempo y costos, usando tecnología apropiada.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Lograr una reducción en el tiempo del proceso de descascarado de macadamia.
- Lograr que un porcentaje de la concha y la cáscara se separe.
- Que pueda descascarar macadamia de 2.10 a 3.89 cm de diámetro.

REQUERIMIENTOS Y PARÁMENTROS

Los requerimientos y parámetros del proyecto se derivan de los factores agrícolas productivos; de las exigencias derivadas de las necesidades de los usuarios; de los factores de seguridad necesarios para el proyecto y de los aspectos tecnológicos que intervienen en el funcionamiento, así como también de los factores que aportan al proyecto para mejorar la experiencia del usuario considerando la usabilidad y funcionamiento.

Los requerimientos se dividen en dos tipos: los críticos, que se identifican con un DEBE, los cuales son necesarios para el éxito del proyecto y deben responder a la viabilidad en su ejecución. Y los deseables, que se identifican con un PUEDE, los cuales son aspectos complementarios que ayudan a generar valor para el producto, pero que no tienen un carácter fundamental para el éxito del funcionamiento del proyecto y su éxito.

USO	REQUERIMIENTO	PARÁMETRO	VALIDACIÓN
	La alimentación a la máquina DEBE realizarse de manera manual.	Que el operario pueda cargar de 25 a 50 lb.	Fotografías.
	No DEBE requerirse una alta educación para el uso de la máquina.	Por medio de un manual de uso utilizando infografías.	Encuestas.
	El mantenimiento DEBE poder realizarse en la finca.	Con insumos encontrados a no más de 10 km a la redonda.	Fotografías/ Facturas.
	Los repuestos DEBEN poder encontrarse en el área.	Encontrados a no más de 10 km a la redonda.	Fotografías/ Facturas.

DEBE poder estar ubicada en el beneficio de la finca.	Que no exceda la dimensión de 2 m ² .	Fotografías/ Metro.
---	--	------------------------

FUNCIÓN	REQUERIMIENTO	PARÁMETRO	VALIDACIÓN
	DEBE reducir el tiempo empleado en descascarar macadamia.	En un 50% el tiempo actual. De 11 minutos a 5:30 minutos.	Medición de tiempo/ Cronómetro.
	PUEDE funcionar por principios mecánicos o eléctricos.	Funcionara de forma manual y/o con motoreductor.	Fotografías.
	DEBE separar la cáscara de la concha.	La cáscara tiene que separarse de la concha en un 75%.	Medición de peso/ Fotografías.
	DEBE separar la cáscara de la concha sin dañar la concha.	No rompiendo la concha probocando perdidas en	Revisión visual / Fotografías.

		un 100%.	
	El proceso PUEDE ser semiautomático.	Que sea operado por una persona.	Fotografías.

ESTRUCTURAL	REQUERIMIENTO	PARÁMETRO	VALIDACIÓN
	DEBE estar hecho de materiales de alta resistencia.	Materiales y acabados industriales para no romperse.	Fichas técnicas.
	DEBE poder movilizarse por 6 personas.	Debe pesar menos de 400lb.	Fotografías/ balanza.
	DEBE ser estable.	Que no se mueva de lugar a la hora de estar funcionando.	Anclaje / Fotografías.

SEGURIDAD	REQUERIMIENTO	PARÁMETRO	VALIDACIÓN
	DEBE cumplir con la adecuada relación dimensional entre producto y usuario.	Apegandose a las medidas del usuario utilizando el percentil 5.	Medidas antropométricas para latino américa.
	DEBE contar con rotulación para que el operador pueda saber su correcto uso.	Visibles y fácil de entender.	Imágenes/ Infografías.
	DEBE poderse parar o retroceder por si se traba macadamia.	Botones de reversa y detener.	Imágenes/ Infografías.

TÉCNICOS	REQUERIMIENTO	PARÁMETRO	VALIDACIÓN
	Las piezas DEBEN poder ser reproducidas industrialmente.	Tecnología encontrada en Guatemala.	Facturas/ Fotografías.
DEBE poder realizarse apegandose a el presupuesto del cliente.	No excediendo el precio de 25,000 quetzales.	Factura/ Recibo.	

CONCEPTUALIZACIÓN

A partir del análisis realizado se llegó a la conclusión que la mejor solución al problema es la realización de una maquina; ya que la maquinaria industrial progresa al mismo ritmo que la innovación tecnológica y, actualmente, resulta necesaria para todo tipo de procesos de fabricación y manufactura. Estas funciones, orientadas a la producción y los servicios e implementadas de acuerdo con parámetros estandarizados y economías de escala, describen los distintos tipos de maquinaria que se emplean en el sector industrial y que se distinguen de la maquinaria doméstica.

En definitiva, contar con maquinaria industrial que incorpore las innovaciones tecnológicas de punta y recientes otorga un nivel de calidad a las empresas. Facilita afrentarse a tareas complejas, a la reducción de costos de planilla y tiempo invertido.

“Ningún empresario puede evitar hoy en día las constantes actualizaciones en el ámbito de la maquinaria industrial.”
(Blumaq S.A., 2015)

TEORÍAS DE DISEÑO

“Teoría del diseño es una denominación colectiva para todo el conocimiento permanente que se piensa asistir al diseño de varios productos nuevos.” (INTRODISEÑOIND, 2017)

Es una disciplina que investiga la interacción entre los objetos de diseño, diseñadores, productores y consumidores, dónde surge una manera de diseñar productos y servicios bajo un método y proceso de diseño, en el que coinciden muchas acciones coordinadas, de forma paralela o consecutiva para el logro de resultados.

WERKBUND

Werkbund promovía esta estética simple y acorde a la nueva era de la máquina, que valoriza los materiales y los elementos de fabricación industrial; su programa consagra la unidad del arte, la artesanía y la industria, así como los conceptos de: funcional y trabajo de calidad. Por "funcional" se entiende "adecuado a la función" e implica que el empleo de los materiales esté de acuerdo con las exigencias económicas y técnicas, y el resultado responda a los requerimientos estéticos. (Gay & Samar, 2007)

Theodor Fischer declaró en la primera reunión anual de Werkbund “no es la máquina que hace un trabajo deficiente, sino nuestra incapacidad para usarla con eficiencia”.

“En sus planteamientos, fue ganando terreno la idea de que las máquinas eran un medio para llegar a un fin, y que para que la reforma del diseño llegara a todas partes, debía necesariamente adoptarse el proceso industrial, todo lo cual

es un signo evolutivo respecto a las primeras bases sentadas por William Morris.” (PORTALdeARTE)

FUNCIONALISMO

El funcionalismo es una tendencia del diseño contemporáneo que, entre todas las consideraciones del proyecto, hace énfasis en aquellas que se refieren a la función, por encima de cualquier consideración meramente estética.

En consecuencia, se entiende que rechaza la ornamentación y considera que la composición de un objeto tan solo debe expresar su cometido. (Facultad de Diseño y Comunicación, Universidad de Palermo, 2009)

HERRAMIENTAS DE APOYO TÉCNICO

Las máquinas son dispositivos que se utilizan al modificar, transmitir y dirigir fuerzas para llevar a cabo un objetivo específico. Un mecanismo es una parte mecánica de una

máquina, cuya función es transmitir movimiento y fuerza de una fuente de potencia a una salida. Es el corazón de la máquina. (Myszka, 2012)

De acuerdo a esto, se realizó un estudio con 49 macadamias, para así, con las pruebas en laboratorio para permitir obtener datos certeros de variables de interés, y de esta manera poder abordar la conceptualización de la máquina, asegurando su funcionamiento óptimo.

Se utilizó un vernier para obtener medidas como: Largo, ancho, diámetro y grosor de la cáscara.

También se utilizó una máquina universal para prueba de resistencia de materiales. En este caso se usó la de tipo “compresión”, que es el proceso al que se somete la nuez en la máquina, para así determinar el punto de ruptura de la concha y obtener el resultado de cuánta fuerza se necesita para descascarar la macadamia.

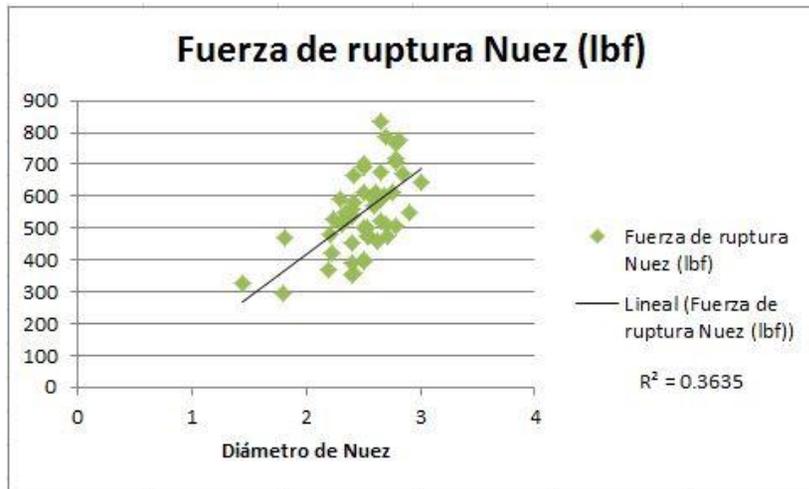


Imagen 25: Prueba del punto de ruptura de la macadamia
 (Propia)

	Largo Macadamia (cm)	Ancho Macadamia (cm)	Diámetro Nuez (cm)	Grosor Cáscara (cm)	Fuerza de ruptura Nuez (lbf)	Torque (lb*pie)	Fuerza para descascarar (lb)
Mínimo	3.19	2.10	1.45	0.15	294.80	8.00	83.33
Máximo	5.35	3.89	3.00	0.40	832.80	24.00	250.00
Media	4.39	3.12	2.50	0.31	549.38	12.29	127.98
Rango	2.16	1.79	1.55	0.25	538.00	16.00	166.67
Rango / 10	0.22	0.18	0.16	0.03	53.80	1.60	16.67

Tabla 5: Características de la macadamia
 (Propia)

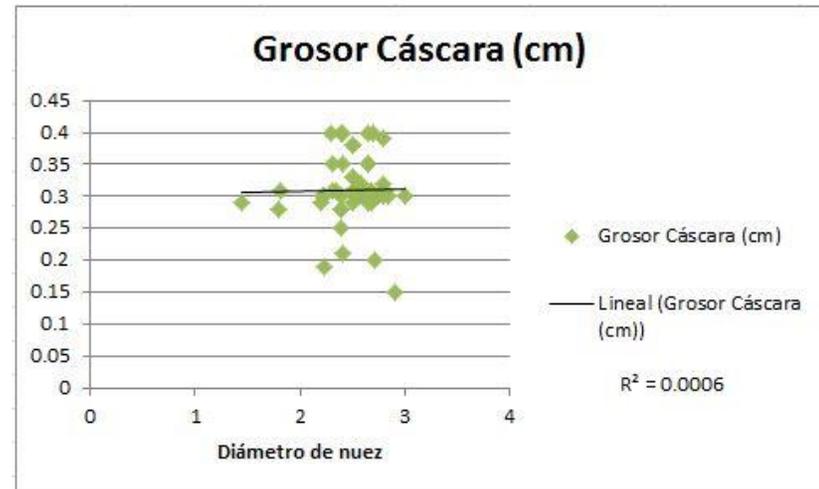
Se realizó una regresión lineal entre distintas variables. El resultado de la correlación con el método de mínimos cuadrados indicó la relación que existía entre diferentes variables. La varianza del error, conocida comúnmente como R^2 , demuestra la correlación entre variables cuando su valor es mayor o igual a 0.95. Obteniendo los resultados siguientes:



Gráfica 2: Fuerza de ruptura de la nuez
 (Propia)

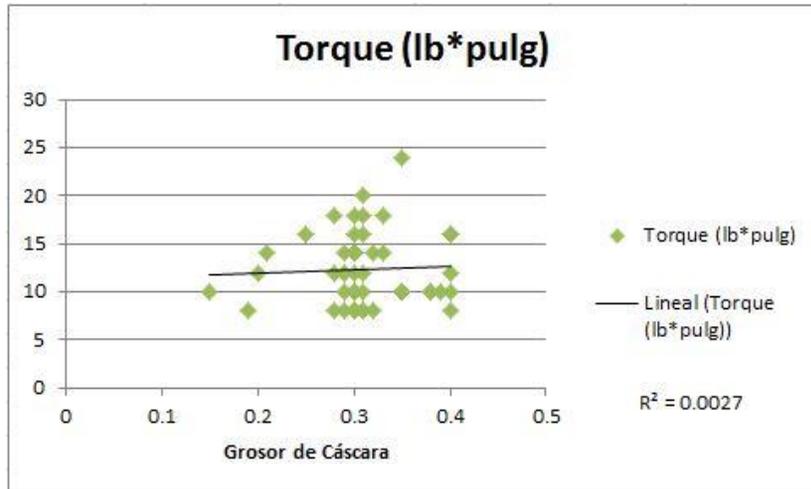
En esta gráfica se pueden observar los resultados obtenidos de la fuerza de ruptura de nuez, en relación con el diámetro de

nuez. Se concluye que no hay una fuerte correlación lineal entre ambas variables.



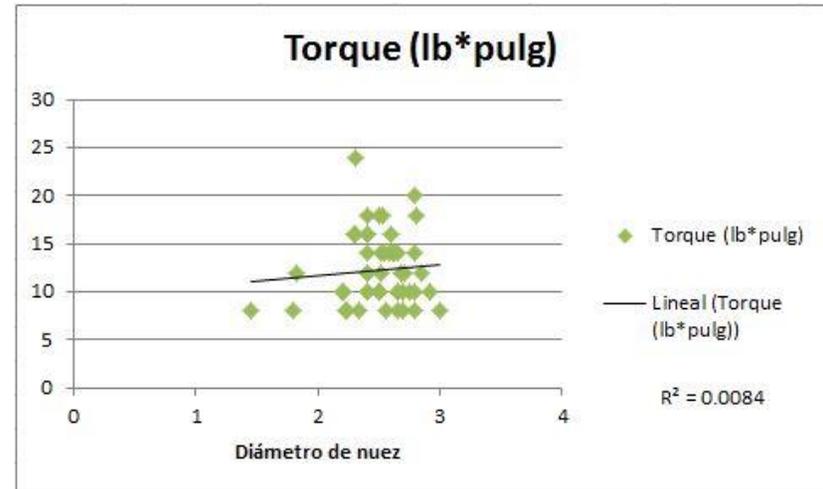
Gráfica 3: Grosor de la cáscara
 (Propia)

En esta gráfica se puede observar los resultados obtenidos de la relación entre el grosor de la cáscara con respecto al diámetro de la nuez. Es posible visualizar que el grosor es independiente del diámetro de la nuez.



Gráfica 4: Torque conforme al grosor de la cáscara
 (Propia)

En la gráfica se observan los resultados obtenidos de la relación entre el torque necesario en eje para descascarar, con respecto al grosor de la cáscara. Es posible visualizar que no existe relación alguna entre el grosor de la cáscara y el torque necesario para descascarar.



Gráfica 5: Torque conforme al diámetro de la nuez
 (Propia)

Esta gráfica arroja los resultados obtenidos de la relación entre torque en el eje para descascarar y el diámetro de las nueces. Se concluye que no existe relación entre esas variables. Para un mismo diámetro de nuez, es posible obtener distintas mediciones del torque.

EXPERIMENTACIÓN INICIAL

Se comenzó haciendo pruebas con diferentes tipos de mecanismos y poder así descartar lo que no funciona o para evolucionar la propuesta y observar de esta manera su funcionalidad.

PRIMER PROPUESTA

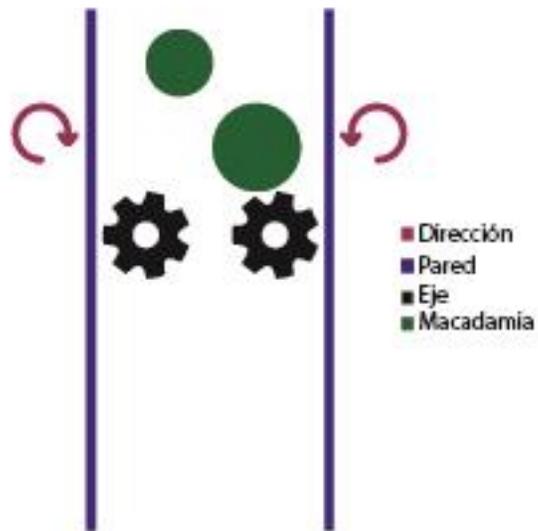


Imagen 26: Ilustración de la primer propuesta
 (Propia)



Imagen 27: Vista superior de la propuesta
 (Propia)



Imagen 28: Vista de la propuesta de los ejes con macadamia
 (Propia)

Se comenzó armando una caja de cuatro paredes, en las cuales dos laterales sostenían dos ejes que giraban hacia adentro, en direcciones contrarias. e esta manera se atrae la macadamia hacia dentro, rompiendo la cáscara.

Con esta propuesta se tuvo varios obstáculos, ya que algunas macadamias pasaban sin ser descascaradas o simplemente no pasaban ya que la concha era muy grande como para pasar por los dos ejes.



Imagen 29: Los ejes con macadamia
(Propia)

Debido a que los ejes no tenían ningún tipo de filo en las orillas, en la mayoría de los casos, la cáscara se presionaba contra la concha, pero sin cortarla. Debido a los resultados obtenidos se descartó por completo este prototipo.

SEGUNDA PROPUESTA

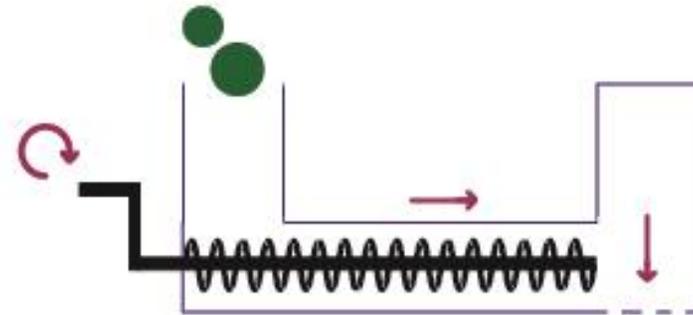


Imagen 30: Ilustración segunda propuesta
(Propia)

Como segundo mecanismo, se probó el de la cámara de compresión. El principio de este mecanismo es que cuenta con un tornillo sin fin, que transporta cualquier elemento a una

cámara y conforme ésta se va llenando, va comprimiendo los elementos. Este prototipo constaba de una pequeña tolva donde se colocaba la macadamia, la que luego caía al tornillo sin fin donde transportaba la macadamia a una cámara, que conforme iban entrando cada vez más, la macadamia se presionaba una contra la otra, rompiendo su cáscara. El problema con este mecanismo, es que es difícil transportar la macadamia y una vez llegaba a la cámara, se necesitaba una fuerza muy grande para lograr romper la cáscara.



Imagen 31: Vista superior de la segunda propuesta
 (Propia)

Otro problema que se presentó, fue el de la cámara de compresión, ya que debido a su forma no permitía la salida de las nueces, por los costados. Debido a esto, se prosiguió a usar las mediciones realizadas anteriormente. También se decidió afilar los perfiles del tornillo sin fin para que de esta manera, durante el transporte fuera cortando la cáscara.



Imagen 32: Segunda propuesta con cámara de compresión cuadrada
 (Propia)



Imagen 33: Tornillo sin fin
 (Propia)

Luego de varios intentos se descarto este prototipo, ya que se requería de demasiada fuerza para descascarar la macadamia, y una vez se lograba, podía llegar a quebrar nueces, dando como resultado una pérdida económica para el productor.

TERCERA PROPUESTA

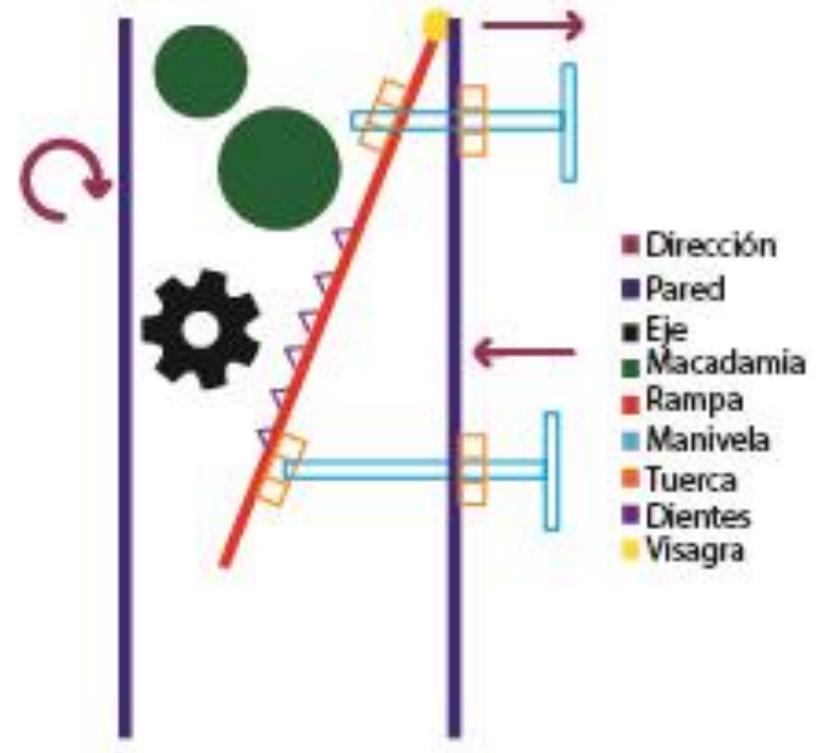


Imagen 34: Ilustración de la tercera propuesta
 (Propia)



Imagen 35: Vista frontal de la tercera propuesta

(Propia)

Como tercera propuesta se utiliza un solo un eje, el cual gira en dirección hacia adentro jalando la macadamia. Está compuesto por cuatro paredes hechas de madera y en la parte interior tiene una rampa, la cual está unida por una bisagra,

que permite guiar con un ángulo la caída de la macadamia. A la rampa se le podía graduar el distanciamiento requerido entre esta y el eje, basadas en las medias tomadas anteriormente.

Este prototipo se descartó parcialmente debido a que la madera resulto ser un material demasiado flexible para la fuerza que se realizaba al tratar de pasar la macadamia a través de la rampa y el eje, dando como resultado que la macadamia saliera entera. Debido a esto, se decidió desarrollar la propuesta con materiales distintos.

CUARTA PROPUESTA

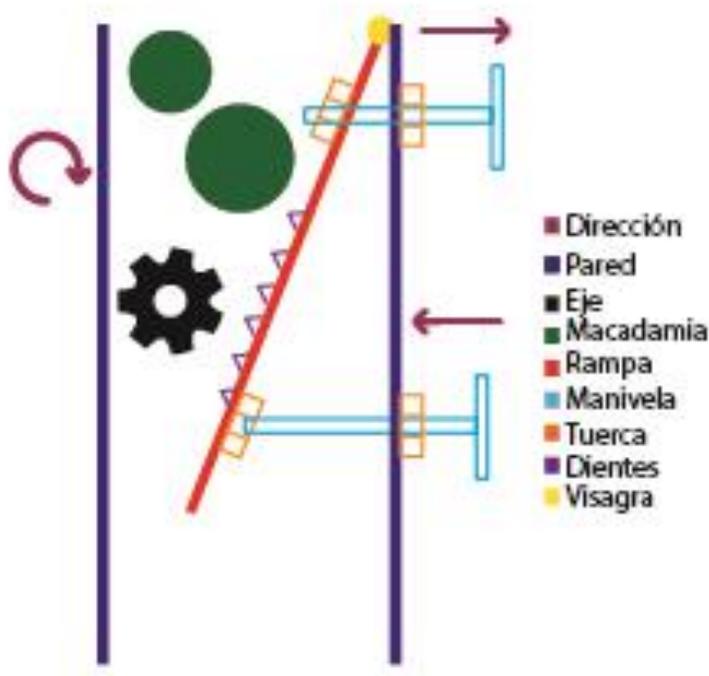


Imagen 36: Ilustración de la cuarta propuesta
 (Propia)

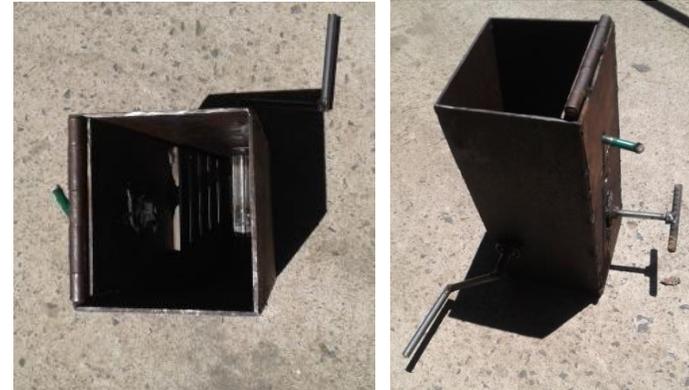


Imagen 37 y 38: Vistas diferentes del cuarto prototipo
 (Propia)

En este prototipo se siguió utilizando el mismo eje utilizado en el prototipo anterior, con la diferencia que todo se realizó de metal.

Cuenta con cuatro planchas de metal formando las paredes, como también una rampa la cual se puede ajustar por medio de dos manivelas, una en la parte de arriba que aprieta y una en la parte inferior que empuja. Con esto se puede regular la distancia entre el eje y la rampa. La rampa cuenta con dientes

a lo largo de ella, para que de esta manera vaya cortando la cáscara de la macadamia conforme vaya cayendo y el eje vaya girando empujando la macadamia contra la rampa.

Luego de analizar el prototipo se llegó a la conclusión de que era necesario evolucionar esta propuesta para así poder integrar una que responda más efectivamente a la situación presentada.

EVOLUCIÓN

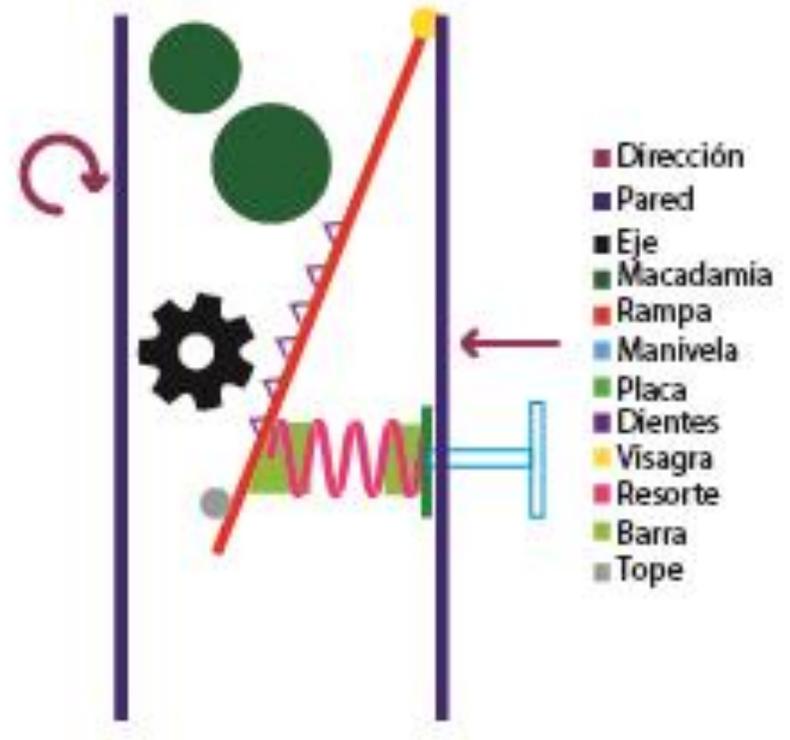


Imagen 39: ilustración de la evolución

(Propia)



Imagen 40 y 41: Vistas de la propuesta evolucionada
 (Propia)

Al evolucionar la propuesta, se llegó a la conclusión que era necesario que en vez de que fuera sólo una rampa, estuviera formada de varias, aprovechando el espacio y tomando como referencia el ancho de la macadamia. Luego también se pudo determinar que era importante que las rampas se pudieran mover, ya que la macadamia no viene en un solo tamaño. De esta manera se podría adaptar a cualquier tamaño. El movimiento se logró por medio de resortes. Se eliminó la manivela superior, para regular la fuerza ejercida por los resortes. Se colocó un eje que funciona como tope en la parte

inferior de la caja, a 3 cm del eje principal, dejando la distancia mínima necesaria para que pudiera pasar la concha, ya que si se necesitaba más espacio por medio de los resortes se iba a lograr que se separara.



