

Prototipo hidroeléctrico fabricado con materiales reciclados

Fiona Florencia Magali Rodriguez, Alina Garnica Herrera

Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional Tierra del Fuego

Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Industrial

Ingeniero Hugo G. Bonifacini

14/12/2023

Resumen

El propósito fundamental de este proyecto es crear un prototipo hidroeléctrico a través de su diseño y construcción, con la finalidad de instalarlo en cualquier río disponible. La ejecución de esta iniciativa se lleva a cabo mediante el uso de materiales reciclados disponibles en nuestro hogar. La creación de este dispositivo tiene como propósito principal atender las demandas energéticas de comunidades ubicadas en áreas remotas, lejos de las redes eléctricas convencionales como, por ejemplo, las estancias. De esta manera, se presenta como una solución efectiva para abordar la problemática que enfrentan estas áreas, proporcionándoles una alternativa sostenible basada en energía renovable. La implementación de este sistema no solo resuelve la falta de acceso a la red eléctrica, sino que también contribuye a la mitigación de impactos ambientales al promover el uso de una fuente de energía limpia y fácilmente accesible. Con la introducción de esta solución, se busca mejorar la calidad de vida de los habitantes de estas zonas, ofreciéndoles una fuente de energía fiable y respetuosa con el medio ambiente.

Palabras clave: Prototipo hidroeléctrico, energía, potencia, turbina.

Tabla de Contenidos

Resumen	2
Introducción.....	7
Marco teórico.....	8
Principio de funcionamiento.....	13
Diseño de la turbina.....	15
Características del río	15
Propiedades fundamentales de los fluidos.....	17
Energía cinética	20
Energía mecánica.....	21
Trabajo.....	21
Potencia de la turbina	22
Potencia del alternador	24
Flotación	25
Cálculo de flotación para la turbina:.....	27
Flotabilidad de la estructura	28
Flotadores laterales	31
Hidrodinámica	32
Tensores laterales	32
Transmisión del movimiento	35
Transmisión por correas	37
Relación de transmisión de poleas.....	37
Sistemas de transmisión de correa múltiple	38
Cálculo de la longitud de las correas	39
Alternador.....	40
Batería de ciclo profundo	41

Prototipo hidroeléctrico fabricado con materiales reciclados	4
Inversor de corriente.....	43
Construcción del prototipo	43
Ensayos eléctricos.....	52
Cálculos obtenidos.....	54
Tablero eléctrico.....	55
Plano eléctrico	58
Pruebas de funcionamiento.....	59
Cómputo y presupuesto de materiales	62
Conclusiones.....	63
Planos del diseño	64
Bibliografía.....	76

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1- Turbina Pelton	9
Ilustración 2- Turbina de flujo cruzado	10
Ilustración 3- Turbina Turgo	10
Ilustración 4- Turbina Francis	11
Ilustración 5- Turbina Francis con generador	11
Ilustración 6- Turbina Kaplan con eje	11
Ilustración 7- Turbina Kaplan	12
Ilustración 8- Turbina Deriaz	12
Ilustración 9- Esquema del principio de funcionamiento	13
Ilustración 10- Carta de aplicación de turbinas	15
Ilustración 11- Medición del río mediante Google Maps	16
Ilustración 12- Esfuerzo cortante	19
Ilustración 13- Diagrama Reológico.....	20
Ilustración 14- Relación del peso del cuerpo y del fluido	26
Ilustración 15- Cuerpo flotante según su centroide	26
Ilustración 16- Flotadores laterales	31
Ilustración 17- Gráfico de tensión	32
Ilustración 18- Ganchos laterales	33
Ilustración 19- Soga tipo marina	33
Ilustración 20- Sistema de poleas.....	35
Ilustración 21- Poleas trapezoidales.....	36
Ilustración 22- Correa trapezoidal.....	36
Ilustración 23- Correa trapezoidal ubicada sobre la polea trapezoidal	37
Ilustración 24- Sistema reductor de poleas	38
Ilustración 25- Sistema multiplicador de poleas.....	38
Ilustración 26- Sistema de poleas de tres ejes	38
Ilustración 27- Partes de un alternador.....	40
Ilustración 28- Inversor de corriente	43
Ilustración 29- Base del prototipo	44
Ilustración 30- Turbina (vista frontal).....	44
Ilustración 31- Turbina (vista trasera)	45
Ilustración 32- Maya de la base.....	45
Ilustración 33- Base del prototipo con la turbina y el circuito del agua	45
Ilustración 34- Base con turbina, maya y estructura con poliestireno expandido (vista superior)	46
Ilustración 35- Base con turbina, maya y estructura con poliestireno expandido (vista frontal)	46
Ilustración 36- Base con turbina, maya y estructura con poliestireno expandido (vista posterior)	46
Ilustración 37- Base de chapa para el poliestireno expandido	47
Ilustración 38- Base de chapa con poliestireno expandido	47
Ilustración 39- Parte superior del prototipo.....	48
Ilustración 40- Conexiones del alternador	48
Ilustración 41- Colocación de los ganchos.....	49
Ilustración 42- Prototipo terminado (vista trasera).....	49
Ilustración 43- Prototipo terminado (vista frontal)	49
Ilustración 44- Instrumento de medición de rpm.....	52

Ilustración 45- Medición de rpm en la polea que se encuentra en el eje de la turbina.....	52
Ilustración 46- Conexión del inversor a la batería	53
Ilustración 47- Interruptor termomagnético	55
Ilustración 48- Disyuntor diferencial	56
Ilustración 49- Jabalina de cobre.....	56
Ilustración 50- Tablero eléctrico.....	57
Ilustración 51- Plano eléctrico	58
Ilustración 52- Circuito de protección	58
Ilustración 53- Arroyo Damajuana	59
Ilustración 54- Prototipo colocado sobre el río	59
Ilustración 55- Instalación del tablero eléctrico, batería y conexiones pertinentes	60
Ilustración 56- Instalación del tablero eléctrico, batería y puesta a tierra	60
Ilustración 57- Valor inicial de la batería	61
Ilustración 58- Batería cargándose.....	61

Introducción

En un mundo donde la demanda de energía sigue aumentando de manera constante y la conciencia sobre los efectos del cambio climático se profundiza, la búsqueda de fuentes de energía renovable y sostenible se ha convertido en una prioridad. La energía hidráulica, proveniente del flujo natural del agua, ha demostrado ser una fuente confiable y eficiente de generación de energía a lo largo de la historia. En este contexto, el presente proyecto tiene como objetivo desarrollar y analizar un sistema de generación de energía hidráulica mediante el uso de una turbina, aprovechando la energía cinética del agua en movimiento para convertirla en energía eléctrica utilizable con el fin de ser utilizada por los usuarios provenientes de las estancias de Rio Grande.

La ventaja principal de esta fuente de energía radica en su capacidad para proporcionar una fuente continua y predecible de electricidad, sin depender de factores climáticos variables como ocurre con la energía solar o eólica. Además, la energía hidráulica es respetuosa con el medio ambiente, ya que no produce emisiones de gases de efecto invernadero ni otros contaminantes atmosféricos dañinos.

En el corazón de este proyecto se encuentra la turbina hidráulica, un dispositivo diseñado para aprovechar la energía cinética del agua en movimiento y convertirla en energía mecánica, que posteriormente puede transformarse en energía eléctrica mediante el uso de un alternador. La eficiencia y la capacidad de generación de energía de una turbina dependen en gran medida del diseño, el tipo de turbina utilizado y las características del flujo de agua. Por lo tanto, este proyecto se centrará en la selección y diseño óptimo de una turbina adecuada para maximizar la conversión de energía hidráulica en energía eléctrica.

Además de abordar los aspectos técnicos y de ingeniería, este proyecto también considerará aspectos económicos y ambientales. Se llevará a cabo un análisis de viabilidad para evaluar la rentabilidad económica del sistema de generación de energía hidráulica.

Este proyecto se embarca en la exploración de una fuente de energía renovable que ha resistido la prueba del tiempo y que presenta un potencial significativo para contribuir a la matriz energética actual. A través del diseño y la implementación de un sistema de generación de energía hidráulica basado en una turbina, se busca no solo generar electricidad limpia y confiable, sino también sentar las bases para un futuro energético más sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

Marco teórico

El marco teórico de este proyecto se basa en una comprensión profunda de los conceptos clave relacionados con la generación de energía hidráulica mediante el uso de turbinas. A continuación, se presentan los aspectos teóricos fundamentales que sustentan este proyecto:

- **Energía Hidráulica:** La energía hidráulica se refiere a la energía potencial y cinética contenida en el agua en movimiento, como ríos, arroyos y caídas de agua. Esta energía puede aprovecharse mediante diferentes tecnologías, siendo las turbinas una de las más eficientes y comunes.
- **Turbinas Hidráulicas:** Las turbinas son dispositivos mecánicos que convierten la energía cinética y la presión del agua en movimiento en energía mecánica rotativa. Existen varios tipos de turbinas, cada tipo aprovecha diferentes características del flujo de agua para lograr una máxima eficiencia en la conversión.

Clasificación de los tipos de Turbinas:

- **Turbinas de Acción:** Estas turbinas funcionan mediante la acción del agua que choca contra los álabes fijos de la turbina, transfiriendo su energía cinética al rotor y generando movimiento. Ejemplos de este tipo de turbina son la Pelton, Mitchell Banki y Turgo.

- Turbinas de Reacción: Estas turbinas aprovechan tanto la energía cinética como la energía de presión del agua. El agua pasa primero a través de álabes fijos que cambian su presión y luego impacta en los álabes del rotor, generando así movimiento. Las turbinas de este tipo son la Francis, Deriaz, la de hélice (tipo Kaplan).
- Turbina Pelton: En general se utiliza para caudales pequeños y grandes saltos (150-1500 m). Aprovecha la energía cinética del agua que sale de los inyectores para “golpear” tangencialmente las paletas del rodete en forma de cucharas, convirtiéndola en energía mecánica.

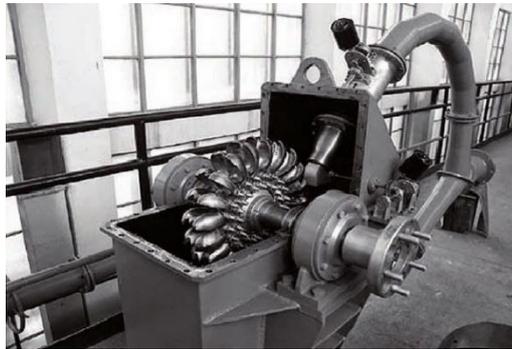


Ilustración 1- Turbina Pelton

- Turbina de flujo cruzado (Michell Banki): Puede ser usada para situaciones con un espectro de alturas de caída del agua muy grande (desde 0 hasta 140 m. aproximadamente). En estas turbinas el agua entra por el distribuidor, ubicado en la parte superior del rodete, y atraviesa por los álabes superiores casi sin ejercer presión hasta que llega a los álabes inferiores los que mueve produciendo el giro del rodete. Debido al cambio de dirección ocasionado por el diseño, este tipo de turbinas poseen un menor rendimiento nominal pero la simplicidad de su construcción las hace más baratas.

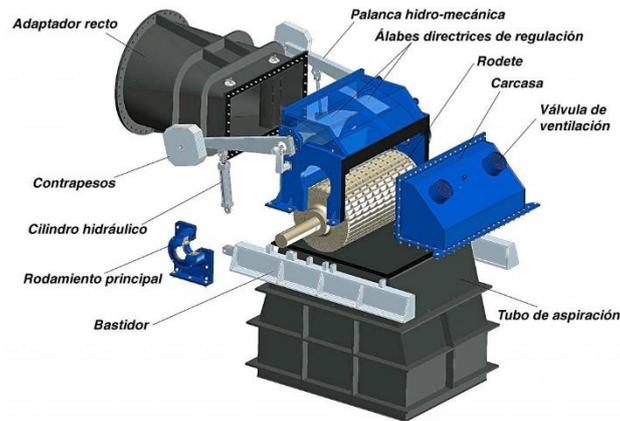


Ilustración 2- Turbina de flujo cruzado

- Turbina Turgo: Este tipo de turbinas se diferencia de las Pelton por dos aspectos principales. El primero de ellos está relacionado con la posición de la tobera y la llegada del flujo de agua a los álabes. En una turbina Turgo, el flujo incide en varios álabes al mismo tiempo debido a la posición de diseño de la tobera. El segundo aspecto es el que se refiere al diseño de los álabes, puesto que éstos son distintos a los de las turbinas Pelton. Una característica singular de este tipo de turbina es que permite aprovechar alturas de caída relativamente bajas (no cubiertas por las Pelton) y puede ser una buena alternativa a la Francis si el caudal es muy variable, puesto que existe una reducida sensibilidad de su rendimiento ante estos cambios.



Ilustración 3- Turbina Turgo

- Turbina Francis: En general se utilizan para caudales y saltos medios (20-700 m). Se puede regular solo el distribuidor. Es la más difundida en el mundo.



Ilustración 4- Turbina Francis

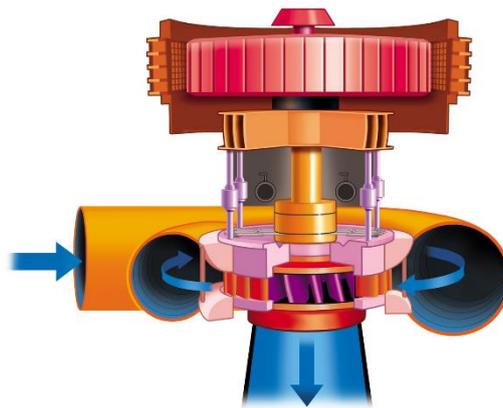


Ilustración 5- Turbina Francis con generador

- Turbina Kaplan: Parece una hélice de un barco. En general se utilizan para grandes caudales y saltos de poca altura (inferiores a 50 m). Se puede regular el distribuidor y los álabes del rotor, logrando mantener un buen rendimiento para distintas condiciones de trabajo.

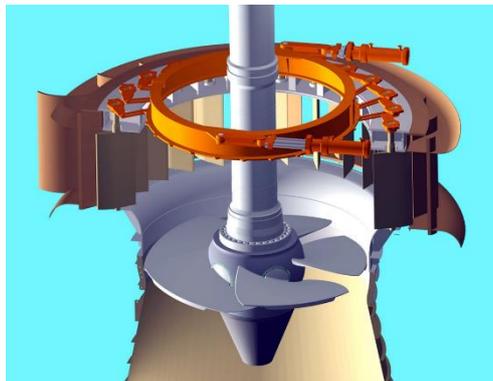


Ilustración 6- Turbina Kaplan con eje



Ilustración 7- Turbina Kaplan

- Turbina Deriaz: Es una turbina de álabes orientables. Se usa para saltos medios y de gran altura. Es una turbina reversible, que puede actuar como turbina o bomba.



Ilustración 8- Turbina Deriaz

Según la dirección en la que entra el agua a las turbinas pueden ser:

- Turbinas radiales-axiales: El agua entra en el rodete de forma radial para posteriormente cambiar de dirección y salir paralela al eje de rotación de la turbina, es decir axial o en la dirección del eje.
- Turbinas axiales: El agua entra y sale paralela al eje de rotación de la turbina.
- Turbinas tangenciales: El agua golpea al rodete en su periferia.

Diseño y Eficiencia de las Turbinas:

- Eficiencia de las turbinas: La eficiencia de una turbina se relaciona con la cantidad de energía que se convierte de manera efectiva en energía mecánica o eléctrica en comparación con la energía total del flujo de agua. Factores como

la forma de los álabes, el flujo del agua y el diseño global de la turbina afectan su eficiencia.

- **Curvas de Rendimiento:** Las curvas de rendimiento de una turbina representan cómo varía su eficiencia y producción de energía en función de la velocidad y caudal del agua. Estas curvas son fundamentales para determinar las condiciones óptimas de operación de la turbina.

Consideraciones ambientales y económicas:

- **Impacto Ambiental:** La instalación de una turbina hidráulica puede tener impactos ambientales, como alteraciones en el ecosistema acuático y terrestre circundante. Es crucial realizar un estudio de impacto ambiental y aplicar medidas de mitigación.
- **Análisis de Costos:** Se debe realizar un análisis exhaustivo de los costos asociados con la instalación, operación y mantenimiento de la turbina. Esto incluye los costos de construcción, adquisición de equipos, mantenimiento y posibles gastos adicionales.

El marco teórico presentado aquí sienta las bases para el diseño y la implementación exitosa de un sistema de generación de energía hidráulica mediante una turbina. Comprender los principios de la energía hidráulica, los diferentes tipos de turbinas y los factores que influyen en su eficiencia y viabilidad económica es esencial para abordar de manera integral este proyecto de ingeniería.

