



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

CREACIÓN DE UNA APLICACIÓN GRÁFICA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE UNA BOMBA CENTRÍFUGA CON USO DOCENTE

Alumno: Jairo Luengo Fernández

Tutor: Prof. D. Mario Miró Barnés
Depto.: Ingeniería Mecánica y Minera

Septiembre, 2022



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica de Linares
Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera

Don Mario Miró Barnés, como tutor del Trabajo Fin de Grado titulado: Creación de una aplicación gráfica para la caracterización de una bomba centrífuga con uso docente, autoriza su presentación para la defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Linares.

Linares, Septiembre de 2022

Una firma manuscrita en tinta azul, que parece ser "M. Miró", rodeada por unos trazos circulares y rectos que la enmarcan.

Firma del autor

Firma del Tutor

Prólogo

En el desarrollo de este TFG se pretende dar una solución directa al análisis y representación de los datos obtenidos de un banco de ensayos con una bomba centrífuga como elemento principal.

Los datos extraídos del banco de ensayo se obtenían mediante el software "*EdibonScada*", una solución cerrada que no recoge la representación y/o monitorización de los valores en tiempo real. Por ello, se planteó la idea de crear una interfaz de usuario sencilla que permita representar los valores obtenidos del banco de ensayo, tal y como son exportados de la solución cerrada, facilitando al usuario (generalmente, alumnado) la interpretación y caracterización de las bombas centrífugas sin la necesidad de que todos esos datos hayan sido tratados por ellos previamente.

Además, la memoria de este proyecto de fin de carrera recoge una profunda descripción de las turbomáquinas, en general, y de los dispositivos elevadores de fluido, en particular; realizando una breve comparación para la fabricación de los distintos tipos de impulsores de una bomba centrífuga entre los métodos de manufactura substractiva tradicionales frente a los métodos recién incorporados de fabricación aditiva.

Por último, se ofrece el planteamiento para el desarrollo de una solución abierta que permita aunar la recogida de datos de los sensores del banco de ensayos y su representación o monitorización en vivo, sin la necesidad de realizar el proceso intermedio de exportación e importación de datos del software "*EdibonScada*".^a la interfaz de usuario.

Prólogo	I
1. Introducción	3
1.1. Introducción	3
1.2. Objetivos	4
2. Contexto Teórico	7
2.1. Turbomáquinas y Clasificación	7
2.1.1. Según la variación en la densidad de flujo	7
2.1.2. Según el principio de funcionamiento	10
2.1.3. Según la dirección del flujo de energía	11
2.1.4. Otras máquinas de fluido	12
2.2. Clasificación de Bombas [Máquinas elevadoras de fluidos]	13
2.2.1. Bombas gravimétricas	14
2.2.2. Bombas volumétricas	15
2.2.3. Bombas rotodinámicas	17
2.2.4. Velocidad Específica	23
2.3. Aplicaciones gráficas en Matlab	24
2.3.1. El entorno App Designer	24
2.3.2. Estructura App Designer	29
2.3.3. Matlab Compiler	29
3. Metodología	33
3.1. Arquitectura del programa	33
3.1.1. Organización de Iconos y Ventana gráfica	35
3.1.2. Importar Datos	37
3.1.3. Representación de Curvas Dimensionales	39
3.1.4. Representación de Curvas Adimensionales	41
3.1.5. Representación de Curvas Manuales	46

3.1.6. Conversor de Unidades	49
3.1.7. Manuales de referencia y 3d Viewer	51
3.2. Descripción y procedimiento del banco de ensayo	53
3.2.1. Descripción del banco de ensayo	53
3.2.2. Especificación de los sensores	57
3.2.3. Procedimiento de Toma de Datos	58
4. Análisis y resultados	63
4.1. Curvas Dimensionales	63
4.2. Curvas Adimensionales	66
4.2.1. Teorema II de Buckingham	66
4.2.2. Semejanza de Bombas	69
5. Conclusiones	73
5.1. Futuras mejoras del TFG	73
5.2. Fabricación aditiva Robótica	75
Bibliografía	76
Anexos	80
A. Scripts Esenciales	83
A.1. Función tratamiento de datos	83
A.2. Tabla de Datos Manuales	84
B. Código Completo del Programa	85

ÍNDICE DE FIGURAS

2.1. Turbomáquinas	7
2.2. Sección Funcionamiento Turbina de Gas	8
2.3. Render Turbina Vapors	9
2.4. Esquema funcionamiento Tornillo de Arquímedes	9
2.5. Esquema Conservación Momento Cinético	10
2.6. Funcionamiento de máquinas de desplazamiento positivo	11
2.7. Bomba Multietapa	12
2.8. Sección Turbocompresor	12
2.9. Esquema máquinas elaboradora de fluidos	13
2.10. Esquema Noria	14
2.11. Bombas volumétricas alternativas	15
2.12. Bomba Lobular II Fuente: [10]	16
2.13. Bomba Engranajes Fuente: [10]	16
2.14. Esquema Bomba peristáltica	17
2.15. Esquema Bomba Paletas	17
2.16. Sección bomba Hélice	18
2.17. Sección renderizada Bomba Centrífuga	19
2.18. Esquema Bomba Centrífuga	19
2.19. Tipos de rodets	20
2.20. Contorno de Presiones	21
2.21. Sello Mecánico	22
2.22. Voluta	22
2.23. App Designer	25
2.24. App Designer Blank App	25
2.25. Zonas de Trabajo Principal Fuente: Elaboración propia	26
2.26. Interfaz	26
2.27. Lista de elementos	27

2.28. Zonas útiles Design view Fuente: Elaboración propia	28
2.29. Ejecutable	29
3.1. Estructura Interfaz	34
3.2. Explicación Estructura Programa	34
3.3. Mensaje ayuda	35
3.4. Funcionalidad Iconos	35
3.5. DAT Files	37
3.6. Importar archivos desde el programa Fuente: Elaboración propia	38
3.7. Representación de Curvas Dimensionales	39
3.8. Representación de Curvas Dimensionales	40
3.9. Opciones de Interacción de las gráficas	40
3.10. Icono Adimensional	41
3.11. Icono descripción banco ensayos I	42
3.12. Introducir valores	43
3.13. Representación de Curvas Adimensionales	45
3.14. Icono Curvas Manuales	46
3.15. Opción Curvas Manuales	46
3.16. Opción Curvas Manuales	47
3.17. Icono conversor de unidades	49
3.18. Pantalla Conversor de unidades	49
3.19. Icono Visor 3D	51
3.20. Icono Ayuda	51
3.21. Ventana 3d	52
3.22. Ventana Documentación	52
3.23. Banco de ensayo empleado para el análisis	53
3.24. Descripción del banco de Ensayos I Fuente: Elaboración propia	54
3.25. Sección Válvula Diafragma	55
3.26. Descripción del banco de Ensayos II Fuente: Elaboración propia	56
3.27. Esquema Instalación	56
4.1. Curva Dimensional. Altura manométrica vs Caudal	64
4.2. Curva Dimensional. Potencia Eje vs Caudal	64
4.3. Curva Dimensional. Potencia Útil vs Caudal	65
4.4. Curva Dimensional. Rendimiento vs Caudal	65
4.5. Curva Adimensional. Altura manométrica vs Caudal	67
4.6. Curva Adimensional. Potencia Útil vs Caudal	67
4.7. Curva Adimensional. Potencia Eje vs Caudal	68
4.8. Curva Adimensional. Rendimiento vs Caudal	68

5.1. Esquema Protocolo Modbus	74
5.2. Software	74
5.3. Mecanizado Semiopen Impeller	75
5.4. Impulsor célula robótica	76
5.5. Impulsor by Meltio	76

Introducción

1.1. Introducción

Como es bien sabido, todas las grandes civilizaciones de la antigüedad se asentaban en zonas cercanas a fuentes de agua; dado que el agua era uno de los motores principales para su desarrollo. Sin embargo, para aquellas civilizaciones que no contaban de una fuente natural de agua cercana, ¿De que forma llevaban el agua hasta allí? Cualquier respuesta a esta cuestión implica una transformación de energía.

Como solución a esta pregunta; seguramente, en los primeros inicios, la cargarían a pie. Posteriormente haríamos uso de los animales para transportarlos; sin embargo, el mayor avance de transporte de caudal se produjo con la llegada de la rueda.

En la actualidad, todavía se siguen implementando mejoras para la solución de la misma pregunta, aunque si se tuviese que escoger un dispositivo por excelencia para transportar un determinado caudal desde una zona de menor cota a otra de mayor altura, esa es la **Bomba Centrífuga**.

Sin embargo, en ocasiones, resulta bastante complejo decidir que Bomba centrífuga es la adecuada para la instalación de estudio. A veces, no se tiene una idea clara de extrapolar la potencia de la bomba en términos de altura a un caudal determinado. Para facilitar este proceso de elección, están las curvas características de la bomba en particular, que permiten analizar y comparar el régimen de funcionamiento de cada una de las bombas en función del caudal que se le suministre; analizando parámetros tan importantes como, altura manométrica, potencia útil, rendimiento hidráulico o potencia consumida.

Por tanto, en este Trabajo de Fin de Grado, se realizará un interfaz gráfica que permita a cualquier usuario representar y estudiar las curvas características obtenidas de una bomba de ensayo. El de-

sarrollo de la interfaz, se realizará con el empleo de Matlab, especialmente, su entorno de desarrollo de aplicaciones, App Designer, dada la familiaridad de la Universidad de Jaén y Escuela Politécnica Superior de Linares con el software.

Además, a lo largo de esta memoria, se efectuará una breve explicación de las turbomáquinas, haciendo especial hincapié en las máquinas elevadoras de fluido, se detallará como es el entorno de desarrollo usado, la arquitectura empleada para el desarrollo de la interfaz de usuario, así como las posibles mejoras del TFG en sí y un pequeña pincelada a una nueva forma de manufactura de los impulsores o rodets de las bombas centrífugas.

1.2. Objetivos

El principal objetivo de este trabajo de fin de grado es elaborar una interfaz de usuario de modo que cualquier persona que intente definir las curvas características de una bomba a partir de los parámetros obtenidos de un banco de ensayo, sean capaces de replicarlas, con la mayor facilidad posible.

Para ello, siempre se ha mantenido el objetivo, durante todo el desarrollo del programa, de crear una interfaz intuitiva, donde no se requieran conocimientos previos de programación para poder usarla y que sea disponible para cualquier persona que disponga de tan solo un ordenador.

Por último, la interfaz tiene una clara intención educativa, siendo una herramienta válida para que todos aquellos alumnos que hayan cursado asignaturas de máquinas de fluidos comprueben que los datos obtenidos desde un punto teórico se asemejan con bastante certeza a lo que ocurre en la realidad

Contexto Teórico

2.1. Turbomáquinas y Clasificación

Se conoce como turbomáquinas, a todos aquellos dispositivos cuyo principio fundamental es transformar un tipo de energía de entrada en otro completamente provechoso a la salida.



Figura 2.1: Turbomáquinas

Fuente: [1]

Las turbomáquinas conforman un gran grupo de dispositivos, por lo que pueden ser ordenadas atendiendo a distintos criterios de clasificación completamente distintos. Entre los criterios de clasificación más empleados y habituales destaca el siguiente.

- Según la variación en la densidad de flujo
- Según el principio de funcionamiento
- Según la dirección de flujo de energía

2.1.1. Según la variación en la densidad de flujo

Esta categoría es la clasificación primaria de toda turbomáquina y permite discernir entre *turbomáquina hidráulica* y *turbomáquina térmica*.

2.1.1.1. *Turbomáquinas Térmicas*

Las turbomáquinas térmicas producen una modificación en la cantidad de movimiento del fluido; así como una sensible alteración en la densidad de flujo.

Entre las turbomáquinas térmicas destacan la turbina de gas o turbina de vapor o los motores de combustión interna alternativos.

Las turbinas de gas, implementadas en aeronaves, trenes, barcos generadores eléctricos, recogen un funcionamiento relativamente sencillo. Un compresor recoge el aire de la atmósfera llevándolo a alta presión. Una vez elevada la presión del fluido se mezcla con el combustible y se procede a la combustión de la mezcla generando un fluido a alta temperatura y presión. El proceso global es fácil de entender; sin embargo, su correcta aplicación requiere de grandes conocimientos de ingeniería térmica y tecnología de los materiales.

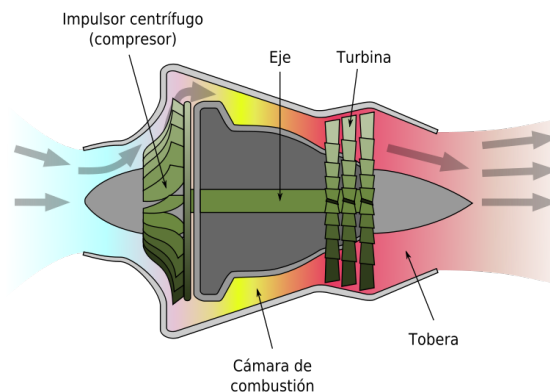


Figura 2.2: Sección Funcionamiento Turbina de Gas

Fuente: [2]

Por otro lado, la turbina de vapor, es una turbomáquina motora (clasificación que se atenderá en profundidad posteriormente) donde el fluido se calienta en una cámara de combustión o caldera que no forma parte de la estructura. El vapor a alta presión y temperatura, pasa por una tobera que lo lleva hasta la turbina, girando las paletas y su eje.

2.1.1.2. *Turbomáquinas hidráulicas*

Son aquellas máquinas de fluido en las que en sus análisis y estudios puede suponerse la hipótesis de incompresibilidad, es decir, podemos considerar constante la densidad de flujo al atravesar la máquina, dado que las alteraciones dadas son despreciables. Bombas, ventiladores o turbinas hidráulicas son algunos de los ejemplos de máquinas que forman parte de este amplio grupo.

Estas máquinas de fluido o turbomáquinas hidráulicas reciben o entregan una cantidad de energía del o al fluido, respectivamente. Estos dispositivos tienen una clara repercusión en la gestión y pro-

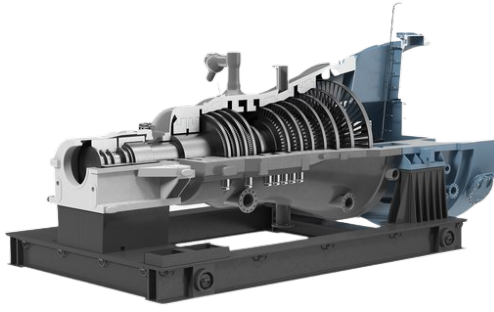


Figura 2.3: Render Turbina Vapor

Fuente: [3]

ducción de la energía, principalmente eléctrica, como es el caso de un aerogenerador tripala encargado de transformar la energía eólica en energía eléctrica o una turbina hidráulica, encargada de convertir la energía mecánica en energía eléctrica.

Sin embargo, las máquinas hidráulicas han sido objeto de uso durante un largo periodo de tiempo, la rueda hidráulica o el tornillo de Arquímedes son claros ejemplos de máquinas de fluido, cuyo principal objetivo era bombear agua a en las minas o regar el cultivo en el antiguo Egipto y antigua Roma.

Arquímedes de Alejandría (287 - 212 a.C.), considerado uno de los pensadores más influyentes de esta época y conocido por sus grandes aportaciones a la hidroestática y estática, entre otras ciencias, es el padre e inventor del Tornillo de Arquímedes, dando solución a uno de los mayores problemas de la época, consiguiendo elevar el fluido, mediante su compresión a causa de la energía mecánica aportada por la manivela.

$$k = -\frac{1}{V} \frac{dV}{dp} = \frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dp} \Rightarrow d\rho = \rho k dp \quad (2.1)$$

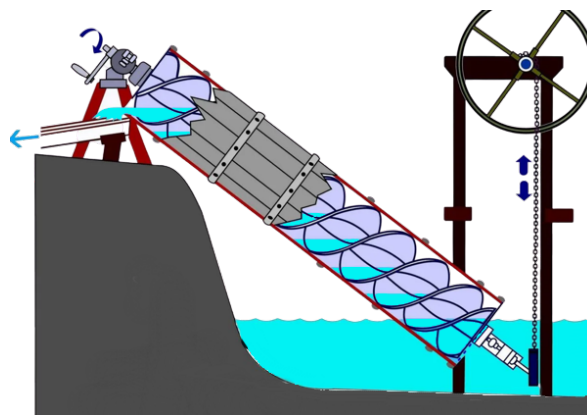


Figura 2.4: Esquema funcionamiento Tornillo de Arquímedes

Fuente: [4]

De la fórmula anterior se deduce que el coeficiente de compresibilidad k es directamente proporcional a la densidad, compresibilidad del fluido y diferencia de presión.

2.1.2. Según el principio de funcionamiento

Atendiendo al principio de funcionamiento, se distinguen en *máquinas gravimétricas*, *turbomáquinas* y *máquinas de desplazamiento positivo*

2.1.2.1. Máquinas gravimétricas

Se recogen en este grupo aquellas máquinas en las que la energía potencial es la encargada de producir el intercambio energético entre el fluido y la máquina. El anteriormente mencionado, Tornillo de Arquímedes, es un claro ejemplo de máquina gravimétrica.

2.1.2.2. Turbomáquinas

Se denominan Turbomáquinas aquellas máquinas donde la cantidad de movimiento del fluido se ve alterada mediante la acción de su elemento principal, el rodete. Estas máquinas basan su principio de funcionamiento en las Ecuaciones de Euler o en el Teorema Conservación del momento Cinético. [5]

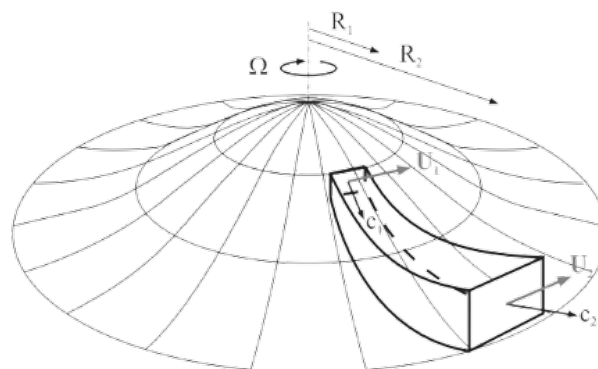


Figura 2.5: Esquema Conservación Momento Cinético

Fuente: [6]

2.1.2.3. Máquinas de desplazamiento positivo

Este tipo de máquinas, también conocidas como *Máquinas Volumétricas*, llevan a cabo una alteración del volumen de la cámara donde está presente el fluido, derivando en el movimiento del mismo. Entre los ejemplos más cotidianos se pueden destacar el uso de una jeringa o cualquier proceso donde se produce la inmersión de un sólido sobre un recipiente que contiene un determinado fluido.

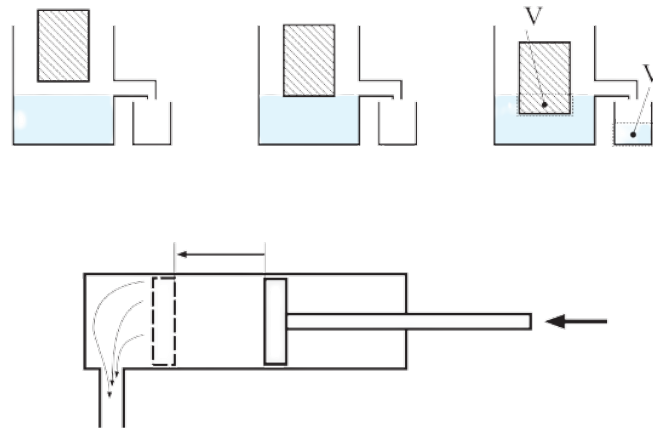


Figura 2.6: Funcionamiento de máquinas de desplazamiento positivo

Fuente: [6]

2.1.3. Según la dirección del flujo de energía

Atendiendo a una clasificación en función de la dirección del flujo de energía, se puede discernir en *máquinas generadoras* o *máquinas motoras*.

2.1.3.1. Máquinas generadoras

Son máquinas encargadas de absorber energía mecánica, entregándose al fluido que atraviesa incrementando su presión.

Se pueden incluir en este grupo los compresores, ventiladores, bombas o soplates.

2.1.3.2. Máquinas motoras

En el lado opuesto, se encuentran las máquinas generadoras, encargadas de extraer la energía del fluido y entregar la energía mecánica a un dispositivo, como un alternador, que la transforma en energía eléctrica.

Dentro del gran grupo de las máquinas motoras destacan las turbinas, cilindros neumáticos e hidráulicos o aerogeneradores.

2.1.4. Otras máquinas de fluido

Existen máquinas que no tan solo están constituidas por un elemento simple (motor / generador) de los grupos mencionados anteriormente. Estas máquinas, que contienen más de un elemento simple, se engloban bajo este criterio. Podemos discernir entre:

- Las **Máquinas multietapa o de múltiples escalonamientos** son aquellos dispositivos que contienen más de un elemento simple del mismo tipo, ya sea, generador o motor, dispuestos en serie en el mismo eje, con el objetivo de aumentar la altura útil de la máquina aplicando el mismo caudal.

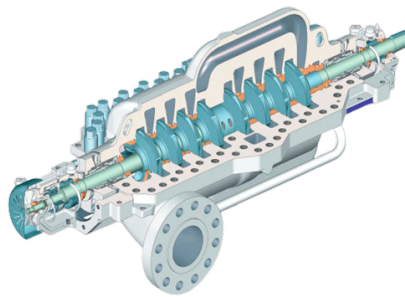


Figura 2.7: Bomba Multietapa

Fuente: [7]

- Se incluyen en estén grupo las **máquinas compuestas** donde se incluyes los dos elementos simples, motor y generador. El principal objetivo de estas máquinas es el de transferir potencia entre dos ejes contando con el paso de un fluido intermedio. Como principal ejemplo de estas máquinas compuestas se encuentran las transmisiones hidráulicas y los turbocompresores.



Figura 2.8: Sección Turbocompresor

Fuente: [8]

- Por últimos, se mencionarán las **máquinas reversibles**. Pertencen a este grupo todos los dispositivos que pueden funcionar tanto como generador, como de motor. Todos los dispositivos de desplazamiento positivo son, normalmente, reversibles.

2.2. Clasificación de Bombas [Máquinas elevadoras de fluidos]

Dentro de los criterios de clasificación mencionados en el apartado anterior, es necesario explicar y definir con más detalle, el dispositivo principal del ensayo por el que tienen sentido la realización de este TFG, las máquinas elevadoras de fluidos, comúnmente conocidas como, bombas.

Al igual que en la clasificación de turbomáquinas, grupo que engloba a las bombas, existen distintos criterios de clasificación dentro de los distintos subgrupos de las turbomáquinas, en este caso, máquinas elevadoras de fluido; sin embargo, en el desarrollo de esta memoria, se hará uso del comúnmente utilizado en el ámbito industrial.

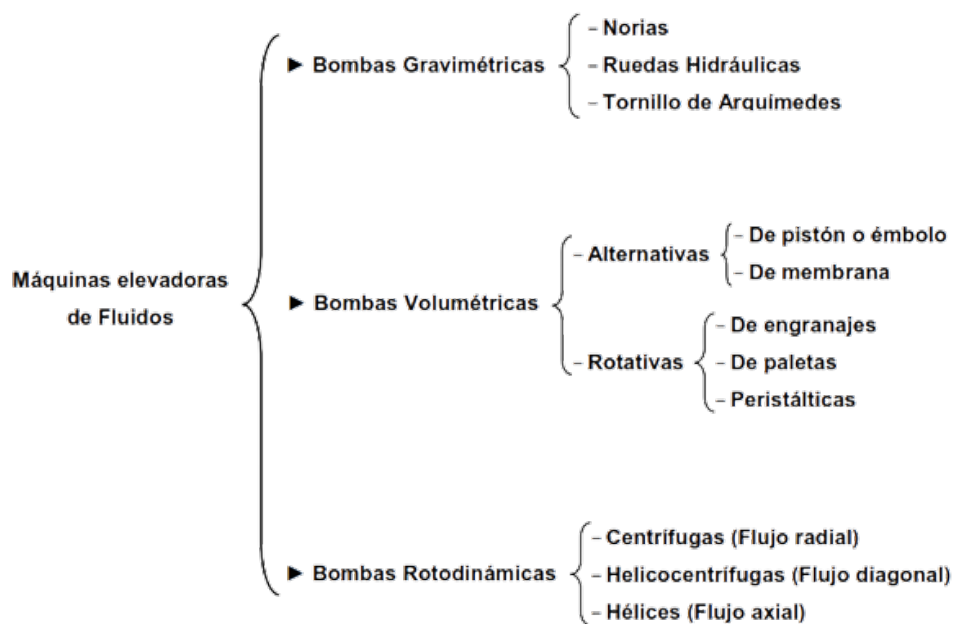


Figura 2.9: Esquema máquinas elevadoras de fluido

2.2.1. Bombas gravimétricas

Las bombas gravimétricas destacan por aprovechar la energía proveniente de la compresión del fluido y llevarlos, normalmente, hasta puntos de mayor cota. Esta transferencia puede ser calculada asociando la energía disponible en dos puntos a través de la Ecuación de Bernouilli.

$$g \cdot H_m = \frac{P_2 - P_1}{\kappa} + g \cdot (Z_2 - Z_1) + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2} \quad (2.2)$$

Como se puede observar en el esquema anterior, entre los ejemplos más arcaicos de bomba gravimétrica, el Tornillo de Arquímedes, explicado con anterioridad o las Norias, actualmente en completo desuso.

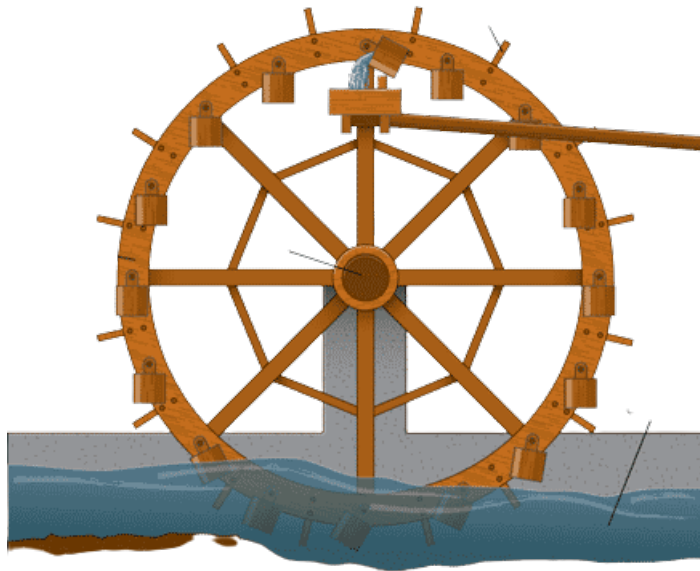


Figura 2.10: Esquema Noria

Fuente: [9]

2.2.2. Bombas volumétricas

El principio de funcionamiento de las bombas de desplazamiento positivo o volumétricas es relativamente sencillo, simplemente se basa en desplazar el fluido que atraviesa la bomba mediante un proceso de desalojo y llegada periódico a través de las propias cavidades de la bomba; aumentando el empuje de las paredes de las cámaras, derivando, por tanto, en un aumento de la presión del fluido (estas bombas tan solo transfieren energía de presión al fluido)

Atendiendo a la cinemática del impulsor, rotativa o alternativa, se clasifican este tipo de dispositivos, ya sea en bombas volumétricas alternativas o bombas volumétricas rotativas, normalmente diferenciadas según la aplicación que se le quiera proveer.

2.2.2.1. Bombas volumétricas alternativas

Normalmente empleadas en aplicaciones que requieran de una alta presión para su desempeño, como puede el vehículos de construcción o prensas. El movimiento alternativo que generan viene dado por una pared móvil (pistón) o una pared deformable (membrana) y una serie de válvulas que posibilitan la entrada y salida del fluido por las tuberías de aspiración e impulsión, respectivamente.

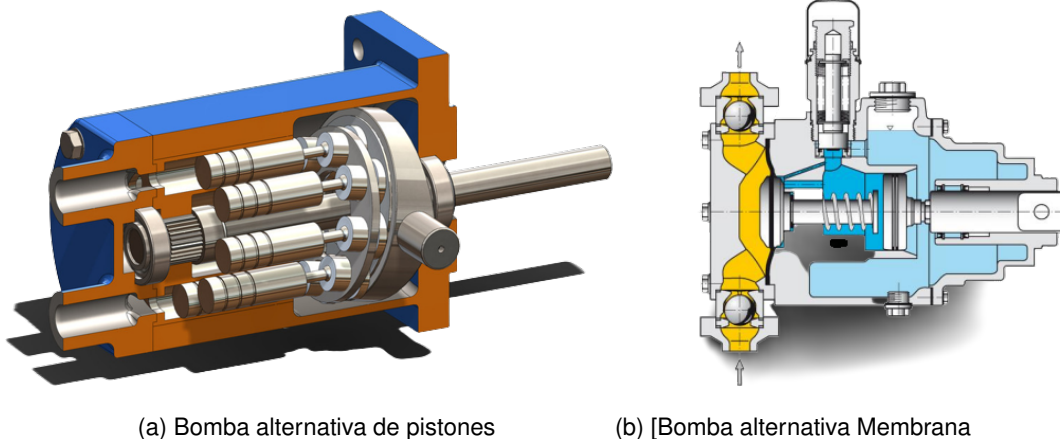


Figura 2.11: Bombas volumétricas alternativas

2.2.2.2. Bombas volumétricas rotativas

Las bombas volumétricas rotativas constan de uno o más rodets que giran en sentido contrario, atrapando el fluido y llevándolo hasta la zona de impulsión. A diferencia de las bombas volumétricas alternativas, estas bombas pueden alcanzar un caudal más estable que las anteriores; además, sus condiciones de trabajo ante caudales pequeños es mucho más precisa.

Este tipo de bombas son de las más extendidas a nivel industrial; siendo encontradas desde el sector alimentario y farmacéutico hasta el sector transportes.