Imagen 42: Vista inferior al mecanismo de resortes
 (Propia)

En esta imagen se observa el mecanismo de resortes que se integraron. Estos resortes se empujan por medio de la manivela inferior para que de esta manera se pudiera regular la fuerza requerida.

Se realizaron tanto pruebas manuales como con motor, con la ayuda de un taladro, para poder observar la potencia necesaria para que la macadamia pasara y descascarara. Luego de analizar el prototipo se llegó a la conclusión que, no era necesario que los dientes en las rampas no debieran llegar tan arriba, ya que no cortaban la cáscara. Los únicos dientes que sí eran necesarios, eran los que se encontraban a la altura del eje.



Imagen 43: Prueba de torque requerido para descascarar macadamia
 (Propia)

MODELO DE SOLUCIÓN

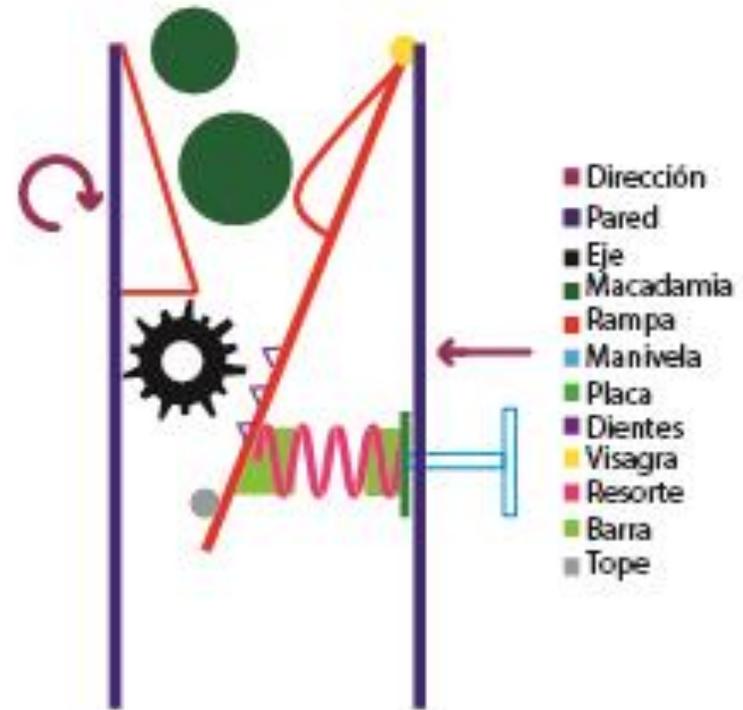


Imagen 44: Ilustración del modelo de solución
 (Propia)

Al realizar las pruebas se planteó la pregunta ¿que el único filo fuera el del eje al momento de descascarar y transportar la macadamia? o ¿qué los dientes de la rampa tuvieran el filo? Así que de esta manera se afiló el eje en el prototipo anterior, y se curveo la rampa al final para que de esta manera abarcara mayor distancia cuando pasara la macadamia por el eje.

También se realizó otro prototipo con los mismos componentes, pero en el que el eje fuera el que trasporta la macadamia, para que con los dientes de la rampa cortasen la cáscara.

Se concluyó luego de hacer las pruebas, que es necesario que el eje cumpla con ambos propósitos. Que transporte y que tenga filo para cortar la cáscara, al igual que los dientes de las rampas. También se determinó que la curvatura dada al final del eje era ineficiente, ya que impedía el descascarado de la macadamia que iba cayendo, por una separación de mayor tiempo de la rampa del eje.

MODELO DE SOLUCIÓN CON TODAS SUS PARTES



Imagen 45 y 46: Diferentes vistas del modelo de solución
 (Propia)



Imagen 47 y 48: Diferentes vistas de las partes del modelo de solución
 (Propia)

Luego de tener resuelto el mecanismo de descascarado se pasó a realizar la estructura donde debía ir montado el mecanismo. Se realizó una tolva con capacidad de 25 lb de macadamia, basándose en el tamaño de un canasto, el cual utilizan para recoger macadamia. La tolva no tiene forma simétrica debido que de esta manera una vez que cayera la macadamia y la cáscara, tuvieran más carrera, dando tiempo a separar la concha de la cáscara.



Imagen 50: Vista de 25 libras de macadamia en la tolva
(Propia)



Imagen 49: Vista superior de un canasto con 25 libras de macadamia
(Propia)

Luego se procedió con el sistema de separación de cáscara. Este estaba basado en una parrilla, que constaba de varillas con una distancia máxima de 1.45 cm entre varilla, para que de esta manera sólo la cáscara pasara a través y la concha rodara por el ángulo que tendría. Se pensó en un sistema de dos parrillas con ángulos opuestos para que se separara la cáscara de mejor manera ya que iba a tener mayor carrera. A la hora de realizar pruebas, el uso de las dos parrillas sólo

causaba que se trabara las conchas con la cáscara que quedaba en las parrillas, por lo que se optó por dejar una sola. Luego se ideó un sistema que pudiera hacer vibrar o mover la parrilla, separando más eficientemente. El primer sistema que se utilizó fue el de rodos, los cuales provocaban pequeños movimientos hacia adelante y hacia atrás, pero no resultó muy efectivo, así que se buscó otra alternativa.



Imagen 51: Modo de separación por medio de rodos
 (Propia)

El otro método de vibración de la parrilla está compuesto de un eje que tiene una leva, que hace que la parrilla vibre. El eje va montado sobre dos chumaceras, y tiene un piñón en un extremo el cual es girado por una cadena. A la parrilla se le puede graduar el ángulo, como también la vibración por medio de unos tornillos que llevan unos resortes y que se regulan con apretar o aflojarlos.



Imagen 52: Modo de separación por medio de una leva y resortes
 (Propia)

Dado que todavía no se lograba separar muy bien la cáscara se buscó otra alternativa que pudiera añadirse a la parrilla. Se pensó en una paleta que golpeará la macadamia contra la pared, para que de esta forma se desprendiera más fácilmente.



Imagen 53: Modo de separación por medio de una paleta giratoria
 (Propia)

PROPUESTA FINAL

Se realizó una última evolución a la máquina, en función de la forma de ensamblado, para que de esta manera se le pudiera dar mantenimiento a la misma, como también en la forma estética del producto.

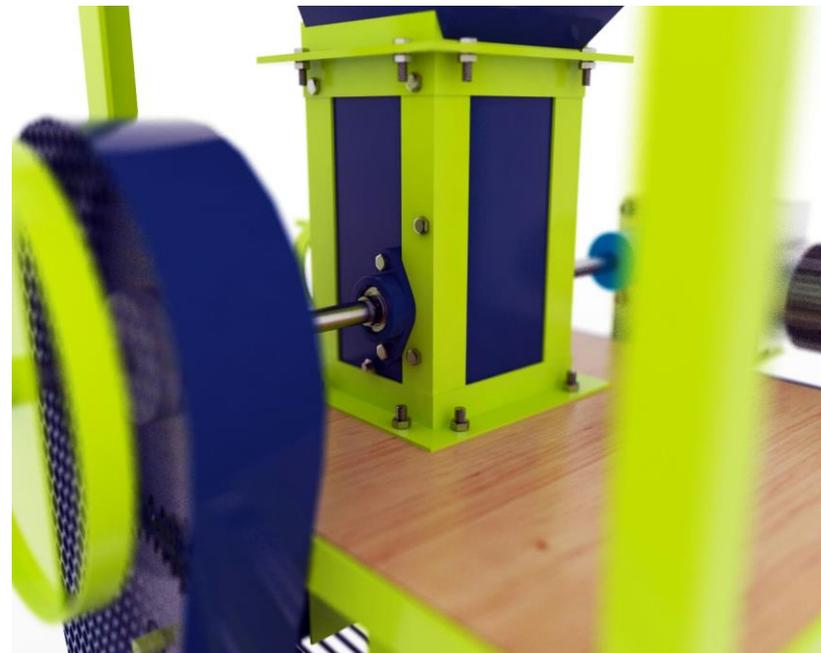


Imagen 54: Render con acercamiento a la caja que contiene el mecanismo de descascarado
 (Propia)

Las patas se diseñaron de manera que se pudiera regular la altura conforme el usuario la desee utilizar. Se les colocó una base con agujeros para anclaje, que brindará estabilidad a la máquina.

Se le incorporó una tapadera en la parte interior de la tolva, que funciona para regular la alimentación de la misma para poder cerrarla cuando disminuya la cantidad de macadamia y así evitar que salgan evitando accidentes.



Imagen 55: Render de la máquina Macamutter con todos sus componentes
 (Propia)



Imagen 56: Vista superior de la máquina Macamutter
 (Propia)

Se le agregó una malla de seguridad a los piñones para evitar accidentes.



Imagen 57: Render de vista isométrica de la máquina Macamutter
 (Propia)

Se le instaló la manivela principal, donde una vez se desconecte el eje principal del moto-reductor podrá utilizarse para cuando haya poca producción.



Imagen 58: Render de la máquina Macamutter con figura humana
 (Propia)

Se instaló un tablero eléctrico en el cual se podrá encender, parar y retroceder el motor, cuando sea necesario y por motivos de seguridad.



Imagen 59: Render de como deben estar colocadas las cajillas al descascarar macadamia
 (Propia)

Se utilizarán cajillas, en donde en una caerá la concha, y otra donde caerá la cáscara. Ambas contarán con una base con rodillos, donde podrán movilizarse para cambiarlas más fácilmente.

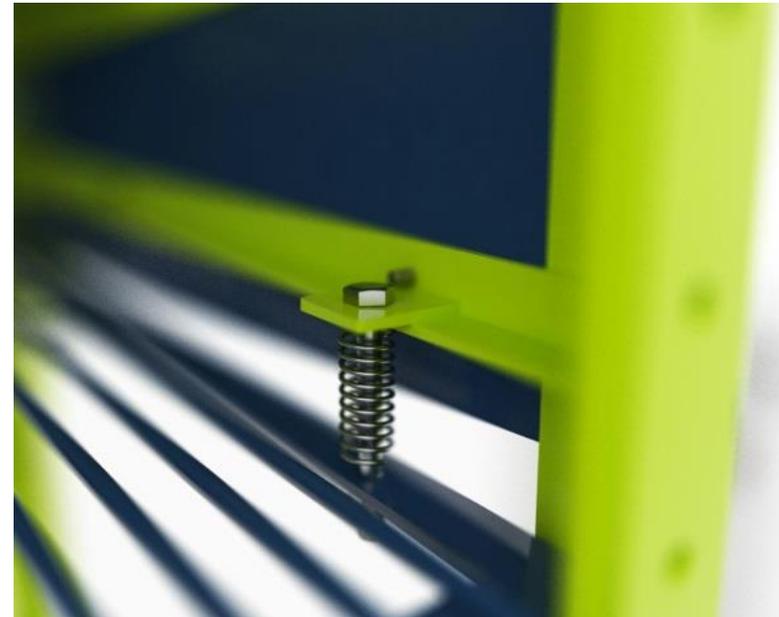


Imagen 60: Render con acercamiento al método de separación en la parte frontal
 (Propia)

El método de vibración de la parrilla está compuesto de un eje que tiene una leva, que hace que la parrilla vibre. El eje va montado sobre dos chumaceras, y tiene un piñón en un extremo el cual es girado por una cadena. A la parrilla se le puede graduar el ángulo, como también la vibración por medio

de unos tornillos que llevan unos resortes y que se regulan con apretar o aflojarlos.

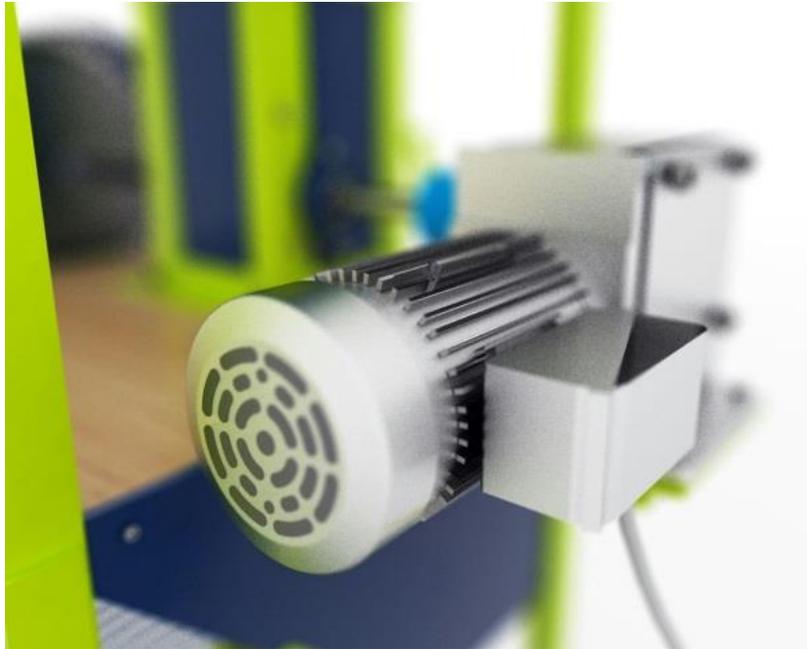


Imagen 61: Render del moto-reductor
 (Propia)

Se utilizará un moto-reductor de medio caballo con una relación de 40:1.

ISO-LOGOTIPO

El nombre *Macamutter* proviene de la combinación de palabras:

- Macadamia
- Mutter = Nuez en sueco y noruego



Imagen 62: Formación del Iso- logotipo
 (Propia)

MATERIALIZACIÓN



Imagen 63: Vista de Macamutter antes de hacer pruebas
 (Propia)

La propuesta de diseño titulada *Macamutter* es una máquina descascaradora de macadamia, la cual busca hacer más eficiente y óptimo el proceso de descascarado de macadamia.

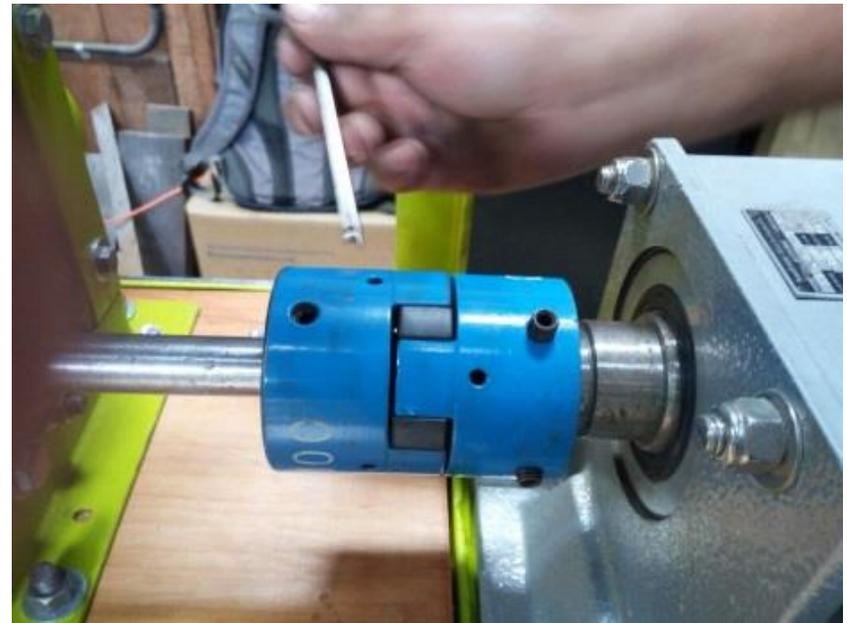


Imagen 64: Como desconectar el acople
 (Propia)



Imagen 65: Acople desconectado para ser utilizada de forma manual
(Propia)

Esta máquina funciona manualmente desconectando el motor del eje central y también por medio de una fuente de energía eléctrica de 220v 60hz, la que funciona por medio de un motor-reductor de 1/2 caballo con una relación de 40:1, que funciona

por medio de un tablero electrónico con el cual se puede encender, apagar y retroceder, por seguridad por si se llega a trabar alguna macadamia.



Imagen 66: Vista de la tolva
(Propia)

Cuenta con una tolva, que tiene una tapadera en la parte inferior, que sirve para poder regular la alimentación de macadamia, como también para tapar la tolva una vez se vaya terminando de descascarar, como método de seguridad, ya que la macadamia puede ser disparada en diferentes direcciones, en algunas ocasiones.

El mecanismo de descascarado está compuesto por un eje de dientes afilados de diferentes tamaños para que de esta manera pueda transportar y quitar la cáscara. Cuenta con cuatro rampas con tres filas de dientes afilados, las cuales se mueven dependiendo del tamaño de macadamia que vaya pasando. Estas se mueven por medio de unos resortes que se pueden regular dependiendo de la fuerza que se quiera utilizar.

Tiene un sistema de separación de cáscara de la concha, que cuenta con dos etapas: la primera por una paleta que gira conforme va cayendo la macadamia, golpeándola contra una plancha de metal que funciona como pared. Luego cae en el extremo de la parrilla angulada, que está vibrando para que de esta manera la concha rueda a la cajilla ubicada al frente de la máquina y la cáscara caiga a través de la parrilla cayendo en la otra cajilla ubicada en la parte inferior de la máquina.



Imagen 67: Vista del método de separación
(Propia)

MATERIALES

METAL

Se selecciona el metal como material predominante por su resistencia y durabilidad. Utilizando angulares, hembras, varillas y lámina de hierro, ya que poseen una alta densidad y son sólidos a temperatura ambiente.

ACABADOS

Como fondo se utiliza pintura epóxica, para luego recubrirla con pintura sintética debido que tiene una alta resistencia a la compresión, abrasión y el rayado. El color de la máquina se basó en el planeta Tierra. Se utilizó el color azul marino en la mayor parte, ya que el agua cubre el 70% de la tierra y el color verde para los detalles del restante 30%.

MADERA

Dentro del área de maquinaria industrial no suele utilizarse con mucha frecuencia, pero este material amortigua golpes y absorbe presiones.

ACABADOS

En la madera se utiliza barniz de poliuretano a base de resinas para uso exterior-interior, el cual es utilizado donde se requiere mayor durabilidad y resistencia que la mayoría de barnices. (Sherwin Williams)

SECUENCIA DE USO

Para el uso de la máquina Macamutter, se recomienda el uso de tapones auditivos, ya que brindan protección a los trabajadores que se desempeñan en áreas donde los niveles de ruido. De igual forma se recomienda el uso de gafas de seguridad resistentes a impacto.

MANERA MANUAL



Imagen 68: Acople separado
 (Propia)

1
 Separar el acople,
 corriendo la parte derecha
 hacia la derecha.



Imagen 69: Cerrando la tolva
 (Propia)

2
 Asegurarse que tapadera
 de la tolva está cerrada.



Imagen 70: Macadamia en la tolva
 (Propia)

3
 Colocar la macadamia en la
 tolva.



Imagen 71: Jalando tapadera
 (Propia)

4
 Jalar tapadera para dejar
 pasar macadamia.



Imagen 72: Manivela
 (Propia)

5
 Girar manivela hacia
 adelante.



Imagen 74: Cajilla con cáscara y macadamia
 (Propia)

7
 Terminar de separar la
 cáscara de las conchas.



Imagen 73: Tolva sin macadamia
 (Propia)

6
 Cuando ya no haya
 macadamia en la tolva,
 empujar la tapadera.

MANERA ELÉCTRICA



Imagen 75: Espiga
 (Propia)

1
 Conectar el enchufe.

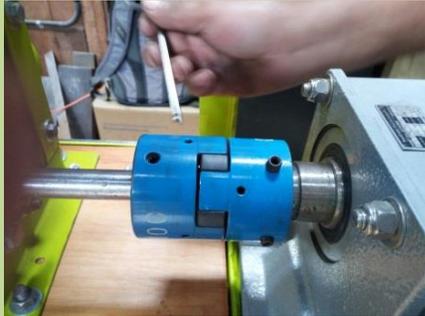


Imagen 76: Uniendo el acople
 (Propia)

2

Unir el acople, corriendo la parte derecha hacia la izquierda.



Imagen 78: Cerrando la tolva
 (Propia)

4

Asegurarse que la tapadera de la tolva está cerrada.



Imagen 77: Manivela
 (Propia)

3

Quitar manivela, para evitar accidentes.



Imagen 79: Tolva con macadamia
 (Propia)

5

Colocar la macadamia en la tolva.



Imagen 80: Caja eléctrica
 (Propia)

6
 Presionar START (verde)



Imagen 82: Tolva
 (Propia)

8
 Cuando ya no haya
 macadamia en la tolva,
 empujar la tapadera.



Imagen 81: Jalando tapadera
 (Propia)

7
 Jalar tapadera para dejar
 pasar macadamia.



Imagen 83: Caja eléctrica
 (Propia)

9
 Presionar STOP (rojo)



10

Terminar de separar la cáscara de las conchas.

Imagen 84: Cajilla con cáscara y macadamia
 (Propia)



2

Medir y cortar piezas.

Imagen 86: Lámina cortada
 (Propia)

MATERIALES Y PROCESOS APLICADOS

PROCESO DE PRODUCCIÓN



1

Fresar a 20° formando dientes con filo, de dos alturas, intercalado.

Imagen 85: Fresando el eje
 (Propia)



3

Soldar piezas necesarias.

Imagen 87: Soldando
 (Propia)



Imagen 88: Angulares con agujeros
(Propia)

4
Abrir agujeros.



Imagen 90: Enmasillar las uniones
(Propia)

6
Enmasillar y lijar piezas.



Imagen 89: Barillas siendo pulidas
(Propia)

5
Pulir piezas.



Imagen 91: Estructura con pintura de fondo
(Propia)

7
Aplicar fondo epóxico a las
piezas.



Imagen 92: Estructura con pintura
 (Propia)

8
 Aplicar pintura sintética.
 Primero un color y luego el
 siguiente.



Imagen 94: Ensamblando Macamutter
 (Propia)

10
 Ensamblar todas las piezas.



Imagen 93: Base de madera
 (Propia)

9
 Cortar pieza de madera y
 aplicar barniz.

FLUJO DE PRODUCCIÓN

A continuación, se presenta el flujo de producción, necesario para la elaboración de todos los sistemas del proyecto; existen actividades paralelas que permiten un trabajo de manera más eficiente.



Diagrama 1: Flujo de producción

(Propia)

VALIDACIÓN

Para llevar a cabo la validación se hizo uso de diferentes métodos:

- Instrumentos de medición como: cronómetro y balanza.
- Fotografías y entrevistas.

		REQUERIMIENTO	PARÁMETRO	VALIDACIÓN	RESULTADO
USO		La alimentación a la máquina DEBE realizarse de manera manual.	Que el operario pueda cargar de 25 a 50 lb.	 Imagen 95: Colocando macadamia (Propia)	Se coloca la macadamia sin problema en la tolva.
		No DEBE requerirse una alta educación para el uso de la máquina.	Por medio de un manual de uso utilizando infografías.	 Imagen 96: Jalando la tapadera (Propia)	Entendieron como se usa la máquina, luego de que se les ensañara.

	<p>El mantenimiento DEBE poder realizarse en la finca.</p>	<p>Con insumos encontrados a no más de 10 km a la redonda.</p>	 <p>Imagen 97: Distancia entre Patulul y finca (Google Maps)</p>	<p>El pueblo “Patulul” más cercano se encuentra a 8.39 km del casco de la finca.</p>
	<p>Los repuestos DEBEN poder encontrarse en el área.</p>	<p>Encontrados a no más de 10 km a la redonda.</p>	 <p>Imagen 98: Distancia entre Patulul y finca (Google Maps)</p>	<p>El pueblo “Patulul” más cercano se encuentra a 8.39 km del casco de la finca.</p>
	<p>DEBE poder estar ubicada en el beneficio de la finca.</p>	<p>Que no exceda la dimensión de 2 m².</p>	 <p>Imagen 99: Render de Macamutter (Propia)</p>	<p>La máquina tiene una altura de 1.45 m y de ancho tiene 1.35 m.</p>

		REQUERIMIENTO	PARÁMETRO	VALIDACIÓN	RESULTADO
FUNCIÓN		DEBE reducir el tiempo empleado en descascarar macadamia.	En un 50% el tiempo actual. De 11 minutos a 5:30 minutos.	 Imagen 100: Usando Macamutter (Propia)	Manualmente se volvió 20 veces más productivo. Reduciendolo a 2:20 min. Con motor se volvió 14 veces más productivo. Reduciendolo a 3:02 min.
		PUEDE funcionar por principios mecanicos o electricos.	Funcionara de forma manual y/o con motoreductor.	 Imagen 101: Mecanismo (Propia)	Funciona de forma manual y eléctrica.
		DEBE separar la cáscara de la concha.	La cáscara tiene que separarse de la concha en un 75%.	 Imagen 102: Cajilla con cáscara (Propia)	Al descascarar, separa el 50% de la cascara.

	<p>DEBE separar la cáscara de la concha sin dañar la concha.</p>	<p>No rompiendo la concha probocando perdidas en un 100%.</p>	 <p>Imagen 103: Conchas (Propia)</p>	<p>Algunas las raya, pero no rompe la concha.</p>
	<p>El proceso PUEDE ser semiautomático.</p>	<p>Que sea operado por una persona.</p>	 <p>Imagen 104: Forma manual (Propia)</p>	<p>Puede se operada por una o dos personas.</p>

		REQUERIMIENTO	PARÁMETRO	VALIDACIÓN	RESULTADO
TÉCNICOS		Las piezas DEBEN poder ser reproducidas industrialmente.	Tecnología encontrada en Guatemala.	 Imagen 105: Fresando el eje (Propia)	Todo fue realizado en Guatemala.
		DEBE poder realizarse apegandose a el presupuesto del cliente.	No excediendo el precio de 25,000 quetzales.	 Imagen 106: Render Macamutter (Propia)	El precio con IVA es de: Q. 24,931.93

		REQUERIMIENTO	PARÁMETRO	VALIDACIÓN	RESULTADO
ESTRUCTURAL		DEBE estar hecho de materiales de alta resistencia.	Materiales y acabados industriales para no romperse.	 Imagen 107: Render caja mecanismos (Propia)	No se tuvieron problemas a la hora de realizar las pruebas.
		DEBE poder movilizarse por 6 personas.	Debe pesar menos de 400lb.	 Imagen 108: Cargando Macamutter (Propia)	Pudeo levantarse del suelo por tres personas.