Principio de funcionamiento

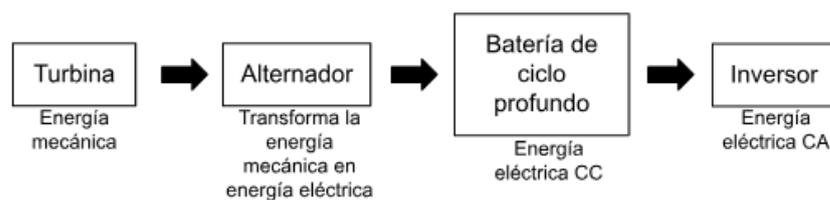


Ilustración 9- Esquema del principio de funcionamiento

El principio de funcionamiento se basa en la utilización del flujo de un río para generar energía eléctrica mediante una serie de componentes interconectados.

El flujo constante del río lleva consigo una cantidad significativa de energía cinética. Para captar esta energía, se instala una turbina hidráulica en el cauce del río.

La energía cinética del agua en movimiento hace girar las palas de la turbina, convirtiendo esta energía cinética en energía mecánica en forma de rotación. A medida que la turbina gira debido al flujo del agua, esta energía cinética es transferida a través de la turbina a un eje de salida. Este eje de salida está conectado a un sistema de transmisión compuesto por poleas y correas.

Conforme el eje de la turbina gira, las poleas y correas transmiten el movimiento rotativo a la polea del alternador. Es decir, que a medida que la polea gira debido a la energía cinética del agua, hace girar al rotor del alternador, lo que induce un campo magnético en los devanados de la armadura del alternador (con ayuda de una corriente de excitación proveniente de la batería). Este campo magnético en movimiento genera corriente eléctrica alterna en los devanados de la armadura.

Luego, la corriente alterna del alternador es rectificada mediante una placa de diodos que está acoplada al alternador, convirtiendo la corriente alterna a corriente continua para luego transferirla a la batería.

La batería actúa como un dispositivo de almacenamiento, acumulando la energía eléctrica generada para su uso posterior cuando la demanda sea mayor que la generación actual. La energía almacenada en la batería está en forma de corriente continua. Sin embargo, la mayoría de los dispositivos eléctricos y hogareños utilizan corriente alterna. Para convertir la energía almacenada en la batería en energía alterna, se utiliza un inversor.

Finalmente, la corriente alterna del inversor puede ser utilizada para alimentar electrodomésticos, dispositivos electrónicos y sistemas eléctricos en los hogares.

Este sistema aprovecha eficazmente la energía cinética del río para generar energía eléctrica y almacenarla para su uso posterior.

Diseño de la turbina

Para diseñar nuestra turbina podemos utilizar una carta de aplicación de turbinas teniendo en cuenta los factores del río en cual coloquemos el proyecto.

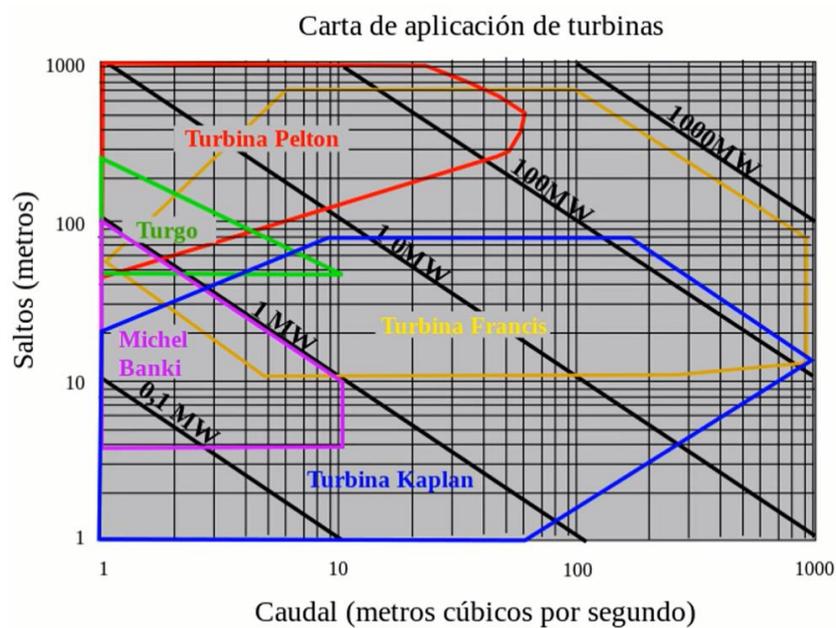


Ilustración 10- Carta de aplicación de turbinas

En nuestro caso, el prototipo no necesita un salto de agua, ya que, ha sido creado con la finalidad de generar energía eléctrica a través de la energía cinética del agua. Por lo tanto, observando la carta de aplicación y teniendo en cuenta un caudal mínimo, ya que el mismo es proveniente de ríos, podemos decir que nuestro diseño de turbina tiene que ser similar a la turbina Kaplan.

Características del río

Teniendo como referencia al Río Grande, el cual es el río más caudaloso e importante de la isla, con una cuenca de 7.021 km² y una longitud 100 km en territorio argentino, con un caudal promedio anual de 21,7 m³/s.

Para determinar el área promedio del Rio Grande se realizaron diferentes mediciones del ancho del río a través del google maps. Tomamos en total 10 mediciones aleatorias del ancho del río.



Ilustración 11- Medición del río mediante Google Maps

Calculamos un ancho promedio de 34,1 metros y una profundidad promedio de 3 metros. Por lo tanto, el área del río es de 102,3 m².

Luego utilizamos la ecuación de continuidad, la cual expresa la conservación de la masa en el movimiento de fluidos. Donde cita: “La cantidad neta de masa que atraviesa la superficie de frontera del volumen en la unidad de tiempo, más la rapidez de variación de la masa contenida en el volumen es igual a cero”.

En el caso de flujo unidimensional, incompresible, en régimen permanente, que es el caso aplicable al análisis de las turbinas hidráulicas, la ecuación de continuidad toma la forma sencilla que se expresa como:

$$Q = A1.v1 = A2.v2 = cte$$

Donde:

Q = Caudal

A = Área

v = Velocidad media de flujo

Por lo tanto, siendo el caudal constante de $21,7 \text{ m}^3/\text{s}$ y el área del río de $102,3 \text{ m}^2$, obtendremos:

$$Q = cte$$

$$Q_{\text{río}} = S_{\text{río}} \cdot v_{\text{río}}$$

$$21,7 \text{ m}^3/\text{s} = 102,3 \text{ m}^2 \cdot v_{\text{río}}$$

$$v_{\text{río}} = \frac{21,7 \text{ m}^3/\text{s}}{(102,3 \text{ m}^2)}$$

$$v_{\text{río}} = 0,21 \text{ m/s}$$

Propiedades fundamentales de los fluidos

- Densidad: La densidad de un fluido está representada por ρ (rho) y se define como una cantidad escalar que representa la masa que tiene la unidad de volumen de fluido.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Donde:

m = Masa de fluido

V = volumen de fluido

El fluido con el cual trabajaremos es agua, por lo tanto, su densidad es de 1000 kg/m^3 .

- Peso específico: El peso específico de un fluido, representado por γ (gamma), es el peso de fluido contenido en la unidad de volumen de fluido.

$$\gamma = \frac{w}{V} = \frac{mg}{V} = \rho \cdot g$$

Donde:

w = peso de fluido

V = volumen de fluido

g = Gravedad

ρ = Densidad

Por lo tanto:

$$\gamma = 1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 9,8 \frac{m}{s^2}$$

$$\gamma = 9800 \frac{kgf}{m^3}$$

- Volumen específico: Es el volumen que ocupa la unidad de masa de un fluido.

Esta propiedad es el inverso de la densidad del fluido.

$$v = \frac{V}{m} = \frac{1}{\rho}$$

Donde:

V = volumen

m = Masa

ρ = Densidad

Por lo tanto, obtendremos:

$$v = \frac{1}{1000 \frac{kg}{m^3}}$$

$$v = 1 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{kg}$$

- Viscosidad: La viscosidad del fluido es la resistencia que presenta al movimiento relativo de sus partículas. La viscosidad del agua es bastante baja en comparación con otros líquidos como la miel o el aceite.
- Viscosidad dinámica o absoluta: Cuando un fluido se encuentra en movimiento, dentro de éste se desarrolla un esfuerzo cortante. La magnitud de este esfuerzo cortante depende de la viscosidad del fluido

El esfuerzo cortante (t) se define como la fuerza que se requiere para que una unidad de área de una sustancia se deslice sobre otra, por lo tanto, t es una fuerza dividida entre un área.

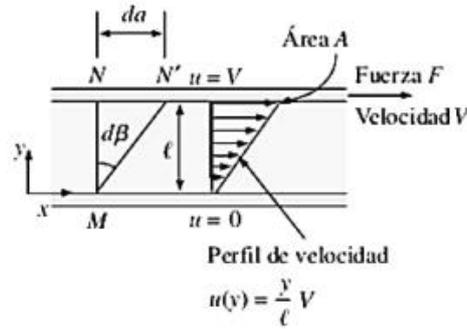


Ilustración 12- Esfuerzo cortante

Cuando la relación entre el esfuerzo cortante y el cambio de velocidad entre las diferentes posiciones del fluido o “velocidad angular de deformación” es directamente proporcional se definen a los fluidos como Newtonianos.

La siguiente ecuación relaciona la magnitud del esfuerzo cortante con la velocidad angular de deformación y la propiedad física viscosidad y corresponde a la “Ley de viscosidad de Newton”. Los fluidos que cumplen esta ley son los denominados newtonianos:

$$t = \frac{F}{A} = u \cdot \frac{dv}{dy}$$

Donde:

t = Esfuerzo cortante

u = Viscosidad dinámica o absoluta.

dv/dy = Velocidad de deformación

En la siguiente imagen se observa el diagrama Reológico, que resume los distintos comportamientos de los fluidos, en función de la relación: velocidad angular de deformación y esfuerzo cortante.

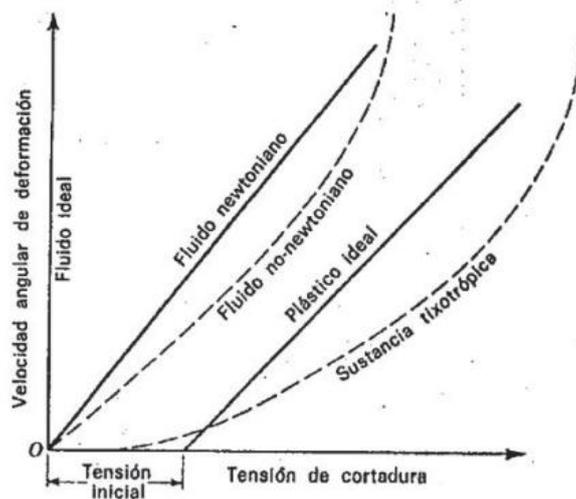


Ilustración 13- Diagrama Reológico

Se observa que los fluidos newtonianos se caracterizan por la relación lineal entre la velocidad angular de deformación y la magnitud del esfuerzo cortante, partiendo del punto (0,0); es decir, con un esfuerzo cortante inicial nulo. El agua que es el fluido aprovechado en un generador de energía hidráulico es un fluido newtoniano.

Energía cinética

La energía cinética se refiere a la energía asociada con un objeto debido a su movimiento. En el contexto de la generación de energía hidráulica a través de una turbina, la energía cinética del agua en movimiento es un factor clave para la conversión de energía.

La energía cinética de una masa moviéndose a una velocidad se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Ec = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Si el caudal del río es de: $Q=21,7\text{m}^3/\text{s}$. El volumen de agua es de $21,7\text{ m}^3$ y la densidad es de $1000\text{ kg}/\text{m}^3$. Por lo tanto, la masa de agua en el tiempo de 1 segundo va a ser igual a: $m=21700\text{ kg}$.

Entonces:

$$Ec = \frac{1}{2} \cdot 21700\text{kg} \cdot 0,21\text{ m}/\text{s}^2$$

$$Ec = 478,485\text{ kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$$

La energía cinética del agua en movimiento es fundamental para hacer girar las palas de la turbina y convertir esta energía en energía mecánica y, posteriormente, en energía eléctrica a través de un alternador.

Es importante destacar que la energía cinética del agua es solo una parte del proceso de generación de energía hidráulica.

Energía mecánica

La energía mecánica se define como la forma de energía que se puede convertir completa y directamente a trabajo mecánico por medio de un dispositivo mecánico como lo es una turbina. Las formas comunes de la energía mecánica son la energía cinética y la potencial.

Por lo tanto:

$$Em = Ec + Ep$$

Em = Energía mecánica.

Ec = Energía cinética.

Ep = Energía potencial.

En nuestro caso no se obtiene energía potencial, entonces la ecuación queda:

$$Em = Ec$$

$$Em = 478,485 \text{ kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$$

Trabajo

El trabajo realizado se basará principalmente en el caudal de agua (Q) y la eficiencia de la turbina (η).

La fórmula para calcular el trabajo realizado es:

$$W = \eta \cdot \rho \cdot Q \cdot t$$

Donde:

W = es el trabajo realizado en julios (J).

η = es la eficiencia de la turbina.

ρ = es la densidad del agua en kg/m^3 .

Q = es el caudal de agua en m^3/s .

t = es el tiempo de operación que se considera para calcular el trabajo.

Considerando un tiempo de operación de 1 minuto el trabajo sería:

$$W = 0,3.1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 21,7 \frac{m^3}{s} \cdot 60s$$

$$W = 390600 J$$

Potencia de la turbina

La potencia de una turbina es la transferencia de energía por unidad de tiempo.

Debido a que no solo es importante la hidrografía de la zona, sino también la funcionalidad de la turbina dentro del sistema, se requiere determinar las variables que afectarán directamente la potencia eléctrica a generar por este sistema; la cual está dada por la fórmula a continuación:

$$P = \frac{1}{2} \cdot K_b \cdot A \cdot \rho \cdot v$$

Donde:

P = Potencia eléctrica (W).

K_b = Coeficiente de Betz (16/27).

A = Área aproximada de sección transversal (m^2).

ρ = Densidad del agua ($\frac{kg}{m^3}$).

V = Velocidad del agua ($\frac{m}{s}$)

Esta fórmula propone que la fuerza impulsiva del agua que golpea el área transversal del aspa con una velocidad dada por la corriente del río, la cual entrega como resultado la máxima potencia eléctrica que podría generar el sistema propuesto a partir del fundamento de la turbina de agua.

De esta manera, se calcula la potencia eléctrica máxima del efluente, esto si se aprovechara toda la fuerza hidráulica presente en el recorrido de ella, sin tener presente las

dimensiones del aspa como tal. Partiendo de la fórmula documentada anteriormente los resultados son:

$$P = \frac{1}{2} \cdot \frac{16}{27} \cdot 102,3 \text{ m}^2 \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,21 \text{ m/s}$$

$$P = 6365,33 \text{ W}$$

De acuerdo al cálculo realizado se podrá producir 6,3 kW de potencia. Dado que las condiciones para la generación de la turbina son diferentes, y dependen del área transversal por la cual ingresa el agua a la turbina para chocar con las aspas, así como de la velocidad del agua en el estrecho donde se proyecta su instalación, a continuación, se presenta los cálculos a los que se somete la turbina y la potencia eléctrica generada:

$$A = a \cdot h$$

Donde:

A: Área transversal por donde ingresa el agua hacia la turbina.

A = ancho.

H = altura.

Entonces:

$$A = 0,12\text{m} \cdot 0,805\text{m}$$

$$A = 0,0966\text{m}^2$$

Ahora se requiere obtener la velocidad del agua en el estrecho donde se proyecta ubicar el prototipo. En esta ubicación el río se reduce a un ancho de 1,8 metros y una profundidad de 1,5 metros aproximadamente. Por lo tanto, el área será de:

$$A = 1,8\text{m} \cdot 1,5\text{m}$$

$$A = 2,7 \text{ m}^2$$

Teniendo presente el caudal del río de $21,7 \text{ m}^3/\text{s}$ se procede a calcular la velocidad del agua en la zona donde se probará el proyecto.

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$v = \frac{21,7 \text{ m}^3/\text{s}}{2,7 \text{ m}^2}$$

$$v = 8,03 \text{ m/s}$$

Con las variables y constantes ya definidas, se procede a determinar la potencia eléctrica que podría generar la turbina de agua en las condiciones geográficas seleccionadas y con las características del diseño de la turbina, que se relacionan a continuación:

$$P = \frac{1}{2} \cdot \frac{16}{27} \cdot 0,0966 \text{ m}^2 \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 8,03 \text{ m/s}$$

$$P = 229,83 \text{ W}$$

Con el desarrollo y puesta en funcionamiento de esta turbina de agua en las condiciones y características determinadas y expuestas durante el desarrollo de este informe, se proyecta la generación de aproximadamente 229,83 W de potencia eléctrica, que sería aprovechado para satisfacer las necesidades básicas del usuario.