Existen infinidad de diseños de estos tipos de bombas, especialmente de su rodete; por tanto, atendiendo a la geometría del mismo se pueden clasificar en:

- **Bombas Lobulares**



(a) Bomba Lobular I



(b) [Bomba Lobular II

Figura 2.12: Bomba Lobular II

Fuente: [10]

- **Bombas de engranajes**



(a) Bomba Engranajes externos



(b) [Bomba Engranajes internos

Figura 2.13: Bomba Engranajes

Fuente: [10]

- **Bombas peristálticas**

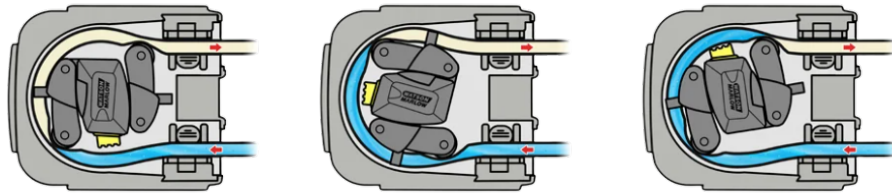


Figura 2.14: Esquema Bomba peristáltica

Fuente: [11]

- **Bombas de paletas**

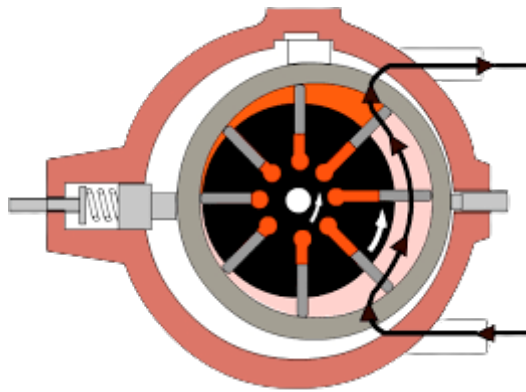


Figura 2.15: Esquema Bomba Paletas

Fuente: [12]

2.2.3. Bombas rotodinámicas

El elemento caracterizador de toda bomba rotodinámica es el rodete o impulsor. Este está formado por un conjunto de álabes que girán a gran velocidad entregándole al fluido gran parte de esa energía mecánica. En función de la dirección que sigue el flujo tras su paso por el rodete o impulsor existen **Bombas axiales o Bombas hélice**, **Bombas de flujo radial o Bombas centrífugas** y **Bombas de flujo mixto o Bombas helicocentrífugas**.

2.2.3.1. **Bombas Hélice**

Estas bombas de flujo axial son extraordinarias para elevar una gran cantidad de caudal a una diferencia de cota mínima. Por ello, es comúnmente visible en drenaje de terrenos o el tratamiento de aguas residuales.

En este tipo de bombas, el rodete y los álabes hacen que el fluido adopte una trayectoria de hélice circular; sin embargo, el incremento de presión que sufre el fluido al atravesar el impulsor está asociada a la acción de sustentación ejercida por los álabes.

Los álabes directores de la bomba hélice, son los que realmente hacen que el fluido adopte esa trayectoria axial tras su paso por el impulsor, eliminando la componente rotacional de la velocidad, produciendo un decrecimiento de la energía cinética y un aumento progresivo de la presión [13]

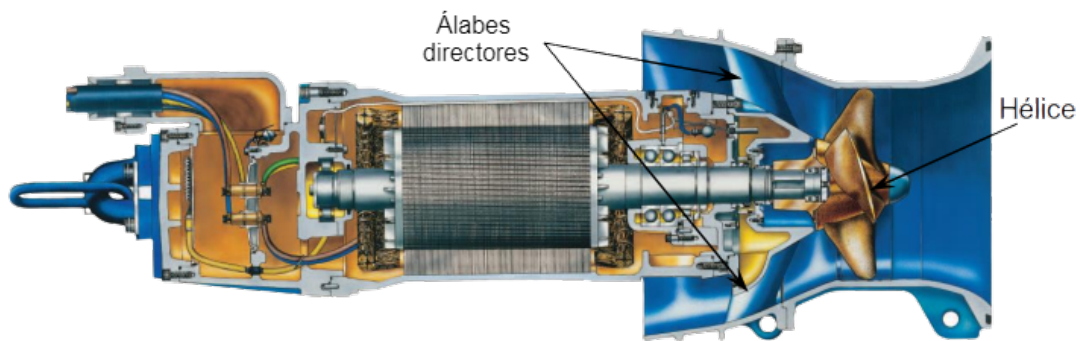


Figura 2.16: Sección Bomba Hélice

2.2.3.2. **Bombas Centrífugas**

Dentro de las bombas rotodinámicas se encuentra el objeto de estudio y análisis principal de nuestro TFG, las bombas centrífugas. Este tipo de bombas son las más extendidas y utilizadas dada la simplicidad de su funcionamiento y el escaso mantenimiento que arrastran, en relación a su eficiencia de trabajo.

En cuanto al funcionamiento, su principio se basa en la táctica de todas las de su grupo (bombas rotodinámicas), el rodete o impulsor gira a gran velocidad transmitiendo la energía mecánica del rodete en energía de presión del fluido, con la particularidad, de que este fluido se libera radialmente atravesando la voluta, gracias a la geometría que presentan los álabes.

En cuanto al rango de operación de los rodetes, cabe destacar que existen bombas diseñadas para trabajar entre [5000, 2500] rpm, aunque el rango de funcionamiento habitual del grueso de las bombas centrífugas se comprende entre [1500,3600] rpm

■ Elementos de una bomba centrífuga

Previo a describir cada una de las partes más importantes que componen la bomba centrífuga, las siguientes figuras nos permitirán obtener un conocimiento general de cada una de ellas y como están acopladas entre sí. [14]

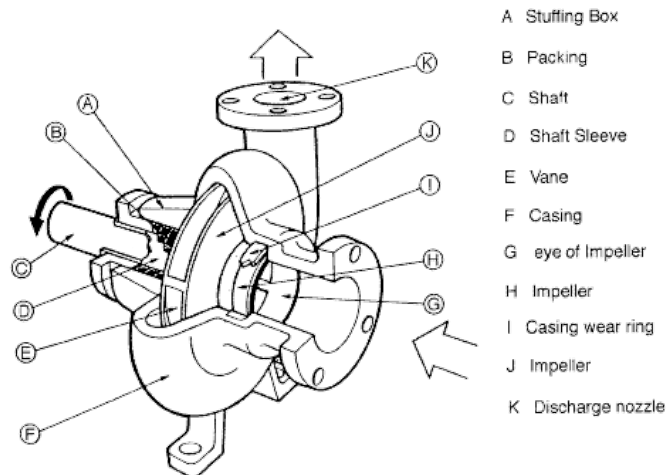


Figura 2.17: Sección renderizada Bomba Centrífuga

Fuente: [15]

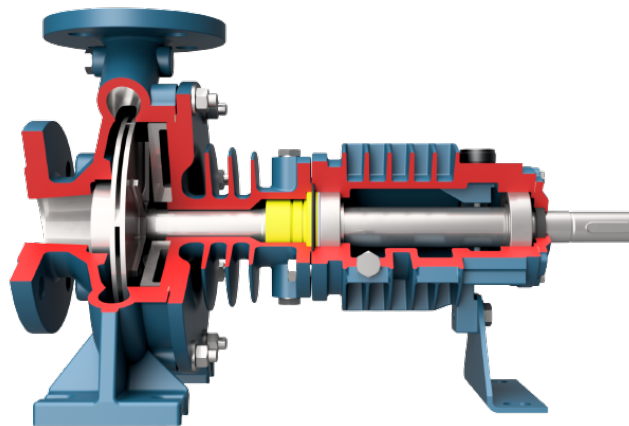


Figura 2.18: Esquema Bomba Centrífuga

Fuente: [16]

Rodete o Impulsor

Como ya se ha mencionado reiteradamente con anterioridad, esta es la parte principal de toda bomba centrífuga, el rodete, impulsor o parte móvil de la bomba es el encargado de dotar de energía de presión y dirección al fluido que penetra por la aspiración. Se pueden distinguir distintos tipos de impulsores: [17]

- **Rodete Abierto**

Un rodete abierto tiene los álabes unidos a un eje central y no presentan paredes en ninguno de sus lados, haciéndolo más débiles que los rodetes semiabiertos o cerrados.

Sin embargo, este tipo de impulsores suelen girar a más revoluciones y presentan facilidades de mantenimiento y limpieza superiores a los otros. Normalmente son empleados en bombas de tamaño pequeño y bombas que manipulan sólidos en suspensión

- **Rodete Semiabiertos**

Los impulsores semiabiertos, no obstante, tienen una pared trasera que le otorga resistencia al rodete. Normalmente son empleados con fluidos que contienen sólidos; el paso de estos sólidos por el rodete lleva consigo una pérdida de eficiencia considerable, aunque, en algunas ocasiones, la posibilidad de trabajar con fluidos que contienen sólidos compensa la pérdida de esta eficiencia.

- **Rodete Cerrado**

Estos si presentan ambas paredes a ambos lados de los álabes para aumentar más aún su resistencia. Estos son usados en bombas de mayor tamaño, normalmente encontrados en aplicaciones con líquidos claros, ya que no se comporta bien con los sólidos y su limpieza es compleja si se obstruyen.



Figura 2.19: tipos de rodete

Fuente: [18]

Anillo de Desgaste

Dada la diferencia de presión existente entre las zonas de entrada y salida del rodete, es posible que se creen zonas de recirculación que afectan significativamente a la eficiencia y rendimiento del dispositivo. El objetivo fundamental de estos anillos de desgaste, normalmente fabricados en bronce, es evitar que se produzcan dichas zonas de recirculación y aumentar al máximo la eficiencia de la máquina.

Los rodetes semiabiertos no presentan este componente, lo que explica la pérdida de eficiencia que presentan estos impulsores.

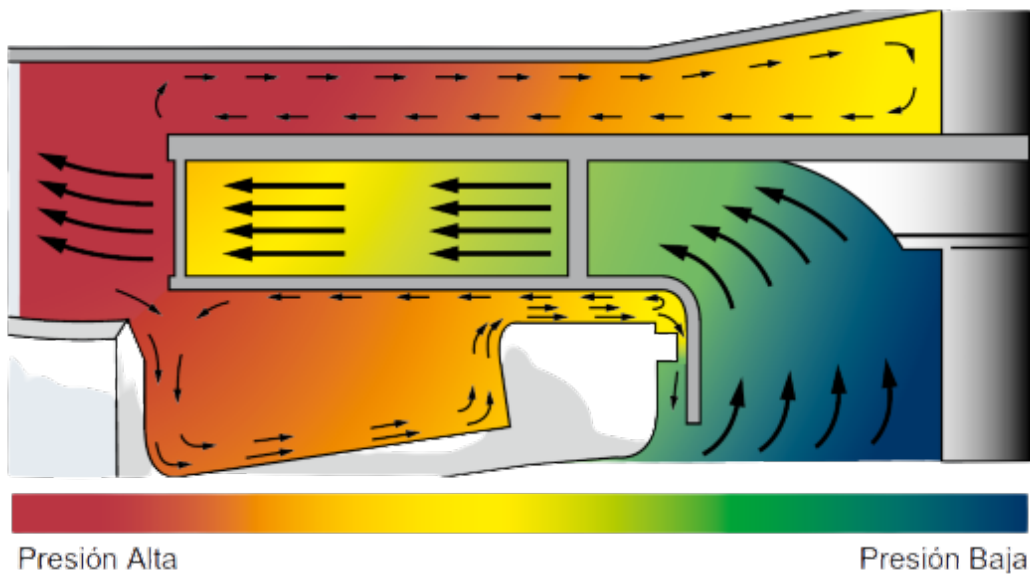


Figura 2.20: Contorno de Presiones

Sello o Empaquetadura mecánica

La empaquetadura o sello es el componente que evita la fuga del fluido del interior de la bomba al exterior en la holgura existente entre el eje móvil y la carcasa fija.

La fuga se produciría hacia el ambiente o exterior de la bomba ya que la presión del interior del dispositivo es mayor que la ambiente; sin embargo, existe el caso de que la dirección sea viceversa, como ocurre con las bombas de vacío, donde en vez de fugas de fluido existirían infiltraciones de aire que dañarían severamente cada uno de los mecanismos de la bomba.



Figura 2.21: Sello Mecánico

Fuente: [19]

Voluta

La voluta es una cámara que su función esencial es orientar al fluido que sale del rodete hasta la tubería de impulsión originándose la menor pérdida de carga posible. La geometría de la voluta será el factor diferencial a la hora de disminuir estas pérdidas.

Normalmente, la cámara tiene forma de espiral, aunque existen bombas que se salen del patrón lógico, como es el caso de las bombas multietapa, donde se consigue un efecto similar utilizando un difusor de álabes.

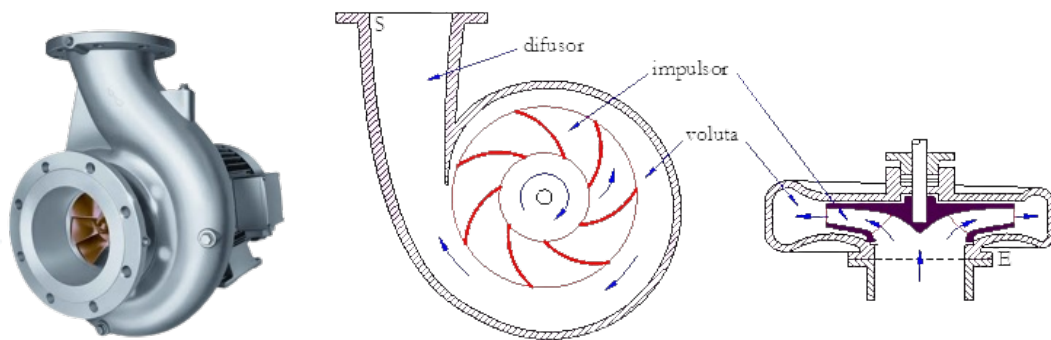


Figura 2.22: Voluta

Fuente: [20]

2.2.3.3. Bombas Helicocentrífugas

Las bombas helicocentrífugas contienen exactamente los mismos componentes que una bomba centrífuga y tan solo dispone de una característica diferenciadora, la geometría del impulsor, dado que la dirección del flujo debe ser diagonal al eje de la bomba.

En cuanto a las prestaciones que ofrecen este tipo de bombas, se puede decir que son una combinación entre las dos anteriores, permitiendo alcanzar un caudal más elevado que las bombas centrífugas (y menor que en las bombas hélice) y por otro lado, mayor altura manométrica que las bombas hélice (y menor que las bombas centrífugas).

2.2.4. Velocidad Específica

La velocidad específica de la bomba es un parámetro adimensional que se expresa como la velocidad que a de rotar una bomba de una unidad de tamaño (D) semejante para producir un regimen de funcionamiento homólogo, elevando valor de caudal de 1 m^3/s a 1 *m.c.a.*

El valor de la velocidad específica viene definido por la siguiente expresión.

$$N_s = n \cdot \frac{\sqrt{Q}}{H^{0,75}} \quad (2.3)$$

Recordar que la velocidad específica es una magnitud adimensional, por lo que las unidades empleadas en la fórmula tienen que usarse de tal forma, que obtengamos dicha característica. Caudal [m^3/s], Altura manométrica [*m.c.a.*] y Revoluciones [*rpm*].

2.3. Aplicaciones gráficas en Matlab

Existen infinidad de entornos de desarrollo que permiten la creación de interfaces gráficas dedicadas a un uso específico. En nuestro lugar, se optó por realizarlo en **Matlab**, dada la cercanía que la Escuela Politécnica Superior de Linares ofrece desde una primera instancia con el programa.

Matlab, es un software de cálculo numérico que; además de contar con un lenguaje de programación propio, cuenta con un entorno de desarrollo individual que destaca por su facilidad y eficacia.

En esta sección, no se pretende profundizar en cada una de los aspectos que aborda Matlab ni su entorno de desarrollo; sino transmitir una información básica que permita comprender la forma de trabajar del programa, en concreto, y su entorno específico de creación de aplicaciones, App Designer, en particular. Tampoco se detallará la arquitectura base en la que se sustenta el programa, ya que quedará definida en el capítulo de Metodología.

2.3.1. El entorno App Designer

Como se ha mencionado previamente, App Designer, es un módulo de Matlab específico para la creación de aplicaciones lanzado por la compañía en 2018 como actualización del entorno de desarrollo de aplicaciones que había en el momento, 'Guide', que presentaba una estructura más arcaica y unas limitaciones notables que le impedían al software competir con los entornos de trabajo de la competencia.

Entre las principales ventajas de App Designer se pueden mencionar:

- **Escasa complejidad de diseño:** App Designer cuenta con una baúl de dispositivos de control (Radio buttons, switch buttons, Context menu...) que simplemente se arrastran a la ventana principal de usuario en la posición deseada.
- **Generación de código:** Entre las facilidades que ofrece App Designer, probablemente, esta sea la principal diferencia con sus paralelos competidores. Este entorno de desarrollo crea automáticamente la función principal del programa; limitando al desarrollador, tan solo a la definición de los "callbacks" de cada uno de los elementos de la interfaz cuando se interactúa con ellos.
- **Tiempo de desarrollo:** Dada las facilidades que ofrece y la generación automática de parte del código, cualquier aplicación básica, se realizará en menor tiempo que en lenguajes de programación que conllevan una complejidad elevada.

Para comenzar a usar App Designer, tan solo es necesario escribir 'appdesigner' en la línea de comandos que aparecerá al abrir Matlab.

Una vez introducido, se abrirá el módulo de desarrollo de aplicaciones.

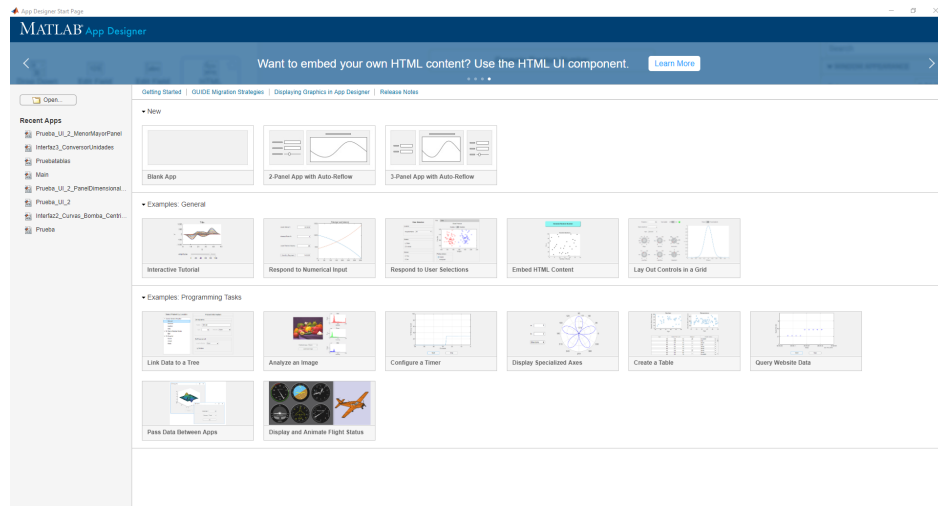


Figura 2.23: App Designer

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la *Figura 2.23*, App Designer ya cuenta con una colección de ejemplos y tareas que permitirán que te adecues rápidamente a su forma de trabajo y comprendas como se declaran las variables de forma privada o pública y funciones, entre otras cosas. Para comenzar con una nueva interfaz desde cero, clickamos en 'Blank App'.

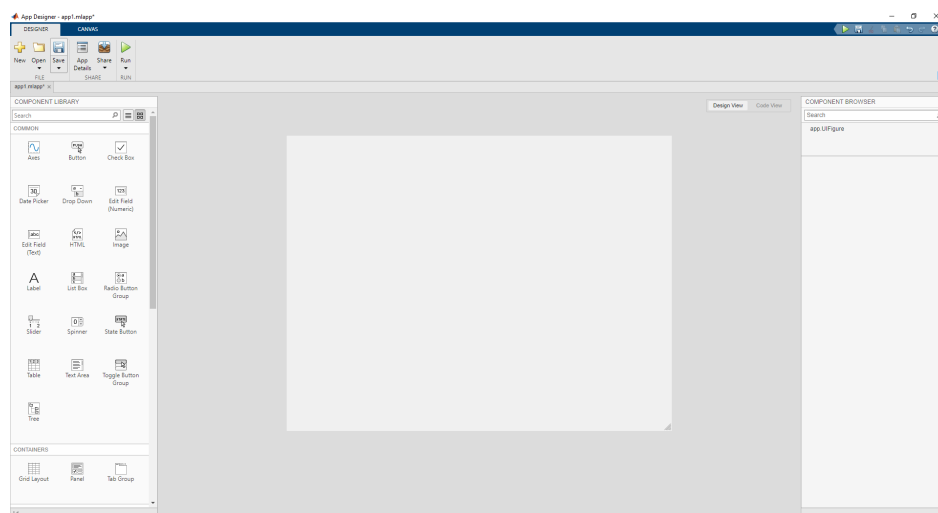
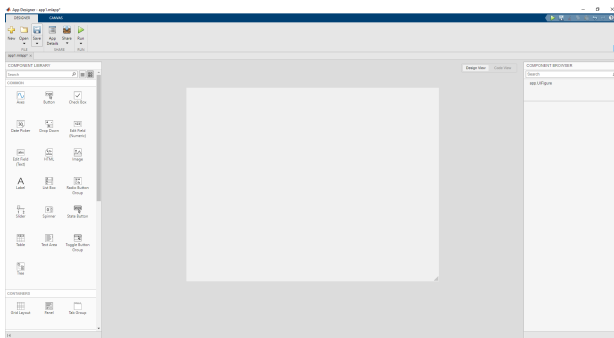


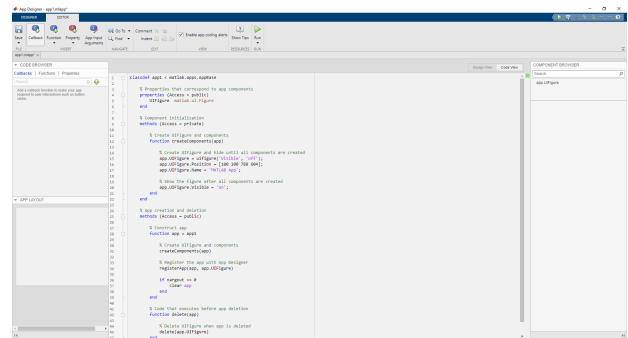
Figura 2.24: App Designer Blank App

Fuente: Elaboración Propia

Esta será la zona de trabajo principal durante todo el desarrollo de la interfaz. Esta a su vez, se subdivide en Design View y Code View.



(a) Design View



(b) Code View

Figura 2.25: Zonas de Trabajo Principal

Fuente: Elaboración propia

■ Design View

La zona 'Design View' será la zona donde la interfaz irá tomando forma; sobre ella se dispondrán cada uno de los elementos que posteriormente se verán en la aplicación al ejecutarlo, con los colores y posición que se ha establecido en el campo 'Design View'.

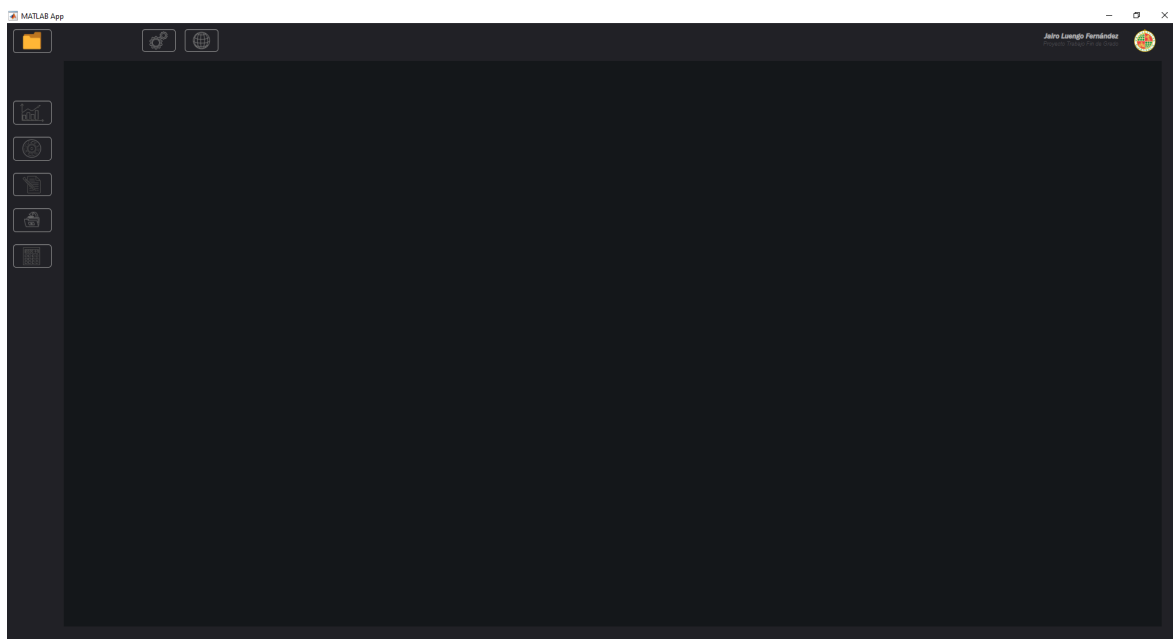


Figura 2.26: Interfaz

Fuente: Elaboración Propia

Para dar forma a la interfaz, esta zona cuenta con:

- Librería de Componentes

Esta librería es la que se muestra en la zona izquierda de la Figura 2.24, y en ella se encuentran todos los elementos disponibles a utilizar para el desarrollo de la interfaz.

COMMON			
	Axes		Button
	Check box		Date Picker
	Drop Down		Edit Field (Numeric)
	HTML		Image
	Label		List box
	Radio Button Group		Slider
	Spinner		State Button
	Table		Text Area
	Toggle Button Group		Tree
CONTAINERS			
	Grid Layout		Panel
	Tab Group		
FIGURE TOOLS			
	Context Menu		Menu Bar
INSTRUMENTATON			
	90 Degree Gauge		Discrete Knob
	Gauge		Knob
	Lamp		Linear Gauge
	Rocker Switch		Semicircular Gauge
	Switch		Toggle Switch
AEROSPACE			
	Airspeed Indicator		Altimeter
	Artificial Horizon		Climb Indicator
	EGT Indicator		Heading Indicator
	RPM Indicator		Turn Coordinator

Figura 2.27: Lista de elementos

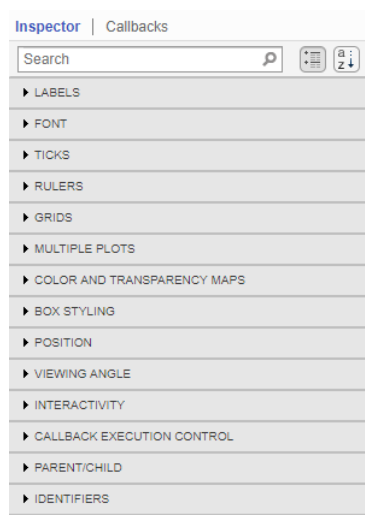
Fuente: Elaboración propia

- Property Inspector

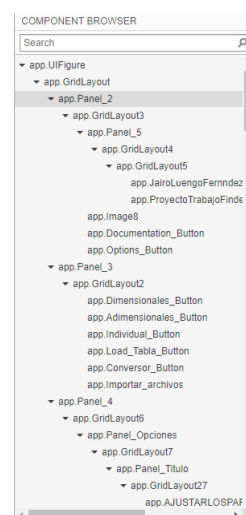
Este es otro de los aspectos que hace que App Designer aumente su facilidad de uso, 'Property Inspector' es un editor de las propiedades de cada uno de los elementos asignados (cada elemento llevará asignadas sus propias propiedades). Este permite modificar aspectos sencillos del elemento, color, fuente, posición, tamaño sin la necesidad de acudir a código abierto para su modificación.

- Árbol de Componentes

Por último, otra de las cosas más interesantes que ofrece el campo 'Design View' es el árbol de componentes. Este permite identificar rápidamente el nivel en el que se encuentra cada elemento y resulta especialmente útil cuando trabajas con paneles.



(a) Property Inspector



(b) Árbol de componentes

Figura 2.28: Zonas útiles Design view

Fuente: Elaboración propia

■ Code View

Code View, es la zona que le da sentido a la interfaz, aquí se le asigna el funcionamiento a cada uno de los elementos; en definitiva, es el campo donde se ha de programar cada una de las funciones y variables que interconectan las acciones de la aplicación.

Aquí, se definirán las funciones si las funciones o variables son de carácter público o privado, se determinará los pasos a seguir cuando inicializa el programa, se definirán cada uno de los callbacks de los objetos y se realiza todo el trasfondo matemático que conlleva toda aplicación.

2.3.2. Estructura App Designer

Previamente al desarrollo de App Designer, cuando Matlab tan solo contaba con Guide como entorno de desarrollo de aplicaciones, ésta extraía dos ficheros del Guide, un archivo **'fig'**, que recolectaba toda la información perteneciente a la ventana gráfica; propiedades asignadas, elementos o posición y por otro lado un archivo **'m'** que contenía el código que definía cada una de las acciones de esos elementos.

Ahora, con la llegada de App Designer, todo esto se ha simplificado aún más, generándose tan solo un archivo **'mlapp'** donde se guarda, tanto la ventana gráfica, como el script o código del programa.

2.3.3. Matlab Compiler

Es imprescindible que las aplicaciones puedan ser ejecutadas sin la necesidad de tener instalado el programa que se ha usado para su desarrollo, de modo que sea más accesible para todo el mundo.

Para ello, Matlab cuenta con una opción para compilar el programa y obtener el ejecutable del mismo, siendo la aplicación apta para cualquier persona que tan solo disponga de un ordenador.

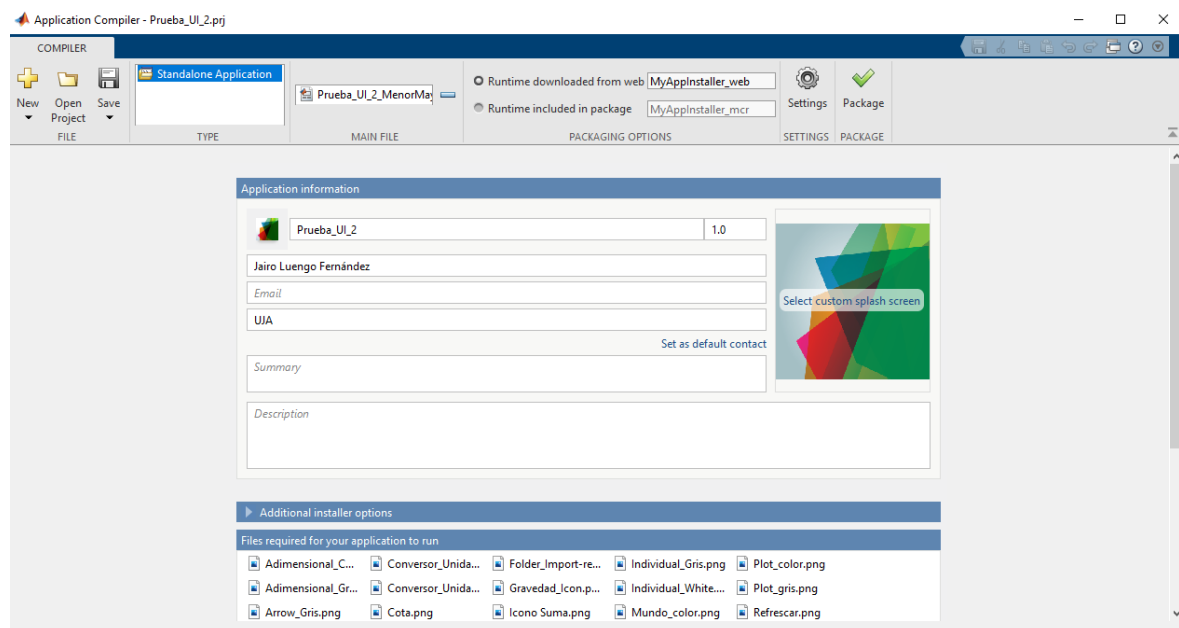


Figura 2.29: Ejecutable

Fuente: Elaboración Propia

Como se ve en la figura anterior, tan solo es necesario aportar un nombre de archivo, directorio en el que se pretende guardar el ejecutable y cerciorarse de que el ejecutable cuenta con todos los elementos externos que intervienen en la aplicación, iconos, archivos CAD o imágenes.

