

## ANEXOS

### ANEXO A. ETAPAS DE PRODUCCIÓN DEL CAFÉ

Las condiciones para el desarrollo de un cafetal óptimo se dan a conocer en la tabla 1, abordando ciertas características para tenerlas en cuenta en la descripción de las etapas de producción del café.

**Tabla 1.** Condiciones ambientales y agronómicas óptimas para el cultivo de café

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
ALTITUD	La altitud óptima se localiza entre los 1.200 y 1.700 msnm, aunque en Ecuador se han llegado a establecer desde los 300 msnm y por encima de los 1.700 msnm con buenos rendimientos.
TEMPERATURA	Entre los 15 y 24°C.
PRECIPITACIONES	El rango de precipitaciones óptimas para el cultivo del café puede variar de 1.000 a 3.000 mm.
HUMEDAD RELATIVA	En torno al 70–85%.
VIENTO	El umbral para no producir daños físicos ni fisiológicos al cafeto es de 20 a 30 km/hora.
TOPOGRAFÍA	Se adapta con facilidad a condiciones topográficas desfavorables, aunque los terrenos ligeramente ondulados y planos son mejores para este cultivo.
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	Propiedades físicas: La textura adecuada para el cafetal es media o limosa, con estructura granular. La profundidad efectiva debe ser mayor de 50 cm. Propiedades químicas: El rango de pH óptimo se encuentra entre 5,5 y 6,5. El porcentaje de materia orgánica debe encontrarse entre 2–5%, y el de nitrógeno superior al 3% para el adecuado desarrollo del café. Las condiciones óptimas en cuanto a macronutrientes para este cultivo son de 0,2–0,7% (meq/100gr) en el caso del potasio y 6–14 ppm en el caso del fósforo.

**Fuente:** Alarcó López, A. (2011). Modelo de gestión productiva para el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en el sur de Ecuador. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.

El proceso de producción implica gran dedicación y experiencia para obtener un producto de alta calidad y estandarización, el cual se presenta a continuación:

#### 1.1. SIEMBRA

La siembra de café en Colombia es un proceso minucioso que empieza desde la identificación de

factores como el potencial genético, el suelo, el conocimiento, los recursos económicos que posea el ser humano y finalmente el clima. Así como se muestra en la tabla 2, para cultivos de café con exposición al sol se relaciona la altitud y latitud de los terrenos en donde los cultivos de café se pueden desarrollar de la mejor manera, dichas zonas cafeteras están ubicadas en las laderas de las cordilleras que atraviesan el país de sur a norte.

**Tabla 2.** Relación entre la altitud y la latitud para café al sol.

<b>Zona</b>	<b>Latitud</b>	<b>Altitud (m.s.n.m.)</b>
Norte	7° – 10°	1.000 – 1.400
Centro	3° – 7°	1.200 – 1.650
Sur	1° – 3°	1.300 – 1.700

**Fuente:** Federación Nacional de Cafeteros de Colombia & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2017). Descripción del proceso productivo y del beneficio del café: Guía tecnológica del cultivo.

Las temperaturas presentes en las zonas cafeteras colombianas son muy estables y uniformes a lo largo de todo el año, estas temperaturas “varían entre los 18 °C a los 22.5 °C. Regiones con temperatura por fuera de estos límites se consideran como marginales (se identifican como zona marginal alta y zona marginal baja) para el cultivo de café.”<sup>1</sup>

Una variedad óptima de café debe ofrecer una producción abundante y un alto nivel de productividad, garantizando un aprovechamiento eficiente del cultivo. Es fundamental que posea resistencia a enfermedades clave como la roya y a plagas que puedan afectar su desarrollo. Su crecimiento compacto permite sembrar una mayor cantidad de plantas por hectárea, optimizando el uso del espacio disponible. Además, debe ser fácil de manejar, con un ciclo de producción temprano que acelere la cosecha. La calidad de la bebida resultante es un factor esencial, por lo que la variedad seleccionada debe proporcionar un café con excelente aroma y sabor. Asimismo, su longevidad y un sistema radicular fuerte aseguran una mayor estabilidad y adaptación a diferentes condiciones del suelo, contribuyendo a la sostenibilidad del cultivo, por tal motivo en Colombia todos los tipos de café que se cultivan son de variedad arábica puesto que presentan en mayor medida las características mencionadas.

La densidad de siembra en un cultivo está estrechamente relacionada con la productividad deseada.

---

<sup>1</sup> Federación Nacional de Cafeteros de Colombia & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2017). Descripción del proceso productivo y del beneficio del café: Guía tecnológica del cultivo.

Esta, a su vez, depende de la cantidad de árboles por hectárea y de la distancia de siembra utilizada. Para establecer estos parámetros, es fundamental considerar diversos factores, estos son: “la disposición del cultivo en hileras sencillas o dobles a través de la pendiente, utilizando una distancia entre surcos mayor a la empleada entre árboles, en bloques o parcelas de 11 surcos, 1 metro entre surcos y 40 árboles por surco a igual distancia, dispuesto en cuadro o triángulo, recomendado para terrenos con pendientes menores al 5% y en curvas a nivel.”<sup>2</sup> Un segundo factor a tener en cuenta es el sistema de producción, este se define si la siembra se realiza a exposición al sol, sombra o semisombra, finalmente seleccionar la variedad a siembra, entre las cuales predominan en el sector Colombiano, variedad de porte bajo (Caturra, Colombia, Castillo) o alto (Borbón, Típica y Tabi).

Para asegurar un proceso productivo eficiente en el cultivo de café, es fundamental adoptar ciertas prácticas clave como se observa en la figura 1, de la siguiente manera. Primero, es importante construir un germinador y un almácigo que favorezcan un buen inicio para las plantas. También debemos prestar atención a la preparación del terreno, que incluye actividades como el trazado, el ahoyado y, por supuesto, la siembra.

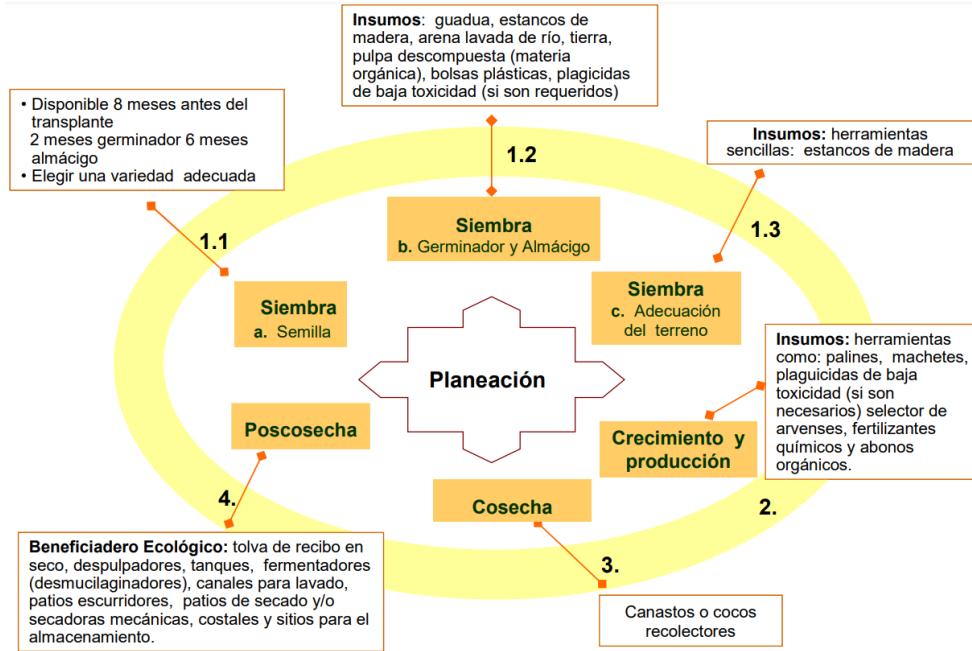
Además, no podemos olvidar la fertilización adecuada, que es crucial para el crecimiento saludable de nuestras plantas. Controlar arvenses, plagas y enfermedades es otro aspecto esencial que no debemos descuidar. La conservación de suelos y aguas es vital para garantizar la sostenibilidad de nuestro cultivo, ya que ambos recursos son la base de nuestra producción.

Por último, la implementación de un sistema de beneficio ecológico es una estrategia eficaz para reducir el impacto ambiental del proceso productivo del café, como se muestra en la figura 2. Este enfoque no solo contribuye a la sostenibilidad del cultivo, sino que también permite preservar el entorno mientras se produce uno de los mejores cafés del mundo.

---

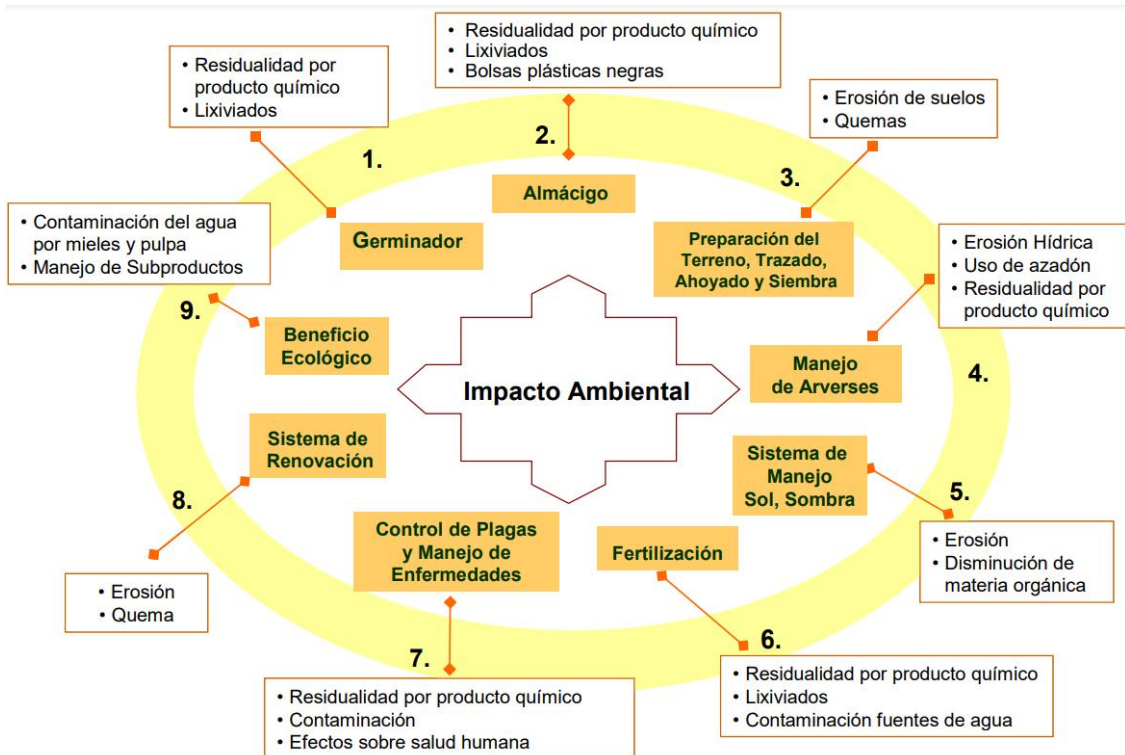
<sup>2</sup> Federación Nacional de Cafeteros de Colombia & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, Op. Cit. p. 61.

**Figura 1.** Planeación del proceso productivo del café.



**Fuente:** Federación Nacional de Cafeteros de Colombia & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2017). Descripción del proceso productivo y del beneficio del café: Guía tecnológica del cultivo.

**Figura 2.** Impacto ambiental resultante del proceso productivo del café.



**Fuente:** Federación Nacional de Cafeteros de Colombia & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2017). Descripción del proceso productivo y del beneficio del café: Guía tecnológica del cultivo.

## 1.2. COSECHA

Hasta que se presenta el momento de recolección del fruto de café, el caficultor ha invertido una serie de recursos para que su cosecha presente los mejores beneficios productivos, una vez el cultivo ha florecido transcurrirán 8 meses hasta la maduración del fruto, si se tiene en cuenta esto el caficultor puede pronosticar cuando se realizaran las respectivas cosechas.

La floración de un cultivo depende del clima, en Colombia las condiciones de sol y lluvia favorecen a la constante floración de la planta, la producción de los cafetales depende principalmente de crecimiento de los mismos, por ende, después de la cuarta o quinta cosecha los cultivos deben ser renovados.

En la región central de Colombia anualmente se dan dos cosechas. Entre abril y junio y entre septiembre y diciembre. De estos dos periodos se determina una cosecha de mayor volumen denominada “cosecha principal” y una producción de menor volumen llamada “cosecha de mitaca o traviesa”, a su vez dependiendo la ubicación geográfica de los cultivos se pueden ver reflejadas las cosechas de la siguiente manera: “Zonas con cosecha principal en el primer semestre y la mitaca en el segundo (Cundinamarca, Nariño, Cauca, Tolima, Huila, Quindío, Valle). Zonas con cosecha principal en el segundo semestre y en el primero la mitaca (Antioquia, Caldas, Risaralda, Valle, Norte de Santander, Boyacá, Huila). Distribución de la cosecha Zonas de igual cosecha en los dos semestres (Risaralda, Tolima, Valle, Quindío, Caldas, Cundinamarca, Huila, Cauca, Boyacá).”<sup>3</sup> Finalmente hay regiones en donde solo se presenta una cosecha en todo el año, estas son: Cesar, Magdalena, La Guajira, Norte de Santander, Santander, algunas zonas de Antioquia.

Para la recolección de frutos se hace de manera manual siguiendo el método tradicional, en donde el líder del grupo o patrón asigna a cada recolector un surco de café, de manera ordenada un banderín indica en donde finaliza el corte, una vez alguien termine su surco se mueve a donde está el banderín y sigue con su recolección al mismo tiempo mueve el banderín para indicar a los demás en donde seguir recolectando el café. Como se aprecia en la figura 3, para este método se hace uso de un recipiente recolector, comúnmente conocido como “coco”, el cual facilita la recolección a

---

<sup>3</sup> Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 2017. Cartilla cafetera 19. Bogotá: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.

los trabajadores, debido a su poca capacidad se usan costales de fibra sintética y cabuya o fibra para poder desocupar el coco y seguir con la recolección.

**Figura 3.** Recipientes usados para la recolección de café.



**Fuente:** Villegas Editores. 2017. *Cafés de Colombia: Transporte de café cereza*. Bogotá: Villegas Editores. Disponible en: <https://www.100libroslibres.com/cafes-de-colombia-transporte-de-cafe-cereza>.

El tiempo necesario para recolectar un surco varía según la destreza del trabajador, el grado de maduración de los frutos, la altura de los cafetos y la densidad de siembra en la plantación. Además, factores como la antigüedad del cultivo, la inclinación del terreno, la variedad de café, el método de recolección empleado, las condiciones climáticas y el nivel de cansancio del recolector también influyen en la eficiencia del proceso. Al final de cada jornada de recolección se pesan los costales para poder determinar la paga del trabajador.

### **1.3. DESPULPADO**

El concepto beneficiar el café, se refiere al proceso de convertir el café cereza en café pergamino seco (cps), en Colombia habitualmente se realiza el beneficio de café en las siguientes etapas: Despulpado, Remoción del mucilago que se puede dar por fermentación o remoción mecánica, lavado y secado, en este apartado nos centraremos en el despulpado. La finalidad del beneficio de café es obtener el café pergamino seco, para posteriormente venderlo a cooperativas o entidades privadas; el cps como proceso adicional se trilla para extraer la almendra que será exportada.

El despulpado consiste en retirar la pulpa de la cereza por medio de la presión que ejerce la camisa sobre la pechera de la maquina despulpadora, este proceso se debe realizar tan pronto se recolectan los frutos maduros. El retraso por más de 6 horas en el despulpado afecta la calidad del producto dando paso al defecto llamado fermento, este fenómeno puede producir aromas y sabores agrios por otra parte puede reducir el dulzor y la acides deseada.

Tener en cuenta que el café maduro posee mucílago, baba o miel, lo cual indica que, al ejercer presión sobre el fruto, es posible remover la pulpa de la cereza, sin que sea necesario el uso de agua en el proceso de despulpado.

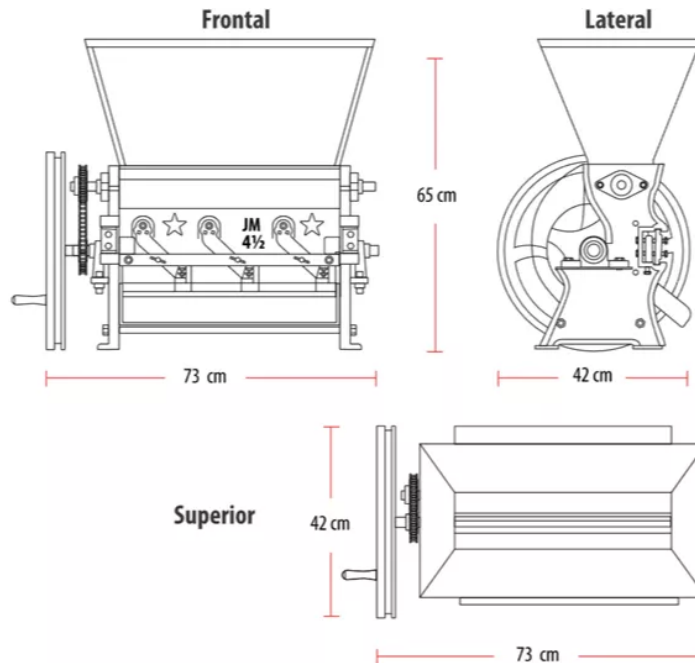
En esta etapa, el despulpado comúnmente se realiza en máquinas despulpadoras de tambor horizontal como se aprecia en la figura 4, tomado como ejemplo una maquina despulpadora comercial de JM ESTRADA siendo esta de común acceso para los caficultores, existen otras referencias de fácil acceso como PENAGOS, Jotagallo, etc. Para tener un mejor entendimiento de lo que es una despulpadora de esta referencia, al observar en la figura 4 se logran apreciar de primera mano las dimensiones de la máquina.

**Figura 4.** Despulpadora N° 4½ JM ESTRADA.



**Fuente:** Soto. s.f. Despulpadora N° 4 JM Estrada. Recuperado de: <https://soto.com.co/tienda/p/despulpadora-n-4-jm-estrada>

**Figura 5.** Dimensiones de Despulpadora N° 4½ JM ESTRADA.



**Fuente:** Soto. s.f. Despulpadora N° 4 JM Estrada. Recuperado de: <https://soto.com.co/tienda/p/despulpadora-n-4-jm-estrada>

Finalmente, en la Tabla 3 se presentan las especificaciones y características más importantes de la máquina, las cuales se tendrán en cuenta para que el caficultor elija un equipo que satisfaga sus necesidades y evite incurrir en costos innecesarios por una mala elección de una máquina de esta envergadura.

**Tabla 3.** Especificaciones de Despulpadora N° 4½ JM ESTRADA.

ESPECIFICACIÓN	DETALLE
Capacidad	900 Kg/h
Potencia requerida	1 HP
Número de Chorros	3
Versiones Pechero Fijo	Fijo o Graduable
Diámetro Volante en pulgadas	17", incluye manubrio
Tipo de banda	Plana o en V tipo A
Diámetro Cilindro en Pulgadas	10" - 250 mm
Polea del motor en pulgadas	2"
Peso Neto	89 Kg

**Fuente:** Soto. s.f. Despulpadora N° 4 JM Estrada. Recuperado de: <https://soto.com.co/tienda/p/despulpadora-n-4-jm-estrada>

## 1.4. REMOCIÓN DE MUCÍLAGO

La remoción de mucilago es el paso posterior al despulpado, este consiste en remover la capa de baba que queda en el grano que fue despulpado, este proceso se puede realizar por fermentación o por acción mecánica.

Para retirar el mucilago con fermentación natural se deben tener en cuenta varios factores para lograr los mejores resultados, este proceso de fermentación se lleva a cabo en depósitos o tanques como se aprecia en la figura 6. En este proceso se debe controlar el tiempo que se deja fermentar el café despulpado, debido a que se puede generar una sobre fermentación que da paso a defectos en el sabor y aromas indeseados a vinagre, fermento, cebolla, rancio, etc.

**Figura 6.** Tanque de fermentación para retirar el mucilago.



**Fuente:** Mare Terra Coffee. (2021). *Procesos de vanguardia*. Recuperado de: <https://mareterracoffee.com/es/procesos-de-vanguardia/>

Una correcta fermentación se logra teniendo en cuenta: “el tiempo, entre 12 y 18 horas, dependiendo de la temperatura. En zonas frías el café requiere mayor tiempo de fermentación. A mayor altura de la masa de café en el tanque, menor tiempo de fermentación. Cuando despulpa sin agua el tiempo de fermentación es menor.”<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Op. Cit. p. 162.

Para determinar que el proceso de fermentación ha concluido se saca una muestra del tanque, se lava y se inspecciona el café, si este al frotarlo con las manos se siente áspero o se escucha un sonido de cascajo, se concluye que el café está listo para ser lavado.

## 1.5. LAVADO

El lavado tiene como finalidad terminar de retirar el mucilago que ha quedado en el café después de haber fermentado, este se puede realizar de manera manual con ayuda de los depósitos o tanques de almacenamiento donde se fermento anteriormente.

Para realizar el lavado se debe tener a la mano una paleta de madera o de PVC según la conveniencia o el fácil acceso para el caficultor, como se muestra en la figura 7, de esta manera poder agitar la masa de café y mucilago en el tanque de lavado.

**Figura 7.** Paletas para lavar café.



**Figura 1.** Paletas para lavar café, de madera (a) y de PVC (b).

**Fuente:** Sanz-Uribe, J. R., Oliveros-Tascón, C. E., López-Posada, U., Mejía-González, C. A., y Ramírez-Gómez, C. A. 2007. *Paleta plástica para lavar café con menor esfuerzo*. Chinchiná, Caldas: Centro Nacional de Investigaciones de Café - Cenicafé.

Para llevar a cabo el lavado completo del café se siguen una serie de pasos, en los cuales se realizan

varios enjuagues hasta que quede totalmente limpio, de la siguiente manera: en primer lugar, se adiciona agua al tanque y se agita con la pala; posteriormente, se drenan los residuos del lavado. Se realiza un segundo lavado de la misma manera: en este paso se cubre la totalidad del café y, de igual forma, se agita para que suelte el mucílago restante, para luego drenar nuevamente el residuo. Finalmente, se realiza una tercera adición de agua, esta vez cubriendo aproximadamente 5 cm por encima del nivel del café; de esta manera flotarán algunos residuos y granos vanos, lo que permite una limpieza más exhaustiva. Para concluir, se drenan los residuos de agua y se lava el tanque para el siguiente turno de despulpado. El café se traslada al lugar donde se llevará a cabo el secado.

## 1.6. SECADO

“Luego de lavado, el grano se seca para reducir la humedad. Como norma vigente para la comercialización el café pergamino seco debe tener entre el 10 y el 12% de humedad.”<sup>5</sup> Dentro de los sistemas de secado, en primer lugar, el secado al sol es recomendado para fincas de poca envergadura con producciones menores a 500 arrobas de café pergamino seco al año, esta técnica de secado se realiza en pisos de cemento, carros secadores, marquesinas o secadores parabólicos como se observa en la figura 8, elbas o casa elbas, etc.

**Figura 8.** Marquesina para secado del café.



**Fuente:** Centro de Información de Manizales. s.f. *Con marquesinas prefabricadas para el secado del grano, caficultores de Manizales innovan en el secado del café.* Recuperado de: <https://centrodeinformacion.manizales.gov.co/con-marquesinas-prefabricadas-para-el-secado-del-grano-caficultores->

<sup>5</sup> Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 2017. Cartilla cafetera 21: Secado del café. Bogotá: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.

Para obtener un secado correcto y uniforme en el café pergamino, se debe tener en cuenta el área de secado en función de la producción de la finca como se aprecia en la tabla 4, teniendo en cuenta estos factores se hace más eficiente el proceso de secado.

**Tabla 4.** Área de secado necesaria en función de la producción.

<b>Producción de la finca (@ de cps/año)</b>	<b>Área de secado (m<sup>2</sup>)</b>
40	12
60	18
80	24
100	30
200	60
300	90
400	120
500	150

**Fuente:** Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 2017. Cartilla cafetera 21: Secado del café. Bogotá: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. p. 176.

El tiempo que toma secar el café con este método es de alrededor de 7 a 15 días, este tiempo depende de las condiciones climáticas y la temperatura en el ambiente.

Existe otro método para realizar el proceso de secado, de tipo mecánico, este método es recomendado para fincas caficultoras que tengan una producción mayor a 500 arrobas de café pergamino seco.

El sistema de secado mecánico opera al hacer circular aire caliente a través de una cámara cerrada, permitiendo que atravesase toda la masa de café. Este proceso se lleva a cabo con la ayuda de un ventilador que impulsa el aire a una temperatura máxima de 50 °C. Por lo general, el aire se calienta mediante estufas y quemadores que funcionan con ACPM, carbón mineral o energía eléctrica. No se recomienda el uso de aceite quemado como combustible debido a sus posibles efectos contaminantes. El secado en silos suele durar entre 25 y 30 horas. Para obtener resultados eficientes en este proceso se hacen las siguientes recomendaciones: “inicie el secado tan pronto termine el lavado, deje escurrir completamente el agua en el tanque o en los canales, no permita que el café se rehumedezca durante el secado, distribuya el grano en capas delgadas, de 3 a 4 centímetros de espesor, revuelva el café constantemente, por ejemplo, cada hora, no trate de “devolverle” la

humedad al café sobresecado porque se blanquea y los granos mojados del centro del arrume o del bulto se fermentan, no empaque el café caliente, déjelo reposar.”<sup>6</sup>

Los equipos más usados en este proceso son: secador estático sin cámara de presecado, silo-secador “Cenicafé” y secador de dos pisos. Finalmente, en la tabla 5 se evidencia el gasto y costo del combustible en función de la producción de café pergamino seco.

**Tabla 5.** Combustibles utilizados en el secado mecánico del café.

<b>Combustible</b>	<b>Consumo por @ de cps</b>	<b>Costo por @ de cps en el año 2004</b>
Carbón mineral	3,0 kilogramos	\$240
ACPM	0,7 galones	\$2.380*
Gas propano**	2,5 libras	\$1.500

\* Valor obtenido con consumo de 0,7 galones/@ cps.

\*\* Combustión directa, no es recomendada por Cenicafé.

**Fuente:** Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 2017. Cartilla cafetera 21: Secado del café. Bogotá: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. p. 183.

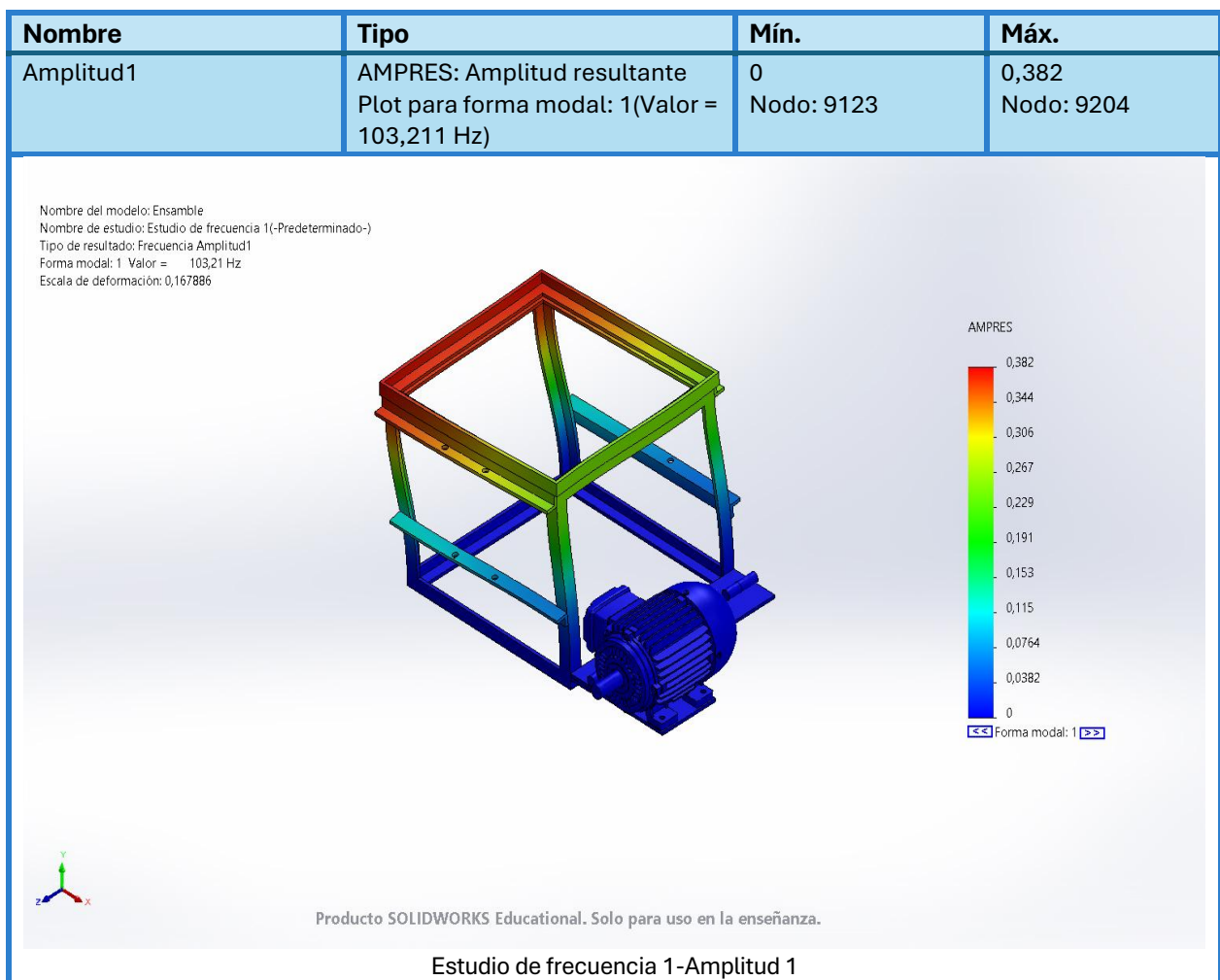
## 1.7. VENTA

La etapa final de la producción del café es la venta, una vez finalizó el secado este es empacado en sacos de fique de 40 kg, coloquialmente conocidos como costales tres rayas. Se almacena en un lugar seco y libre de contaminantes, una vez el proceso está concluido el café está listo para ser comercializado. El café para la venta es el café pergamino seco, si hay existencia de café húmedo este puede generar inconvenientes al caficultor al momento de la venta. Para que el café sea vendido y reconocido como café de buena calidad debe tener las siguientes características: humedad entre el 10 y el 12 %, olor fresco característico, no se acepta café con olor a reposado, moho, tierra, vinagre, petróleo, etc.; color uniforme. La almendra no puede tener granos flojos, cardenillos ni vinagres. Finalmente, el café debe estar libre de todo insecto vivo o muerto. Tenga en cuenta que el precio de comercialización que se obtiene por el producto depende directamente de la calidad con la que este se entrega en el punto de compra.

<sup>6</sup> Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Op. Cit. p. 181.

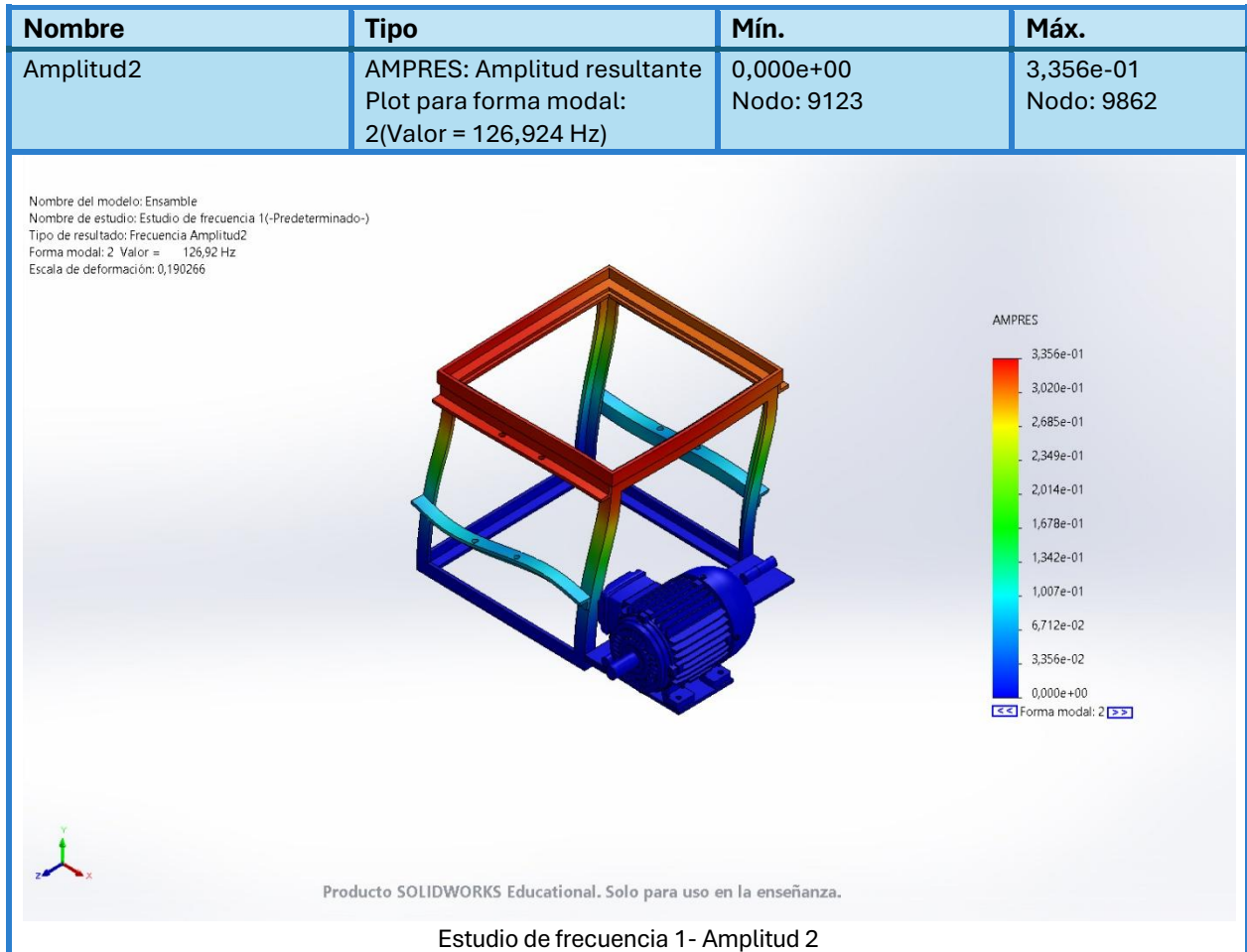
## ANEXO B. ANALISIS DE VIBRACIONES

En este primer modo de vibración, la mayor participación de masa se concentra en el eje Z, lo que indica un movimiento dominante en sentido vertical o longitudinal de toda la estructura. La amplitud máxima registrada es de 0,382 mm, lo que representa una deformación moderada, típica del modo más flexible del sistema. Debido a que esta frecuencia es la más baja, existe mayor probabilidad de que coincida con armónicos generados por el motor o por vibraciones inducidas por el proceso, por lo que es importante verificar que la velocidad de operación esté lo suficientemente alejada para prevenir resonancia.