Ofreciendo una solución práctica a los problemas de cobertura de energía eléctrica de la zona, esto sin afectar el ecosistema existente, siendo una energía limpia y renovable.

Potencia del alternador

La potencia eléctrica generada por un alternador de una manera teórica se puede calcular utilizando la fórmula básica para la potencia eléctrica en un circuito:

$$P = V \cdot I$$

Donde:

- P es la potencia eléctrica (en vatios).
- V es la tensión o voltaje generado por el alternador (en voltios).
- I es la corriente eléctrica que fluye a través del circuito (en amperios).

Por lo tanto, teniendo la potencia calculada y la tensión del alternador se obtiene:

$$P = V \cdot I$$

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{229,83 \text{ W}}{14 \text{ V}}$$

$$I = 16,41 \text{ A}$$

La corriente resulto ser de 16,41 A, es una corriente elevada ya que el sistema trabaja con corriente continua, es decir, 14 V en el alternador. Se debería considerar un nuevo estudio si se requiere colocar el proyecto en otro río, ya que, si se obtienen potencias más elevadas, la corriente será también más alta, para lo cual se debería evaluar colocar un transformador a la salida del alternador (sin rectificador) para obtener una corriente más viable y segura.

Flotación

Principio de Arquímedes: El matemático y físico Arquímedes enunció el principio que lleva su nombre: “Todo cuerpo sumergido en un líquido recibe un empuje de abajo hacia arriba igual al peso del volumen del líquido desalojado”.

Un cuerpo sólido sumergido en un líquido flota cuando su peso se equilibra con el empuje hidrostático del volumen de agua que desaloja, siendo factible ello cuando su peso específico es inferior al del líquido.

La fuerza que tiende a levantar el cuerpo se llama fuerza de flotación y se denota por F_b .

Para los cuerpos flotantes, el peso del cuerpo completo debe ser igual a la fuerza de flotación, la cual es el peso del fluido cuyo volumen es igual al de la parte sumergida de ese cuerpo; es decir:

$$F_b = W$$

$$p_f \cdot g \cdot V_{sum} = p_{prom, cuerpo} \cdot g \cdot V_{total}$$

$$\frac{V_{sum}}{V_{total}} = \frac{p_{prom, cuerpo}}{p_f}$$

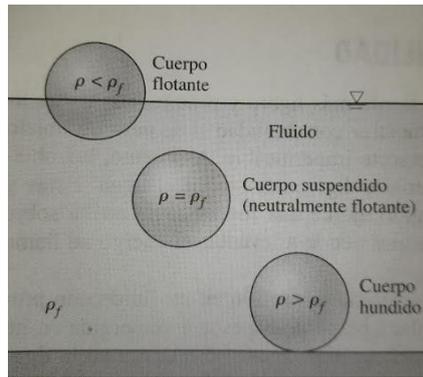


Ilustración 14- Relación del peso del cuerpo y del fluido

Un cuerpo sólido cuando cae dentro de un fluido puede hundirse, flotar o quedar en reposo en cualquier sitio de éste, dependiendo sobre su densidad relativa a la densidad del fluido.

Por lo tanto, la fracción sumergida del volumen de un cuerpo flotante es igual a la razón de la densidad promedio del cuerpo a la densidad del fluido.

Para un cuerpo flotante en equilibrio estático, el peso y la fuerza de flotación que actúan sobre él se equilibran entre sí y, de manera inherente, esos cuerpos son estables en la dirección vertical. Si un cuerpo flotante se asciende o desciende mediante una fuerza vertical, el cuerpo regresará a su posición original tan pronto como se elimine el efecto externo.

Un cuerpo flotante es estable si su fondo es pesado y, por lo tanto, el centro de gravedad G está arriba del centroide B del mismo, o bien si el metacentro M está arriba del punto G . Sin embargo, el cuerpo es inestable si el punto M está abajo del punto G .

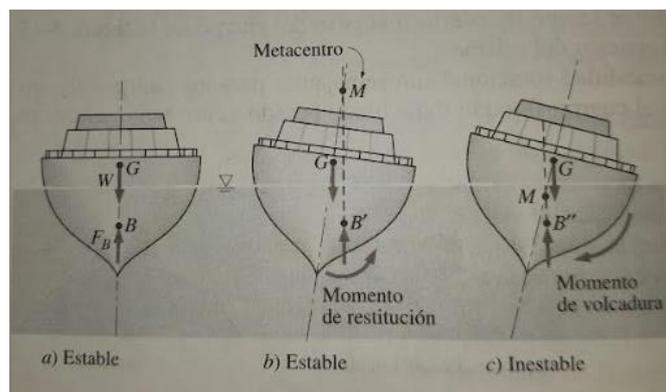


Ilustración 15- Cuerpo flotante según su centroide

Esto se debe a que el centroide del volumen desplazado se mueve hacia uno de los lados hasta un punto B' durante una perturbación rotacional, mientras que el centro de gravedad G, del cuerpo permanece inalterado. Si el punto B' está suficientemente lejos, estas dos fuerzas crean un momento de restitución y regresan el cuerpo a la posición original.

Una medida de la estabilidad para los cuerpos flotantes es la altura metacéntrica GM, la cual es la distancia entre el centro de gravedad G, y el metacentro M (el punto de intersección de las líneas de acción de la fuerza de flotación que pasa por el cuerpo antes y después de la rotación).

Cálculo de flotación para la turbina:

$$Fe = W + F$$

Fe = Fuerza de empuje.

W = Fuerza peso.

F = Fuerza.

Volumen del cilindro:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot h$$

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot 0,8m^2 \cdot 0,28m$$

$$V = 0,1407m^3$$

La fuerza de empuje es:

$$Fe = \rho_{\text{líquido}} \cdot V$$

Fe = Fuerza de empuje.

$\rho_{\text{líquido}}$ = densidad de líquido.

V = volumen.

Por lo tanto:

$$Fe = 9810 \frac{N}{m^3} \cdot 0,1407m^3$$

$$Fe = 1380,26 N$$

La fuerza peso tiene la siguiente fórmula:

$$W = m \cdot g$$

$$W = 9kg \cdot 9,81 \frac{m}{s^2}$$

$$W = 88,29 N$$

La fuerza aplicada a cada tambor será:

$$F = Fe - W$$

$$F = 1380,26 N - 88,29 N$$

$$F = 1291,97 N$$

Por lo tanto, 1291,97 N es la fuerza aplicada en cada esquina de la estructura.

Flotabilidad de la estructura

Antes de determinar cuanto flotabilidad deseamos obtener debemos determinar el peso total de nuestro prototipo.

Peso total de la estructura de nuestro prototipo:

$$P_{estructura} = P_{base inferior} + P_{base superior} + Turbina$$

$$P_{estructura} = 15,3kg + 21,9kg + 6,6kg$$

$$P_{estructura} = 43,8 kg \cong 44kg$$

Además, debemos calcular el peso del agua dentro de nuestro sistema en funcionamiento. El peso del agua va a ser igual a él volumen sobrante de nuestra base por la cual circulara la misma.

Por lo tanto, el volumen de nuestra base es:

$$V = largo \cdot ancho \cdot altura$$

$$V = 1,22m \cdot 0,805m \cdot 0,12m$$

$$V = 0,11m^3$$

A el volumen de la base le restamos el volumen que ocupa la turbina, para esto debemos calcular el área de la misma:

$$\text{Área} = \pi \cdot r^2$$

$$\text{Área} = \pi \cdot (0,1725m)^2$$

$$\text{Área} = 0,0934m^2$$

Luego, calculamos el volumen con la altura de la turbina:

$$V = \text{Área} \cdot h$$

$$V = 0,0934m^2 \cdot 0,06m$$

$$V = 5,601 \cdot 10^{-3}m^3$$

Además, debemos restarle a él volumen de la base, el volumen que ocupa el poliestireno expandido dentro de la misma, el cual es:

$$V = 0,0308m^3$$

De esta manera, obtenemos que el volumen que ocupará el agua es de:

$$V_{agua} = V_{base} - V_{turbina} - V_{telgopor}$$

$$V_{agua} = 0,11m^3 - 5,601 \cdot 10^{-3}m^3 - 0,0308m^3$$

$$V_{agua} = 0,0735m^3$$

De modo que, el peso del agua será de:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$m = 1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 0,0735m^3$$

$$m = 73,5 kg$$

Por lo tanto, el peso total del sistema más el peso total del agua será:

$$P_{TOTAL} = P_{estructura} + P_{agua}$$

$$P_{TOTAL} = 44kg + 73,5kg$$

$$P_{TOTAL} = 117,5kg$$

Con el peso total ya obtenido podemos calcular la flotabilidad que requiere el prototipo.

Por consiguiente, de acuerdo con el volumen de poliestireno expandido y el peso que soporta el mismo antes de que se hunda, se obtiene que para que una plancha de poliestireno expandido de $1000cm^3$ flote el peso sobre esta debe ser igual o menor a $0,99kg$ y para que una plancha de poliuretano de $1000cm^3$ flote el peso sobre la misma debe ser igual o menor a $0,97kg$.

Por lo tanto, se puede obtener cuanto material de poliestireno expandido necesita nuestro prototipo para que el mismo no se hunda.

El poliestireno que se encuentra ubicado en la base de nuestro proyecto tiene un volumen de 30800 cm^3 por lo cual, va a generar una flotabilidad de:

$$\textit{Flotabilidad} = \frac{30800 \text{ cm}^3 \cdot 0,99 \text{ kg}}{1000 \text{ cm}^3}$$

$$\textit{Flotabilidad} = 30,492 \text{ kg}$$

Además, a la turbina en su interior posee poliuretano para aportar a la flotabilidad del sistema. Por lo tanto, para un volumen de $5608,92 \text{ cm}^3$ de poliuretano, conseguimos una flotabilidad de:

$$\textit{Flotabilidad} = \frac{5608,92 \text{ cm}^3 \cdot 0,97 \text{ kg}}{1000 \text{ cm}^3}$$

$$\textit{Flotabilidad} = 5,44 \text{ kg}$$

Es decir que tenemos una flotabilidad total en nuestro sistema de:

$$\textit{Flotabilidad}_{\textit{sistema}} = 30,492 \text{ kg} + 5,44 \text{ kg}$$

$$\textit{Flotabilidad}_{\textit{sistema}} = 35,932 \text{ kg}$$

Ahora podemos calcular los kg restantes que deben flotar del equipo:

$$\textit{Flotabilidad}_{\textit{restante}} = 117,5 \text{ kg} - 35,932 \text{ kg}$$

$$\textit{Flotabilidad}_{\textit{restante}} = 81,568$$

Además de la flotabilidad restante que necesitamos, requerimos que la base superior se encuentre sobre el nivel del agua, ya que la misma contiene las poleas, correas y el alternador. Por lo tanto, el peso de la base superior que es de $21,9 \text{ kg}$, es decir, que debemos sumarle esta flotabilidad a la flotabilidad restante calculada anteriormente, para que nuestra base superior se encuentre siempre sobre el agua y no se hunda.

Entonces, la flotabilidad restante total será de:

$$\textit{Flotabilidad}_{\textit{total}} = 81,568 \text{ kg} + 21,9 \text{ kg}$$

$$\textit{Flotabilidad}_{\textit{total}} = 103,468 \text{ kg}$$

De esta manera, debemos conseguir cumplir con 103,468kg de flotabilidad con algún material. Le colocaremos poliestireno expandido al prototipo, por lo tanto, necesitaremos:

$$\text{Poliestireno expandido} = \frac{103,468\text{kg} \cdot 1000\text{cm}^3}{0,99\text{kg}}$$

$$\text{Poliestireno expandido} = 104513,13\text{cm}^3$$

Flotadores laterales

Además de efectuar el cálculo de la flotabilidad, se implementaron flotadores laterales con el fin de ajustar la estabilidad del sistema. De este modo, en caso de necesitar más peso en un lado, se podría introducir agua en un flotador para alcanzar la estabilidad deseada.

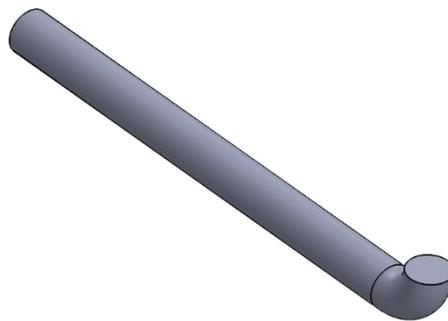


Ilustración 16- Flotadores laterales

Los flotadores laterales, confeccionados en PVC, presentan una estructura que incorpora una tapa estratégicamente diseñada para permitir la introducción de agua, en caso de que sea necesario ajustar la flotabilidad del sistema. Esta característica facilita la adaptabilidad del dispositivo a distintas condiciones y requerimientos, brindando una solución versátil y eficiente para mantener el equilibrio adecuado en situaciones específicas. Además, la elección del PVC como material confiere durabilidad y resistencia a los flotadores, asegurando un rendimiento fiable a lo largo del tiempo.

Hidrodinámica

La hidrodinámica estudia el movimiento de los líquidos. Este puede realizarse en los cursos de agua o en canales, en los cuales actúa sobre la superficie libre la presión atmosférica.

Tensores laterales

El prototipo generará movimiento gracias a la corriente del río; para mantenerlo en su posición, es necesario instalar tensores en el lateral de la estructura.

Gráfico de tensión

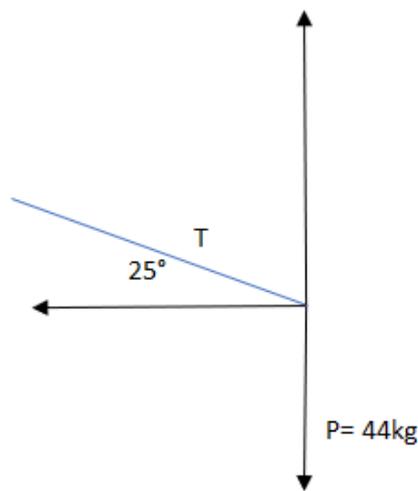


Ilustración 17- Gráfico de tensión

Cálculo de Tensión:

$$\sum y = 0$$

$$T \cdot \text{Sen} (25^\circ) - W = 0$$

$$T = W / \text{Sen} (25^\circ)$$

$$T = 44\text{kg} / (\text{Sen} 25^\circ)$$

$$\mathbf{T = 104,11 N}$$

Los tensores se sostienen de los ganchos que posee a los laterales la estructura y van a estar anclados a unas estacas en la orilla del río.



Ilustración 18- Ganchos laterales

La soga que se va a utilizar para los tensores será, soga tipo marina con un alma de 6mm. Ya que es una de las más resistentes al descarte y soporta grandes tensiones.



Ilustración 19- Soga tipo marina

CÁLCULOS PARA LA TURBINA	
Velocidad del Caudal	$v_{río} = 0,21 \text{ m/s}$
Energía Cinética	$E_c = 478,485 \text{ kg}\cdot\text{m/s}^2$
Energía Mecánica	$E_m = 478,485 \text{ kg}\cdot\text{m/s}^2$
Trabajo Generado por la turbina	$W = 390600 \text{ J}$
Potencia de la turbina	$P = 229,83 \text{ W}$
Corriente del alternador	$I = 16,41 \text{ A}$
Flotación de la turbina	$F = 1291,97 \text{ N}$
Flotabilidad de la estructura	$F_{total} = 103,468 \text{ kg}$
Cálculo de Tensión	$T = 104,11 \text{ N}$

Transmisión del movimiento

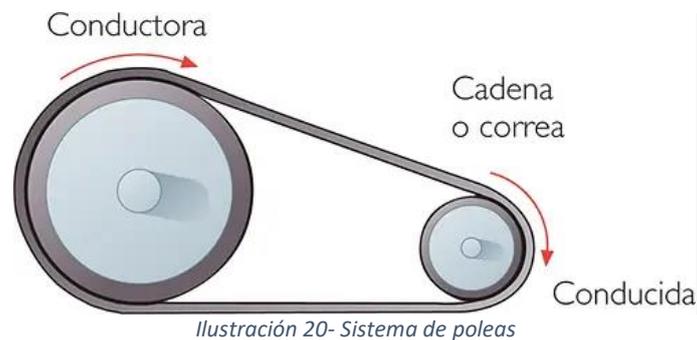
Para poder transmitir potencia de forma asertiva desde un motor a partir de dos ejes separados, es importante contar con sistemas que funcionen de forma adecuada y permitan que se ejerza movimiento. Para lograr esto, es preciso un sistema de poleas y correas que permita el movimiento circular por rozamiento.