	<p>DEBE ser estable.</p>	<p>Que no se mueva de lugar a la hora de estar funcionando.</p>	 <p>Imagen 109: Anclaje (Propia)</p>	<p>A la hora de anclarlo al suelo, no se mueve.</p>
---	--------------------------	---	---	---

		REQUERIMIENTO	PARÁMETRO	VALIDACIÓN	RESULTADO
<p>SEGURIDAD</p>		<p>DEBE cumplir con la adecuada relación dimensional entre producto y usuario.</p>	<p>Apegandose a las medidas del usuario utilizando el percentil 5.</p>	 <p>Imagen 110: Forma manual (Propia)</p>	<p>El usuario pudo utilizar la máquina sin problema alguno.</p>

	<p>DEBE contar con rotulación para que el operador pueda saber su correcto uso.</p>	<p>Visibles y fácil de entender.</p>	 <p>Imagen 111: Render Macamutter (Propia)</p>	<p>El usuario pudo entender fácilmente como utilizar la máquina.</p>
	<p>DEBE poderse parar o retroceder por si se traba macadamia.</p>	<p>Botones de reversa y detener.</p>	 <p>Imagen 112: Caja eléctrica (Propia)</p>	<p>Cuenta con un tablero electrónico, el cual tiene botones para comenzar, para y retroceder.</p>

MODO AUTOMÁTICO		
Minutos	Segundos	Decimal
3	9	3.15
2	48	2.80
3	7	3.12
2	41	2.68
3	10	3.17
3	26	3.43
2	59	2.98
2	45	2.75
2	53	2.88
3	6	3.10
2	54	2.90
3	14	3.23

PROMEDIO	
Decimal	3.02
Minutos	Segundos
3	1

No. Prueba	Número Macadamias	Descaradas	Porcentaje
1	671	468	69.75%
2	656	414	63.11%
3	655	492	75.11%
4	698	456	65.33%
5	601	417	69.38%
6	649	523	80.59%
7	700	536	76.57%
8	715	554	77.48%
9	686	578	84.26%
10	696	625	89.80%
11	681	575	84.43%
12	750	598	79.73%
		Promedio	76.30%

25 libras				
	Personas	Minutos	Eficiencia	
ANTES	5	11.13	0.45	Lbs/persona*minuto
AHORA	1	3.02	6.32	Lbs/persona*minuto
		Mejora	14.08	veces más productivo

Tabla 6: Resultados de modo automático
 (Propia)

MODO MANUAL			
5 lbs			25lbs
Segundos	Milesimas	Decimal	Minutos
31	58	31.6	2.6
36	55	36.6	3.0
30	30	30.3	2.5
25	84	25.8	2.2
22	72	22.7	1.9
22	44	22.4	1.9
21	23	21.2	1.8
21	76	21.8	1.8
27	27	27.3	2.3

PROMEDIO	
Decimal	2.22
Minutos	Segundos
2	13

No. Prueba	Número Macadamias	Descaradas	Porcentaje
1	146	123	84.25%
2	164	117	71.34%
3	171	125	73.10%
4	191	132	69.11%
5	206	135	65.53%
6	126	117	92.86%
7	146	131	89.73%
8	151	139	92.05%
9	151	135	89.40%
		Promedio	80.82%

25 libras				
	Personas	Minutos	Eficiencia	
ANTES	5	11.13	0.45	Lbs/persona*minuto
AHORA	1	2.22	9.10	Lbs/persona*minuto
		Mejora	20.27	veces más productivo

EFICIENCIA SIN MÁQUINA	55.7 minutos/25lbs
-------------------------------	---------------------------

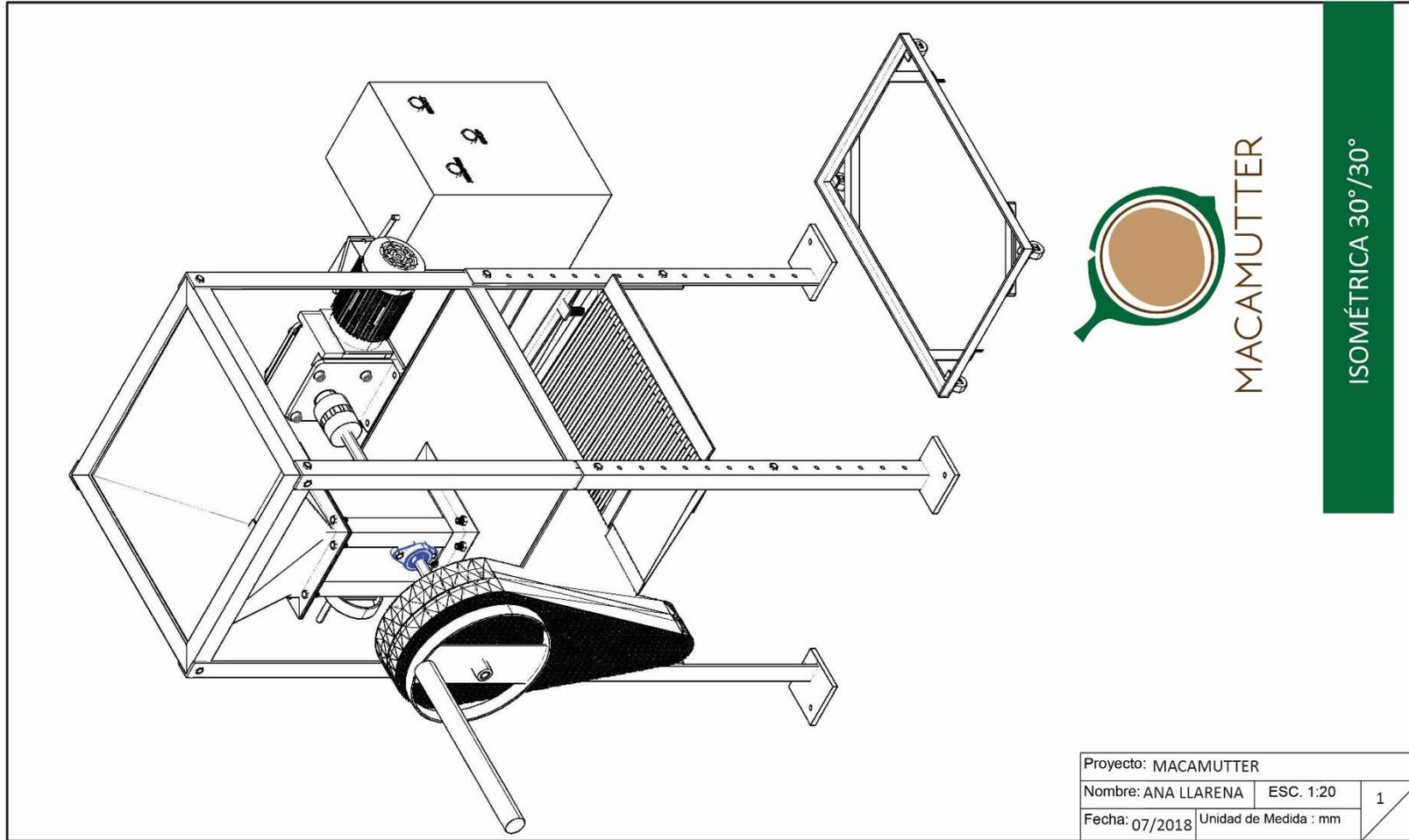
Tabla 7: Resultados de modo manual
 (Propia)



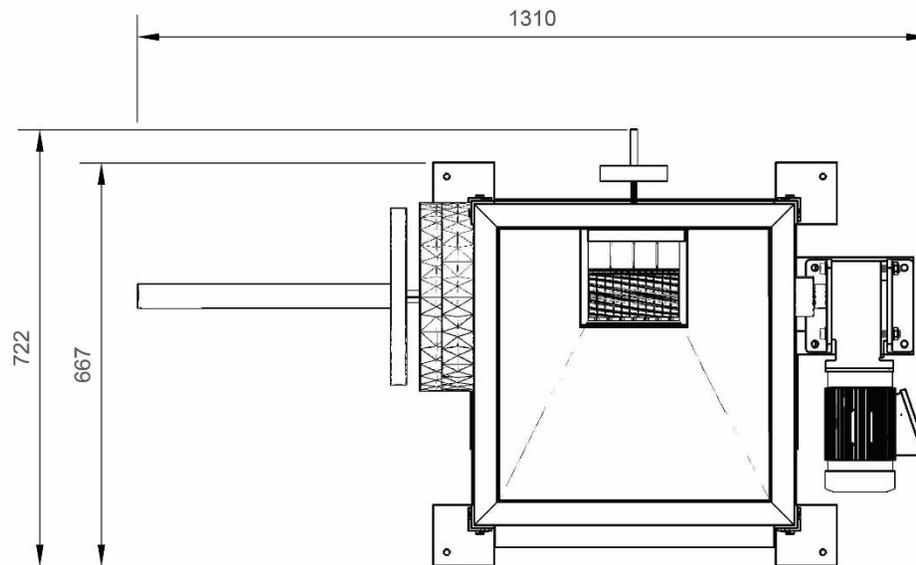
Gráfica 6: Comparación de Eficiencias

(Propia)

DIAGRAMAS TÉCNICOS



Proyecto: MACAMUTTER		
Nombre: ANA LLARENA	ESC. 1:20	1
Fecha: 07/2018	Unidad de Medida : mm	

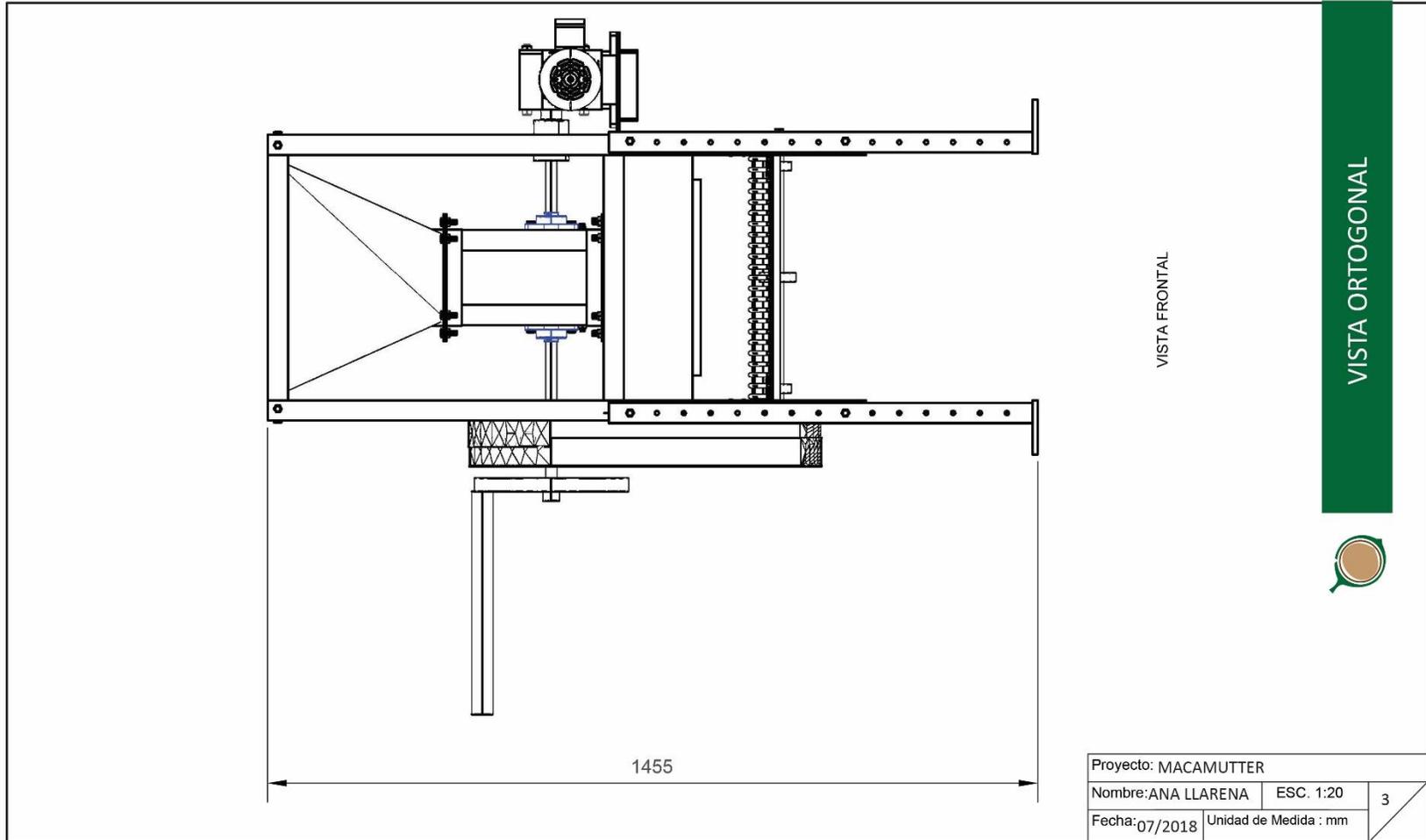


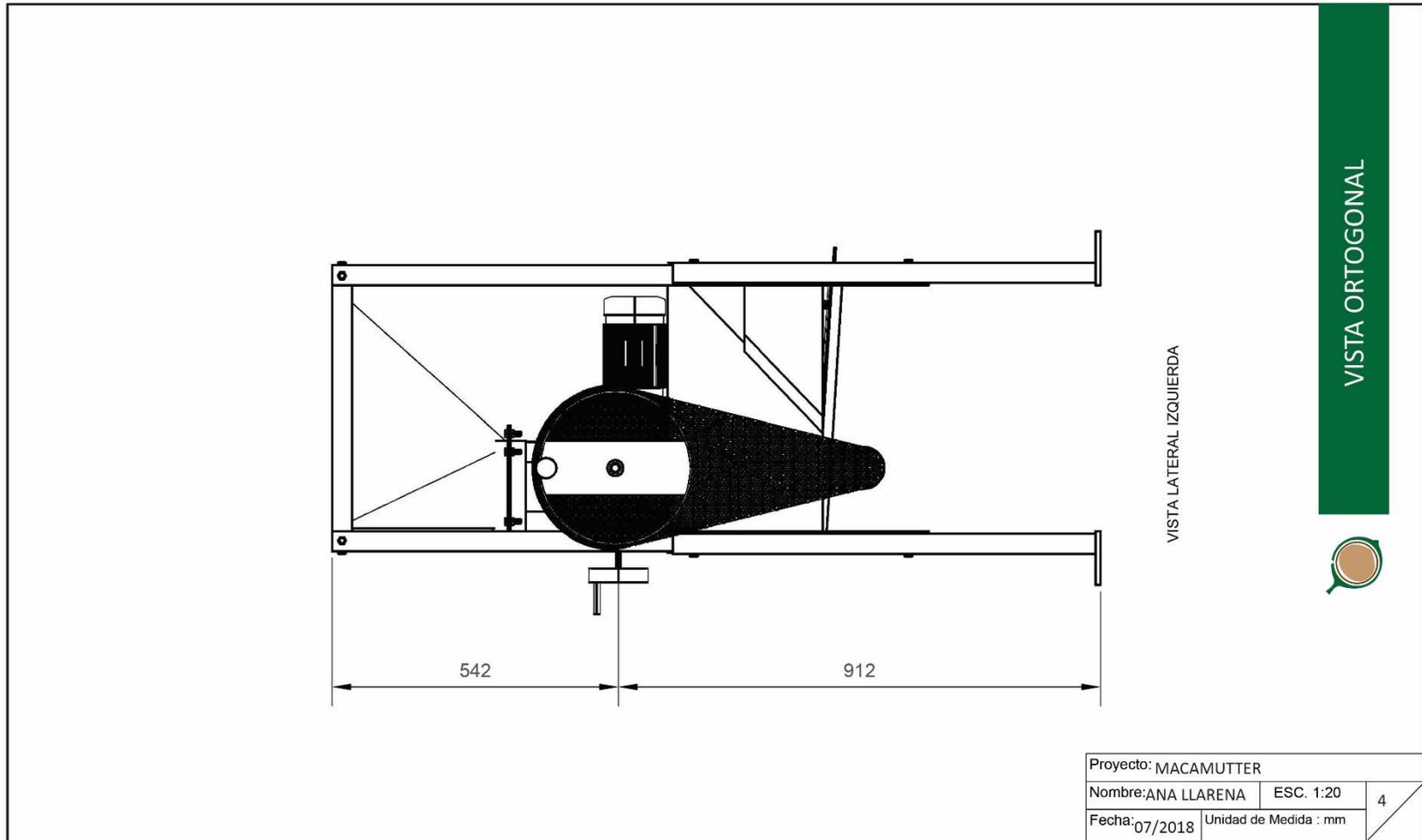
VISTA SUPERIOR

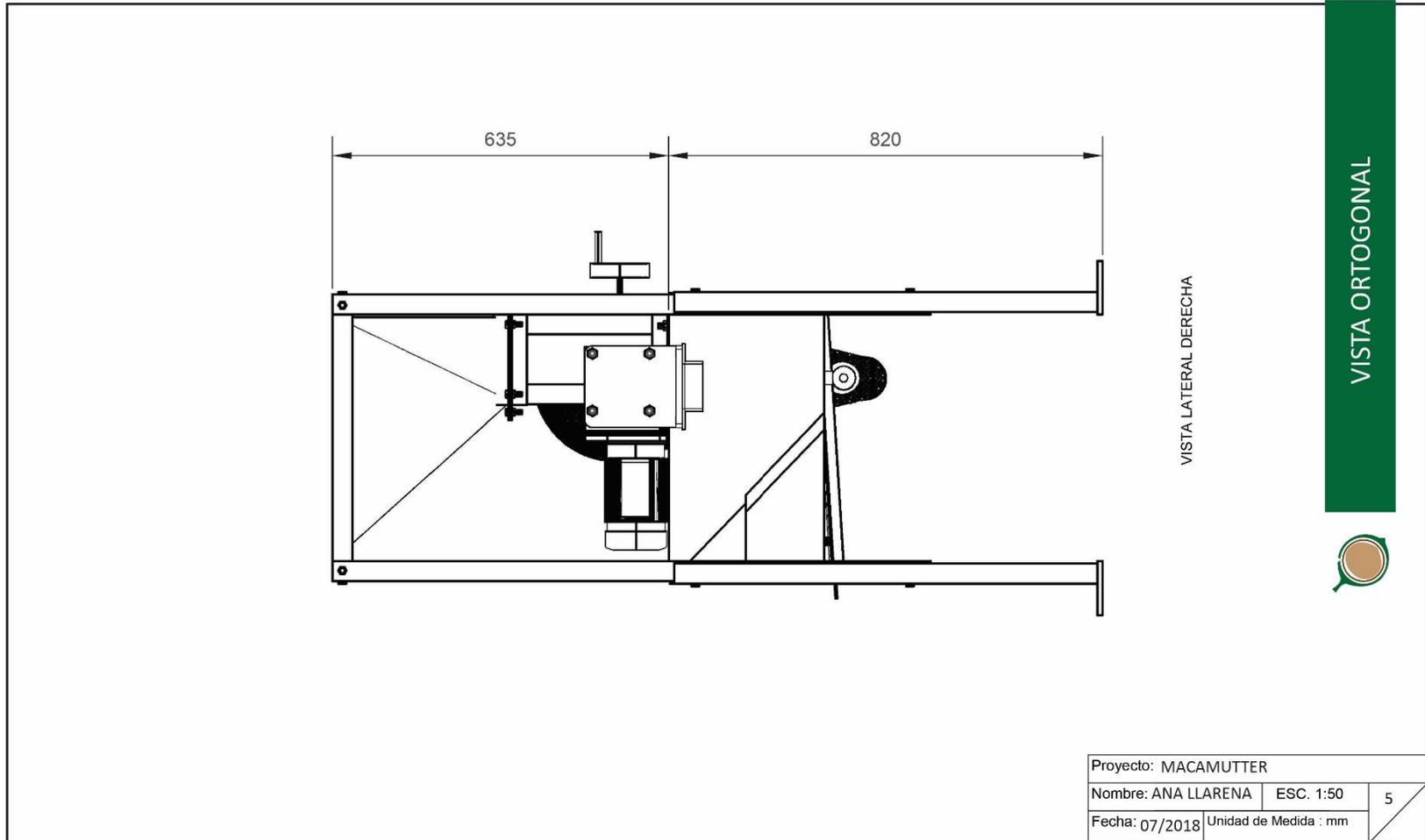
VISTA ORTOGONAL

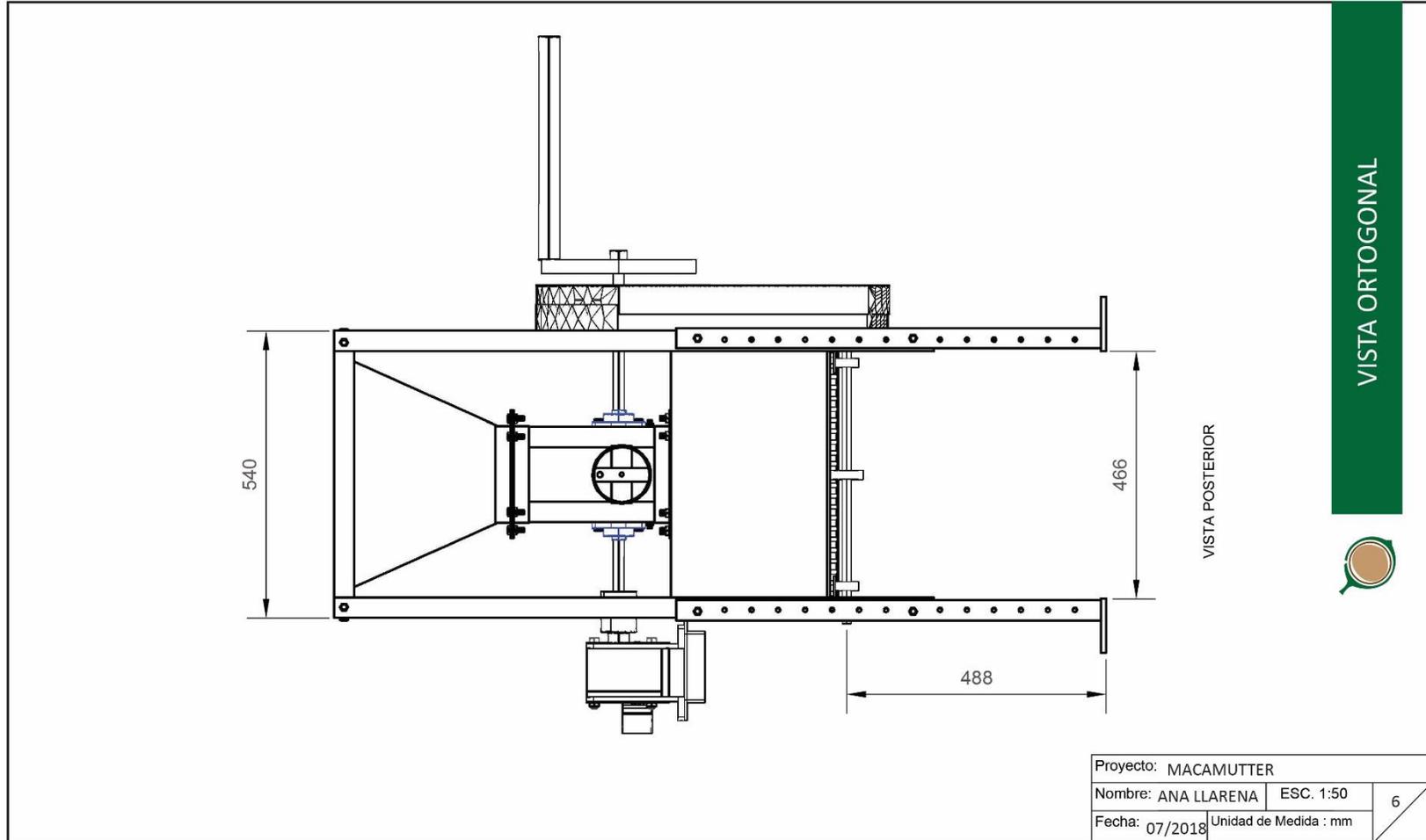


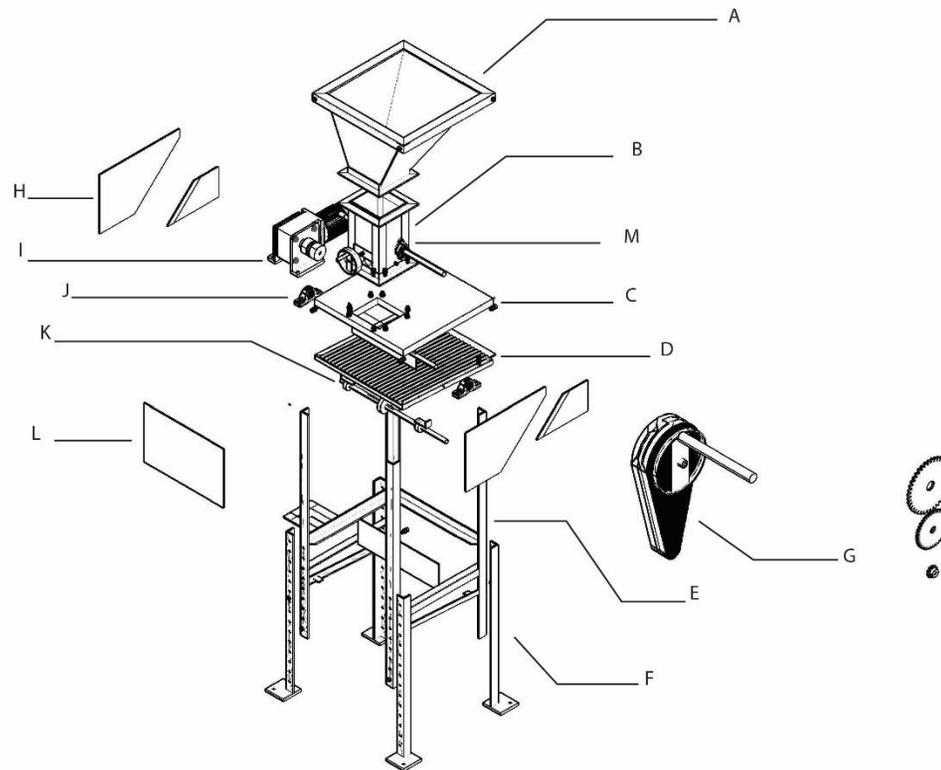
Proyecto: MACAMUTTER		
Nombre: ANA LLARENA	ESC. 1:20	2
Fecha: 07/2018	Unidad de Medida : mm	









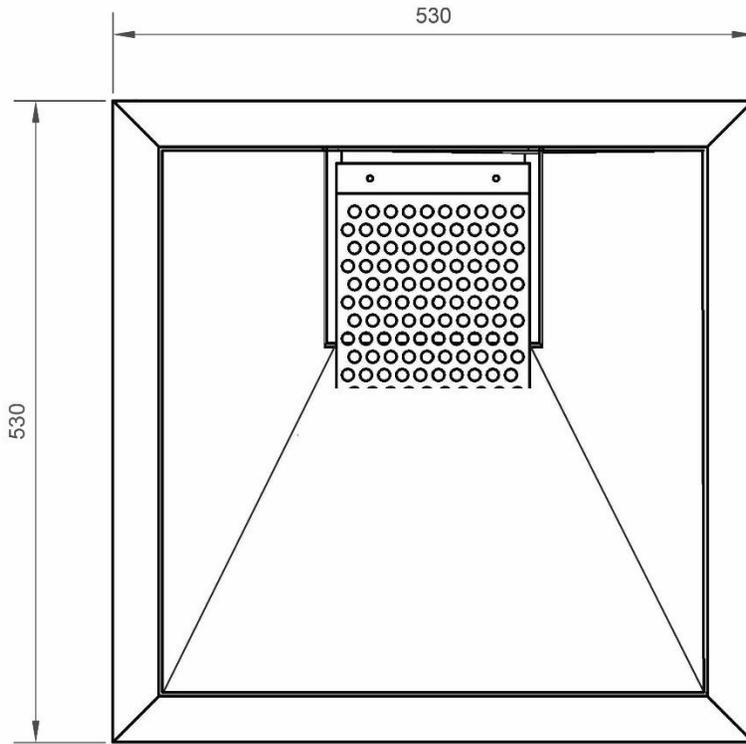


No.	Descripción	Cant.
A	Tolva	1
B	Caja central de mecanismo	1
C	Mesa base	1
D	Parrilla	1
E	Estructura	1
F	Pata con anclaje	1
G	Manivela con malla de seguridad	1
H	Planchas laterales	2
I	Moto-reductor 1/2 caballo, relación 40:1	1
J	Chumacera tipo puente	4
K	Eje excéntrico	1
L	Plancha posterior	1
M	Chumacera tipo brida	2

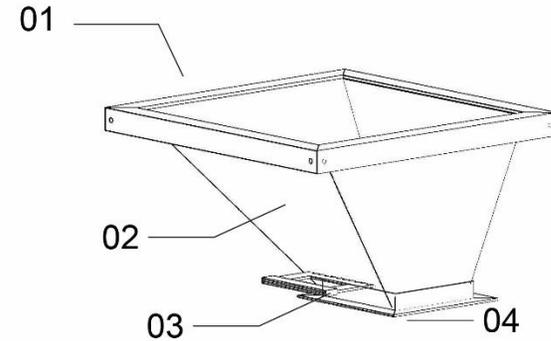
DESPIECE GENERAL



Proyecto: MACAMUTTER		
Nombre: ANA LLARENA	ESC. 1:20	7
Fecha: 07/2018	Unidad de Medida : mm	51