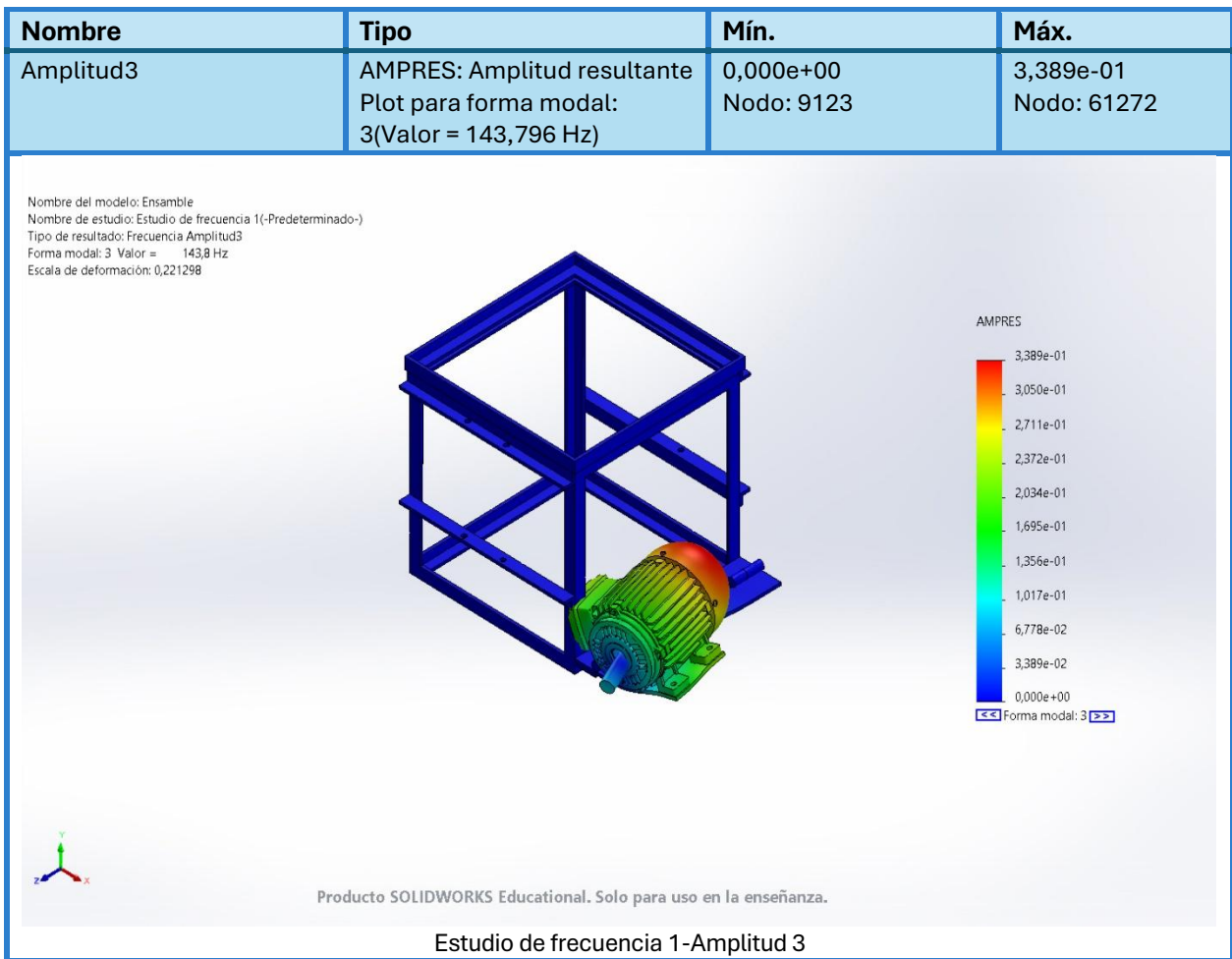


El segundo modo está caracterizado por una participación de masa elevada en el eje X y prácticamente nula en los demás ejes, lo que sugiere un desplazamiento lateral predominante, posiblemente asociado a flexión horizontal de la estructura. Su amplitud máxima es de 0,3356 mm, lo que implica que, aunque el desplazamiento es moderado, este modo podría ser susceptible a

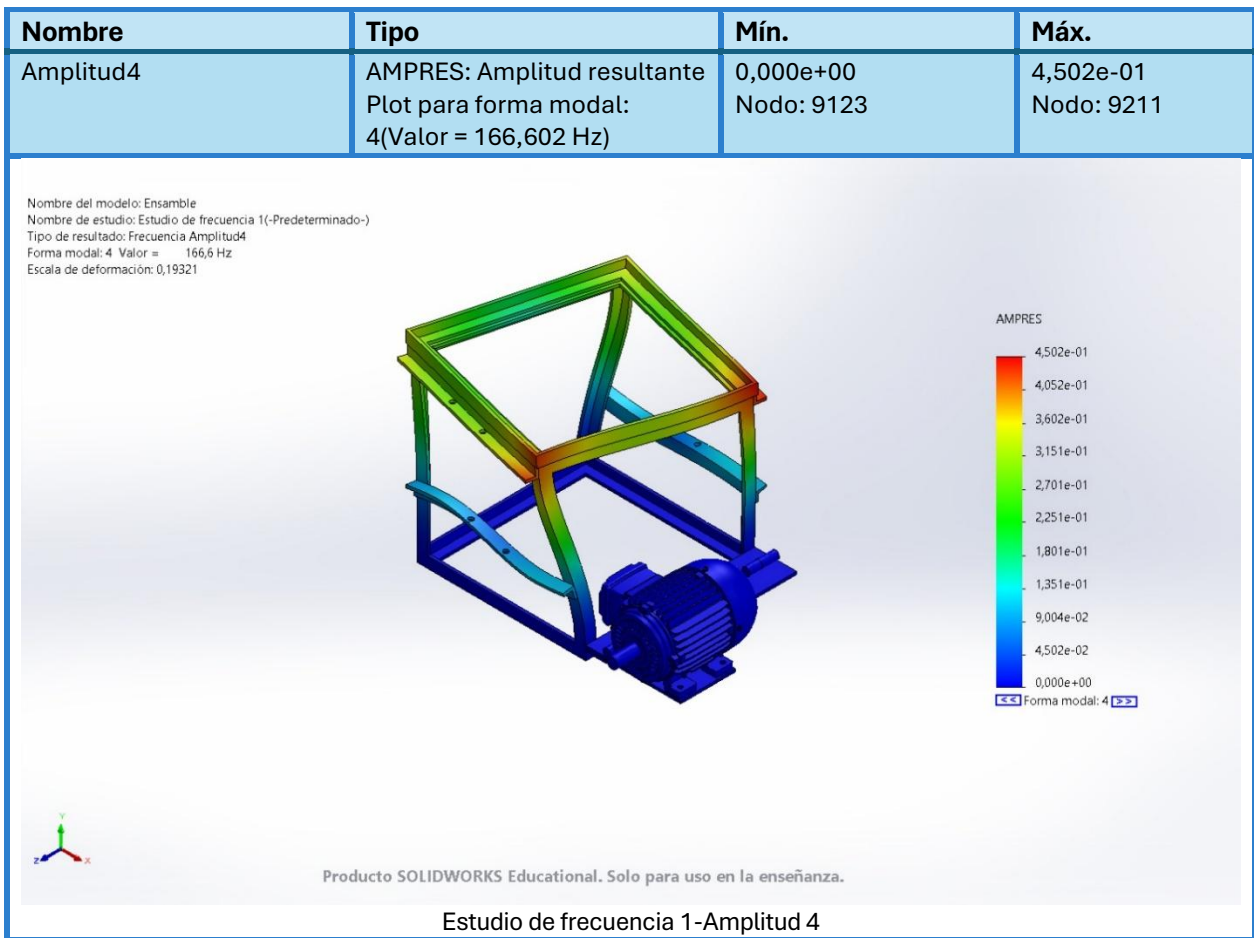
excitaciones provocadas por cargas laterales, como desbalances o impactos en la línea de transmisión. La separación con respecto a la primera frecuencia reduce el riesgo de acoplamiento modal.



En este modo de vibración se presenta una combinación de movimientos con participación de masa en el eje X y en el eje Y, lo que indica un comportamiento mixto de flexión lateral y torsión. La amplitud máxima de 0,3389 mm es similar a la de los modos anteriores, lo que muestra que no hay deformaciones críticas, pero sí un potencial de vibración compleja si existen desalineaciones o fuerzas asimétricas. Este modo suele activarse bajo condiciones de trabajo irregulares, por lo que su control es importante para la estabilidad.



Este cuarto modo presenta una baja participación de masa en todos los ejes, lo que indica que se trata de una vibración localizada en zonas específicas del ensamble, posiblemente en componentes menos rígidos o en uniones. Sin embargo, es el modo con la mayor amplitud registrada (0,4502 mm), lo que puede ocasionar concentraciones de esfuerzo y desgaste localizado si se activa. Aunque el impacto global en la estructura es bajo, es importante evitar que esta frecuencia coincida con armónicos de alta frecuencia generados por el motor o por mecanismos acoplados.



### Lista de Modos

Frecuencia n°.	Rad/seg	Hertz	Segundos
1	648,49	103,21	0,0096889
2	797,48	126,92	0,0078788
3	903,49	143,8	0,0069543
4	1.046,8	166,6	0,0060023

### Participación de masa (Normalizada)

Modo n°.	Frecuencia(Hertz)	Dirección X	Dirección Y	Dirección Z
1	103,21	5,9355e-06	2,4518e-06	0,21885
2	126,92	0,22633	1,3639e-06	2,7207e-05
3	143,8	0,27611	0,12188	0,0014247
4	166,6	0,00029767	1,5816e-06	0,0069717
		Sum X =	Sum Y =	Sum Z =
		0,50275	0,12189	0,22728

## ANEXO C. COMPLEMENTOS DE FABRICACIÓN

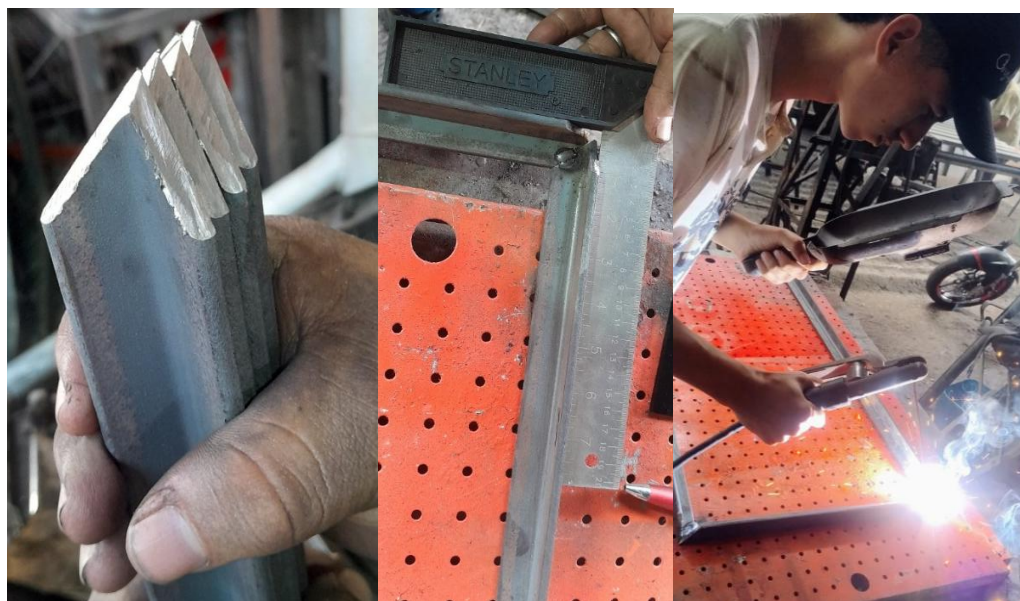
Para tener un panorama más claro de cómo se realizó la fabricación de la máquina, a continuación, se presentan las piezas junto con su respectivo plano y su fabricación final, con eso se entiende cómo fue el proceso. A su vez, se presentan evidencias de que nosotros, los autores de este proyecto, realizamos en su totalidad todo el diseño, fabricación y ensamble de la máquina.

### ➤ Estructura módulo 1

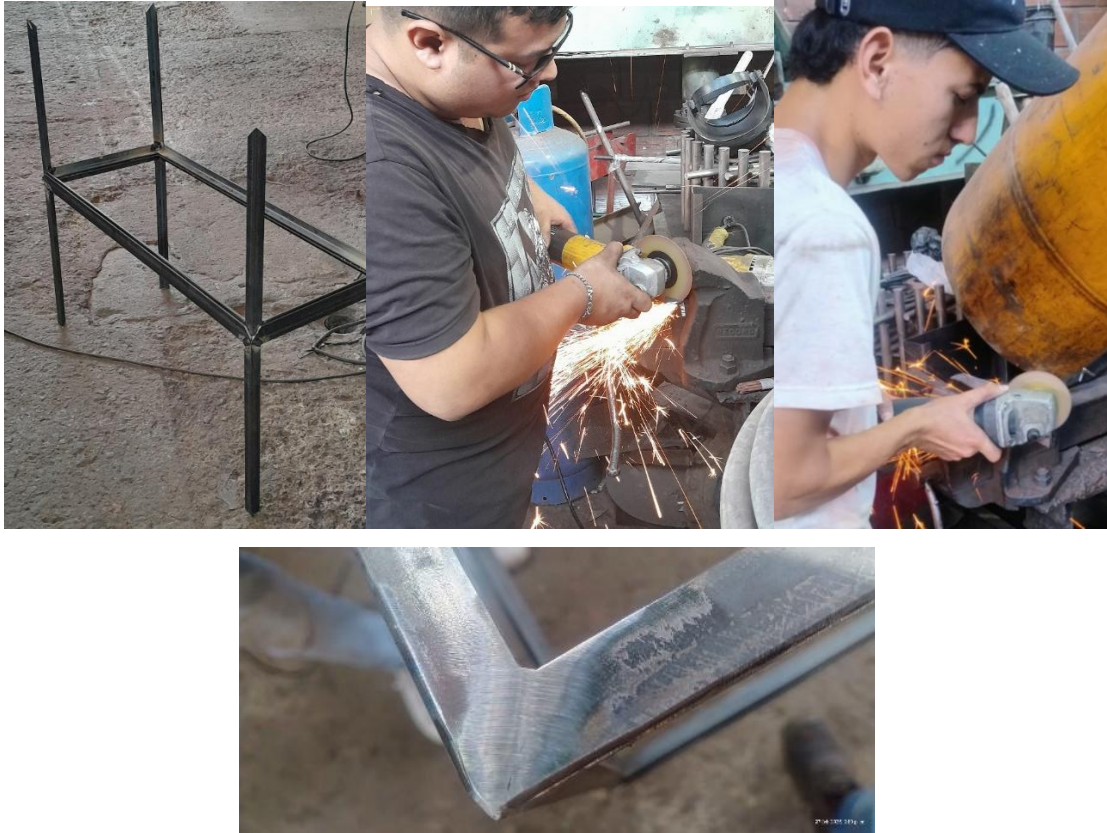
La estructura del módulo 1, en donde se realiza el descerezado, fue fabricada con perfiles angulares de 3/16" x 1", cortados y soldados para formar un bastidor rígido y robusto. Este módulo está diseñado para soportar el eje de alimentación y otros componentes, como el tambor despulpador y la pechera, además de contar con un soporte lateral para el montaje del motor eléctrico.

Aunque el diseño inicial se basó en un modelo CAD estándar, durante la construcción se realizaron ajustes para optimizar su funcionalidad. Se añadió un tornillo tensor para la correa del motor y tornillos adicionales para anclar las guardas de seguridad y ajustar la pechera. Estas modificaciones mejoran la seguridad y la eficiencia del montaje. Se puede apreciar en la figura 9 y 10 como se realizaron diferentes cortes, pulido y respectivamente el proceso de unir las piezas con soldadura para terminar ensamblando el módulo.

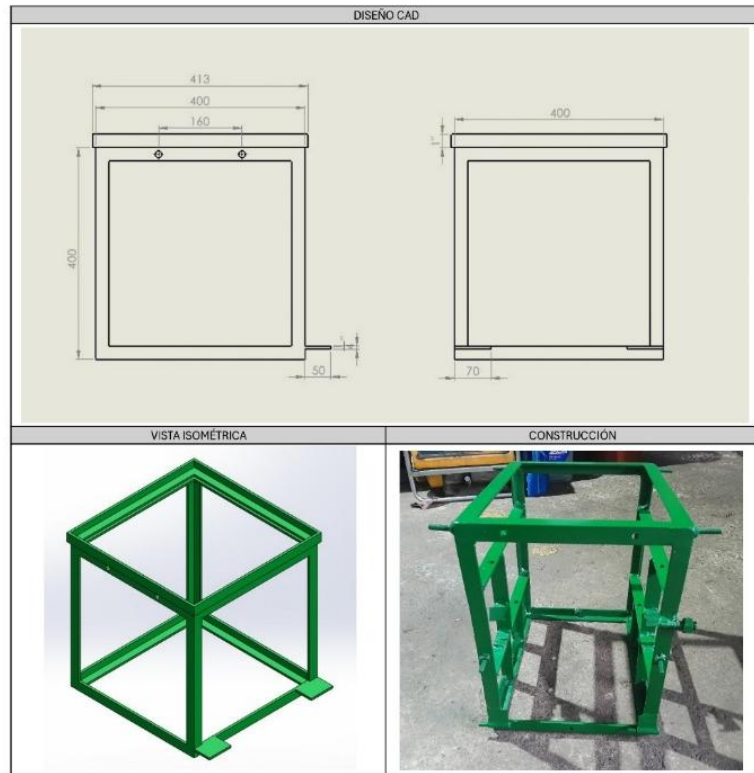
**Figura 9.** Corte y soldadura en ángulos.



**Figura 10.** Pulido y ensamble del módulo.



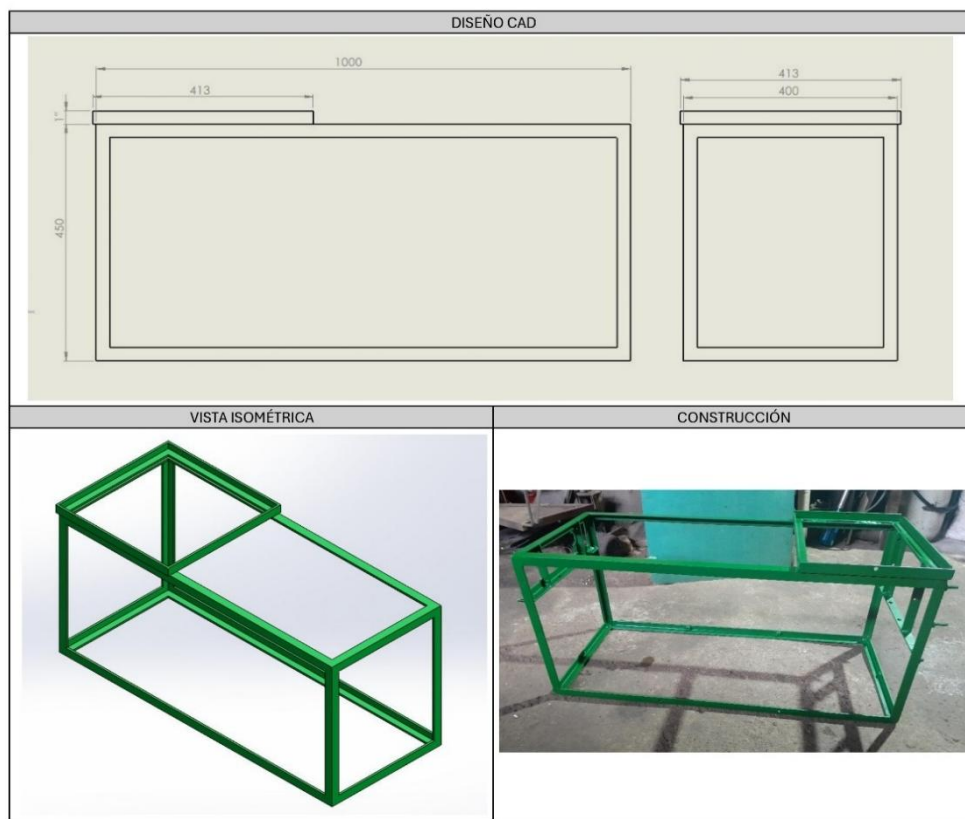
**Figura 11.** Estructura módulo 1.



### ➤ Estructura módulo 2

El módulo 2 fue fabricado de manera similar al módulo 1, utilizando el mismo material y la misma metodología. Su función es proporcionar soporte al sistema de lavado, el cual incluye un sinfín que mueve el producto mientras es limpiado con chorros de agua a presión. El diseño original en CAD fue modificado para facilitar la instalación de componentes adicionales, como las guardas protectoras y las guías de salida del producto. Estas mejoras fueron implementadas para asegurar un montaje eficiente y seguro durante la operación.

**Figura 12.** Estructura módulo 2.

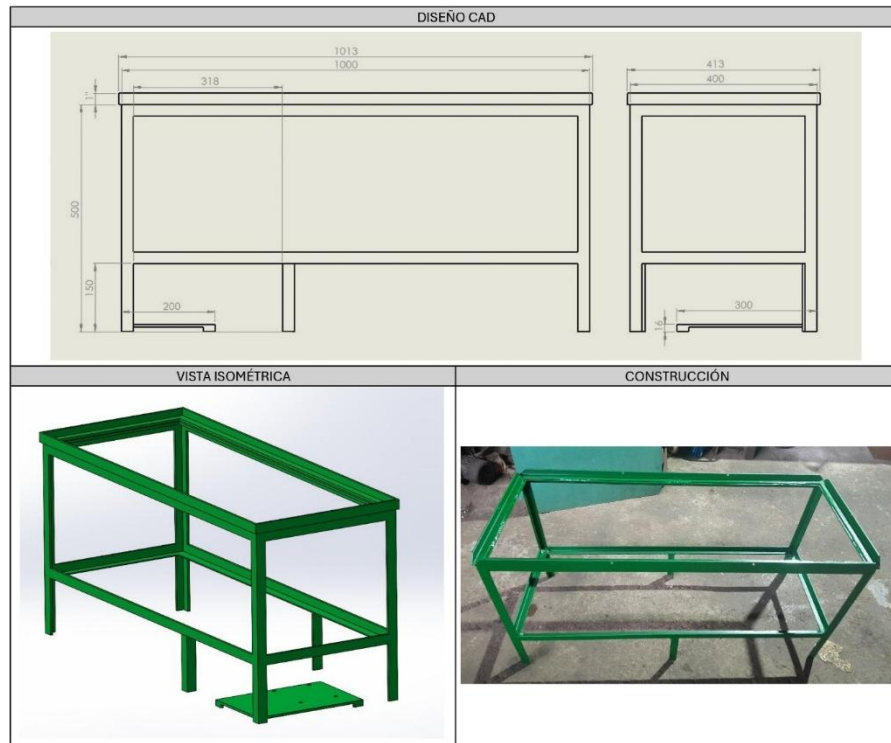


### ➤ Estructura módulo 3

La fabricación del módulo 3 se realizó del mismo modo que los anteriores. Esta estructura proporciona la estabilidad necesaria para el funcionamiento del sistema. Durante la construcción se efectuaron algunos ajustes al diseño CAD inicial para mejorar la funcionalidad. Se incorporó una base independiente para la bomba de agua, facilitando su movilidad y mantenimiento, y se

optimizaron los puntos de apoyo para garantizar un mejor equilibrio estructural.

**Figura 13.** Estructura módulo 3.



### ➤ Tornillería para sujeción entre módulos

Se utilizó tornillería de 8 mm de diámetro para establecer un sistema de unión entre los módulos, garantizando un anclaje preciso y robusto. Esta tornillería también fue empleada en diversas partes de la estructura, donde fue soldada para actuar como puntos de anclaje para componentes adicionales como guardas, guías y otros elementos de seguridad y soporte.

**Figura 14.** Tornillería de sujeción entre módulos.



### ➤ Ensamblaje de estructura

En la imagen se muestra la estructura ensamblada, donde se puede apreciar la distribución precisa de cada uno de los módulos. Estos módulos encajan perfectamente entre sí, de manera similar a piezas de un rompecabezas o bloques de lego, lo que permite una integración sólida y estable de todos los componentes. Este diseño asegura una estructura rígida, proporcionando soporte y estabilidad a la máquina y sus partes móviles, garantizando un funcionamiento eficiente y seguro.

**Figura 15.** Ensamblaje total de la estructura.

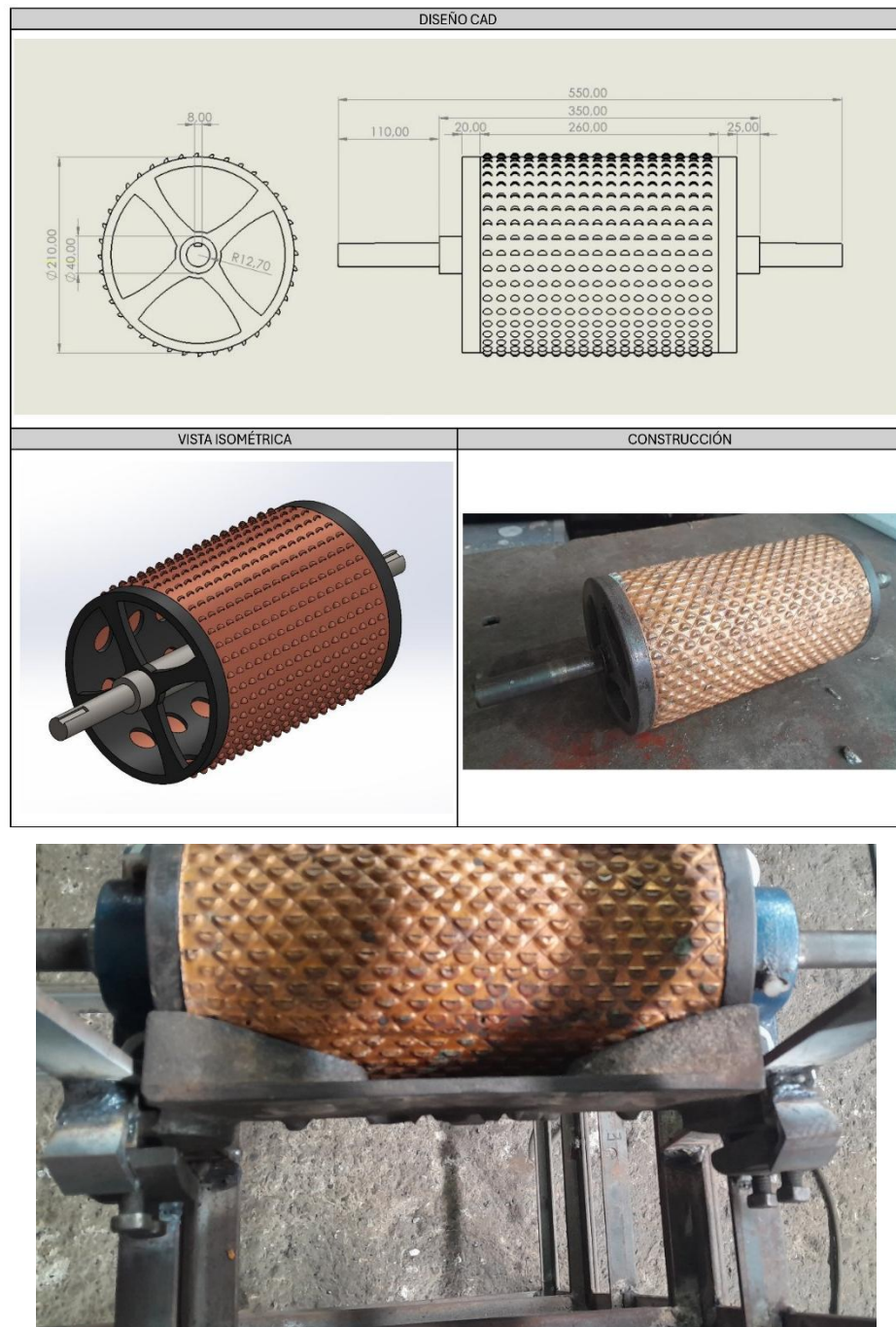


### ➤ Tambor despulpador

El tambor de despulpado está compuesto por tres elementos clave: un eje central fabricado en acero 1045, una estructura cilíndrica de fundición gris y una camisa dentada de cobre. La camisa de cobre, que recubre el tambor, está diseñada para facilitar el proceso de despulpado gracias a su estructura dentada, proporcionando una mayor eficiencia en la separación de la pulpa. El diseño de este tambor se presenta en tres piezas separadas, las cuales se ensamblan para formar una unidad

robusta y funcional. El eje de acero asegura la durabilidad y resistencia mecánica, mientras que la fundición gris ofrece la rigidez necesaria para el soporte estructural. El recubrimiento de cobre, por su parte, garantiza una excelente resistencia al desgaste, contribuyendo a la eficiencia del proceso de despulpado.

**Figura 16.** Tambor despulpador.



### ➤ Chumaceras de ¾ in

Las chumaceras de ¾" son componentes esenciales para el soporte del eje del tambor de despulpado. Fabricadas por la marca SKF, estas chumaceras están montadas sobre un pedestal y cuentan con prisioneros que garantizan la sujeción y estabilidad del eje durante su operación.

**Figura 17.** Chumaceras de ¾".



### ➤ Tornillería, sujeción de chumaceras

La tornillería de sujeción de 7/16" x 1" se utiliza para fijar las chumaceras a la estructura, proporcionando un agarre seguro y estable. Este tipo de tornillería garantiza una sujeción firme, esencial para mantener todo el sistema de despulpado completamente estable, evitando cualquier tipo de movimiento indeseado que pudiera afectar la operatividad de la máquina.

**Figura 18.** Tornillería de sujeción de las chumaceras.



### ➤ Chumaceras de 1 in

Se emplean como soporte para el eje alimentador y el sinfín de lavado. Estas chumaceras proporcionan un apoyo robusto y estable, asegurando que ambos ejes se mantengan firmemente alineados durante el funcionamiento. Fabricadas para ofrecer un soporte duradero, permiten el movimiento eficiente de los componentes sin generar vibraciones indeseadas ni afectar el rendimiento del sistema, garantizando la estabilidad y operación continua del módulo de alimentación y lavado.

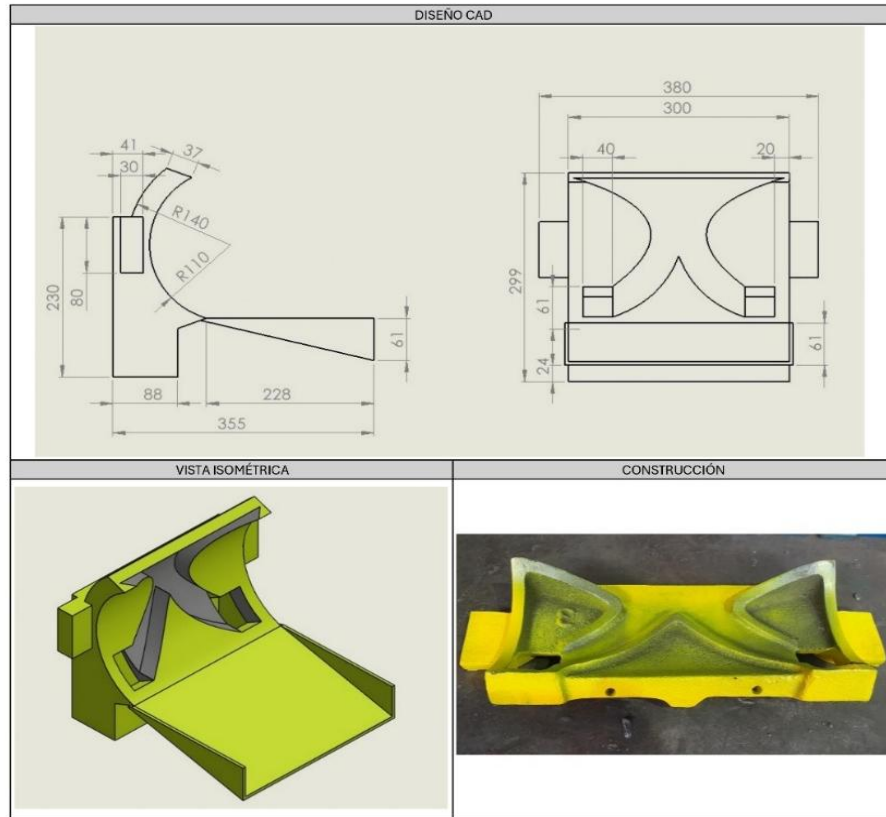
**Figura 19.** Chumaceras de 1”.