Para poder entender de forma concreta cómo operan los mecanismos de poleas y correas, primero consideramos valioso que exista claridad respecto a qué es una polea y qué es una correa de forma individual.

Polea: Es un mecanismo que consiste en una rueda giratoria de borde acanalado, por el que se desliza una cuerda o cadena, y que sirve para mover o levantar cosas pesadas.

Correa: La correa está unida en los extremos de las poleas y sirve, en las máquinas, para transmitir el movimiento rotativo de una polea a otra.

Un sistema de poleas y correas se emplea para posibilitar el movimiento de rotación o, si las poleas tienen un diámetro diferente, para aumentar o disminuir el accionar de un mecanismo a lo largo de un eje de movimiento de rotación.



Las correas son elementos de transmisión de potencia, de constitución flexible, que se acoplan sobre poleas integradas a los ejes para transmitir los pares.

La correa de transmisión funciona por fricción con la polea en la que está montada. Este hecho, unido a su naturaleza flexible, confiere a las correas una función de "fusibles" dentro de las transmisiones, ya que se comportan como un amortiguador, reduciendo el efecto de vibraciones que pueden transmitirse entre los ejes de transmisión.

Las poleas que se utilizarán en el siguiente proyecto son las de tipo trapezoidales.

- Poleas trapezoidales: Tiene una sección de tipo trapezoidal para que la transmisión de potencia entre las poleas de dos o más ejes se realice por fricción entre las superficies correa-polea. La polea utilizada en las transmisiones por correa en V tiene una ranura en forma de V donde se aloja la correa.

Debido a esta forma, cuando las ramas de la correa están tensas, tiende a morder la polea de manera que la fuerza normal y de fricción lograda en las caras laterales es muy alta. Gracias a esto, las correas trapezoidales pueden transmitir un par mucho mayor sin deslizamiento.



Ilustración 21- Poleas trapezoidales

Las correas que se utilizarán serán del mismo modo trapezoidales.

- Correa trapezoidal: Son las más utilizadas, ya que se adaptan firmemente al canal de la polea evitando posibles deslizamientos entre polea y correa.



Ilustración 22- Correa trapezoidal



Ilustración 23- Correa trapezoidal ubicada sobre la polea trapezoidal

Transmisión por correas

Los sistemas de transmisión por correas, debido a la flexibilidad de estas permiten montajes cruzados y con múltiples poleas para conectar varios componentes. Gracias a esto, se consigue transmitir el movimiento generado por la polea conductora a varios dispositivos de la máquina.

Ventajas de la transmisión por correas:

- Es un sistema muy fiable y con baja probabilidad de fallos.
- El funcionamiento es silencioso gracias a las características de los materiales de las correas.
- No es necesaria lubricación y, por lo tanto, no precisa de tanto mantenimiento, lo que provoca un ahorro de tiempo.
- El sistema tiene la capacidad de absorber los choques y vibraciones gracias a la elasticidad de las correas.
- Es un sistema más económico.
- Pueden alcanzar velocidades bastante elevadas en comparación a las cadenas.

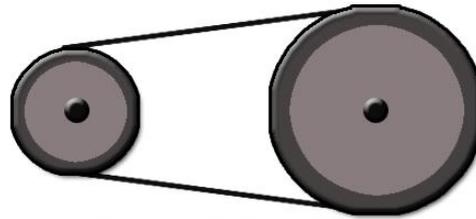
Relación de transmisión de poleas

Definimos la relación de transmisión (i) como la relación que existe entre la velocidad de la polea salida (n_2) y la velocidad de la polea de entrada (n_1).

$$i = \frac{n_2}{n_1}$$

La relación de transmisión, como su nombre indica, es una relación de dos cifras, no una división.

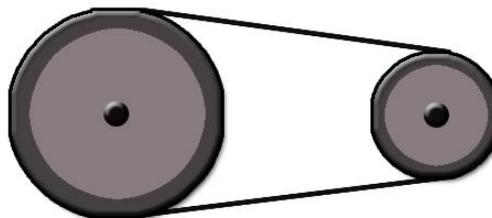
POLEA MOTRIZ



Sistema REDUCTOR

Ilustración 24- Sistema reductor de poleas

POLEA MOTRIZ



Sistema MULTIPLICADOR

Ilustración 25- Sistema multiplicador de poleas

Sistemas de transmisión de correa múltiple

El concepto de las transmisiones por correas es bastante simple, las revoluciones por minuto de la polea que recibe el movimiento depende del diámetro de las dos poleas y de las revoluciones por minuto de la polea principal.

Nuestro sistema funcionará con tres ejes y cuatro poleas, los cálculos a realizar son los siguientes:

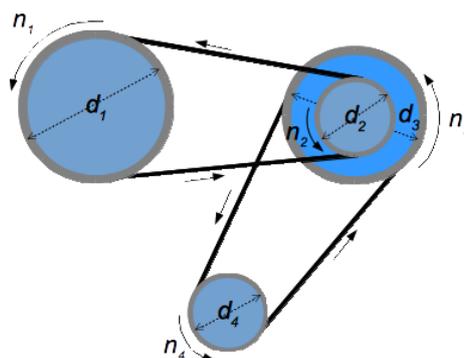


Ilustración 26- Sistema de poleas de tres ejes

$$n_2 = n_3$$

$$n4 = n1 \frac{(d1. d3)}{(d2. d4)}$$

Considerando una velocidad mínima del alternador a 1500 rpm, se obtiene:

$$1500 \text{ rpm} = \frac{n1(39\text{cm}. 30,5\text{cm})}{(7\text{cm}. 7\text{cm})}$$

$$1500 \text{ rpm} \cdot \frac{(7\text{cm}. 7\text{cm})}{(39\text{cm}. 30,5\text{cm})} = n1$$

$$n1 = 61,79 \text{ rpm}$$

Es decir, que nuestra turbina se debería mover a 61,79 rpm para transmitir el movimiento al alternador mediante poleas y correas y así, hacer funcionar el alternador a 1500 rpm y de esta manera entregar energía a la batería.

Cálculo de la longitud de las correas

La longitud de la correa es un valor importante que nos suele dar el fabricante, o mirando la referencia de la correa también lo pone, pero nos puede pasar, no debería, pero puede pasar que no tenemos la referencia de la correa a la hora de cambiarla, podríamos medir la longitud de la correa vieja para pedir una nueva o calcular la longitud de la correa con las fórmulas siguientes que da un valor aproximado:

$$L = \pi. (R + r) + 2 * c + \frac{(R - r)^2}{c}$$

$$L = \pi. (19,5 + 3,5) + 2 * 31,5 + \frac{(19,5 - 3,5)^2}{31,5}$$

$$L = 143 \text{ cm}$$

R = Radio de la polea mayor

r = Radio de la polea menor

c = Distancia entre ejes

L = Longitud de la correa

Por lo tanto:

$$L = \pi. (19,5 + 3,5) + 2 * 31,5 + \frac{(19,5 - 3,5)^2}{31,5}$$

$$L = 143 \text{ cm}$$

Es decir, que la longitud de nuestra primera correa debe ser de 143 cm.

Luego determinamos la longitud de la segunda correa que va conectada al alternador, donde obtuvimos:

$$L = \pi \cdot (15,25 + 3,5) + 2 * 40,5 + \frac{(15,25 - 3,5)^2}{40,5}$$

$$L = 143 \text{ cm}$$

Por lo tanto, la segunda correa también tendrá una longitud de 143 cm.

Alternador

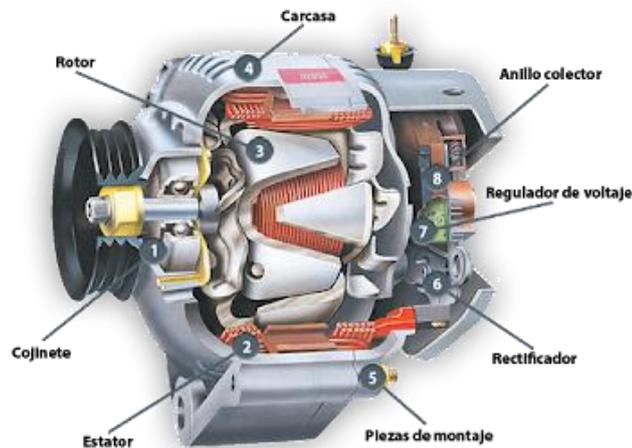


Ilustración 27- Partes de un alternador

Este dispositivo desempeña un papel fundamental en nuestro proyecto, puesto que su función primordial consiste en transformar la energía mecánica generada por la turbina en energía eléctrica. Conectado a la turbina a través de un sistema de poleas y correas multiplicadoras, el eje del alternador gira cuando la turbina está en movimiento, dando lugar a la generación de electricidad.

El alternador genera corriente alterna (CA), pero la batería requiere corriente continua (CC). Por lo tanto, el alternador está equipado con un rectificador que convierte la CA en CC.

El voltaje y la corriente producidos por el alternador varían según la velocidad de rotación de la turbina. Cuanto más rápido gira la turbina, mayor es la velocidad de giro del

alternador, lo que resulta en un aumento del voltaje y la corriente. Para regular esto, se utiliza un componente conocido como regulador, que se instala en la parte posterior de la unidad. Este regulador consiste en una placa de circuito integrado que controla la salida del alternador y ajusta la corriente que fluye a través del electroimán para controlar su fuerza.

Inicialmente, la batería del automóvil suministra energía a la bobina a través de las escobillas del alternador. A medida que la electricidad pasa por la bobina, genera un campo electromagnético, y las bobinas del estator generan una corriente, lo que da como resultado la producción de electricidad.

Batería de ciclo profundo

La batería proporcionará la corriente de excitación inicial que se necesita para generar el campo magnético en el rotor del alternador, lo que a su vez permite que el alternador comience a generar corriente eléctrica en el devanado del estator. Esta corriente de excitación es necesaria para iniciar el proceso de generación de energía en el alternador. El regulador de voltaje controla esta corriente de excitación y ajusta su intensidad según las necesidades. Una vez que el rotor del alternador comienza a girar y se genera el campo magnético, el proceso de generación de corriente eléctrica en el devanado del estator se inicia y el alternador empieza a generar energía eléctrica para cargar la batería.

Utilizar una batería de ciclo profundo en un sistema de generación hidráulica, como el que involucra una turbina hidroeléctrica y un alternador, ofrece varias ventajas importantes debido a las características específicas de este tipo de batería y las necesidades del sistema:

- **Descarga Profunda:** Las baterías de ciclo profundo están diseñadas para soportar descargas más profundas y frecuentes sin sufrir daños significativos en su capacidad o vida útil. Esto es importante en sistemas de generación intermitente como las turbinas hidroeléctricas, donde la carga y descarga de la batería pueden ser más irregulares.

- **Mayor capacidad:** Las baterías de ciclo profundo suelen tener una mayor capacidad en comparación con las baterías de arranque estándar. Esto significa que pueden almacenar más energía para su uso posterior, lo que es esencial en sistemas de generación hidráulica, donde la producción puede superar la demanda en momentos específicos.
- **Mayor Vida Útil:** Debido a su diseño y construcción, las baterías de ciclo profundo tienden a tener una vida útil más larga que las baterías de arranque estándar. Esto es beneficioso para sistemas de generación a largo plazo, ya que reduce la necesidad de reemplazar las baterías con frecuencia.
- **Resistencia a Descargas Altas:** Las baterías de ciclo profundo tienen la capacidad de manejar corrientes de descarga más altas sin sufrir daños, lo que es útil en situaciones en las que los dispositivos conectados al inversor pueden tener picos de consumo de energía.
- **Tecnología AGM o Gel:** Algunas baterías de ciclo profundo utilizan tecnologías como AGM (Absorbent Glass Mat) o gel, que ofrecen ventajas adicionales, como ser selladas, libres de mantenimiento y resistentes a la vibración, lo que las hace adecuadas para entornos con turbulencias como los que podrían estar presentes cerca de una turbina hidroeléctrica.

En resumen, una batería de ciclo profundo es una elección adecuada para sistemas de generación hidráulica debido a su capacidad para manejar descargas profundas y regulares, almacenar energía para su uso futuro y tener una vida útil más prolongada en comparación con las baterías de arranque estándar.

Inversor de corriente



Ilustración 28- Inversor de corriente

Un inversor se utiliza para convertir la corriente directa, en nuestro caso de 12V producida por el alternador y almacenada en la batería, en corriente alterna a 220V.

La electricidad producida por un generador hidráulico y por baterías es de corriente directa, por lo tanto, si queremos alimentar los aparatos eléctricos a partir de fuentes renovables, entonces necesitamos convertir la electricidad de corriente directa en electricidad de corriente alterna y lo hacemos con un inversor.

Por lo tanto, nuestro proyecto tendrá una entrega máxima de 350 W en el inversor.

Construcción del prototipo

Al momento de comenzar a construir el prototipo es muy importante tener en cuenta las dimensiones que buscamos obtener, ya que es un prototipo el cual tiene como objetivo caber en el estrecho de un río.

En un primer momento se construyó una base de todo el sistema, la cual se realizó con la chapa exterior de un lavarropas.



Ilustración 29- Base del prototipo

Como se puede observar en la imagen la base posee un tope para el eje de la turbina donde va colocado un rodamiento que se encuentra dentro de un retén, además la base tiene 2 chapas a los lados de contención.

Luego, se realizó la turbina, teniendo como referencia las dimensiones de la base. La misma se realizó con 6 aspas.



Ilustración 30- Turbina (vista frontal)



Ilustración 31- Turbina (vista trasera)

Seguidamente, se realizó un circuito para direccionar el agua del río hacia la turbina con una disminución del área de entrada del agua a la turbina para que obtenga mayor velocidad. Asimismo, se colocó una maya de contención para objetos extraños que pudieran introducirse a la turbina.



Ilustración 32- Maya de la base



Ilustración 33- Base del prototipo con la turbina y el circuito del agua

Luego, se colocó poliestireno expandido en las áreas que quedaban vacías, para ayudar a la flotabilidad del sistema además de funcionar como base para los elementos faltantes en el mismo.



Ilustración 34- Base con turbina, maya y estructura con poliestireno expandido (vista superior)

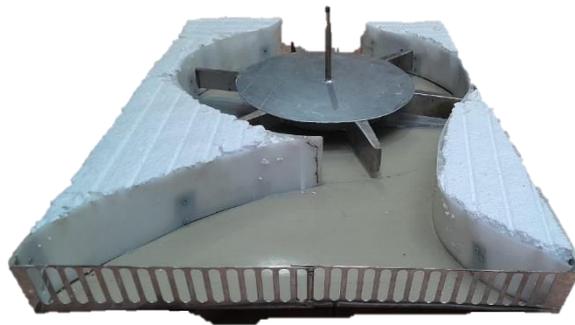


Ilustración 35- Base con turbina, maya y estructura con poliestireno expandido (vista frontal)

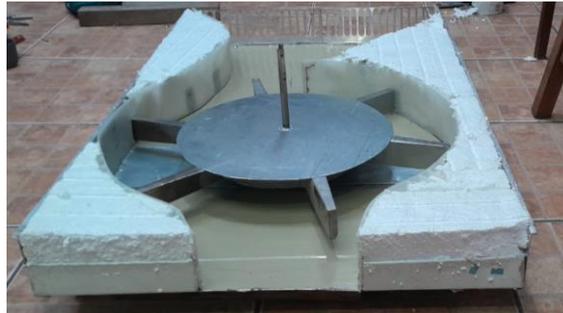


Ilustración 36- Base con turbina, maya y estructura con poliestireno expandido (vista posterior)

Teniendo los cálculos de flotabilidad realizados, se determinó la colocación de una base de telgopor para mejorar la flotabilidad del sistema. La misma se colocó debajo de la base principal, con la ayuda de chapas.



Ilustración 37- Base de chapa para el poliestireno expandido



Ilustración 38- Base de chapa con poliestireno expandido

Con la base ya construida y la turbina colocada, se procedió a la realización de la parte superior del sistema, la misma cuenta con poleas y correas para generar una multiplicación de velocidad en el alternador.



Ilustración 39- Parte superior del prototipo

Además, se realizaron las debidas conexiones del alternador hacia la batería. En la imagen se puede observar que el conductor marrón es el positivo y el azul es el conductor negativo.