VISTA SUPERIOR

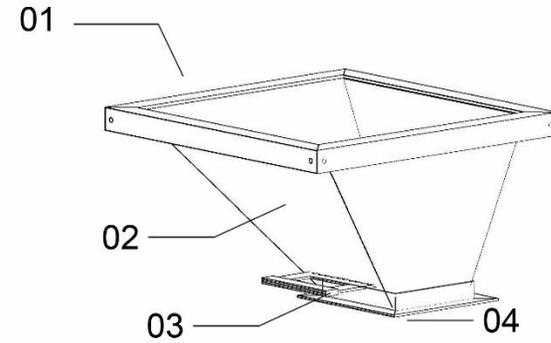
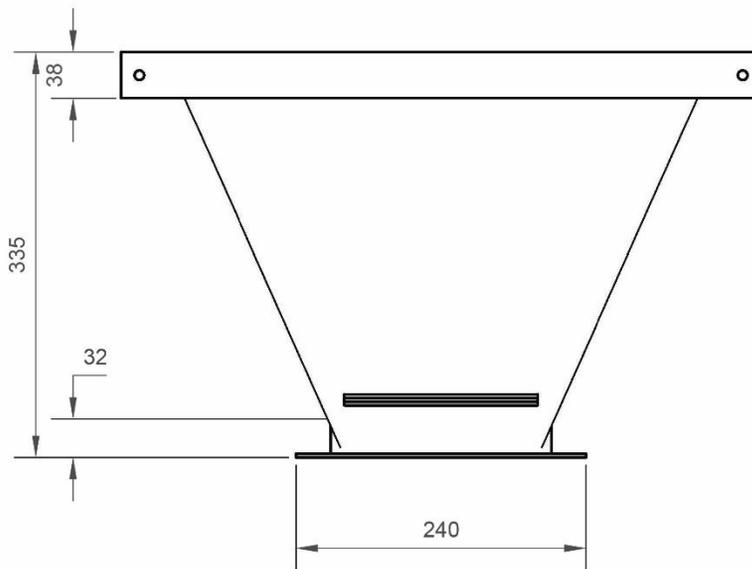


No.	Descripción	Cant.
01	Marco Superior	1
02	Paredes	1
03	Tapadera	1
04	Marco Inferior	1

PIEZA A



Proyecto: MACAMUTTER		
Nombre: ANA LLARENA	ESC. 1:20	8
Fecha: 07/ 2018	Unidad de Medida : mm	51

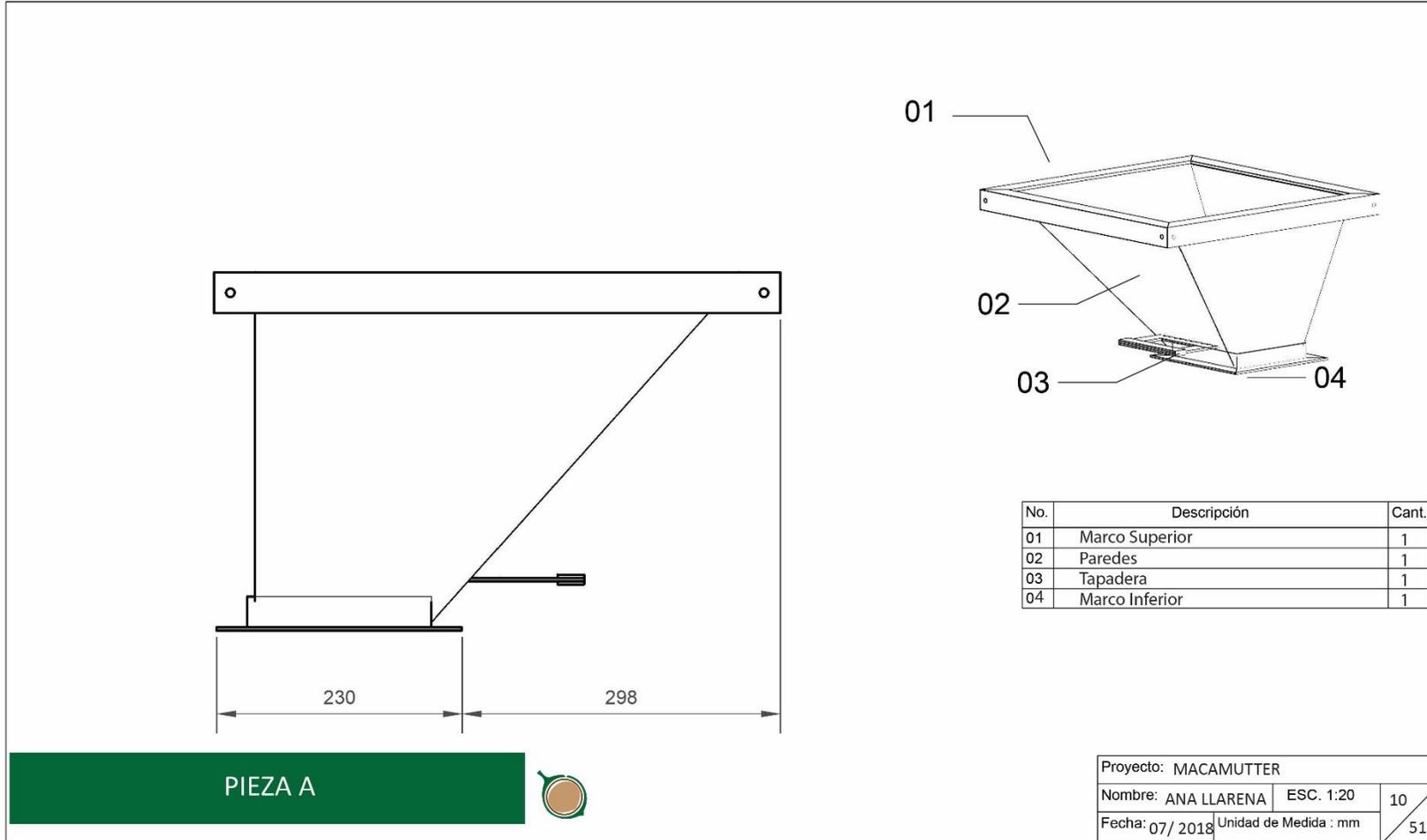


No.	Descripción	Cant.
01	Marco Superior	1
02	Paredes	1
03	Tapadera	1
04	Marco Inferior	1

PIEZA A

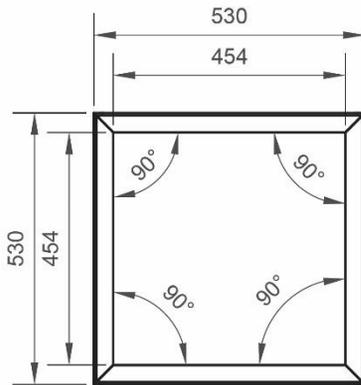


Proyecto: MACAMUTTER		
Nombre: ANA LLARENA	ESC. 1:20	9
Fecha: 07/ 2018	Unidad de Medida : mm	51

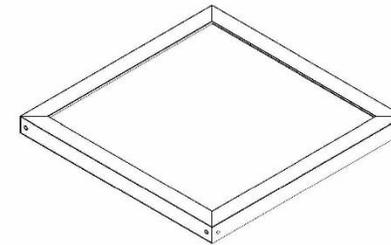


PIEZA A





VISTA SUPERIOR



ISOMÉTRICA 30/30

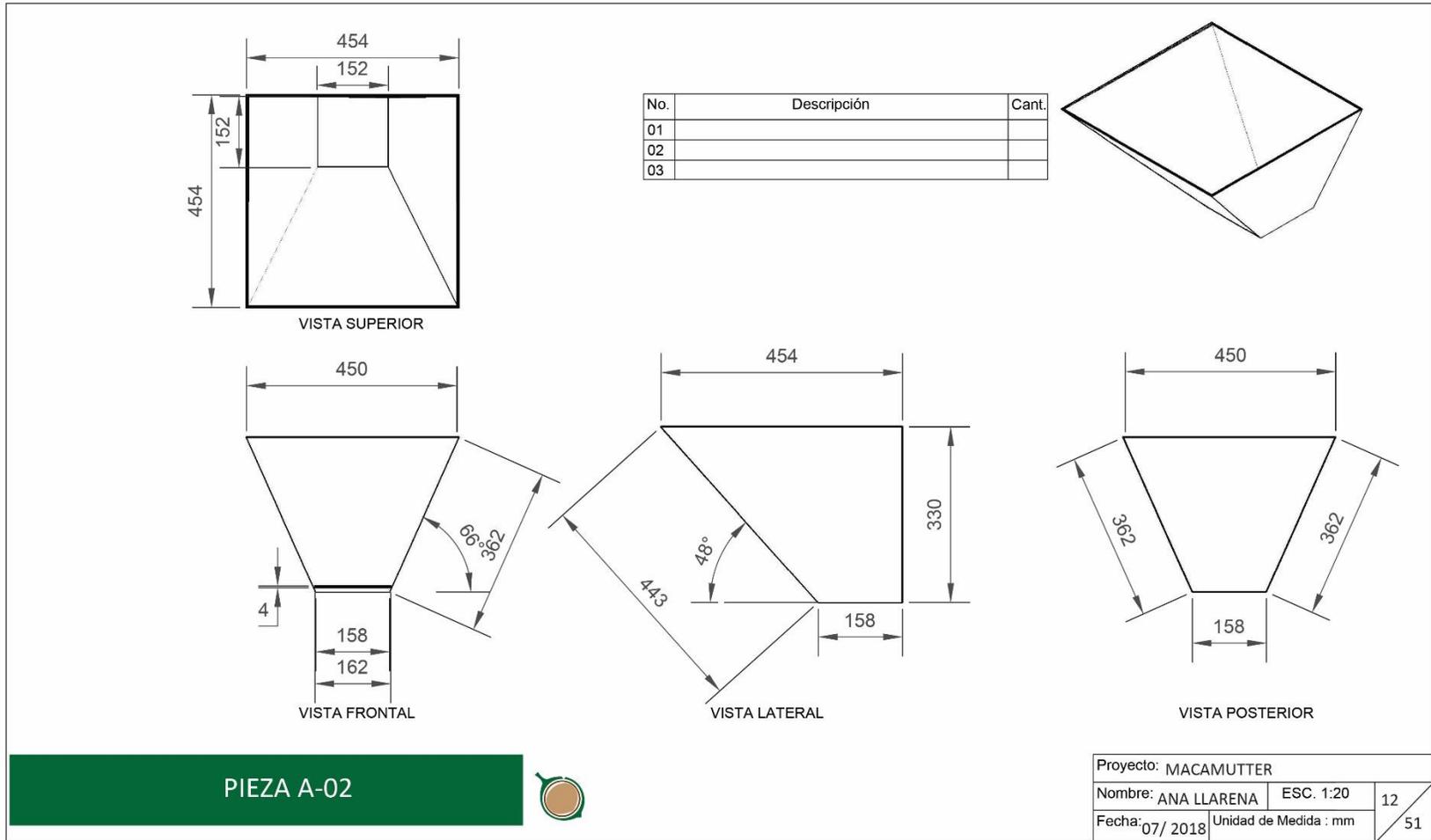


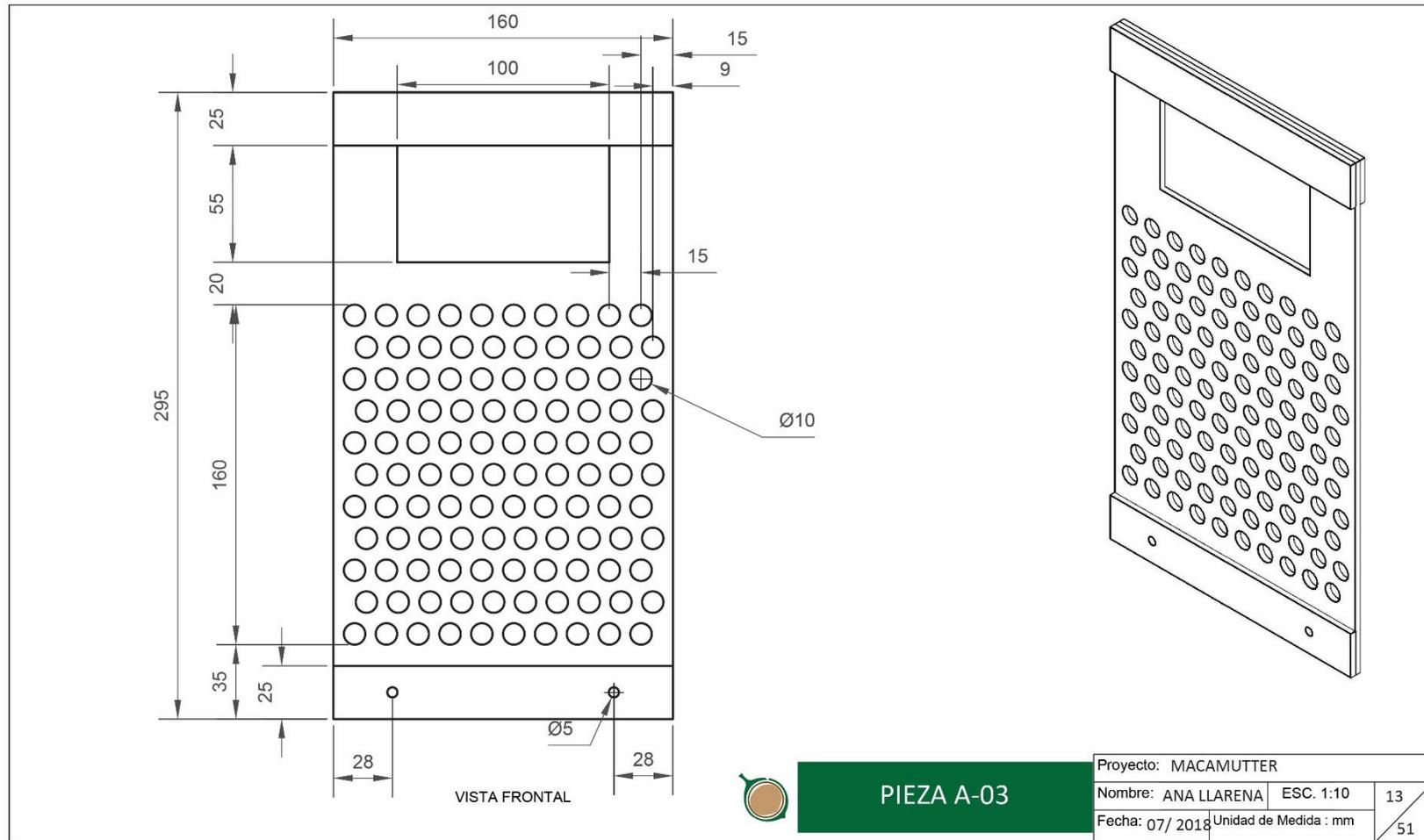
VISTA FRONTAL

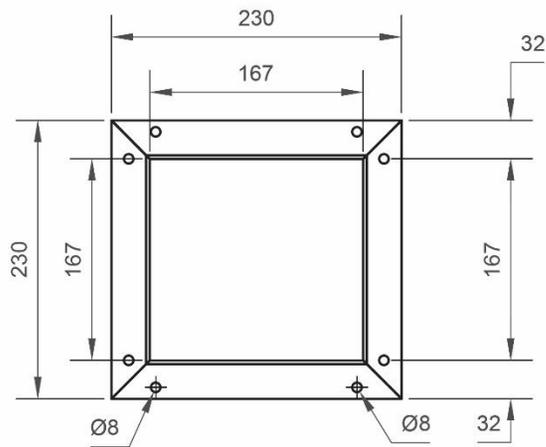
PIEZA A-01



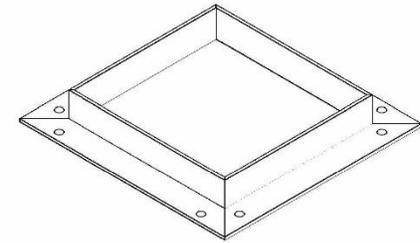
Proyecto: MACAMUTTER		
Nombre: ANA LLARENA	ESC. 1:20	11
Fecha: 07/2018	Unidad de Medida : mm	







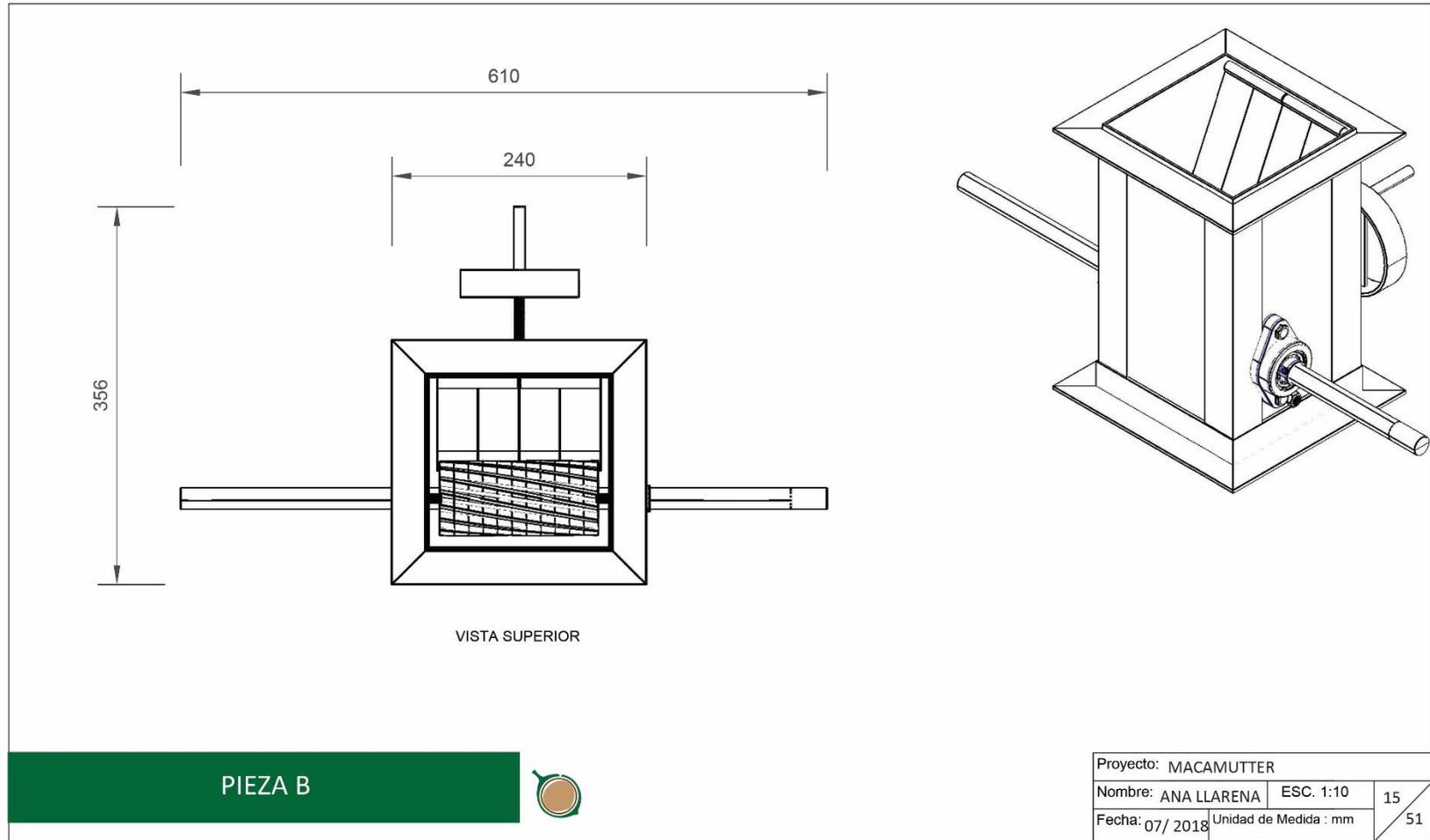
VISTA SUPERIOR

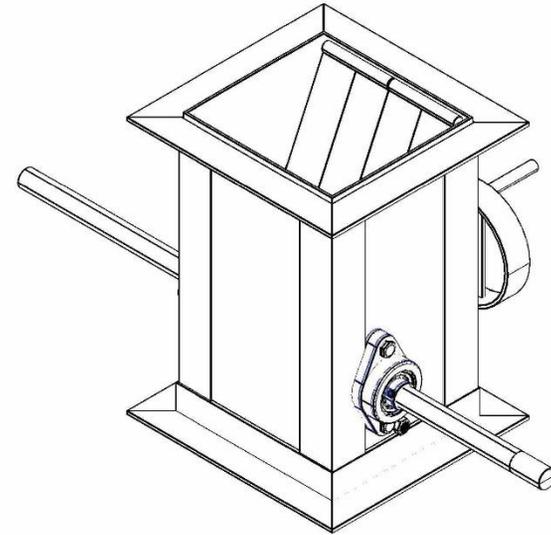
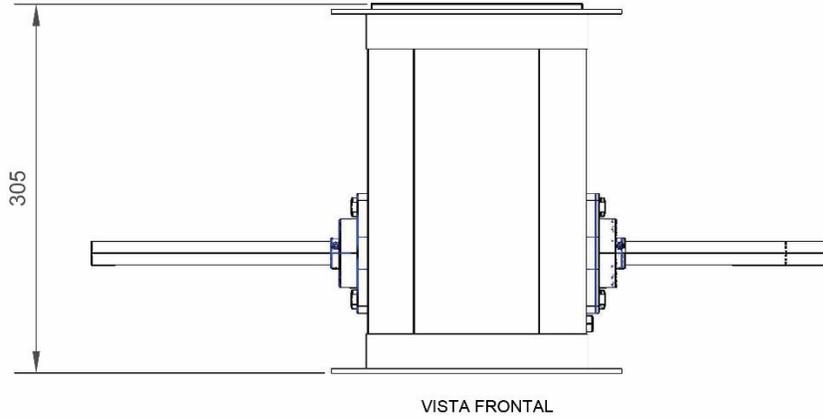


PIEZA A-04



Proyecto: MACAMUTTER		
Nombre: ANA LLARENA	ESC. 1:10	14
Fecha: 07 / 2018	Unidad de Medida : mm	51

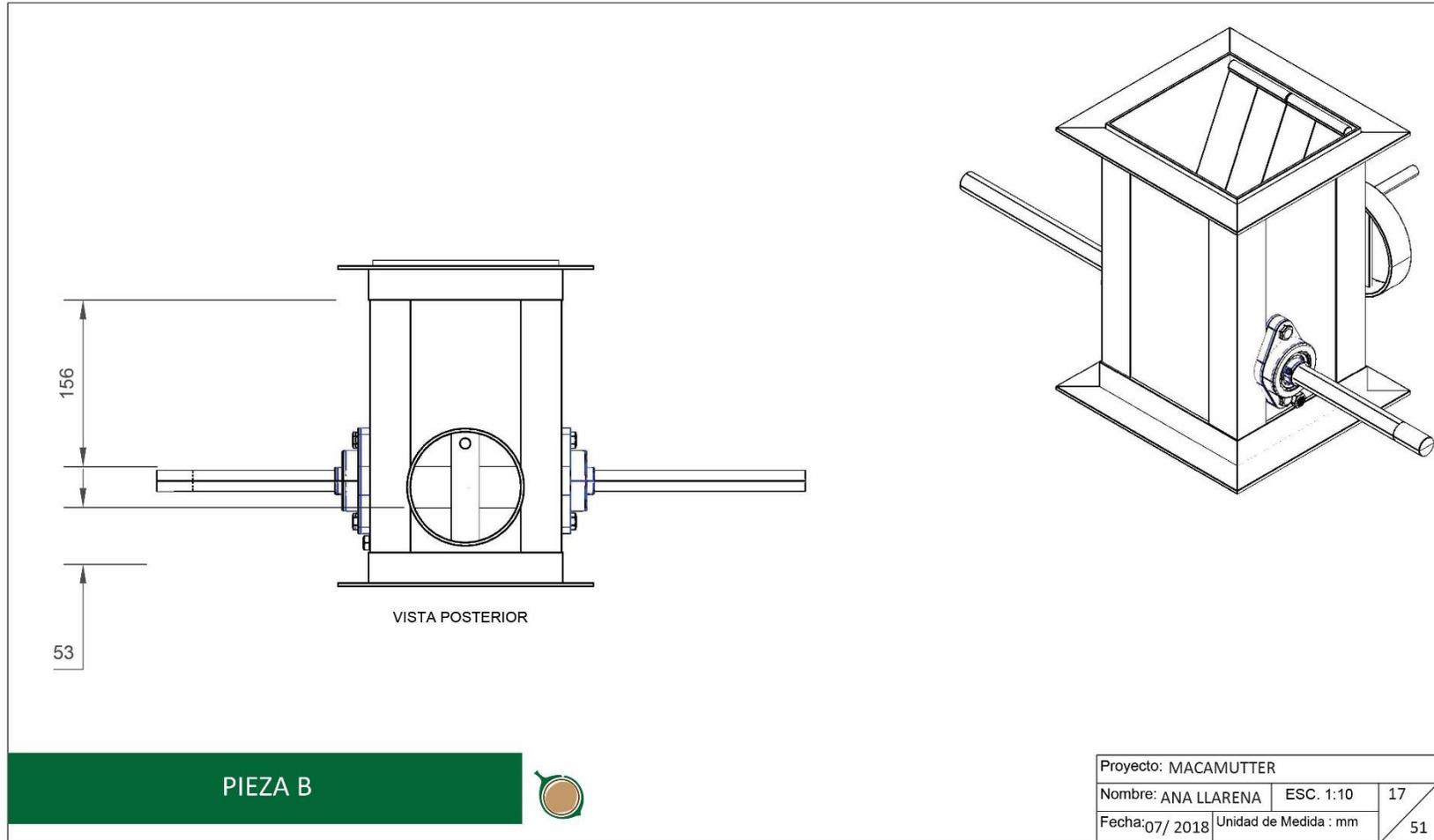


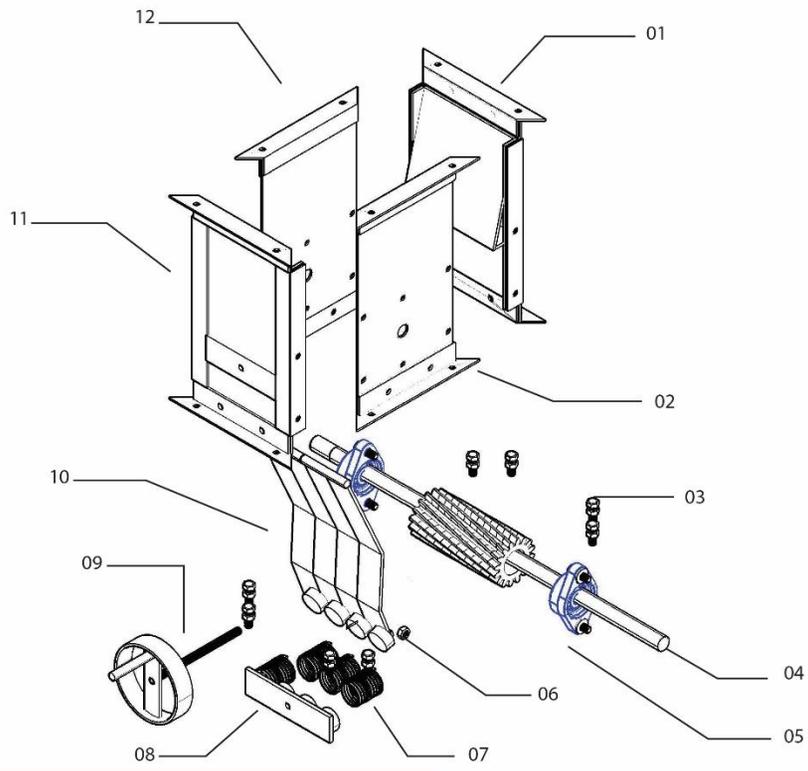


PIEZA B



Proyecto: MACAMUTTER		
Nombre: ANA LLARENA	ESC. 1:5	16
Fecha: 07/ 2018	Unidad de Medida : mm	