### ➤ Pechera

La pechera es un componente fabricado en fundición mediante un proceso de moldeo. Su función principal es, junto con el tambor de cobre, realizar el proceso de descerezado o pelado del café. La fricción generada entre los dientes de la pechera y el café permite la separación de la pulpa. El diseño de la pechera incluye canales guía a través de los cuales el café descerezado es dirigido hacia su salida. Además, la pechera actúa como un muro de contención, facilitando la expulsión de los residuos por la parte posterior.

**Figura 20.** Pechera.



➤ **Tornillería graduación de pechera**

Tornillería de 8 mm por 1 pulgada de largo, su función es poder ajustar las cuñas que dan la calibración de la pechera.

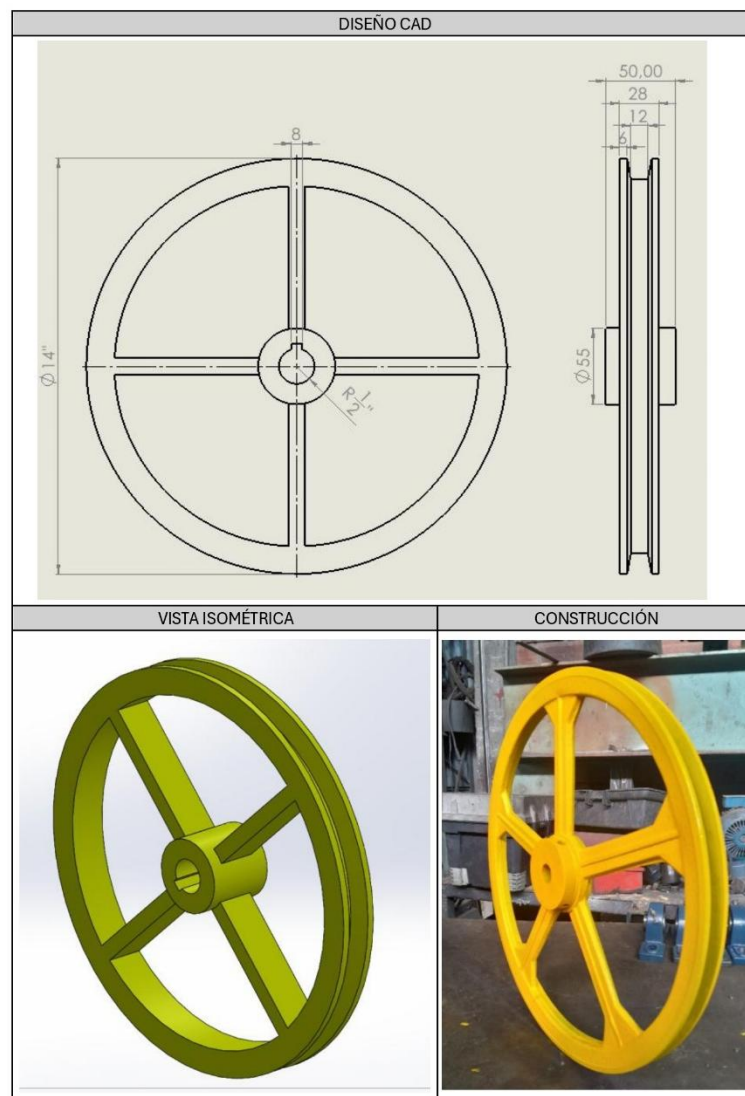
**Figura 21.** Tornillería para graduación de pechera.



## ➤ Polea de 14 pulgadas

La polea está fabricada en aluminio mediante un proceso de moldeo, lo que le otorga ligereza y resistencia. Esta polea tiene la función principal de realizar la reducción de velocidad proveniente del motor, adaptando la potencia necesaria para el correcto funcionamiento del sistema de descerezado. Además, es responsable de transmitir la potencia mecánica inicial al sistema, asegurando que el movimiento se transfiera de manera eficiente y controlada, contribuyendo a la estabilidad y efectividad del proceso de despulpado.

**Figura 22.** Polea de aluminio de 14”.



### ➤ **Cuñas de calibración de la pechera**

Las cuñas de ajuste son elementos clave para la graduación de la pechera. Estas piezas están diseñadas para trabajar en conjunto con los tornillos de sujeción que permiten ajustar la posición de la pechera en relación al tambor. Las cuñas facilitan el ajuste preciso de la pechera, asegurando que se mantenga en la distancia óptima, adaptándose a las necesidades de procesamiento del café.

**Figura 23.** Cuñas de ajuste para graduación de pechera.



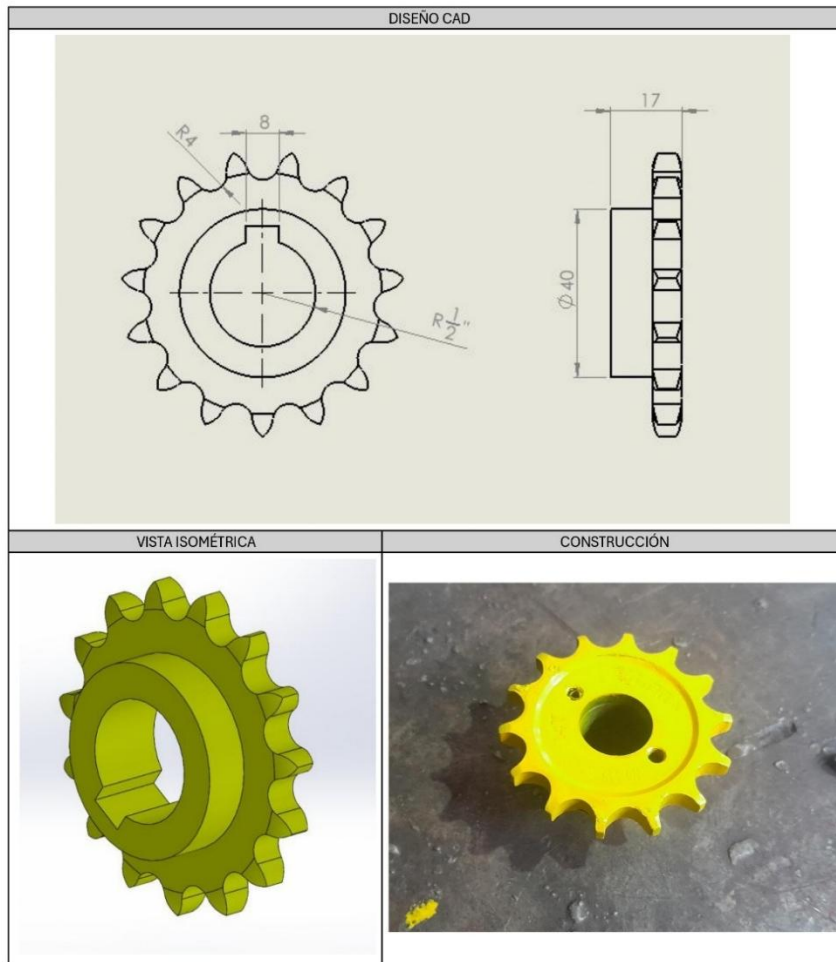
### ➤ **Piñón del tambor despulpador**

Fabricado en acero 1045 recocido, tiene la función crucial de transmitir la potencia desde el tambor despulpador al eje alimentador. Su diseño, que incluye dientes de precisión, asegura una transferencia eficiente de energía mecánica entre ambos componentes, manteniendo la operación fluida y controlada.

**Figura 24.** Ajuste de moñón



**Figura 25.** Piñón, transmisión de potencia del tambor despulpador al eje alimentador.



### ➤ Tornillos prisionero

Los tornillos prisionero son esenciales para fijar los piñones y poleas a los ejes correspondientes. Estos tornillos proporcionan un ajuste firme y seguro, evitando que los componentes se deslicen o se desajusten durante el funcionamiento del sistema.

**Figura 26.** Tornillos prisionero para ajuste en poleas y piñones.



### ➤ Piñón del tornillo sinfín

El piñón está ubicado en una punta del tornillo sinfín, está fabricado en acero 1045 recocido y tiene la función de recibir la transmisión de potencia proveniente del doble piñón ubicado en el eje alimentador. En la figura 27 se aprecia que lleva soldado un moñón para poder instalar los prisioneros y dar el ajuste necesario.

**Figura 27.** Moñón soldado al piñón



**Figura 28.** Piñón, transmisión de potencia al tornillo sinfín.



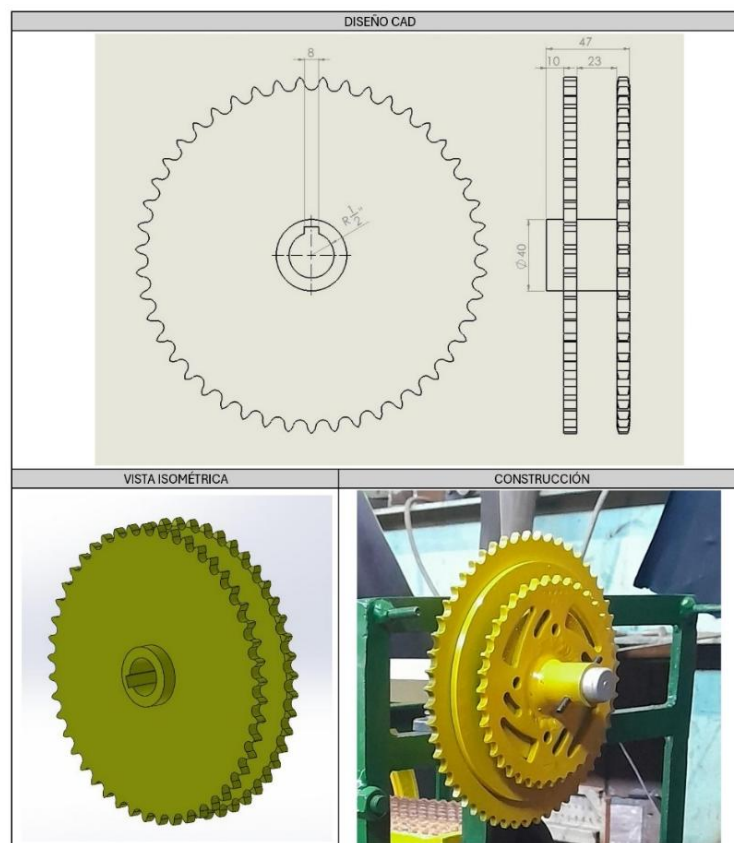
## ➤ Piñón doble

El piñón doble, fabricado en acero 1045 recocido, recibe tanto la potencia como la velocidad del tambor de descerezado. Su función principal es transmitir esta energía al eje de alimentación y, simultáneamente, al sinfín.

**Figura 29.** Mecanizado y soldadura del piñón.



**Figura 30.** Piñón doble, transmisión de potencia del eje de alimentación al tornillo sinfín.



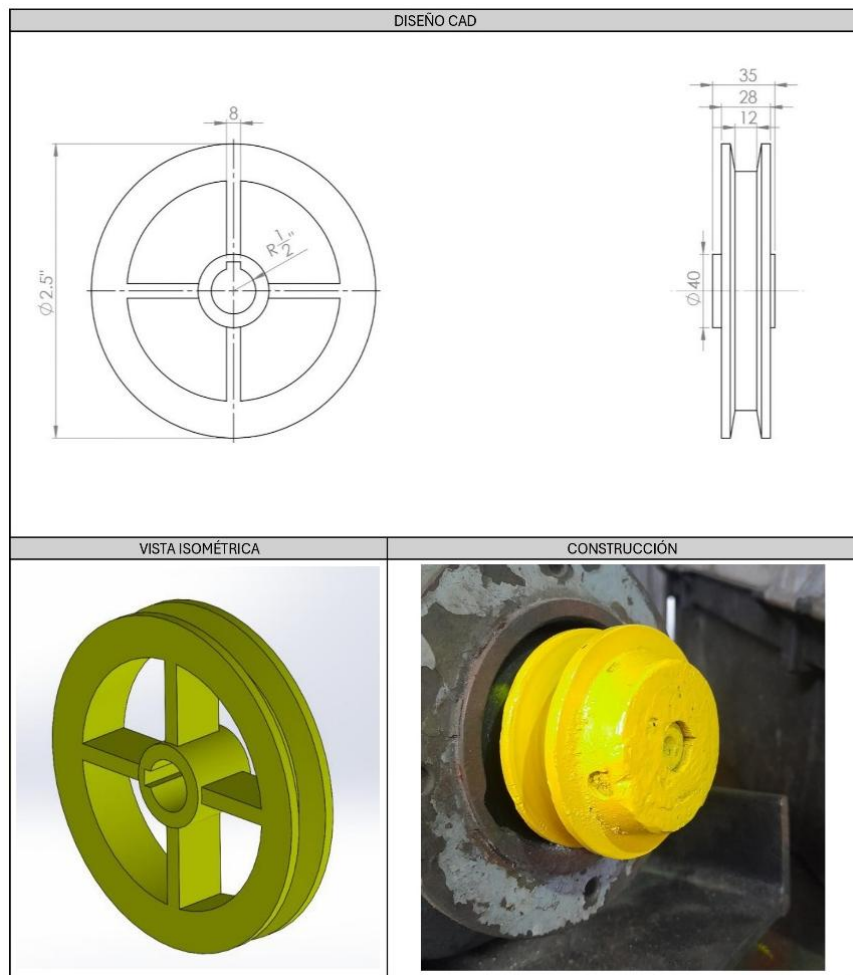
### ➤ Polea de 2,5 pulgadas

La polea de aluminio de 2,5" de diámetro, ubicada en el eje del motor, tiene la función de transmitir la potencia del motor a la polea de 14" mediante una correa. Como se aprecia en la figura 31, se realizó un buje en las poleas para adaptarlas a la construcción de este prototipo.

**Figura 31.** Bujes en poleas de aluminio



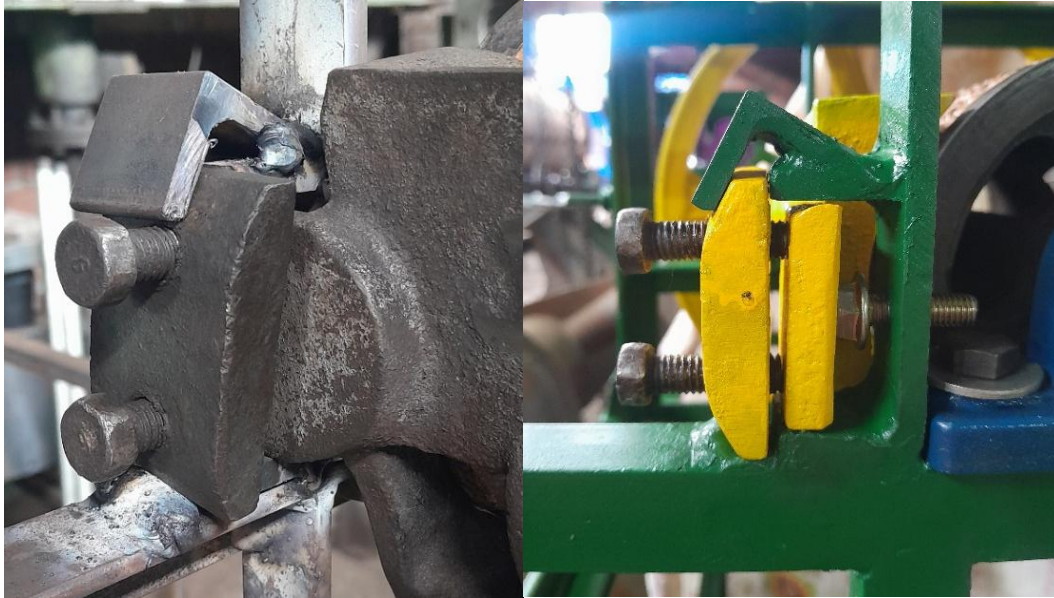
**Figura 32.** Polea de aluminio de 2,5".



### ➤ Sistema de graduación de pechera

En la figura 33 se puede observar el sistema de graduación de la pechera, que permite ajustar su posición con precisión. Este ajuste se realiza mediante las cuñas de ajuste y los tornillos de graduación, que permiten mover la pechera hacia adelante o hacia atrás según sea necesario. Este mecanismo asegura que la pechera quede perfectamente alineada con el tambor de descerezado.

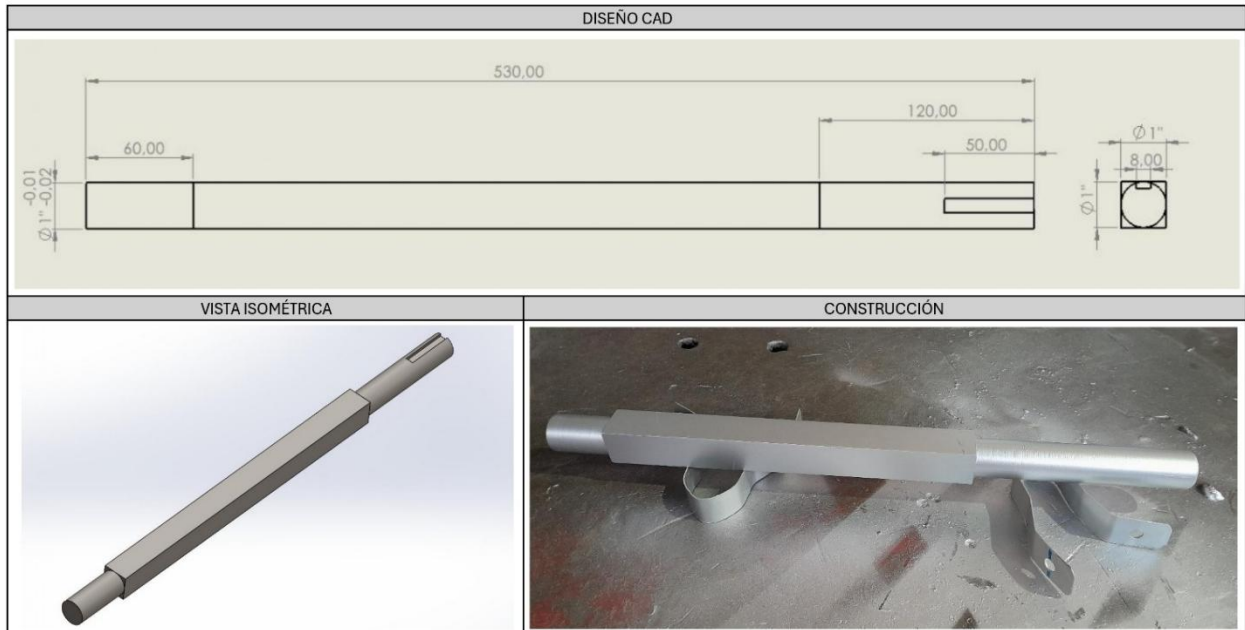
**Figura 33.** Sistema de graduación de pechera.



### ➤ Eje alimentador

El eje alimentador está diseñado para soportar el piñón doble y, al mismo tiempo, racionar el ingreso de café cereza al tambor de descerezado. Su función principal es regular la cantidad de café que ingresa al tambor, evitando que se produzca un atasco debido a un exceso de café. Este diseño permite un sistema de dosificación controlada, asegurando que el proceso de descerezado se realice de manera eficiente y sin interrupciones.

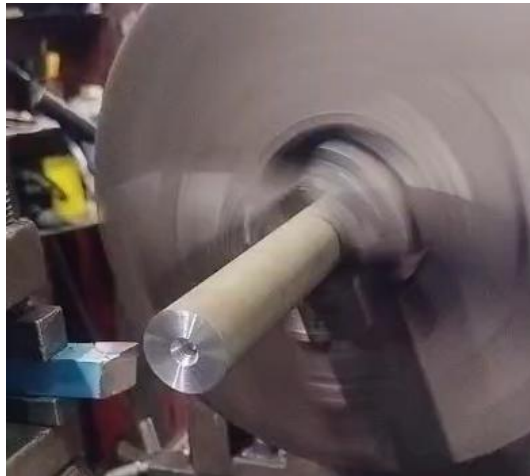
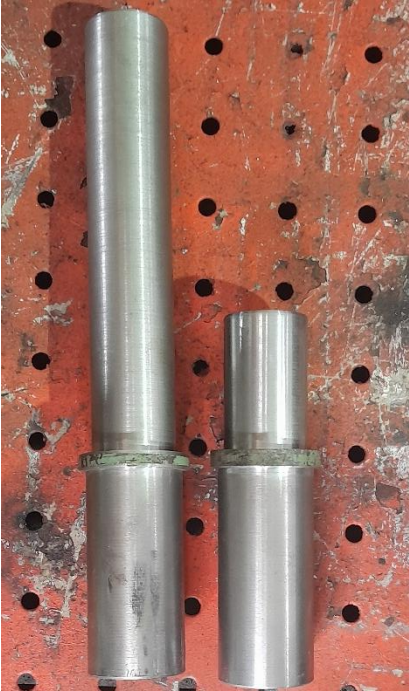
**Figura 34.** Eje alimentador.



### ➤ Tornillo sinfín

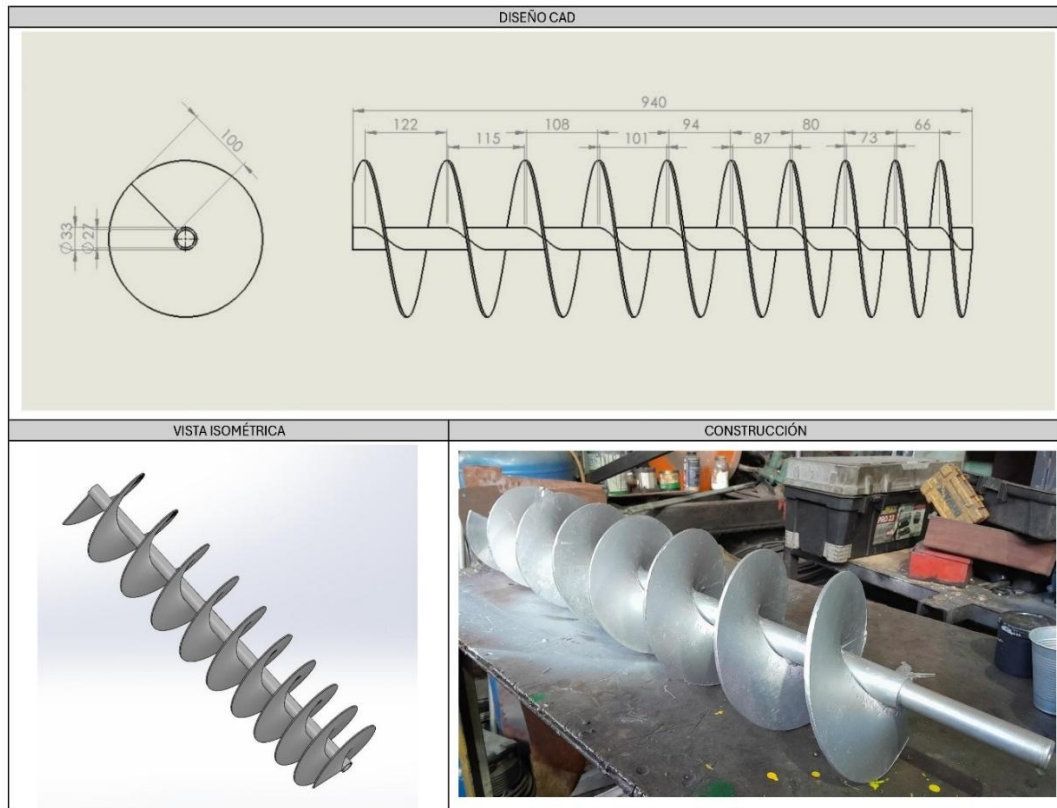
El tornillo sinfín es responsable de trasladar el café recién descerezado a través del canal para su posterior lavado a presión. Este componente está compuesto por cuatro partes principales: dos puntas mecanizadas en acero 1045, un tubo central en el cual se anclan las puntas, y ocho espiras de acero inoxidable que conforman el sistema helicoidal del tornillo. Esta configuración permite un transporte continuo del café, asegurando que el proceso de lavado se realice de manera controlada. A continuación, se presentan una serie de fotografías recopiladas de algunos procesos por los cuales se llevó a cabo la construcción de esta pieza.







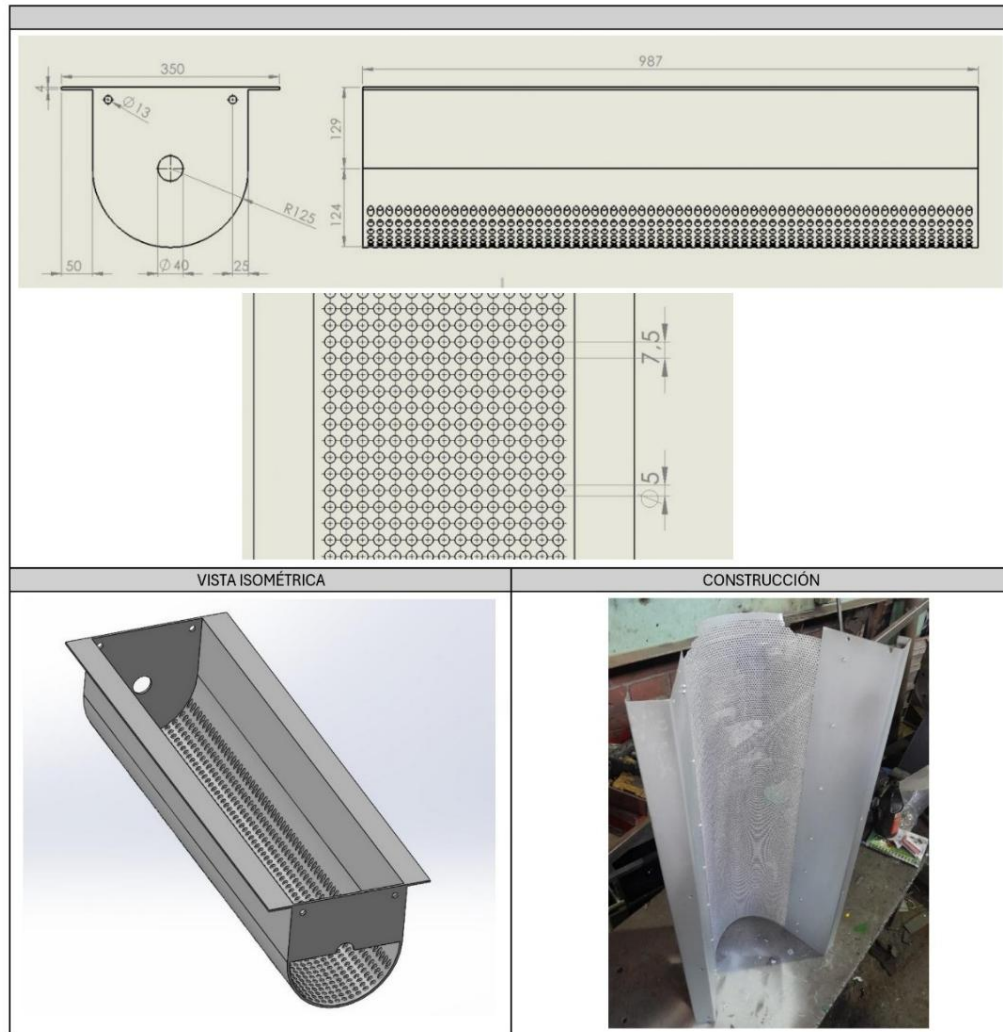
**Figura 35.** Tornillo sinfin.



➤ **Guía o canaleta para tornillo sinfin**

La guía para el tornillo sin fin es el canal por el cual se traslada el café para su lavado a presión mediante el sin fin. Esta guía está construida con dos láminas de acero inoxidable y una malla con perforaciones circulares de 4 mm de diámetro, que se ancla a las láminas mediante remaches. Esta estructura forma el canal necesario para guiar el café durante el proceso de lavado, permitiendo el paso controlado del producto mientras se asegura su correcta limpieza.

**Figura 36.** Guía para tornillo sinfin.



➤ **Láminas de ajuste rápido**

En la construcción del sistema, se incorporaron dos pequeñas láminas a cada lado del canal, las cuales no están presentes en el diseño original, pero son esenciales para la sujeción del canal del sin fin al módulo. Estas láminas actúan como puntos de fijación, asegurando que la guía del sin fin permanezca estable y correctamente alineada durante el funcionamiento.

**Figura 37.** Laminas para sujetar guía del tornillo sin fin.



### ➤ Tornillería de sujeción para la guía del sinfín

La tornillería de sujeción de la guía del sin fin está compuesta por tornillos de 6 mm de diámetro y ½” de largo. Estos tornillos son utilizados para fijar las pequeñas láminas de sujeción al canal del sin fin, asegurando que la guía permanezca estable y alineada durante todo el proceso.

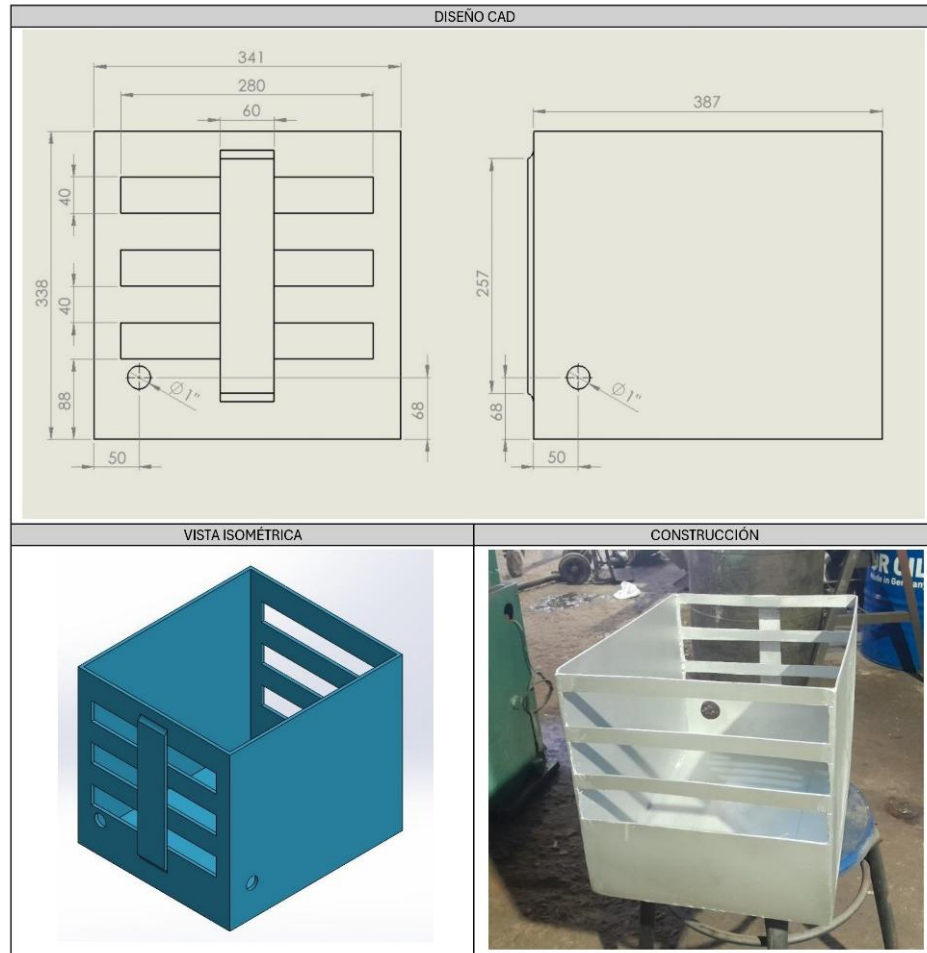
**Figura 38.** Tornillería de sujeción para guía de tornillo sin fin.



### ➤ Tanque de filtrado

El tanque de filtrado es la estructura encargada de soportar los filtros utilizados en el sistema de filtrado de aguas residuales generadas durante el proceso de lavado. Este tanque está fabricado en lámina de acero inoxidable calibre 14, lo que le proporciona resistencia a la corrosión y durabilidad, asegurando una larga vida útil incluso en ambientes húmedos y expuestos a productos químicos. Su diseño permite alojar los filtros de manera eficiente, contribuyendo a un proceso de filtrado controlado y efectivo.