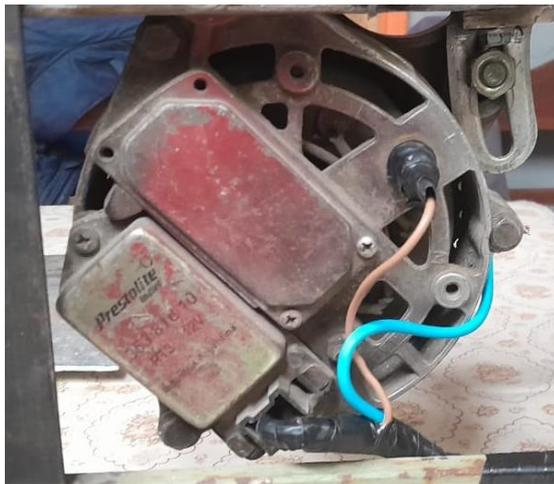


Ilustración 40- Conexiones del alternador

Luego se colocaron los ganchos en los laterales de la estructura, los cuales tienen como función tensar el prototipo en la orilla del río. De esta manera, el mismo quedará ubicado en un sector del río y no se desplazará en él.

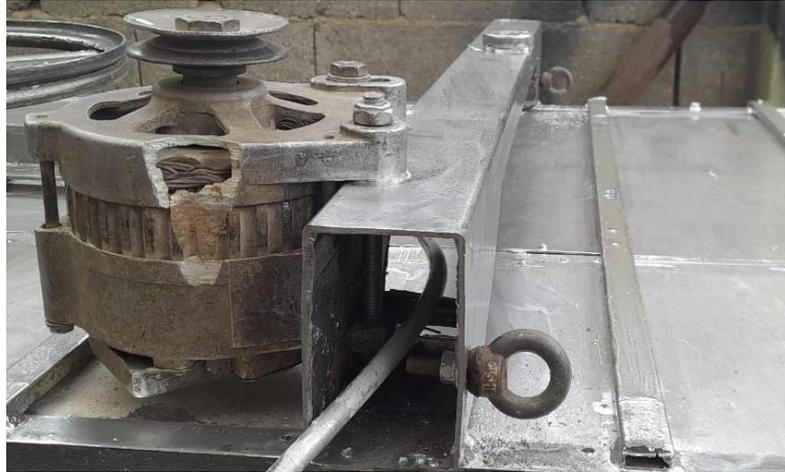


Ilustración 41- Colocación de los ganchos

Por lo tanto, el prototipo terminado quedo de la siguiente manera:



Ilustración 42- Prototipo terminado (vista trasera)



Ilustración 43- Prototipo terminado (vista frontal)

Por ultimo, el alternador queda conectado a la batería y de la batería salen los polos positivo y negativo que van en el inversor. El inversor posee un toma y un puerto USB donde el usuario podría realizar diversas conexiones a 220V.

Selección de conductores

Para el proyecto utilizaremos cables de corriente continua que irán del rectificador del alternador a la batería y de la batería al inversor.

Los cables de CC se utilizan en sistemas de transmisión de DC rectificada. En comparación con el cable de AC, la pérdida de potencia durante la transmisión del cable de DC es pequeña. La pérdida de potencia del DC cable es principalmente la pérdida de resistencia de DC del conductor. Y la pérdida de aislamiento es pequeña (su magnitud depende de las fluctuaciones de corriente tras la rectificación). Los cables DC tienen una alta eficiencia de transmisión y bajas pérdidas en la línea. Los cables de DC tienen una construcción simple de polos positivos y negativos. El cable de DC es seguro de usar.

Las características inherentes a la transmisión de corriente continua hacen que sea muy difícil generar corrientes inducidas y de fuga. Como resultado, tampoco interfiere con los campos eléctricos generados por otros cables de electricidad.

El cable de corriente directa tiene una mayor capacidad de interceptación y protección contra cortes que un cable de corriente alterna de la misma construcción.

Si se aplica un campo eléctrico de la misma tensión a un aislante, un campo de corriente continua es mucho más seguro que un campo de corriente alterna.

Los cables de CC son fáciles de instalar y mantener y su coste es inferior al de los CA cables.

Calculo de sección en corriente continua:

$$S = \frac{2 \cdot I \cdot L}{\sigma \cdot \Delta V}$$

Donde:

S = Sección del cable (mm²).

I = Corriente (A).

L = Largo del cable (m).

σ = Conductividad (cobre =59).

ΔV = Caída de tensión (V).

La caída de tensión se estima en 1 Volt, ya que se trabaja con baja tensión.

Por lo tanto:

$$S = \frac{2 \cdot I \cdot L}{59 \cdot 1}$$

$$S = 0,0339 \cdot I \cdot L$$

$$S = 0,0339 \cdot 16,41 \text{ A} \cdot 10 \text{ metros}$$

$$S = 5,56 \text{ mm}^2 \cong 6 \text{ mm}^2$$

Por lo tanto, la sección de cable que utilizaremos deberá ser de al menos 6 mm².

Ensayos eléctricos

Se realizaron diversas mediciones anteriormente de llevar el prototipo al río.

En un primer momento medimos el voltaje de la batería desconectada para luego ver la variación de voltaje y si nos entregaba energía el alternador.

Por lo tanto, giramos la polea de la turbina con la mano y con un instrumento se midieron las rpm que obteníamos en esa polea.



Ilustración 44- Instrumento de medición de rpm



Ilustración 45- Medición de rpm en la polea que se encuentra en el eje de la turbina

Al mismo tiempo en el que mediamos las rpm de giro de la turbina pudimos observar mediante un multímetro como subía el voltaje en la batería, de esta manera se confirmó la entrega de energía del alternador a la batería.

Luego conectamos el inversor a la batería y una lámpara a el inversor, para observar el correcto funcionamiento del mismo.



Ilustración 46- Conexión del inversor a la batería

Una vez confirmado el correcto funcionamiento de todos los dispositivos realizamos una medición con todos los dispositivos conectados y la lámpara de 9W encendida para poder observar a cuantos rpm debería girar la turbina para que el voltaje de la batería no descienda y por lo tanto se mantenga estable; de esta manera, la batería podría transmitir energía al inversor de una forma óptima.

Los resultados fueron que al mantener unos 200 rpm aproximadamente en la turbina la energía se establecía, por lo tanto:

$$n1 = 200rpm$$

$$n2 = \frac{200(39cm. 30,5cm)}{(7cm. 7cm)}$$

$$n2 = 4855,10 rpm$$

De los ensayos eléctricos obtuvimos el siguiente análisis: para que la energía se encuentre estable en el sistema, es decir, que sistema entrega la energía necesaria, el alternador está girando a unos 4855,10 rpm aproximadamente.

Cálculos obtenidos

Caudal del Río Grande:	$Q_{río} = 21,7 \text{ m}^3/\text{s}$
Velocidad del agua en el Río Grande:	$v_{río} = 0,21 \text{ m/s}$
Potencia generada:	$P = 229,83 \text{ W}$
Corriente del generada:	$I = 16,41 \text{ A}$
Fuerza aplicada en cada esquina de la estructura:	$F = 1291,97 \text{ N}$
Rpm mínimo de la turbina:	$n_1 = 61,79 \text{ rpm}$
Longitud de las correas:	$L = 143 \text{ cm}$
Sección del cable:	$S = 6 \text{ mm}^2$
Peso total del prototipo:	$P_{TOTAL} = 117,5 \text{ kg}$

Tablero eléctrico

El tablero eléctrico consta de los siguientes elementos:

- Interruptor termomagnético: Es el encargado de proteger los conductores eléctricos frente a sobrecargas o cortocircuitos, además de cortar la corriente cuando se requiera.



Ilustración 47- Interruptor termomagnético

Interruptor Termomagnético				
Número de polos	In (A)	Descripción	Modelo	Curva de disparo
2	25	Siemens	5SQ22	Curva C

Para la selección del interruptor termomagnético se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- La tensión nominal del interruptor termomagnético (V_n) debe ser mayor o igual a la tensión de la red (U).
- La corriente nominal de corte del interruptor termomagnético (I_n) debe ser mayor o igual a la corriente máxima que circulará en situación de trabajo (I_B).

En la instalación se calculó un consumo de 16,41 A (I_B). Por lo tanto, determinamos colocar un interruptor termomagnético de 25 A (I_n).

- Disyuntor diferencial: Su principal función es proteger a las personas frente a cualquier tipo de contacto directo o indirecto con la corriente eléctrica.



Ilustración 48- Disyuntor diferencial

Interruptor Diferencial				
Número de polos	In (A)	Sensibilidad (mA)	Modelo	Descripción
2	40	30	Disyuntor bipolar	JELUZ

- Jabalina de puesta a tierra: Consta de una varilla o jabalina de cobre de al menos 2 metros de largo enterrada en un pozo de tierra. Se utiliza para que en caso de que surja algún tipo de corriente de fuga, o descarga de origen atmosférico como un rayo, la energía dañina fluya hacia el terreno y sea desviada, para no entrar en contacto con las personas.



Ilustración 49- Jabalina de cobre

Con los componentes mencionados anteriormente, además de dos tomas de corriente y el inversor; el tablero eléctrico quedo de la siguiente manera:



Ilustración 50- Tablero eléctrico

Plano eléctrico

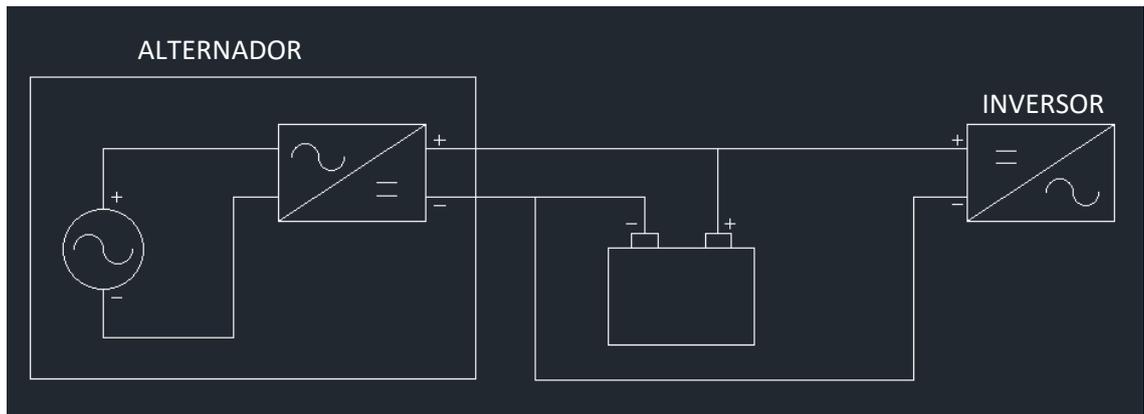


Ilustración 51- Plano eléctrico

En el plano de la figura se puede observar del lado izquierdo el alternador que genera corriente alterna con su respectivo rectificador que rectifica las señales, convirtiendo la corriente alterna en corriente continua. Luego el conjunto del alternador se conecta a la batería con sus respectivos polos. Por último, se conecta el inversor a la batería, el cual proveerá la corriente alterna, es decir, 220 V requeridos para el consumo de los usuarios.

Luego del inversor, que genera corriente alterna, se conectan los componentes pertinentes de protección que derivan al toma corriente.

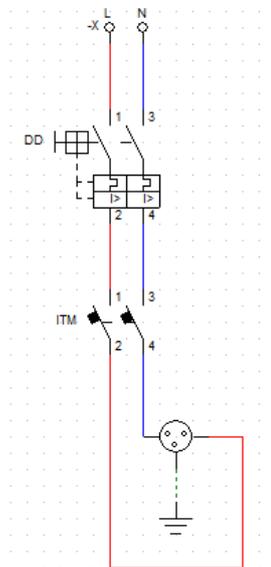


Ilustración 52- Circuito de protección

Pruebas de funcionamiento

Para llevar a cabo las pruebas de funcionamiento del prototipo hidroeléctrico, se lo trasladó al arroyo Damajuana.



Ilustración 53- Arroyo Damajuana

Se optó por el arroyo debido a su accesibilidad conveniente. Es importante señalar que, al tratarse de un arroyo, presenta un caudal más modesto y un volumen de agua más reducido.

Inicialmente, se ubicó el prototipo en el arroyo para evaluar su capacidad de flotación, y posteriormente, se aseguró tensándolo con cuerdas a ambos lados.



Ilustración 54- Prototipo colocado sobre el río

Después, se llevaron a cabo todas las instalaciones necesarias en un lado del arroyo, incluyendo la conexión a tierra, la instalación del tablero eléctrico, la vinculación de la batería y el inversor, junto con la conexión del alternador a la batería.

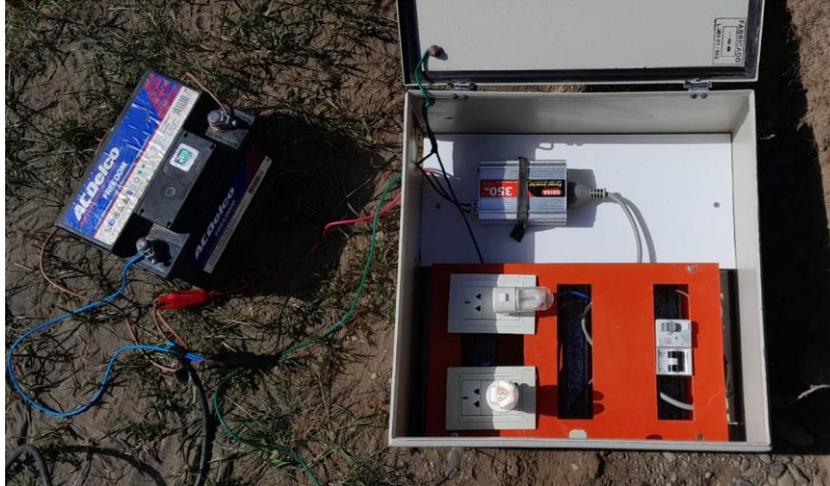


Ilustración 55- Instalación del tablero eléctrico, batería y conexiones pertinentes



Ilustración 56- Instalación del tablero eléctrico, batería y puesta a tierra

En la situación presentada, dado que no contábamos con los valores específicos de caudal y velocidad del río, decidimos llevar a cabo una medición de voltaje utilizando un

multímetro. Esto ilustra cómo el alternador carga la batería gracias al funcionamiento de la turbina en el prototipo hidroeléctrico.



Ilustración 57- Valor inicial de la batería



Ilustración 58- Batería cargándose

La prueba llevada a cabo nos permitió constatar la adecuada flotabilidad del prototipo hidroeléctrico y confirmar su funcionamiento eficiente. Este nos proporcionó la energía necesaria para cargar la batería, evidenciando así su correcto rendimiento.

Cómputo y presupuesto de materiales

Material	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Total
Alternador	14 V - Fiat Uno	1	US\$851,96	US\$851,96
Batería	ACDelco 12V	1	US\$289,30	US\$289,30
Cable unipolar de cobre	6mm2 rojo (en metros)	10	US\$5,22	US\$52,21
Cable unipolar de cobre	6mm2 negro (en metros)	10	US\$5,22	US\$52,21
Chapa de aluminio	0,80x1,20m	1	US\$183,58	US\$183,58
Chapa galvanizada	0,80x1,20m	1	US\$57,70	US\$57,70
Correa	GOODYEAR - 1,43 m	2	US\$19,91	US\$39,81
Espuma de poliuretano	Sika 250 ml	2	US\$20,94	US\$41,88
Inversor	350 W	1	US\$137,46	US\$137,46
Plancha de telgopor	12x100 cm	4	US\$36,72	US\$146,86
Polea	39cm	1	US\$56,87	US\$56,87
Polea	30,5cm	1	US\$36,34	US\$36,34
Polea	7cm	1	US\$27,69	US\$27,69
Retén	15mm	1	US\$8,21	US\$16,42
Rodamiento	SKF NU202 (15x35x11 mm)	2	US\$70,81	US\$141,62
Tornillos	T1 - bolsa x 1000 unidades	1	US\$21,74	US\$21,74
Disyunto diferencial	JELUZ JC-225030AC	1	US\$53,19	US\$53,19
Interruptor termomagnético	Siemens 5SQ22	1	US\$4,85	US\$4,85
Mano de obra			US\$2.211,69	US\$2.211,69
			Total =	US\$4.423,38

Conclusiones

De acuerdo a la investigación realizada, el caudal del Río Grande posee las características necesarias para la implementación de nuestro sistema de generación de energía hidráulica.

Se obtuvieron buenos resultados de potencia, pero se pudo observar que, en mejores condiciones, es decir, con una potencia más elevada, se deberá utilizar un transformador en la salida del alternador, ya que la corriente es elevada debido a que trabajamos en corriente continua.