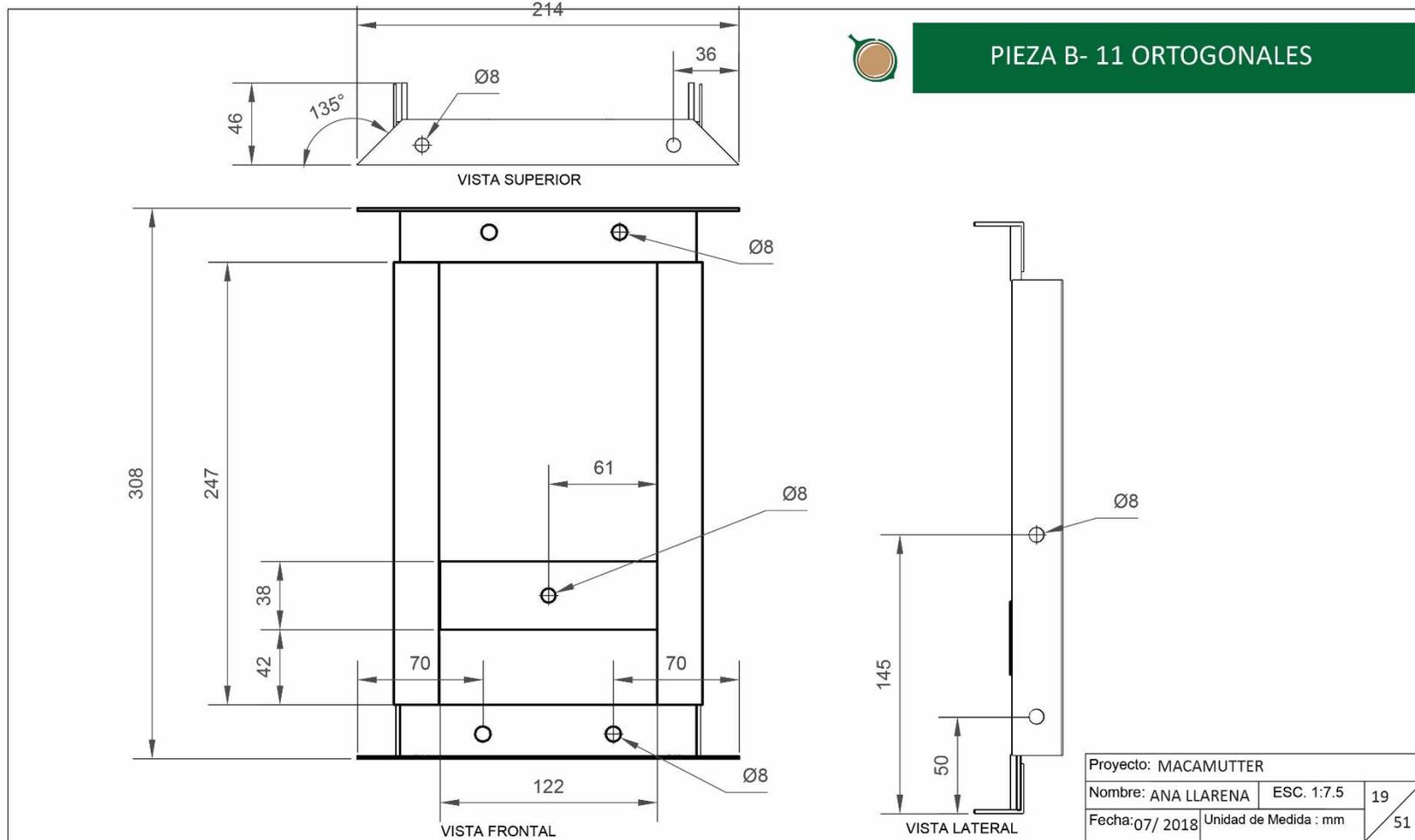


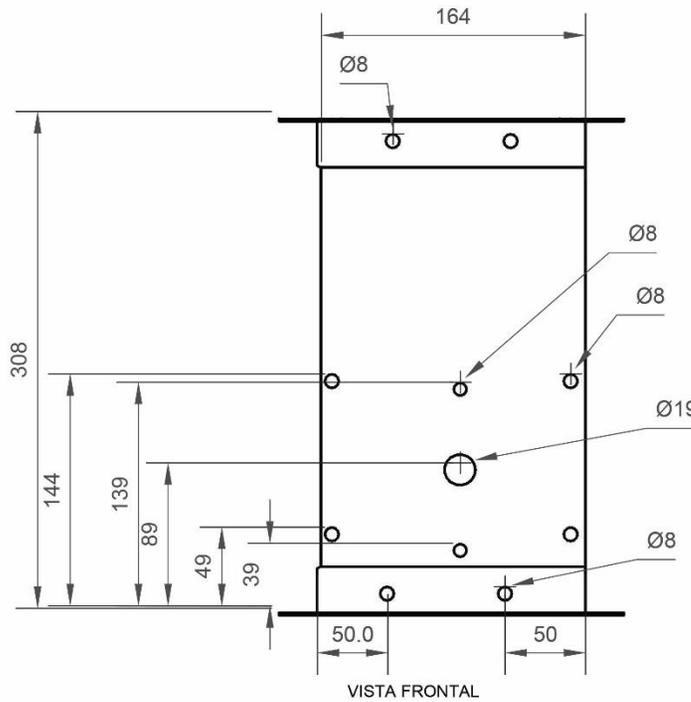
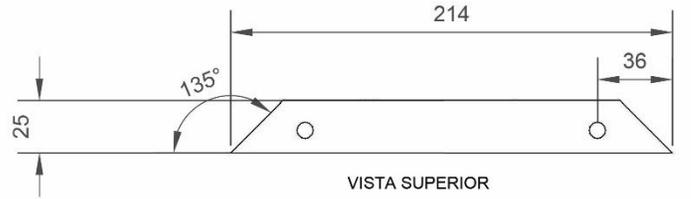
No.	Descripción	Cant.
01	Pared posterior caja central	1
02	Pared lateral derecha caja central	1
03	Tornillo 3/8"	36
04	Eje central	1
05	Chumacera tipo brida	2
06	Tornillo tope	1
07	Resorte	4
08	Base resorte	1
09	Manivela niveladora de fuerza	1
10	Rampa	1
11	Pared frontal caja central	1
12	Pared lateral izquierda caja central	1

PIEZA B- DESPIECE



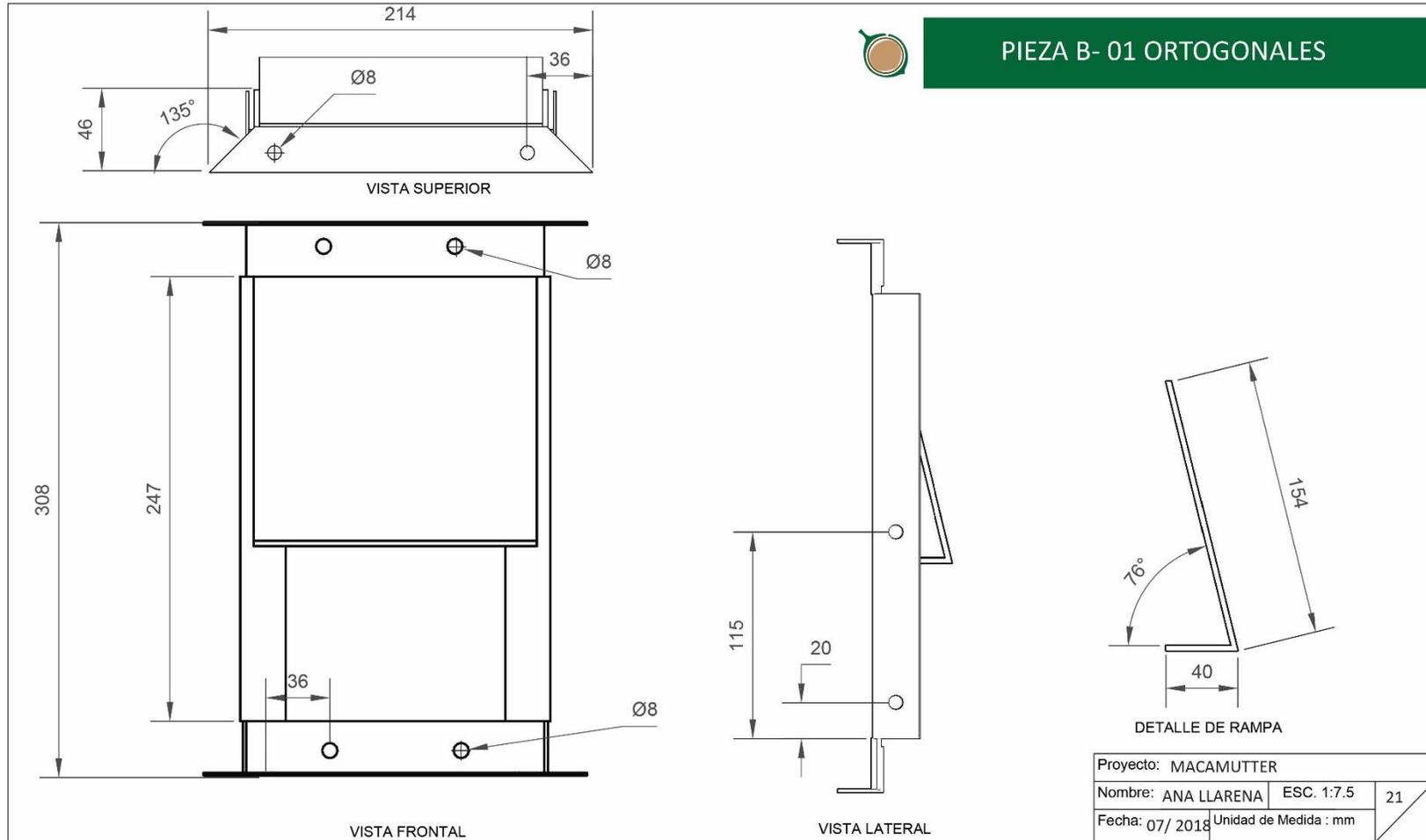
Proyecto: MACAMUTTER		
Nombre: ANA LLARENA	ESC. 1:15	18
Fecha: 07/2018	Unidad de Medida : mm	51

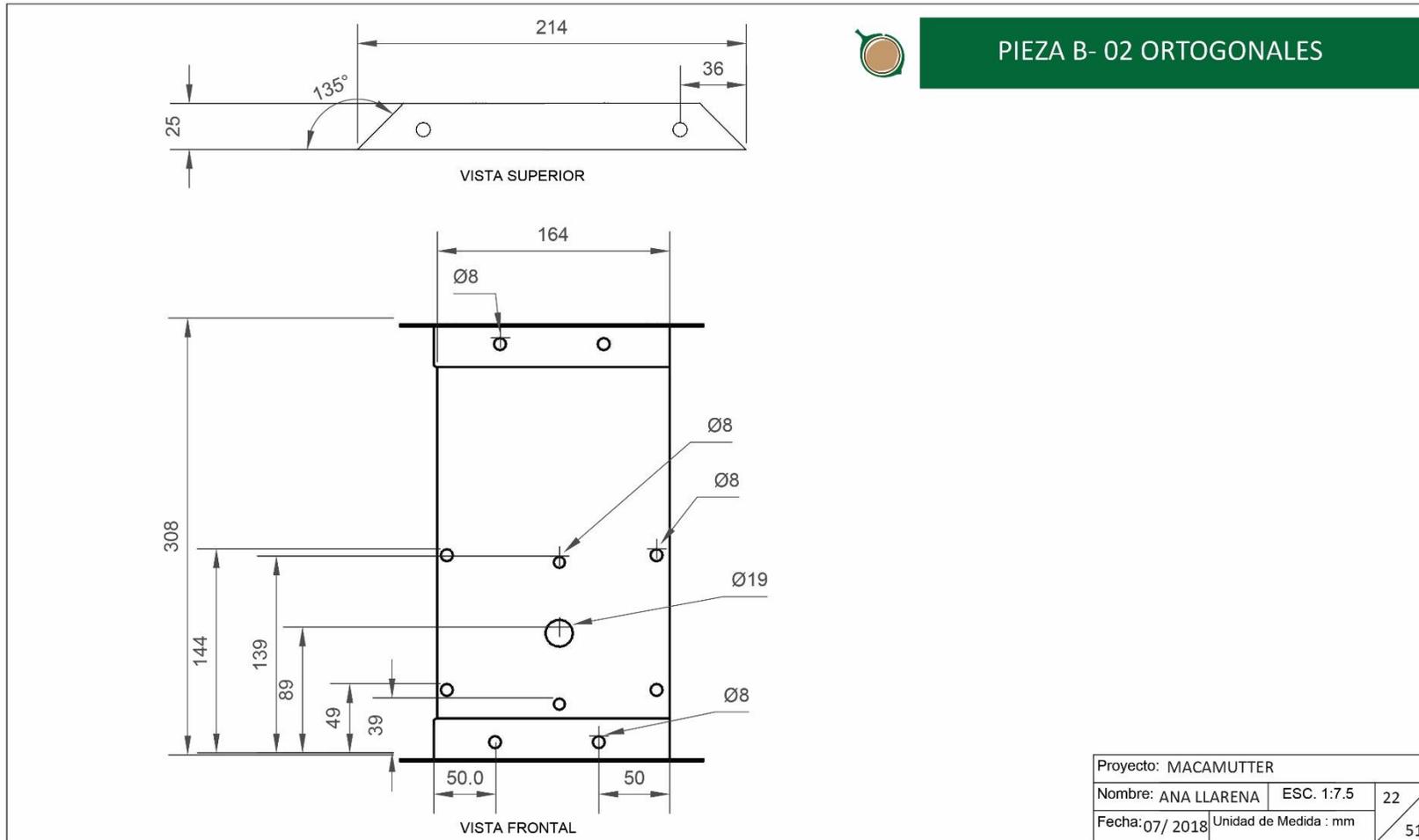




PIEZA B- 12 ORTOGONALES

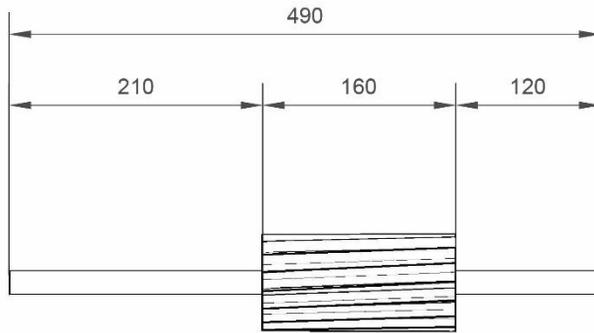
Proyecto: MACAMUTTER		
Nombre: ANA LLARENA	ESC. 1:7.5	20
Fecha: 07/ 2018	Unidad de Medida : mm	51



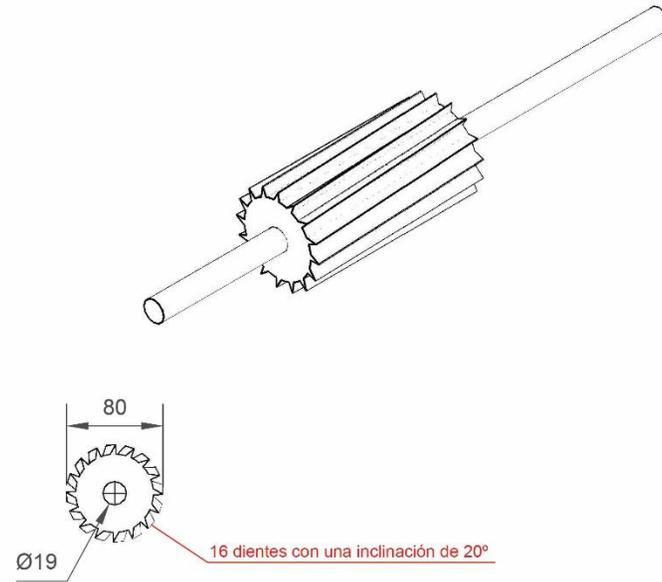


PIEZA B- 02 ORTOGONALES

Proyecto: MACAMUTTER		
Nombre: ANA LLARENA	ESC. 1:7.5	22
Fecha: 07/ 2018	Unidad de Medida : mm	51



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

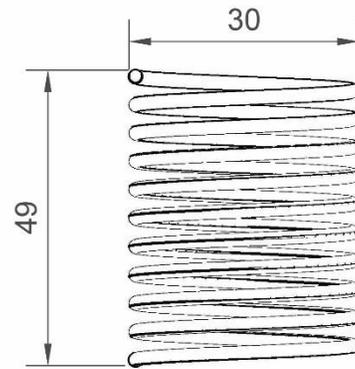
PIEZA B- 04



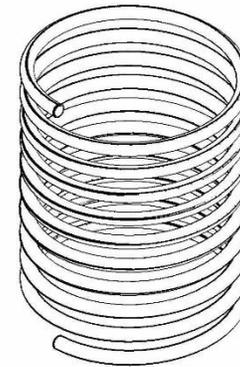
Proyecto: MACAMUTTER		
Nombre: ANA LLARENA	ESC. 1:5	23
Fecha: 07/ 2018	Unidad de Medida : mm	51



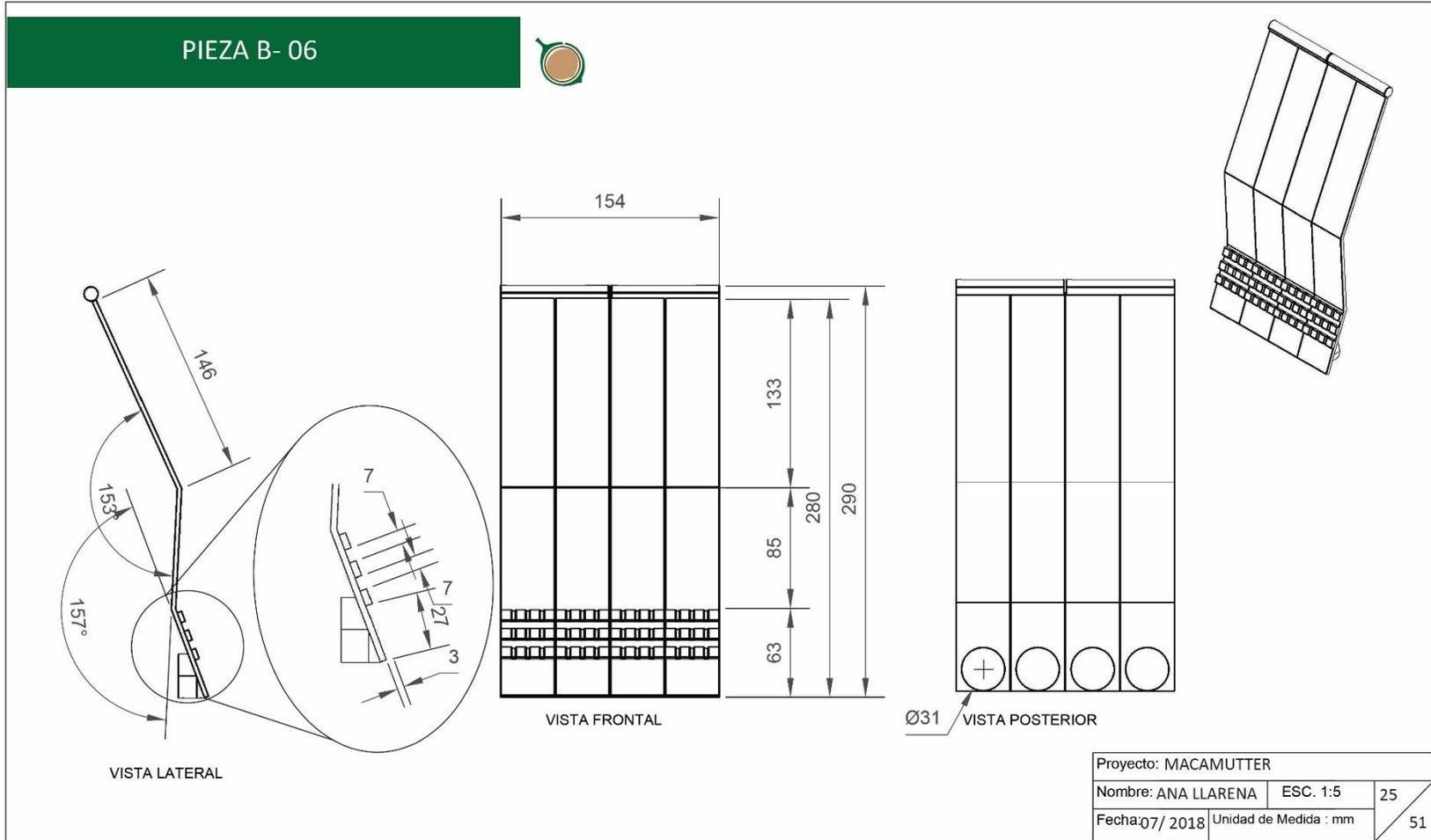
PIEZA B- 07

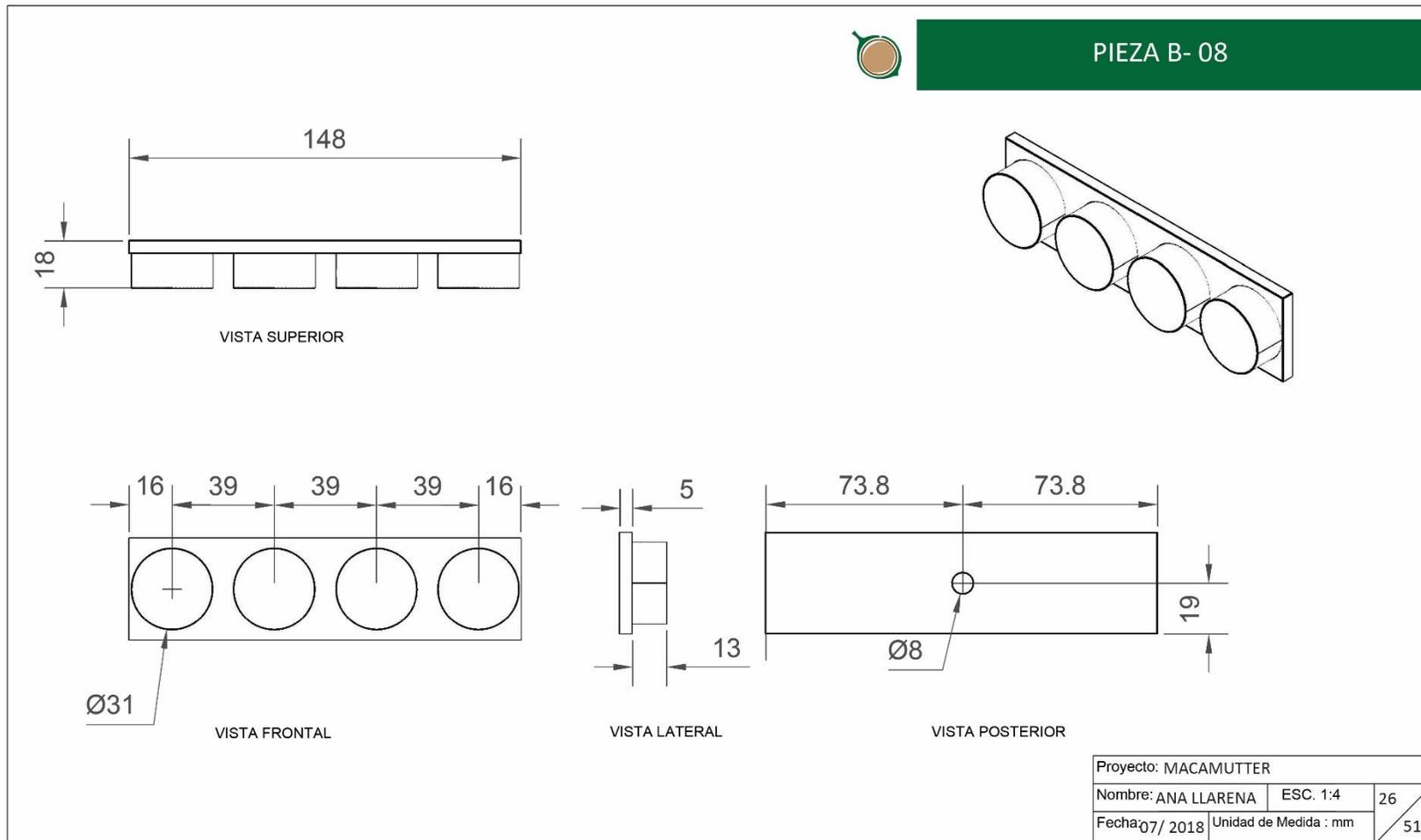


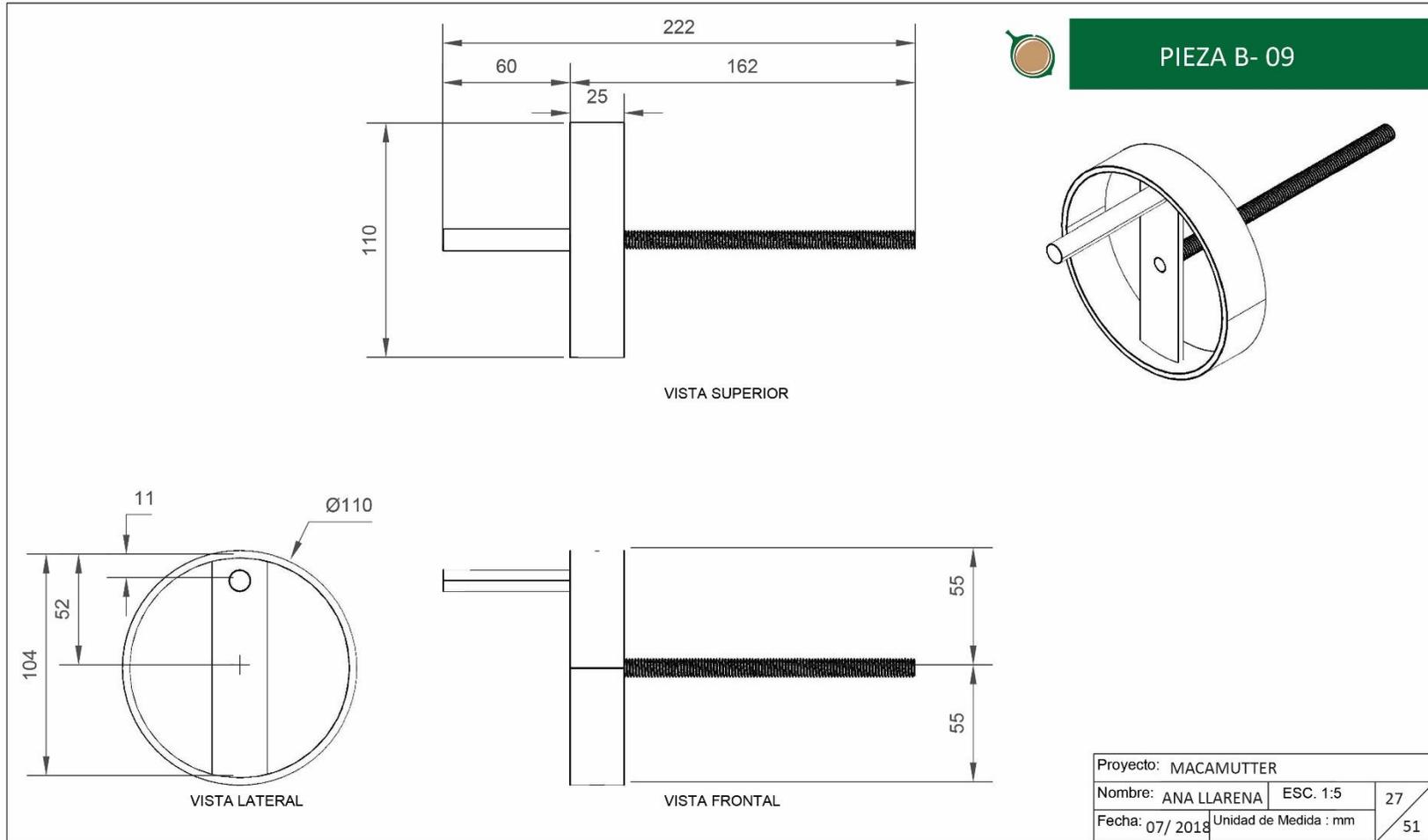
VISTA FRONTAL



Proyecto: MACAMUTTER		
Nombre: ANA LLARENA	ESC. 1:1.5	24
Fecha: 07/ 2018	Unidad de Medida : mm	51