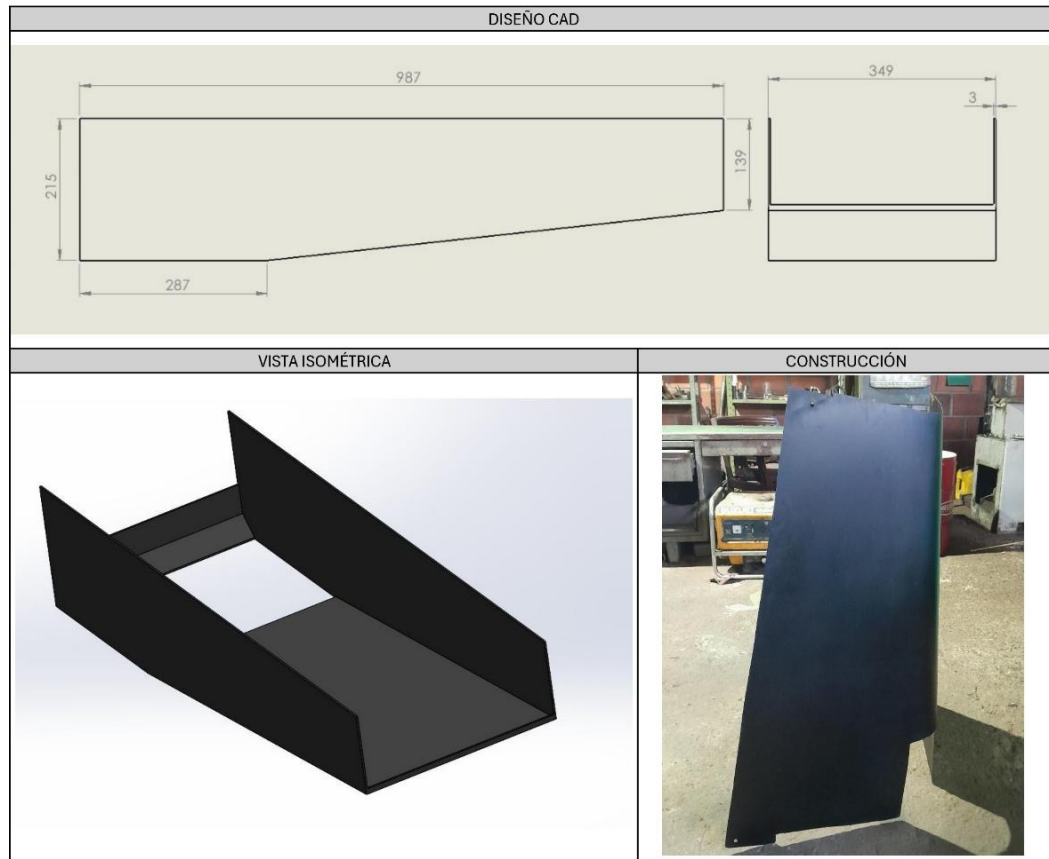
**Figura 39.** Tanque de filtrado.



➤ **Canaleta para captación de agua**

Esta canaleta es un componente clave ubicado debajo del sinfín, diseñada para dirigir el agua utilizada en el proceso de lavado hacia el tanque de filtrado, de tal forma que no se desperdicien recursos hídricos en el funcionamiento de la máquina.

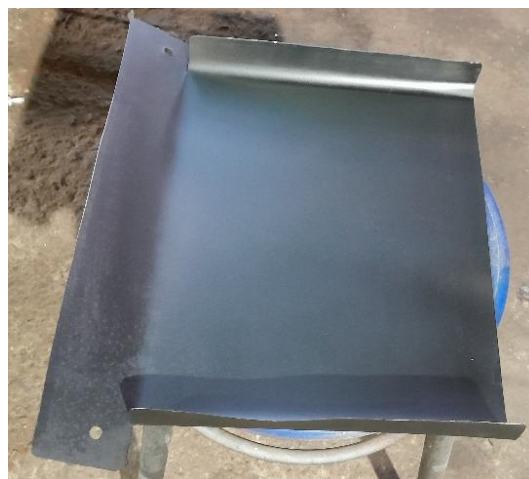
**Figura 40.** Canaleta de captación de agua.



➤ **Canaleta auxiliar**

Pieza adicional, adaptada al momento de la construcción del prototipo, como complemento de la canaleta principal.

**Figura 41.** Canaleta auxiliar de captación de agua.



### ➤ **Tuercas tipo mariposa**

Este tipo de tuercas son componentes diseñados para proporcionar un fácil apriete y ajuste en las guardas, guías y tapas del sistema. Gracias a su diseño ergonómico, estas tuercas permiten un ajuste rápido y sin herramientas adicionales, facilitando el mantenimiento y las reparaciones del equipo.

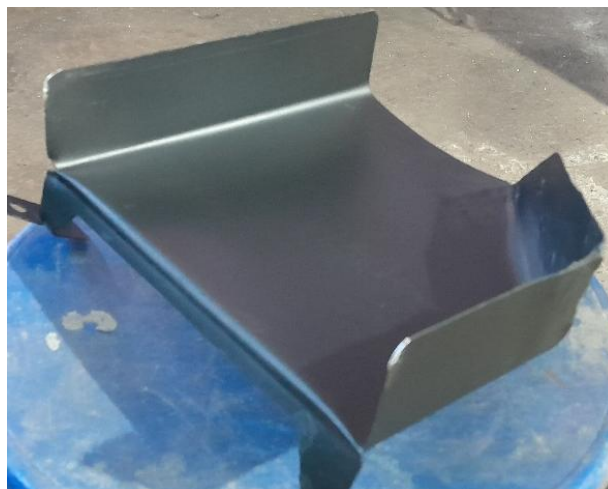
**Figura 42.** Tuercas mariposa, sujeción de guardas y tapas.



### ➤ **Guía para café despulpado**

La guía está diseñada para asegurar que el café, una vez despulpado, caiga de manera controlada al tornillo sin fin. Esta guía orienta el flujo del café hacia el tornillo, asegurando que el producto se traslade de manera eficiente y sin pérdidas al siguiente proceso, garantizando una transición suave y fluida dentro del sistema.

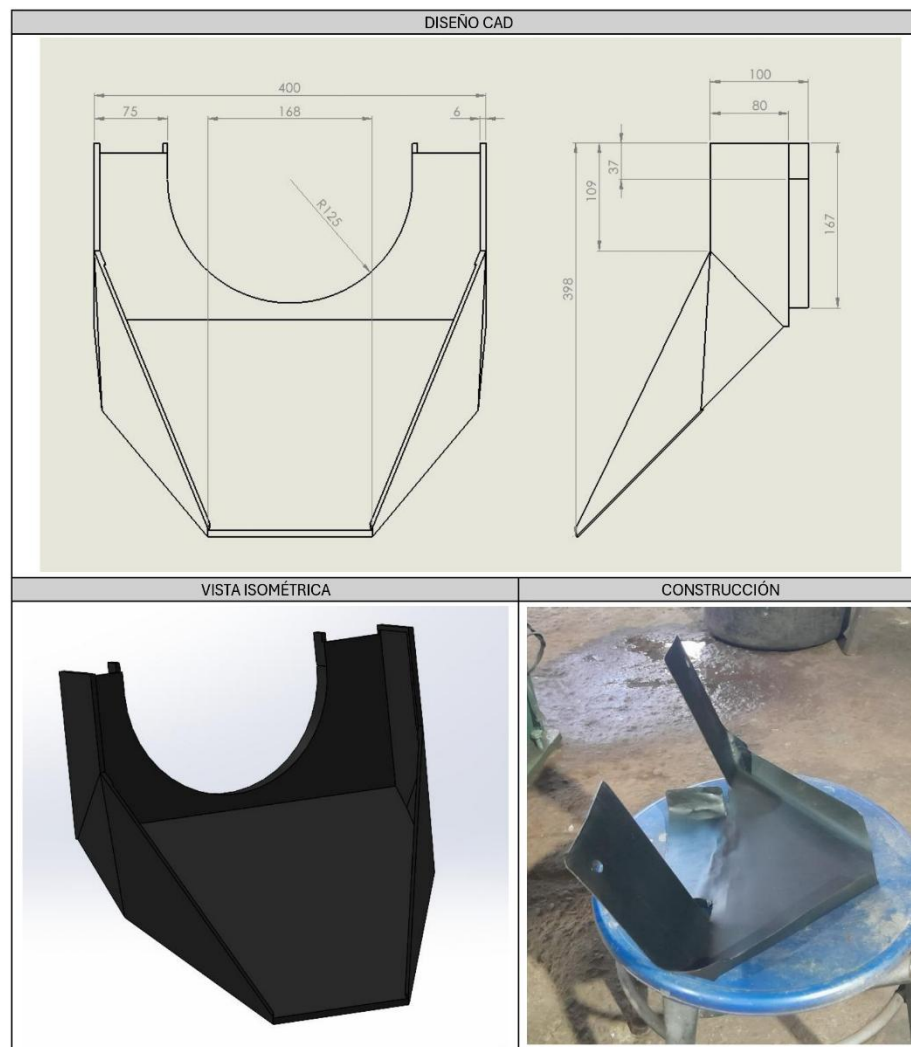
**Figura 43.** Guía para café despulpado.



### ➤ Guía de café para salida de la maquina

Esta guía dirige el café limpio hacia la salida del sinfín, asegurando un flujo controlado y eficiente que evita derrames o bloqueos, y facilita su recolección posterior dentro del sistema de lavado.

**Figura 44.** Guía para salida del café lavado al final del módulo 2.



### ➤ Transmisión de cadenas y piñones

La transmisión de potencia que se observa en la figura 45 permite mover todos los sistemas de la máquina, desde el eje alimentador hasta el tornillo sinfín, cumpliendo un papel importante en su funcionalidad.

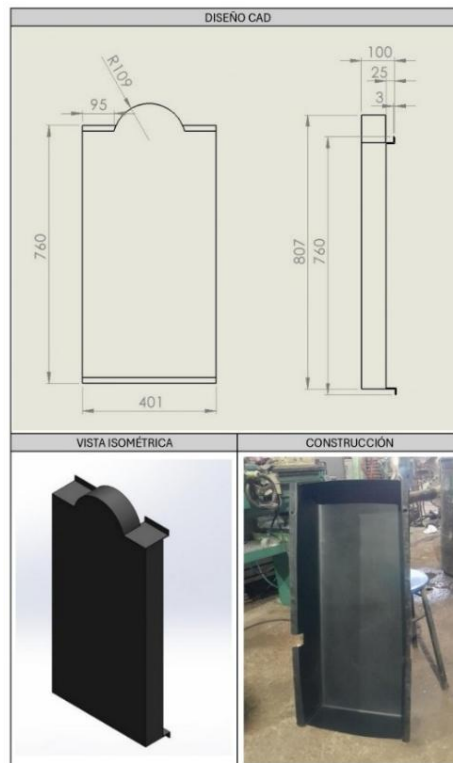
**Figura 45.** Transmisión de potencia por cadenas y piñones.



➤ **Guarda de cadenas y piñones**

Esta guarda asegura que las cadenas y piñones se mantengan en su lugar, evitando que se desajusten o sufran daños debido a la exposición o al desgaste. Además, ayuda a minimizar el riesgo de accidentes al cubrir estas partes móviles, garantizando la seguridad del operario.

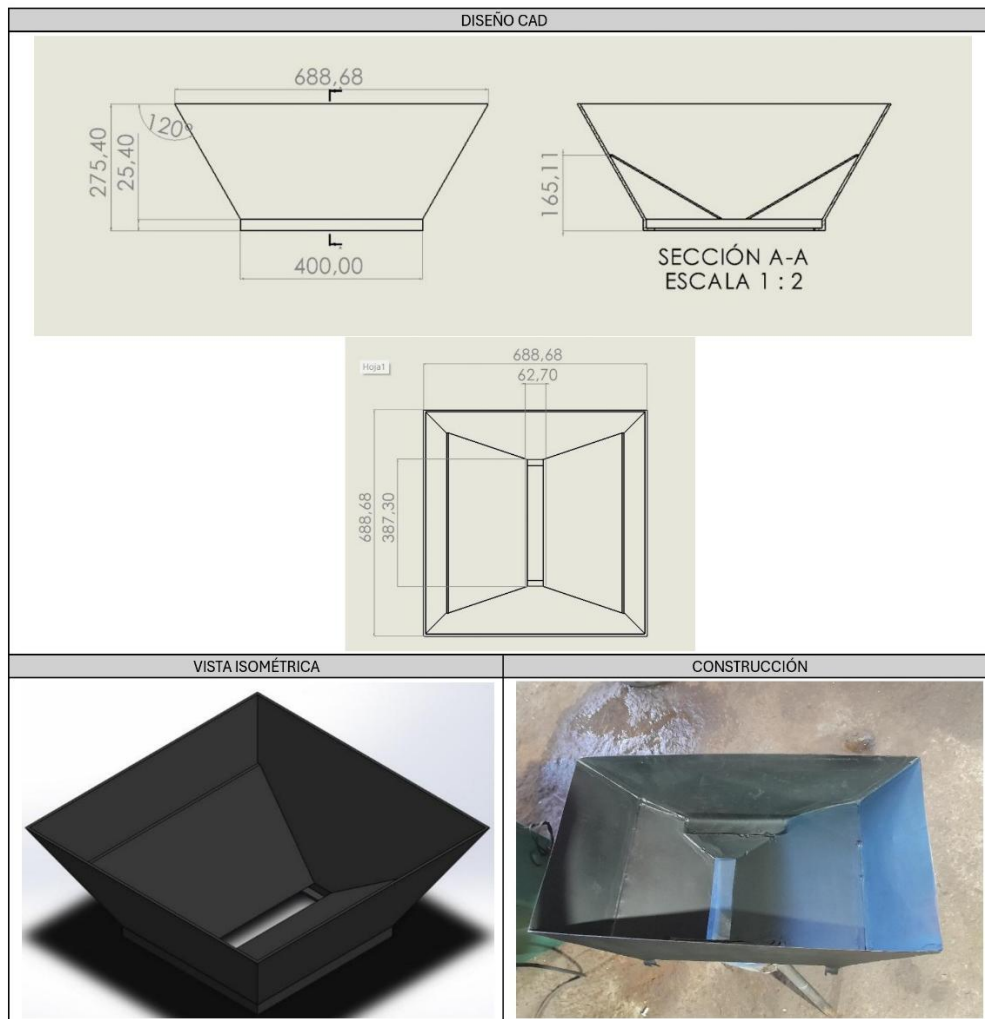
**Figura 46.** Guarda para transmisión de potencia de piñones y cadenas.



## ➤ Tolva

Esta pieza esta encargada de recibir y almacenar el café antes de su procesamiento en el sistema. Su diseño permite una alimentación controlada y constante hacia el resto de los módulos, asegurando que el café sea suministrado de manera uniforme al proceso de despulpado. La tolva está fabricada para soportar grandes cantidades de producto y garantizar un flujo continuo.

**Figura 47.** Tolva de alimentación.



## ➤ Guía de salida de residuos

Esta guía tiene la finalidad de dirigir y canalizar los residuos generados durante el proceso de despulpado. Esta guía asegura que la cáscara del café, separada durante el descerezado, se desplace de forma controlada hacia su salida del sistema, evitando obstrucciones y facilitando su

disposición. Su diseño contribuye a la limpieza del proceso, asegurando que los residuos sean gestionados correctamente sin afectar el flujo del café.

**Figura 48.** Guía par salida de residuos del café.



#### ➤ **Abrazaderas metálicas**

Se tienen unas delgadas abrazaderas metálicas para sujetar firmemente la guía de salida de la cáscara de café. Estas aseguran que la guía permanezca en su lugar durante el funcionamiento del sistema, evitando movimientos indeseados y manteniendo la estructura estable.

**Figura 49.** Abrazaderas metálicas de sujeción.



## ➤ Motor

Se seleccionó un motor con la potencia necesaria para accionar el tambor de despulpado, el eje alimentador y el sinfín. Con una potencia de 2 HP y una velocidad de 1710 RPM, este motor proporciona la energía mecánica necesaria para el funcionamiento eficiente de todo el sistema. En la figura 50 se puede apreciar la base en donde se fija el mismo.

**Figura 50.** Base de motor.



**Figura 51.** Motor.



## ➤ Tensor

En la figura 52 se observa el tensor, es un componente crucial que permite ajustar la tensión de la correa entre las poleas de transmisión de potencia. Su función principal es mantener la correa a la

tensión adecuada, garantizando una transmisión eficiente de la potencia del motor a los componentes del sistema, como el tambor de despulpado. Este ajuste contribuye a evitar el deslizamiento de la correa y a minimizar el desgaste de los componentes, asegurando un funcionamiento estable y prolongado del sistema.

**Figura 52.** Tensor para ajuste en la correa.



#### ➤ **Correa tipo A-49**

Se ha seleccionado una correa Tipo A-49 encargada de transmitir la energía mecánica desde la polea de 2,5" en el eje del motor hasta la polea de 14".

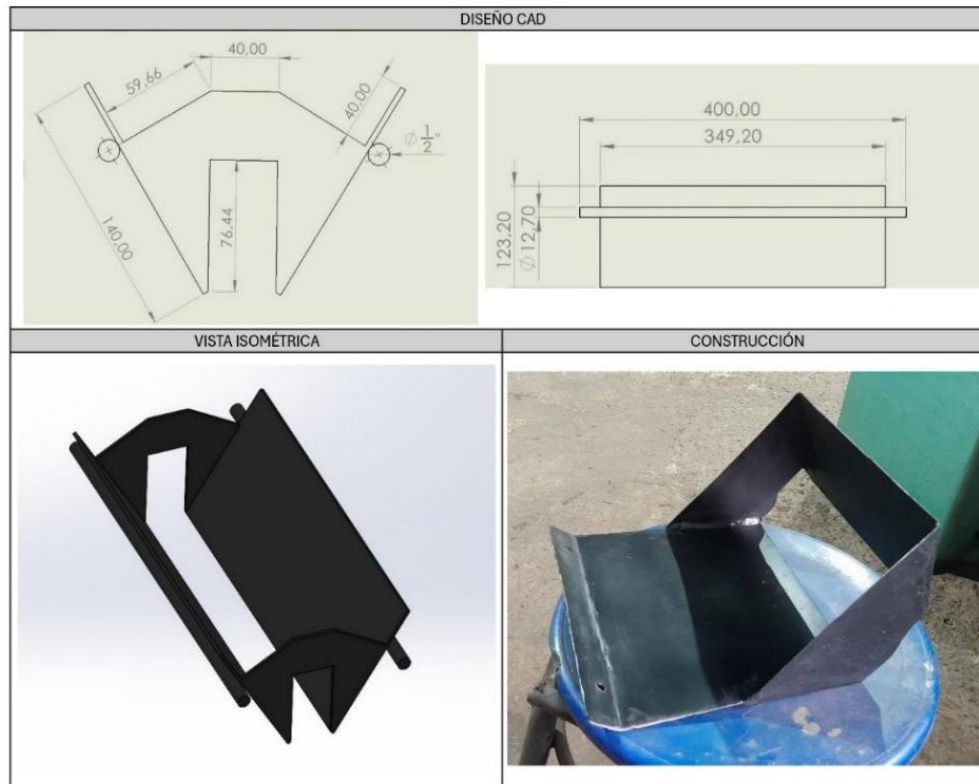
**Figura 53.** Correa tipo A-49.



### ➤ Tolva auxiliar

Este elemento auxiliar mantiene el café cereza dentro del tambor despulpador y la pechera, controlando la dosificación del café para que este no se atasque ni se salga del sistema de despulpado.

**Figura 54.** Tolva de alimentación auxiliar.



### ➤ Guarda de correa y poleas

La guarda de transmisión de potencia está diseñada para cubrir y proteger las poleas y correas del sistema de transmisión de potencia. Su función principal es evitar el contacto accidental con estas partes móviles, garantizando la seguridad de los operadores y protegiendo los componentes de posibles daños por contacto o exposición al entorno.

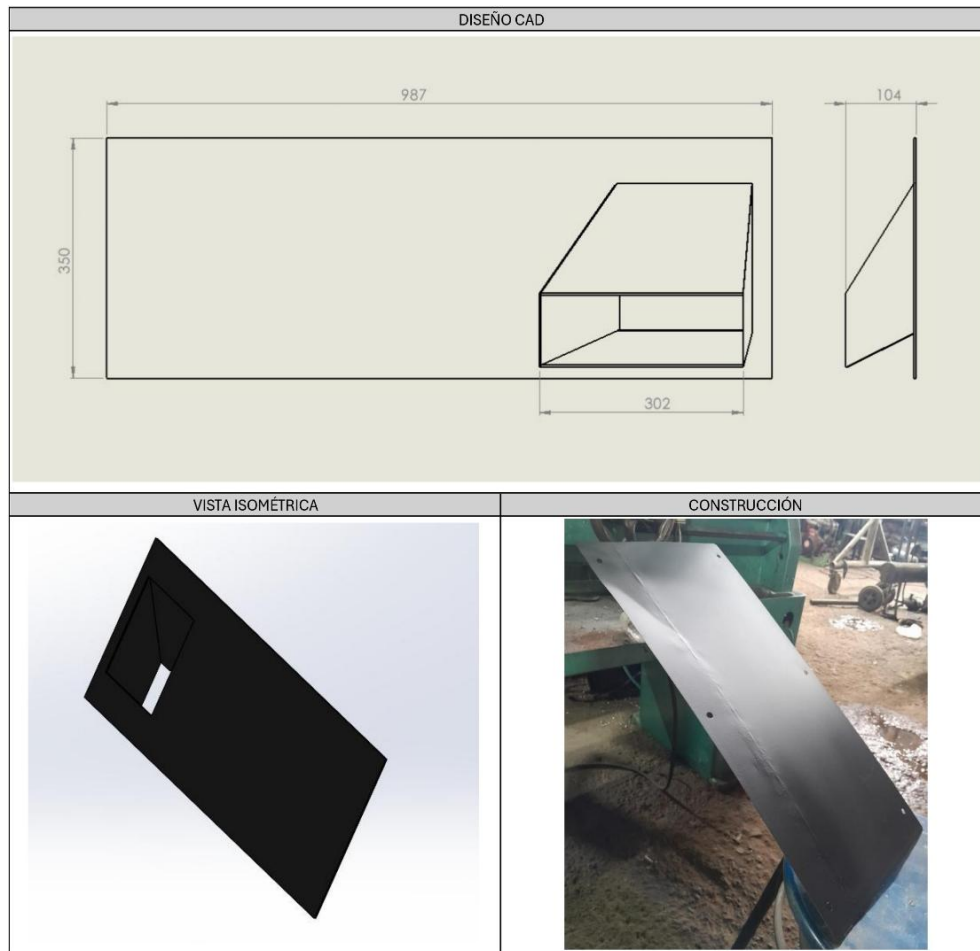
**Figura 55.** Guarda de transmisión de potencia de poleas y correas.



### ➤ Tapa de canal de tornillo sin fin

La tapa del canal del tornillo sin fin cubre el canal por donde circula el café a través del sistema de transporte mediante el tornillo sin fin. Esta tapa tiene como función principal proteger el interior del canal, evitando la entrada de residuos o contaminantes, además de mantener la seguridad del sistema al cubrir las partes móviles. A su vez, funciona como una guarda de seguridad para prevenir accidentes y riesgos al operario.

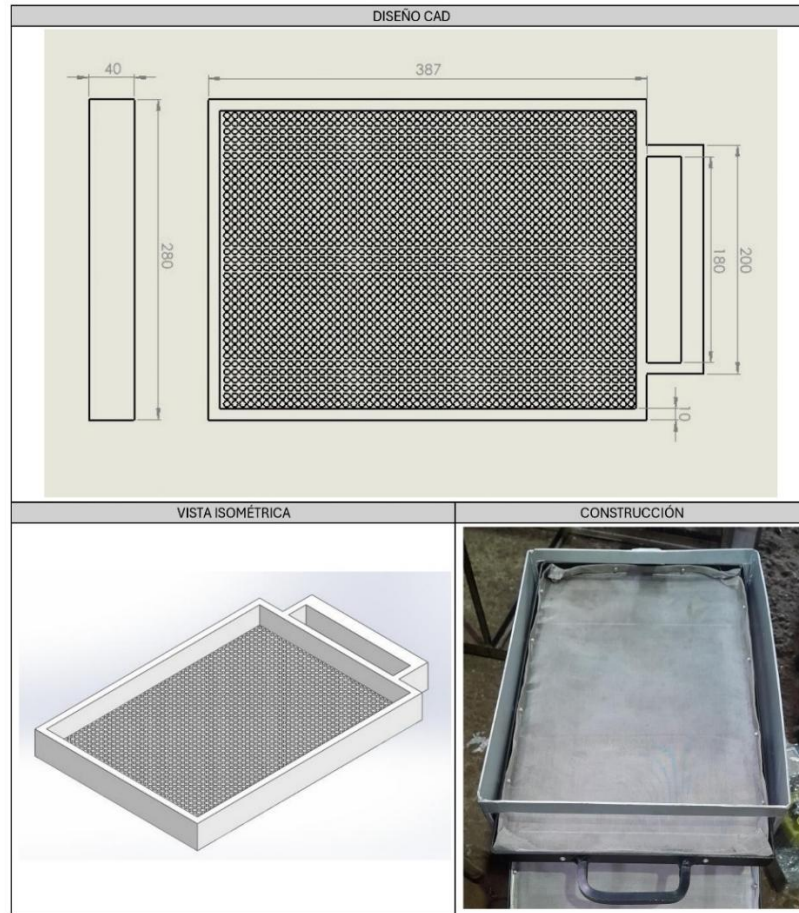
**Figura 56.** Tapa del sinfín.



### ➤ Filtros

El sistema cuenta con tres filtros diseñados para la captación y filtrado de aguas residuales generadas durante el proceso de lavado del café. Estos filtros tienen la función de retener impurezas y sólidos suspendidos en el agua, asegurando que el agua que se recircula sea limpia y adecuada para su tratamiento o reutilización.

**Figura 57.** Filtros.



### ➤ **Bomba de agua**

La bomba de agua periférica es responsable de suministrar el agua al sistema de lavado. Con una potencia de 1/2 HP y un caudal (Q) de 5 a 35 L/min, esta bomba es ideal para proporcionar el flujo constante y controlado de agua necesario durante el proceso de lavado del café. Su diseño periférico la hace eficiente para mantener la presión constante en el sistema, asegurando que el agua a presión se distribuya adecuadamente y garantice un proceso de lavado completo del café despulpado.

**Figura 58.** Bomba.



### ➤ Abrazadera de sujeción

La abrazadera de sujeción está diseñada para fijar de manera segura la tubería galvanizada en su lugar dentro del sistema. Fabricada en materiales resistentes, esta abrazadera garantiza que la tubería se mantenga estabilizada y alojada correctamente, evitando desplazamientos o vibraciones que puedan afectar la eficiencia del sistema. Su diseño permite un ajuste firme sin dañar la tubería, asegurando que el flujo de agua o el transporte de líquidos se realice sin interrupciones.

**Figura 59.** Abrazaderas metálicas para sujeción de tubos de agua a presión.



### ➤ Tubería galvanizada

La tubería galvanizada es utilizada para distribuir el agua a presión en el sistema de lavado del café. Fabricada en acero galvanizado, esta tubería es resistente a la corrosión y al desgaste, lo que la hace ideal para transportar agua en ambientes de alta humedad. Su diseño asegura una distribución

uniforme del agua a través de los aspersores, permitiendo un lavado del café a medida que el agua se distribuye a presión, contribuyendo a un proceso de limpieza óptimo.

**Figura 60.** Tubería galvanizada perforada.



### ➤ Manguera flexible

Se tiene una manguera de 1" de diámetro con refuerzo metálico, diseñada para transportar el agua desde la bomba hasta la tubería galvanizada. Gracias a su refuerzo metálico, esta manguera es capaz de soportar la presión del agua sin deformarse, asegurando un flujo constante y controlado. Su flexibilidad permite una fácil instalación y ajuste en el sistema, mientras que su construcción robusta garantiza una larga durabilidad y resistencia al desgaste, incluso en condiciones de alta presión.

**Figura 61.** Manguera flexible, transporte de agua.



### ➤ Instalación de PVC

En la figura 62 se muestra la instalación en PVC utilizada para dividir el flujo de agua entre el

sistema de agua limpia y el de agua recirculada. La válvula roja regula el flujo de agua recirculada, que proviene del sistema de filtrado o PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales), mientras que la válvula azul controla el flujo de agua limpia proveniente de un tanque de almacenamiento. Ambas válvulas permiten ajustar la proporción de cada tipo de agua, asegurando que la bomba reciba el suministro necesario para el sistema de lavado, optimizando así el uso de los recursos hídricos.

**Figura 62.** Instalación de PVC en la succión de la bomba.



### ➤ Filtros para tubería

Se han instalado filtros en la tubería de PVC, los cuales están diseñados para proteger el impulsor de la bomba, evitando que material sólido o particulado llegue hasta él. Estos filtros, que consisten en pequeñas mallas, se colocan dentro de la tubería de succión, garantizando que solo el líquido limpio fluya hacia la bomba.

**Figura 63.** Filtros en la succión de la bomba.



### ➤ Accesorios y tanques de almacenamiento de agua

Como se aprecia en la figura 64, se han dispuesto varios accesorios para conectar la manguera a la bomba y lograr la distribución de agua limpia y recirculada correctamente. A su vez, en la figura 65 se muestran los tanques de almacenamiento de agua que fueron utilizados durante las pruebas de funcionamiento del prototipo. Estos pequeños tanques permiten suministrar agua al sistema, pero no tienen la capacidad suficiente para sostenerlo en su diseño final. Aunque se emplearon para validar el funcionamiento inicial del prototipo, el sistema está diseñado para operar con tanques de mayor capacidad, lo que garantizará un flujo constante y adecuado de agua durante el proceso de lavado del café.

**Figura 64.** Accesorios



**Figura 65.** Tanques de almacenamiento de agua.



### ➤ **Ensamble de módulo 1**

Una vez finalizada la construcción y obtención de piezas, se realiza el ensamble completo del módulo 1, que incluye todos sus componentes clave, como el tambor, la pechera, los piñones, los ejes, las guías y la tolva de alimentación. Este módulo está diseñado para llevar a cabo el proceso de descerezado del café.

**Figura 66.** Módulo 1 ensamblado.



### ➤ **Ensamble de módulo 2**

Del mismo modo, se ensambla por completo el módulo 2, que incluye los componentes principales como el sinfín, las guías y los sistemas de lavado. Este módulo está diseñado para realizar el lavado a presión del café, utilizando el sinfín para transportarlo a través del canal mientras es sometido a chorros de agua a presión. Las guías aseguran que el flujo del café sea uniforme, facilitando el proceso de limpieza.

**Figura 67.** Modulo 2 ensamblado.



➤ **Ensamble de módulo 3**

Finalmente, como se aprecia en la figura 68, se realiza el ensamble del Módulo 3, el cual incluye el tanque de filtrado, la bomba periférica y el sistema de tuberías conectados. Este módulo es esencial para el suministro de agua en el proceso de lavado del café.

**Figura 68.** Modulo 3 ensamblado.



### ➤ Módulos listos para el transporte

En la figura 69 se observan los módulos separados y listos para su transporte. Gracias al diseño modular de la máquina, los módulos pueden ser fácilmente desensamblados y transportados a otros sitios para su montaje o uso. Este diseño facilita el movimiento de los componentes, optimizando los costos y tiempos de traslado, y asegurando que la máquina pueda ser reubicada de manera eficiente según sea necesario. Los módulos incluyen todos los elementos esenciales, todos montados sobre estructuras metálicas resistentes para su protección durante el transporte.

**Figura 69.** Módulos listos para transportar.



### ➤ Ensamble total de la máquina

El ensamble total de la máquina muestra todos los módulos y componentes integrados en un solo sistema funcional. El diseño modular permite la fácil conexión de los tres módulos principales:

descerezado, lavado y filtrado, cada uno encargado de un proceso específico en el tratamiento del café. Una vez ensamblados, trabajan en conjunto para realizar el procesamiento eficiente del café desde el despulpado hasta el lavado y filtrado. Este ensamblaje permite un funcionamiento coordinado, asegurando un rendimiento óptimo en cada etapa del proceso, manteniendo la máquina estable, eficiente y lista para su uso en el sitio de operación.

**Figura 70.** Ensamble total de la máquina.



### ➤ Revisión técnica del prototipo

Una vez finalizada la construcción del prototipo, el director de grado, Isnardo González Jaimes, encargado de la supervisión general del trabajo, realizó una visita al lugar donde se llevó a cabo la construcción del prototipo. El objetivo de esta visita fue dar su aprobación formal al proyecto y observar de primera mano el funcionamiento de la máquina. Durante la visita, se verificaron aspectos técnicos, operativos y de seguridad, así como la calidad del ensamblaje y la eficiencia del sistema en marcha, lo que permitió validar el cumplimiento de los objetivos planteados desde el inicio del este proyecto.

**Figura 71.** Supervisión por parte del director de grado el ingeniero Isnardo González Jaimes.



### ➤ Equipo de trabajo

Finalmente, junto a la máquina terminada, se encuentra la familia Bueno y Cesar Fonseca, quienes desempeñaron un papel fundamental en el desarrollo del prototipo. Ellos nos brindaron su apoyo incondicional a lo largo de todo el proceso, facilitándonos el acceso a su taller de metalmecánica, prestándonos herramientas, maquinaria y ofreciendo su experiencia y acompañamiento. Gracias a su colaboración desinteresada, fue posible llevar a cabo la construcción del prototipo en condiciones óptimas, superando varios retos técnicos y logísticos. Su aporte representa un ejemplo valioso de cómo el trabajo en equipo y el apoyo comunitario pueden impulsar proyectos con impacto positivo en el sector agrícola.

Figura 72. Equipo de trabajo.



## ANEXO D. CATÁLOGOS

A continuación, se presentan algunos catálogos que sirvieron de apoyo y guía para la elección de los elementos, así como para la aplicación de la reingeniería de máquinas ya existentes, con el fin de realizar un prototipo funcional y de mayor facilidad de operación.

### • FICHA TÉCNICA DE DESPULPADORA HORIZONTAL DH-2 1/2

# FICHA TÉCNICA



## Despulpadora Horizontal DH-2 1/2

Nuestros modelos tradicionales son amigables con el medio ambiente y despulpan el café cereza maduro con la mejor eficiencia.