Metodología

3.1. Arquitectura del programa

Para el desarrollo de cualquier interfaz gráfica es necesario, en primer lugar, establecer la estructura que se le quiere dar al programa, ya que la programación, dependerá en cierta medida de la configuración de cada uno de los elementos en la ventana gráfica.

Desde un principio, la principal idea del programa fue la de crear una aplicación sencilla e intuitiva, que en cuestión de dos 'clicks' obtengas los resultados esperados del programa. A su vez, se quería mantener un diseño moderno y atractivo que mejorara la experiencia de usuario con la interfaz. Quizás, alcanzar una interfaz intuitiva con un diseño e interactividad atractiva ha resultado ser la parte más tediosa de este proyecto, dada ciertas limitaciones que presenta el programa al trabajar con elementos superpuestos.

Desde que se empezó a realizar este proyecto, surgieron muchas ideas acerca de la arquitectura y diseño del programa; Interfaz con una ventana Main y llamada a ventanas emergentes; interfaz de pestañas, etcétera; sin embargo, ninguna de estas opciones cumplía con los estándares de proyecto moderno, por lo que se descartaron inmediatamente después de su desarrollo.

Finalmente, a pesar de que el desarrollo de todas las mencionadas hubiese resultado mucho más sencillo, se optó por una interfaz de iconos que dan paso a cada uno de los paneles de caracterización de la bomba, con un fondo oscuro, tan demandado estos últimos años. Cada uno de estos iconos dan visibilidad a cada una de las opciones del programa; representación de curvas dimensionales, representación de curvas adimensionales, propiedades y geometría del banco de ensayo, representación de curvas manuales, conversor de unidades, visor 3d de los distintos tipos de rodete o impulsores de una bomba centrífuga o la opción de ayuda y manuales de referencia.

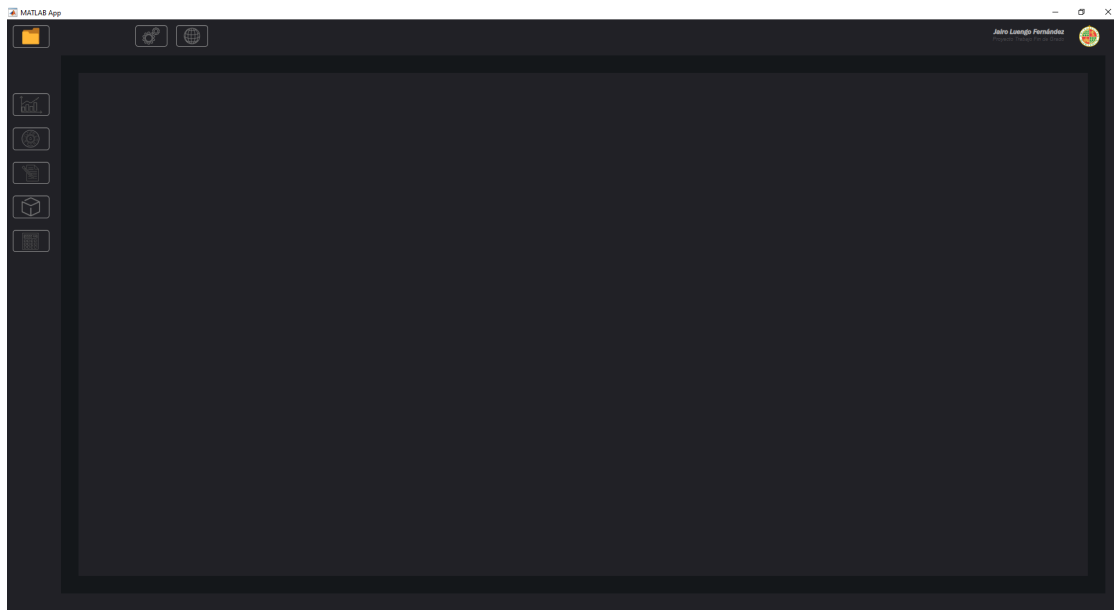


Figura 3.1: Estructura Interfaz

Fuente: Elaboración propia

En la *Figura 3.1* se muestra el primer frame que se obtiene al inicializar el programa. En la columna de la izquierda están todos los iconos de acción, donde el usuario interactuará la mayor parte del tiempo. En la parte superior, se encuentran los iconos de ayuda y descripción del banco de ensayos. En el vértice superior izquierdo, en color, se encuentra el botón de importar los archivos obtenidos en el banco de ensayo (.DAT siempre). Por último, se encuentra en el centro la ventana principal, donde se mostrarán las opciones de cada uno de los iconos seleccionados.

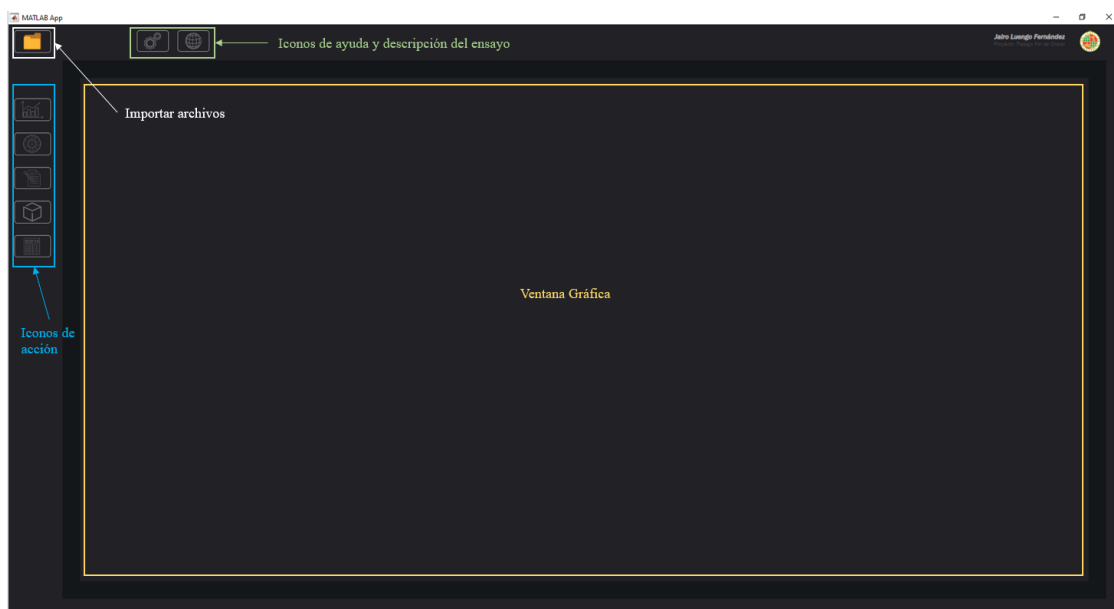


Figura 3.2: Explicación Estructura Programa

Fuente: Elaboración propia

3.1.1. Organización de Iconos y Ventana gráfica

Como se ha mencionado anteriormente, a pesar del incremento de dificultad que supone, se optó por crear una interfaz basada en iconos que mostraran su contenido en una ventana gráfica principal sin recurrir a subventanas emergentes, donde el intercambio de datos entre ambas podrían afectar notablemente a la velocidad de ejecución del programa.

La forma de uso de la interfaz es bastante sencilla, tan solo es necesario clicar en los iconos para habilitar la visibilidad del panel que contiene los elementos de esa acción. Una vez seleccionado el icono, este se iluminará para que el usuario siempre conozca el elemento que está mostrando. Si los iconos no son un elemento diferenciador a cerca de cual es su función, al dejar el cursor sostenido sobre ellos, aparecerá un mensaje con la acción que desarrolla cada uno.

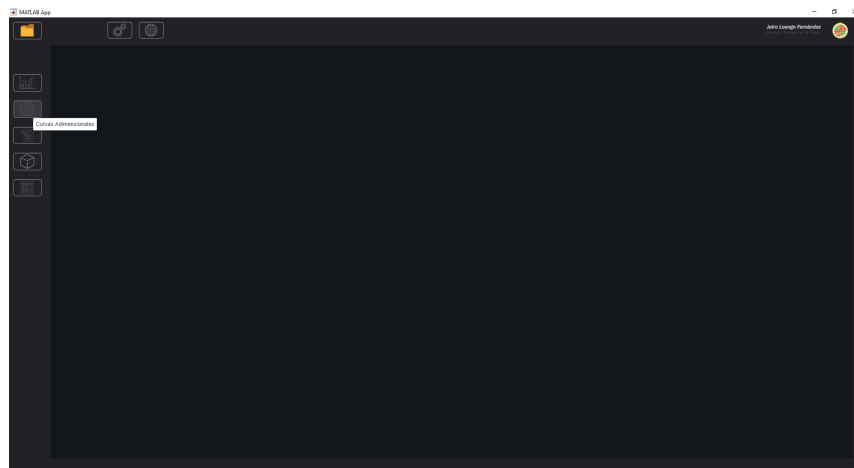


Figura 3.3: Mensaje ayuda

Fuente: Elaboración propia

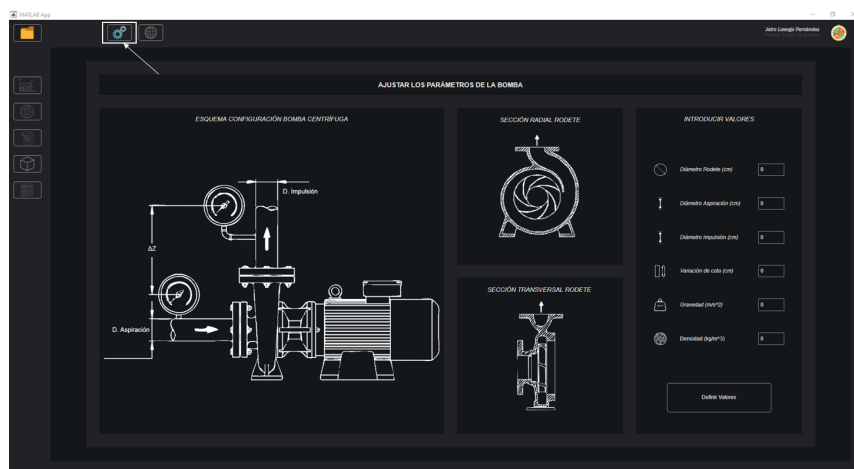


Figura 3.4: Funcionalidad Iconos

Fuente: Elaboración propia

A diferencia de la sencillez que presenta para el usuario, conseguir la superposición de los paneles de visibilidad vinculados a cada uno de los iconos ha sido un trabajo laborioso, dada las imposibilidades que arrastra Matlab para trabajar con este tipo de estructuras.

Además, otro paso que aumentó la dificultad del manejo de la estructura del programa, fue trabajar con la opción Grid o rejilla con la finalidad que la interfaz se ajustase automáticamente a cualquier resolución de la ventana. En Matlab, a diferencia de otros lenguajes y entornos de programación, no es posible superponer dos paneles distintos encima de un misma rejilla, además, si dos paneles que se encuentran asociadas a distintas cuadrículas se superponen, al arrastrar un elemento para el panel siempre quedará vinculado al panel inmediatamente superior.

Esto hace que toda la estructura del programa se realice desde el árbol de componentes, con la imposibilidad de trabajar con la ventana de diseño al completo, requiriendo una clara idea del diseño de la interfaz desde el inicio.

En cuanto al script asociado a la organización de paneles e iconos, se creó la función ***iconos_off*** que oculta la visibilidad de todos los paneles en la ventana gráfica y establece las imágenes de los iconos en off. Dicha función se ejecuta al inicio del callback de cada icono y posteriormente se le da visibilidad al panel asociado al botón y se establece la imagen del botón en on, dándole luminosidad al icono seleccionado.

El desarrollo del código de todas estas funciones y los callbacks de cada uno de los botones, están adjuntos en la guía de anexos del final de la memoria

3.1.2. Importar Datos

El objetivo principal de este TFG es caracterizar las curvas de una bomba centrífuga a partir de los datos obtenidos de un banco de ensayo; por ello, la importación de los datos resulta ser el factor clave para la resolución de estos objetivos. Por ello, el primer y principal paso en la evolución del script o código, era la creación de una función que me permitiera leer los datos que generaba el software del banco de ensayos.

El software 'Edibon' exportaba cada uno de los puntos de estudio archivos .DAT guardados con el nombre de la revolución a la que se han estudiado cada uno de los puntos. La estructura que presentan los archivos .DAT exportados es la siguiente.

No.Data	RPM	SP-1	SP-2	S-Torque	SC-1	Ht	Nh	Nm	Eff(%)
1.000000	1500.000000	-0.119970	0.067787	0.377487	36.473122	3.227429	19.246504	59.294193	32.459339
2.000000	1500.000000	-0.101715	0.116497	0.392706	33.748695	3.373156	18.616316	61.691658	30.176390
3.000000	1500.000000	-0.092293	0.155369	0.386953	31.408337	3.543046	18.198195	60.779644	29.941267
4.000000	1500.000000	-0.079097	0.191564	0.383072	28.832111	3.643202	17.176062	60.171093	28.545372
5.000000	1500.000000	-0.070905	0.224196	0.380268	26.436794	3.779121	16.334932	59.738670	27.343983
6.000000	1500.000000	-0.063350	0.250309	0.375011	24.177164	3.869385	15.293036	58.905510	25.961979
7.000000	1500.000000	-0.052366	0.289416	0.368396	21.449535	4.049120	14.192748	57.863941	24.527794
8.000000	1500.000000	-0.045565	0.321702	0.362725	19.752075	4.248203	13.714861	56.976242	24.071194
9.000000	1500.000000	-0.034098	0.384735	0.350669	15.573881	4.648169	11.824184	55.085873	21.465002
10.000000	1500.000000	-0.032034	0.402943	0.341004	14.478582	4.784220	11.321695	53.561249	21.137848
11.000000	1500.000000	-0.026036	0.441014	0.331759	12.183938	5.058375	10.079185	52.112003	19.341389
12.000000	1500.000000	-0.022562	0.461523	0.319778	10.148203	5.193015	8.624155	50.226490	17.170530
13.000000	1500.000000	-0.016871	0.485005	0.304890	6.413529	5.321179	5.575596	47.885433	11.643617
14.000000	1500.000000	-0.009195	0.532709	0.279816	0.000000	5.693439	0.000000	43.954418	0.000000

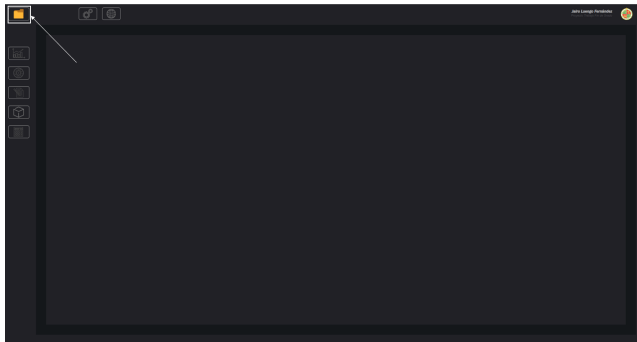
Figura 3.5: DAT Files

Fuente: Elaboración propia

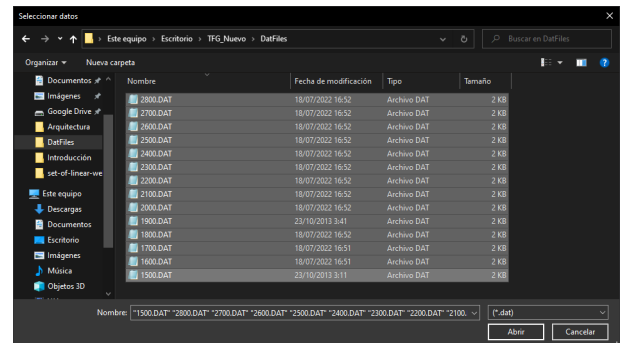
Los DAT Files siempre deberán nombrarse '**VALOR RPM**'.DAT; siendo 'VALOR RPM' las revoluciones a las que se han estudiado los puntos exportados. Esto es así, dado que el nombre del archivo será el valor que posteriormente se introduzca en las leyendas de las gráficas; por ejemplo, si se ha hecho un estudio a 1500 rpm, el nombre del archivo deberá ser **1500.DAT**. Además, todas los archivos que se importen deberán tener el mismo números de puntos de estudio, dado que la matriz tridimensional en la que se han guardado los datos no puede rellenarse con datos en blanco. El número de puntos de estudio asignados es **14**, ya que es un valor más que representativo para graficar los valores de un ensayo a unas determinadas revoluciones.

En definitiva, los archivos DAT files importados deberán tener la estructura que representa la *Figura 3.5*, con exactamente 14 puntos de estudio y el nombre de ellos debe seguir el siguiente formato '**VALOR RPM**'.DAT.

En cuanto al código, la función que lee cada uno de los valores de los distintos DAT files se denomina '**cargar datos a tabla de opciones**'. Esta función trabaja con los parámetros que se obtienen al utilizar la función '*uigetfile*' que nos guarda en una variable el vector de nombres de los ficheros y la ruta de dichos ficheros, denominados en el código *nombre fichero dat* y *ruta fichero dat*, respectivamente.



(a) Click en importar archivos



(b) DAT Files

Figura 3.6: Importar archivos desde el programa

Fuente: Elaboración propia

Una vez importados los archivos, la función '**cargar datos a tabla de opciones**' se encarga de analizar y descomponer cada uno de sus datos para analizarlos con lenguaje M (lenguaje de programación propio de Matlab).

Esta función se encarga de tratar los siguientes parámetros *nombre fichero dat* y *ruta fichero dat*. Por un lado, con los datos obtenidos de *ruta fichero dat* crea una matriz tridimensional, denominada, **tabla datos** donde se guardan los datos de interés a representarse, altura manométrica, caudal, potencia hidráulica, potencia mecánica y rendimiento. Por tanto la matriz tridimensional generada tendrá las siguientes dimensiones [14,5,número de DAT Files importados] (14 debido a que es el número de puntos de estudio establecido). Una vez completada la matriz dimensional, tan solo será necesario llamar a los correspondientes vectores para representarlos en las gráficas

app.tabla_datos(:, :, i)

En paralelo, se trata el vector nombres guardado en la variable *nombre fichero dat*. Dado que el nombre de los ficheros sigue el siguiente formato ('RMP.DAT') era necesario desconcatenar las última cuatro letras para que después no apareciese en las leyendas de las gráficas. Por tanto se eliminaron las letras '.DAT' de cada uno de los nombres y se creó un vector nombres con las revoluciones asociadas a cada caso de estudio. Una vez normalizado y cerciorado este paso, lo siguiente era representar los datos guardados en la matriz tridimensional creada.

El código correspondiente se encuentra adjunto en la guía de anexos al final de la memoria.

3.1.3. Representación de Curvas Dimensionales

Una vez importados y tratados los archivos de estudio, representar la curvas dimensionales tan solo requiere de plotear los vectores correctos en sus gráficas correspondientes.

Para ello, se crearon otras cuatro funciones, denominadas **representar datos en gráfica (Variable Y a graficar)** donde están vinculadas cada una de las representaciones de los parámetros a sus gráficas asociadas. Además, con la idea de ofrecer una mayor facilidad al usuario, esta función se ejecutará directamente al importar los archivos de estudio, tan solo será necesario clickar en el icono de dimensionales (Primer Icono de la columna Izquierda) para mostrar su visibilidad en la ventana gráfica.

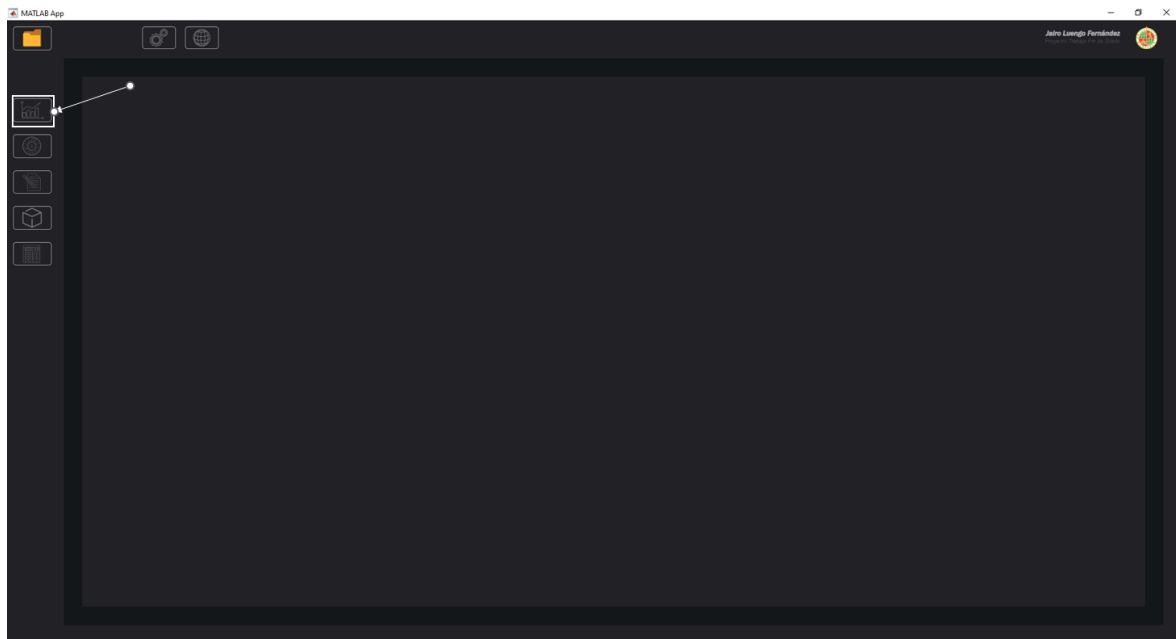


Figura 3.7: Representación de Curvas Dimensionales

Fuente: Elaboración propia

Una vez importados los DAT files y seleccionado el icono de representación de curvas dimensionales, se mostrará la visibilidad de las curvas dimensionales de la bomba de ensayo en la ventana gráfica tal y como se muestra en la siguiente figura.

Las representaciones cuentan con su respectiva leyenda, donde se asocian cada una de las curvas representadas a su revoluciones de ensayo correspondiente. Las unidades de cada una de las gráficas no son en unidades del Sistema Internacional; dado que la bomba de estudio es un dispositivo limitado y si analizamos al caudal en m^3/s las figuras obtenidas no serían representativas. Además, el software de exportación de datos recoge los datos del caudal en las unidades que los sensores le proporciona la información, en el caso del caudal, en l/min .

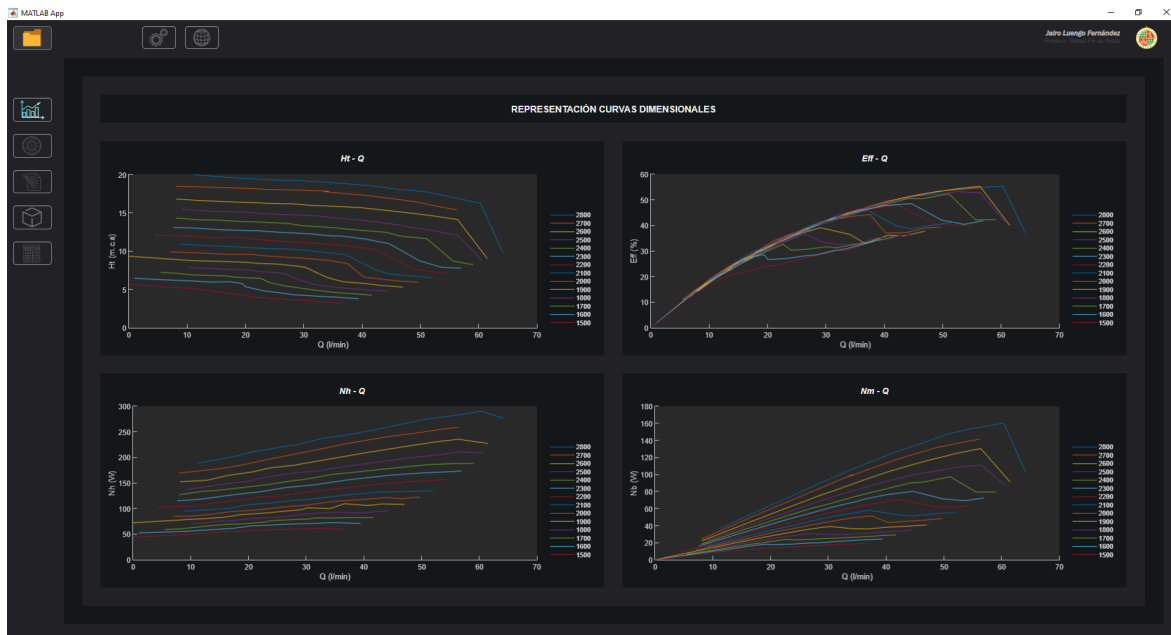


Figura 3.8: Representación de Curvas Dimensionales

Fuente: Elaboración propia

Destacar, que todas las gráficas presentan opciones de interactividad, zoom, desplazarse en la gráfica, exportar como vector, pdf o imagen. Para activar esta interacción tan solo es necesario mantener el cursor encima de la representación y en la esquina superior derecha aparecerán los iconos mencionados.

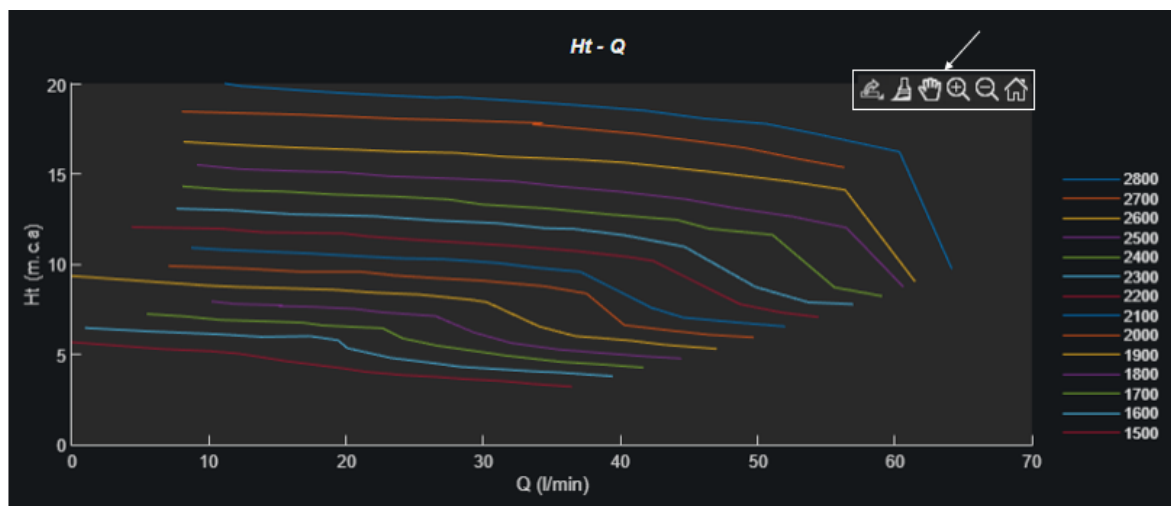


Figura 3.9: Opciones de Interacción de las gráficas

Fuente: Elaboración propia

El código correspondiente a este tratamiento de datos, se encuentra adjunto en la guía de anexos al final de la memoria.

3.1.4. Representación de Curvas Adimensionales

El icono vinculado a la representación de las curvas adimensionales es el segundo de la columna izquierda. Para activarlo en la ventana gráfica será necesario clickar sobre el icono mencionado.

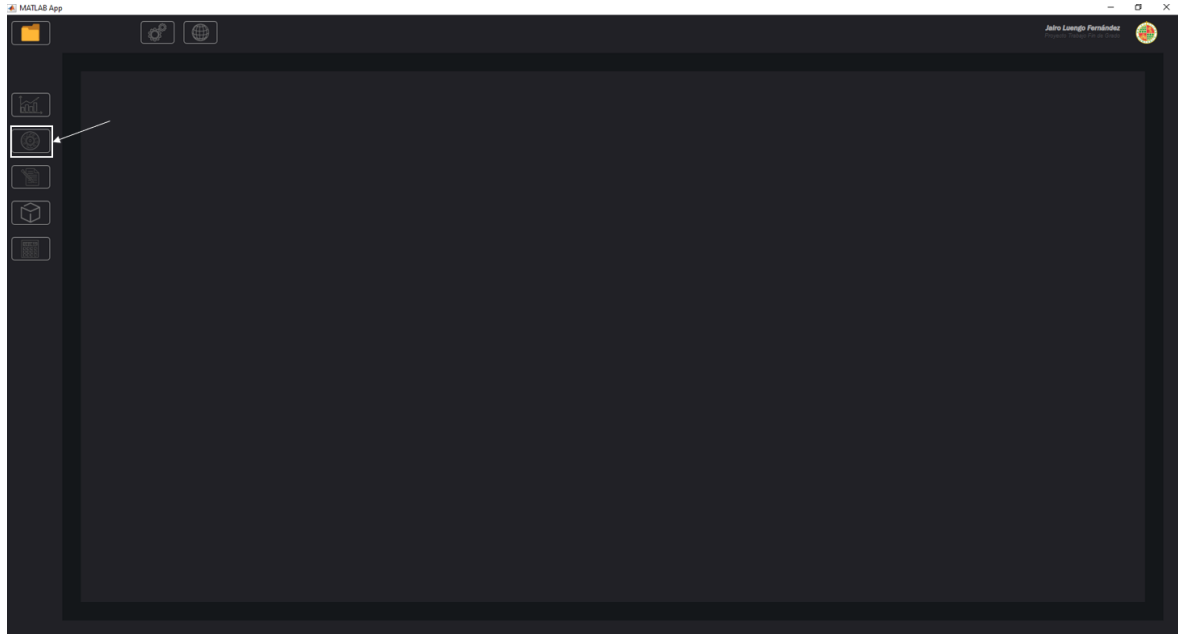


Figura 3.10: Icono Adimensional

Fuente: Elaboración propia

El primer paso para la representación de los adimensionales es calcular los vectores asociados correspondientes a su representación. Para calcularlos, es necesario acudir a las fórmulas obtenidas del Teorema II de Buckingham, que se explicarán con más detenimiento en el siguiente capítulo.

Las expresiones necesarias para calcular los valores asociados a los vectores adimensionales son las siguientes:

$$\Pi_Q = \frac{Q}{\Omega \cdot D^3} \quad (3.1)$$

$$\Pi_Q = \frac{Q}{\Omega \cdot D^3} \quad (3.2)$$

$$\Pi_{gH_m} = \frac{g \cdot H_m}{\Omega^2 \cdot D^2} \quad (3.3)$$

$$\Pi_{W_u} = \frac{W_u}{\rho \cdot \Omega^3 \cdot D^5} \quad (3.4)$$

$$\Pi_{W_b} = \frac{w_p}{\rho \cdot \Omega^3 \cdot D^5} \quad (3.5)$$

$$\Pi_{\eta} = \frac{W_u}{W_b} \quad (3.6)$$

Atendiendo a las expresiones anteriores, se puede observar como intervienen parámetros que no están definidos en los archivos .DAT, por lo que será necesario definirlos manualmente de acuerdo a los parámetros que hayan intervenido en el ensayo.