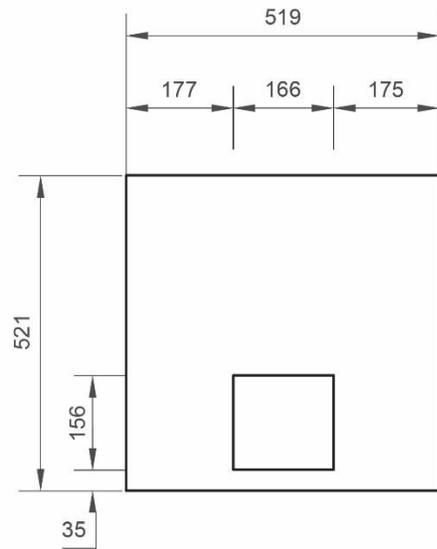




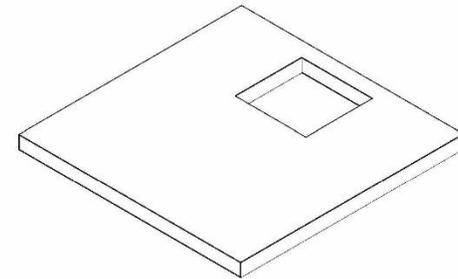




PIEZA C



VISTA SUPERIOR

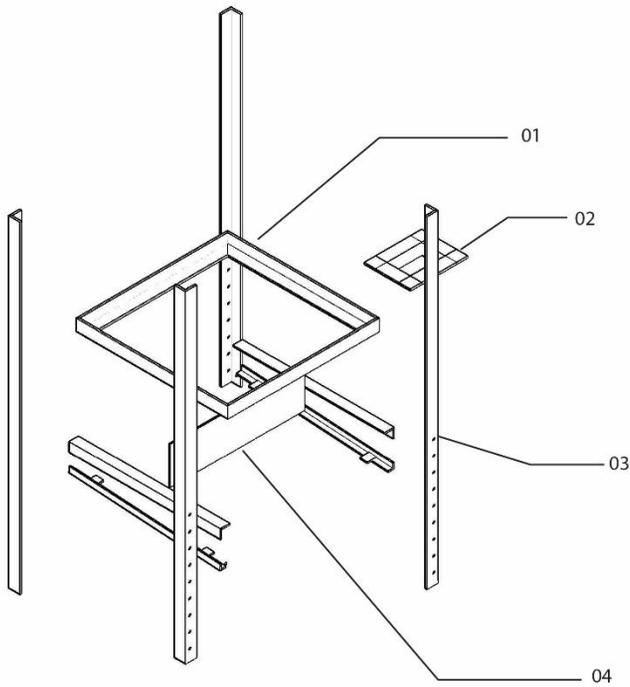


No.	Descripción	Cant.
C	Mesa de madera de pino tratado	1

Proyecto: MACAMUTTER		
Nombre: ANA LLARENA	ESC. 1:20	28
Fecha: 07/2018	Unidad de Medida : mm	51

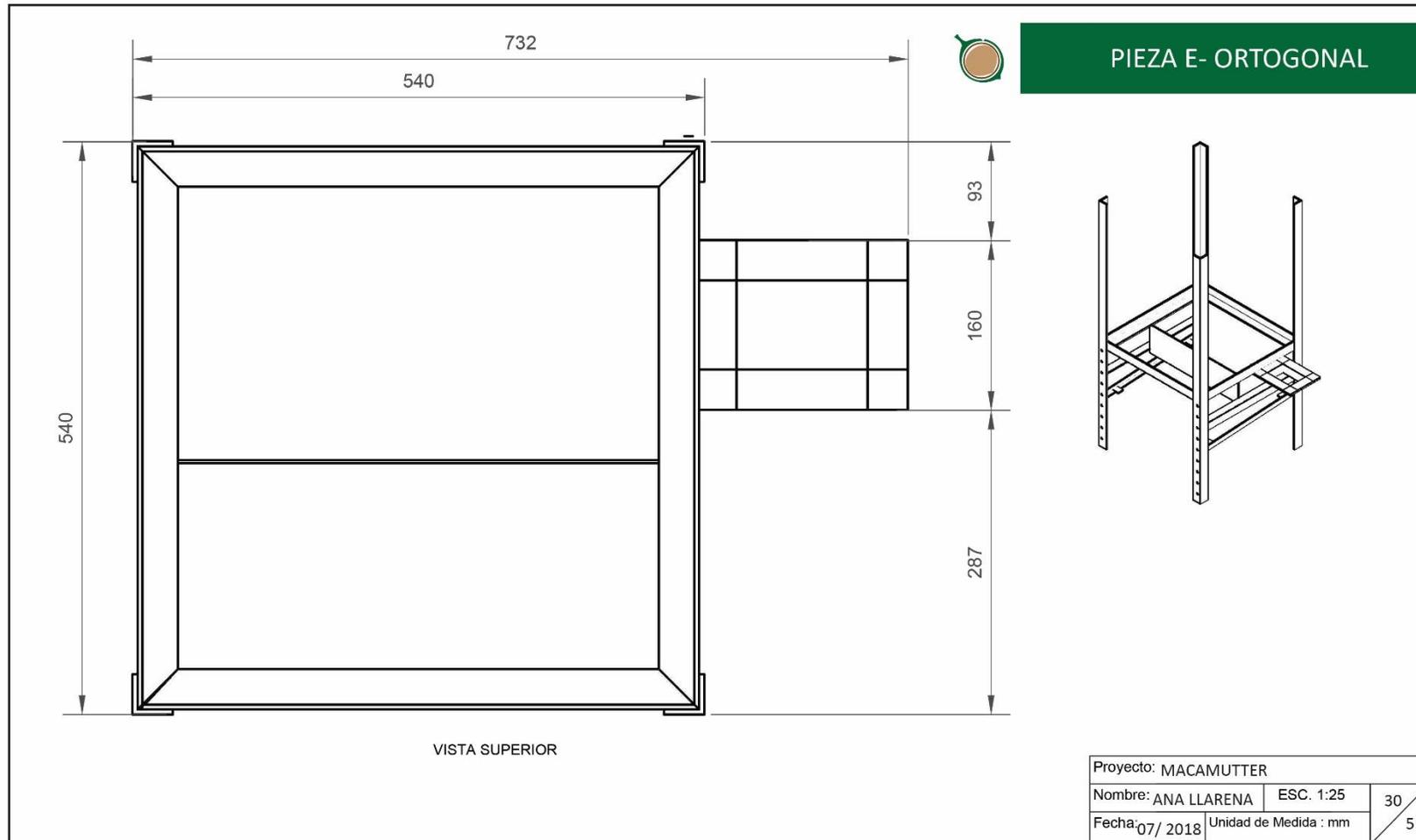


PIEZA E- DESPIECE



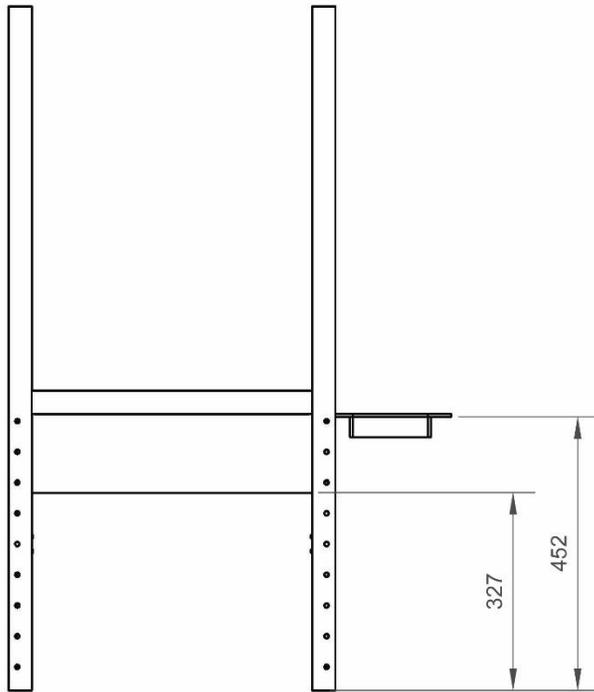
No.	Descripción	Cant.
01	Base de la mesa	1
02	Base motor	1
03	Pata interior	4
04	Pared interior	1

Proyecto: MACAMUTTER		
Nombre: ANA LLARENA	ESC. 1:30	29
Fecha: 07/2018	Unidad de Medida : mm	51

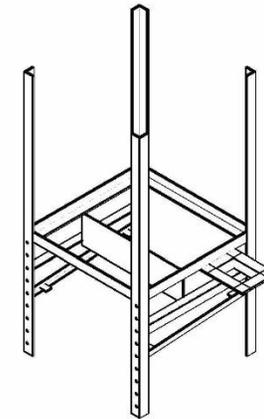




PIEZA E- ORTOGONAL



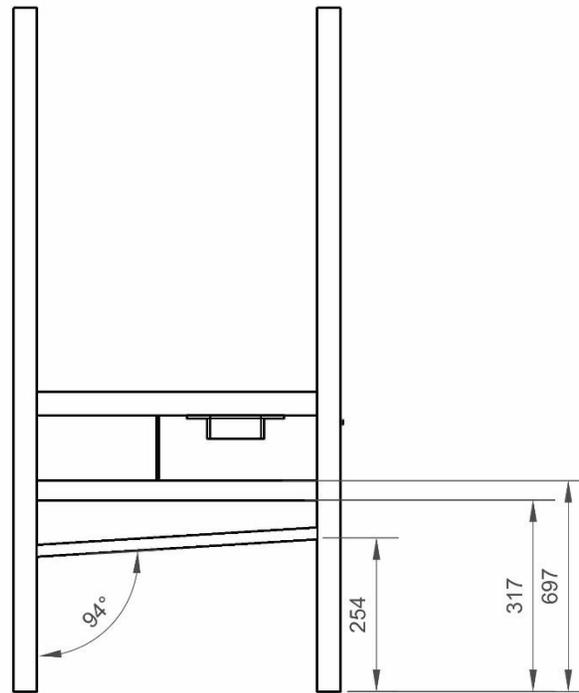
VISTA FRONTAL



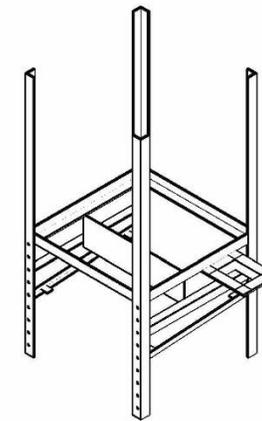
Proyecto: MACAMUTTER		
Nombre: ANA LLARENA	ESC. 1:20	31
Fecha: 07/ 2018	Unidad de Medida : mm	51



PIEZA E- ORTOGONAL



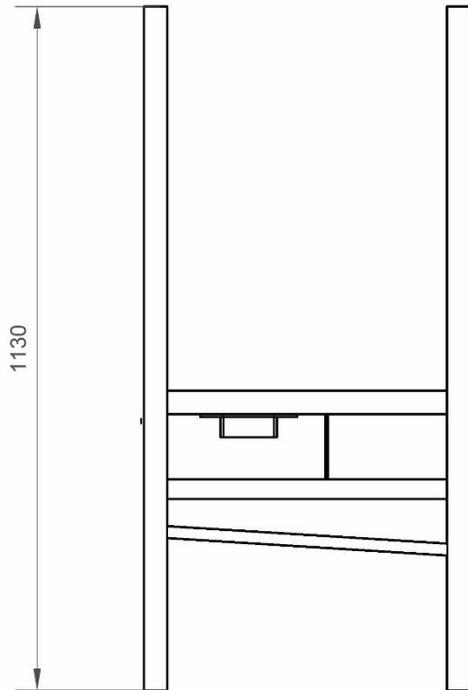
VISTA LATERAL DERECHA



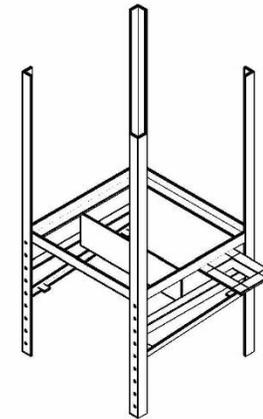
Proyecto: MACAMUTTER		
Nombre: ANA LLARENA	ESC. 1:20	32
Fecha: 07/2018	Unidad de Medida : mm	51



PIEZA E- ORTOGONAL



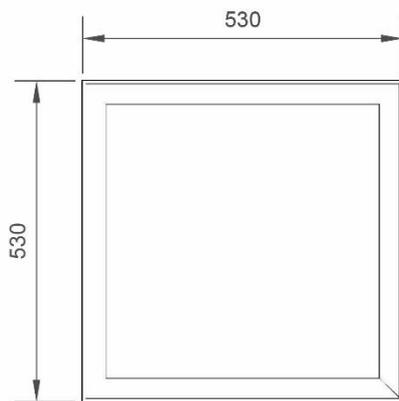
VISTA LATERAL IZQUIERDA



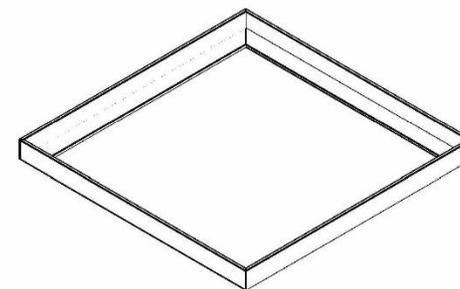
Proyecto: MACAMUTTER		
Nombre: ANA LLARENA	ESC. 1:20	33
Fecha: 07/ 2018	Unidad de Medida : mm	51



PIEZA E- 01



VISTA SUPERIOR

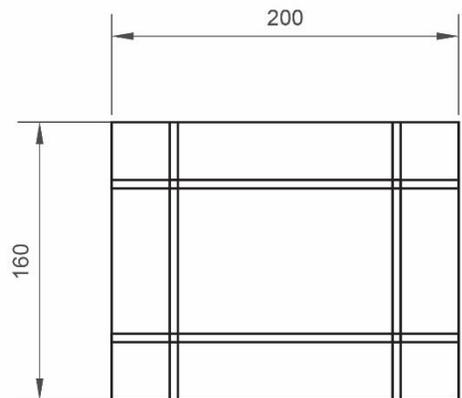


No.	Descripción	Cant.
1	Angular de 1 1/2"	4

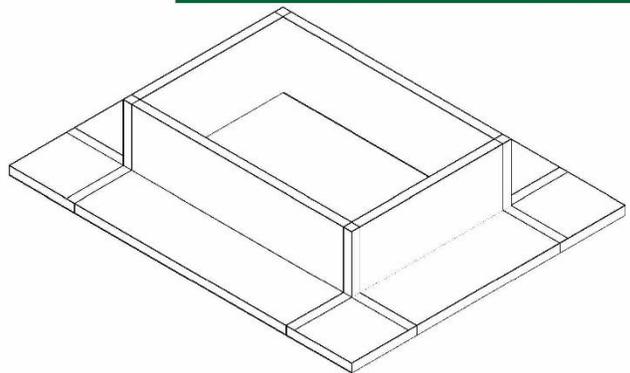
Proyecto: MACAMUTTER		
Nombre: ANA LLARENA	ESC. 1:20	34
Fecha: 07/ 2018	Unidad de Medida : mm	51



PIEZA E- 02

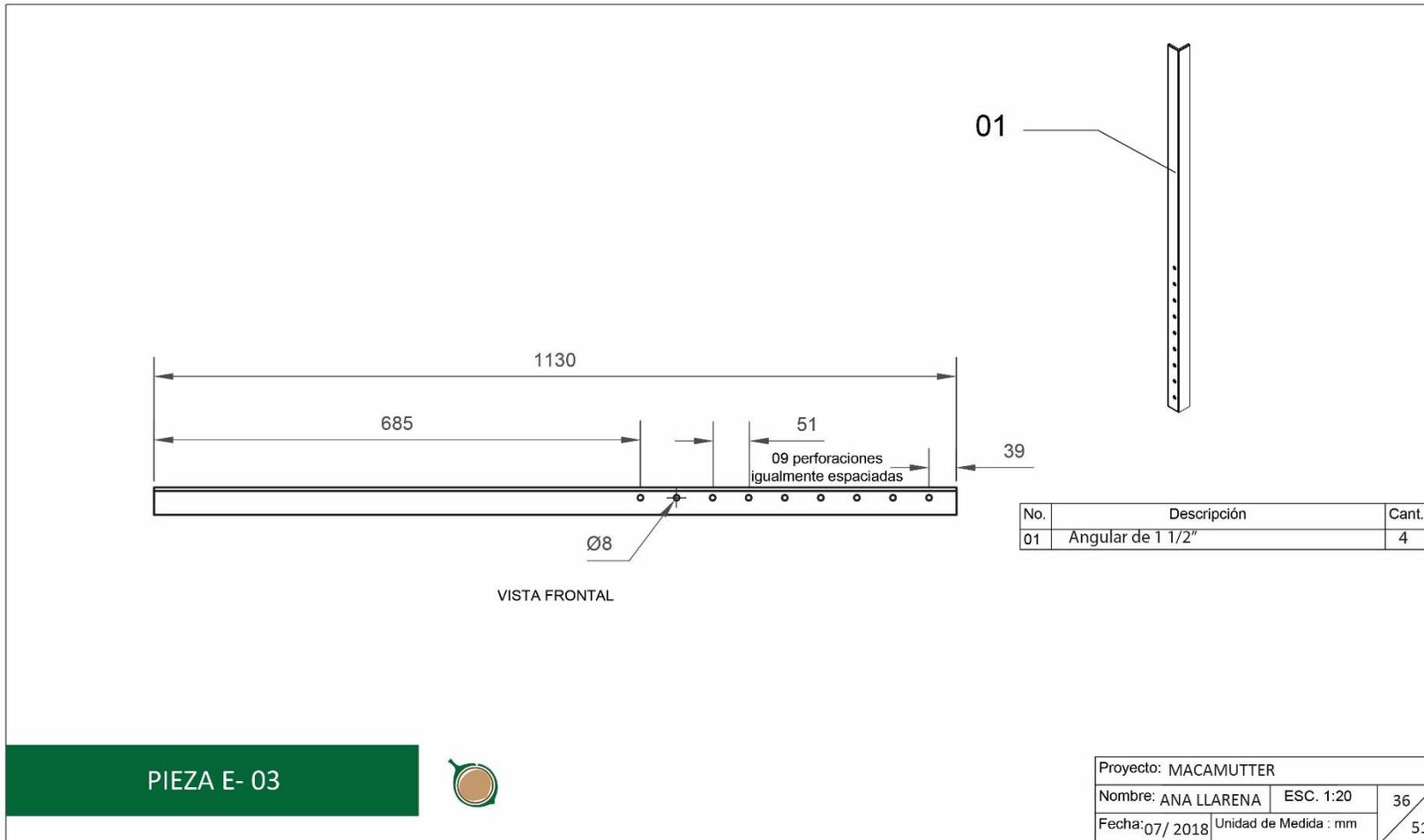


VISTA SUPERIOR



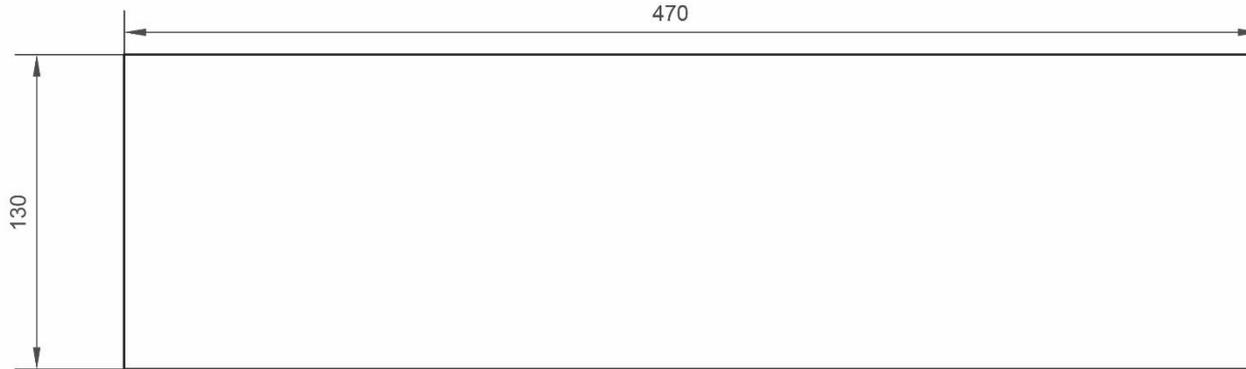
No.	Descripción	Cant.
1	Angular de 1 1/2"	4

Proyecto: MACAMUTTER		
Nombre: ANA LLARENA	ESC. 1:5	35
Fecha: 07/ 2018	Unidad de Medida : mm	51





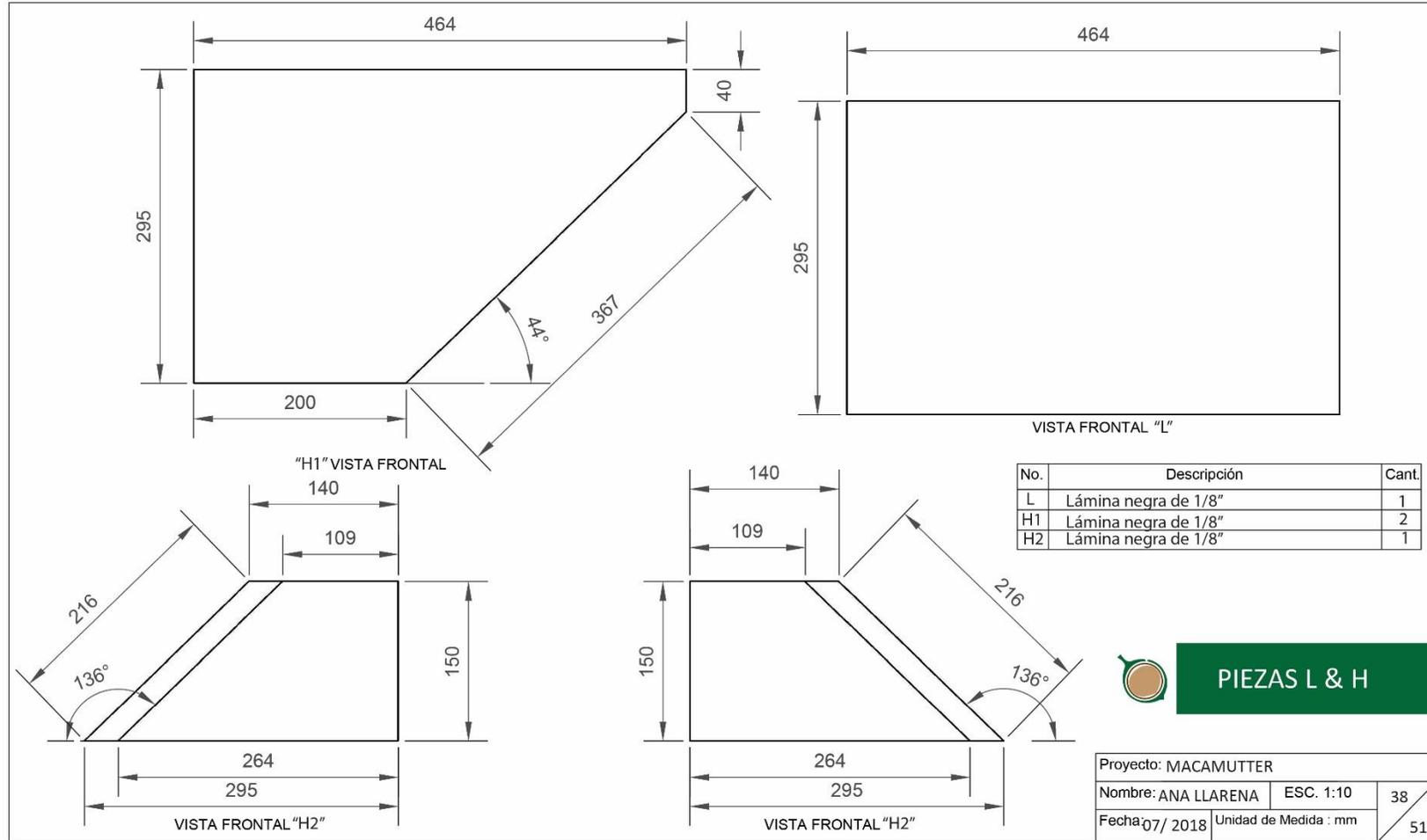
PIEZA E- 04

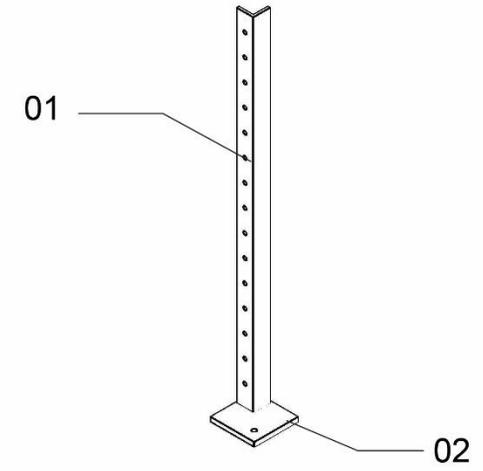
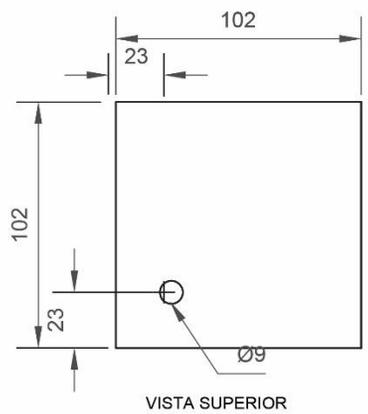
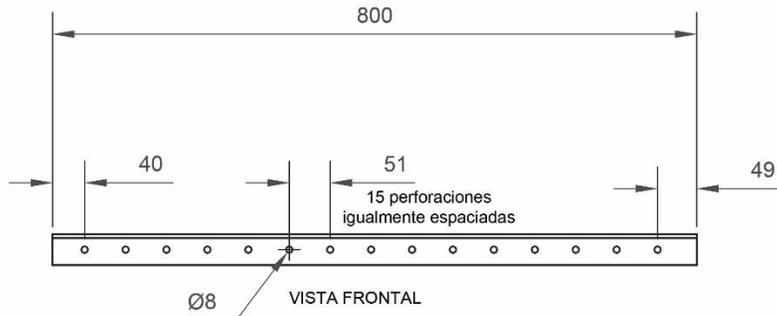


VISTA FRONTAL

No.	Descripción	Cant.
1	Lámina negra de 1/8"	1

Proyecto: MACAMUTTER		
Nombre: ANA LLARENA	ESC. 1:5	37
Fecha: 07/ 2018	Unidad de Medida : mm	51



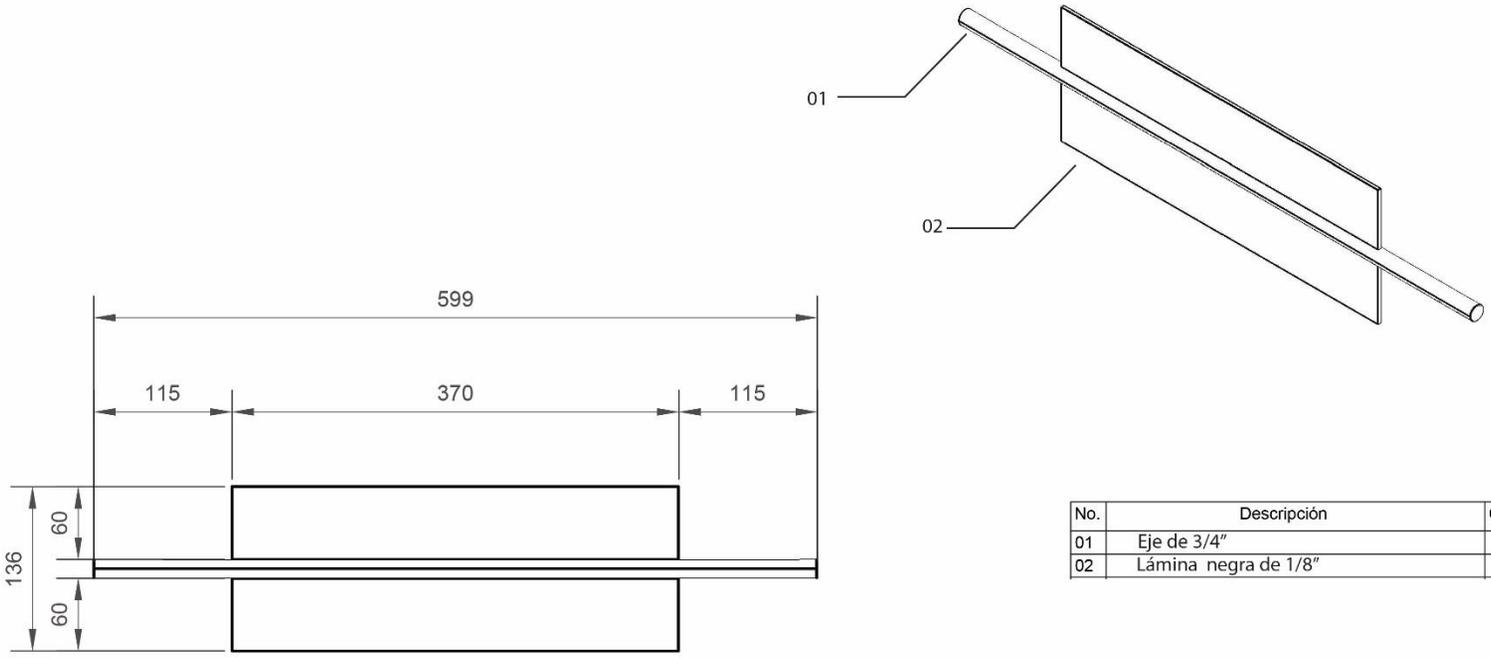


No.	Descripción	Cant.
01	Angular de 1 1/2"	4
02	Lámina de 1/4"	4

PIEZA F



Proyecto: MACAMUTTER		
Nombre: ANA LLARENA	ESC. 1:20	39
Fecha: 07/2018	Unidad de Medida : mm	51



Technical drawing of a pallet (PALETA) showing a front view with dimensions and an isometric view with callouts 01 and 02.