Las despulpadoras DH 2 1/2 Penagos es una máquina cuyos componentes principales son: costados, pechero, cilindro, y volante, son fabricadas en hierro gris, esta fundición hace que la despulpadora sea muy resistente a las condiciones ambientales y tenga una larga vida útil. Sus componentes son fabricados en equipos de última generación logrando ajustes precisos y garantizando un recambio de repuestos que facilita el mantenimiento de la máquina.

Sin pérdida de grano en pulpa

Despulan sin usar agua

Fácil calibración, mantenimiento y operación

### Características técnicas

MODELO	DH-2 1/2
Capacidad (kg cereza hora)	300 - 400 *
Potencia requerida	0.5 HP
R.P.M del motor eléctrico	1750
Diámetro de la polea del motor en pulgadas	2 3/8"
Diámetro del cilindro en pulgadas	6,5"
Longitud del cilindro en milímetros	209
Diámetro del Volante en pulgadas	12"
R.P.M. Cilindro	300 -330
Ancho de la camisa	7,5"
Material de la camisa	Cobre o Acero inoxidable
Material del cilindro	Fundición de hierro gris
Número de chorros	2
Peso Neto	34,5 Kg
Dimensiones (l*a*h)	60 x 35 x 52 cms

### Vista del equipo



\* Puede variar según el método de alimentación, el tamaño del grano y calidad de la cosecha



Penagos Hermanos y Compañía SAS  
[sales@penagos.com](mailto:sales@penagos.com) – [www.penagos.com](http://www.penagos.com)

## • CATÁLOGO DE CHUMACERAS SKF

22/9/24, 10:03 p.m.

SY 40 TF - Unidades de rodamientos de bolas | SKF

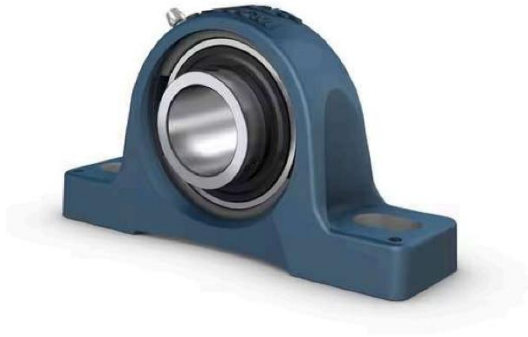


Image may differ from product. See technical specification for details.

### SY 40 TF

Unidad de rodamientos de bolas con soporte de pie con aro interior prolongado y fijación con tornillos, fundición, normas ISO

Las unidades de rodamientos de bolas con soporte de pie están formadas por un rodamiento de inserción montado en un soporte de fundición que puede atornillarse a una superficie de apoyo. Esta versión es adecuada para aplicaciones con sentidos de giro constantes y alternados. Tiene un aro interior prolongado en ambos lados, y se fija en el eje ajustando un tornillo de fijación en el aro interior, lo que la hace fácil de montar.

- Fuertes
- Listos para montar
- Rodamiento lubricado y sellado
- Fijación rápida en el eje
- Rentables

## Descripción general

### Dimensiones

Diámetro de los tornillos de fijación	12 mm
Diámetro del eje	40 mm
Altura del centro (soporte de pie)	49.2 mm
Ancho total del soporte	48 mm
Distancia del centro entre los orificios para tornillos	135.5 mm
Ancho del rodamiento, total	49.2 mm

### Rendimiento

Capacidad de carga dinámica básica	30.7 kN
Capacidad de carga estática básica	19 kN
Velocidad límite	4 800 r/min
Nota	Velocidad límite con tolerancia de eje h6

### Propiedades

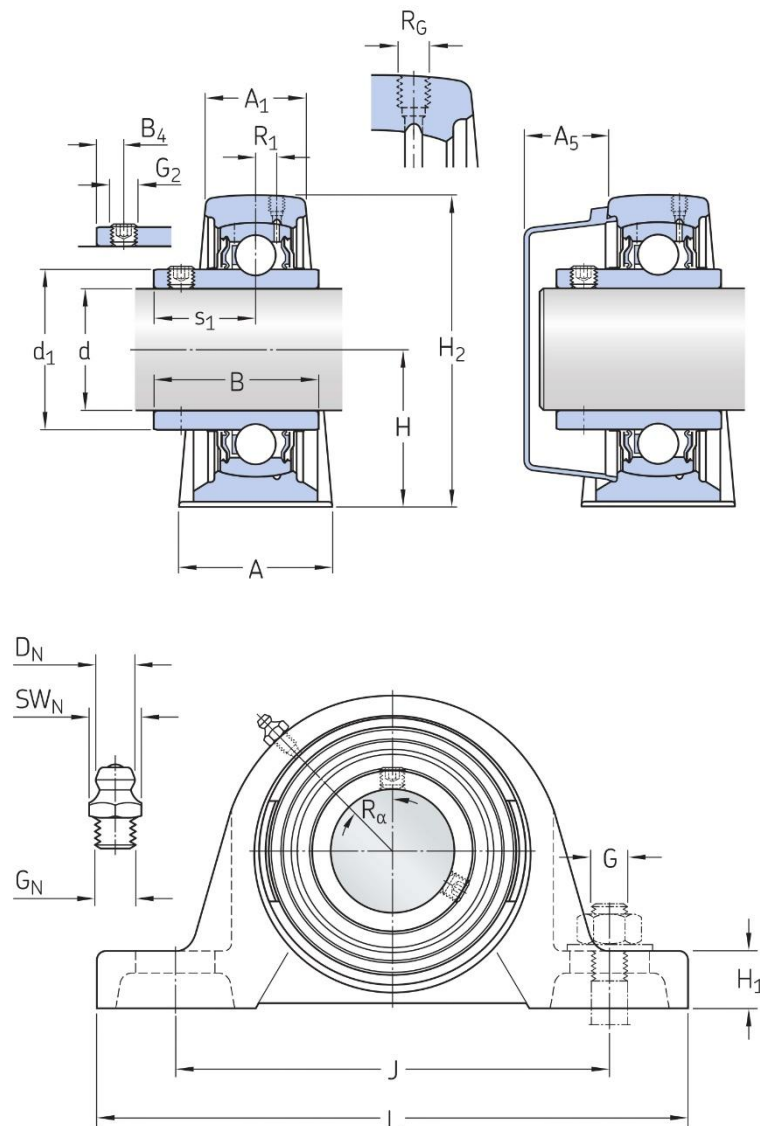
Tipo de soporte	Soporte de pie
Cantidad de agujeros para tornillos de fijación	2
Tipo de orificio para tornillos de fijación	Plano
Elemento de retención, aro interior	Tornillos de fijación
Tipo de agujero	Cilíndrico
Aro de asiento de caucho	Sin
Material, soporte	Fundición
Material, rodamiento	Acero para rodamientos
Recubrimiento	Sin
Sellado, rodamiento	Sello y aro deflector en ambos lados
Tipo de sellado	Contacto estándar
Sellado, unidad	Tapa lateral opcional
Lubricante	Grasa
Orificio de relubricación	Con
Boquilla de relubricación	Con

### Logística

Peso neto del producto	1.84 kg
Código eClass	23-05-06-02
Código UNSPSC	31171536

## Especificación técnica

Cumplimiento con el estándar	ISO
Para un propósito específico	Para aplicaciones de manipulación de materiales
Material, soporte	Fundición
Sellado, rodamiento	Sello y aro deflector en ambos lados
Tipo de sellado, rodamiento	Contacto estándar
Sellado, unidad	Tapa lateral opcional
Recubrimiento	Sin





$R_a$	45 °	Posición angular de la rosca del soporte
-------	------	--

## BOQUILLA ENGRASADORA

$D_N$	6.5 mm	Diámetro de la cabeza esférica de la boquilla engrasadora
$SW_N$	7 mm	Tamaño de la llave hexagonal para la boquilla engrasadora
$G_N$	1/4-28 SAE-LT	Rosca de la boquilla engrasadora

## FIJAS DE SITUACIÓN

$J_6$	161 mm	Distancia de las fijas de situación
$J_7$	17 mm	Desplazamiento axial de las fijas de situación
$N_4$	4 mm	Diámetro recomendado para las fijas de situación

## Datos del cálculo

Capacidad de carga dinámica básica	C	30.7 kN
Capacidad de carga estática básica	$C_0$	19 kN
Carga límite de fatiga	$P_u$	0.8 kN
Velocidad límite		4 800 r/min
		Velocidad límite con tolerancia de eje h6

## Información de montaje

Tornillo de fijación	$G_2$	M8x1
Tamaño de llave hexagonal para tornillo de fijación		4 mm
Par de apriete recomendado para el tornillo de fijación		6.5 N·m
Diámetro recomendado para los tornillos de fijación, mm	G	12 mm
Diámetro recomendado para los tornillos de fijación, pulgadas	G	0.5 in

## Tolerancias y juegos

---

Los valores dependen del rodamiento incluido:

- Tolerancia del diámetro del agujero → tabla 1
- Juego radial interno → tabla 2
- Ajuste recomendado → tabla 3
- Tolerancia del eje → tabla 4

## Más información

 Detalles del producto	 Información sobre ingeniería	 Herramientas
<p>Unidades de soportes de pie según las normas ISO</p>		<p>Bearing Select (Herramienta para la selección de rodamientos)</p>
<p>Unidades de soportes de pie según las normas norteamericanas</p>	<p> Principios para la selección y la aplicación de las unidades de rodamientos de bolas: Descargar catálogo (4.9 MB)</p>	<p>Engineering Calculator (Herramienta para cálculos de ingeniería)</p>
<p>Unidades de soportes de pie según las normas industriales japonesas (JIS)</p>	<p>Principios para la selección de soluciones de rodamientos montados</p>	
<p>Unidades de soportes de pie, no estandarizadas (incl. línea de procesamiento de alimentos SKF)</p>	<p>Falla del rodamiento y cómo prevenirla</p>	
<p>Desalineación admisible</p>		
<p>Apoyo del lado fijo/libre</p>		
<p>Cargas</p>		
<p>Límites de temperatura</p>		
<p>Velocidad admisible</p>		
<p>Lubricación</p>		
<p>Montaje y desmontaje</p>		
<p>Información para los pedidos</p>		
<p>Sistema de designación</p>		



## Términos de uso

Al visitar y utilizar esta página web/aplicación, publicada por AB SKF (publ.) (556007-3495 · Gotemburgo) ("SKF") y de su propiedad, usted acepta cumplir con los siguientes términos y condiciones:

### Limitación de la garantía y de la responsabilidad

Aunque se ha puesto el máximo empeño en asegurar la exactitud de la información incluida en esta página web/aplicación, SKF proporciona dicha información "TAL CUAL", y DENIEGA CUALQUIER GARANTÍA, EXPRESA O IMPLÍCITA, INCLUIDAS, ENTRE OTRAS, LAS GARANTÍAS IMPLÍCITAS DE COMERCIABILIDAD Y APTITUD PARA FINES ESPECÍFICOS. Usted reconoce que utilizará esta página web/aplicación bajo su entera responsabilidad, que asume la responsabilidad absoluta de todos los costos asociados al uso de esta página web/aplicación y que SKF no será responsable de ningún daño directo, incidental, consecuente ni indirecto de ningún tipo, derivado de su acceso a la información o los programas informáticos disponibles en esta página web/aplicación o del uso de estos.

Todas las garantías y manifestaciones incluidas en esta página web/aplicación acerca de los productos o servicios de SKF que usted adquiera o use estarán sujetas a los términos y condiciones acordados en el contrato del producto o servicio en cuestión.

Asimismo, en lo que respecta a las páginas web/aplicaciones no pertenecientes a SKF mencionadas en nuestra página web/aplicación o donde se incluya un hipervínculo, SKF no ofrece garantía alguna respecto de la exactitud o la confiabilidad de la información incluida en dichas páginas web/aplicaciones y no asumirá ninguna responsabilidad sobre el material creado o publicado por terceros incluido en dichas páginas y aplicaciones. Además, SKF tampoco garantiza que esta página web/aplicación ni que esas otras páginas web/aplicaciones vinculadas estén libres de virus u otros elementos perjudiciales.

### Servicios de terceros

Cuando mire contenido de YouTube a través de los sitios web de SKF (es decir, utilizando [Servicios API de YouTube](#)), usted acepta los [Términos de servicio de YouTube](#).

### Derechos de autor

Los derechos de autor de esta página web/aplicación y el derecho de autor de la información y los programas informáticos disponibles en esta página web/aplicación pertenecen a SKF o a los otorgantes de su autorización de uso. Quedan reservados todos los derechos. Todo el material autorizado para su uso mencionará al otorgante que haya concedido a SKF el derecho a utilizar el material. La información y los programas informáticos disponibles en esta página web/aplicación no podrán reproducirse, duplicarse, copiarse, transmitirse, distribuirse, almacenarse, modificarse, descargarse ni explotarse de ningún otro modo para uso comercial sin la autorización previa por escrito de SKF. No obstante, sí podrán reproducirse, almacenarse y descargarse para su uso por parte de particulares sin la autorización previa por escrito de SKF. En ningún caso se podrá facilitar esta información o programas informáticos a terceros.

Esta página web/aplicación incluye determinadas imágenes que se utilizan bajo licencia de Shutterstock, Inc.

### Marcas comerciales y patentes

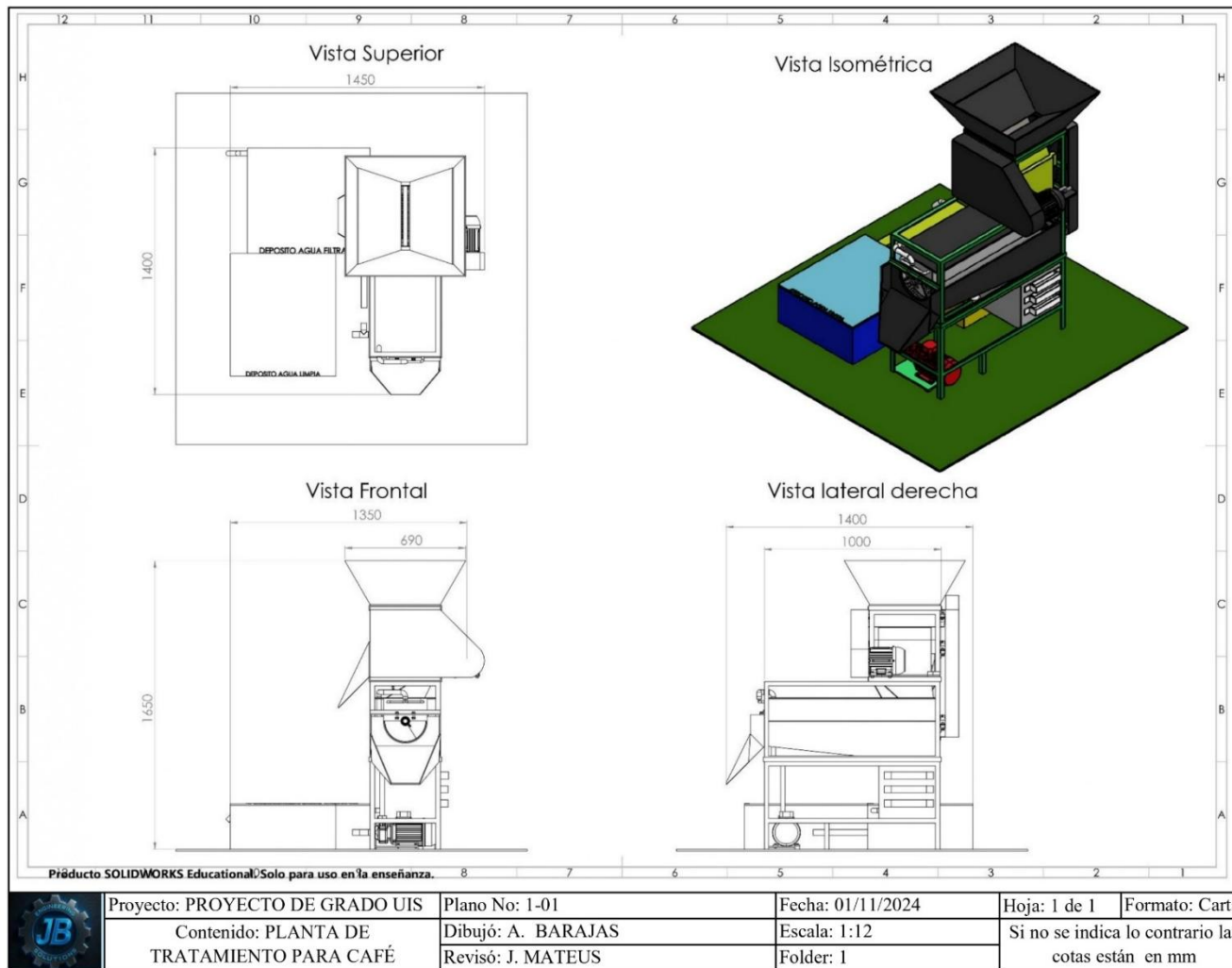
Todas las marcas comerciales, nombres de marcas y logotipos de empresas que aparecen en la página web/aplicación son propiedad de SKF o de los otorgantes de su autorización de uso, y no podrán ser utilizados de ningún modo sin la autorización previa por escrito de SKF. Todas las marcas comerciales autorizadas publicadas en esta página web/aplicación mencionan al otorgante que haya concedido a SKF el derecho a utilizar la marca comercial. El acceso a esta página web/aplicación no concede al usuario ningún derecho sobre las patentes propiedad de SKF o autorizadas a SKF.

### Cambios

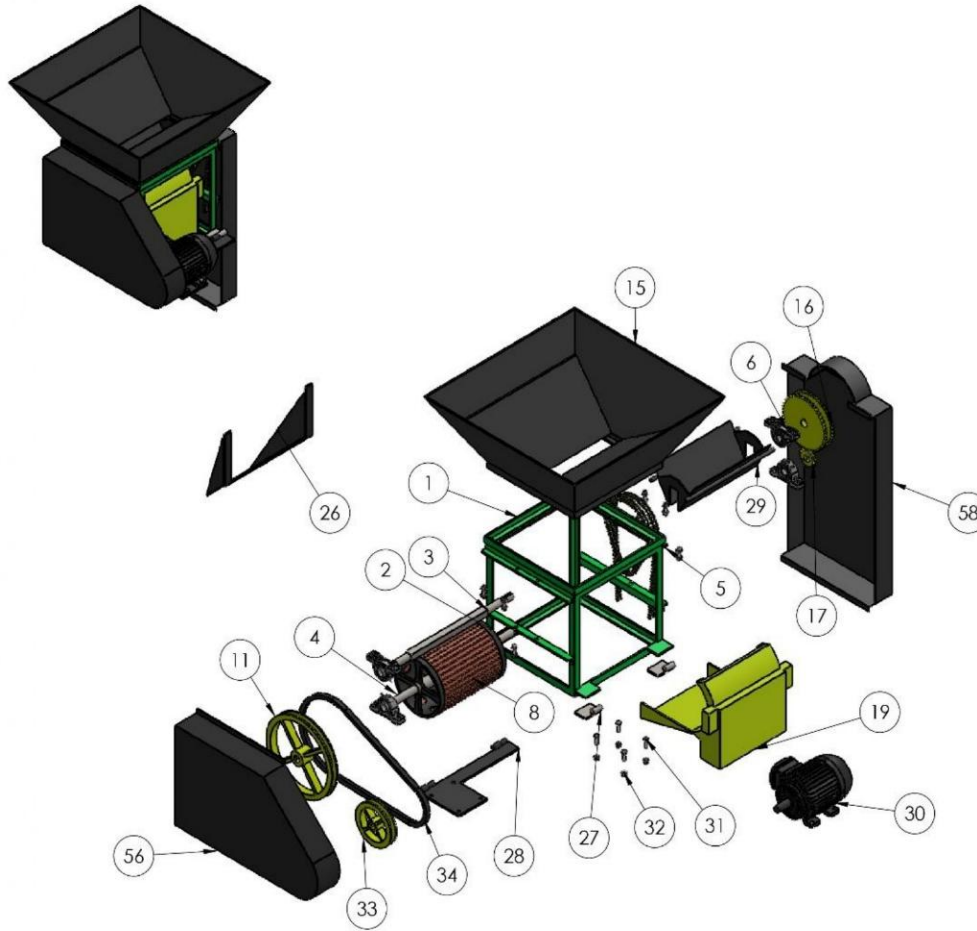
SKF se reserva el derecho a introducir cambios o ampliaciones de esta página web/aplicación en cualquier momento.

## ANEXO E. PLANOS

En esta sección se presentan en detalle todos los planos de la máquina, los cuales, los planos de cada uno de los módulos y los despieces correspondientes. Estos planos permiten visualizar la distribución de los componentes, sus dimensiones principales, y uniones, proporcionando la información necesaria para la construcción, el montaje y el mantenimiento del prototipo.



# Explosionado del Módulo 1



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Estructura Módulo 1	1
2	Tambor de Fundición	1
3	Eje Alimentador	1
4	Eje del Tambor	1
5	Ángulo 1 x 1/4 in	6
6	Chumacera 1 in	6
8	Camisa de Cobre	1
11	Polea de 14 in	1
15	Tolva	1
16	Engranaje Alimentador	1
17	Piñón del Eje del Tambor	1
19	Pechera	1
27	Bisagra Base Motor	2
29	Tolva Auxiliar	1
30	Motor	1
31	Tornillería M10 x 1.5	4
32	Tuerca M10 x 1.5 WAF	16
33	Polea de 3 in	1
34	Correa Tipo A	1
56	Guarda Poleas y Correa	1
58	Guarda Piñones y Cadenas	1

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Proyecto: PROYECTO DE GRADO UIS

Plano No: 1-26

Fecha: 06/11/2024

Hoja: 1 de 1

Formato: Carta

Contenido: PLANTA DE  
TRATAMIENTO PARA CAFÉ

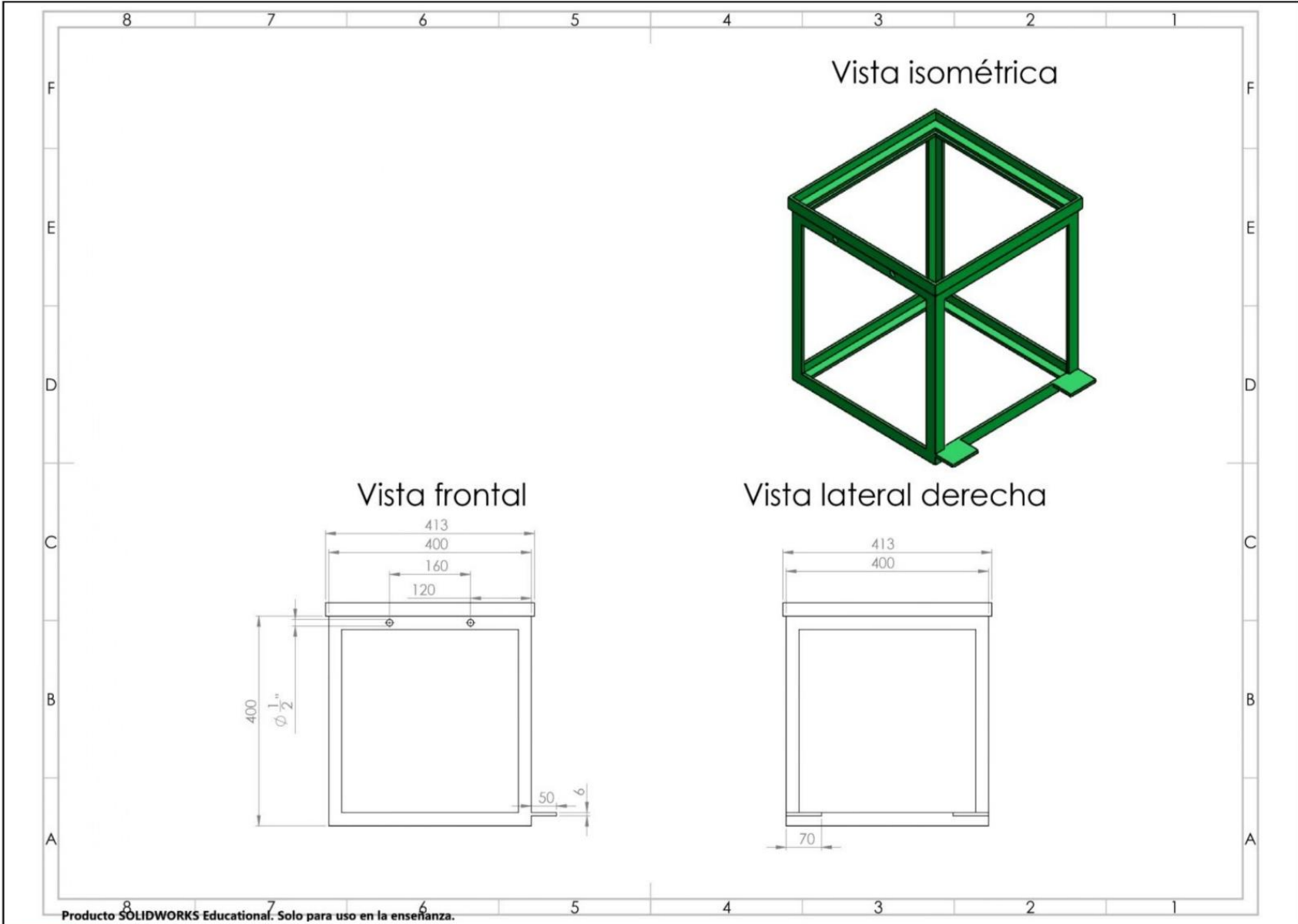
Dibujó: A. BARAJAS

Escala: 1:13


Si no se indica lo contrario las  
cotas están en mm

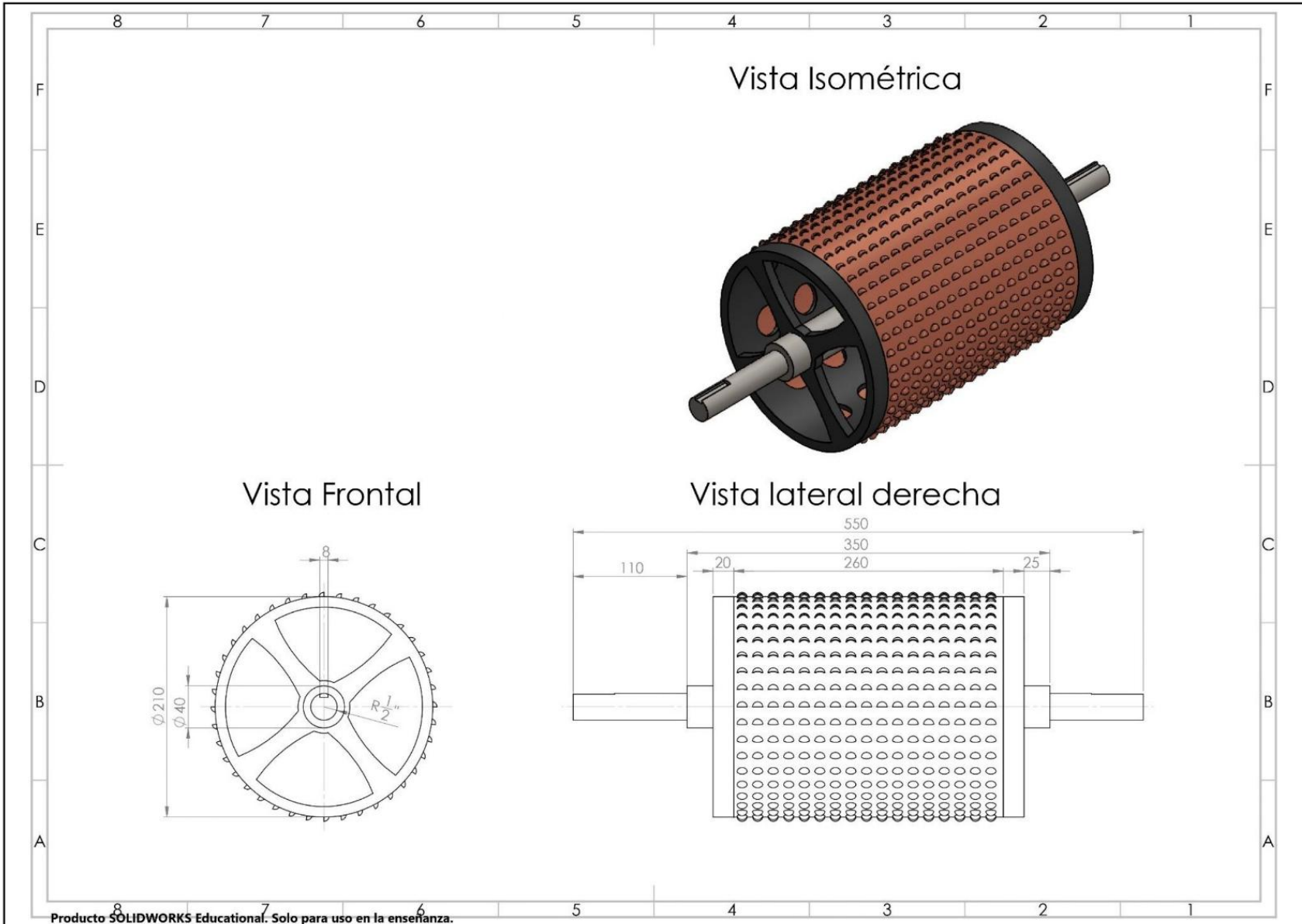
Revisó: J. MATEUS

Folder: 1




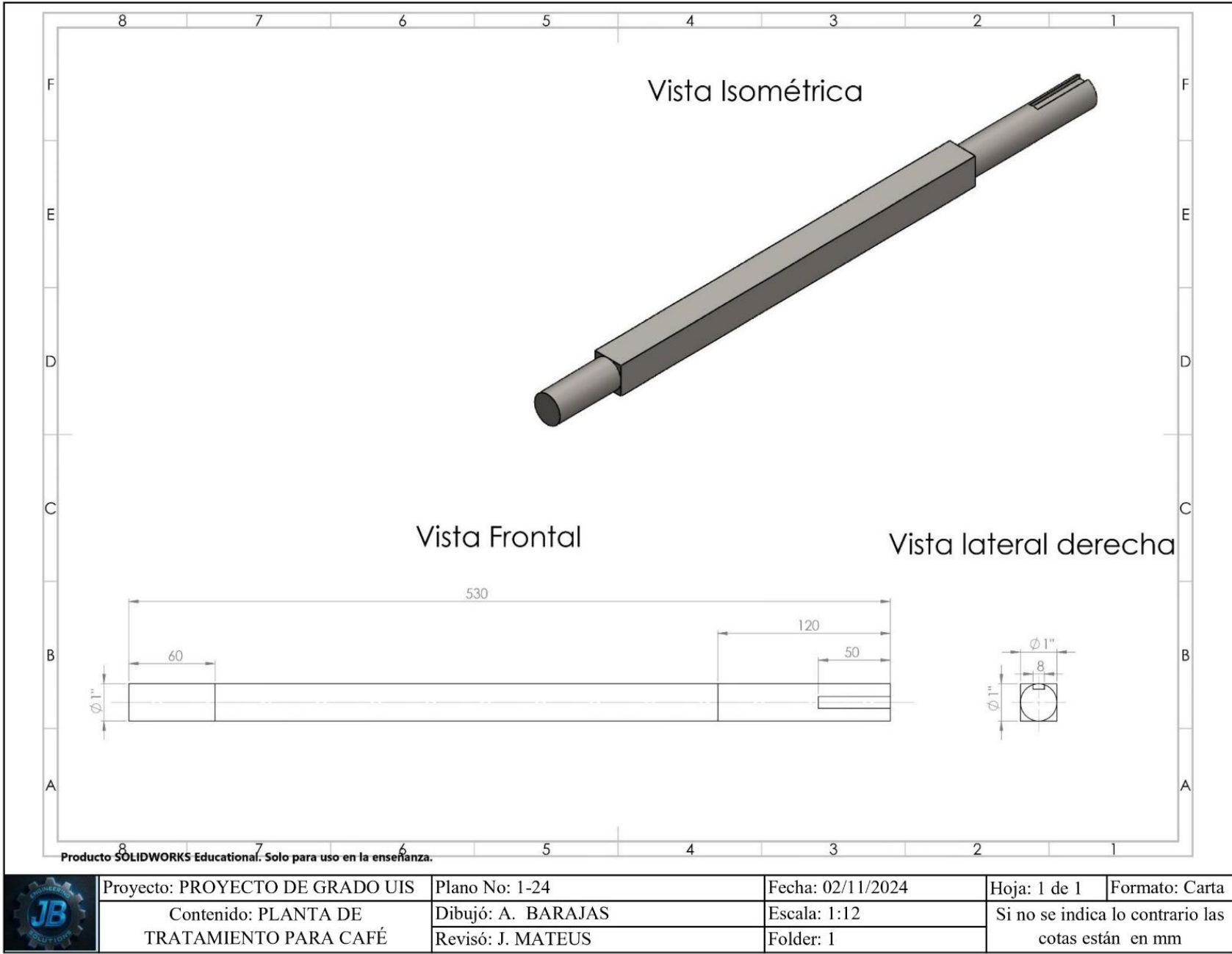
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

	Proyecto: PROYECTO DE GRADO UIS	Plano No: 1-05	Fecha: 01/11/2024	Hoja: 1 de 1	Formato: Carta
	Contenido: PLANTA DE TRATAMIENTO PARA CAFÉ	Dibujó: A. BARAJAS Revisó: J. MATEUS	Escala: 1:6 Folder: 1	Si no se indica lo contrario las cotas están en mm	

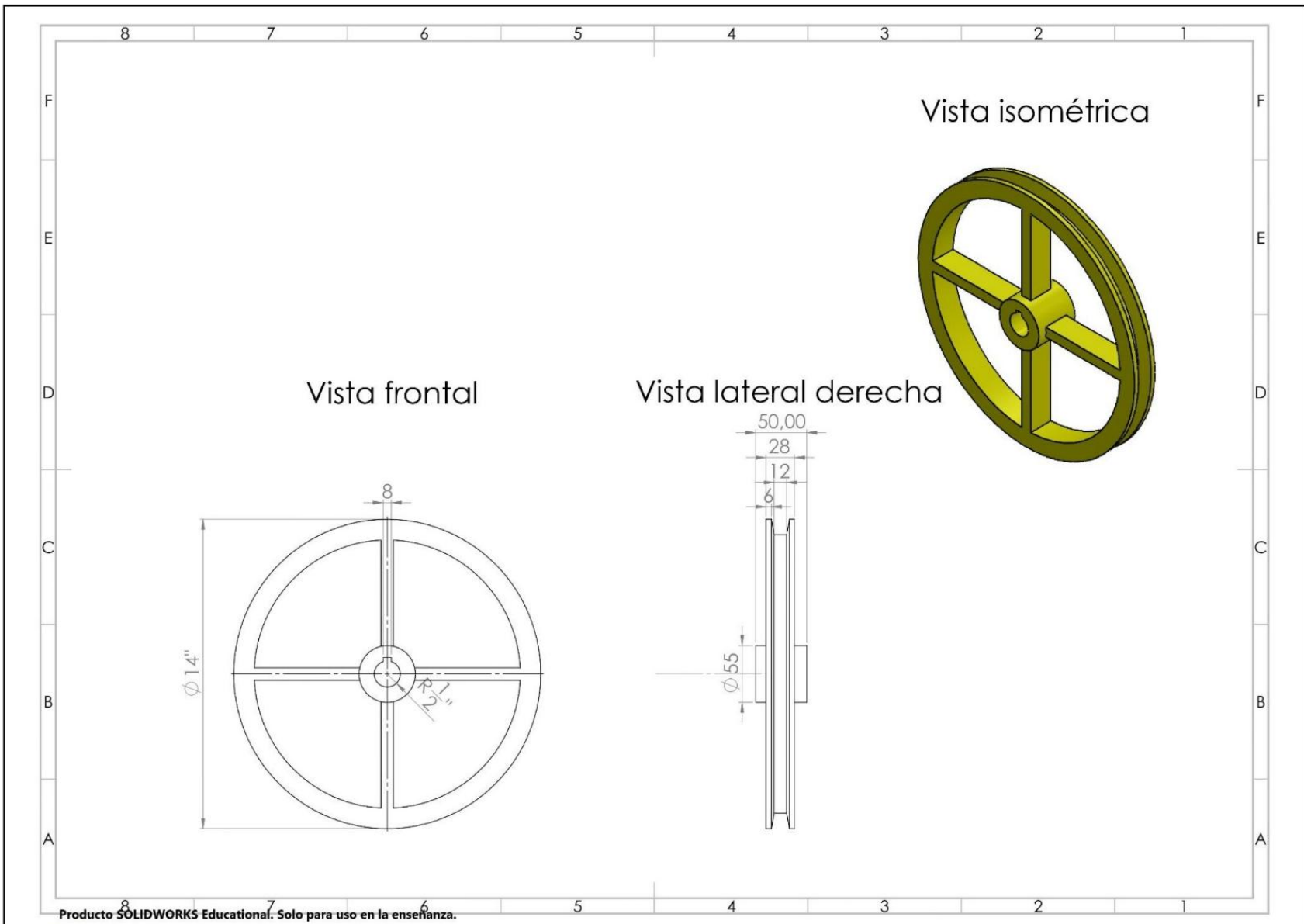



Producto SOLIDWORKS Educativa. Solo para uso en la enseñanza.