Para definir cada uno de estos parámetros es necesario acudir al icono de descripción del banco de ensayos donde se definirán parámetros básicos descriptivos del banco de ensayo como diámetro del rodete, densidad del fluido, diámetro de la impulsión y aspiración o gravedad.

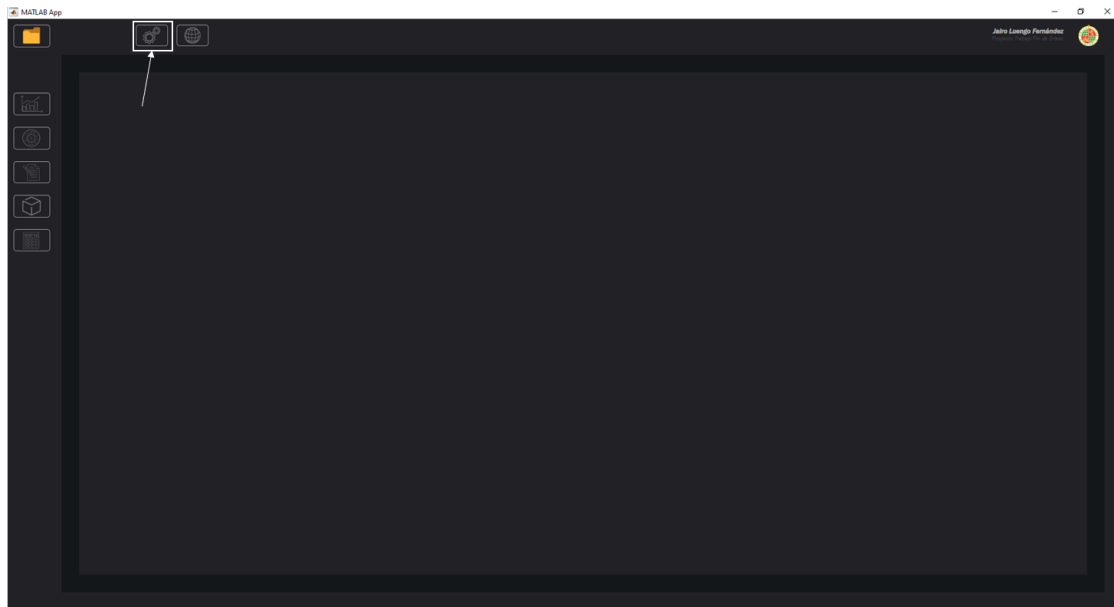


Figura 3.11: Icono descripción banco ensayos

Fuente: Elaboración propia

Una vez mostrada la ventana gráfica, tan solo es necesario rellenar los campos del panel de la derecha, especialmente, el diámetro del rodete, la gravedad y la densidad, ya que son los parámetros que intervienen en el cálculo de los vectores adimensionales.

Es necesario cerciorarse de que las medidas se introducen en las unidades que se especifican, dado que cualquier alteración en las unidades de medida puede deparar en una incorrecta representación de las curvas adimensionales.

Rellenados todos los campos descriptivos es necesario clickar en el botón **Definir Valores** dado que es el que da pie a la realización de todos los cálculos.

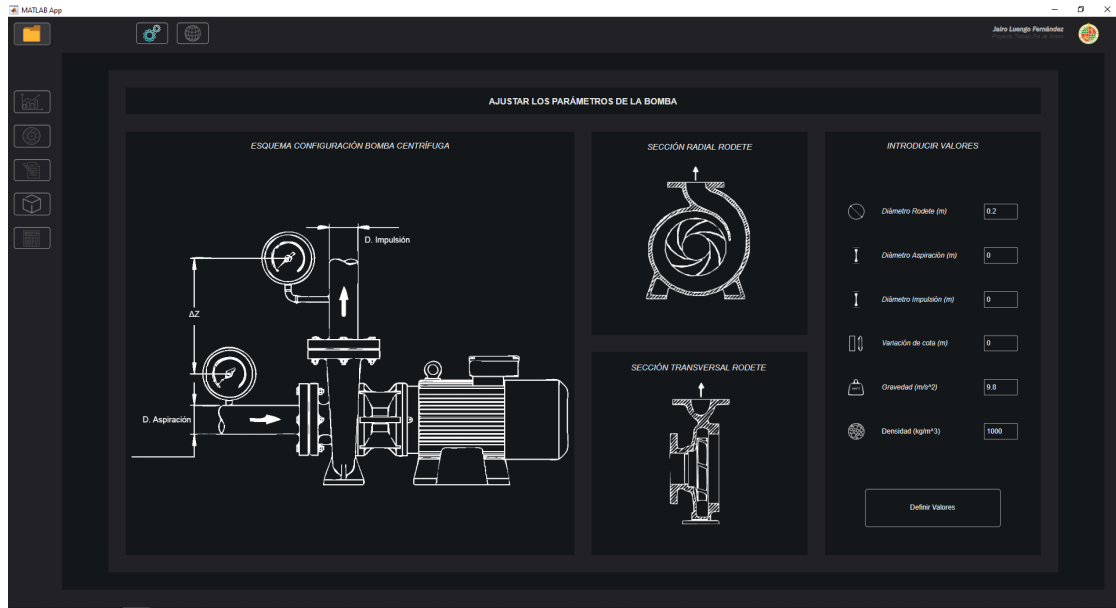


Figura 3.12: Introducir valores

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la programación de este paso, mencionar que tanto la definición de los cálculos y el llamamiento a las funciones de representación están contenidas en el callback del botón *Definir Valores*.

Para los cálculos, es necesario extraer los datos correspondientes a cada uno de los parámetros de estudio de la matriz tridimensional creada y operar los vectores asociados con los campos descriptivos rellenos de acuerdo a las expresiones del Teorema II de Buckingham, creando el vector adimensional correspondiente a cada dato de estudio.

El desarrollo del cálculo de los vectores adimensionales en el script quedaría:

```
app.Adimensional_Caudal(:, i) = ((app.tabla_datos(:, 6, i)/60000)/(((app.Diametro_Rodete)^3) * str2double(app.tabla_nombres(:, i)) * (2 * pi/(360 * 60))));

app.Adimensional_Altura(:, i) = (app.Gravedad * (app.tabla_datos(:, 7, i)))/(((app.Diametro_Rodete)^2) * ((str2double(app.tabla_nombres(:, i)) * (2 * pi/(360 * 60)))^2));

app.Adimensional_Potencia_hidraulica(:, i) = (app.tabla_datos(:, 8, i))/(app.Densidad * ((app.Diametro_Rodete)^5) * ((str2double((app.tabla_nombres(:, i)) * (2 * pi/(360 * 60))))^3));

app.Adimensional_Potencia_mecanica(:, i) = (app.tabla_datos(:, 9, i))/(app.Densidad * ((app.Diametro_Rodete)^5) * ((str2double((app.tabla_nombres(:, i)) * (2 * pi/(360 * 60))))^3));

app.Adimensional_Eff(:, i) = (app.tabla_datos(:, 8, i)/app.tabla_datos(:, 9, i));
```

Ya tan solo quedar representar los vectores calculados, para ello, dentro del mismo callback, llama a las funciones de representación de los valores adimensionales ***representar datos en grafica adimensional 'Variable Y'***, de tal forma que al clicar directamente en el botón *Definir Valores*, las curvas adimensionales se encontrarán representadas automáticamente en el panel asociado a las curvas adimensionales.

Debido a que para la representación de los adimensionales se emplean normalmente nube de puntos, se ha hecho uso de la instrucción ***scatter***, en vez de ***plot***, incluido en las funciones de representación de adimensionales.

Para visualizar las curvas adimensionales, será necesario habilitar el panel en la ventana clickando en el segundo botón de la columna de botones de acción.

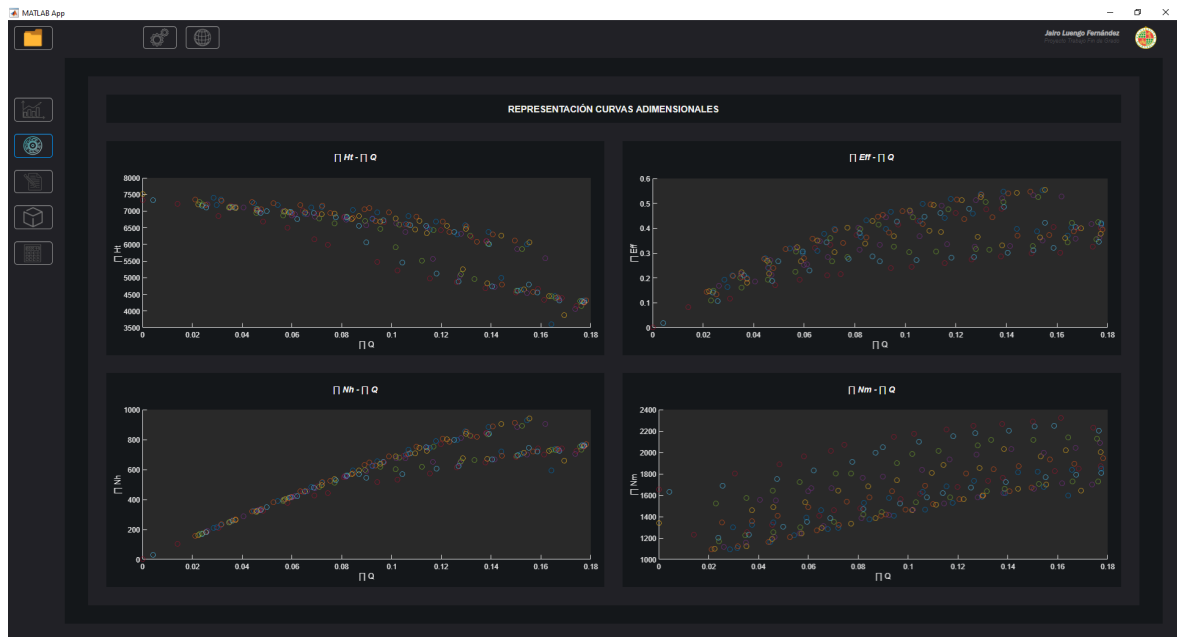


Figura 3.13: Representación de Curvas Adimensionales

Fuente: Elaboración propia

Para entrar en más detalles del script, el código correspondiente se encuentra adjunto en la guía de anexos al final de la memoria.

3.1.5. Representación de Curvas Manuales

Con la idea de que el usuario pudiese tener una interacción mayor con la interfaz y que no se su uso no se limitase a la importación y representación de datos, se introdujo en la aplicación una opción donde el consumidor de la ventana gráfica pueda crear sus propias curvas manualmente y observar la diferencia significativa que conlleva modificación de ciertos parámetros.

Para hacer uso de esta opción, es necesario habilitarlo pulsando en el tercer icono de la columna de acciones.

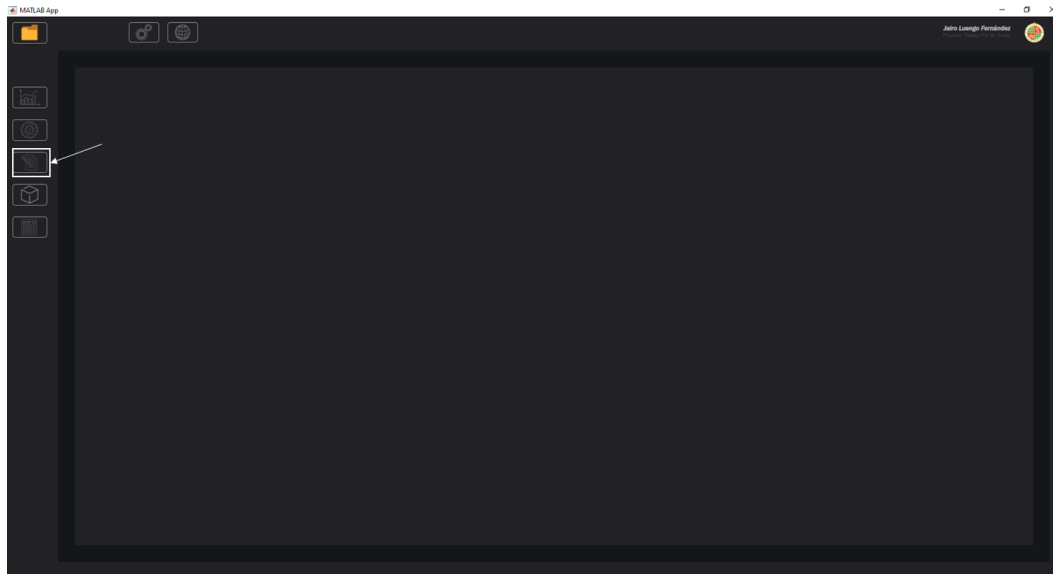


Figura 3.14: Icono Curvas Manuales

Fuente: Elaboración propia

A screenshot of the 'INTRODUCIR CURVAS MANUALES' window within the MATLAB App. The window has a title bar and a dark background. At the top, the text 'INTRODUCIR CURVAS MANUALES' is centered. Below this, there are input fields for 'Rpm' and 'Diámetro (mm)', both containing the value '0'. To the right of these fields is a table with four columns: 'Caudal (l/min)', 'Altura Manométrica (m.c.a.)', 'Potencia hidráulica [W]', and 'Potencia mecánica [W]'. The table has multiple empty rows for data entry. Below the table, there are buttons for '+', '-', and 'Calcular'. At the bottom of the window, there are input fields for 'Rendimiento max' (set to 0 %) and 'Velocidad Operativa' (set to 0), along with an 'Exportar' button.

Figura 3.15: Opción Curvas Manuales

Fuente: Elaboración propia

El método de utilización de esta opción es bastante sencillo, tan solo es necesario rellenar los campos que se piden (rpm y diámetro del rodete) y la tabla; siempre teniendo en cuenta que esta debe ser rellenada en su totalidad; es decir, no puede haber casillas, filas o columnas vacías; en el caso que sea necesario añadir o disminuir el número de columnas se hará uso de los botones más y menos que hay a la izquierda de la tabla.

Completada la tabla y los dos campos, clickamos en el botón calcular, obteniendo.

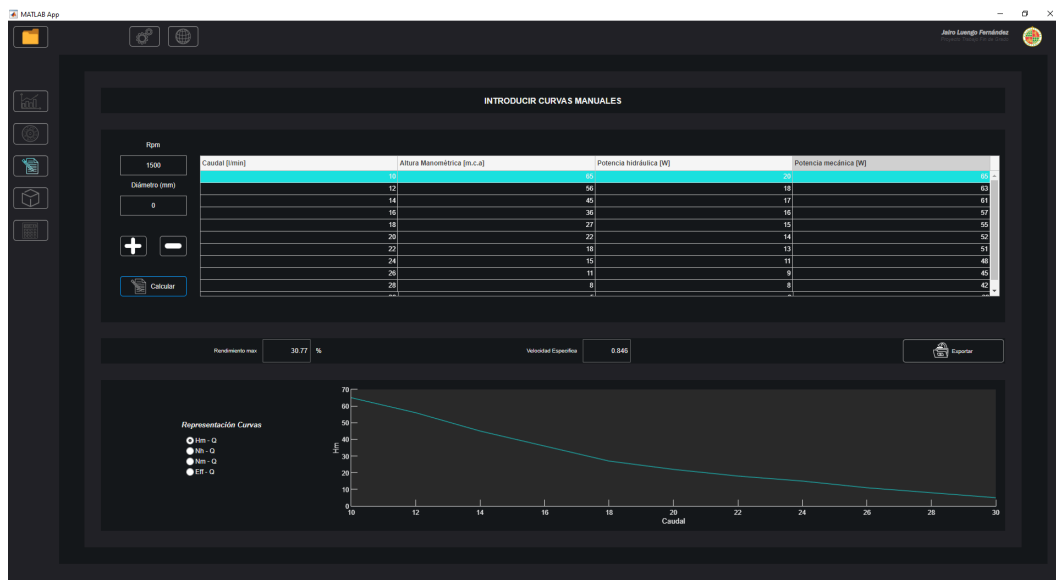


Figura 3.16: Opción Curvas Manuales

Fuente: Elaboración propia

Una vez clicado en calcular, automáticamente se obtienen los valores de rendimiento máximo y velocidad específica, además se colorea la fila del punto de rendimiento máximo. Por otro lado, se abre un panel de representación de curvas en la parte inferior de la ventana donde se puede decidir entre que curvas representar.

Si se pretenden modificar los puntos de la tabla, tan solo es necesario introducir los nuevos valores y recalcular. Esto refrescará automáticamente el cálculo de cada uno de los parámetros y las representaciones de las curvas.

Cerciorados de que la tabla introducida es la que se pretende utilizar como caso de estudio, es posible exportar los datos a un fichero '.xls' seleccionando el botón exportar del panel intermedio.

Desde el punto de vista de la programación, es cierto que ha resultado un poco tedioso desarrollar por completo esta opción, sobretodo a la hora de trabajar con variables de tipo celda y su posterior conversión para que puedan ser representados.

En el script, en la función con la que inicializa el programa, se crea una tabla en blanco de un determinado número de filas y columnas. Esta tabla se rellena y si es necesario la adición o resta de filas, se guardan los datos de la tabla principal en otra auxiliar y posteriormente se copian nuevamente en la tabla rediseñada con una fila más o menos.

Para la representación de los datos incluidos en la tabla y su tratamiento, es necesario guardar guardarlos en vectores vinculados a la variable de estudio, pero para ello, no se puede hacer uso de datos tipo celda, por lo que tienen que ser convertidos empleando la siguiente instrucción.

$$C_1 = (\text{cell2mat}(\text{app.DatosTabla}(:, i)));$$

Obtenido los vectores correspondientes, el siguiente paso es operar con ellos para obtener los datos a representar utilizando las expresiones de la velocidad específica; detallada en el punto 2.2.4. de esta memoria; rendimiento máximo y las distintas instrucciones para plotear las gráficas.

El código correspondiente a este tratamiento de datos, se encuentra adjunto en la guía de anexos al final de la memoria.

3.1.6. Conversor de Unidades

A raíz de la opción anterior, surgió la idea de desarrollar un conversor de unidades que sirviera de apoyo al usuario, permitiéndole realizar una conversión entre las unidades más comunes rápidamente.

La pestaña del conversor de unidades se habilita clickando en el último icono de los elementos de la columna de la izquierda.

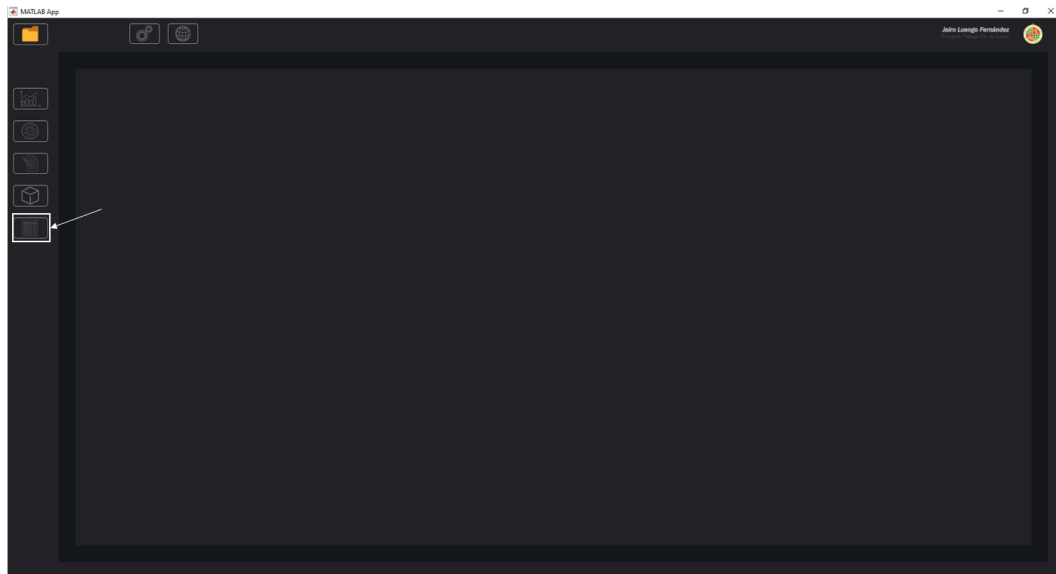


Figura 3.17: Icono conversor de unidades

Fuente: Elaboración propia

Al inicializar la ventana se obtiene

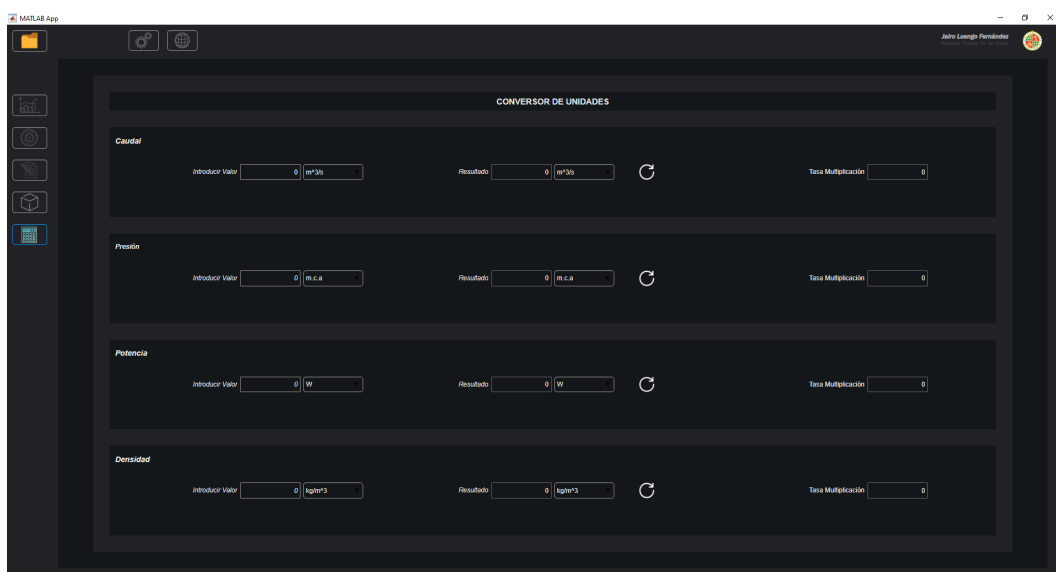


Figura 3.18: Pantalla Conversor de unidades

Fuente: Elaboración propia

Simplemente, se introduce el valor a cambiar y se selecciona en el desplegable las unidades que intervendrán en la conversión. Cualquier modificación refrescará automáticamente los resultados, tanto el valor final, como la tasa multiplicación

Quizás, esta ha sido la parte más larga del código, ya que es necesario contemplar cada uno de los casos de los desplegables y aplicar el factor de multiplicación al valor introducido, mostrándolo en el campo resultado.

El código correspondiente a este tratamiento de datos, se encuentra adjunto en la guía de anexos al final de la memoria.

3.1.7. Manuales de referencia y 3d Viewer

Por último, para hacer más completo el programa, se le añadieron las siguientes opciones.

- **Visor 3d** de los distintos tipos de impulsores
- **Opción de ayuda** linkeado a los distintos manuales de referencia

Ambas opciones se habilitan activando sus respectivos iconos, el penúltimo de la columna de elementos de acción para activas el Visor 3d y el segundo de la fila superior para habilitar la ventana de ayuda.

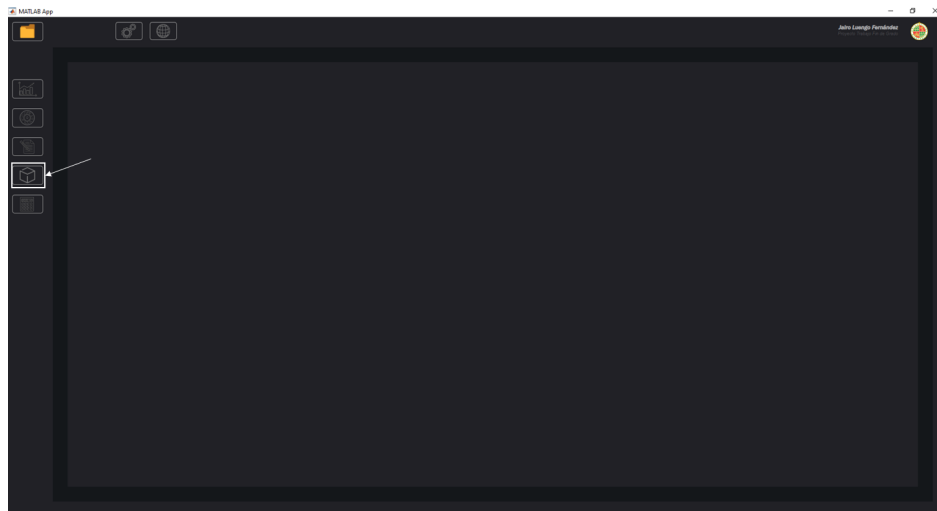


Figura 3.19: Icono Visor 3d

Fuente: Elaboración propia

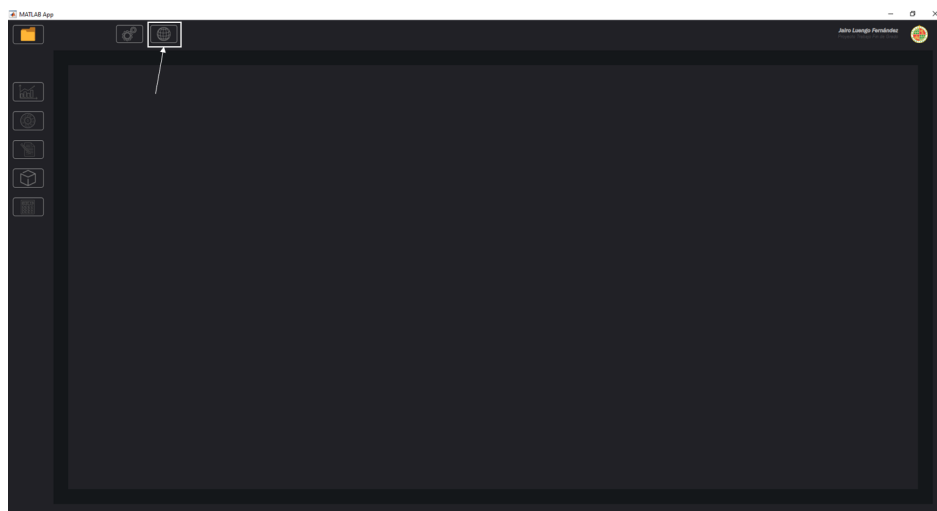


Figura 3.20: Icono Ayuda

Fuente: Elaboración propia

El visor 3d, permite observar mallas con distintas geometrías de impulsores y rotarlo en cualquier dirección.

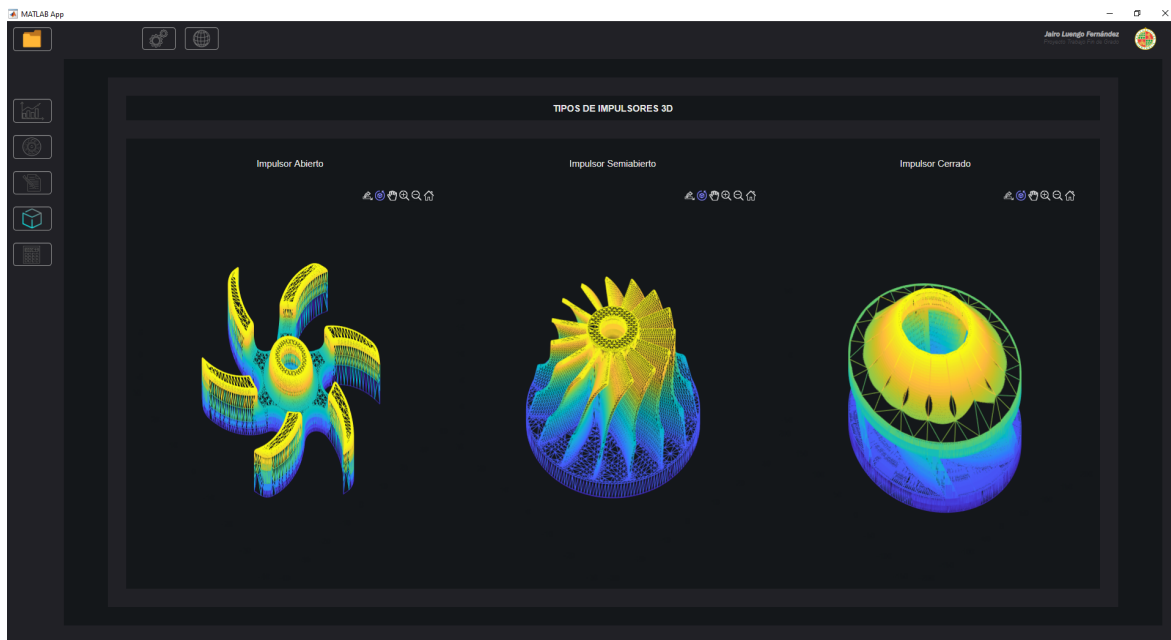


Figura 3.21: Ventana 3d
Fuente: Elaboración propia

En cuanto al icono de ayuda, este está linkeado con distintos manuales de referencia que ayudarán al usuario a comprender y acostumbrarse rápidamente a la interfaz.

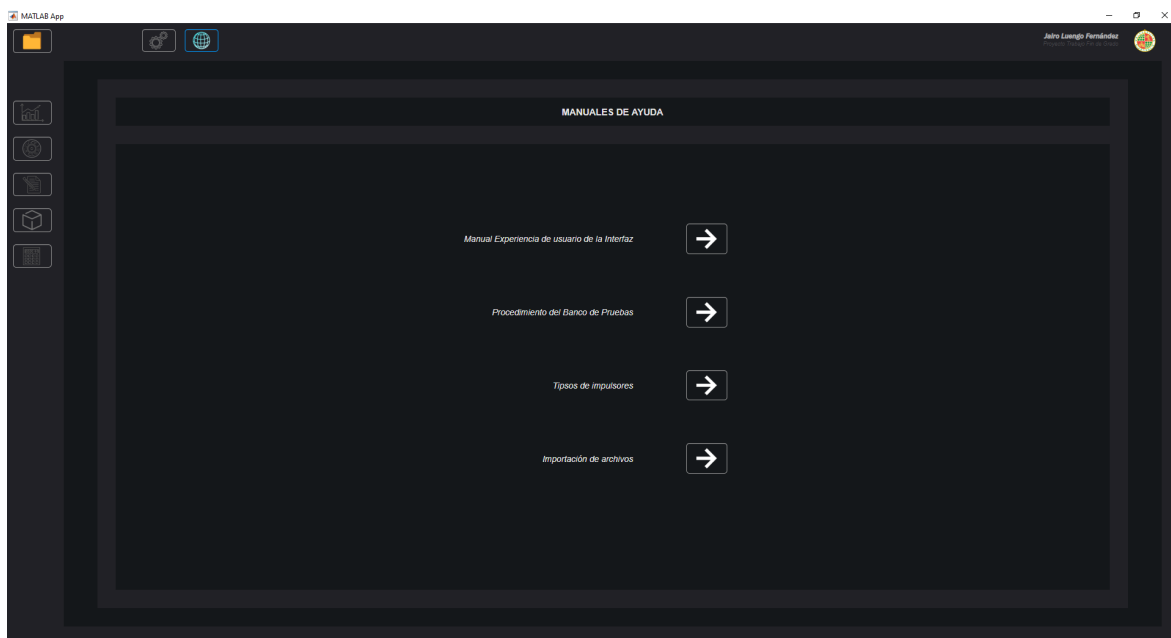


Figura 3.22: Ventana Documentación
Fuente: Elaboración propia

3.2. Descripción y procedimiento del banco de ensayo

3.2.1. Descripción del banco de ensayo

Como ya se ha mencionado anteriormente, el principal objetivo de este trabajo fin de grado es ayudar en la comprensión de las futuras personas que demanden la práctica de caracterización de una bomba centrífuga a partir de la representación de los datos tomados en un banco de ensayos.