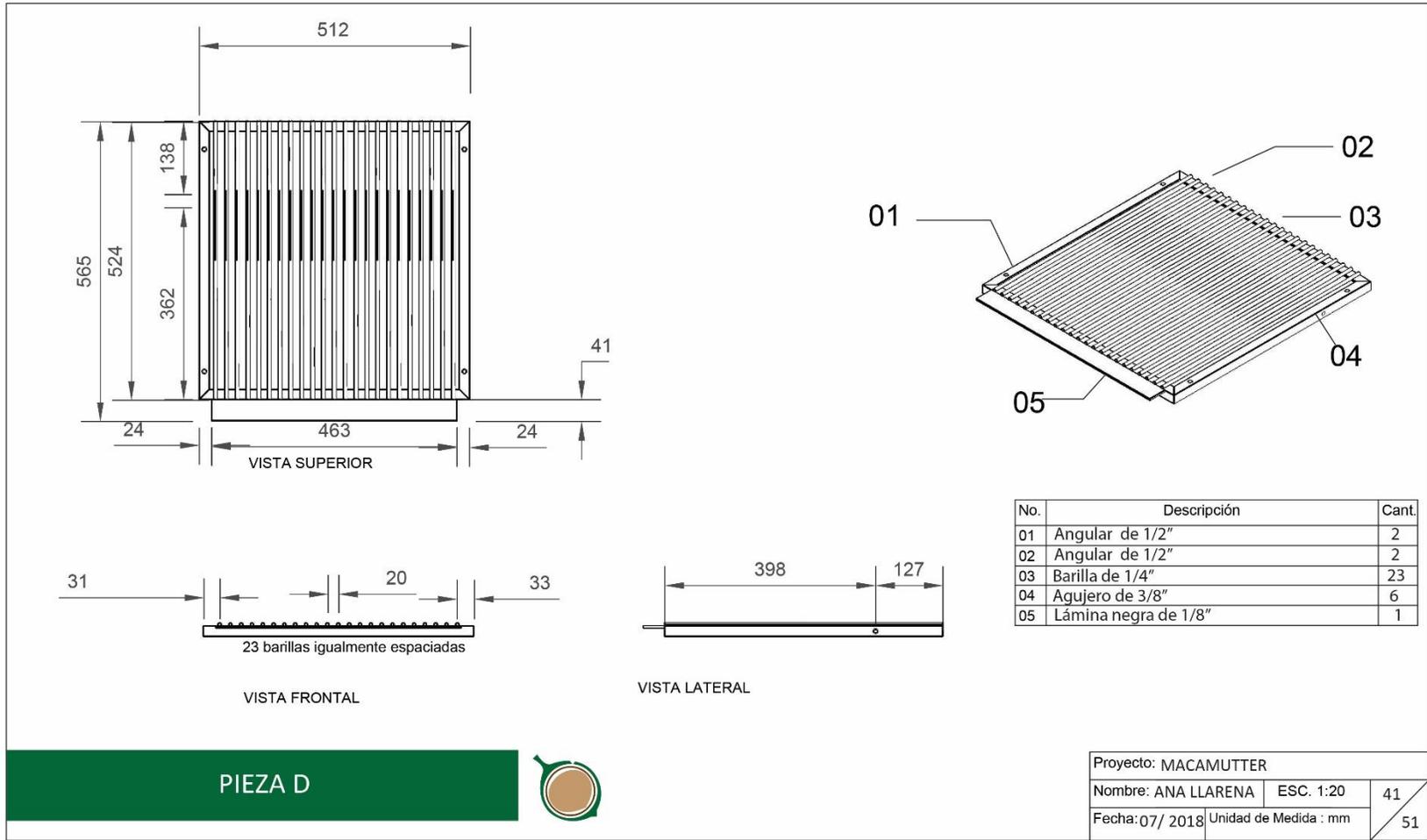
VISTA FRONTAL

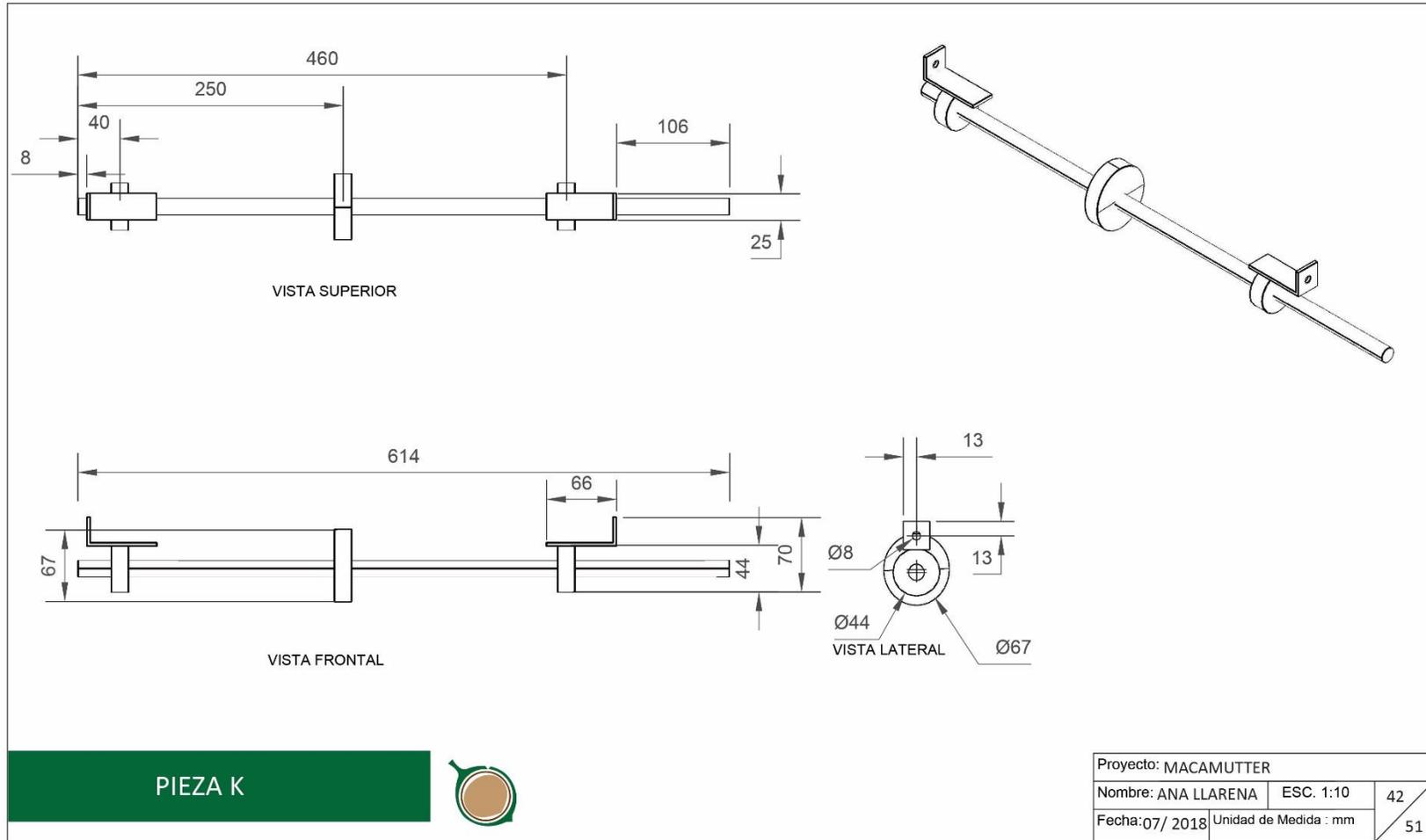
Dimensions: 599 (total length), 115 (end flange length), 370 (central shaft length), 115 (end flange length), 136 (total height), 60 (top flange height), 60 (bottom flange height).

No.	Descripción	Cant.
01	Eje de 3/4"	1
02	Lámina negra de 1/8"	2

PALETA

Proyecto: MACAMUTTER			
	Nombre: ANA LLARENA	ESC. 1:10	40
	Fecha: 07/2018	Unidad de Medida : mm	51

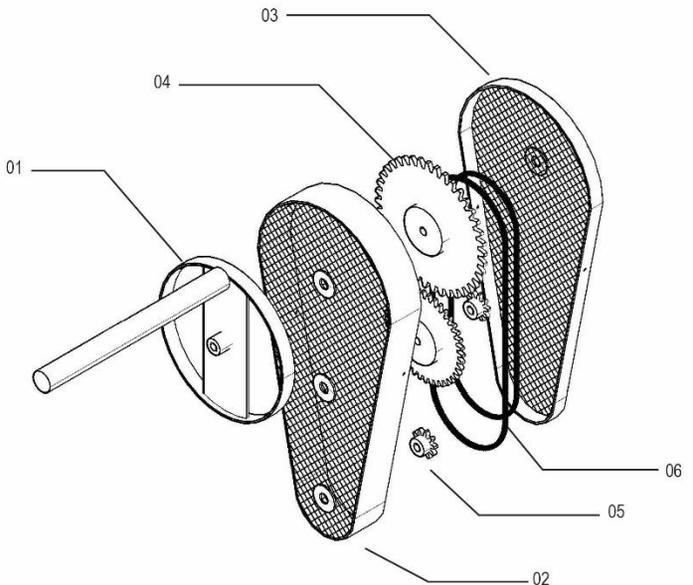




PIEZA K



Proyecto: MACAMUTTER		
Nombre: ANA LLARENA	ESC. 1:10	42
Fecha: 07/ 2018	Unidad de Medida : mm	51

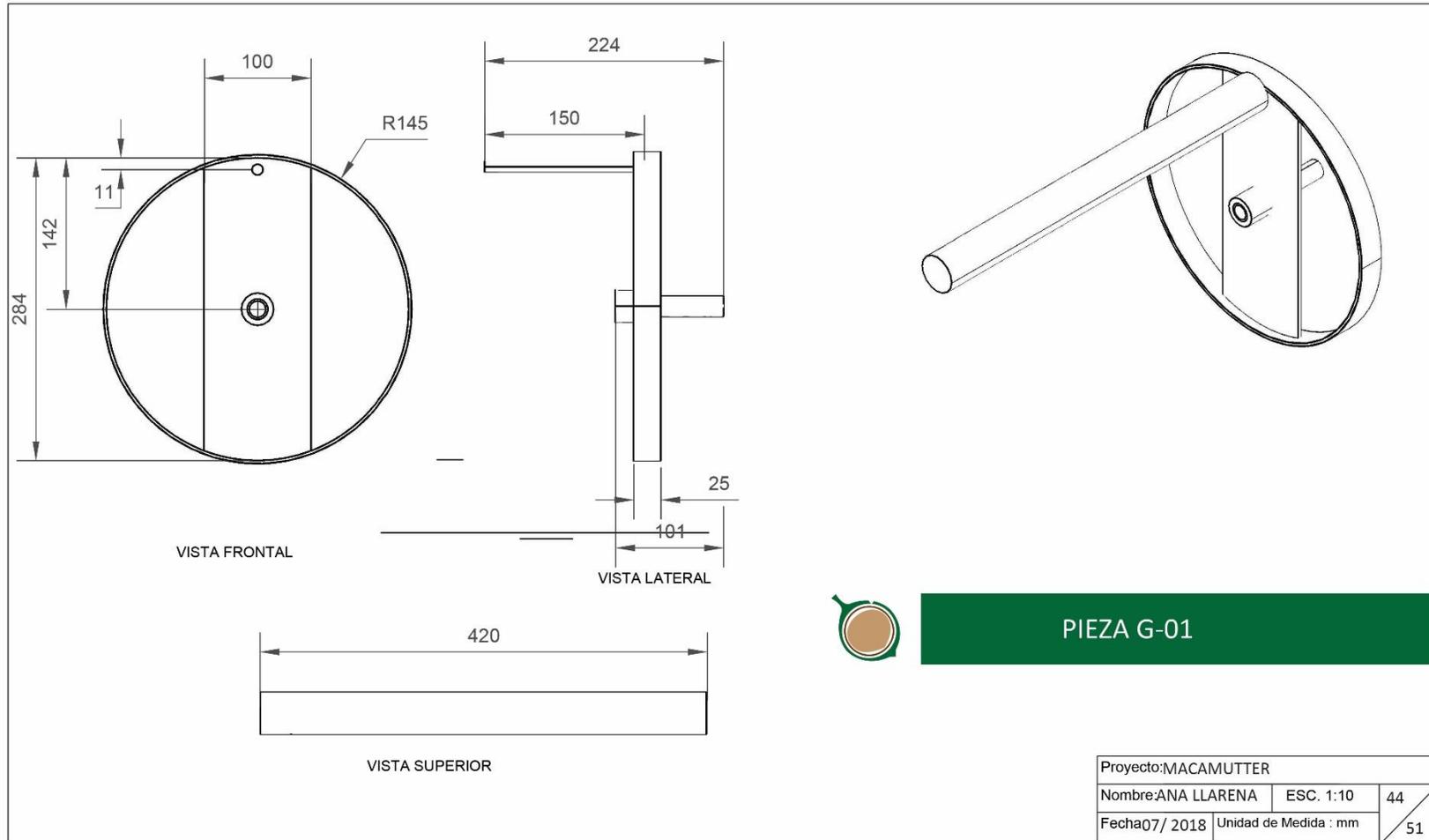


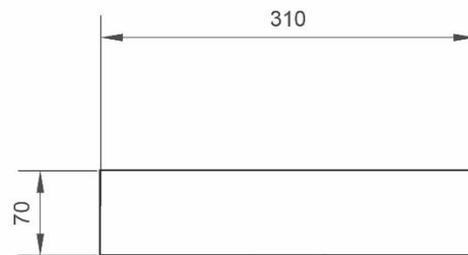
No.	Descripción	Cant.
01	Manivela	1
02	Malla de seguridad 1	1
03	Malla de seguridad 2	1
04	Sprocket 10"	2
05	Sprocket 1 1/2"	2
06	Cadena	2

DESPIECE PIEZA G

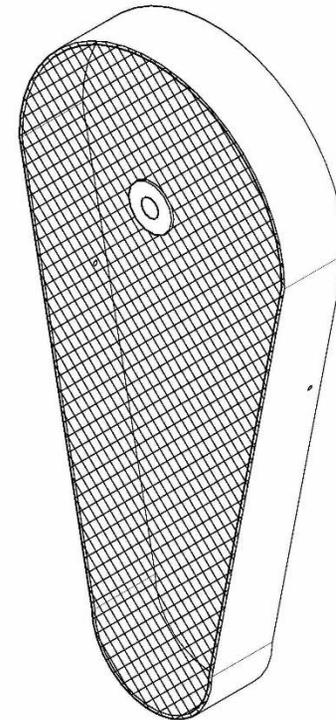


Proyecto: MACAMUTTER		
Nombre: ANA LLARENA	ESC. 1:20	43
Fecha: 07/ 2018	Unidad de Medida : mm	51





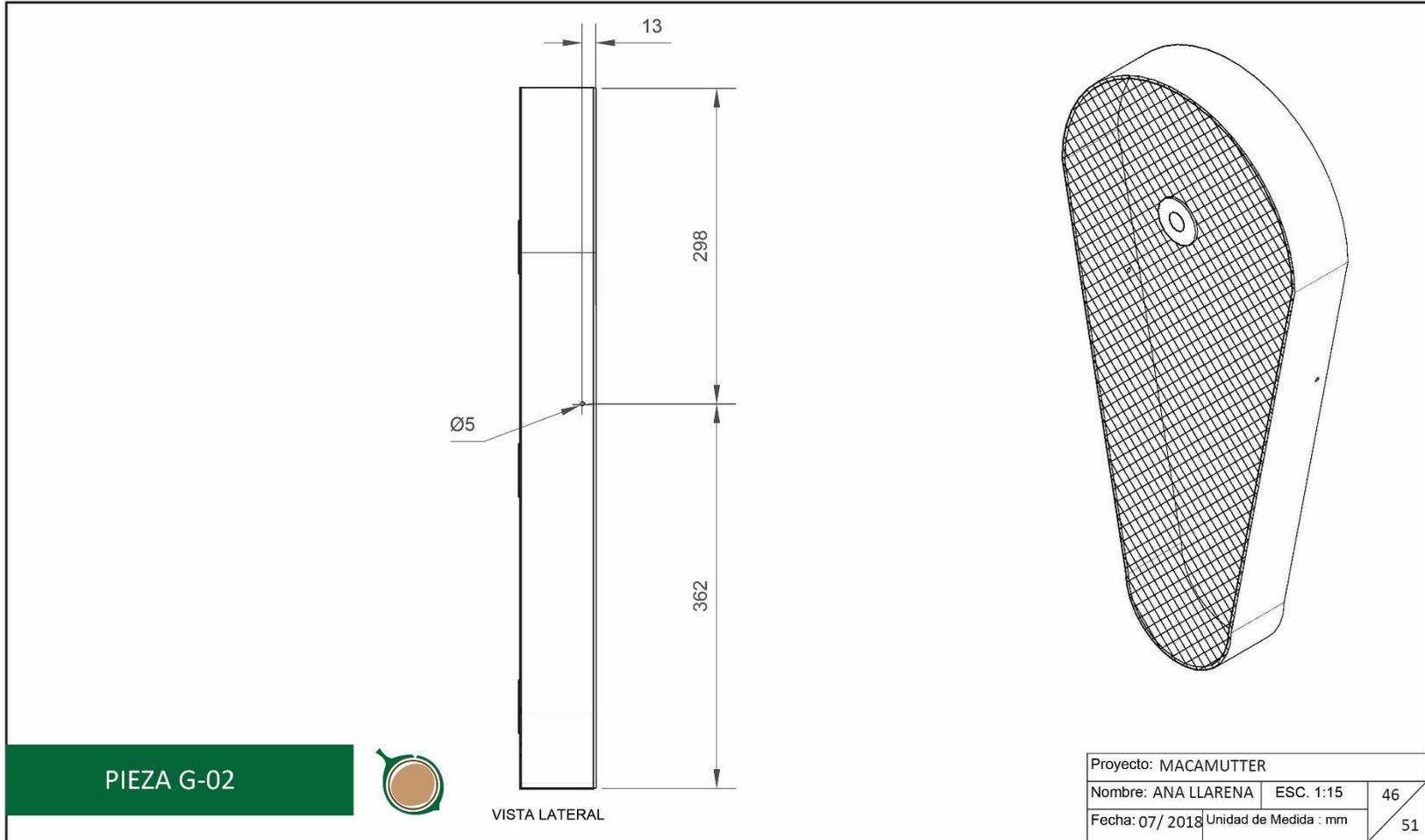
VISTA SUPERIOR

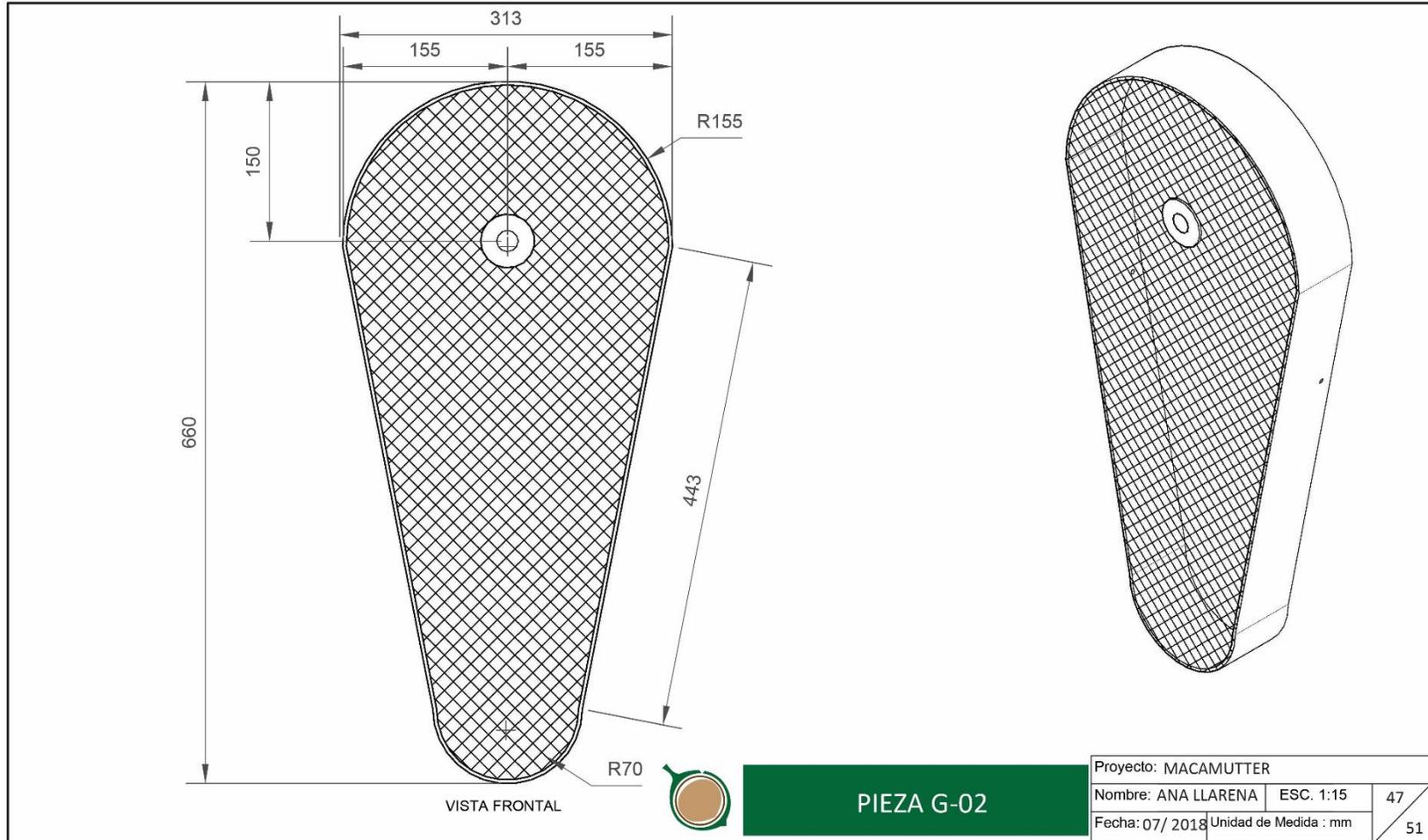


PIEZA G-02



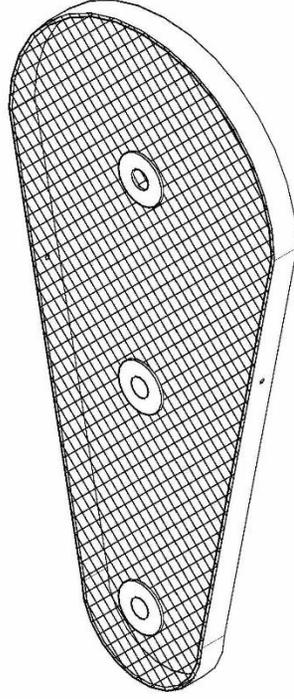
Proyecto: MACAMUTTER		
Nombre: ANA LLARENA	ESC. 1:15	45
Fecha: 07/ 2018	Unidad de Medida : mm	51