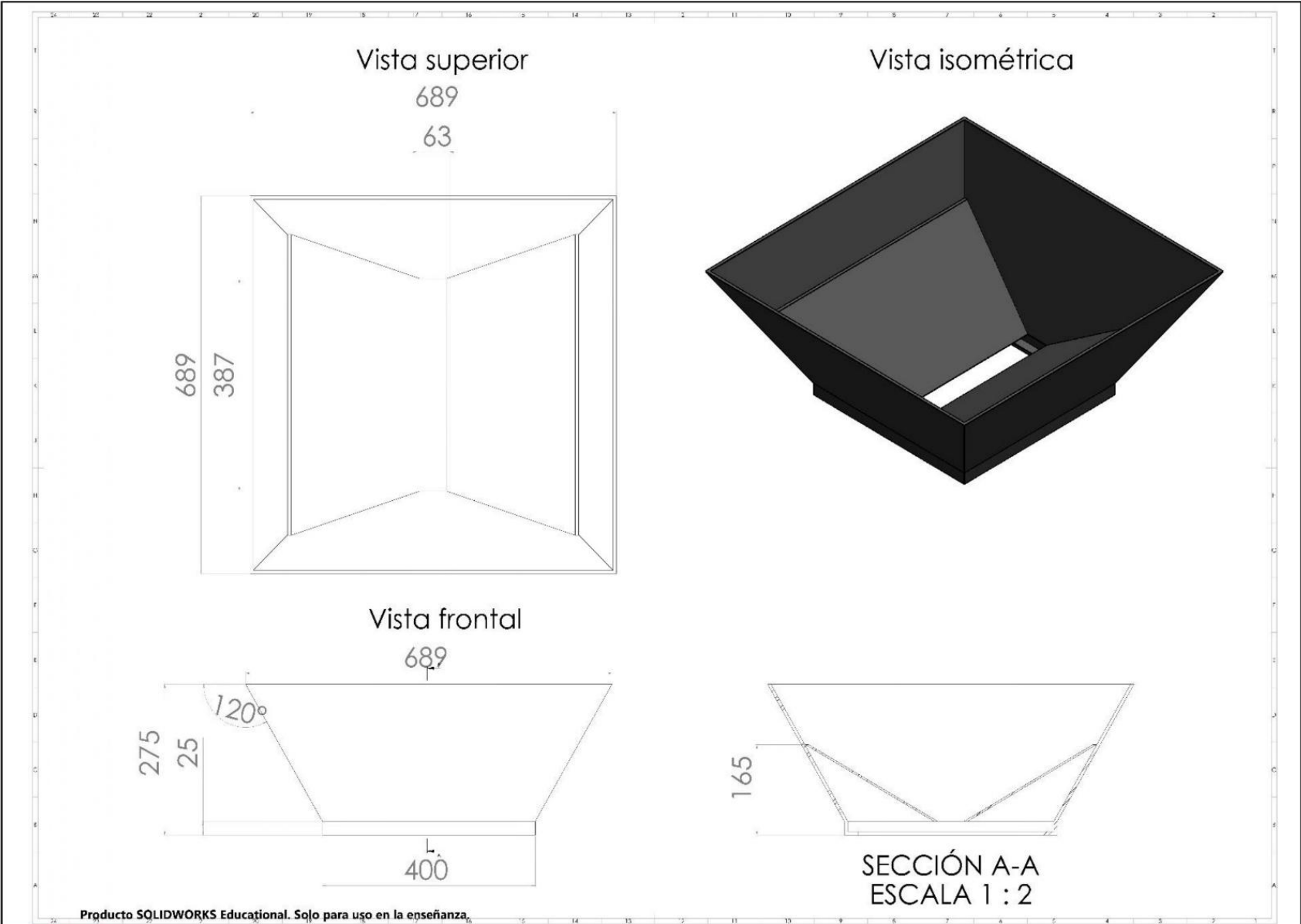
	Proyecto: PROYECTO DE GRADO UIS	Plano No: 1-02	Fecha: 01/11/2024	Hoja: 1 de 1	Formato: Carta
	Contenido: PLANTA DE TRATAMIENTO PARA CAFÉ	Dibujó: A. BARAJAS	Revisó: J. MATEUS	Escala: 1:3	Folder: 1
				Si no se indica lo contrario las cotas están en mm	




Proyecto: PROYECTO DE GRADO UIS	Plano No: 1-24	Fecha: 02/11/2024	Hoja: 1 de 1	Formato: Carta
Contenido: PLANTA DE TRATAMIENTO PARA CAFÉ	Dibujó: A. BARAJAS	Escala: 1:12	Si no se indica lo contrario las cotas están en mm	
	Revisó: J. MATEUS	Folder: 1		

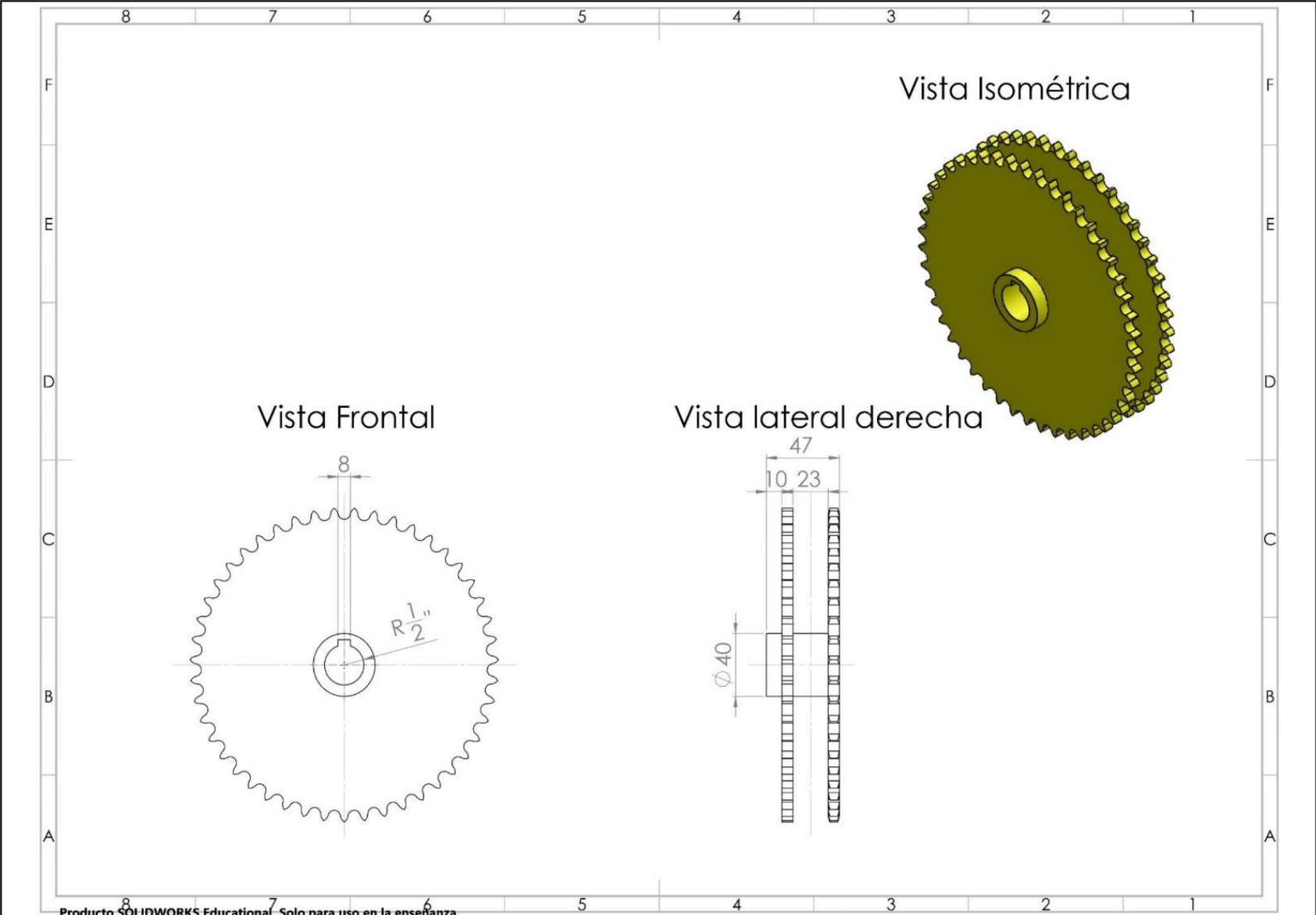


	Proyecto: PROYECTO DE GRADO UIS	Plano No: 1-25	Fecha: 03/11/2024	Folder: 1	Hoja: 1 de 1	Formato: Carta
	Contenido: PLANTA DE TRATAMIENTO PARA CAFÉ	Dibujó: A. BARAJAS		Escala: 1:12		Si no se indica lo contrario las cotas están en mm
		Revisó: J. MATEUS		Polea tipo A		



Producto SOLIDWORKS Educativo. Solo para uso en la enseñanza.

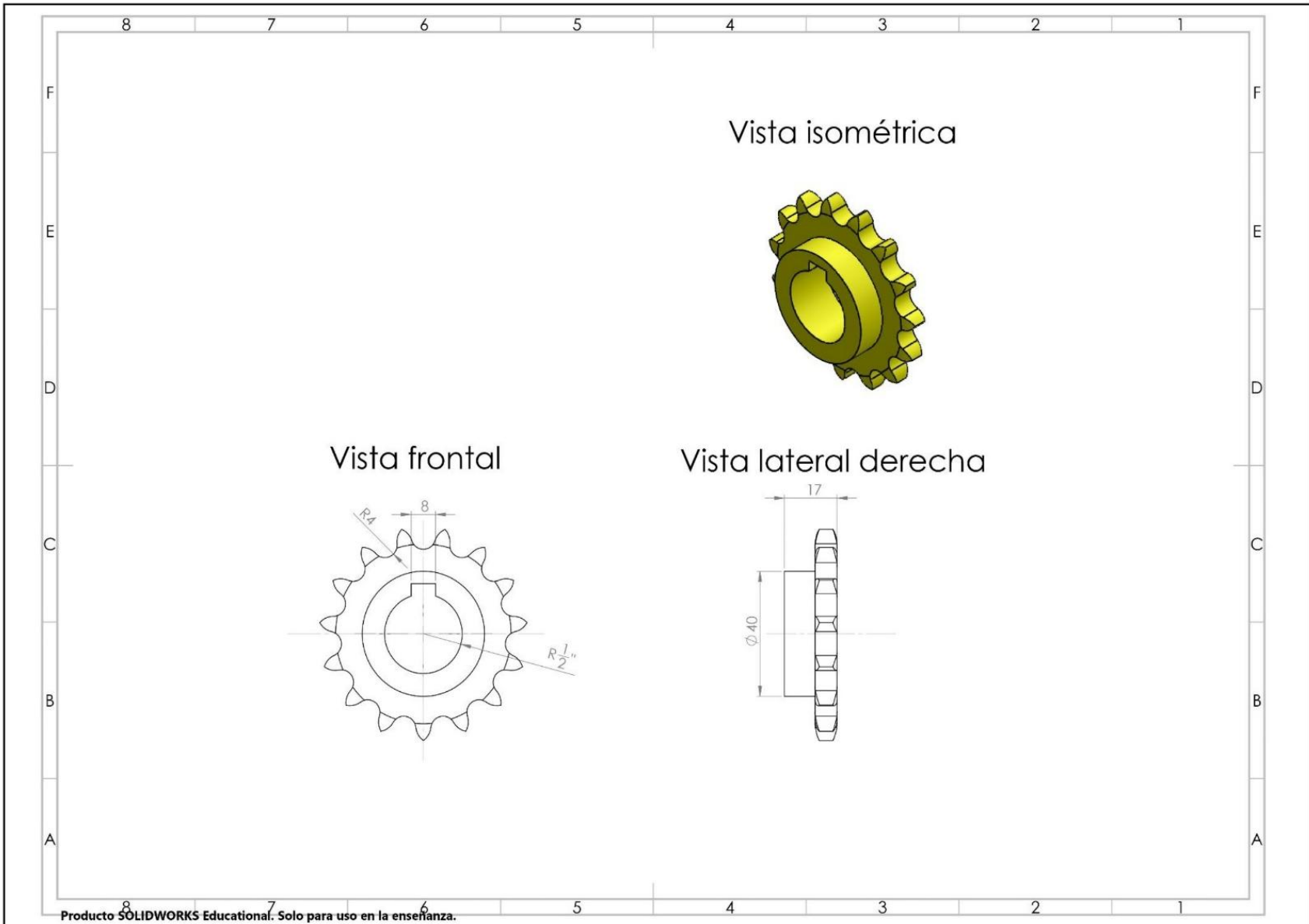
	Proyecto: PROYECTO DE GRADO UIS	Plano No: 1-24	Fecha: 02/11/2024	Hoja: 1 de 1	Formato: Carta
	Contenido: PLANTA DE TRATAMIENTO PARA CAFÉ	Dibujó: A. BARAJAS	Escala: 1:2	Si no se indica lo contrario las cotas están en mm	
		Revisó: J. MATEUS	Folder: 1		




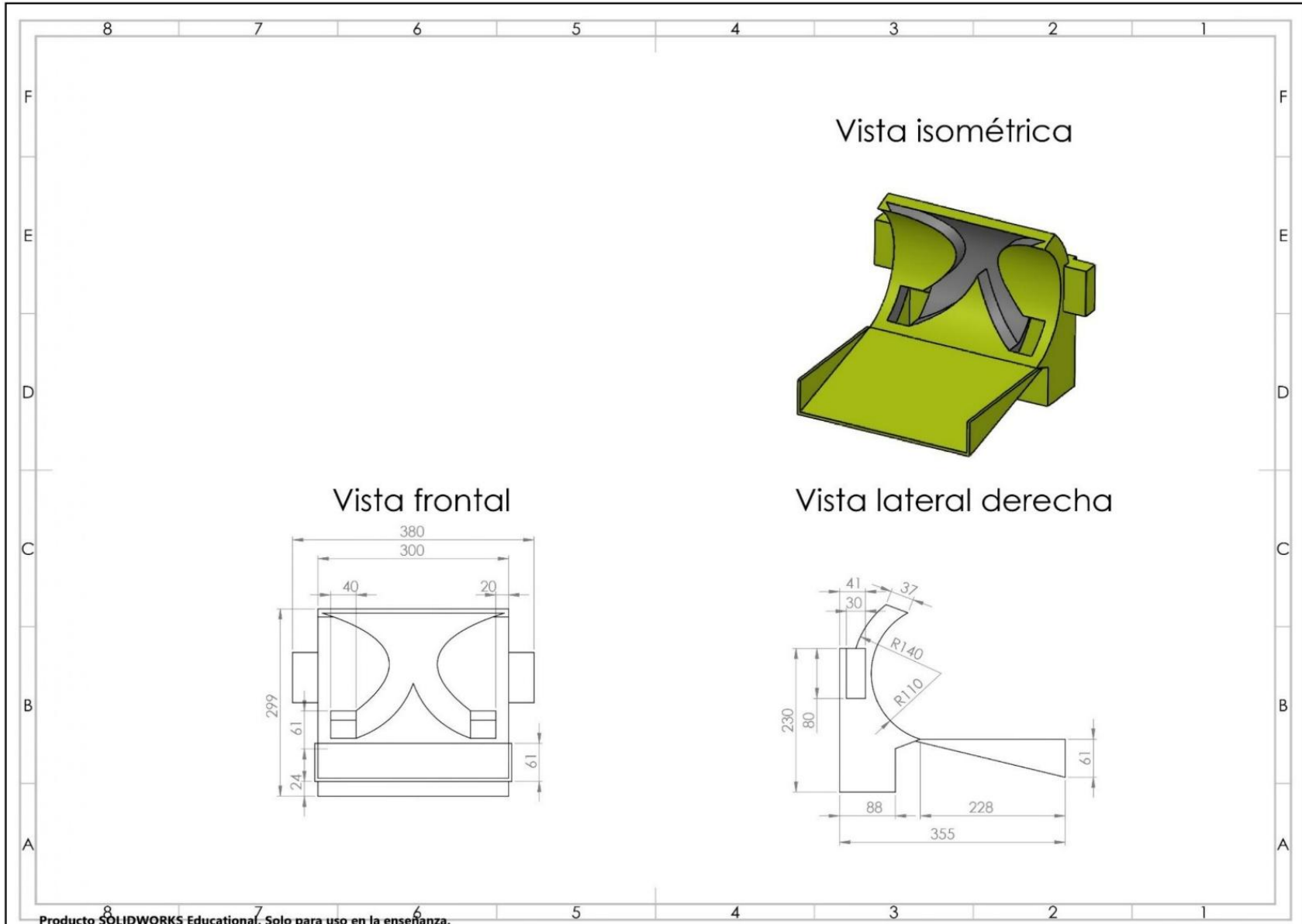
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Proyecto: PROYECTO DE GRADO UIS	Plano No: 1-03	Fecha: 01/11/2024	Folder: 1	Hoja: 1 de 1	Formato: Carta
Contenido: PLANTA DE TRATAMIENTO PARA CAFÉ	Dibujó: A. BARAJAS	Escala: 1:2		Si no se indica lo contrario las cotas están en mm	
	Revisó: J. MATEUS	Paso: 428			



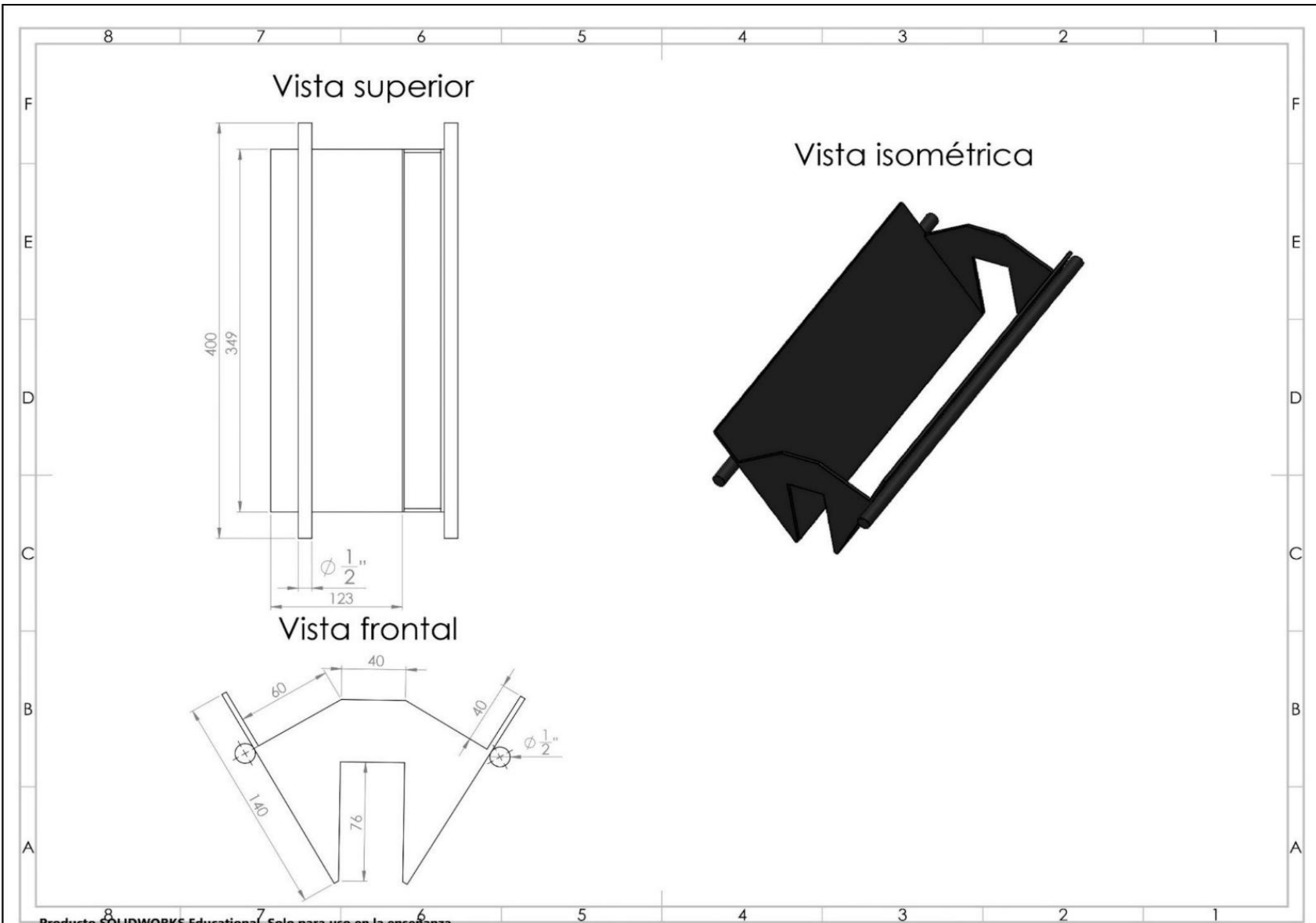
	Proyecto: PROYECTO DE GRADO UIS	Plano No: 1-15	Fecha: 04/11/2024	Folder: 1	Hoja: 1 de 1	Formato: Carta
	Contenido: PLANTA DE TRATAMIENTO PARA CAFÉ	Dibujó: A. BARAJAS		Escala: 1:1		Si no se indica lo contrario las cotas están en mm
		Revisó: J. MATEUS		Paso: 428		



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Proyecto: PROYECTO DE GRADO UIS	Plano No: 1-14	Fecha: 05/11/2024	Hoja: 1 de 1	Formato: Carta
Contenido: PLANTA DE TRATAMIENTO PARA CAFÉ	Dibujó: A. BARAJAS	Escala: 1:5	Si no se indica lo contrario las cotas están en mm	
	Revisó: J. MATEUS	Folder: 1		

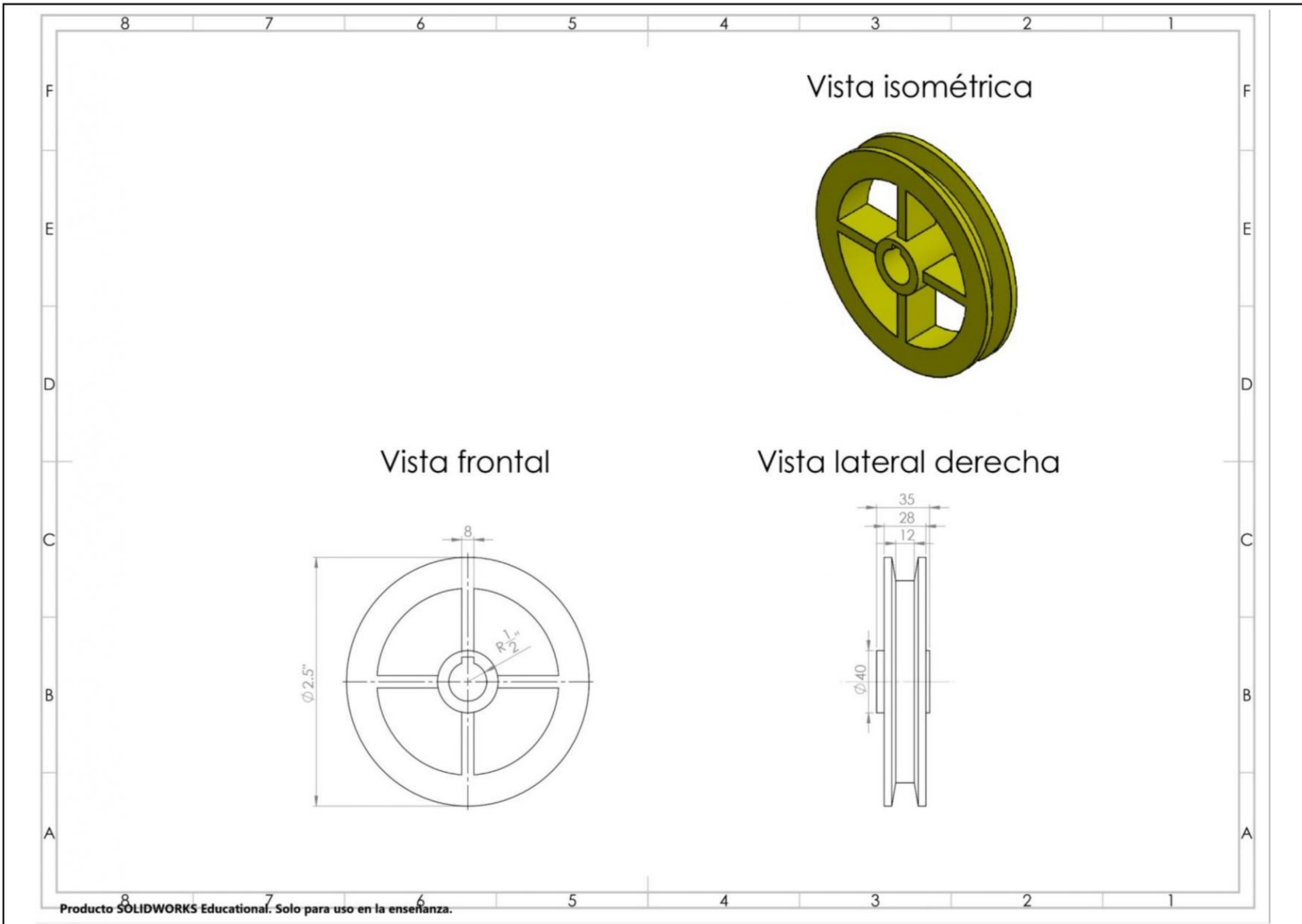


Proyecto: PROYECTO DE GRADO UIS  
 Contenido: PLANTA DE TRATAMIENTO PARA CAFÉ

Plano No: 1-13  
 Dibujó: A. BARAJAS  
 Revisó: J. MATEUS

Fecha: 05/11/2024  
 Escala: 1:3  
 Folder: 1

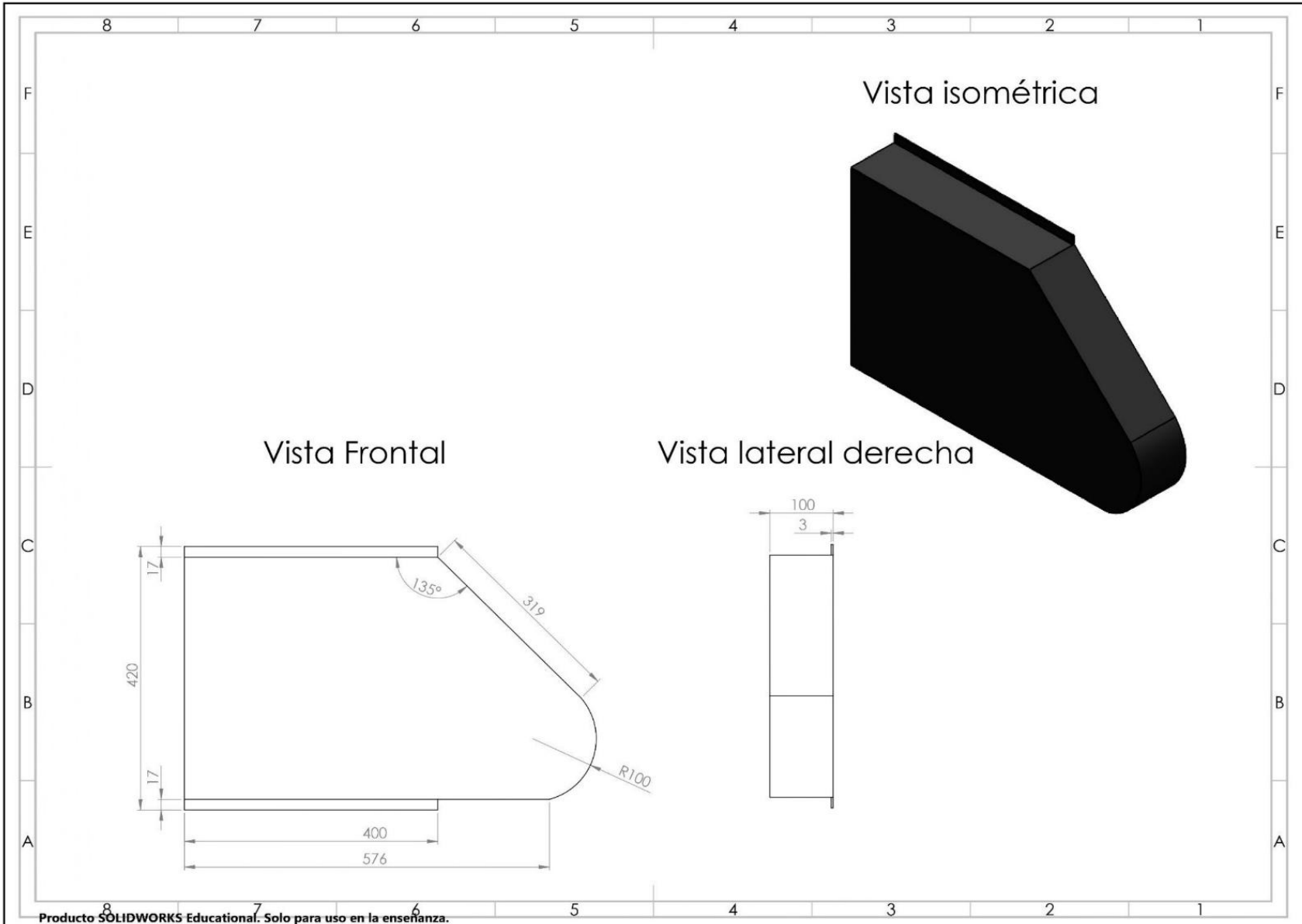
Hoja: 1 de 1 | Formato: Carta  
 Si no se indica lo contrario las cotas están en mm




Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

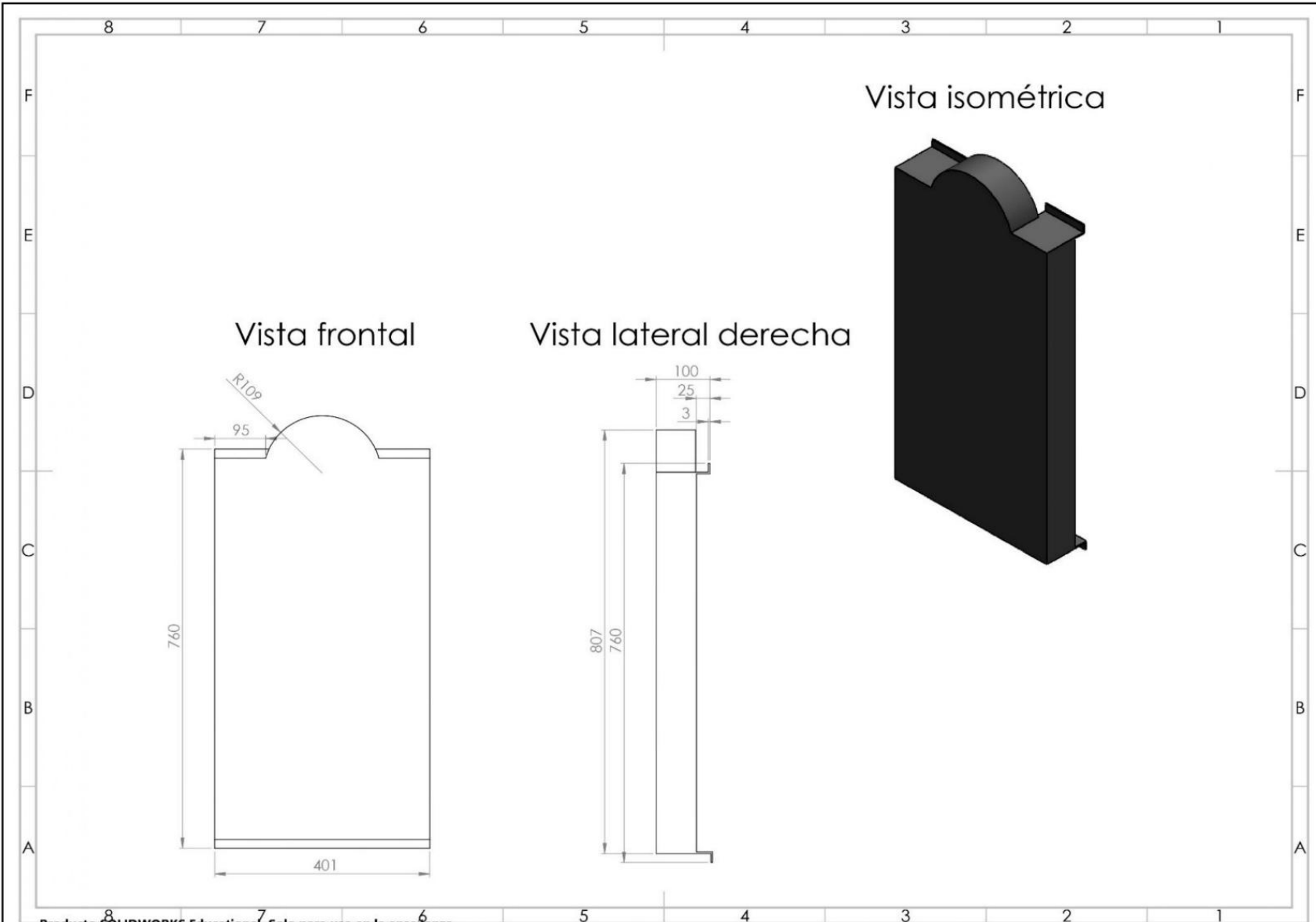


Proyecto: PROYECTO DE GRADO UIS	Plano No: 1-17	Fecha: 04/11/2024	Folder: 1	Hoja: 1 de 1	Formato: Carta
Contenido: PLANTA DE TRATAMIENTO PARA CAFÉ	Dibujó: A. BARAJAS	Escala: 1:2		Si no se indica lo contrario las cotas están en mm	
	Revisó: J. MATEUS	Polea tipo A			



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

	Proyecto: PROYECTO DE GRADO UIS	Plano No: 1-09	Fecha: 01/11/2024	Hoja: 1 de 1	Formato: Carta
	Contenido: PLANTA DE TRATAMIENTO PARA CAFÉ	Dibujó: A. BARAJAS	Revisó: J. MATEUS	Escala: 1:5	Si no se indica lo contrario las cotas están en mm
			Folder: 1		



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Proyecto: PROYECTO DE GRADO UIS

Contenido: PLANTA DE TRATAMIENTO PARA CAFÉ

Plano No: 1-08

Dibujó: A. BARAJAS

Revisó: J. MATEUS

Fecha: 01/11/2024

Escala: 1:6

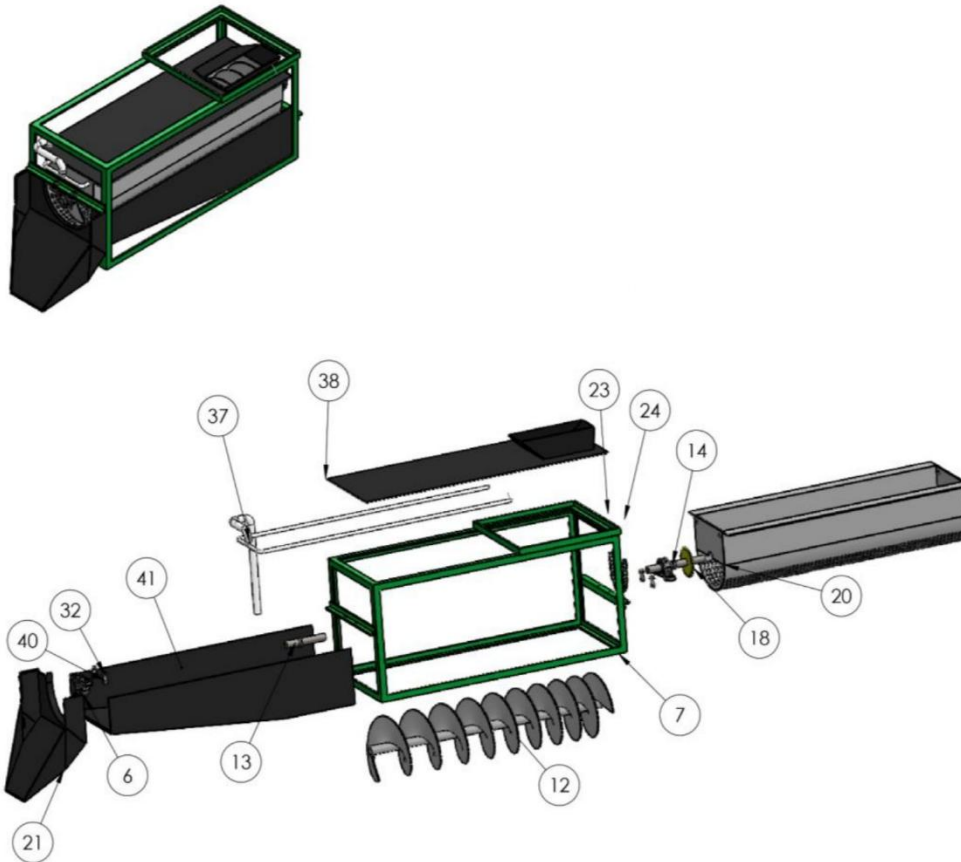
Folder: 1

Hoja: 1 de 1

Formato: Carta

Si no se indica lo contrario las cotas están en mm

# Explosionado del Módulo 2



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
6	Chumacera 1 in	6
7	Estructura Módulo 2	1
12	Tornillo Sin Fin	1
13	Punta Sin Fin	1
14	Punta Sin Fin Motriz	1
18	Piñón Sin Fin	1
20	Canaleta Sin Fin	1
21	Guía Salida Sin Fin	1
23	Eslabón Ex. Cadena	84
24	Eslabón In. Cadena	84
32	Tornillería M10 x 1.5 WAF	16
37	Tubería Galvanizada	1
38	Tapa Sin Fin	1
40	Tornillería M10 x 1.5	12
41	Canaleta Para Agua	1

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Proyecto: PROYECTO DE GRADO UIS

Contenido: PLANTA DE TRATAMIENTO PARA CAFÉ

Plano No: 1-27

Dibujó: A. BARAJAS

Revisó: J. MATEUS

Fecha: 06/11/2024

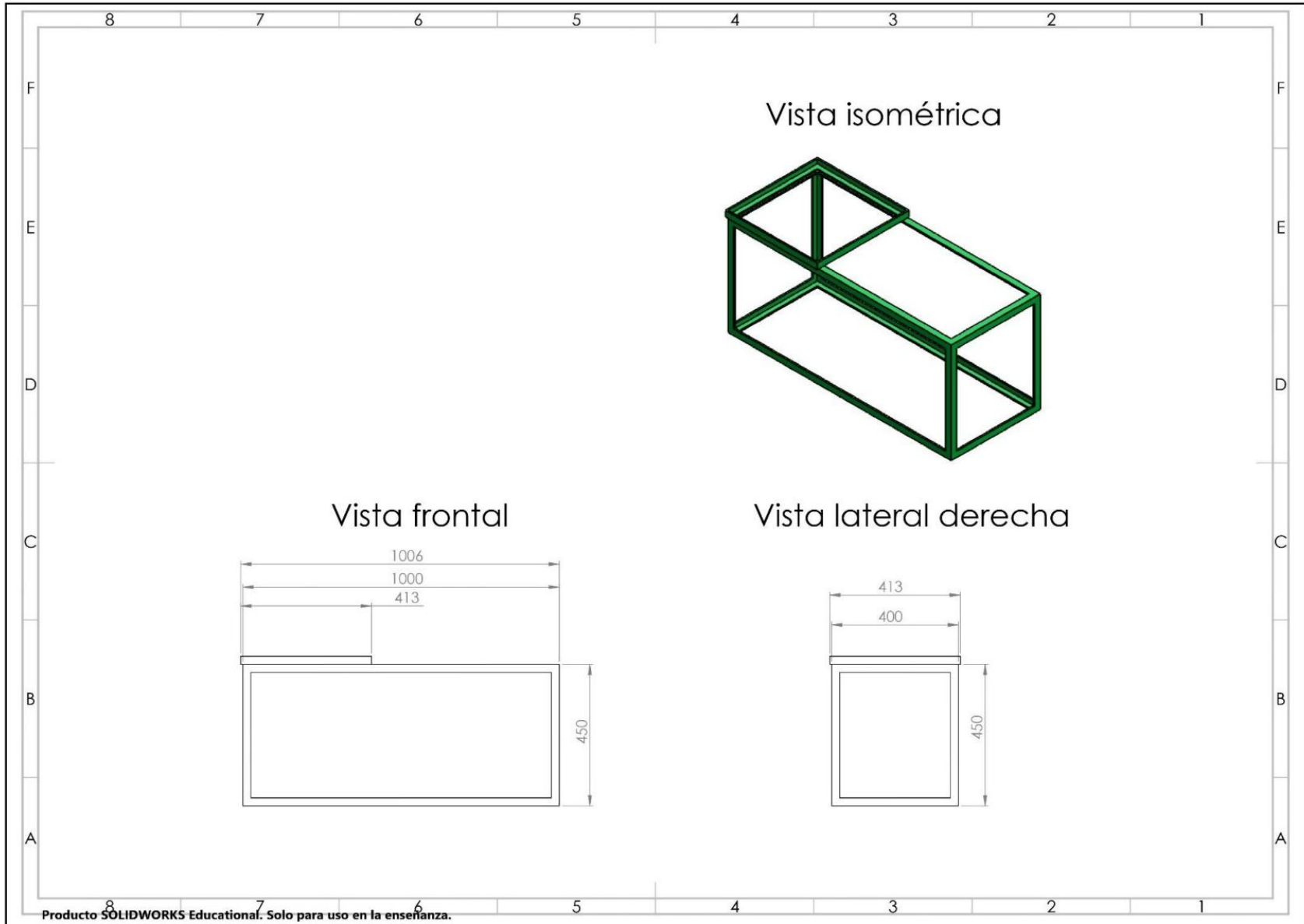
Escala: 1:15

Folder: 1

Hoja: 1 de 1

Formato: Carta

Si no se indica lo contrario las cotas están en mm



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

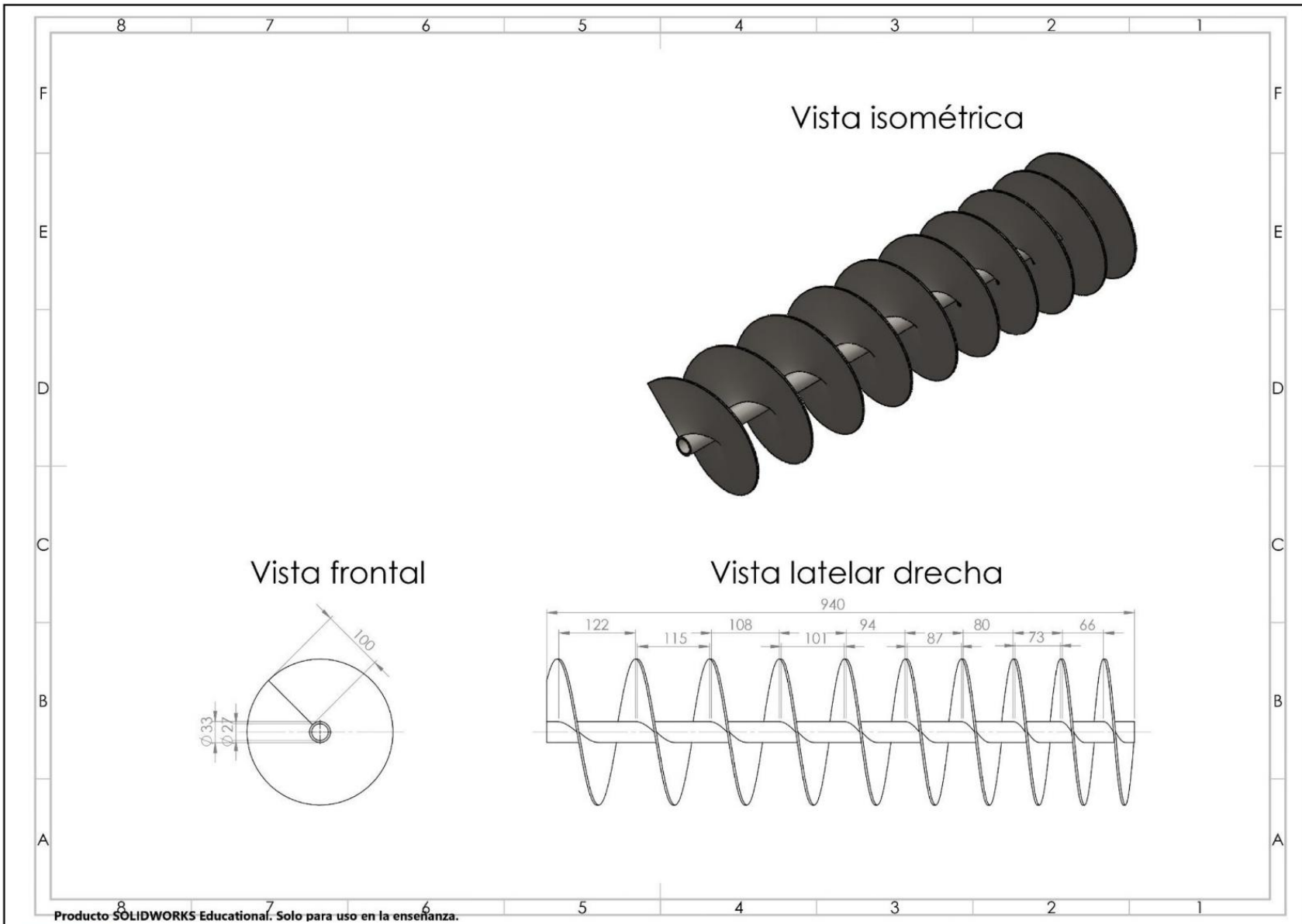



Proyecto: PROYECTO DE GRADO UIS  
Contenido: PLANTA DE TRATAMIENTO PARA CAFÉ

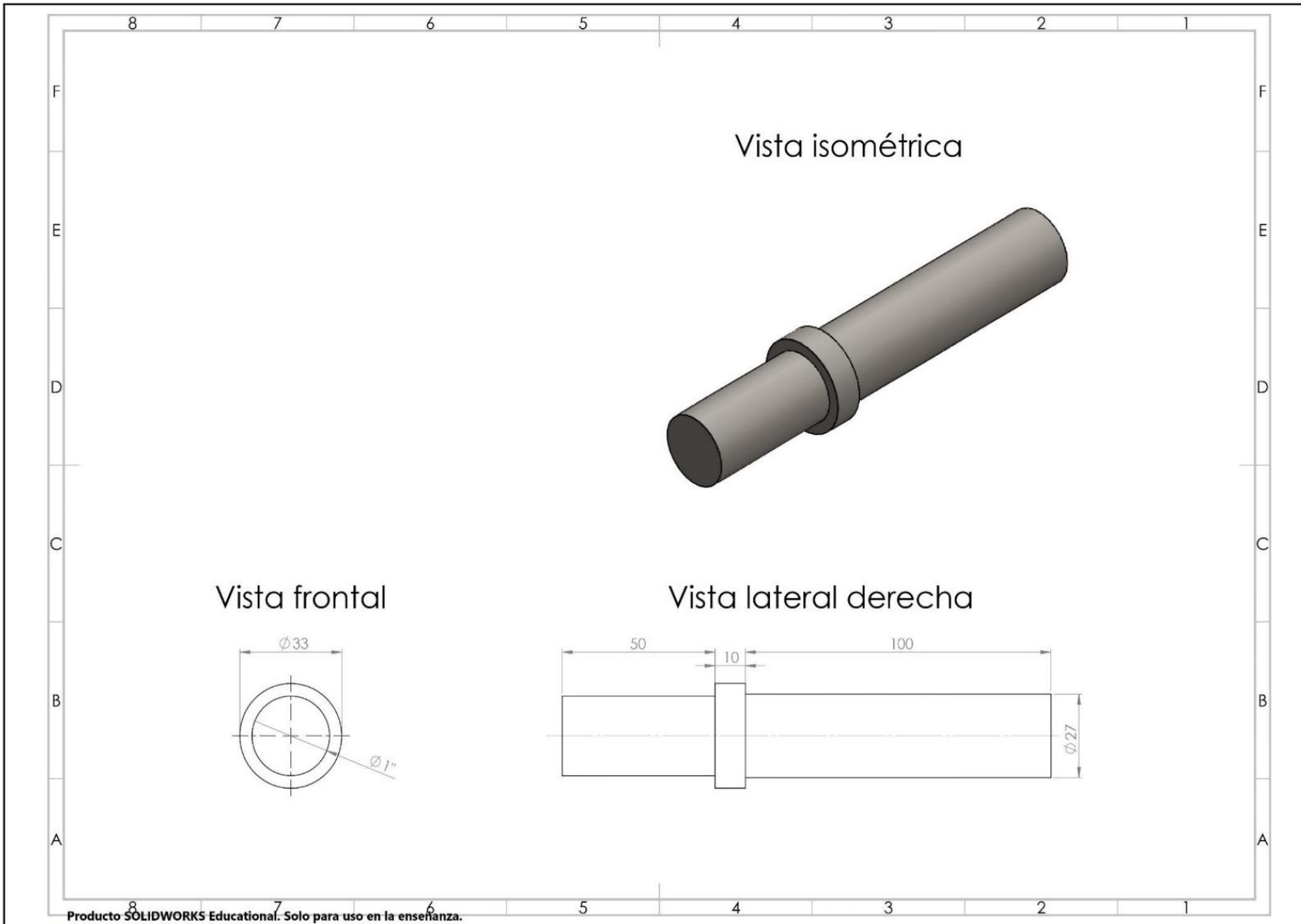
Plano No: 1-06  
Dibujó: A. BARAJAS  
Revisó: J. MATEUS

Fecha: 01/11/2024  
Escala: 1:10  
Folder: 1

Hoja: 1 de 1 | Formato: Carta  
Si no se indica lo contrario las cotas están en mm



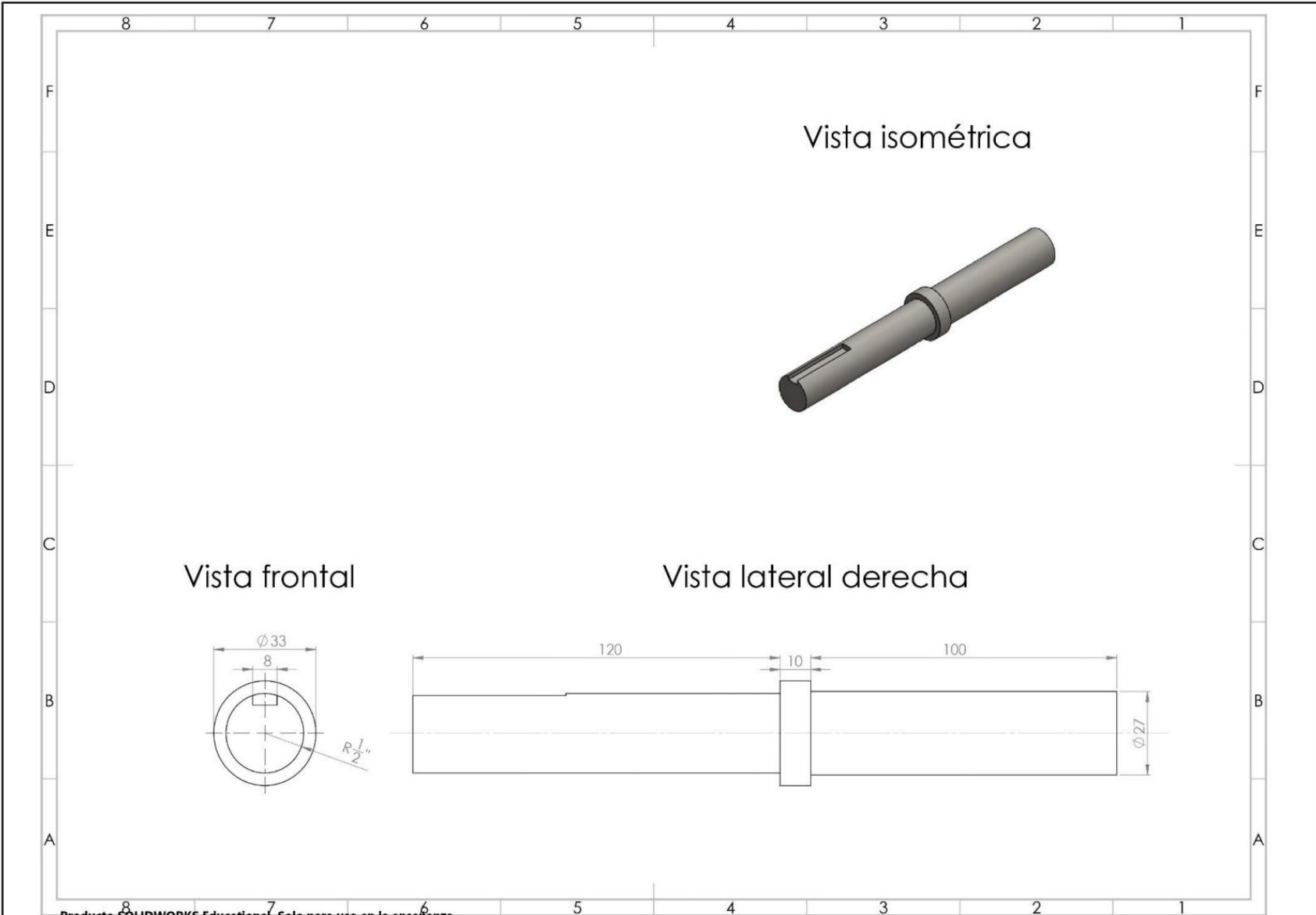
	Proyecto: PROYECTO DE GRADO UIS	Plano No: 1-20	Fecha: 03/11/2024	Hoja: 1 de 1	Formato: Carta
	Contenido: PLANTA DE TRATAMIENTO PARA CAFÉ	Dibujó: A. BARAJAS	Escala: 1:5	Si no se indica lo contrario las cotas están en mm	
		Revisó: J. MATEUS	Folder: 1		



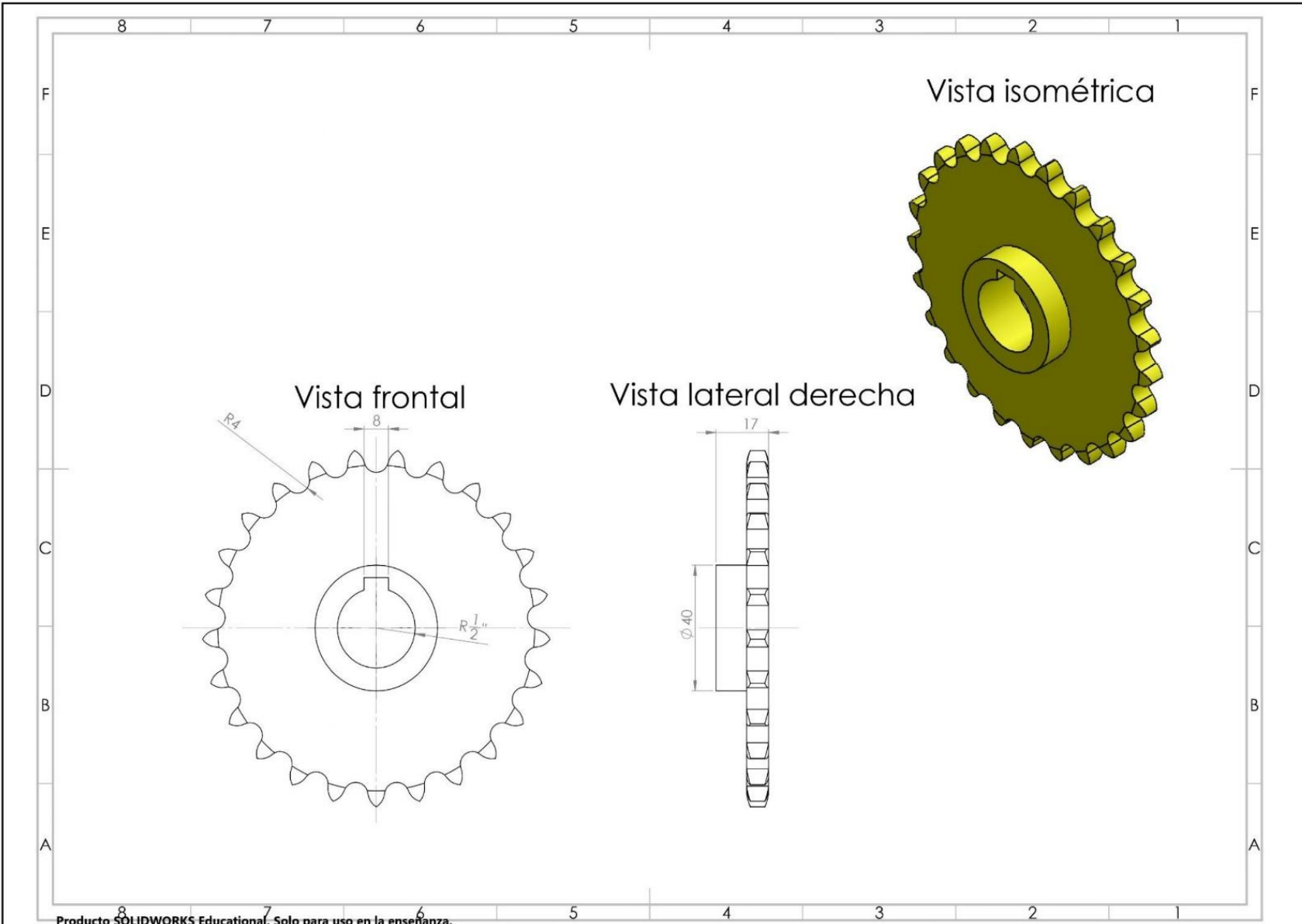
Producto SOLIDWORKS Educativo. Solo para uso en la enseñanza.




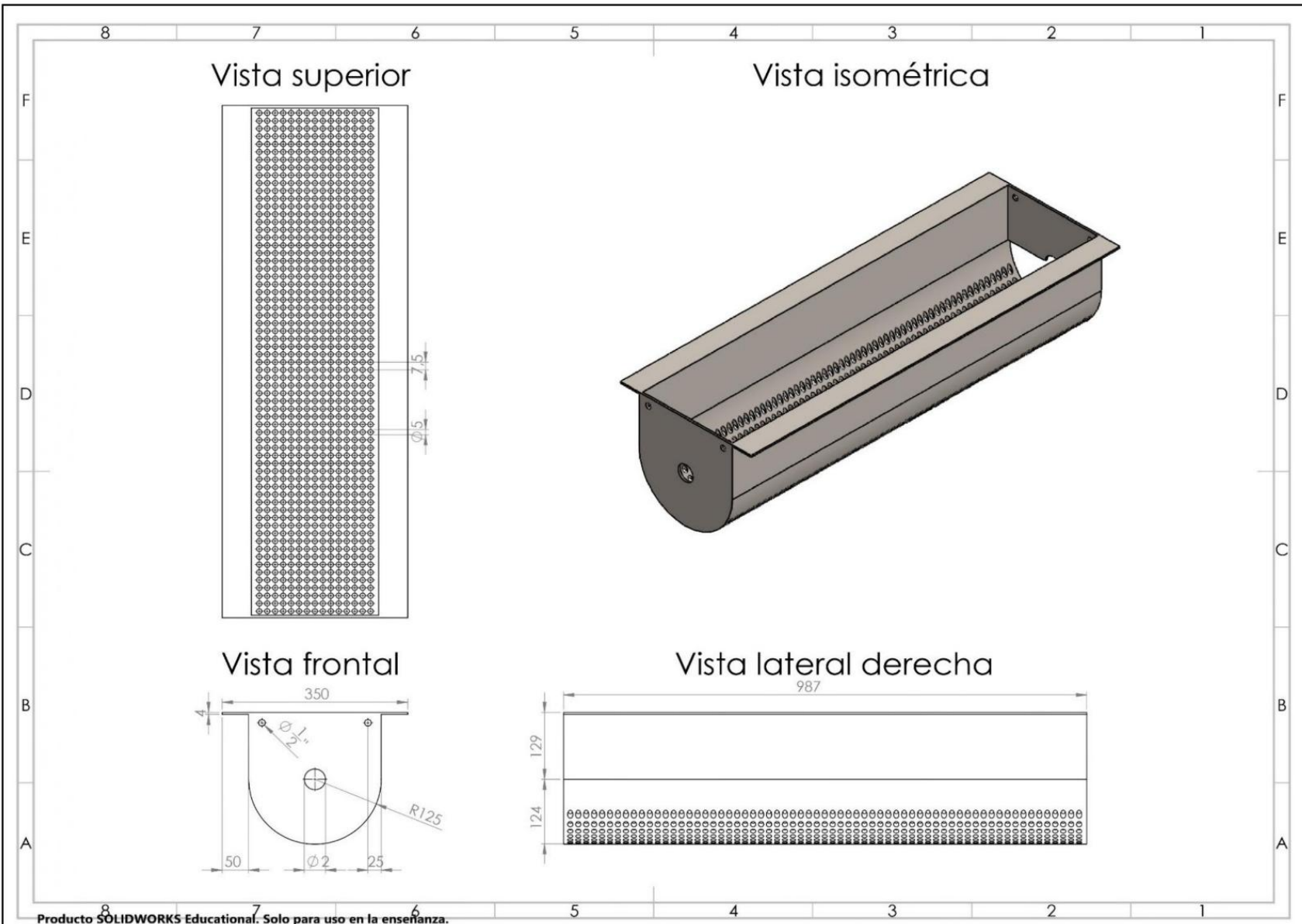
Proyecto: PROYECTO DE GRADO UIS	Plano No: 1-19	Fecha: 03/11/2024	Hoja: 1 de 1	Formato: Carta
Contenido: PLANTA DE TRATAMIENTO PARA CAFÉ	Dibujó: A. BARAJAS	Escala: 1:1	Si no se indica lo contrario las cotas están en mm	
	Revisó: J. MATEUS	Folder: 1		




Proyecto: PROYECTO DE GRADO UIS	Plano No: 1-18	Fecha: 03/11/2024	Hoja: 1 de 1	Formato: Carta
Contenido: PLANTA DE TRATAMIENTO PARA CAFÉ	Dibujó: A. BARAJAS	Escala: 1:1	Si no se indica lo contrario las cotas están en mm	
	Revisó: J. MATEUS	Folder: 1		