Para ello, los alumnos deben conocer tanto el material como el funcionamiento de los dispositivos que se va a emplear para el rastreo de los datos, por lo que resulta una parte fundamental del mismo mostrar una descripción previa de los aparatos de medida y sensores a usar.

En primer lugar, mencionar que la toma de datos se obtendrá a partir de un banco de bomba centrífuga del fabricante “Edibon” controlada por computadora.

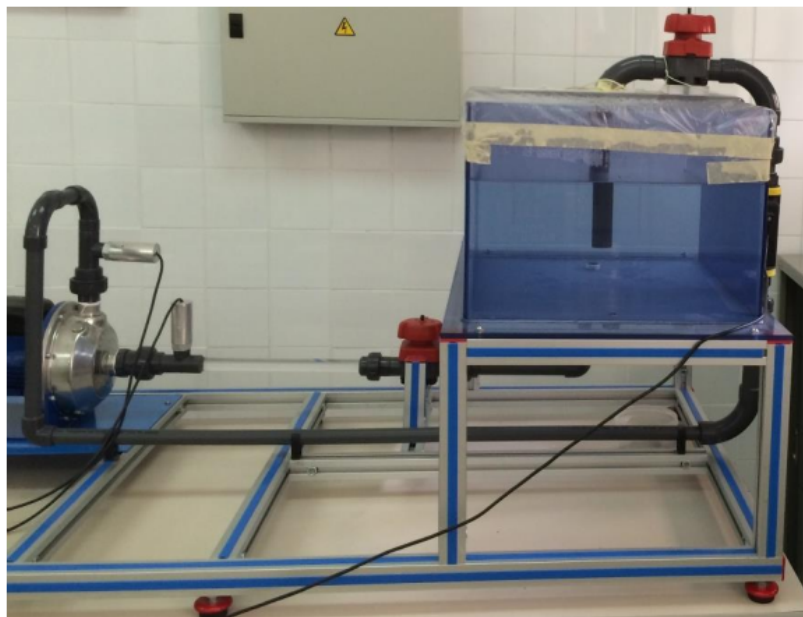


Figura 3.23: Banco de estudios empleado para el análisis

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los componentes del banco de ensayo, destacan:

- **Sensores de Presión:** En este caso, se cuenta con dos sensores de presión ya que es necesario tener constancia de la presión obtenida durante la aspiración y la presión obtenida en la impulsión.
- **Sensores de Caudal / Caudalímetro:** Como es lógico, resultará imprescindible llevar un registro del caudal que impulsa la bomba, debido a que la gran mayoría de las interpretaciones gráficas se realizará en base a estos valores.
- **Depósito de agua:** Proporciona el almacenamiento del agua, forma un circuito cerrado uniendo la tubería de impulsión y la de aspiración, por lo que el volumen general de agua permanece constante en todo el proceso. Destacar, que el depósito se encuentra cerrado para evitar que el fluido se evapore.

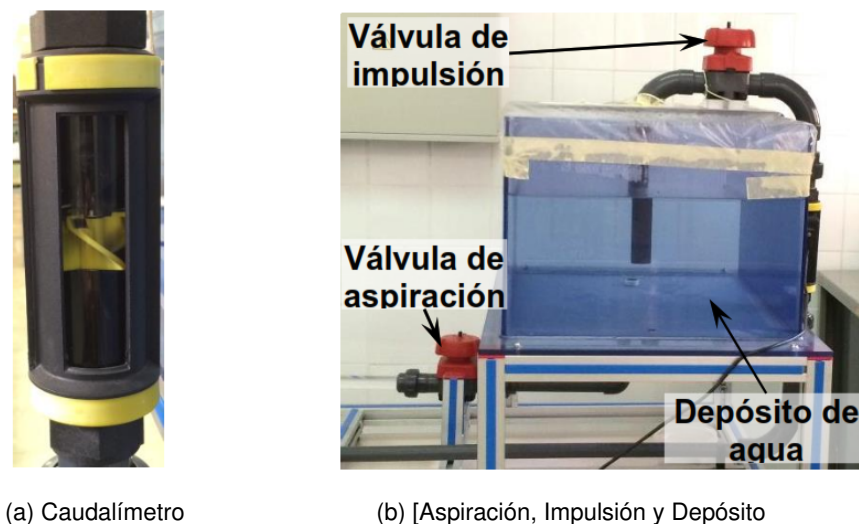


Figura 3.24: Descripción del banco de Ensayos I

Fuente: Elaboración propia

- **Bomba centrífuga:** Corazón del banco de ensayo y la encargada de convertir la energía eléctrica en energía mecánica que será transmitida al fluido, elevando su presión notablemente.
- **Válvulas de Diafragma:** Gracias a estas válvulas se podrá ajustar la caída de presión del fluido, estrangulando el fluido, abriendo o cerrando la misma, lo que permite controlar la cantidad de caudal suministrado. En definitiva, el objetivo principal de estas válvulas de diafragma es controlar el caudal que se suministra a la bomba centrífuga a partir de la variación de presión que se produce al estrangular el fluido.

En esta imagen seccionada, se puede observar los dos casos completamente adversos; a la izquierda, donde el vástago se encuentra totalmente retraído dejando la válvula completamente abierta y dejando circular por completo el fluido a lo largo de ella. En la de la derecha, sin

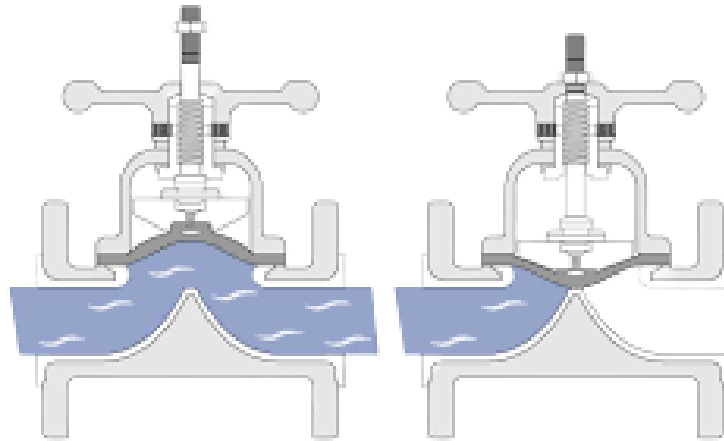


Figura 3.25: Sección Válvula Diafragma

Fuente: [21]

embargo, el vástago está completamente extendido haciendo que la válvula completamente cerrada, estrangulando el fluido por completo e impidiendo su paso a través de ella.

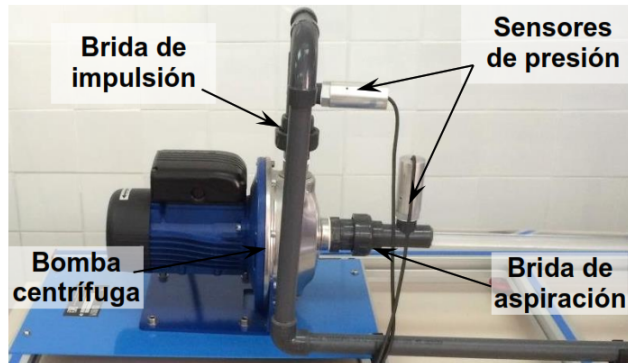
La posición del vástago determinará el caudal que impulsará la bomba centrífuga, siendo este máximo cuando se encuentre en la posición de retracción máxima (Válvula Completamente abierta) y mínimo o nulo cuando su posición sea completamente extendida (Válvula Completamente cerrada).

- **Interface Control:** La caja Interface control, es la solución cerrada ofrecida por Edibon donde se produce los procesos de traducción y transmisión de toda la información recopilada por los sensores al ordenador. Sin embargo, esto es una solución cerrada del fabricante, no modificable, por lo que no es posible modificar las salidas de la Interface control para ajustarlas a nuestro verdadero objetivo. En apartados posteriores, se propondrá como mejora del TFG, la monitorización de la bomba centrífuga como solución abierta a partir de un protocolo de comunicación **Modbus**.

Además, la Interface control es la encargada de regular la velocidad de giro del rodete, ajustando la frecuencia de la corriente eléctrica. Destacar que, el valor de velocidad giro del rodete se establece constante durante la toma de una serie de datos.



(a) Caja Interface



(b) [Bomba Centrífuga y sensores]

Figura 3.26: Descripción del banco de Ensayos II

Fuente: Elaboración propia

- **Computadora:** Muestra los datos traducidos por el Interface Control en el software de la solución Cerrada, específico de "Edibon".

A continuación, se muestra un esquema general de la instalación

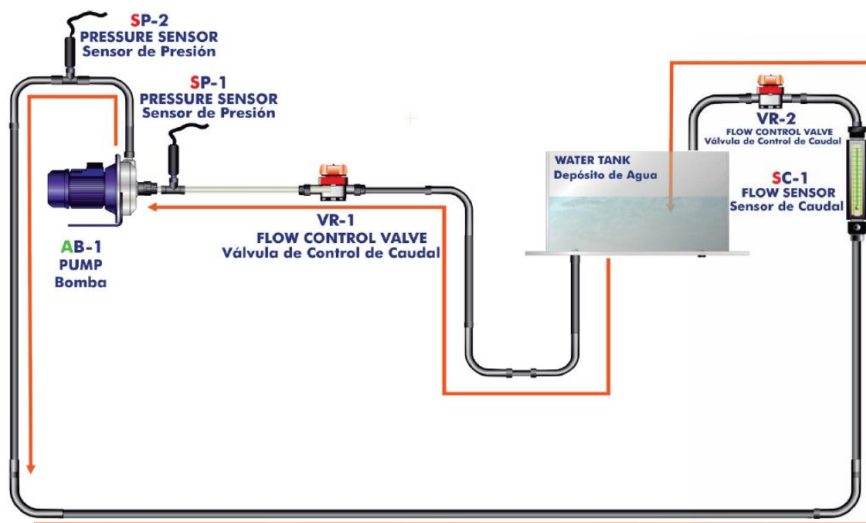


Figura 3.27: Esquema Instalación

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Especificación de los sensores

Los sensores, son los encargados de medir y proporcionar los datos necesarios que van a ser tratados posteriormente; por ello, la acotación de los mismos; resolución, precisión y condiciones de funcionamiento son imprescindibles para un correcto funcionamiento del banco de pruebas.

Con los sensores, se busca hallar los parámetros más representativos del dispositivo de estudio, para después tratar esos datos y obtener unas conclusiones o magnitudes de salida. En este caso, el dispositivo de estudio es una bomba centrífuga, por lo que sus parámetros de estudio más influyentes serán:

- *Velocidad de Giro del motor*
- *Caudal*
- *Presión en la zona de Admisión*
- *Presión en la zona de Descarga*
- *Par*

Tras el tratamiento de estos valores de entrada, se pueden obtener numerosos parámetros, entre ellos:

- *Altura total*
- *Potencia hidráulica*
- *Potencia Mecánica*
- *Rendimiento*

En cuanto al banco de ensayos empleado, los únicos parámetros representativos que se analizan son el caudal y la presión en las zonas de Admisión y descarga; y para ello utilizan sensores con las siguientes especificaciones:

- **Caudalímetro / Sensor de Caudal: (SC-1)** Rango de medida: [0,150] l/min
- **Sensor de Presión en la Aspiración: (SP-1)** Rango de medida: [-1,0] bar
- **Sensor de Presión en la Impulsión: (SP-2)** Rango de medida: [0,2.5] bar

Ni la velocidad de giro ni el par está siendo medido. Lo ideal sería que ambos parámetros se midieran también, con un tacómetro, para el caso de la velocidad de giro del rodete y sensor de par, en el caso del par.

3.2.3. Procedimiento de Toma de Datos

Una vez descritos cada una de los dispositivos que forman parte de nuestro banco de ensayo y explicado el funcionamiento de cada uno de ellos, se enumerarán los pasos a seguir para realizar correctamente el procedimiento de la toma de datos.

La adquisición de los datos recopilados por los sensores y tratados y traducidos por el Control Interface se recolectará a partir de la interfaz gráfica “Caracterizador de Bombas Centrífugas” de la computadora.

El procedimiento genérico deberá ser el siguiente:

1. Cerciorarse de que el equipo está conectado a la red eléctrica.
2. Encender la computadora.
3. Abrir ambas válvulas de diafragma, tanto la de la tubería de impulsión como la de aspiración, al máximo.
4. Poner en “On” Control Interface
5. Abrir interfaz gráfica “Caracterizador de Bombas Centrífugas”
6. Introducir velocidad de giro del motor (Rango [1500,3000] rpm)
7. Click en “Start” y pulsar “Ok”
8. Nombrar el archivo y especificar la ruta donde se va a guardar el fichero .DAT de los datos recopilados. Una vez realizado este paso, la bomba comenzará a funcionar automáticamente
9. Esperar a que los valores se estabilicen y hacer click en “Average”, que calcula una media de los valores tomados por los sensores.
10. Pulsar “Adquire” para obtener valores y de nuevo en “Average” para desactivar la opción anterior y obtener el punto de mayor caudal.
11. Se obtiene el punto de mayor caudal. El valor del siguiente caudal viene dado por la siguiente expresión:

$$\Delta Q = \frac{Q_{Maximo}}{N_{puntos}} \quad (3.7)$$

12. Cerrar la válvula de impulsión paulatinamente hasta que se muestre el caudal deseado.
13. Esperar nuevamente a que los valores se estabilicen.
14. Realizar nuevamente los pasos “Average”, “Adquire”, “Average”.

15. Repetir hasta llegar a un valor de caudal nulo y pulsar "Stop"
16. Reanuda los pasos anteriores (6-15) para cada una de las velocidades de giro de estudio deseadas.
17. Para cerrar el programa se pulsa el botón "Stop"
18. Apagar ordenador, que hará que automáticamente se apague Control Interface
19. Desconectar el equipo.

Análisis y resultados

Resulta imprescindible analizar el comportamiento de cada uno de los parámetros de estudio que se están representando para extrapolar a la realidad con mayor precisión la conducta de la máquina elevadora de fluido en una instalación real.

Para ello, se estudiarán la forma de actuar y tendencia de, las curvas dimensionales, curvas adimensionales de una serie de datos recogidos en el banco de ensayo de estudio, a velocidades de giro diferentes. Todo los datos a tratar se han obtenido siguiendo el procedimiento descrito con anterioridad.

4.1. Curvas Dimensionales

A continuación, se representarán las curvas dimensionales de los datos recogidos del banco de ensayo. Para diferenciarlo con forma de representación del programa desarrollada, se mostrará una línea de tendencia que ayude a interpretar con menor complejidad cada uno de los gráficos.

Esta línea de tendencia, es de orden 2, para que se ajuste mejor a la realidad de los parámetros; sin embargo, las gráficas nos mostrarán una clara tendencia quasilineal.

En la siguiente figura, se muestra la tendencia que adopta la altura manométrica en función del caudal a distintas revoluciones de funcionamiento. El análisis de esta representación en cuestión es considerablemente sencilla, ya que como es lógico, la altura que la bomba podrá suministrar dependerá notablemente de la magnitud del caudal impulsado, decreciendo esta a medida que aumenta el caudal. Además, el régimen de giro de la bomba afecta significativamente a la altura proporcionada, siendo el resultado mayor cuanto más alto es el régimen de giro.

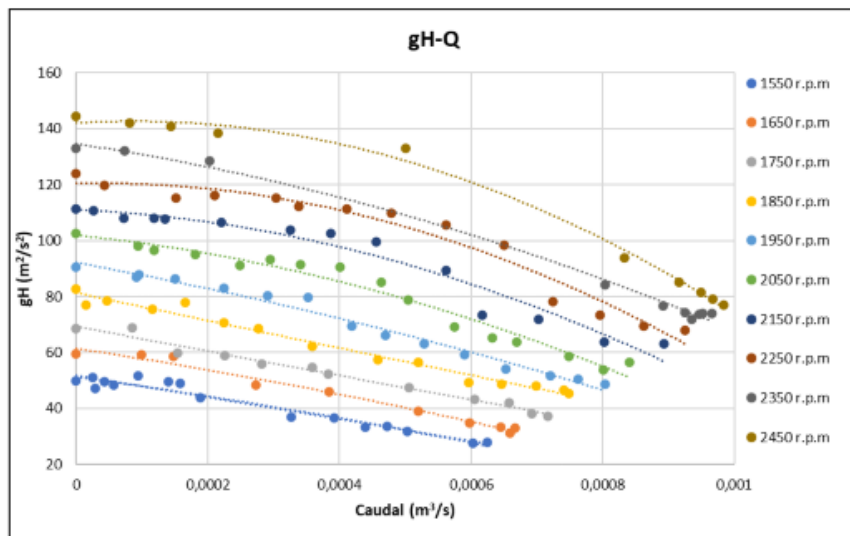


Figura 4.1: Curva Dimensional. Altura manométrica vs Caudal

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la potencia al eje, esta sigue un comportamiento ascendente lineal; es decir, la potencia al eje aumenta a medida que lo hace el caudal suministrado.

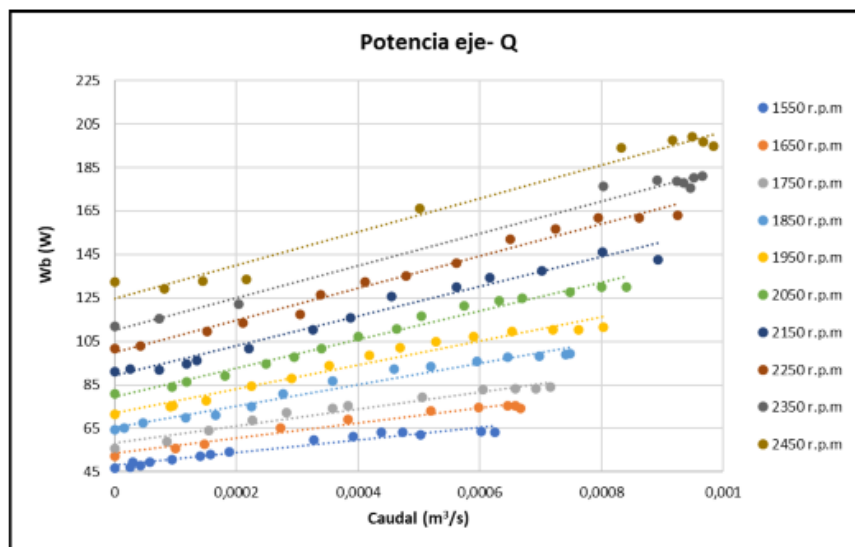


Figura 4.2: Curva Dimensional. Potencia Eje vs Caudal

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se representará la potencia útil que ofrece la bomba, es decir, la verdadera magnitud aprovechable para cualquier aplicación. Al igual que la potencia al eje, la potencia útil se ve aumentada cuanto mayor sea el régimen de giro de la bomba. Además, en esta representación se muestra una tendencia más parabólica que en la anterior, realmente ascendente en los primeros incrementos de caudal y decreciente a partir de cierto punto de funcionamiento dependiendo del régimen de giro de estudio.

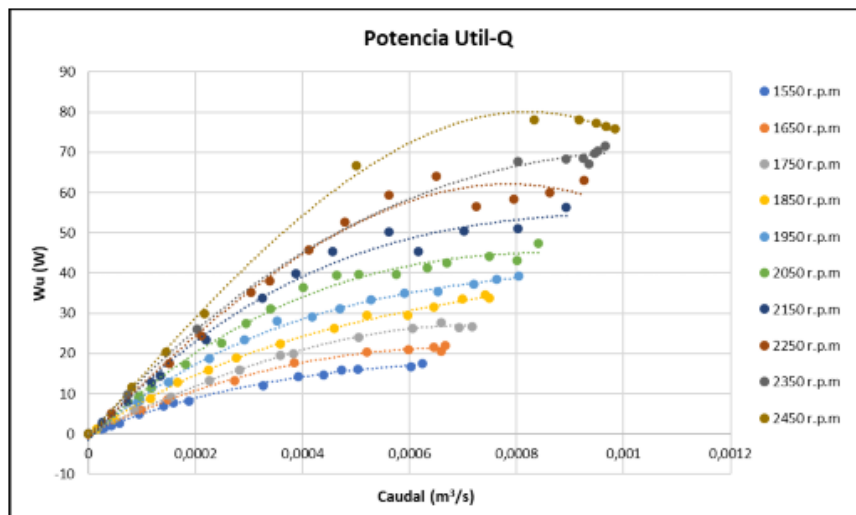


Figura 4.3: Curva Dimensional. Potencia Útil vs Caudal

Fuente: Elaboración propia

Observando la figura anterior, puede ser razonable pensar que el régimen de giro a emplear de los estudiados sea el 2450 rpm, dado que es el que ofrece el valor máximo de potencia útil; sin embargo, es necesario detenerse y analizar este caso más detenidamente.

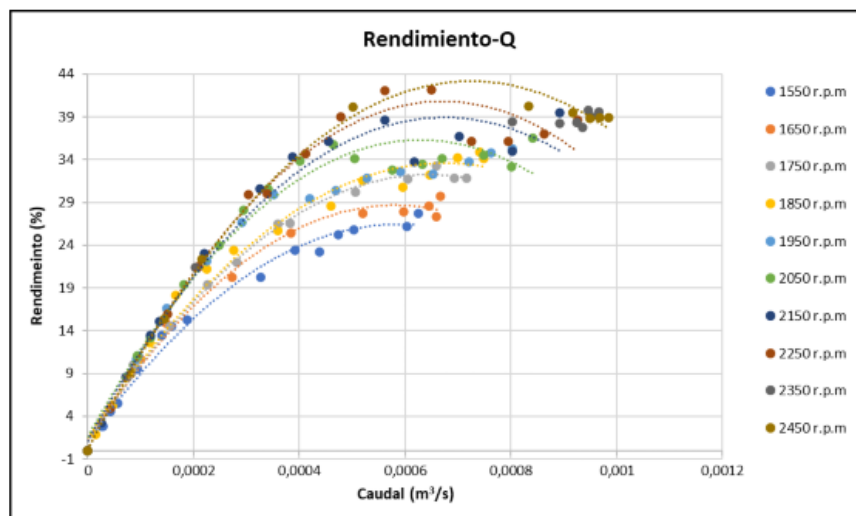


Figura 4.4: Curva Dimensional. Rendimiento vs Caudal

Fuente: Elaboración propia

Lógicamente la bomba ofrecerá más potencia siempre y cuando el régimen de giro sea más elevado; no obstante, mayor potencia no indica mayor rendimiento, ya que hay que suministrarle energía también a la turbomáquina. Por ello es necesario analizar la relación entre ambas y escoger el modelo más eficiente y que mejor se adapte a las condiciones que va a desempeñar el dispositivo en cuestión.

4.2. Curvas Adimensionales

Realizar un análisis adimensional de las bombas centrifugas es realmente útil, ya que permite obtener un pre-diseño del sistema de bombeo para así realizar la posterior comparativa con las curvas dimensionales correspondientes.

Se obtienen un conjunto de grupos adimensionales, caracterizados por aspectos geométricos, cinemáticos y dinámicos que permiten descubrir el dispositivo más óptimo para la instalación, un diseño previo del mismo con el que se estima el tamaño, eficacia y funcionalidad de la bomba para las distintas situaciones del flujo y además, permite construir sistema de bombeo equivalentes.

4.2.1. Teorema Π de Buckingham

Para obtener dichos conjuntos de adimensionales mencionados anteriormente, se recurre al Teorema de Π de Vaschy-Buckingham, que identifica el mínimo número de parámetros que intervienen en el comportamiento de una bomba.

El procedimiento de este teorema es relativamente sencillo. En primer lugar es necesario definir las variables más representativas del objeto de estudio. Normalmente, se definen 3 magnitudes, una variable característica del fluido, una característica del flujo y otra correspondiente a la geometría.

Atendiendo a la altura proporcionada de una bomba, las variables que influyen son:

$$gH_m = f(Q, \Omega, \rho, \mu, D, L_1, L_2, \dots, L_n) \quad (4.1)$$

Sin embargo, se escogen ρ , Ω y D , como los parámetros más significativos de los 3 estados mencionados anteriormente.

A continuación, se procede a expresar estos parámetros en función de las magnitudes fundamentales. una vez expresadas, se realizarán una serie de igualaciones que permitan identificar los coeficientes adimensionales correspondientes a nuestra ecuación.

$$\Phi_{gH_m} \equiv \frac{gH_m}{\rho^a \cdot \Omega^b \cdot D^c} \equiv \left[\frac{L^2}{T^2} \right] = \left[\frac{M}{L^3} \right]^a \cdot \left[\frac{1}{T} \right]^b \cdot [L]^c \equiv \frac{gH_m}{\Omega^2 \cdot D^2} \quad (4.2)$$

Realizando cada uno de los pasos anteriores para las variables de estudio, se obtienen las siguientes expresiones.

$$\Phi_Q \equiv \frac{Q}{\rho^a \cdot \Omega^b \cdot D^c} \equiv \left[\frac{L^3}{T} \right] = \left[\frac{M}{L^3} \right]^a \cdot \left[\frac{1}{T} \right]^b \cdot [L]^c \equiv \frac{Q}{\Omega \cdot D^3} \quad (4.3)$$

$$\Phi_W \equiv \frac{W}{\rho^a \cdot \Omega^b \cdot D^c} \equiv \left[\frac{ML^2}{T^3} \right] = \left[\frac{M}{L^3} \right]^a \cdot \left[\frac{1}{T} \right]^b \cdot [L]^c \equiv \frac{W}{\rho \cdot \Omega^3 \cdot D^5} \quad (4.4)$$

$$\Phi_\eta = \frac{W_u}{W_b} \quad (4.5)$$

Calculando los valores adimensionales a partir de las expresiones obtenidas, las representaciones que se obtienen son las siguientes.

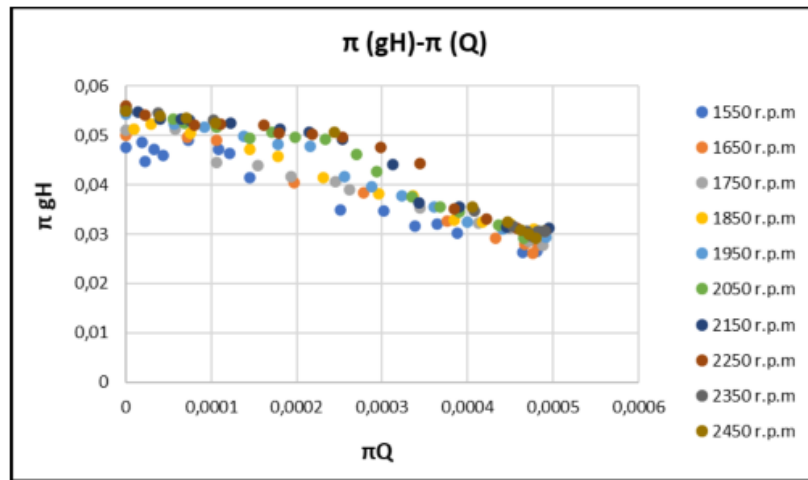


Figura 4.5: Curva Adimensional. Altura manométrica vs Caudal

Fuente: Elaboración propia

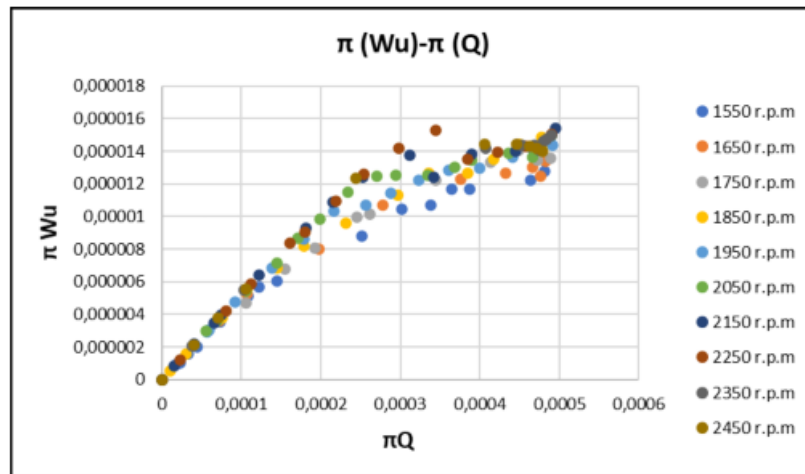


Figura 4.6: Curva Adimensional. Potencia Útil vs Caudal

Fuente: Elaboración propia

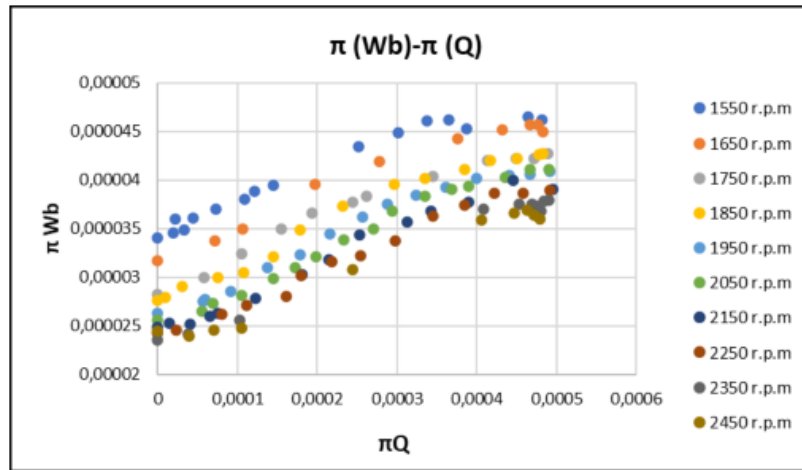


Figura 4.7: Curva Adimensional. Potencia Eje vs Caudal

Fuente: Elaboración propia

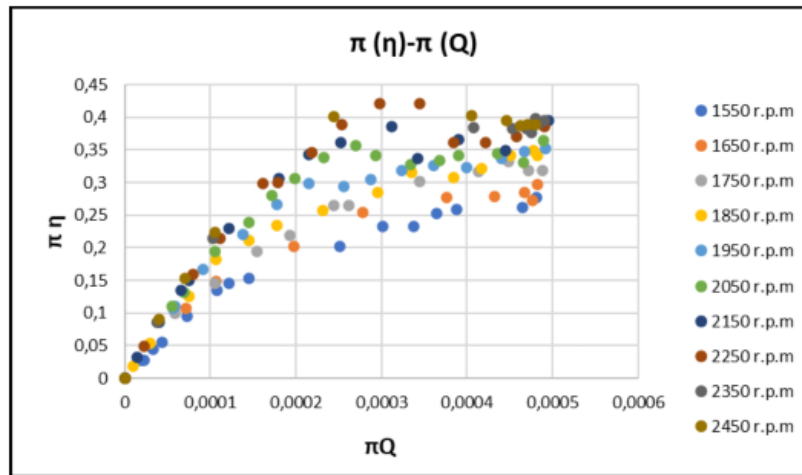


Figura 4.8: Curva Adimensional. Rendimiento vs Caudal

Fuente: Elaboración propia

Gracias a estas representaciones se puede obtener una conclusión clara. Los grupos Π_{gH_m} y Φ_{W_u} dependen del caudal o grupo Π_Q ; sin embargo, no lo son del régimen de giro, ya que es claramente visible como los valores asociados a distintos valor de revoluciones están aunados formando prácticamente una curva común.