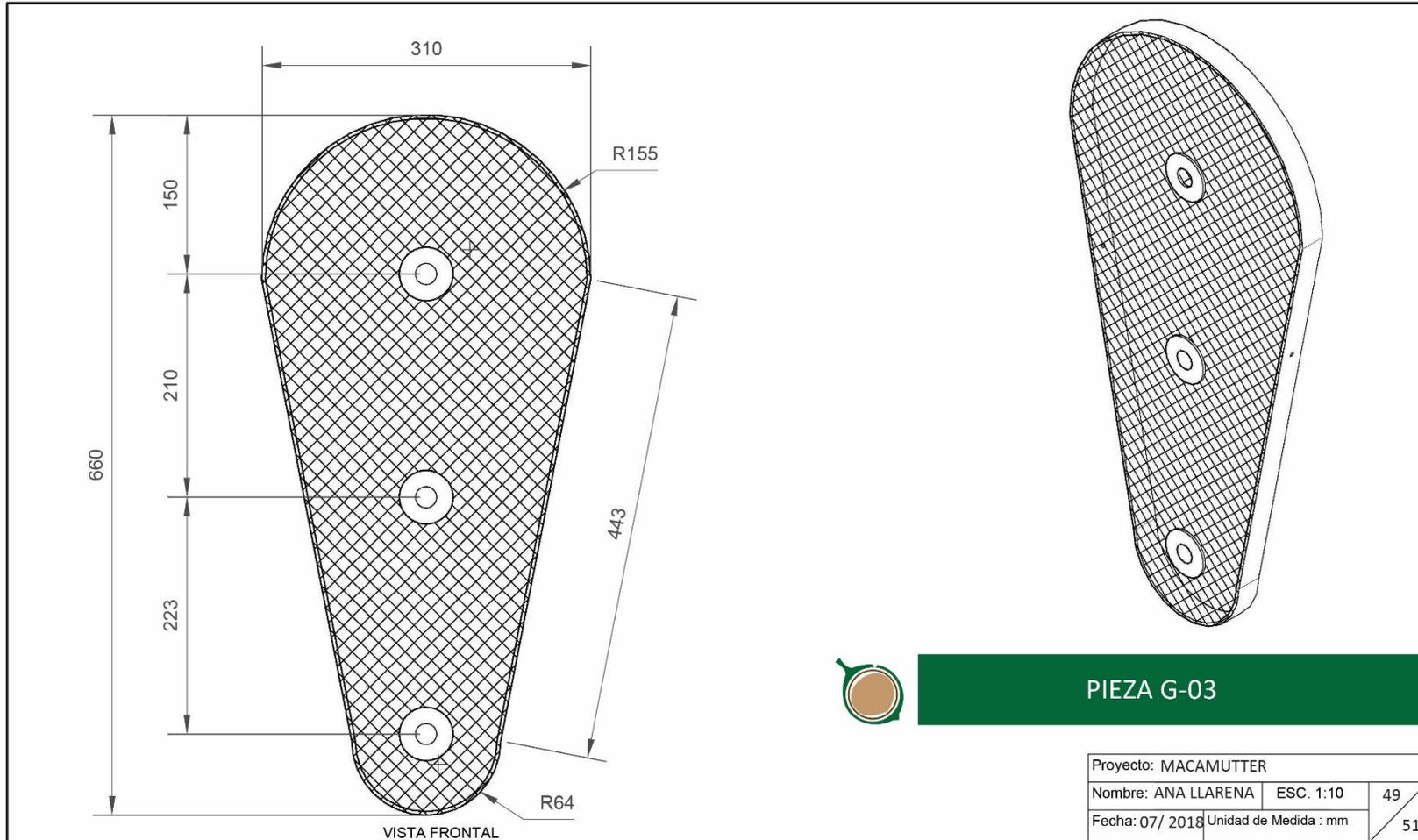
VISTA SUPERIOR

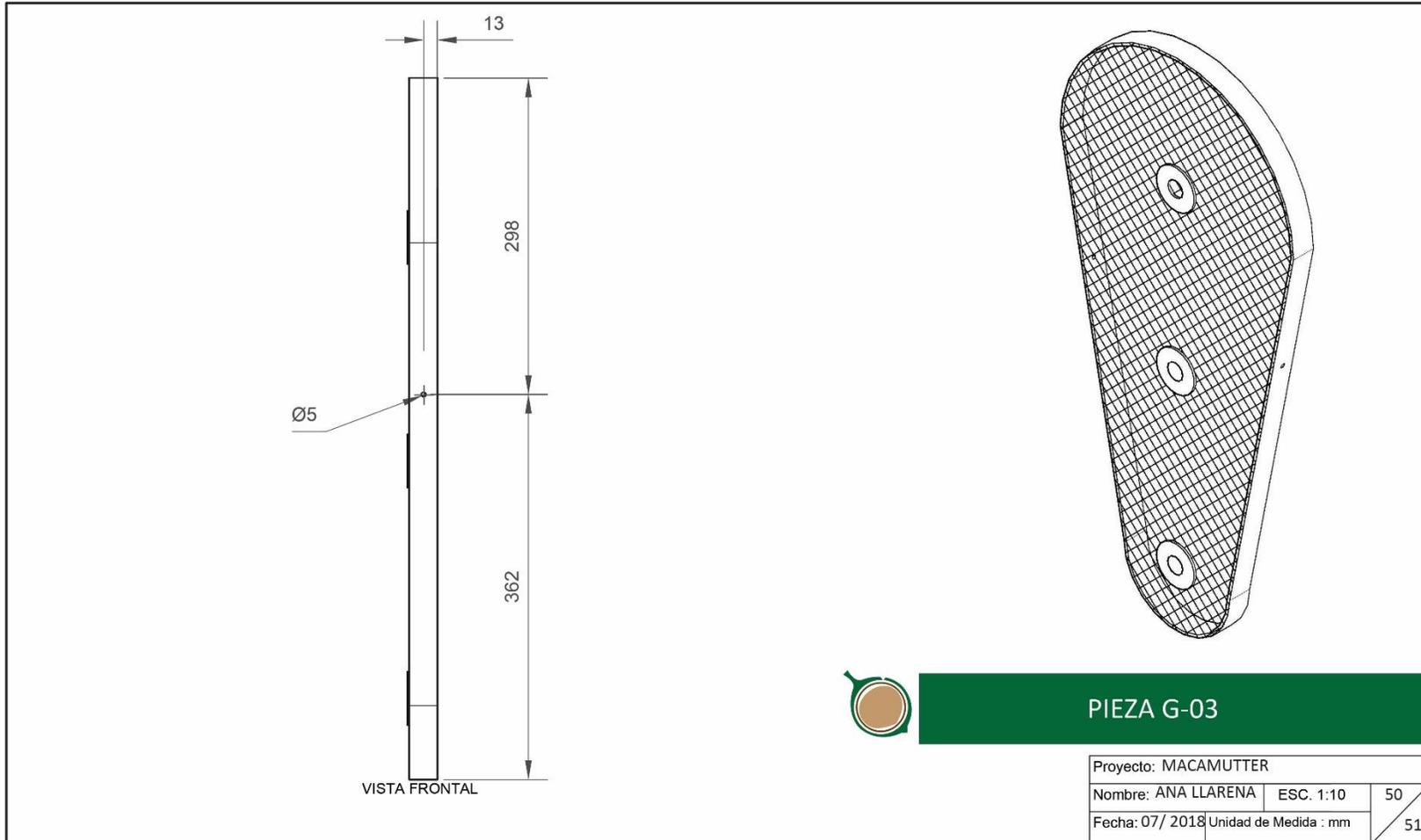


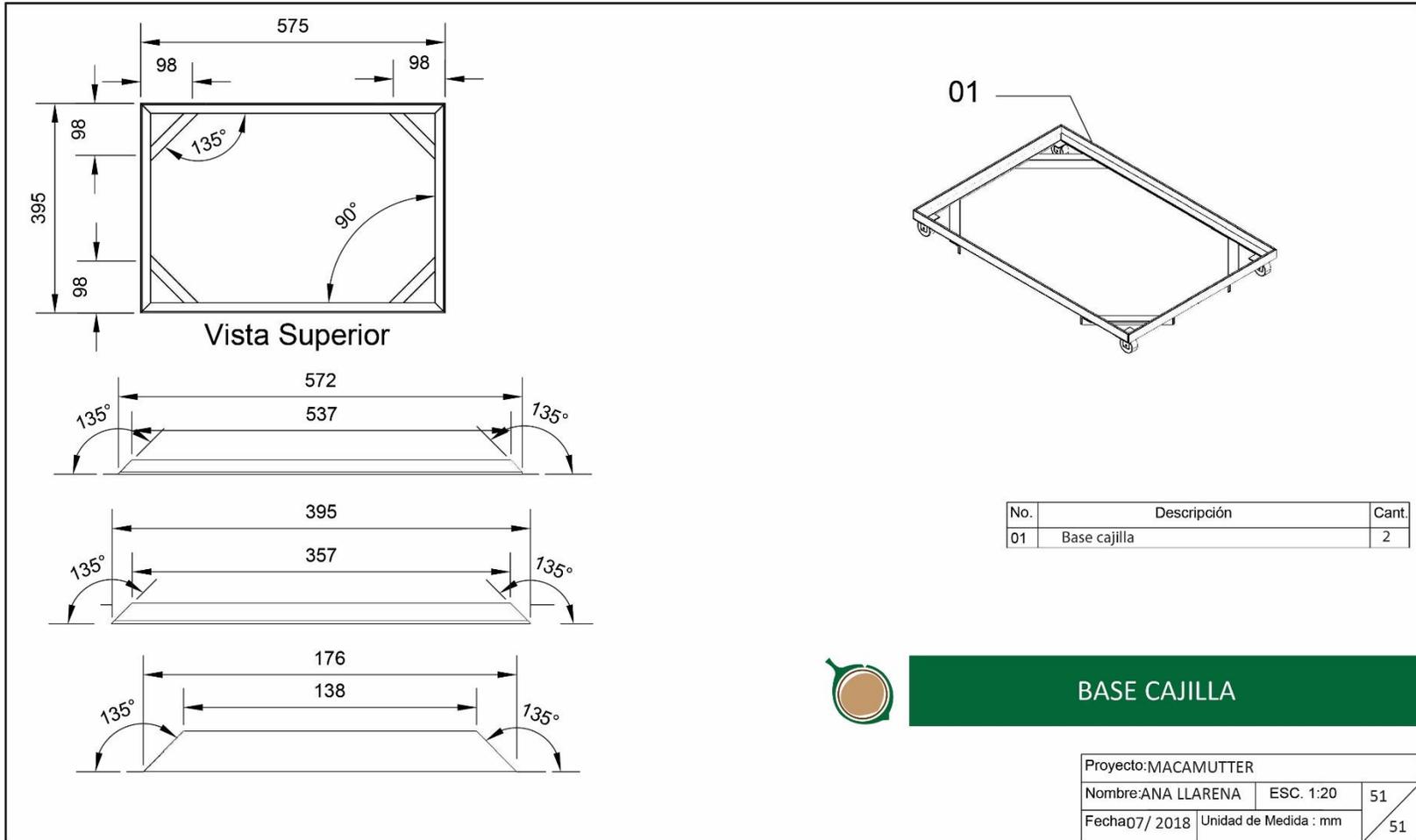
PIEZA G-03



Proyecto: MACAMUTTER		
Nombre: ANA LLARENA	ESC. 1:10	48
Fecha: 07/ 2018	Unidad de Medida : mm	51







COSTOS

MANO DE OBRA			
PIEZAS	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
Agujeros	228	Q0.50	Q114.00
Tolva	1	Q250.00	Q250.00
Tapadera	1	Q100.00	Q100.00
Maquinado de sprocket agujero castigador	4	Q75.00	Q300.00
Estructura	1	Q200.00	Q200.00
Eje principal	1	Q700.00	Q700.00
Parrilla	1	Q200.00	Q200.00
Resortes vibración	4	Q6.35	Q25.40
Elaboración de excéntrica	1	Q100.00	Q100.00
Manivela pequeña	1	Q75.00	Q75.00
Manivela grande	1	Q175.00	Q175.00
Lámina laterales y posterior	3	Q100.00	Q300.00
Paleta	1	Q100.00	Q100.00
Masilla y lijar	1	Q500.00	Q500.00
Caja de seguridad	1	Q150.00	Q150.00
Resortes vibración	4	Q10.00	Q40.00
Aplicación de pintura	1	Q1,000.00	Q1,000.00
Total:			Q4,329.40

Tabla 8: Costos de mano de obra
 (Propia)

MATERIALES			
PIEZAS	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
Sprocket 10"	2	Q193.00	Q386.00
Sprocket 1 1/2"	2	Q33.00	Q66.00
Cadena	1	Q9.60	Q9.60
Unión cadena	1	Q2.00	Q2.00
Estrella acople	1	Q175.00	Q175.00
Acople	2	Q123.38	Q246.76
Cajilla	2	Q85.00	Q170.00
Rodos de 32 mm	8	Q6.00	Q48.00
Chumascera tipo brida	2	Q55.00	Q110.00
Chumascera tipo puente	4	Q55.00	Q220.00
Tornillo 3/8" x 1" CAB/ HEX. UNF grado 8	70	Q1.05	Q73.50
Roldana acero	74	Q0.22	Q16.28
Tuerca de seguridad	74	Q0.80	Q59.20
Tornillo 3/8" x 2 1/2" CAB/ HEX. UNF grado 8	4	Q1.15	Q4.60
Tornillo CAB/ ALLEN	18	Q0.60	Q10.80
Angular HN 3/16" x 1 1/2"	2	Q105.00	Q210.00
Lámina negra 1/8" x 4" x 8"	0.65	Q500.00	Q325.00
Visagra bandera negra 4" x 4"	1	Q4.00	Q4.00
Hierro 1/4"	2.32	Q9.00	Q20.88
Hierro plano 1" x 1/8"	0.23	Q27.00	Q6.21
Angular 1" x 1/8"	1.4	Q53.00	Q74.20
Fondo epóxico kit	1	Q290.00	Q290.00
Galón de thinner sintético	1	Q61.00	Q61.00
1/16 Masilla plástica	1	Q21.00	Q21.00
1/8 Pintura sintética	2	Q40.00	Q80.00
1/16 Catalizador	2	Q45.00	Q90.00
Total:			Q2,780.03

Tabla 9: Costos de materiales

(Propia)

GABINETE DE CONTROL	
Variador de velocidad monofásico 200-240 VAC, 0.37 kW / 0.5 Hp Compacto	Q1,280.00
Armario de metal IP66 Schneider Electric	Q900.00
Guardamotor termomagnético de botones 4-6 3A 600 VAC 50/60 HZ	Q633.00
Pulsador completo, contactos 1NA Verde	Q131.04
Pulsador completo, contactos 1NA Rojo	Q131.04
Pulsador completo, contactos 1NA Azul	Q131.01
Rejilla de ventilación	Q800.00
Conexión por boneras, cableado, remaches, canaleta, etc.	Q600.00
Diseño, diagramas, ensable, supervisión y pruebas.	Q201.00
Servicios de Ingeniería	Q1,095.00
Total:	Q5,902.09

Tabla 10: Costos del gabinete de control
 (Propia)

MOTOREDUCTOR	
Modelo RNHM05-1320LYA-J1-40 Q8E: 1-1/4"	Q4,797.00

Tabla 11: Costos del moto- reductor
 (Propia)

TOTAL DE COSTOS	
Materiales	Q2,780.03
Mano de Obra	Q4,329.40
Gabinete de control	Q5,902.09
Motoreductor	Q4,797.00
Total:	Q17,808.52

Tabla 12: Total de costos
 (Propia)

PRECIO	
Costo	Q17,808.52
Diseño	Q4,452.13
Total sin IVA:	Q22,260.65
Total con Iva:	Q24,931.93

Tabla 13: Precio Macamutter
 (Propia)

CONCLUSIONES

Los finqueros cafetaleros de Guatemala, se han visto en una situación donde deben diversificar sus productos, para ser auto-sostenibles, debido a la baja en el precio de café. Esto ha causado un incremento significativo en la producción y exportación de macadamia en los últimos años, según datos obtenidos por la Cámara de Comercio Internacional, y que se basaron en estadísticas del Banco Central de Guatemala.

Al contar con una máquina que se acople a producciones tempranas de manera manual, como también a producciones maduras de manera eléctrica; facilitará y agilizará el proceso de producción. La creación de una máquina de trabajo coherente y acorde a las necesidades de producción, permite una mejor organización, como también reduce la fuerza física aplicada por las trabajadoras al realizar esta tarea.

El uso de un sistema mecánico impulsado por un motor-reductor, reduce el mantenimiento debido a que todo será controlado por el gabinete de control, ante cualquier inconveniente.

La utilización de la solución permite que aumente la eficiencia en la tarea de descascarado, logrando de manera automática ser 14 veces más productiva de manera automática y 20 veces de manera manual.

El diseño es una herramienta de innovación ideal, que puede ser utilizada en cualquier ámbito, tanto en productos cotidianos como en lo industrial, permitiendo el desarrollo de soluciones integrales que permitan mejorar la experiencia de los usuarios.

RECOMENDACIONES

Existen mejoras a aplicar al modelo de solución, o bien para el desarrollo de la segunda versión del mismo, encontrado a partir del diseño y fabricación de la máquina descascaradora de macadamia que se propone:

- Separación

Se recomienda la búsqueda de otro método de separación que se pueda incorporar al actual que ayude a la separación de la concha y nuez, para hacerlo todavía más eficiente.

- Colocación de macadamia

Se recomienda diseñar una herramienta para empujar la macadamia que se encuentra en la tolva, para que se pueda alimentar de manera más eficiente, o que la tapa de la tolva se

mueva con mayor facilidad engrasándola, de esta manera se podrá utilizar como zaranda para que la macadamia caiga más fácilmente.

- Producciones mayores

Para producciones más grandes, se puede agrandar el mecanismo de la caja central, alargando el eje central y agregando más rampas. Para esto se deberá aumentar por consiguiente la capacidad del motor.

BIBLIOGRAFÍA

- Anacafé. (s.f.). *anacafe.org*. Recuperado el 7 de Abril de 2017, de
de
http://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Cultivo_de_nuez_macadamia
- Blumaq S.A. (19 de Enero de 2015). *La importancia de la maquinaria industrial hoy en día*. Recuperado el 02 de Diciembre de 2017, de <http://www.blumaq.com/es/la-importancia-de-la-maquinaria-industrial-hoy-en-dia/>
Facultad de Diseño y Comunicación, Universidad de Palermo.
(21 de Mayo de 2009). *El funcionalismo bajo el ojo de tres diseñadores*. Recuperado el 04 de Diciembre de 2017, de
http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/vista/detalle_articulo.php?id_libro=36&id_articulo=4461
- Gay, A., & Samar, L. (2007). *El diseño industrial en la historia*. Córdoba, Argentina: EDICIONES teC.
- González Xoquic, M. L., Vicente Yuja, E., Xuya Lux, B., Pérez González, M. R., & Morales Pérez, J. C. (18 de Octubre de 2016). Método de descascarado. (A. I. LLarena Greñas, Entrevistador)
- INTRODISEÑOIND. (24 de Marzo de 2017). *Introducción al Diseño Industrial*. Recuperado el 27 de Febrero de 2018, de <http://introdiseñoind.wordpress.com>
- Myszka, D. H. (2012). *Máquinas y Mecanismos*. México: PEARSON.
- Norton, R. L. (2009). *Diseño de Maquinaria*. México: McGraw-Hill.
- PORTALdeARTE. (s.f.). *Diseño en la vida cotidiana*. Recuperado el 04 de Diciembre de 2017, de Estilos, movimientos e hitos del diseño internacional, por orden cronológico: <http://www.portaldearte.cl/educacion/basica/7to/movimientos.htm>

Quintas, G. S. (2011). *Manual técnico para productores de nuez de macadamia*. México: Funprover.

Sherwin Williams. (s.f.). *Barnices para madera*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2017, de <http://www.sherwinca.com/pages/maderaln/barnices/poliuretano.html?A69FSA1>

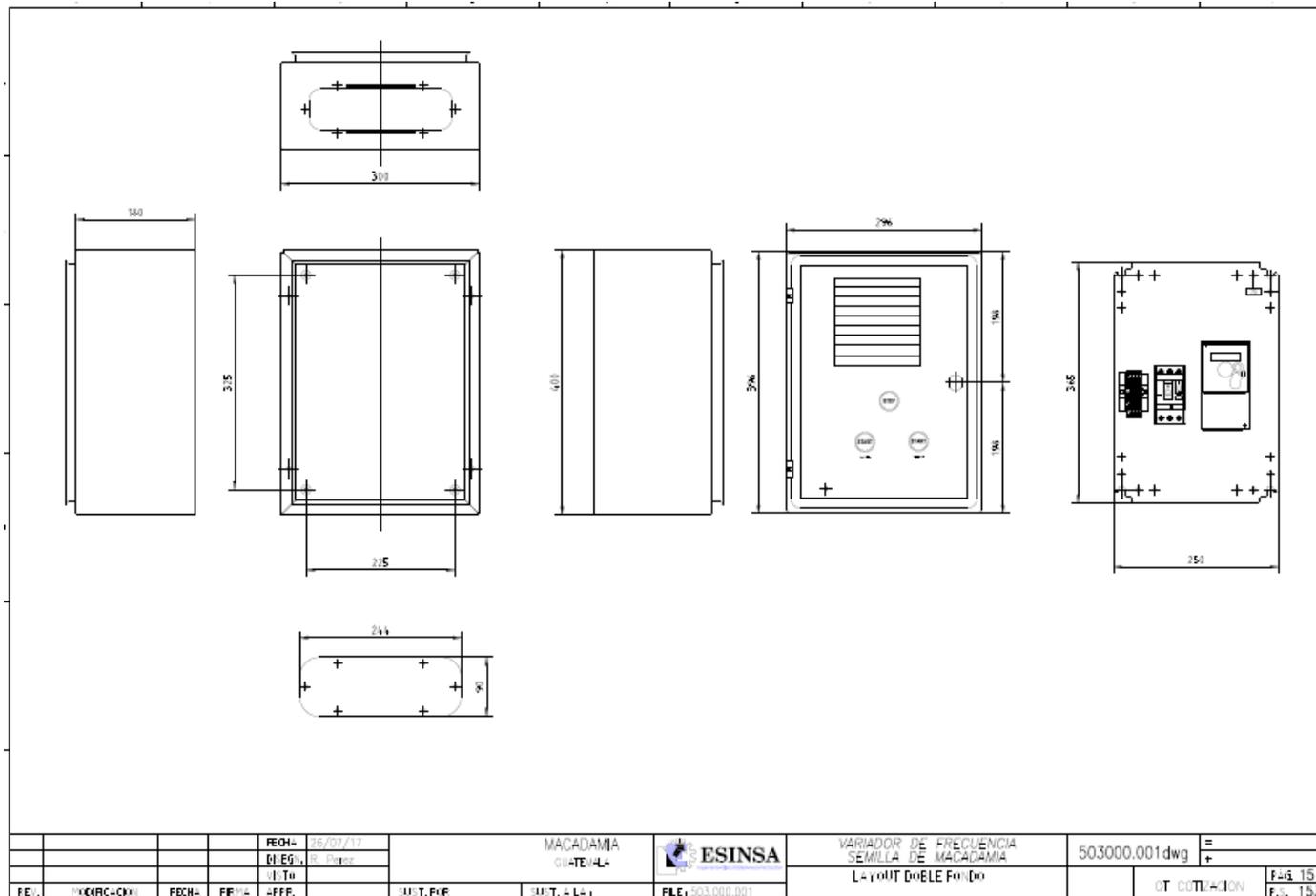
PG

Documentación Proyecto de Grado
DEPARTAMENTO DE DISEÑO INDUSTRIAL
Versión 1.0 – enero 2018

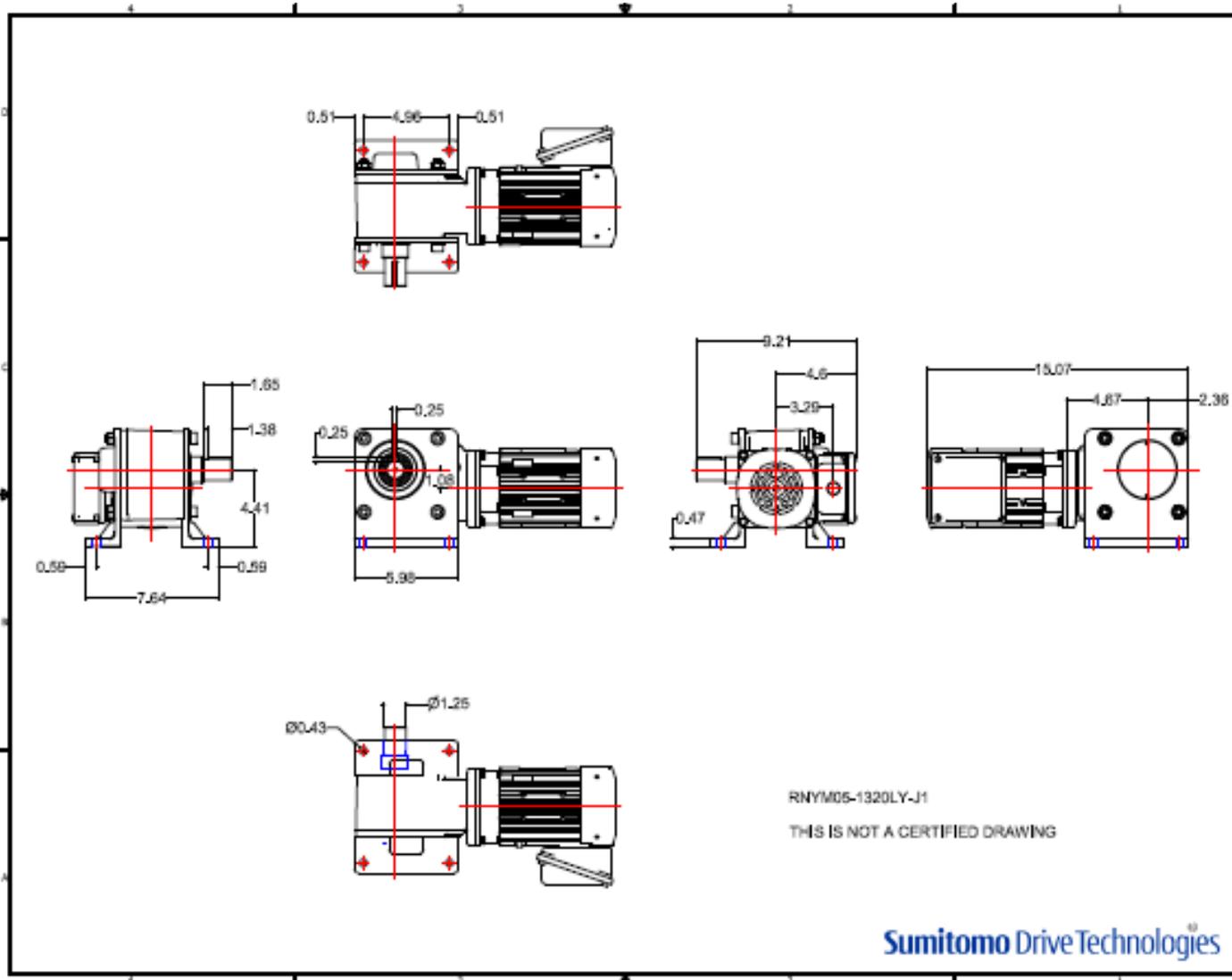


ANEXOS

PLANO GABINETE DE CONTROL



PLANOS MOTOR



ESPECIFICACIONES DEL MOTOR



Date: 7/24/2017
 Configuration Number: C-2017-103644

Product Configuration Technical Specification Sheet



Basic Hyponic® Product Information	
Model	RNYMS05-1320YA-40
Hyponic® Frame Size	1320
Housing Style	(Y) Hollow Shaft
Output Shaft Orientation	(N) Universal
Input Configuration	(M) Integral Gearmotor
Shaft Specification	Inch Shaft: Ø 1-1/4 In
Torque Arm	Add Standard Torque Arm

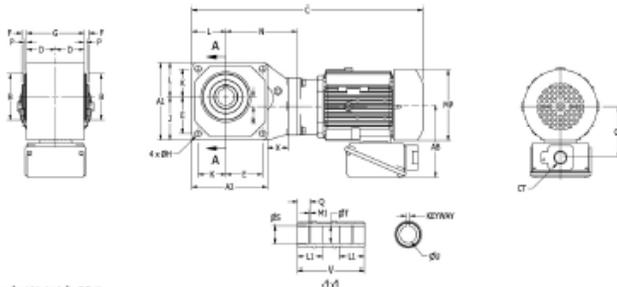
Configuration Rating Information	
Nominal Ratio	40
Input RPM	1750

NOTE: Information displayed on this technical specification sheet will vary as it is based upon your actual selections. Please see next page for more configuration specific information.

Dimensions shown are for reference only and are subject to change without notice, unless certified. Certified prints are available after receipt of an order; consult factory for more information. Image shown is representative and may not reflect actual unit and/or orientation.

Quiet, Compact and Maintenance-Free

All-steel hypoid gear design transmits torque more efficiently for more torque density in a compact unit



Units: Inch Approximate Weight: 25 lb

Hyponic Casing	A1	A2	B	B TOL	D	E	F	G	H	J	K	L	N	P	R	X
	5.2	5.12	3.3465	0 / -0.0014	1.81	2.44	0.35	3.62	0.43	2.91	1.81	2.28	4.69	0.2	1.08	1.34

Keyed Hollow Bore	U	U TOL	V	S	L1	Q	M1	T	KEYWAY
	1.25	+0.0015 / +0.0006	4.33	1.33	1.81	0.8661	0.0559	1.28	0.25

Integral Motor	AB	C	MP
	4.63	15	4.88

Product Configuration Technical Specification Sheet

Input Configuration		Product Ratings	
Input Stage Frame Size	GN121C, Size 20, 10:1 Pinion	Application or Motor Input Power	0.5 HP
Gearmotor		Service Factor	1.072
Motor Series	Standard US / Mexico	Calculated Output Torque	613 In-lbs
Motor Frame Size / Motor Type	V-71M / TEFC	Rated Input RPM	1750
HP x Pole Rating	(05) 1/2HP [0.4kW] 4P	Rated Output RPM	43.8
Motor Voltage Rating	230/460V, 60Hz, 3Phase	Product Rated Input Power	0.536 HP
Conduit Box / Port Orientation	N36 / N3B	Product Rated Output Torque	657 In-lbs
Add Brake	No	Product Overhung Load Capacity	573 lbf
		Actual Reduction Ratio	60/6*62/15 = 41.3333
Lubrication Specifications		Reducer Options	
Selected Lubrication	Standard Lubrication	Safety Cover	Included
Lubrication Method	Grease	Chemical Duty	Option Not Selected
Lubrication Option	Standard Grease	Food & Washdown Options	None Selected
		Seal Options	Nitrile Seal
		Paint Specification	Silver Powder Coat
Environmental Specifications			
Installation Location	Indoor		
Ambient Temperature	14° - 104°F (-10° - 40°C)		
Ambient Humidity	Under 90%		
Environment	Standard		
Food Grade Required	No		
Elevation Above Sea Level	Under 3300 ft/1000 m		
Configuration Messages			
Recommended Driven Shaft Tolerance - Keyed Hollow Bore			
Recommended dimensional tolerance of the driven shaft is as follows:			
For uniform load - ISO/UIS/DIN h6 or js6			
For shock load, or significant radial load - ISO/UIS/DIN js6 or k6			

All Configuration data contained within this technical specification sheet is subject to change. Please refer to Sumitomo Drive Technologies' Terms and Conditions located at smcyclo.com for further information. For more specific product and/or application data, please contact your Sumitomo Drive Technologies' Representative.

To request a catalog or for more information on any of our high quality products, please visit our website: www.sumitomodrive.com.

Thank you for your interest in Sumitomo products.