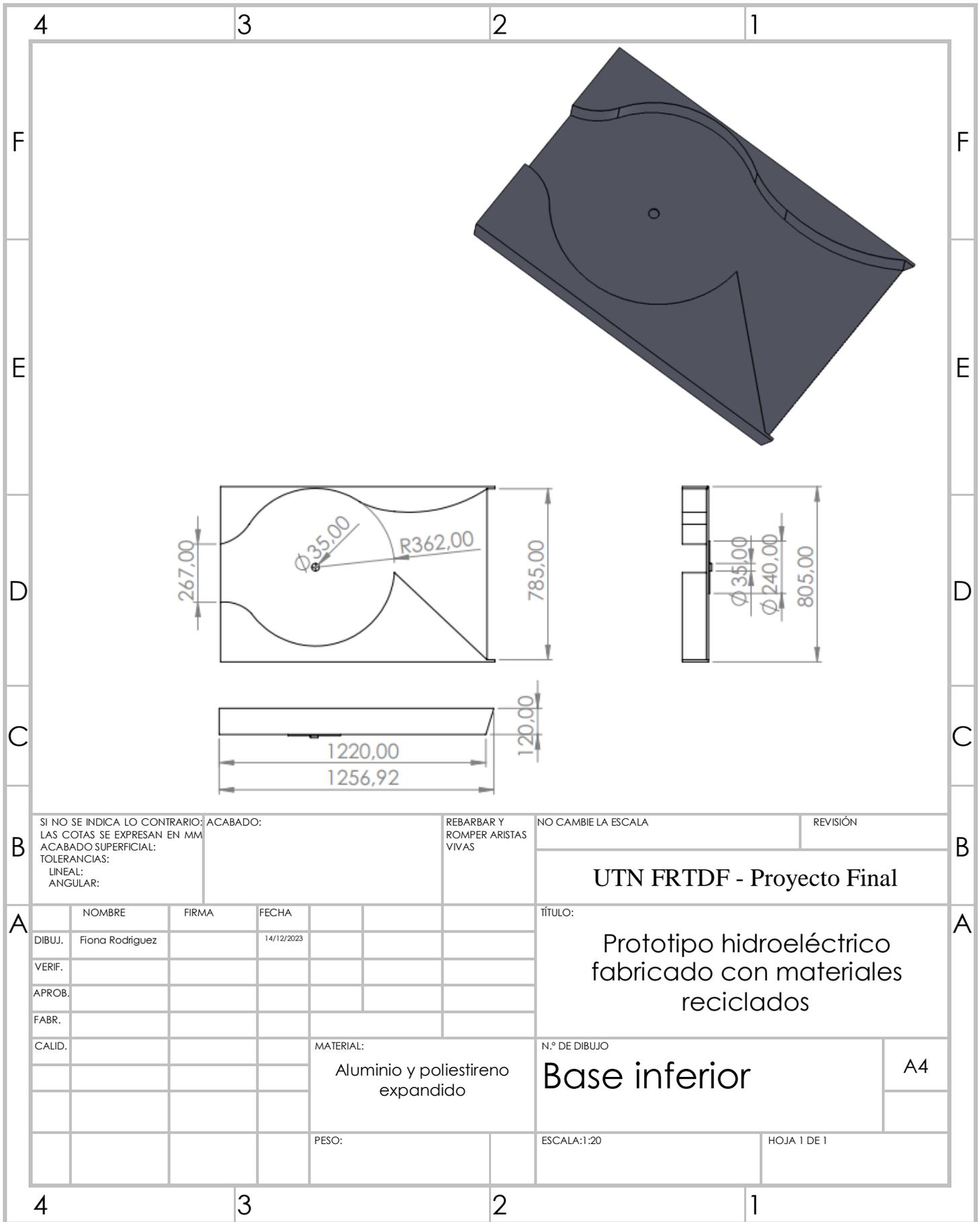
El diseño del prototipo fue diseñado con el objetivo de su utilización en cualquier río, sin la necesidad de que haya un salto de agua, por lo tanto, creemos que será una buena alternativa para los usuarios de las estancias que no se encuentran interconectados a la red eléctrica.

Se pudo determinar las características de la turbina y el prototipo en sí, las cuales se acoplan a las condiciones de la zona. Por lo tanto, obtuvimos un prototipo con el que se podrá iniciar la construcción de un sistema de generación de energía alternativo autosuficiente con bajo impacto en el ambiente y bajos índices de inversión en su construcción, así como en su mantenimiento.

La aplicabilidad del proyecto en cuestión es viable, como recurso alternativo de generación de energía eléctrica, en sectores que dispongan de una hidrografía adecuada y que por razones de infraestructura o planeación no pueden acceder al servicio de energía eléctrica.

Planos del diseño

En este apartado se presentan los documentos fundamentales que abarcan el diseño integral del prototipo hidroeléctrico. En este conjunto de planos, se detallan meticulosamente todos los aspectos relevantes y cruciales que configuran la estructura y el funcionamiento del prototipo en cuestión. Estos planos no solo proporcionan una visión global del proyecto, sino que también ofrecen información detallada sobre cada componente, como sus dimensiones y materiales con los que se realizaron. Este conjunto de planos se erige como la referencia esencial para comprender y ejecutar con precisión la construcción del prototipo hidroeléctrico, sirviendo como el mapa detallado que guiará cada fase del proceso hacia la realización exitosa de esta innovadora infraestructura energética.



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
 LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
 ACABADO SUPERFICIAL:
 TOLERANCIAS:
 LINEAL:
 ANGULAR:

ACABADO:

 REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

UTN FRTDF - Proyecto Final

TÍTULO:

Prototipo hidroeléctrico fabricado con materiales reciclados

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Fiona Rodríguez		14/12/2023
VERIF.			
APROB.			
FABR.			
CALID.			

MATERIAL:
Aluminio y poliestireno expandido

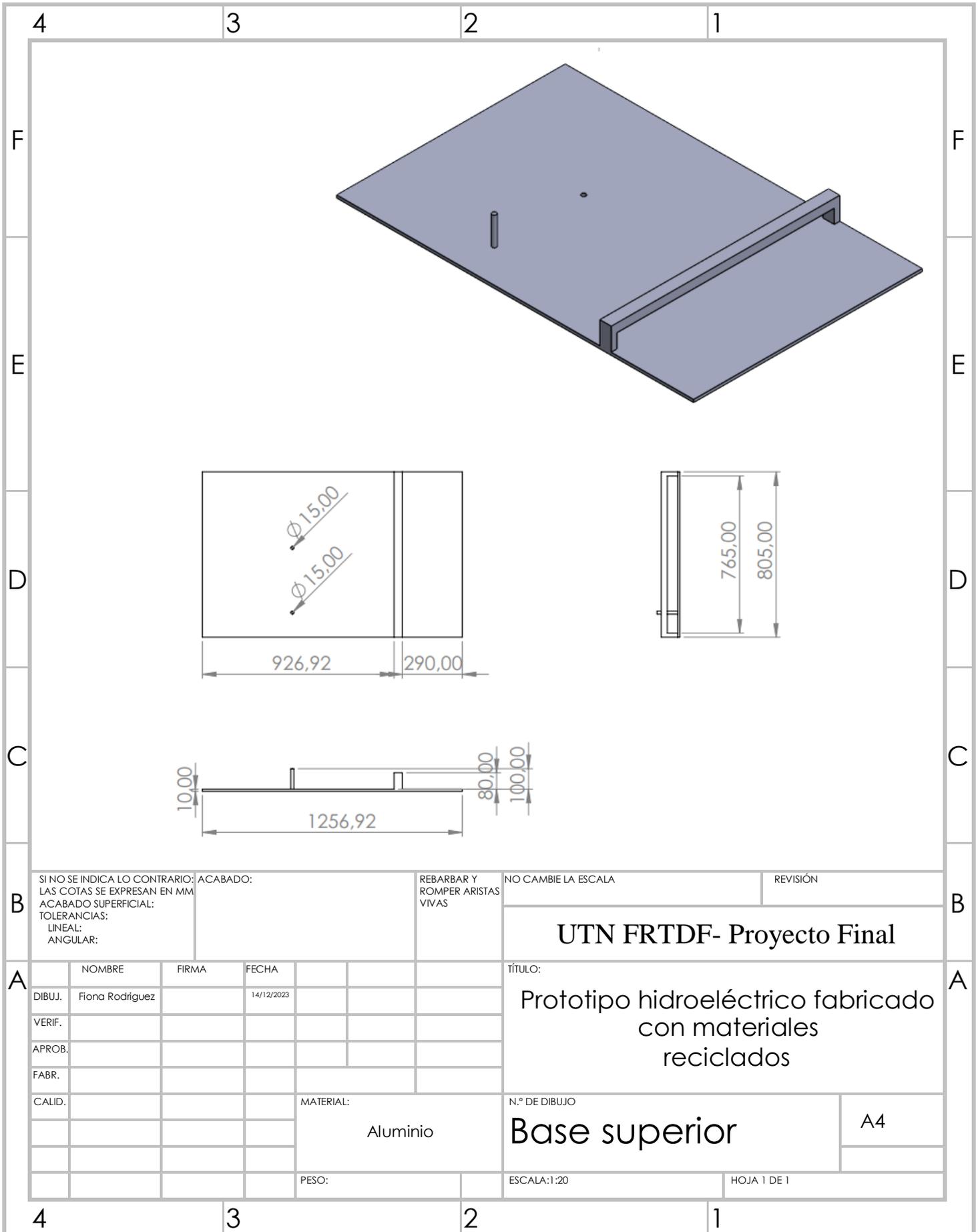
PESO:

N.º DE DIBUJO
Base inferior

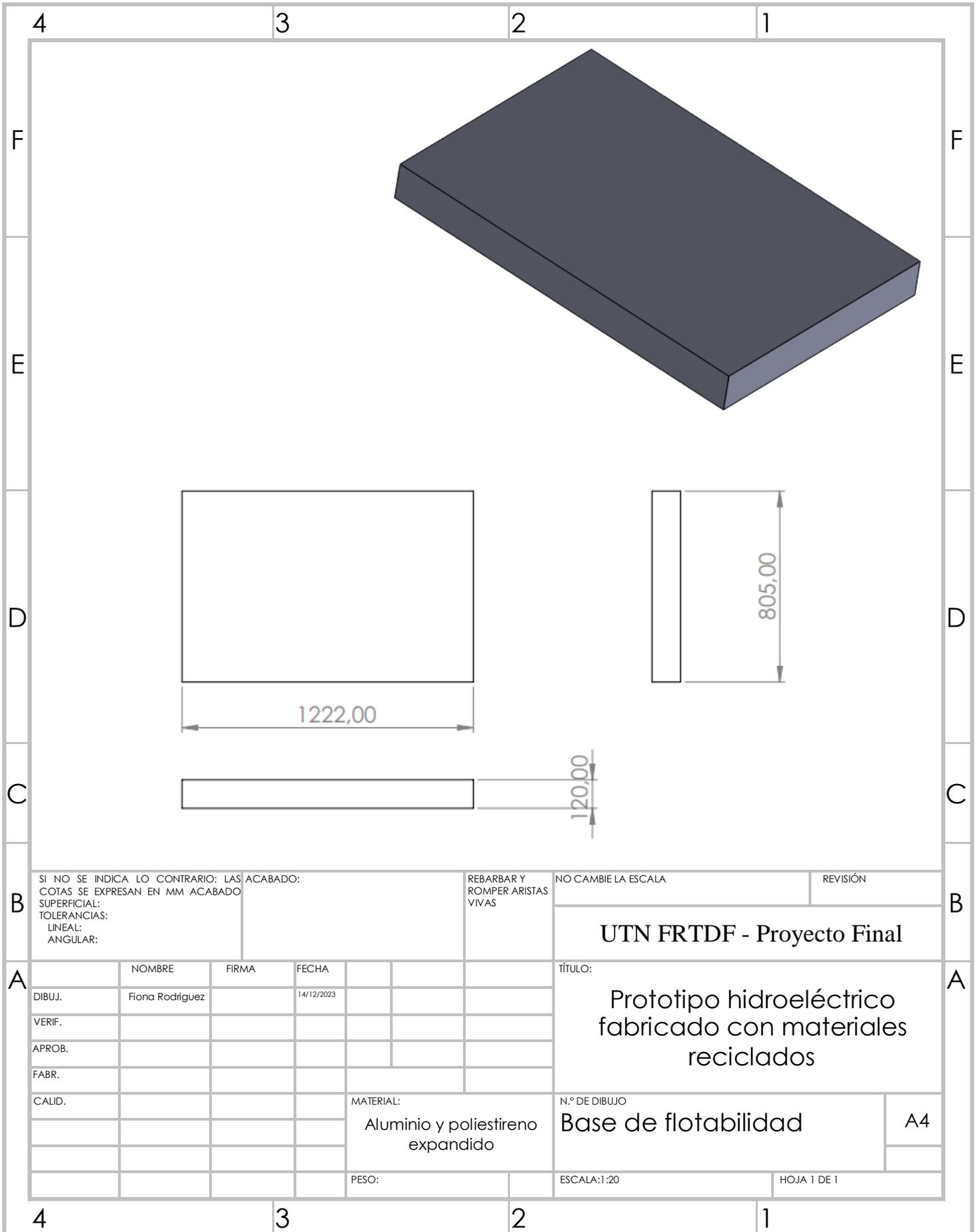
ESCALA: 1:20

HOJA 1 DE 1

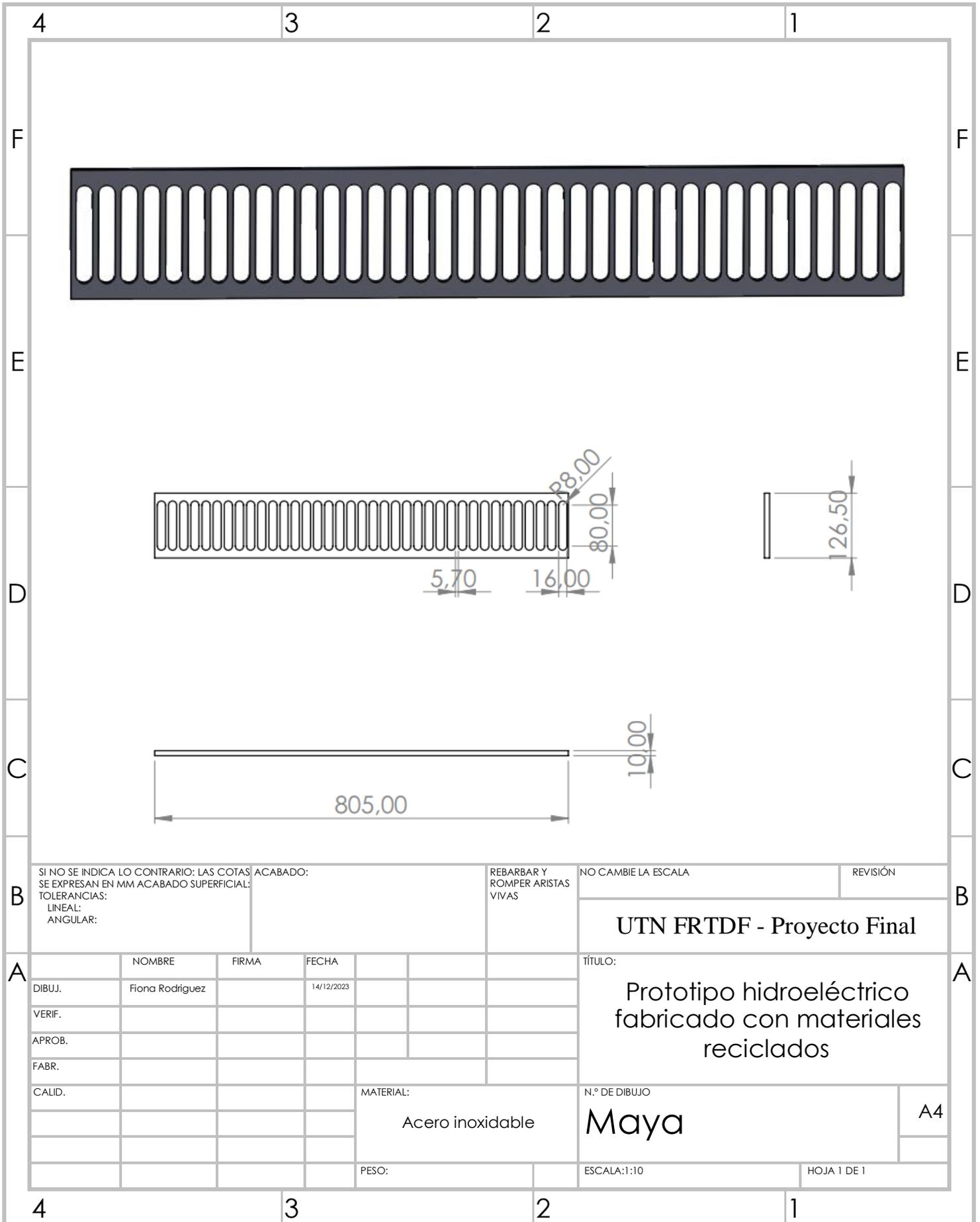
A4



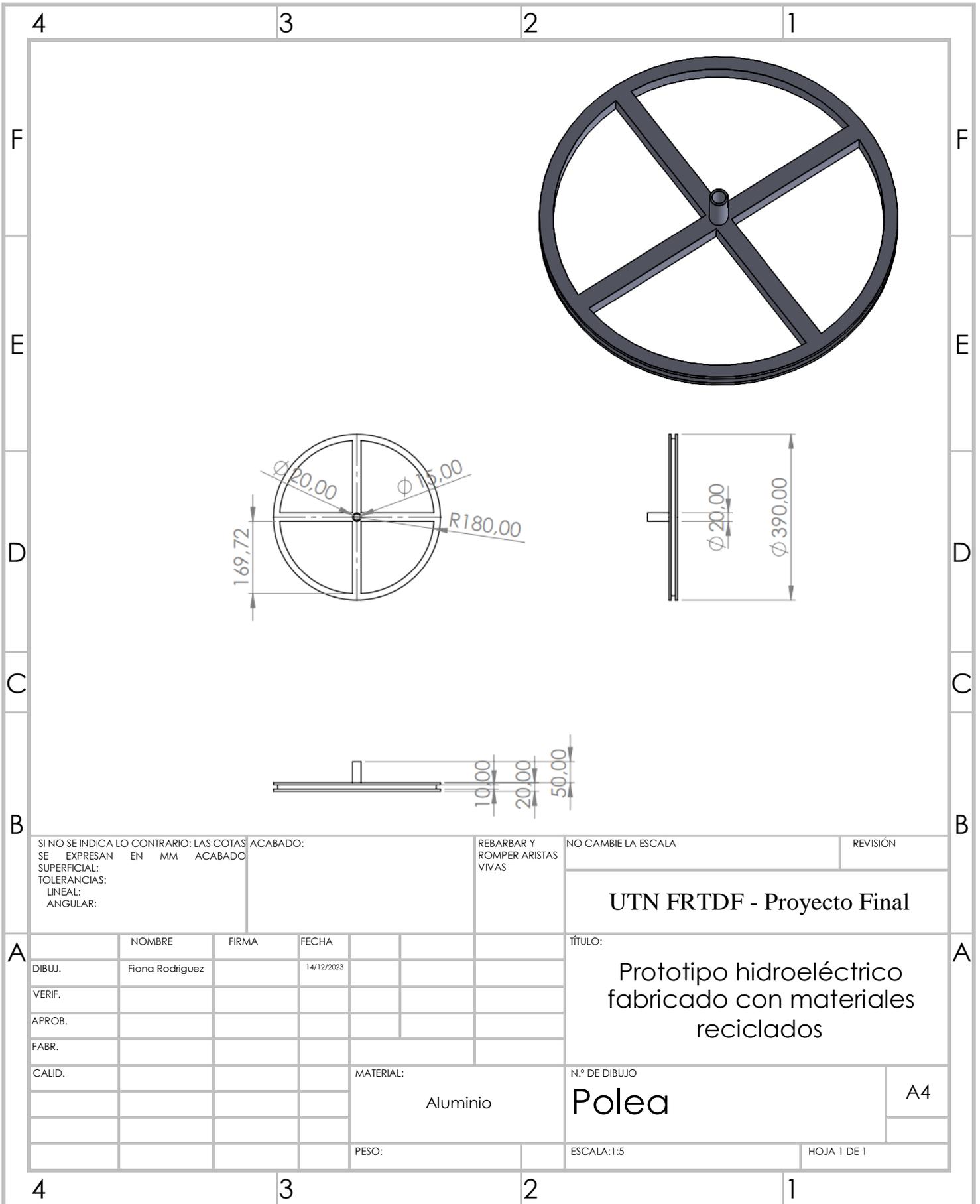
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: ACABADO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DIBUJ. Fiona Rodriguez</td> <td></td> <td>14/12/2023</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CAUID.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						NOMBRE	FIRMA	FECHA				DIBUJ. Fiona Rodriguez		14/12/2023				VERIF.						APROB.						FABR.						CAUID.						UTN FRTDF- Proyecto Final				TÍTULO:	
						NOMBRE	FIRMA	FECHA																																							
						DIBUJ. Fiona Rodriguez		14/12/2023																																							
						VERIF.																																									
						APROB.																																									
FABR.																																															
CAUID.																																															
						Prototipo hidroeléctrico fabricado con materiales reciclados																																									
						MATERIAL:		N.º DE DIBUJO																																							
						Aluminio		Base superior																																							
						PESO:		ESCALA:1:20																																							
								A4																																							
								HOJA 1 DE 1																																							



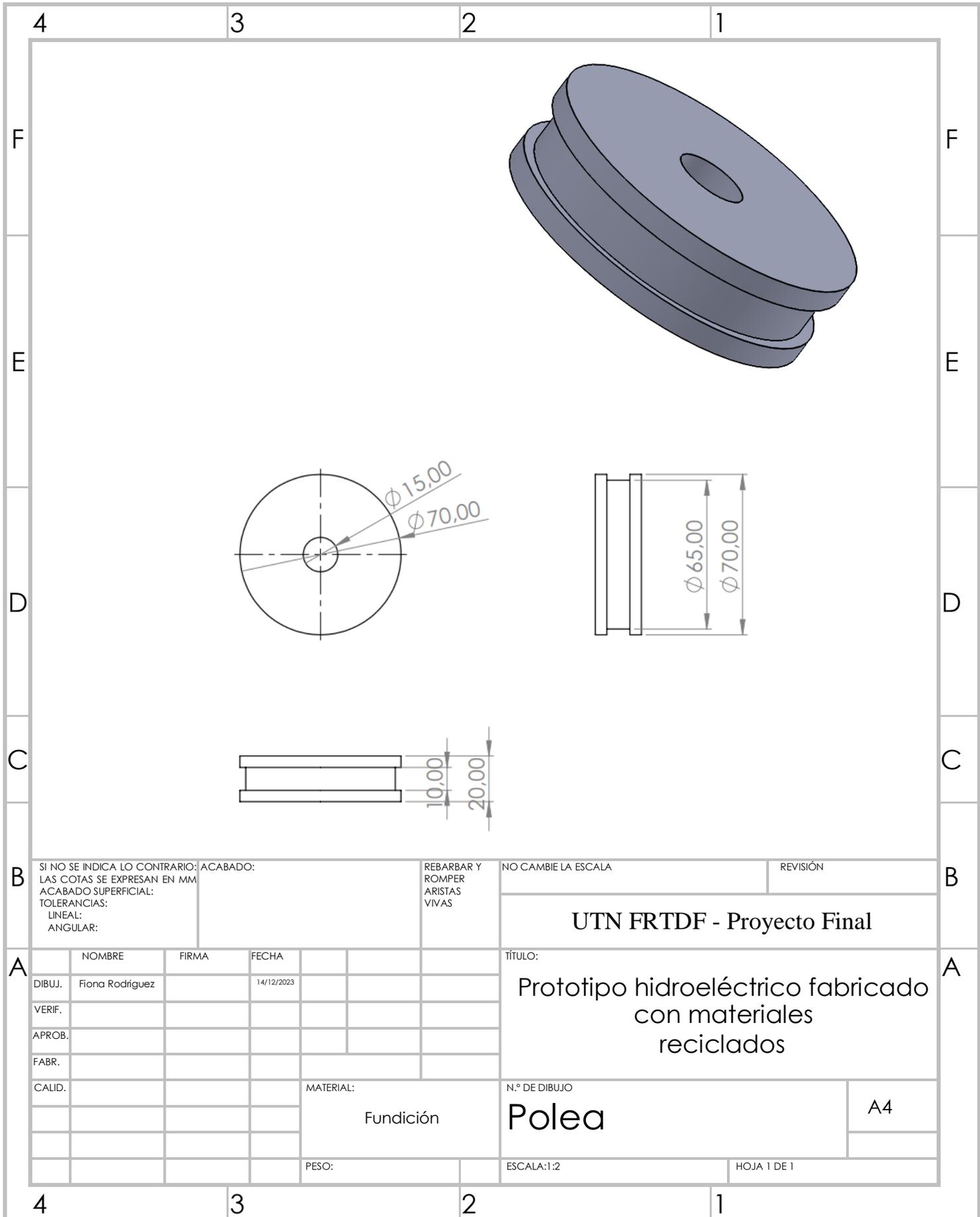
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN			
SUPERFICIAL:								UTN FRTDF - Proyecto Final					
TOLERANCIAS:													
LINEAL:								Prototipo hidroeléctrico fabricado con materiales reciclados					
ANGULAR:													
NOMBRE		FIRMA		FECHA								TÍTULO:	
DIBUJ.		Fiona Rodriguez		14/12/2023								Base de flotabilidad	
VERIF.													
APROB.								N.º DE DIBUJO					
FABR.													
CALID.								A4					
						MATERIAL:		ESCALA:1:20		HOJA 1 DE 1			
						Aluminio y poliestireno expandido							
						PESO:							



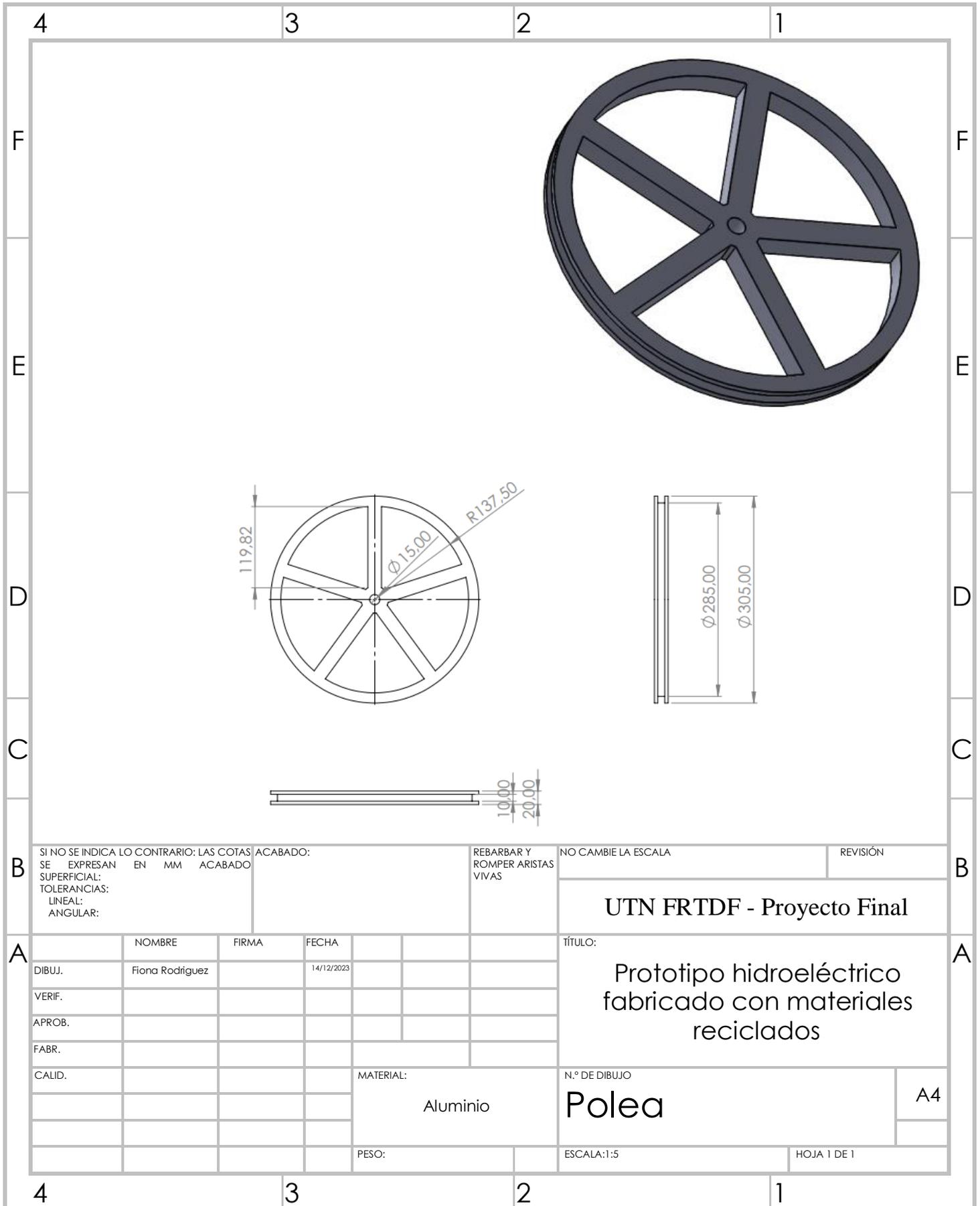
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
TOLERANCIAS:								UTN FRTDF - Proyecto Final			
LINEAL:											
ANGULAR:								Prototipo hidroeléctrico fabricado con materiales reciclados			
NOMBRE		FIRMA		FECHA		TÍTULO:					
DIBUJ.		Fiona Rodríguez		14/12/2023		Maya					
VERIF.											
APROB.											
FABR.											
CALID.						MATERIAL:		N.º DE DIBUJO		A4	
						Acero inoxidable		1			
						PESO:		ESCALA:1:10		HOJA 1 DE 1	



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO: SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
						UTN FRTDF - Proyecto Final			
DIBUJ.		FIRMA		FECHA		Prototipo hidroeléctrico fabricado con materiales reciclados			
VERIF.				14/12/2023					
APROB.									
FABR.									
CALID.				MATERIAL:		N.º DE DIBUJO		A4	
				Aluminio		Polea			
				PESO:		ESCALA: 1:5		HOJA 1 DE 1	



B	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: ACABADO:			REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
	LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM				UTN FRTDF - Proyecto Final			
A	ACABADO SUPERFICIAL:			TÍTULO: Prototipo hidroeléctrico fabricado con materiales reciclados				
	TOLERANCIAS:							
	LINEAL:							
	ANGULAR:							
	MATERIAL:							
Fundición			Polea					
PESO:			ESCALA: 1:2		HOJA 1 DE 1			



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

UTN FRTDF - Proyecto Final

TÍTULO:
Prototipo hidroeléctrico fabricado con materiales reciclados

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Fiona Rodriguez		14/12/2023
VERIF.			
APROB.			
FABR.			
CALID.			