Esto, sin embargo, no ocurre con los grupos Π_{gW_b} y Π_η , donde los puntos asociados a las distintas velocidades de giro conforman curvas independientes. Lógico que ocurra esto en estas representaciones, dada que las pérdidas viscosas de la bomba están muy condicionadas al régimen de giro, por lo que la potencia absorbida y el rendimiento (relación potencia útil frente absorbida), estarán claramente afectadas por este parámetro.

4.2.2. Semejanza de Bombas

La semejanza de bombas es otra de las ventajas que ofrece el análisis adimensional dado que permite conocer las características y parámetros del dispositivo equivalente, permitiendo en muchas ocasiones, trabajar con un pre-diseño para conocer al completo la funcionalidad del sistema a instalar.

La obtención de los valores equivalentes es realmente sencilla, tan solo se basa en la comparación de las expresiones adimensionales obtenidas.

$$\frac{gH_{m,1}}{(\Omega_{,1})^2 \cdot (D_{,1})^2} = \frac{gH_{m,2}}{(\Omega_{,2})^2 \cdot (D_{,2})^2} \quad (4.6)$$

$$\frac{Q_{,1}}{\Omega_{,1} \cdot (D_{,1})^3} = \frac{Q_{,2}}{\Omega_{,2} \cdot (D_{,2})^3} \quad (4.7)$$

$$\frac{W_{,1}}{\rho_{,1} \cdot (\Omega_{,1})^3 \cdot (D_{,1})^5} = \frac{W_{,2}}{\rho_{,2} \cdot (\Omega_{,2})^3 \cdot (D_{,2})^5} \quad (4.8)$$

Despejando la variable de estudio deseada, se obtiene el valor de la magnitud equivalente expresado en función del resto de magnitudes.

Conclusiones

5.1. Futuras mejoras del TFG

Se propone como mejora la sensorización y monitorización en tiempo real de la bomba centrífuga estudiada durante el desarrollo de este TFG con el objetivo de tener una solución abierta que permita controlar las variables del ensayo libremente. Se propone ampliar el software diseñado de modo que permita la integración y comunicación de toda la sensorística.

Para lograr dicho objetivo, se propone, la creación de una red Mosbus donde todos los dispositivos y actuadores puedan interactuar entre ellos, permitiendo hasta un máximo de 255 dispositivos (1 byte).

Modbus RTU es un protocolo serial abierto derivado de la arquitectura maestro esclavo proveniente de Modicon. Este es un protocolo comúnmente utilizado dada las facilidades y confiabilidad que ofrece. Mencionar que este protocolo de comunicación es utilizado en el Sistema de gestión de de edificios y en Sistemas de Automatización Industrial.

Aplicar este protocolo de comunicación posibilitaría obtener los valores y replicarlos en tiempo real permitiendo adquirir un conocimiento más cercano del dispositivo de estudio, acotándolo; además de detectar cualquier tipo de anomalías si se produjese cualquier tipo de alteración en el sistema de estudio.

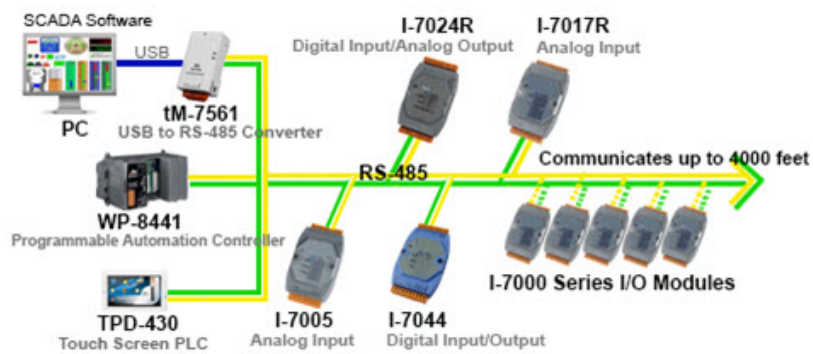


Figura 5.1: Esquema Protocolo Modbus

Fuente: [22]

Posteriormente, la interfaz de la monitorización podría realizarse con Grafana, que es un software libre normalmente empleado para la representación de datos métricos, destacado por la sencillez con la que se desarrollan sus diseños y la multitud de opciones que ofrece para visualización de los datos.



Figura 5.2: Software Grafana

Fuente: [Grafana]

5.2. Fabricación aditiva Robótica

Entre los aspectos a destacar dentro de este trabajo de fin de grado es el de mencionar un nuevo tipo de manufactura que está rompiendo con los procesos de fabricación habituales de los distintos tipos de impulsores.

Hoy en día, todavía, el proceso de manufactura más empleado para la la fabricación de los impulsores de una bomba centrífuga, es a partir de un bloque de fundición, al que se le emplean distintos procesos de arranque de viruta.

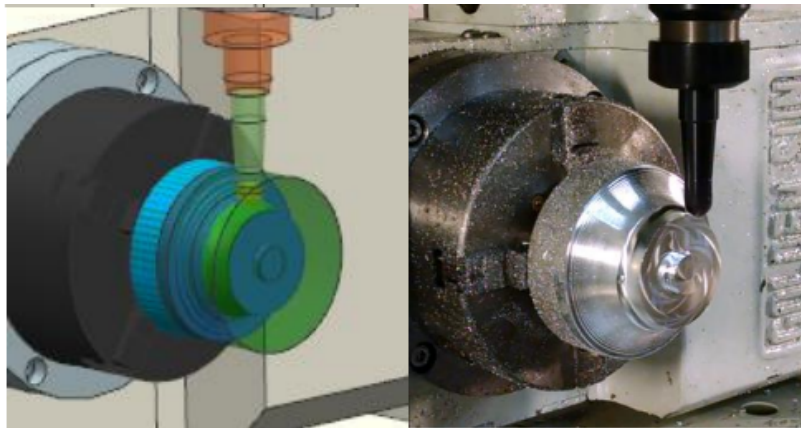


Figura 5.3: Mecanizado Semiopen Impeller

Fuente: [23]

Sin embargo, estos procesos implican un gran costo de fabricación, dado el tiempo y la cantidad de material substraída. Por ello, cada vez más, se está optando por el empleo de la fabricación aditiva para obtener una geometría cercana a la similar, y ya después aplicar un suave proceso de mecanizado donde la cantidad de material extraída sea mínima.

Dentro de la fabricación aditiva, la deposición de material fundido por láser es una gran opción en este caso, debido a la precisión que ofrece el láser al converger sobre un punto exacto.

Además, el colofón final para mejorar la calidad de la pieza, es poder integrar la herramienta de deposición del material en una célula robótica. Esto evitará el uso de soportes que deberán ser extraídos posteriormente, gracias a las distintas oportunidades que brinda controlar los distintos ejes del robot y eje externo (en el caso de que haya). Aparte de brindar la posibilidad de disminuir la cantidad de soporte empleada para la impresión, los ejes del robot sumado a los ejes de un dispositivo externo hará que la pieza siempre esté imprimiendo en la orientación óptima, simplemente calculando la trayectoria del robot, sincronizado con el eje externo, de forma que la impresión siempre ocurra a 90° respecto la superficie de impresión verticalmente, evitando, de este modo, zonas con posibles voladizos que pueden afectar a la calidad superficial de la pieza.

La complejidad de aplicar este tipo de métodos recae en la dificultad que conlleva la programación de cada una de las trayectorias y orientaciones óptimas del robot, siempre siendo necesario cerciorarse de que no se produzcan colisiones entre cada una de las partes que intervienen.

Existen muy pocos software específicos de este tipo de manufactura, dada su reciente incorporación al mercado, no obstante, en un breve periodo de tiempo, muchas grandes empresas ya compiten porque sus programas sean los pioneros en este sector, lo que demuestra el potencial y el interés que ofrece la tecnología y una vez más demuestra que la fabricación aditiva ha llegado para quedarse, y hacerse un hueco entre los distintos tipos de manufactura.

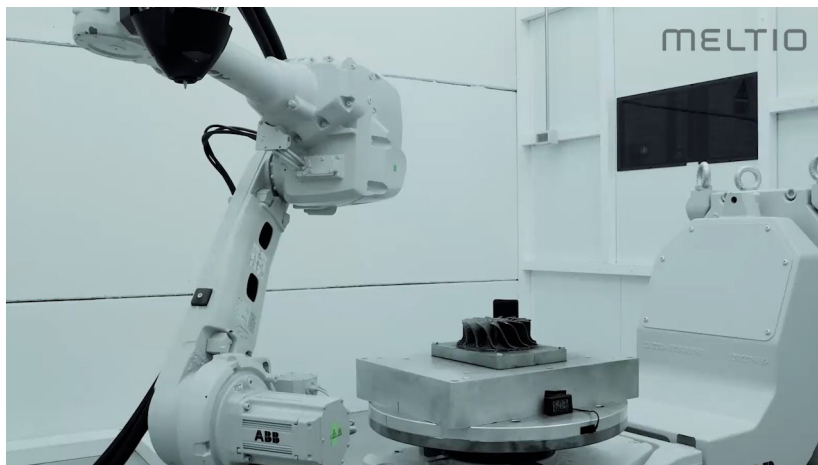


Figura 5.4: Impulsor en célula robótica

Fuente: [24]

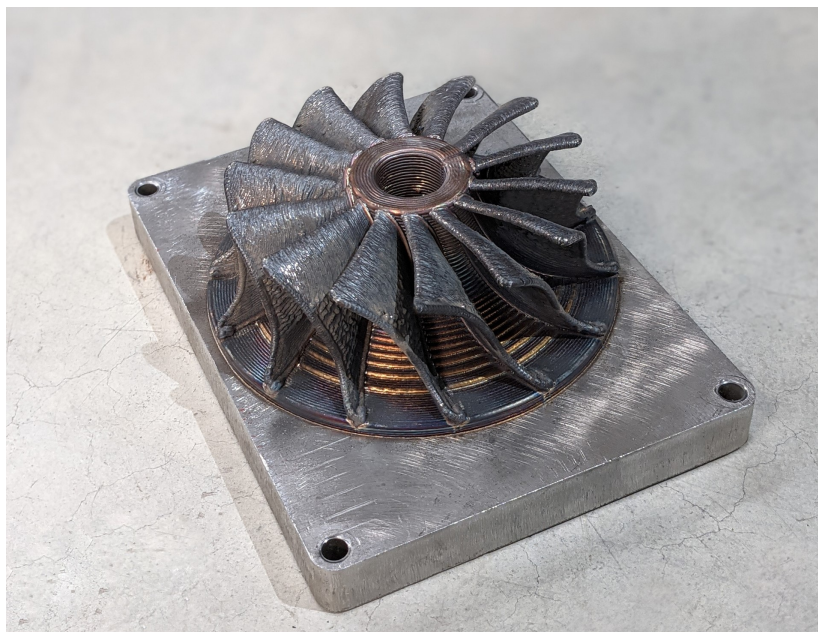


Figura 5.5: Impulsor by Meltio

Fuente: [24]

Bibliografia

BIBLIOGRAFÍA

1. [http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/jesusm/Guia_de_Turbomaquinas.pdf]. [s.f.]. [En línea, acceso: 1 de Agosto de 2022].
2. [<http://pelandintecno.blogspot.com/2012/02/motores-de-turbina-de-gas.html>]. [s.f.]. [En línea, acceso: 24 de Julio de 2022].
3. [<https://www.turbosquid.com/es/3d-models/3d-cross-section-steam-turbine-1400502>]. [s.f.]. [En línea, acceso: 24 de Julio de 2022].
4. [<https://instrumentosdemedicion.org/general/tornillo-de-arquimedes/>]. [s.f.]. [En línea, acceso: 24 de Julio de 2022].
5. CLAUDIO, Mataix. *Turbomáquinas Hidráulicas*. 1975.
6. PAZ, Concepción; EDUARDO, Suárez; MIGUEL, Concheiro y MARCOS, Conde. *Turbomáquinas Hidráulicas*. 2019.
7. [<http://www.allhydraulicsusa.com/producto/bombas-multietapas/>]. [s.f.]. [En línea, acceso: 24 de Julio de 2022].
8. [<https://www.freejpg.com.ar/imagenes/premium/851557480/concepto-de-frente-de-la-turbina-de-cartucho-render-3d-sobre-fondo-blanco>]. [s.f.]. [En línea, acceso: 24 de Julio de 2022].
9. [<https://cpstmctorisco.educarex.es/primaria/3-primaria/1086-diario-del-coronavirus-20-de-mayo>]. [s.f.]. [En línea, acceso: 26 de Julio de 2022].
10. [<https://www.raimaberfluidtech.com/wright-flow-technologies/bombas-lobulares-sterilobe/>]. [s.f.]. [En línea, acceso: 26 de Julio de 2022].
11. [<https://www.wmftg.com/es-es/support/how-do-peristaltic-pumps-work-sanitary/>]. [s.f.]. [En línea, acceso: 26 de Julio de 2022].
12. [<https://www.wmftg.com/es-es/support/how-do-peristaltic-pumps-work-sanitary/>]. [s.f.]. [En línea, acceso: 26 de Julio de 2022].
13. JOAKIM, Stepanoff Alexey. *Centrifugal and axial flow pumps*. 2004.

14. JOHAN, Friedrich. *Centrifugal Pumps*. 2008.
15. [<https://www.thermal-engineering.org/es/que-es-la-parte-principal-de-una-bomba-centrifuga-definicion/>]. [s.f.]. [En línea, acceso: 26 de Julio de 2022].
16. [<https://www.pompetravaini.com/es/prodotti/bombas-centrifugas/tcd/>]. [s.f.]. [En línea, acceso: 26 de Julio de 2022].
17. GIRDAR, Pares y MONIZ, Octo. *Centrifugal Pumps*. 2005.
18. [<https://blog.craneengineering.net/whats-the-difference-between-open-semi-open-and-closed-impellers>]. [s.f.]. [En línea, acceso: 27 de Julio de 2022].
19. [<https://www.tecnopeg.com/sellos-mecanicos/>]. [s.f.]. [En línea, acceso: 28 de Julio de 2022].
20. [<https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/que-es-y-como-se-calcula-npsdisp-bomba-centrifuga>]. [s.f.]. [En línea, acceso: 28 de Julio de 2022].
21. [<https://blog.satelimportadores.com/valvulas/valvula-de-diafragma-neumatica-vertedor/>]. [s.f.]. [En línea, acceso: 25 de Julio de 2022].
22. [<https://www.logicbus.com.mx/Modbus.php>]. [s.f.]. [En línea, acceso: 1 de Agosto de 2022].
23. ANDRÉ, Camilo y OSORIO, Adolfo Enrique. *DESARROLLO DEL PROCESO DE MANUFACTURA DE UN IMPELLER EN UN CENTRO DE MECANIZADO MULTIEJE EMPLEANDO EL SOFTWARE NX CAM*. [s.f.]. [En línea, acceso: 1 de Agosto de 2022].
24. [<https://meltio3d.com/applications/>]. [s.f.]. [En línea, acceso: 1 de Agosto de 2022].

Anexos

A.1. Función tratamiento de datos

La obtención y tratamiento de los datos resulta un proceso crucial en el desarrollo de este TFG. Para ello, hacemos uso de la función *cargar datos a tabla de opciones*, activada cada vez que se interactúa con el icono de la carpeta en la parte superior izquierda, que recibe como datos de entrada principales el nombre y la ruta de los archivos seleccionados, extraídos de la función *uigetFile*.

La función *cargar datos a tabla de opciones* realiza en primer lugar un análisis del número de archivos seleccionados y se recorre un bucle 'for' hasta el valor importando, por un lado, los valores de los archivos guardándolos en una matriz tridimensional, y por el otro, los nombres asociados al régimen de giro de cada uno de los archivos.

```

[app.nombre_fichero_dat,app.ruta_fichero_dat] =
uigetfile('*.dat','Seleccionar datos',...
'datos','MultiSelect','on');

% disp(app.nombre_fichero_dat{1});
% disp(app.ruta_fichero_dat);

cargar_datos_a_tabla_de_opciones(app);

```

```

function results = cargar_datos_a_tabla_de_opciones(app)

    app.tamano = length(app.nombre_fichero_dat);

%disp(strcat(app.ruta_fichero_dat,app.nombre_fichero_dat{1}));

    app.tabla_nombres = strings(1,app.tamano);

    for i=1:app.tamano

datos_fichero_dat=importdata(strcat(app.ruta_fichero_dat,app.nombre_fiche
ro_dat{i}));

        app.tabla_datos(:, :, i) = datos_fichero_dat.data;

        %disp(app.nombre_fichero_dat{:,i});

        s = app.nombre_fichero_dat{i};
        s = s(1:end-4);

        app.tabla_nombres(1,i) = s;

    end

```

A.2. Tabla de Datos Manuales

Otro de los scripts a destacar, es el realizado para la obtención de los datos introducidos manualmente.

En primer lugar, dentro de la startup function del código, incluimos la creación de una tabla de unas dimensiones definidas, de tal forma, que se ejecute al momento de ejecutar el programa. Además, se debe especificar el tipo de datos con el que se va a trabajar, en este caso, números, exclusivamente.

Realmente, no se sabe el número exacto de puntos que el usuario pretende representar, por eso era necesario introducir objetos que aumente o disminuyan el número de puntos a definir en la tabla. El funcionamiento tanto para aumentar como para disminuir el número de filas es el mismo; en primer lugar, se guardan los datos de la tabla actual en una tabla paralela, posteriormente, se crea una tabla vacía con una fila más o menos, y por último se rellena la tabla con los datos guardados (en el caso de restar puntos es necesario prescindir de la información de la última capa).

Por último, se pasan los datos numéricos de tipo celda para poder trabajar con ellos y se proceden a realizar todos los cálculos pertinentes para la obtención del rendimiento máximo y la representación de cada una de las curvas.

```

function startupFcn(app)

    % Definimos el tipo de variable que va a haber en nuestras
    % columnas

    app.Tabla_Manual.ColumnFormat = {'numeric',
'numeric','numeric','numeric'};

    % Establecemos que se dividan en celdas la tabla
    app.Tabla_Manual.Data = cell(6,4);

    set(app.Tabla_Manual,'BackgroundColor',[0.08,0.09,0.10]);

    importstl_closed= stlread('Assets\Closed.stl');
    trimesh (importstl_closed,'Parent',app.UIAxes_3D);

    importstl_semiopen= stlread('Assets\Semiopen.stl');
    trimesh (importstl_semiopen,'Parent',app.UIAxes_3D_Semiopen);

    importstl_open= stlread('Assets\Open.stl');
    trimesh (importstl_open,'Parent',app.UIAxes_3D_Open);

end

```

```

function Mas_PuntosValueChanged(app, event)
    [m,n]=size(app.Tabla_Manual.Data);
    %Creamos una copia de seguridad de los datos de la tabla para
    %que no se sobrescriban
    app.DatosTabla = app.Tabla_Manual.Data;

    % Hacemos esto para poder añadir más puntos a la tabla
    nuevatabla = cell(m+1,n);
    nuevatabla(1:m,1:n) = app.DatosTabla;
    app.Tabla_Manual.Data = nuevatabla ;

```

```

function Menos_PuntosValueChanged(app, event)
    [m,n]=size(app.Tabla_Manual.Data);
    %Creamos una copia de seguridad de los datos de la tabla para
    %que no se sobrescriban
    app.DatosTabla = app.Tabla_Manual.Data;
    app.DatosTabla(end,:) = [];

    % Hacemos esto para poder añadir más puntos a la tabla
    nuevatabla = cell(m-1,n);
    nuevatabla(1:m-1,1:n) = app.DatosTabla;
    app.Tabla_Manual.Data = nuevatabla ;

```

```

function Calcular_Tabla_ManualButtonPushed(app, event)

    rpm = app.Valor_Revoluciones.Value;

    % Sacamos los datos de la tabla
    app.Panel_Mostrar_Curvas.Visible = 'On';

    app.DatosTabla = get(app.Tabla_Manual, 'Data');

    [m,]=size(app.Tabla_Manual.Data);

    % Sacamos el vector caudal introducido
    c1 = (cell2mat(app.DatosTabla(:,1)));
    %caudal=c1'; % Hacemos la traspuesta para poder representarlo

    % Sacamos el vector altura manométrica
    c2 = (cell2mat(app.DatosTabla(:,2)));
    % altura=c2';

    % Sacamos el vector altura manométrica
    c3 = (cell2mat(app.DatosTabla(:,3)));
    % Potencia_util=c3';

    % Sacamos el vector altura manométrica
    c4 = (cell2mat(app.DatosTabla(:,4)));

    %Potencia_eje=c4';

    % Obtenemos el valor del Rendimiento (Rendimiento = Wu/Wb)
    c5 = c3./c4;

    % Representamos el valor del rendimiento en la tabla
    %c=num2cell(c5);

    %app.DatosTabla(:,5)=c;
    %disp(app.DatosTabla)

    % Calculamos el punto de rendimiento máximo
    a=max(c5);
    rendimiento=a*100;

    for i=1:m(1)

        if c5(i)== a

            fila = i;

        end

    end
end

```

```

        % Calculamos la velocidad específica

        velocidad_especifica = rpm*(sqrt(c1(fila)*1.667e-
05)/(c2(fila))^0.75);
        disp(velocidad_especifica)
        % Mostramos el valor del rendimiento y velocidad específica

        app.RendimientoValue.Value = rendimiento;
        app.Vespecifica.Value=velocidad_especifica;

        % Representamos en color azul el punto de mayor rendimiento.
removeStyle(app.Tabla_Manual);
app.s1 = uistyle('BackgroundColor',[0.10,0.88,0.87]);
addStyle(app.Tabla_Manual,app.s1,'row',fila);
% Sacamos el vector caudal introducido
c1 = (cell2mat(app.DatosTabla(:,1)));
app.caudalmanual=c1'; % Hacemos la traspuesta para poder representarlo
% Sacamos el vector altura manométrica
c2 = (cell2mat(app.DatosTabla(:,2)));
app.alturamanual=c2';
% Sacamos el vector altura manométrica
c3 = (cell2mat(app.DatosTabla(:,3)));
app.Potencia_util_manual=c3';
% Sacamos el vector altura manométrica
c4 = (cell2mat(app.DatosTabla(:,4)));
app.Potencia_eje_manual=c4';
% Obtenemos el valor del Rendimiento (Rendimiento = Wu/Wb)
c5 = c4./c3;
app.Rendimientomanual = c5';
plot(app.UIAxes_Curvas_Manuales,app.caudalmanual,app.alturamanual,'Color'
,[0.10,0.88,0.87]);
%title(app.UIAxes_Curvas_Manuales, 'Altura Manométrica - Caudal')
xlabel(app.UIAxes_Curvas_Manuales, 'Caudal');
ylabel(app.UIAxes_Curvas_Manuales, 'Hm');

```

ANEXO **B** _____

_____CÓDIGO COMPLETO DEL PROGRAMA

```

classdef Prueba_UI_2_MenorMayorPanel < matlab.apps.AppBase

% Properties that correspond to app components
properties (Access = public)
    UIFigure matlab.ui.Figure
    GridLayout matlab.ui.container.GridLayout
    Panel_2 matlab.ui.container.Panel
    GridLayout3 matlab.ui.container.GridLayout
    Panel_5 matlab.ui.container.Panel
    GridLayout4 matlab.ui.container.GridLayout
    GridLayout5 matlab.ui.container.GridLayout
    JairoLuengoFernandezLabel matlab.ui.control.Label
    ProyectoTrabajoFindeGradoLabel matlab.ui.control.Label
    Image8 matlab.ui.control.Image
    Documentation_Button matlab.ui.control.StateButton
    Options_Button matlab.ui.control.StateButton
    Panel_3 matlab.ui.container.Panel
    GridLayout2 matlab.ui.container.GridLayout
    Dimensionales_Button matlab.ui.control.StateButton
    Adimensionales_Button matlab.ui.control.StateButton
    Individual_Button matlab.ui.control.StateButton
    Load_Tabla_Button matlab.ui.control.StateButton
    Conversor_Button matlab.ui.control.StateButton
    Importar_archivos matlab.ui.control.StateButton
    Panel_4 matlab.ui.container.Panel
    GridLayout6 matlab.ui.container.GridLayout
    Panel_Opciones matlab.ui.container.Panel
    GridLayout7 matlab.ui.container.GridLayout
    Panel_Titulo matlab.ui.container.Panel
    GridLayout27 matlab.ui.container.GridLayout
    AJUSTARLOSPARMETROSDLABOMBALabel matlab.ui.control.Label
    Panel_Imagen_Esquema_Bomba matlab.ui.container.Panel
    GridLayout28 matlab.ui.container.GridLayout
    ESQUEMACONFIGURACINBOMBACENTRIFUGALLabel matlab.ui.control.Label
    Image17 matlab.ui.control.Image
    Panel_Datos matlab.ui.container.Panel
    GridLayout29 matlab.ui.container.GridLayout
    DimetroRodetemLabel matlab.ui.control.Label
    IntroducirDiametroRodete matlab.ui.control.NumericEditField
    Image10 matlab.ui.control.Image
    DimetroAspiracinmLabel matlab.ui.control.Label
    IntroducirDiametroAspiracion matlab.ui.control.NumericEditField
    DimetroImpulsinmLabel matlab.ui.control.Label
    IntroducirDiametroImpulsion matlab.ui.control.NumericEditField
    VariacindecotamLabel matlab.ui.control.Label
    IntroducirVariacionCotaZ matlab.ui.control.NumericEditField
    Gravedadms2Label matlab.ui.control.Label
    IntroducirGravedad matlab.ui.control.NumericEditField
    Image11 matlab.ui.control.Image
    INTRODUCIRVALORESLabel matlab.ui.control.Label
    Image12 matlab.ui.control.Image
    Image13 matlab.ui.control.Image
    Image14 matlab.ui.control.Image

```

DefinirValoresButton matlab.ui.control.StateButton
Image19 matlab.ui.control.Image
Densidadkgm3Label matlab.ui.control.Label
IntroducirDensidad matlab.ui.control.NumericEditField
Panel_8 matlab.ui.container.Panel
GridLayout30 matlab.ui.container.GridLayout
SECCINRADIALRODETELabel matlab.ui.control.Label
Image18 matlab.ui.control.Image
Panel_9 matlab.ui.container.Panel
GridLayout31 matlab.ui.container.GridLayout
Image15 matlab.ui.control.Image
SECCINTRANSVERSALRODETELabel matlab.ui.control.Label
Panel_Importar_Archivos matlab.ui.container.Panel
GridLayout8 matlab.ui.container.GridLayout
Panel_11 matlab.ui.container.Panel
GridLayout33 matlab.ui.container.GridLayout
TIPOSDEIMPULSORES3DLabel matlab.ui.control.Label
Panel_3d matlab.ui.container.Panel
GridLayout34 matlab.ui.container.GridLayout
UIAxes_3D matlab.ui.control.UIAxes
UIAxes_3D_Open matlab.ui.control.UIAxes
UIAxes_3D_Semiopen matlab.ui.control.UIAxes
ImpulsorAbiertoLabel matlab.ui.control.Label
ImpulsorSemiabiertoLabel matlab.ui.control.Label
ImpulsorCerradoLabel matlab.ui.control.Label
Panel_Conversor_Unidades matlab.ui.container.Panel
GridLayout9 matlab.ui.container.GridLayout
Panel_12 matlab.ui.container.Panel
GridLayout35 matlab.ui.container.GridLayout
CONVERSORDEUNIDADESLabel matlab.ui.control.Label
Panel_13 matlab.ui.container.Panel
GridLayout36 matlab.ui.container.GridLayout
CaudalLabel matlab.ui.control.Label
DropDown_Caudal_Introducir matlab.ui.control.DropDown
IntroducirValorEditFieldLabel matlab.ui.control.Label
ValorCaudal_introducido matlab.ui.control.NumericEditField
ResultadoEditFieldLabel matlab.ui.control.Label
Resultado_Caudal matlab.ui.control.NumericEditField
DropDown_Caudal_Final matlab.ui.control.DropDown
Refrescar_Caudal matlab.ui.control.Image
TasaMultiplicacinEditFieldLabel matlab.ui.control.Label
Tasa_Caudal matlab.ui.control.NumericEditField
Panel_14 matlab.ui.container.Panel
GridLayout37 matlab.ui.container.GridLayout
PresinLabel matlab.ui.control.Label
IntroducirValorLabel_3 matlab.ui.control.Label
ValorPresion_Introducir matlab.ui.control.NumericEditField
DropDown_Presion_Introducir matlab.ui.control.DropDown
ResultadoEditFieldLabel_2 matlab.ui.control.Label
Resultado_Presion matlab.ui.control.NumericEditField
Refrescar_Presion matlab.ui.control.Image
TasaMultiplicacinEditFieldLabel_2 matlab.ui.control.Label
Tasa_Presion matlab.ui.control.NumericEditField
DropDown_Presion_Final matlab.ui.control.DropDown

```
Panel_15 matlab.ui.container.Panel
GridLayout38 matlab.ui.container.GridLayout
PotenciaLabel matlab.ui.control.Label
IntroducirValorLabel_2 matlab.ui.control.Label
ValorPotencia_Introducir matlab.ui.control.NumericEditField
DropDown_Potencia_Introducir matlab.ui.control.DropDown
ResultadoEditFieldLabel_3 matlab.ui.control.Label
Resultado_Potencia matlab.ui.control.NumericEditField
Refrescar_Potencia matlab.ui.control.Image
TasaMultiplicacinEditFieldLabel_3 matlab.ui.control.Label
Tasa_Potencia matlab.ui.control.NumericEditField
DropDown_Potencia_Final matlab.ui.control.DropDown
Panel_16 matlab.ui.container.Panel
GridLayout39 matlab.ui.container.GridLayout
DensidadLabel matlab.ui.control.Label
IntroducirValorLabel matlab.ui.control.Label
ValorDensidad_Introducir matlab.ui.control.NumericEditField
DropDown_Densidad_Introducir matlab.ui.control.DropDown
ResultadoEditFieldLabel_4 matlab.ui.control.Label
Resultado_Densidad matlab.ui.control.NumericEditField
Refrescar_Densidad matlab.ui.control.Image
TasaMultiplicacinEditFieldLabel_4 matlab.ui.control.Label
Tasa_Densidad matlab.ui.control.NumericEditField
DropDown_Densidad_Final matlab.ui.control.DropDown
Panel_Documentation matlab.ui.container.Panel
GridLayout10 matlab.ui.container.GridLayout
Panel_17 matlab.ui.container.Panel
GridLayout40 matlab.ui.container.GridLayout
MANUALESDEAYUDALabel matlab.ui.control.Label
Panel_18 matlab.ui.container.Panel
GridLayout41 matlab.ui.container.GridLayout
ManualExperienciadeusuariodelaInterfazLabel matlab.ui.control.Label
Button matlab.ui.control.Button
ProcedimientodelBancodePruebasLabel matlab.ui.control.Label
TipsosdeimpulsoresLabel matlab.ui.control.Label
ImportacindearchivosLabel matlab.ui.control.Label
Button_2 matlab.ui.control.Button
Button_3 matlab.ui.control.Button
Button_4 matlab.ui.control.Button
Panel_Curvas_Manuales matlab.ui.container.Panel
GridLayout11 matlab.ui.container.GridLayout
Panel_Titulo_Curvas_Manuales matlab.ui.container.Panel
GridLayout22 matlab.ui.container.GridLayout
INTRODUCIRCURVAMANUALESLabel matlab.ui.control.Label
Panel_7 matlab.ui.container.Panel
GridLayout23 matlab.ui.container.GridLayout
Tabla_Manual matlab.ui.control.Table
Mas_Puntos matlab.ui.control.StateButton
Valor_Revoluciones matlab.ui.control.NumericEditField
RpmLabel matlab.ui.control.Label
Valor_Revoluciones_2 matlab.ui.control.NumericEditField
DimetrommLabel matlab.ui.control.Label
Menos_Puntos matlab.ui.control.StateButton
Calcular_Tabla_Manual matlab.ui.control.Button
```