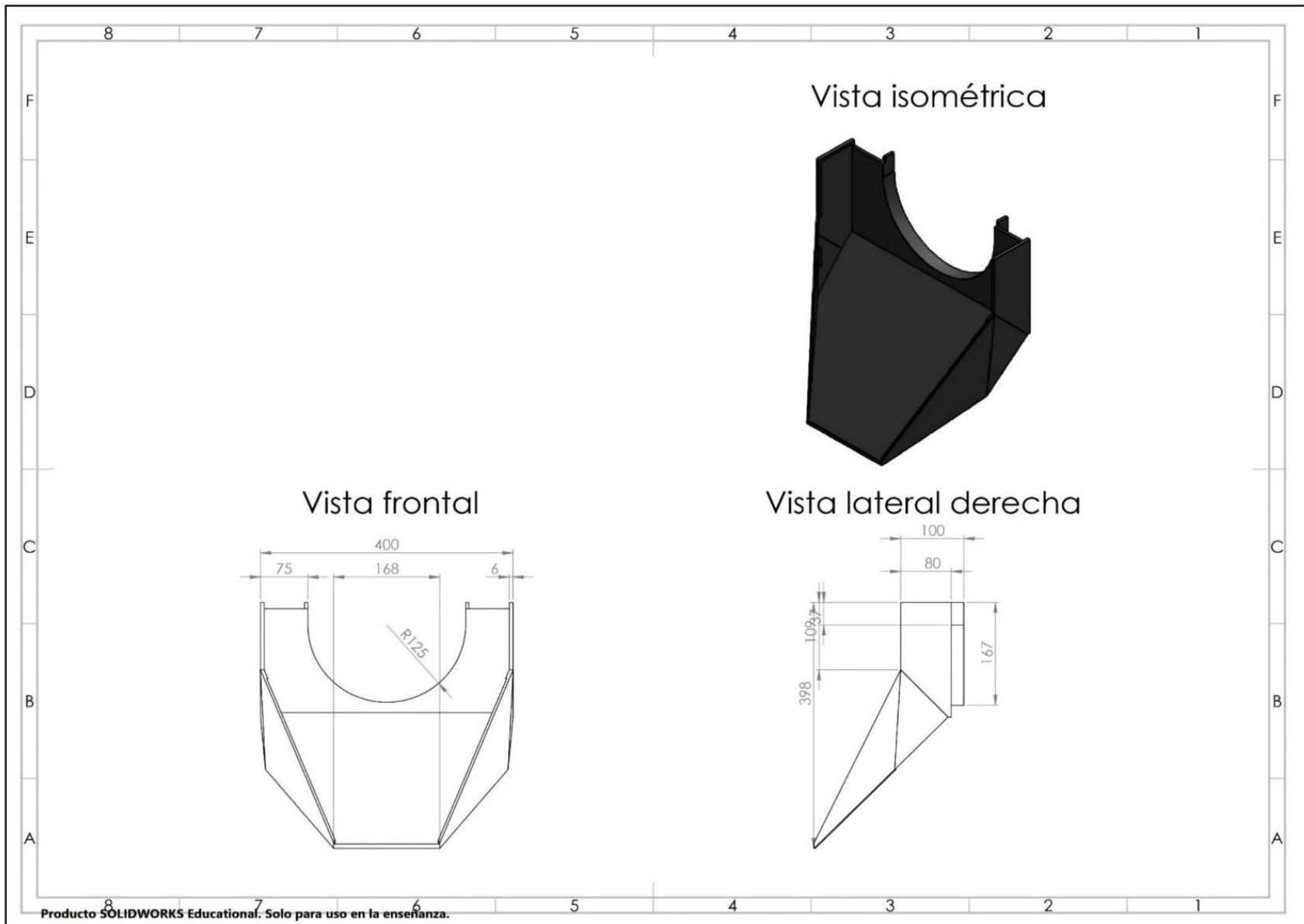



	Proyecto: PROYECTO DE GRADO UIS	Plano No: 1-16	Fecha: 04/11/2024	Folder: 1	Hoja: 1 de 1	Formato: Carta
	Contenido: PLANTA DE TRATAMIENTO PARA CAFÉ	Dibujó: A. BARAJAS		Escala: 1:1		Si no se indica lo contrario las cotas están en mm
		Revisó: J. MATEUS		Paso: 428		

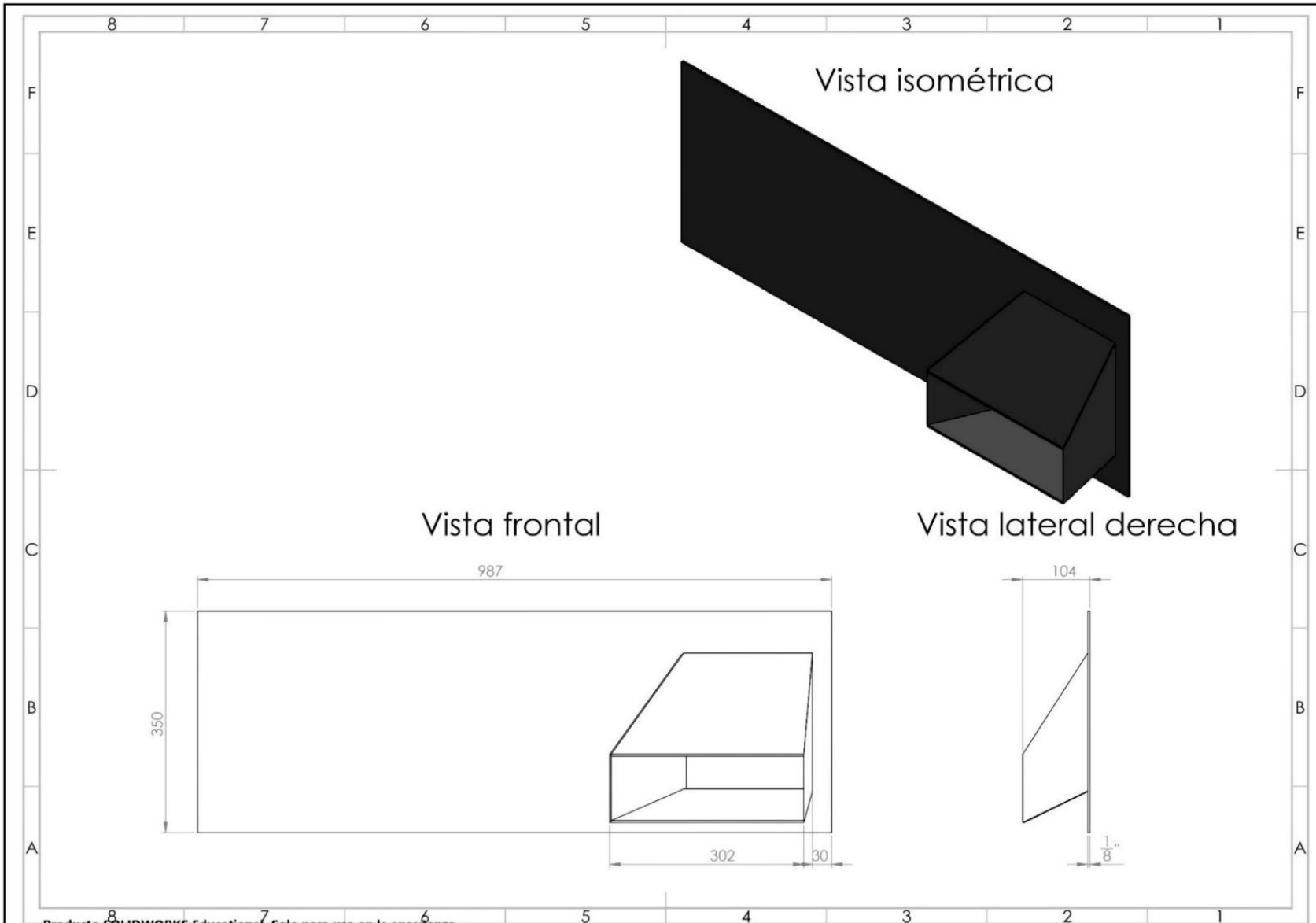


Producto SOLIDWORKS Educativo. Solo para uso en la enseñanza.

	Proyecto: PROYECTO DE GRADO UIS	Plano No: 1-10	Fecha: 05/11/2024	Hoja: 1 de 1	Formato: Carta
	Contenido: PLANTA DE TRATAMIENTO PARA CAFÉ	Dibujó: A. BARAJAS	Escala: 1:6	Si no se indica lo contrario las cotas están en mm	
	Revisó: J. MATEUS	Folder: 1			



	Proyecto: PROYECTO DE GRADO UIS	Plano No: 1-12	Fecha: 05/11/2024	Hoja: 1 de 1	Formato: Carta
	Contenido: PLANTA DE TRATAMIENTO PARA CAFÉ	Dibujó: A. BARAJAS	Escala: 1:5	Si no se indica lo contrario las cotas están en mm	
		Revisó: J. MATEUS	Folder: 1		



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

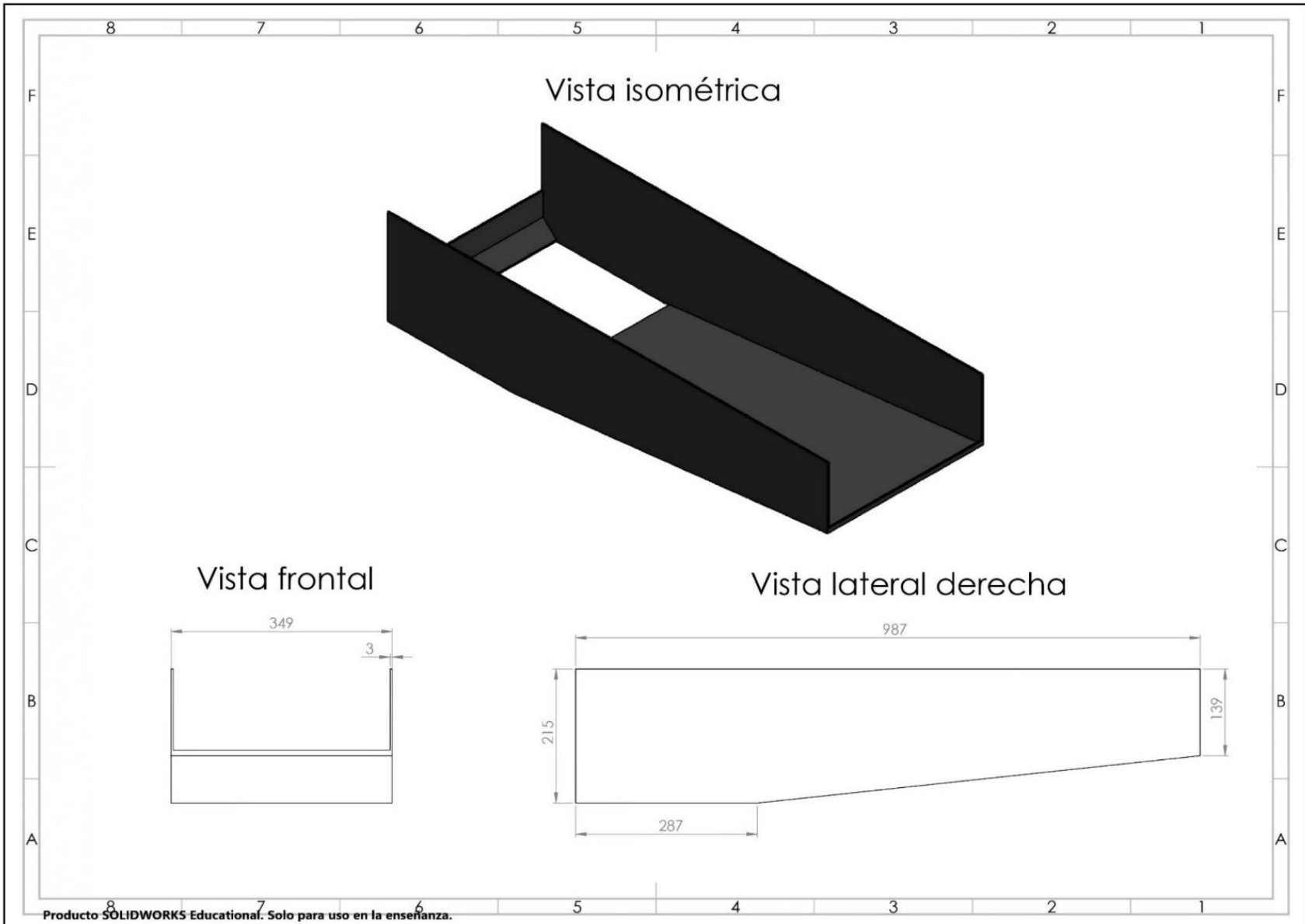



Proyecto: PROYECTO DE GRADO UIS  
 Contenido: PLANTA DE TRATAMIENTO PARA CAFÉ

Plano No: 1-22  
 Dibujó: A. BARAJAS  
 Revisó: J. MATEUS

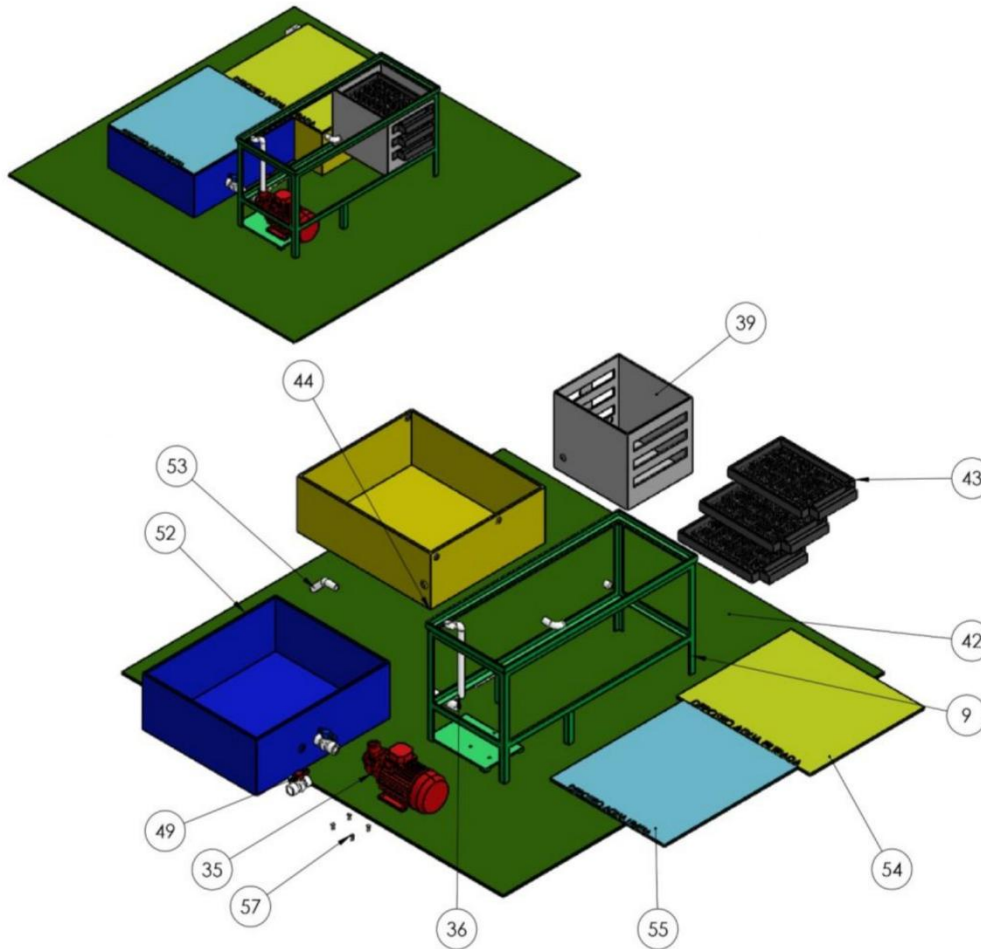
Fecha: 02/11/2024  
 Escala: 1:5  
 Folder: 1

Hoja: 1 de 1 | Formato: Carta  
 Si no se indica lo contrario las cotas están en mm



	Proyecto: PROYECTO DE GRADO UIS	Plano No: 1-11	Fecha: 05/11/2024	Hoja: 1 de 1	Formato: Carta
	Contenido: PLANTA DE TRATAMIENTO PARA CAFÉ	Dibujó: A. BARAJAS	Escala: 1:5	Si no se indica lo contrario las cotas están en mm	
		Revisó: J. MATEUS	Folder: 1		

# Explosionado del Módulo 3



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
9	Estructura Módulo 3	1
35	Bomba de Agua	1
36	Manguera Flexible	1
39	Tanque de Filtrado	1
42	Piso	1
43	Filtros	3
44	Tanque de Agua Filtrada	1
49	Llave de Paso	1
52	Tanque de Agua Limpia	1
53	Tubería de Succión	1
54	Tapa Tanque 1	1
55	Tapa Tanque 2	1
57	Tomillería M6 x 1	4

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Proyecto: PROYECTO DE GRADO UIS

Plano No: 1-28

Fecha: 06/11/2024

Hoja: 1 de 1

Formato: Carta

Contenido: PLANTA DE TRATAMIENTO PARA CAFÉ

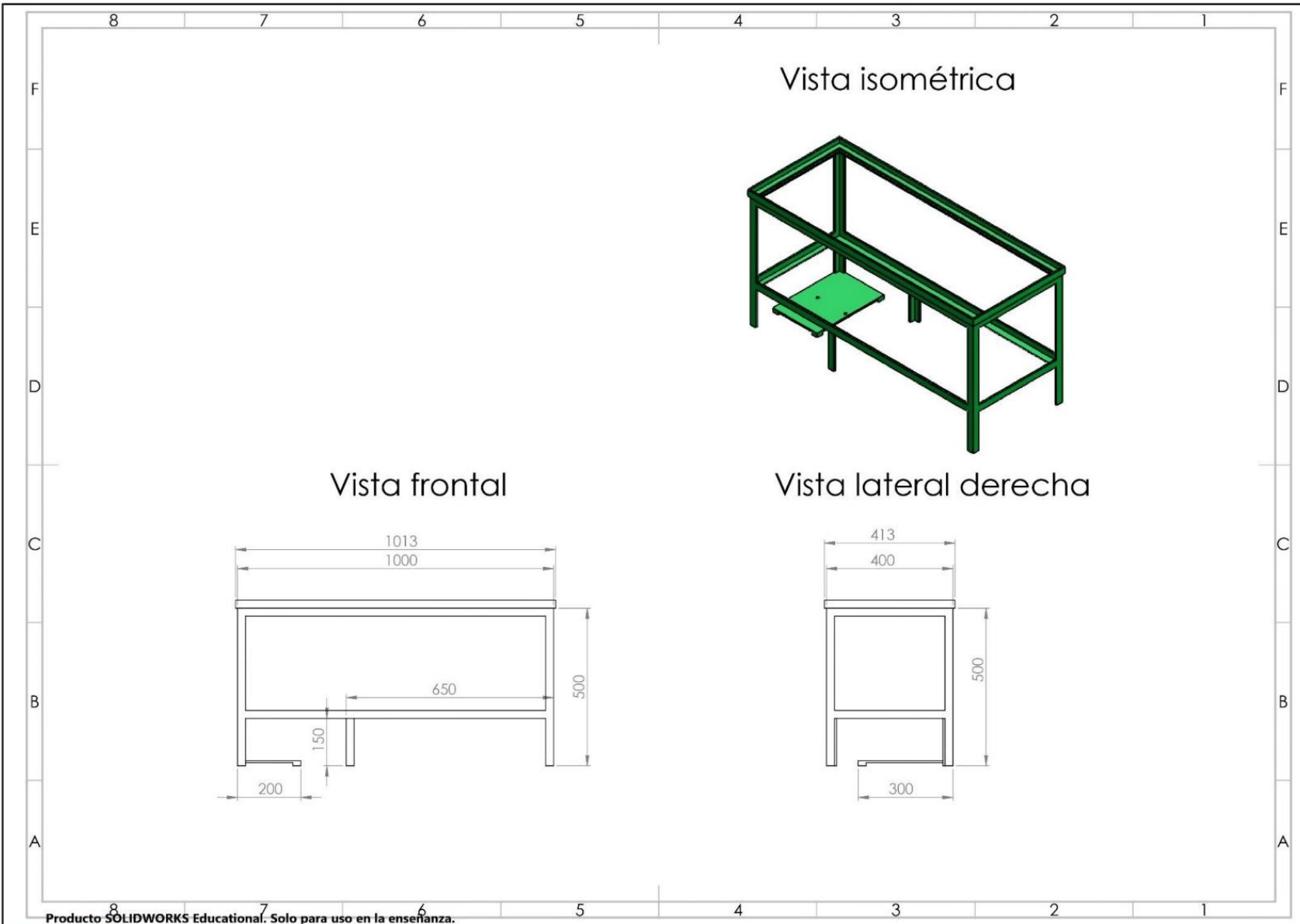
Dibujó: A. BARAJAS

Escala: 1:15

Si no se indica lo contrario las cotas están en mm

Revisó: J. MATEUS

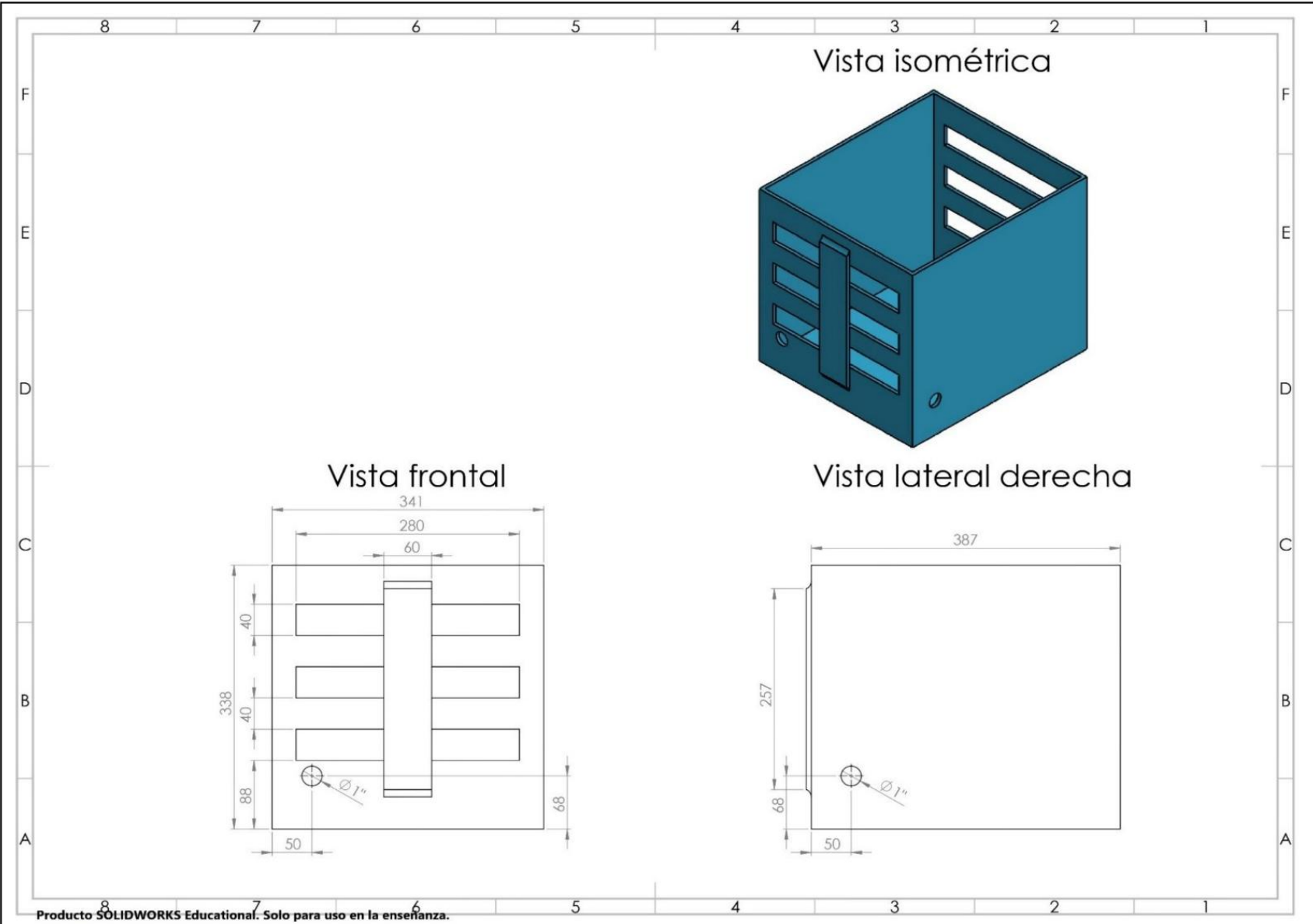
Folder: 1



Producto SÓLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



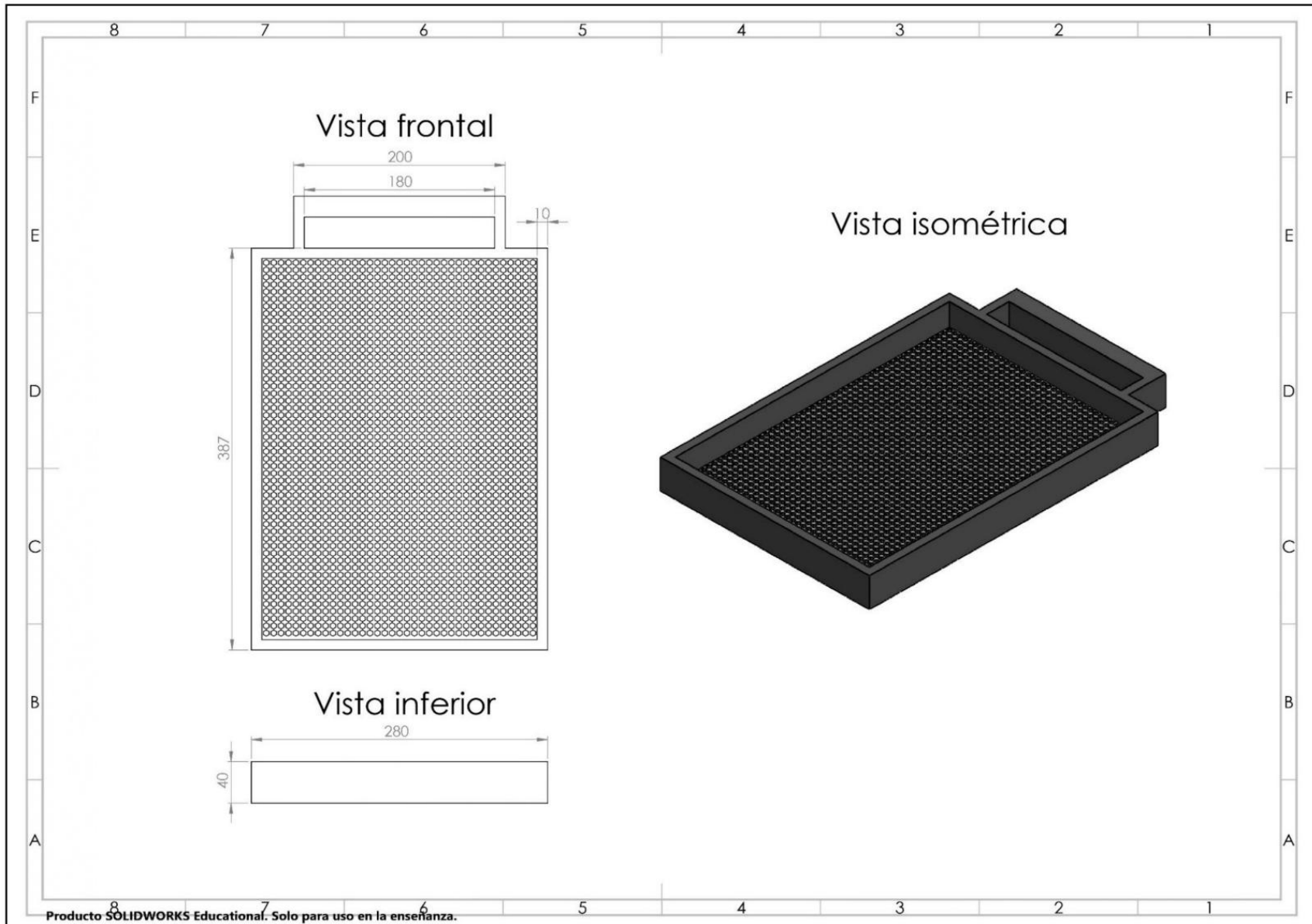
Proyecto: PROYECTO DE GRADO UIS	Plano No: 1-04	Fecha: 01/11/2024	Hoja: 1 de 1	Formato: Carta
Contenido: PLANTA DE TRATAMIENTO PARA CAFÉ	Dibujó: A. BARAJAS	Escala: 1:10	Si no se indica lo contrario las cotas están en mm	
	Revisó: J. MATEUS	Folder: 1		



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Proyecto: PROYECTO DE GRADO UIS	Plano No: 1-21	Fecha: 03/11/2024	Hoja: 1 de 1	Formato: Carta
Contenido: PLANTA DE TRATAMIENTO PARA CAFÉ	Dibujó: A. BARAJAS	Escala: 1:4	Si no se indica lo contrario las cotas están en mm	
	Revisó: J. MATEUS	Folder: 1		



Producto SOLIDWORKS Educatinal. Solo para uso en la enseñanza.



Proyecto: PROYECTO DE GRADO UIS	Plano No: 1-07	Fecha: 01/11/2024	Hoja: 1 de 1	Formato: Carta
Contenido: PLANTA DE TRATAMIENTO PARA CAFÉ	Dibujó: A. BARAJAS	Escala: 1:4	Si no se indica lo contrario las cotas están en mm	
	Revisó: J. MATEUS	Folder: 1		

## **ANEXO F. MANUAL DE USUARIO**

### **• Descripción general**

El prototipo integra las etapas de despulpado, lavado y filtrado en un solo sistema modular, diseñado para pequeños caficultores. Su capacidad operativa promedio es de 320 kg/h y permite reducir el consumo de agua de 40–50 L/kg a 7 L/kg. Puede funcionar con motor monofásico o de combustión.

### **• Componentes principales**

- Modulo 1, Despulpado: tolva de alimentación, eje dosificador, tambor despulpador y pechera.
- Modulo 2, Lavado: tornillo sinfin transportador y sistema de inyección de agua a presión.
- Modulo 3, Filtrado hidrico: tanques de captación, bomba periférica y sistema de filtrado en tres niveles.
- Sistema motriz: motor, poleas, correas, piñones y cadena de transmisión.

### **• Instrucciones de uso**

- Ubicación: colocar la máquina sobre una superficie plana, firme y cercana a una fuente de agua limpia.
- Montaje: El ensamblaje de los módulos debe realizarse siguiendo el orden numérico establecido, garantizando el correcto acople entre guías y tornillos de fijación. Posteriormente, se procede con el acoplamiento de las cadenas; para ello, las chumaceras pueden desplazarse longitudinalmente con el propósito de ajustar la tensión adecuada. Una vez concluido este paso, se instala el motor y se fija mediante su tensor, el cual permite igualmente regular la tensión de la polea. Finalizado el acople de todos los mecanismos, se realiza la instalación de las guardas de protección y las guías correspondientes de la máquina.
- Encendido: activar el motor y verificar la presión del sistema de lavado.
- Alimentación: verter el café cereza maduro de forma continua evitando sobrecargas.
- Operación: el café pasa del tambor despulpador al sinfín de lavado mientras el agua se recircula.
- Recolección: recoger el café lavado en recipientes limpios y separar la pulpa para compostaje.
- Apagado y limpieza: detener el motor, desconectar la fuente de energía y lavar los tanques.

### **• Recomendaciones de seguridad**

- No introducir manos ni objetos durante el funcionamiento.

- Usar guantes y gafas de protección.
- Revisar que las protecciones y guardas estén correctamente instaladas.
- Mantener alejadas a personas sin capacitación.
- No operar la máquina bajo lluvia o con conexiones eléctricas húmedas.

- **Sugerencias de operación**

- Mantener un flujo constante de café cereza para evitar cargas irregulares.
- Aprovechar la pulpa del café como abono orgánico.
- Utilizar el sistema de recirculación para reducir aún más el gasto hídrico.
- Limpiar los filtros al final de cada jornada para prolongar su vida útil.

## ANEXO G. MANUAL DE MANTENIMIENTO

La implementación de un programa de mantenimiento en una máquina es fundamental para garantizar su correcto funcionamiento, prolongar su vida útil y evitar fallas inesperadas que puedan interrumpir la producción. Un mantenimiento adecuado no solo reduce los costos por reparaciones imprevistas, sino que también mejora la seguridad, la eficiencia y la calidad del trabajo. En otras palabras, mantener una máquina en óptimas condiciones es una inversión estratégica que asegura la continuidad operativa y la productividad a largo plazo.

### • Mantenimiento preventivo

Elemento	Frecuencia	Actividades recomendadas
Tambor despulpador y pechera	Cada 40 horas	Limpieza profunda, revisión de desgaste y lubricación ligera.
Correas y poleas	Semanal	Verificar tensión y alineación. Sustituir si presentan grietas.
Chumaceras y piñones	Mensual	Engrasar con grasa multipropósito y revisar juego axial.
Tornillo sinfín de lavado	Semanal	Limpieza y eliminación de residuos adheridos.
Filtros de agua	Diario	Retirar sólidos acumulados y lavar mallas.
Bomba periférica	Mensual	Revisar fugas, presión de salida y empaques.
Estructura general	Trimestral	Revisión de pintura, tornillería y corrosión.

### • Mantenimiento correctivo

- Bajo rendimiento: verificar limpieza del tambor y tensión del motor.
- Fugas de agua: revisar uniones del sistema hidráulico.
- Vibraciones anormales: comprobar alineación de ejes y estado de chumaceras.
- Ruido excesivo: lubricar o reemplazar rodamientos.
- Desgaste prematuro: revisar el acoplamiento entre módulos.

- **Recomendaciones generales**

- Usar repuestos originales o equivalentes de calidad comprobada.
- No operar el sistema sin guardas o protecciones instaladas.
- Mantener la máquina bajo techo cuando no esté en uso.
- Registrar todas las tareas de mantenimiento en una bitácora con fecha y firma.
- Revisar los filtros de agua recirculada para evitar obstrucciones en el sistema.

- **Recomendaciones para mejorar**

Se recomienda incorporar sensores de presión y flujo en futuras versiones para controlar la eficiencia hídrica del sistema. También se sugiere implementar un contador de horas de uso del motor para programar mantenimientos automáticos y alargar la vida útil del equipo.