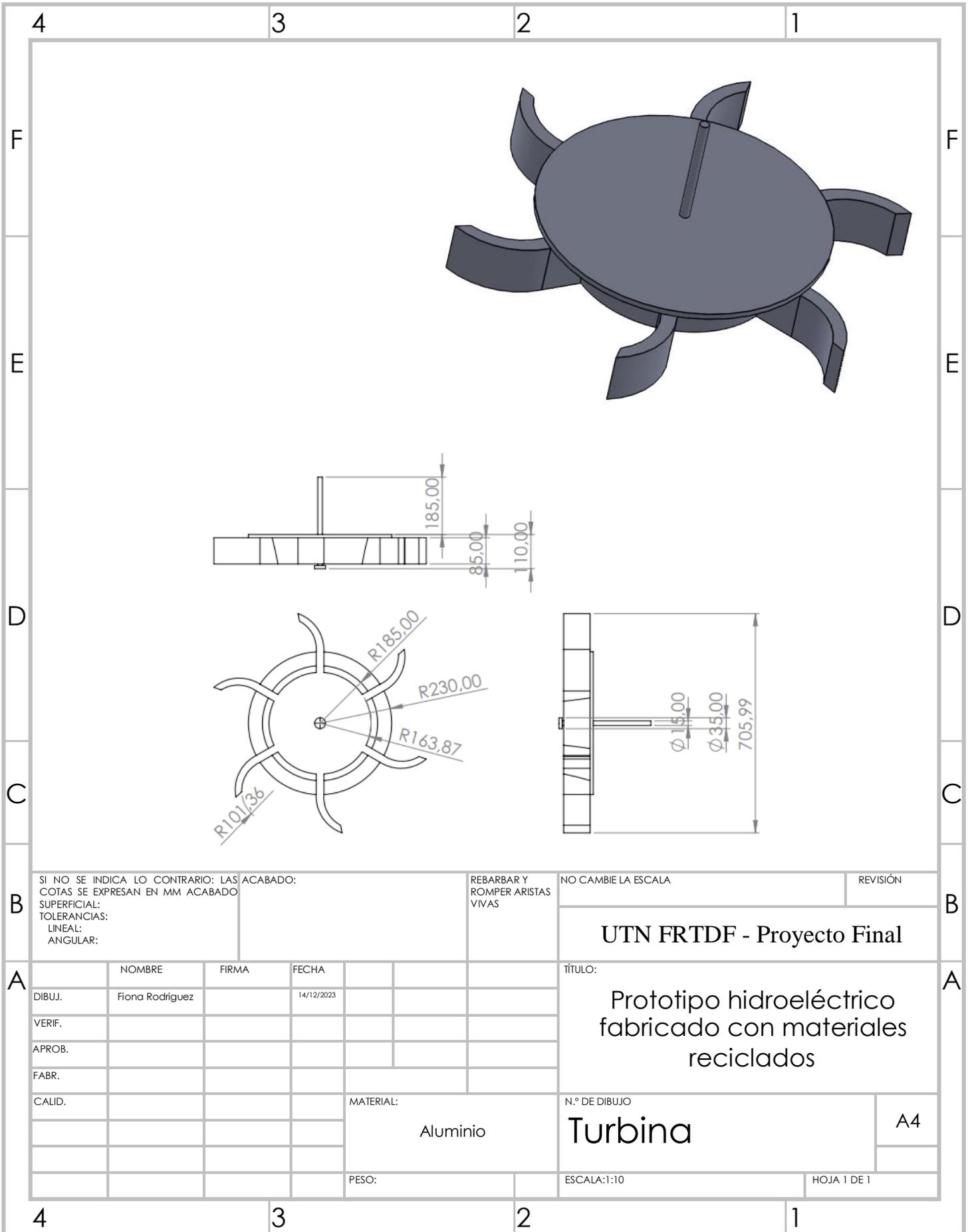
MATERIAL:
Aluminio

N.º DE DIBUJO
Polea A4

PESO:

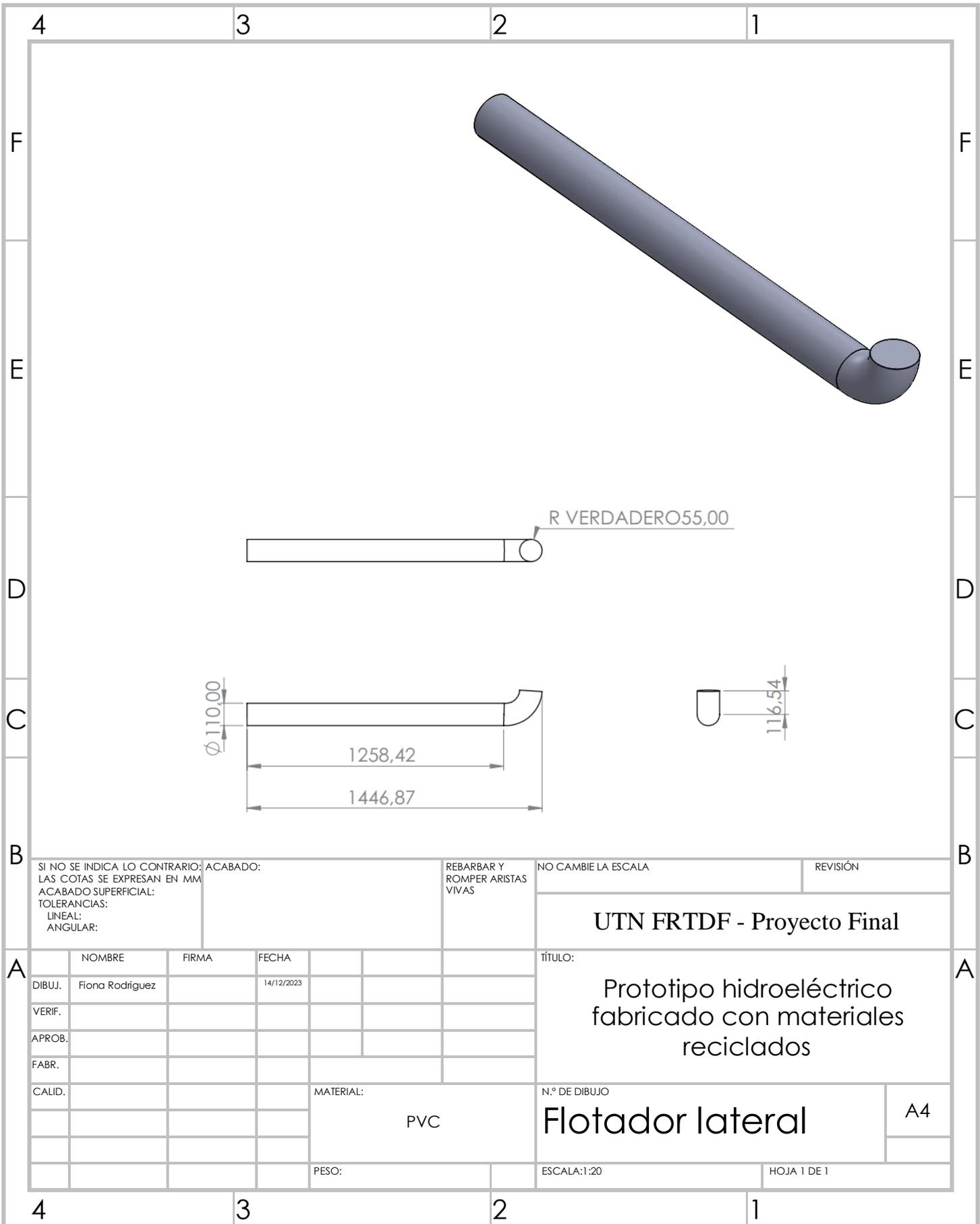
ESCALA:1:5

HOJA 1 DE 1



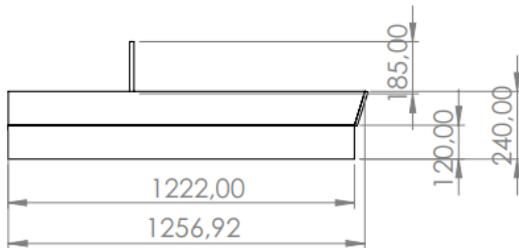
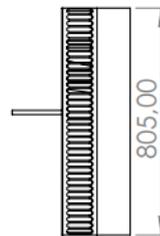
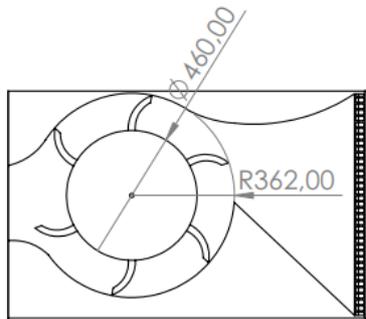
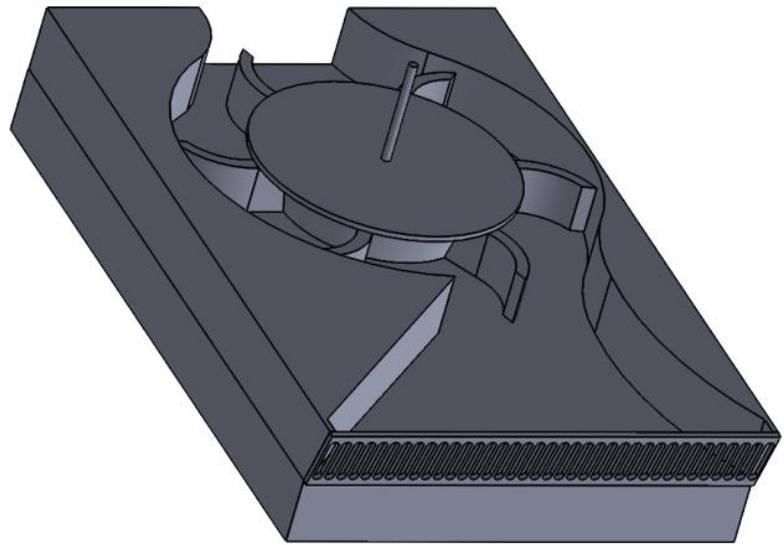
B	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
	UTN FRTDF - Proyecto Final					

A	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:		
	DIBUJ.	Fiona Rodriguez	14/12/2023	Prototipo hidroeléctrico fabricado con materiales reciclados		
	VERIF.					
	APROB.					
	FABR.					
	CALID.			MATERIAL:	N.º DE DIBUJO	A4
			Aluminio	Turbina		
			PESO:	ESCALA:1:10	HOJA 1 DE 1	



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
	UTN FRTDF - Proyecto Final			

DIBUJ. VERIF. APROB. FABR. CALID.	NOMBRE	FIRMA	FECHA	MATERIAL: PVC	TÍTULO: Prototipo hidroeléctrico fabricado con materiales reciclados	N.º DE DIBUJO Flotador lateral	A4
	Fiona Rodríguez		14/12/2023				
			PESO:	ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 1		



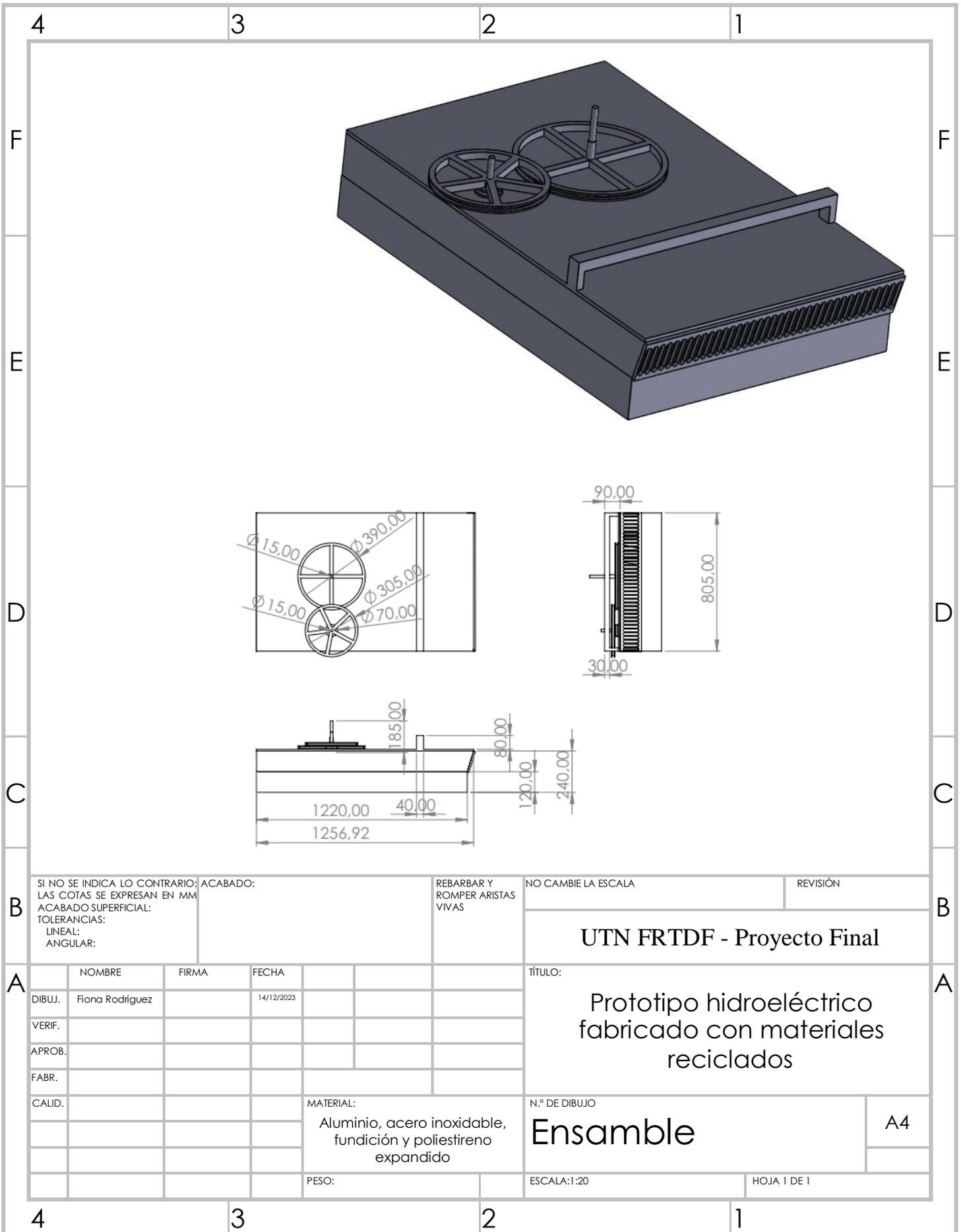
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: ACABADO: REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS NO CAMBIE LA ESCALA REVISIÓN

UTN FRTDF - Proyecto Final

NOMBRE		FIRMA		FECHA		TÍTULO:	
DIBUJ.	Fiona Rodriguez			14/12/2023		Prototipo hidroeléctrico fabricado con materiales reciclados	
VERIF.							
APROB.							
FABR.							
CALID.							

MATERIAL: Aluminio, acero inoxidable y poliestireno expandido N.º DE DIBUJO: **Ensamble** A4

PESO: ESCALA: 1:20 HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				UTN FRTDF - Proyecto Final	
NOMBRE		FIRMA	FECHA	TÍTULO:	
DIBUJ. Fiona Rodriguez			14/12/2023	Prototipo hidroeléctrico fabricado con materiales reciclados	
VERIF.					
APROB.					
FABR.					
CALID.					
MATERIAL:			N.º DE DIBUJO		
Aluminio, acero inoxidable, fundición y poliestireno expandido			Ensamble		
PESO:			ESCALA:1:20		
			HOJA 1 DE 1		

Bibliografía

- <https://4xquad.net/wp-content/uploads/2020/11/CORREA-TRAPEZOIDAL-VARIADOR-ORIGEN.jpg>. (s.f.).
- https://automantenimiento.net/mecanica/calculos-de-las-transmisiones-por-correas/#google_vignette. (s.f.).
- <https://blogs.ugto.mx/rea/clase-digital-5-turbinas-hidraulicas-seleccion-y-aplicacion/>. (s.f.).
- https://energyeducation.ca/Enciclopedia_de_Energia/index.php/Turbina. (s.f.).
- <https://es.scribd.com/document/455509913/Apunte-1-Hidro-pdf>. (s.f.).
- <https://i.ytimg.com/vi/qxEVOpQgY5w/maxresdefault.jpg>. (s.f.).
- https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/61G1Hu7ueWL._AC_SL1500_.jpg. (s.f.).
- https://ocw.ehu.es/pluginfile.php/40262/mod_resource/content/1/maquinas_fluidos/tema-5-introduccion-a-las-turbinas-hidraulicas.pdf. (s.f.).
- https://ocw.ehu.es/pluginfile.php/40262/mod_resource/content/1/maquinas_fluidos/tema-5-introduccion-a-las-turbinas-hidraulicas.pdf. (s.f.).
- <https://qph.fs.quoracdn.net/main-qimg-f540a97285a286838faf280cedf1bd30>. (s.f.).
- <https://tecnoturbines.com/blog/calcular-la-potencia-de-una-turbina-2>. (s.f.).
- https://th.bing.com/th/id/R.06914543b9f0ba5b6008816af0b90be8?rik=ZoRGzLe%2fIYrMjA&riu=http%3a%2f%2f1.bp.blogspot.com%2f_YkbSKuRP3f8%2fSgiFvs1Ynvi%2fAAAAAAs%2fXeHXNn1t8KA%2fs320%2f220px-Polispasto%2f5b1%5d.jpg&ehk=zOk7FMrkgW2IlmK2uKnDevZU%2beSYByBa%2bnT. (s.f.).
- <https://www.ajtransmisiones.com/blog/sistema-de-poleas-y-correas>. (s.f.).
- <https://www.areatecnologia.com/mecanismos/turbinas-hidraulicas.html>. (s.f.).
- https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=M37IFFFS&id=A24B9B4D93BD63BC5201229648B76ADB8F5C43B9&thid=OIP.M37IFFFS5eKhz_JiXha4fwAAAA&mediaurl=https%3A%2F%2Fth.bing.com%2Fth%2Fid%2FR.337ee5145152e5e2a1cff2625e16b87f%3Frik%3DUncj9tqt0iWlg%26riu%3. (s.f.).
- <https://www.dinamica.net/wp-content/uploads/Correas-Troqueladas-Perfil-Estrecho-SIT-NEXT%C2%AE-y-Poleas-1024x597.jpg>. (s.f.).
- <https://www.efinox.com/cache/images/product/6d1696bee7835dd96f75f90fc20b01bf-correa-redonda-poliuretano-4mm-l-435mm-verde-71684.jpg>. (s.f.).
- https://www.eurekaparts.com/367932-thickbox_default/polea-para-correa-trapezoidal-con-rodamiento.jpg. (s.f.).
- <https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/como-calcular-los-diametros-y-velocidades-de-las-poleas/>. (s.f.).
- <https://www.youtube.com/watch?v=BFdPmdNgJm4>. (s.f.).