Panel_Resultados_Tabla_Manual matlab.ui.container.Panel
GridLayout26 matlab.ui.container.GridLayout
ExportarButton matlab.ui.control.StateButton
RendimientomaxLabel matlab.ui.control.Label
RendimientoValue matlab.ui.control.NumericEditField
EffUnit matlab.ui.control.Label
VelocidadEspecificaLabel matlab.ui.control.Label
Vespecifica matlab.ui.control.NumericEditField
Panel_Mostrar_Curvas matlab.ui.container.Panel
GridLayout24 matlab.ui.container.GridLayout
UIAxes_Curvas_Manuales matlab.ui.control.UIAxes
Panel_Elegir_Curvas matlab.ui.container.Panel
GridLayout25 matlab.ui.container.GridLayout
RepresentacinCurvasLabel matlab.ui.control.Label
ButtonGroup matlab.ui.container.ButtonGroup
HmQButton matlab.ui.control.RadioButton
NhQButton matlab.ui.control.RadioButton
NmQButton matlab.ui.control.RadioButton
EffQButton matlab.ui.control.RadioButton
Panel_Adimensionales matlab.ui.container.Panel
GridLayout12 matlab.ui.container.GridLayout
Panel_6 matlab.ui.container.Panel
GridLayout17 matlab.ui.container.GridLayout
REPRESENTACINCURVASADIMENSIONALESLabel matlab.ui.control.Label
Panel_Adimensionales_W_Q matlab.ui.container.Panel
GridLayout18 matlab.ui.container.GridLayout
UIAxes_Adimensionales_W_Q matlab.ui.control.UIAxes
NhQLabel_2 matlab.ui.control.Label
Panel_Adimesnionales_Ht_Q matlab.ui.container.Panel
GridLayout19 matlab.ui.container.GridLayout
UIAxes_Adimensionales_Ht_Q matlab.ui.control.UIAxes
HtQLabel_2 matlab.ui.control.Label
Panel_Adimensionales_Eff_Q matlab.ui.container.Panel
GridLayout20 matlab.ui.container.GridLayout
UIAxes_Adimensionales_Eff_Q matlab.ui.control.UIAxes
EffQLabel_2 matlab.ui.control.Label
Panel_Adimensionales_WB_Q matlab.ui.container.Panel
GridLayout21 matlab.ui.container.GridLayout
UIAxes_Adimensionales_Wb_Q matlab.ui.control.UIAxes
NmQLabel_2 matlab.ui.control.Label
Panel_Dimensionales matlab.ui.container.Panel
GridLayout13 matlab.ui.container.GridLayout
Panel_Dimensionales_titulo matlab.ui.container.Panel
GridLayout14 matlab.ui.container.GridLayout
REPRESENTACINCURVASDIMENSIONALESLabel matlab.ui.control.Label
Dimensionales_Ht_Q matlab.ui.container.Panel
GridLayout15 matlab.ui.container.GridLayout
HtQLabel matlab.ui.control.Label
UIAxes_Ht_Q matlab.ui.control.UIAxes
Dimensionales_Eff_Q matlab.ui.container.Panel
GridLayout15_3 matlab.ui.container.GridLayout
EffQLabel matlab.ui.control.Label
UIAxes_Eff_Q matlab.ui.control.UIAxes
Dimensionales_Wb_Q matlab.ui.container.Panel

```

GridLayout15_4 matlab.ui.container.GridLayout
NmQLabel matlab.ui.control.Label
UIAxes_Wb_Q matlab.ui.control.UIAxes
Dimensionales_W_Q matlab.ui.container.Panel
GridLayout15_2 matlab.ui.container.GridLayout
NhQLabel matlab.ui.control.Label
UIAxes_W_Q matlab.ui.control.UIAxes
end

properties (Access = private)
% Propiedades para importar archivos y representarlo
ruta_fichero_dat % Description
nombre_fichero_dat % Description
tamanio % Description
tabla_datos % Description
tabla_nombres % Description
% Propiedades para la Tabla Manual
Table
DatosTabla
s1
caudalmanual
alturamanual
Potencia_util_manual
Potencia_eje_manual
Rendimientomanual
% Propiedades para cálculo de adimensionales
Diametro_Rodete
Gravedad
Densidad
Adimensional_Caudal
Adimensional_Altura
Adimensional_Potencia_hidraulica
Adimensional_Potencia_mecanica
Adimensional_Eff
end
methods (Access = private)
function results = cargar_datos_a_tabla_de_opciones(app)
app.tamanio = length(app.nombre_fichero_dat);

%disp(strcat(app.ruta_fichero_dat,app.nombre_fichero_dat{1}));
app.tabla_nombres = strings(1,app.tamanio);
for i=1:app.tamanio
datos_fichero_dat=importdata(strcat(app.ruta_fichero_dat,app.nombre_fichero_dat{i}));
app.tabla_datos(:, :, i) = datos_fichero_dat.data;
%disp(app.nombre_fichero_dat{:, i});
s = app.nombre_fichero_dat{i};
s = s(1:end-4);
app.tabla_nombres(1,i) = s;
end

```

```

% app.UITable1.Data = datos_fichero_dat.data;
% app.UITable1.ColumnName = {'No.Data', 'RPM', 'SP-1', 'SP-2', 'S-
Torque', 'SC-1', 'Ht', 'Nh', 'Nm', 'Eff(%)'};
%
% rpm = app.UITable1.Data(:,2);
% sp1 = app.UITable1.Data(:,3);
% sp2 = app.UITable1.Data(:,4);
% s_torque = app.UITable1.Data(:,5);
% caudal = app.UITable1.Data(:,6);
% Ht = app.UITable1.Data(:,7);
% Nh = app.UITable1.Data(:,8);
% Nm = app.UITable1.Data(:,9);
% Eff = app.UITable1.Data(:,10);
%
% representar_datos_en_grafica(app,Ht,caudal,app.caudal_vs_Ht);
% representar_datos_en_grafica(app,s_torque,caudal,app.torque_vs_caudal);
% representar_datos_en_grafica(app,Eff,caudal,app.rendimiento_vs_caudal);
% representar_datos_en_grafica(app,Nh,caudal,app.potencia_vs_caudal);
%
%
representar_datos_en_grafica_en_conjunto(app,caudal,Nh,caudal,Nm,app.pote
ncia_vs_caudal)
end
% function results = representar_datos_en_grafica(app,ejex,ejey,axis)
% plot(axis,ejex,ejey);
% end
function results = representar_datos_en_grafica_Ht(app)
for i = 1:app.tamano
plot(app.UIAxes_Ht_Q,app.tabla_datos(:,6,i),app.tabla_datos(:,7,i));
hold(app.UIAxes_Ht_Q,"on");
end
legend
(app.UIAxes_Ht_Q,app.tabla_nombres,"TextColor",[0.90,0.90,0.90],'Location
',"southeastoutside",'Color','none',"EdgeColor",'none');
end
function results = representar_datos_en_grafica_Eff(app)
for i = 1:app.tamano
plot(app.UIAxes_Eff_Q,app.tabla_datos(:,6,i),app.tabla_datos(:,10,i));
hold(app.UIAxes_Eff_Q,"on");
end
legend
(app.UIAxes_Eff_Q,app.tabla_nombres,"TextColor",[0.90,0.90,0.90],'Locatio
n',"southeastoutside",'Color','none',"EdgeColor",'none');
end
function results = representar_datos_en_grafica_W(app)
for i = 1:app.tamano
plot(app.UIAxes_W_Q,app.tabla_datos(:,6,i),app.tabla_datos(:,9,i));
hold(app.UIAxes_W_Q,"on");
end
legend
(app.UIAxes_W_Q,app.tabla_nombres,"TextColor",[0.90,0.90,0.90],'Location
',"southeastoutside",'Color','none',"EdgeColor",'none');
end
function results = representar_datos_en_grafica_Wb(app)

```

```

for i = 1:app.tamano
plot(app.UIAxes_Wb_Q,app.tabla_datos(:,6,i),app.tabla_datos(:,8,i));
hold(app.UIAxes_Wb_Q,"on");
end
legend
(app.UIAxes_Wb_Q,app.tabla_nombres,"TextColor",[0.90,0.90,0.90],'Location',
'southeastoutside','Color','none','EdgeColor','none');
end
% Creamos las funciones ahora para representar las curvas
% Adimensionales
function results = representar_datos_en_grafica_Adimensional_Ht(app)
for i = 1:app.tamano
scatter(app.UIAxes_Adimensionales_Ht_Q,app.Adimensional_Caudal(:,i),app.A
dimensional_Altura(:,i));
hold (app.UIAxes_Adimensionales_Ht_Q,"on");

end
end
function results = representar_datos_en_grafica_Adimensional_W(app)
for i = 1:app.tamano
scatter(app.UIAxes_Adimensionales_W_Q,app.Adimensional_Caudal(:,i),app.Ad
imensional_Potencia_hidraulica(:,i));
hold (app.UIAxes_Adimensionales_W_Q,"on");
end
end
function results = representar_datos_en_grafica_Adimensional_Wb(app)
for i = 1:app.tamano
scatter(app.UIAxes_Adimensionales_Wb_Q,app.Adimensional_Caudal(:,i),app.A
dimensional_Potencia_mecanica(:,i));
hold (app.UIAxes_Adimensionales_Wb_Q,"on");
end
end
function results = representar_datos_en_grafica_Adimensional_Eff(app)
for i = 1:app.tamano
scatter(app.UIAxes_Adimensionales_Eff_Q,app.Adimensional_Caudal(:,i),app.
Adimensional_Eff(:,i));
hold (app.UIAxes_Adimensionales_Eff_Q,"on");
end
end
end
% Definimos la visibilidad de los paneles
methods (Access = private)
function results = iconos_off(app)
app.Dimensionales_Button.Value = 0;
app.Dimensionales_Button.Icon = 'Assets\ICONS\set-of-linear-web-
icons\Plot_gris.png';
app.Panel_Dimensionales.Visible = 'Off';
app.Adimensionales_Button.Value = 0;
app.Adimensionales_Button.Icon = 'Assets\ICONS\set-of-linear-web-
icons\Adimensional_Gris.png';
app.Panel_Adimensionales.Visible = 'Off';

```

```

app.Individual_Button.Value = 0;
app.Individual_Button.Icon = 'Assets\ICONS\set-of-linear-web-
icons\Individual_Gris.png';
app.Panel_Curvas_Manuales.Visible = 'Off';
app.Load_Tabla_Button.Value = 0;
app.Load_Tabla_Button.Icon = 'Assets\ICONS\set-of-linear-web-
icons\Icon_3d.png';
app.Panel_Importar_Archivos.Visible = 'Off';
app.Conversor_Button.Value = 0;
app.Conversor_Button.Icon = 'Assets\ICONS\set-of-linear-web-
icons\Conversor_Unidades_Gris.png';
app.Panel_Conversor_Unidades.Visible = 'Off';
app.Options_Button.Value = 0;
app.Options_Button.Icon= 'Assets\ICONS\set-of-linear-web-
icons\Options_Gris.png';
app.Panel_Opciones.Visible = 'Off';
app.Documentation_Button.Value = 0;
app.Documentation_Button.Icon= 'Assets\ICONS\set-of-linear-web-
icons\Mundo_Gris.png';
app.Panel_Documentation.Visible = 'Off';
end
end

```

```

% Callbacks that handle component events
methods (Access = private)

```

```

% Code that executes after component creation
function startupFcn(app)

```

```

% Definimos el tipo de variable que va a haber en nuestras
% columnas
app.Tabla_Manual.ColumnFormat = {'numeric',
'numeric','numeric','numeric'};
% Establecemos que se dividan en celdas la tabla
app.Tabla_Manual.Data = cell(6,4);
set(app.Tabla_Manual,'BackgroundColor',[0.08,0.09,0.10]);
importstl_closed= stlread('Assets\Closed.stl');
trimesh (importstl_closed,'Parent',app.UIAxes_3D);
importstl_semiopen= stlread('Assets\Semiopen.stl');
trimesh (importstl_semiopen,'Parent',app.UIAxes_3D_Semiopen);
importstl_open= stlread('Assets\Open.stl');
trimesh (importstl_open,'Parent',app.UIAxes_3D_Open);
end

```

```

% Value changed function: Dimensionales_Button
function Dimensionales_ButtonValueChanged(app, event)

```

```

iconos_off(app)
app.Dimensionales_Button.Value = 1;

```

```

if app.Dimensionales_Button.Value == 1
app.Dimensionales_Button.Icon = 'Assets\ICONS\set-of-linear-web-
icons\Plot_Color.png';
app.Panel_Dimensionales.Visible = 'On';
app.Dimensionales_Button.Value = 0;
else
app.Dimensionales_Button.Icon = 'Assets\ICONS\set-of-linear-web-
icons\Plot_Gris.png';
end
end

% Value changed function: Adimensionales_Button
function Adimensionales_ButtonValueChanged(app, event)

iconos_off(app)
app.Adimensionales_Button.Value = 1;
if app.Adimensionales_Button.Value == 1
app.Adimensionales_Button.Icon = 'Assets\ICONS\set-of-linear-web-
icons\Adimensional_Color.png';
app.Adimensionales_Button.Value = 0;
app.Panel_Adimensionales.Visible = 'On';
else
app.Adimensionales_Button.Icon = 'Assets\ICONS\set-of-linear-web-
icons\Adimensional_Gris.png';
end
end

% Value changed function: Individual_Button
function Individual_ButtonValueChanged(app, event)
iconos_off(app)
app.Individual_Button.Value = 1;
if app.Individual_Button.Value == 1
app.Individual_Button.Icon = 'Assets\ICONS\set-of-linear-web-
icons\Individual_Color.png';
app.Individual_Button.Value = 0;
app.Panel_Curvas_Manuales.Visible = 'On';
else
app.Individual_Button.Icon = 'Assets\ICONS\set-of-linear-web-
icons\Individual_Gris.png';
end
end

% Value changed function: Load_Tabla_Button
function Load_Tabla_ButtonValueChanged(app, event)
iconos_off(app)
app.Load_Tabla_Button.Value = 1;
if app.Load_Tabla_Button.Value == 1
app.Load_Tabla_Button.Icon = 'Assets\ICONS\set-of-linear-web-
icons\Icon_3d_color.png';
app.Load_Tabla_Button.Value = 0;

```

```

app.Panel_Importar_Archivos.Visible = 'On';
else
app.Load_Tabla_Button.Icon = 'Assets\ICONS\set-of-linear-web-
icons\Icon_3d.png';
end
end

% Value changed function: Conversor_Button
function Conversor_ButtonValueChanged(app, event)
iconos_off(app)
app.Conversor_Button.Value = 1;
if app.Conversor_Button.Value == 1
app.Conversor_Button.Icon = 'Assets\ICONS\set-of-linear-web-
icons\Conversor_Unidades_Color.png';
app.Conversor_Button.Value = 0;
app.Panel_Conversor_Unidades.Visible = 'On';
else
app.Conversor_Button.Icon = 'Assets\ICONS\set-of-linear-web-
icons\Conversor_Unidades_Gris.png';
end
end

% Value changed function: Options_Button
function Options_ButtonValueChanged(app, event)
value = app.Options_Button.Value;
iconos_off(app)
app.Options_Button.Value= 1;
if app.Options_Button.Value== 1
app.Options_Button.Icon = 'Assets\ICONS\set-of-linear-web-
icons\Options_Color.png';
app.Options_Button.Value = 0;
app.Panel_Opciones.Visible = 'On';
else
app.Options_Button.Icon= 'Assets\ICONS\set-of-linear-web-
icons\Options_Gris.png';
end
end

% Value changed function: Documentation_Button
function Documentation_ButtonValueChanged(app, event)
iconos_off(app)
app.Documentation_Button.Value= 1;
if app.Documentation_Button.Value== 1
app.Documentation_Button.Icon = 'Assets\ICONS\set-of-linear-web-
icons\Mundo_color.png';
app.Documentation_Button.Value = 0;
app.Panel_Documentation.Visible = 'On';
else
app.Documentation_Button.Icon= 'Assets\ICONS\set-of-linear-web-
icons\Mundo_Gris.png';
end
end

```

```
end
```

```
% Value changed function: Importar_archivos
```

```
function Importar_archivosValueChanged(app, event)
```

```
[app.nombre_fichero_dat,app.ruta_fichero_dat] =
```

```
uigetfile('*.dat','Seleccionar datos',...
```

```
'datos','MultiSelect','on');
```

```
% disp(app.nombre_fichero_dat{1});
```

```
% disp(app.ruta_fichero_dat);
```

```
cargar_datos_a_tabla_de_opciones(app);
```

```
% Representamos las gráficas de las curvas Dimensionales
```

```
representar_datos_en_grafica_Ht(app);
```

```
representar_datos_en_grafica_Eff(app);
```

```
representar_datos_en_grafica_W(app);
```

```
representar_datos_en_grafica_Wb(app);
```

```
end
```

```
% Value changed function: Mas_Puntos
```

```
function Mas_PuntosValueChanged(app, event)
```

```
[m,n]=size(app.Tabla_Manual.Data);
```

```
%Creamos una copia de seguridad de los datos de la tabla para
```

```
%que no se sobrescriban
```

```
app.DatosTabla = app.Tabla_Manual.Data;
```

```
% Hacemos esto para poder añadir más puntos a la tabla
```

```
nuevatabla = cell(m+1,n);
```

```
nuevatabla(1:m,1:n) = app.DatosTabla;
```

```
app.Tabla_Manual.Data = nuevatabla ;
```

```
end
```

```
% Value changed function: Menos_Puntos
```

```
function Menos_PuntosValueChanged(app, event)
```

```
[m,n]=size(app.Tabla_Manual.Data);
```

```
%Creamos una copia de seguridad de los datos de la tabla para
```

```
%que no se sobrescriban
```

```
app.DatosTabla = app.Tabla_Manual.Data;
```

```
app.DatosTabla(end,:) = [];
```

```
% Hacemos esto para poder añadir más puntos a la tabla
```

```
nuevatabla = cell(m-1,n);
```

```
nuevatabla(1:m-1,1:n) = app.DatosTabla;
```

```
app.Tabla_Manual.Data = nuevatabla ;
```

```
end
```

```
% Button pushed function: Calcular_Tabla_Manual
```

```
function Calcular_Tabla_ManualButtonPushed(app, event)
```

```
rpm = app.Valor_Revoluciones.Value;
```

```
% Sacamos los datos de la tabla
```

```
app.Panel_Mostrar_Curvas.Visible = 'On';
```

```
app.DatosTabla = get(app.Tabla_Manual, 'Data');
```

```

[m,]=size(app.Tabla_Manual.Data);
% Sacamos el vector caudal introducido
c1 = (cell2mat(app.DatosTabla(:,1)));
%caudal=c1'; % Hacemos la traspuesta para poder representarlo
% Sacamos el vector altura manométrica
c2 = (cell2mat(app.DatosTabla(:,2)));
% altura=c2';
% Sacamos el vector altura manométrica
c3 = (cell2mat(app.DatosTabla(:,3)));
% Potencia_util=c3';
% Sacamos el vector altura manométrica
c4 = (cell2mat(app.DatosTabla(:,4)));
%Potencia_eje=c4';
% Obtenemos el valor del Rendimiento (Rendimiento = Wu/Wb)
c5 = c3./c4;
% Representamos el valor del rendimiento en la tabla
%c=num2cell(c5);
%app.DatosTabla(:,5)=c;
%disp(app.DatosTabla)
% Calculamos el punto de rendimiento máximo
a=max(c5);
rendimiento=a*100;
for i=1:m(1)
if c5(i)== a
fila = i;
end
end
% Calculamos la velocidad específica

velocidad_especifica = rpm*(sqrt(c1(fila)*1.667e-05)/(c2(fila))^0.75);
disp(velocidad_especifica)
% Mostramos el valor del rendimiento y velocidad específica
app.RendimientoValue.Value = rendimiento;
app.Vespecifica.Value=velocidad_especifica;
% Representamos en color azul el punto de mayor rendimiento.
removeStyle(app.Tabla_Manual);
app.s1 = uistyle('BackgroundColor',[0.10,0.88,0.87]);
addStyle(app.Tabla_Manual,app.s1,'row',fila);
% Sacamos el vector caudal introducido
c1 = (cell2mat(app.DatosTabla(:,1)));
app.caudalmanual=c1'; % Hacemos la traspuesta para poder representarlo
% Sacamos el vector altura manométrica
c2 = (cell2mat(app.DatosTabla(:,2)));
app.alturamanual=c2';
% Sacamos el vector altura manométrica
c3 = (cell2mat(app.DatosTabla(:,3)));
app.Potencia_util_manual=c3';
% Sacamos el vector altura manométrica
c4 = (cell2mat(app.DatosTabla(:,4)));
app.Potencia_eje_manual=c4';
% Obtenemos el valor del Rendimiento (Rendimiento = Wu/Wb)
c5 = c4./c3;
app.Rendimientomanual = c5';

```

```

plot(app.UIAxes_Curvas_Manuales,app.caudalmanual,app.alturamanual,'Color'
,[0.10,0.88,0.87]);
%title(app.UIAxes_Curvas_Manuales, 'Altura Manométrica - Caudal')
xlabel(app.UIAxes_Curvas_Manuales, 'Caudal')
ylabel(app.UIAxes_Curvas_Manuales, 'Hm')
end

```

```

% Value changed function: ExportarButton
function ExportarButtonValueChanged(app, event)
A = cell2mat(app.DatosTabla);
path = uigetdir();
xlswrite(path,A);
end

```

```

% Selection changed function: ButtonGroup
function ButtonGroupSelectionChanged(app, event)
V1 = app.HmQButton.Value;
V2 = app.NhQButton.Value;
V3 = app.NmQButton.Value;
V4 = app.EffQButton.Value;
if V1 == 1
% Representamos en la gráfica
%cla(app.UIAxes_Curvas_Manuales,'reset');
plot(app.UIAxes_Curvas_Manuales,app.caudalmanual,app.alturamanual,'Color'
,[0.10,0.88,0.87]);
xlabel(app.UIAxes_Curvas_Manuales, 'Caudal');
ylabel(app.UIAxes_Curvas_Manuales, 'Hm');
elseif V2 == 1
%cla(app.UIAxes_Curvas_Manuales,'reset');
plot(app.UIAxes_Curvas_Manuales,app.caudalmanual,app.Potencia_util_manual
,'Color',[1.00,0.07,0.65]);
xlabel(app.UIAxes_Curvas_Manuales, 'Caudal');
ylabel(app.UIAxes_Curvas_Manuales, 'Wu') ;
elseif V3 == 1
%cla(app.UIAxes_Curvas_Manuales,'reset');
plot(app.UIAxes_Curvas_Manuales,app.caudalmanual,app.Potencia_eje_manual,
'Color', [1.00,1.00,0.00]);

xlabel(app.UIAxes_Curvas_Manuales, 'Caudal');
ylabel(app.UIAxes_Curvas_Manuales, 'We') ;
elseif V4 == 1
%cla(app.UIAxes_Curvas_Manuales,'reset');
plot(app.UIAxes_Curvas_Manuales,app.Rendimientomanual,app.alturamanual,'C
olor',[1.00,0.41,0.16]);
xlabel(app.UIAxes_Curvas_Manuales, 'Caudal');
ylabel(app.UIAxes_Curvas_Manuales, 'Rendimiento');
end
end

```

```

% Value changed function: DefinirValoresButton

```

```

function DefinirValoresButtonValueChanged(app, event)
app.Diametro_Rodete = app.IntroducirDiametroRodete.Value;
app.Gravedad = app.IntroducirGravedad.Value;
app.Densidad = app.IntroducirDensidad.Value;
% Calculamos ahora el valor de los adimensionales
app.Adimensional_Caudal = zeros(14,app.tamano);
app.Adimensional_Altura = zeros(14,app.tamano);
app.Adimensional_Potencia_hidraulica = zeros(14,app.tamano);
app.Adimensional_Potencia_mecanica = zeros(14,app.tamano);
app.Adimensional_Eff = zeros(14,app.tamano);
for i = 1:app.tamano
app.Adimensional_Caudal(:,i) =
(((app.tabla_datos(:,6,i))/60000)/(((app.Diametro_Rodete)^3)*str2double(app
.tabla_nombres(:,i))*(2*pi/(360*60))));
app.Adimensional_Altura(:,i) =
(app.Gravedad*(app.tabla_datos(:,7,i)))/(((app.Diametro_Rodete)^2)*((str2
double(app.tabla_nombres(:,i))*(2*pi/(360*60)))^2);
app.Adimensional_Potencia_hidraulica(:,i) =
(app.tabla_datos(:,8,i))/(app.Densidad*((app.Diametro_Rodete)^5)*((str2do
uble((app.tabla_nombres(:,i))*(2*pi/(360*60)))^3));
app.Adimensional_Potencia_mecanica(:,i) =
(app.tabla_datos(:,9,i))/(app.Densidad*((app.Diametro_Rodete)^5)*((str2do
uble((app.tabla_nombres(:,i))*(2*pi/(360*60)))^3));
app.Adimensional_Eff(:,i) =
(app.tabla_datos(:,8,i)./app.tabla_datos(:,9,i));
end
representar_datos_en_grafica_Adimensional_Ht(app)
representar_datos_en_grafica_Adimensional_W (app)
representar_datos_en_grafica_Adimensional_Wb (app)
representar_datos_en_grafica_Adimensional_Eff (app)
end

% Callback function: DropDown_Caudal_Final,
% DropDown_Caudal_Introducir, Refrescar_Caudal,
% ValorCaudal_introducido
function DropDown_Caudal_IntroducirValueChanged(app, event)

if app.DropDown_Caudal_Introducir.Value == '1' &&
app.DropDown_Caudal_Final.Value == '1'
app.Tasa_Caudal.Value = 1;
app.Resultado_Caudal.Value =
app.Tasa_Caudal.Value*(app.ValorCaudal_introducido.Value);
elseif app.DropDown_Caudal_Introducir.Value == '2' &&
app.DropDown_Caudal_Final.Value == '1'
app.Tasa_Caudal.Value = 0.001;
app.Resultado_Caudal.Value =
app.Tasa_Caudal.Value*(app.ValorCaudal_introducido.Value);
elseif app.DropDown_Caudal_Introducir.Value == '3' &&
app.DropDown_Caudal_Final.Value == '1'
app.Tasa_Caudal.Value = 0.00001667;
app.Resultado_Caudal.Value =
app.Tasa_Caudal.Value*(app.ValorCaudal_introducido.Value);

```

```

elseif app.DropDown_Caudal_Introducir.Value == '4' &&
app.DropDown_Caudal_Final.Value == '1'
app.Tasa_Caudal.Value = 0.00000028;
app.Resultado_Caudal.Value =
app.Tasa_Caudal.Value*(app.ValorCaudal_introducido.Value);
elseif app.DropDown_Caudal_Introducir.Value == '1' &&
app.DropDown_Caudal_Final.Value == '2'
app.Tasa_Caudal.Value = 1000;
app.Resultado_Caudal.Value =
app.Tasa_Caudal.Value*(app.ValorCaudal_introducido.Value);
elseif app.DropDown_Caudal_Introducir.Value == '2' &&
app.DropDown_Caudal_Final.Value == '2'
app.Tasa_Caudal.Value = 1;
app.Resultado_Caudal.Value =
app.Tasa_Caudal.Value*(app.ValorCaudal_introducido.Value);
elseif app.DropDown_Caudal_Introducir.Value == '3' &&
app.DropDown_Caudal_Final.Value == '2'
app.Tasa_Caudal.Value = 60;
app.Resultado_Caudal.Value =
app.Tasa_Caudal.Value*(app.ValorCaudal_introducido.Value);
elseif app.DropDown_Caudal_Introducir.Value == '4' &&
app.DropDown_Caudal_Final.Value == '2'
app.Tasa_Caudal.Value = 3600;
app.Resultado_Caudal.Value =
app.Tasa_Caudal.Value*(app.ValorCaudal_introducido.Value);
elseif app.DropDown_Caudal_Introducir.Value == '1' &&
app.DropDown_Caudal_Final.Value == '3'
app.Tasa_Caudal.Value = 1000*60;
app.Resultado_Caudal.Value =
app.Tasa_Caudal.Value*(app.ValorCaudal_introducido.Value);
elseif app.DropDown_Caudal_Introducir.Value == '2' &&
app.DropDown_Caudal_Final.Value == '3'
app.Tasa_Caudal.Value = 60;
app.Resultado_Caudal.Value =
app.Tasa_Caudal.Value*(app.ValorCaudal_introducido.Value);
elseif app.DropDown_Caudal_Introducir.Value == '3' &&
app.DropDown_Caudal_Final.Value == '3'
app.Tasa_Caudal.Value = 1;
app.Resultado_Caudal.Value =
app.Tasa_Caudal.Value*(app.ValorCaudal_introducido.Value);
elseif app.DropDown_Caudal_Introducir.Value == '4' &&
app.DropDown_Caudal_Final.Value == '3'
app.Tasa_Caudal.Value = 0.01666667;
app.Resultado_Caudal.Value =
app.Tasa_Caudal.Value*(app.ValorCaudal_introducido.Value);
elseif app.DropDown_Caudal_Introducir.Value == '1' &&
app.DropDown_Caudal_Final.Value == '4'
app.Tasa_Caudal.Value = 1000*3600;
app.Resultado_Caudal.Value =
app.Tasa_Caudal.Value*(app.ValorCaudal_introducido.Value);
elseif app.DropDown_Caudal_Introducir.Value == '2' &&
app.DropDown_Caudal_Final.Value == '4'
app.Tasa_Caudal.Value = 3600;

```

```

app.Resultado_Caudal.Value =
app.Tasa_Caudal.Value*(app.ValorCaudal_introducido.Value);
elseif app.DropDown_Caudal_Introducir.Value == '3' &&
app.DropDown_Caudal_Final.Value == '4'
app.Tasa_Caudal.Value = 60;
app.Resultado_Caudal.Value =
app.Tasa_Caudal.Value*(app.ValorCaudal_introducido.Value);
elseif app.DropDown_Caudal_Introducir.Value == '4' &&
app.DropDown_Caudal_Final.Value == '4'
app.Tasa_Caudal.Value = 1;
app.Resultado_Caudal.Value =
app.Tasa_Caudal.Value*(app.ValorCaudal_introducido.Value);
end
end

% Value changed function: DropDown_Presion_Final,
% DropDown_Presion_Introducir, ValorPresion_Introducir
function DropDown_Presion_IntroducirValueChanged(app, event)
if app.DropDown_Presion_Introducir.Value == '1' &&
app.DropDown_Presion_Final.Value == '1'
app.Tasa_Presion.Value = 1;
app.Resultado_Presion.Value =
app.Tasa_Presion.Value*(app.ValorPresion_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Presion_Introducir.Value == '2' &&
app.DropDown_Presion_Final.Value == '1'
app.Tasa_Presion.Value = 10.2;
app.Resultado_Presion.Value =
app.Tasa_Presion.Value*(app.ValorPresion_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Presion_Introducir.Value == '3' &&
app.DropDown_Presion_Final.Value == '1'
app.Tasa_Presion.Value = 1/73.57;
app.Resultado_Presion.Value =
app.Tasa_Presion.Value*(app.ValorPresion_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Presion_Introducir.Value == '4' &&
app.DropDown_Presion_Final.Value == '1'
app.Tasa_Presion.Value = 0.1;
app.Resultado_Presion.Value =
app.Tasa_Presion.Value*(app.ValorPresion_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Presion_Introducir.Value == '5' &&
app.DropDown_Presion_Final.Value == '1'
app.Tasa_Presion.Value = 100;
app.Resultado_Presion.Value =
app.Tasa_Presion.Value*(app.ValorPresion_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Presion_Introducir.Value == '1' &&
app.DropDown_Presion_Final.Value == '2'
app.Tasa_Presion.Value = 1/10.2;
app.Resultado_Presion.Value =
app.Tasa_Presion.Value*(app.ValorPresion_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Presion_Introducir.Value == '2' &&
app.DropDown_Presion_Final.Value == '2'
app.Tasa_Presion.Value = 1;
app.Resultado_Presion.Value =
app.Tasa_Presion.Value*(app.ValorPresion_Introducir.Value);

```

```

elseif app.DropDown_Presion_Introducir.Value == '3' &&
app.DropDown_Presion_Final.Value == '2'
app.Tasa_Presion.Value = 0.00133322;
app.Resultado_Presion.Value =
app.Tasa_Presion.Value*(app.ValorPresion_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Presion_Introducir.Value == '4' &&
app.DropDown_Presion_Final.Value == '2'
app.Tasa_Presion.Value = 0.01;
app.Resultado_Presion.Value =
app.Tasa_Presion.Value*(app.ValorPresion_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Presion_Introducir.Value == '5' &&
app.DropDown_Presion_Final.Value == '2'
app.Tasa_Presion.Value = 10;
app.Resultado_Presion.Value =
app.Tasa_Presion.Value*(app.ValorPresion_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Presion_Introducir.Value == '1' &&
app.DropDown_Presion_Final.Value == '3'
app.Tasa_Presion.Value = 73.57;
app.Resultado_Presion.Value =
app.Tasa_Presion.Value*(app.ValorPresion_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Presion_Introducir.Value == '2' &&
app.DropDown_Presion_Final.Value == '3'
app.Tasa_Presion.Value = 750.062;
app.Resultado_Presion.Value =
app.Tasa_Presion.Value*(app.ValorPresion_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Presion_Introducir.Value == '3' &&
app.DropDown_Presion_Final.Value == '3'
app.Tasa_Presion.Value = 1;
app.Resultado_Presion.Value =
app.Tasa_Presion.Value*(app.ValorPresion_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Presion_Introducir.Value == '4' &&
app.DropDown_Presion_Final.Value == '3'
app.Tasa_Presion.Value = 7.50062;
app.Resultado_Presion.Value =
app.Tasa_Presion.Value*(app.ValorPresion_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Presion_Introducir.Value == '5' &&
app.DropDown_Presion_Final.Value == '3'
app.Tasa_Presion.Value = 7500.62;
app.Resultado_Presion.Value =
app.Tasa_Presion.Value*(app.ValorPresion_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Presion_Introducir.Value == '1' &&
app.DropDown_Presion_Final.Value == '4'
app.Tasa_Presion.Value = 9.806;
app.Resultado_Presion.Value =
app.Tasa_Presion.Value*(app.ValorPresion_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Presion_Introducir.Value == '2' &&
app.DropDown_Presion_Final.Value == '4'
app.Tasa_Presion.Value = 100;
app.Resultado_Presion.Value =
app.Tasa_Presion.Value*(app.ValorPresion_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Presion_Introducir.Value == '3' &&
app.DropDown_Presion_Final.Value == '4'
app.Tasa_Presion.Value = 0.133322;

```

```

app.Resultado_Presion.Value =
app.Tasa_Presion.Value*(app.ValorPresion_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Presion_Introducir.Value == '4' &&
app.DropDown_Presion_Final.Value == '4'
app.Tasa_Presion.Value = 1;
app.Resultado_Presion.Value =
app.Tasa_Presion.Value*(app.ValorPresion_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Presion_Introducir.Value == '5' &&
app.DropDown_Presion_Final.Value == '4'
app.Tasa_Presion.Value = 1000;
app.Resultado_Presion.Value =
app.Tasa_Presion.Value*(app.ValorPresion_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Presion_Introducir.Value == '1' &&
app.DropDown_Presion_Final.Value == '5'
app.Tasa_Presion.Value = 0.009806;
app.Resultado_Presion.Value =
app.Tasa_Presion.Value*(app.ValorPresion_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Presion_Introducir.Value == '2' &&
app.DropDown_Presion_Final.Value == '5'
app.Tasa_Presion.Value = 0.1;
app.Resultado_Presion.Value =
app.Tasa_Presion.Value*(app.ValorPresion_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Presion_Introducir.Value == '3' &&
app.DropDown_Presion_Final.Value == '5'
app.Tasa_Presion.Value = 0.000133322;
app.Resultado_Presion.Value =
app.Tasa_Presion.Value*(app.ValorPresion_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Presion_Introducir.Value == '4' &&
app.DropDown_Presion_Final.Value == '5'
app.Tasa_Presion.Value = 0.001;
app.Resultado_Presion.Value =
app.Tasa_Presion.Value*(app.ValorPresion_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Presion_Introducir.Value == '5' &&
app.DropDown_Presion_Final.Value == '5'
app.Tasa_Presion.Value = 1;
app.Resultado_Presion.Value =
app.Tasa_Presion.Value*(app.ValorPresion_Introducir.Value);
end
end

```

```

% Value changed function: DropDown_Potencia_Final,
% DropDown_Potencia_Introducir, ValorPotencia_Introducir
function DropDown_Potencia_FinalValueChanged(app, event)
if app.DropDown_Potencia_Introducir.Value == '1' &&
app.DropDown_Potencia_Final.Value == '1'
app.Tasa_Potencia.Value = 1;
app.Resultado_Potencia.Value =
app.Tasa_Potencia.Value*(app.ValorPotencia_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Potencia_Introducir.Value == '2' &&
app.DropDown_Potencia_Final.Value == '1'
app.Tasa_Potencia.Value = 1000;
app.Resultado_Potencia.Value =
app.Tasa_Potencia.Value*(app.ValorPotencia_Introducir.Value);

```

```

elseif app.DropDown_Potencia_Introducir.Value == '3' &&
app.DropDown_Potencia_Final.Value == '1'
app.Tasa_Potencia.Value = 1000000;
app.Resultado_Potencia.Value =
app.Tasa_Potencia.Value*(app.ValorPotencia_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Potencia_Introducir.Value == '4' &&
app.DropDown_Potencia_Final.Value == '1'
app.Tasa_Potencia.Value = 4.186;
app.Resultado_Potencia.Value =
app.Tasa_Potencia.Value*(app.ValorPotencia_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Potencia_Introducir.Value == '1' &&
app.DropDown_Potencia_Final.Value == '2'
app.Tasa_Potencia.Value = 0.001;
app.Resultado_Potencia.Value =
app.Tasa_Potencia.Value*(app.ValorPotencia_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Potencia_Introducir.Value == '2' &&
app.DropDown_Potencia_Final.Value == '2'
app.Tasa_Potencia.Value = 1;
app.Resultado_Potencia.Value =
app.Tasa_Potencia.Value*(app.ValorPotencia_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Potencia_Introducir.Value == '3' &&
app.DropDown_Potencia_Final.Value == '2'
app.Tasa_Potencia.Value = 1000;
app.Resultado_Potencia.Value =
app.Tasa_Potencia.Value*(app.ValorPotencia_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Potencia_Introducir.Value == '4' &&
app.DropDown_Potencia_Final.Value == '2'
app.Tasa_Potencia.Value = 0.004186;
app.Resultado_Potencia.Value =
app.Tasa_Potencia.Value*(app.ValorPotencia_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Potencia_Introducir.Value == '1' &&
app.DropDown_Potencia_Final.Value == '3'
app.Tasa_Potencia.Value = 0.000001;
app.Resultado_Potencia.Value =
app.Tasa_Potencia.Value*(app.ValorPotencia_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Potencia_Introducir.Value == '2' &&
app.DropDown_Potencia_Final.Value == '3'
app.Tasa_Potencia.Value = 0.001;
app.Resultado_Potencia.Value =
app.Tasa_Potencia.Value*(app.ValorPotencia_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Potencia_Introducir.Value == '3' &&
app.DropDown_Potencia_Final.Value == '3'
app.Tasa_Potencia.Value = 1;
app.Resultado_Potencia.Value =
app.Tasa_Potencia.Value*(app.ValorPotencia_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Potencia_Introducir.Value == '4' &&
app.DropDown_Potencia_Final.Value == '3'
app.Tasa_Potencia.Value = 0.000004186;
app.Resultado_Potencia.Value =
app.Tasa_Potencia.Value*(app.ValorPotencia_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Potencia_Introducir.Value == '1' &&
app.DropDown_Potencia_Final.Value == '4'
app.Tasa_Potencia.Value = 1/4.186;

```

```

app.Resultado_Potencia.Value =
app.Tasa_Potencia.Value*(app.ValorPotencia_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Potencia_Introducir.Value == '2' &&
app.DropDown_Potencia_Final.Value == '4'
app.Tasa_Potencia.Value = 1/0.004186;
app.Resultado_Potencia.Value =
app.Tasa_Potencia.Value*(app.ValorPotencia_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Potencia_Introducir.Value == '3' &&
app.DropDown_Potencia_Final.Value == '4'
app.Tasa_Potencia.Value = 1/0.000004186;
app.Resultado_Potencia.Value =
app.Tasa_Potencia.Value*(app.ValorPotencia_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Potencia_Introducir.Value == '4' &&
app.DropDown_Potencia_Final.Value == '4'
app.Tasa_Potencia.Value = 1;
app.Resultado_Potencia.Value =
app.Tasa_Potencia.Value*(app.ValorPotencia_Introducir.Value);
end
end

```

```

% Value changed function: DropDown_Densidad_Final,
% DropDown_Densidad_Introducir, ValorDensidad_Introducir
function DropDown_Densidad_IntroducirValueChanged(app, event)
if app.DropDown_Densidad_Introducir.Value == '1' &&
app.DropDown_Densidad_Final.Value == '1'
app.Tasa_Densidad.Value = 1;
app.Resultado_Densidad.Value =
app.Tasa_Densidad.Value*(app.ValorDensidad_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Densidad_Introducir.Value == '2' &&
app.DropDown_Densidad_Final.Value == '1'
app.Tasa_Densidad.Value = 0.001;
app.Resultado_Densidad.Value =
app.Tasa_Densidad.Value*(app.ValorDensidad_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Densidad_Introducir.Value == '3' &&
app.DropDown_Densidad_Final.Value == '1'
app.Tasa_Densidad.Value = 1000;
app.Resultado_Densidad.Value =
app.Tasa_Densidad.Value*(app.ValorDensidad_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Densidad_Introducir.Value == '4' &&
app.DropDown_Densidad_Final.Value == '1'
app.Tasa_Densidad.Value = 1000000;
app.Resultado_Densidad.Value =
app.Tasa_Densidad.Value*(app.ValorDensidad_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Densidad_Introducir.Value == '1' &&
app.DropDown_Densidad_Final.Value == '2'
app.Tasa_Densidad.Value = 1000;
app.Resultado_Densidad.Value =
app.Tasa_Densidad.Value*(app.ValorDensidad_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Densidad_Introducir.Value == '2' &&
app.DropDown_Densidad_Final.Value == '2'
app.Tasa_Densidad.Value = 1;
app.Resultado_Densidad.Value =
app.Tasa_Densidad.Value*(app.ValorDensidad_Introducir.Value);

```

```

elseif app.DropDown_Densidad_Introducir.Value == '3' &&
app.DropDown_Densidad_Final.Value == '2'
app.Tasa_Densidad.Value = 1000000;
app.Resultado_Densidad.Value =
app.Tasa_Densidad.Value*(app.ValorDensidad_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Densidad_Introducir.Value == '4' &&
app.DropDown_Densidad_Final.Value == '2'
app.Tasa_Densidad.Value = 1000000000;
app.Resultado_Densidad.Value =
app.Tasa_Densidad.Value*(app.ValorDensidad_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Densidad_Introducir.Value == '1' &&
app.DropDown_Densidad_Final.Value == '3'
app.Tasa_Densidad.Value = 0.001;
app.Resultado_Densidad.Value =
app.Tasa_Densidad.Value*(app.ValorDensidad_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Densidad_Introducir.Value == '2' &&
app.DropDown_Densidad_Final.Value == '3'
app.Tasa_Densidad.Value = 0.000001;
app.Resultado_Densidad.Value =
app.Tasa_Densidad.Value*(app.ValorDensidad_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Densidad_Introducir.Value == '3' &&
app.DropDown_Densidad_Final.Value == '3'
app.Tasa_Densidad.Value = 1;
app.Resultado_Densidad.Value =
app.Tasa_Densidad.Value*(app.ValorDensidad_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Densidad_Introducir.Value == '4' &&
app.DropDown_Densidad_Final.Value == '3'
app.Tasa_Densidad.Value = 1000;
app.Resultado_Densidad.Value =
app.Tasa_Densidad.Value*(app.ValorDensidad_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Densidad_Introducir.Value == '1' &&
app.DropDown_Densidad_Final.Value == '4'
app.Tasa_Densidad.Value = 0.000001;
app.Resultado_Densidad.Value =
app.Tasa_Densidad.Value*(app.ValorDensidad_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Densidad_Introducir.Value == '2' &&
app.DropDown_Densidad_Final.Value == '4'
app.Tasa_Densidad.Value = 0.000000001;
app.Resultado_Densidad.Value =
app.Tasa_Densidad.Value*(app.ValorDensidad_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Densidad_Introducir.Value == '3' &&
app.DropDown_Densidad_Final.Value == '4'
app.Tasa_Densidad.Value = 0.001;
app.Resultado_Densidad.Value =
app.Tasa_Densidad.Value*(app.ValorDensidad_Introducir.Value);
elseif app.DropDown_Densidad_Introducir.Value == '4' &&
app.DropDown_Densidad_Final.Value == '4'
app.Tasa_Densidad.Value = 1;
app.Resultado_Densidad.Value =
app.Tasa_Densidad.Value*(app.ValorDensidad_Introducir.Value);
end
end
end

```

```
% Component initialization
methods (Access = private)

% Create UIFigure and components
function createComponents(app)

% Create UIFigure and hide until all components are created
app.UIFigure = uifigure('Visible', 'off');
app.UIFigure.Color = [0.1294 0.1294 0.149];
app.UIFigure.Position = [100 100 1153 707];
app.UIFigure.Name = 'MATLAB App';

% Create GridLayout
app.GridLayout = uigridlayout(app.UIFigure);
app.GridLayout.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout.RowHeight = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout.ColumnSpacing = 20;
app.GridLayout.RowSpacing = 15;
app.GridLayout.Padding = [10 30 30 10];

% Create Panel_2
app.Panel_2 = uipanel(app.GridLayout);
app.Panel_2.BorderType = 'none';
app.Panel_2.BackgroundColor = [0.1294 0.1294 0.149];
app.Panel_2.Layout.Row = 1;
app.Panel_2.Layout.Column = [1 23];

% Create GridLayout3
app.GridLayout3 = uigridlayout(app.Panel_2);
app.GridLayout3.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout3.RowHeight = {'1x'};
app.GridLayout3.ColumnSpacing = 15;
app.GridLayout3.RowSpacing = 5;
app.GridLayout3.Padding = [0 0 0 0];

% Create Panel_5
app.Panel_5 = uipanel(app.GridLayout3);
app.Panel_5.ForegroundColor = [0.902 0.902 0.902];
app.Panel_5.BorderType = 'none';
app.Panel_5.TitlePosition = 'righttop';
app.Panel_5.BackgroundColor = [0.1294 0.1294 0.149];
app.Panel_5.Layout.Row = 1;
app.Panel_5.Layout.Column = [24 26];
```

% Create GridLayout4

```
app.GridLayout4 = uigridlayout(app.Panel_5);
app.GridLayout4.ColumnWidth = {'1x'};
app.GridLayout4.RowHeight = {'1x'};
app.GridLayout4.Padding = [0 0 0 0];
```

% Create GridLayout5

```
app.GridLayout5 = uigridlayout(app.GridLayout4);
app.GridLayout5.ColumnWidth = {'1x'};
app.GridLayout5.ColumnSpacing = 0;
app.GridLayout5.RowSpacing = 0;
app.GridLayout5.Padding = [0 0 0 0];
app.GridLayout5.Layout.Row = 1;
app.GridLayout5.Layout.Column = 1;
```

% Create JairoLuengoFernandezLabel

```
app.JairoLuengoFernandezLabel = uilabel(app.GridLayout5);
app.JairoLuengoFernandezLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.JairoLuengoFernandezLabel.VerticalAlignment = 'bottom';
app.JairoLuengoFernandezLabel.FontName = 'Franklin Gothic Medium';
app.JairoLuengoFernandezLabel.FontWeight = 'bold';
app.JairoLuengoFernandezLabel.FontAngle = 'italic';
app.JairoLuengoFernandezLabel.FontColor = [0.698 0.698 0.7059];
app.JairoLuengoFernandezLabel.Layout.Row = 1;
app.JairoLuengoFernandezLabel.Layout.Column = 1;
app.JairoLuengoFernandezLabel.Text = 'Jairo Luengo Fernández';
```

% Create ProyectoTrabajoFindeGradoLabel

```
app.ProyectoTrabajoFindeGradoLabel = uilabel(app.GridLayout5);
app.ProyectoTrabajoFindeGradoLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.ProyectoTrabajoFindeGradoLabel.VerticalAlignment = 'top';
app.ProyectoTrabajoFindeGradoLabel.FontSize = 9;
app.ProyectoTrabajoFindeGradoLabel.FontAngle = 'italic';
app.ProyectoTrabajoFindeGradoLabel.FontColor = [0.2824 0.2784 0.298];
app.ProyectoTrabajoFindeGradoLabel.Layout.Row = 2;
app.ProyectoTrabajoFindeGradoLabel.Layout.Column = 1;
app.ProyectoTrabajoFindeGradoLabel.Text = 'Proyecto Trabajo Fin de  
Grado';
```

% Create Image8

```
app.Image8 = uiimage(app.GridLayout3);
app.Image8.Layout.Row = 1;
app.Image8.Layout.Column = 27;
app.Image8.ImageSource = 'Imagen Uja.png';
```

% Create Documentation_Button

```
app.Documentation_Button = uibutton(app.GridLayout3, 'state');
```

```

app.Documentation_Button.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@Documentation_ButtonValueChanged, true);
app.Documentation_Button.Tooltip = {'Manuales de Referencia'};
app.Documentation_Button.Icon = 'Mundo_Gris.png';
app.Documentation_Button.Text = '';
app.Documentation_Button.BackgroundColor = [0.1294 0.1294 0.149];
app.Documentation_Button.FontColor = [0.1294 0.1294 0.149];
app.Documentation_Button.Layout.Row = 1;
app.Documentation_Button.Layout.Column = 5;

% Create Options_Button
app.Options_Button = uibutton(app.GridLayout3, 'state');
app.Options_Button.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@Options_ButtonValueChanged, true);
app.Options_Button.Tooltip = {'Opciones'};
app.Options_Button.Icon = 'Options_Gris.png';
app.Options_Button.Text = '';
app.Options_Button.BackgroundColor = [0.1294 0.1294 0.149];
app.Options_Button.FontColor = [0.1294 0.1294 0.149];
app.Options_Button.Layout.Row = 1;
app.Options_Button.Layout.Column = 4;

% Create Panel_3
app.Panel_3 = uipanel(app.GridLayout);
app.Panel_3.BorderType = 'none';
app.Panel_3.BackgroundColor = [0.1294 0.1294 0.149];
app.Panel_3.Layout.Row = [1 19];
app.Panel_3.Layout.Column = 1;

% Create GridLayout2
app.GridLayout2 = uigridlayout(app.Panel_3);
app.GridLayout2.ColumnWidth = {'1x'};
app.GridLayout2.RowHeight = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x',
'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout2.RowSpacing = 20;
app.GridLayout2.Padding = [0 0 0 0];

% Create Dimensionales_Button
app.Dimensionales_Button = uibutton(app.GridLayout2, 'state');
app.Dimensionales_Button.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@Dimensionales_ButtonValueChanged, true);
app.Dimensionales_Button.Tooltip = {'Curvas Dimensionales'};
app.Dimensionales_Button.Icon = 'Plot_gris.png';
app.Dimensionales_Button.Text = '';
app.Dimensionales_Button.BackgroundColor = [0.1294 0.1294 0.149];
app.Dimensionales_Button.FontColor = [0.1294 0.1294 0.149];
app.Dimensionales_Button.Layout.Row = 3;
app.Dimensionales_Button.Layout.Column = 1;

```

```
% Create Adimensionales_Button
```

```
app.Adimensionales_Button = uibutton(app.GridLayout2, 'state');  
app.Adimensionales_Button.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,  
@Adimensionales_ButtonValueChanged, true);  
app.Adimensionales_Button.Tooltip = {'Curvas Adimensionales'};  
app.Adimensionales_Button.Icon = 'Adimensional_Gris.png';  
app.Adimensionales_Button.Text = '';  
app.Adimensionales_Button.BackgroundColor = [0.1294 0.1294 0.149];  
app.Adimensionales_Button.FontColor = [0.1294 0.1294 0.149];  
app.Adimensionales_Button.Layout.Row = 4;  
app.Adimensionales_Button.Layout.Column = 1;
```

```
% Create Individual_Button
```

```
app.Individual_Button = uibutton(app.GridLayout2, 'state');  
app.Individual_Button.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,  
@Individual_ButtonValueChanged, true);  
app.Individual_Button.Tooltip = {'Introducir curva manualmente'};  
app.Individual_Button.Icon = 'Individual_Gris.png';  
app.Individual_Button.Text = '';  
app.Individual_Button.BackgroundColor = [0.1294 0.1294 0.149];  
app.Individual_Button.FontColor = [0.1294 0.1294 0.149];  
app.Individual_Button.Layout.Row = 5;  
app.Individual_Button.Layout.Column = 1;
```

```
% Create Load_Tabla_Button
```

```
app.Load_Tabla_Button = uibutton(app.GridLayout2, 'state');  
app.Load_Tabla_Button.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,  
@Load_Tabla_ButtonValueChanged, true);  
app.Load_Tabla_Button.Tooltip = {'3D Viewer'};  
app.Load_Tabla_Button.Icon = 'Icon_3d.png';  
app.Load_Tabla_Button.Text = '';  
app.Load_Tabla_Button.BackgroundColor = [0.1294 0.1294 0.149];  
app.Load_Tabla_Button.FontColor = [0.1294 0.1294 0.149];  
app.Load_Tabla_Button.Layout.Row = 6;  
app.Load_Tabla_Button.Layout.Column = 1;
```

```
% Create Conversor_Button
```

```
app.Conversor_Button = uibutton(app.GridLayout2, 'state');  
app.Conversor_Button.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,  
@Conversor_ButtonValueChanged, true);  
app.Conversor_Button.Tooltip = {'Conversor de Unidades'};  
app.Conversor_Button.Icon = 'Conversor_Unidades_Gris.png';  
app.Conversor_Button.Text = '';  
app.Conversor_Button.BackgroundColor = [0.1294 0.1294 0.149];  
app.Conversor_Button.FontColor = [0.1294 0.1294 0.149];  
app.Conversor_Button.Layout.Row = 7;  
app.Conversor_Button.Layout.Column = 1;
```

```
% Create Importar_archivos
```

```
app.Importar_archivos = uibutton(app.GridLayout2, 'state');
```



```

app.Panel_Opciones.Layout.Column = [7 201];

% Create GridLayout7
app.GridLayout7 = uigridlayout(app.Panel_Opciones);
app.GridLayout7.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout7.RowHeight = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout7.ColumnSpacing = 30;
app.GridLayout7.RowSpacing = 30;
app.GridLayout7.Padding = [30 30 30 30];

% Create Panel_Titulo
app.Panel_Titulo = uipanel(app.GridLayout7);
app.Panel_Titulo.BorderType = 'none';
app.Panel_Titulo.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Panel_Titulo.Layout.Row = 1;
app.Panel_Titulo.Layout.Column = [1 8];

% Create GridLayout27
app.GridLayout27 = uigridlayout(app.Panel_Titulo);
app.GridLayout27.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout27.RowHeight = {'1x'};
app.GridLayout27.ColumnSpacing = 0;
app.GridLayout27.RowSpacing = 0;
app.GridLayout27.Padding = [0 0 0 0];

% Create AJUSTARLOSPARMETROSDELABOMBALabel
app.AJUSTARLOSPARMETROSDELABOMBALabel = uilabel(app.GridLayout27);
app.AJUSTARLOSPARMETROSDELABOMBALabel.HorizontalAlignment = 'center';
app.AJUSTARLOSPARMETROSDELABOMBALabel.FontSize = 15;
app.AJUSTARLOSPARMETROSDELABOMBALabel.FontWeight = 'bold';
app.AJUSTARLOSPARMETROSDELABOMBALabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.AJUSTARLOSPARMETROSDELABOMBALabel.Layout.Row = 1;
app.AJUSTARLOSPARMETROSDELABOMBALabel.Layout.Column = [1 3];
app.AJUSTARLOSPARMETROSDELABOMBALabel.Text = 'AJUSTAR LOS PARÁMETROS DE LA BOMBA';

% Create Panel_Imagen_Esquema_Bomba
app.Panel_Imagen_Esquema_Bomba = uipanel(app.GridLayout7);
app.Panel_Imagen_Esquema_Bomba.BorderType = 'none';
app.Panel_Imagen_Esquema_Bomba.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Panel_Imagen_Esquema_Bomba.Layout.Row = [2 11];
app.Panel_Imagen_Esquema_Bomba.Layout.Column = [1 4];

% Create GridLayout28
app.GridLayout28 = uigridlayout(app.Panel_Imagen_Esquema_Bomba);
app.GridLayout28.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x'};

```

```
app.GridLayout28.RowHeight = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x',  
'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
```

```
% Create ESQUEMACONFIGURACINBOMBACENTRFUGALabel
```

```
app.ESQUEMACONFIGURACINBOMBACENTRFUGALabel = uilabel(app.GridLayout28);  
app.ESQUEMACONFIGURACINBOMBACENTRFUGALabel.HorizontalAlignment =  
'center';  
app.ESQUEMACONFIGURACINBOMBACENTRFUGALabel.FontSize = 14;  
app.ESQUEMACONFIGURACINBOMBACENTRFUGALabel.FontAngle = 'italic';  
app.ESQUEMACONFIGURACINBOMBACENTRFUGALabel.FontColor = [0.902 0.902  
0.902];  
app.ESQUEMACONFIGURACINBOMBACENTRFUGALabel.Layout.Row = 1;  
app.ESQUEMACONFIGURACINBOMBACENTRFUGALabel.Layout.Column = [1 3];  
app.ESQUEMACONFIGURACINBOMBACENTRFUGALabel.Text = 'ESQUEMA CONFIGURACIÓN  
BOMBA CENTRÍFUGA';
```

```
% Create Image17
```

```
app.Image17 = uiimage(app.GridLayout28);  
app.Image17.Layout.Row = [2 19];  
app.Image17.Layout.Column = [1 3];  
app.Image17.ImageSource = 'Esquema_Bomba.png';
```

```
% Create Panel_Datos
```

```
app.Panel_Datos = uipanel(app.GridLayout7);  
app.Panel_Datos.BorderType = 'none';  
app.Panel_Datos.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];  
app.Panel_Datos.Layout.Row = [2 11];  
app.Panel_Datos.Layout.Column = [7 8];
```

```
% Create GridLayout29
```

```
app.GridLayout29 = uigridlayout(app.Panel_Datos);  
app.GridLayout29.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x',  
'1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};  
app.GridLayout29.RowHeight = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x',  
'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};  
app.GridLayout29.ColumnSpacing = 0;
```

```
% Create DimetroRodetemLabel
```

```
app.DimetroRodetemLabel = uilabel(app.GridLayout29);  
app.DimetroRodetemLabel.FontAngle = 'italic';  
app.DimetroRodetemLabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];  
app.DimetroRodetemLabel.Layout.Row = 4;  
app.DimetroRodetemLabel.Layout.Column = [4 9];  
app.DimetroRodetemLabel.Text = 'Diámetro Rodete (m)';
```

```
% Create IntroducirDiametroRodete
```

```
app.IntroducirDiametroRodete = uieditfield(app.GridLayout29, 'numeric');  
app.IntroducirDiametroRodete.Limits = [0 Inf];
```

```

app.IntroducirDiametroRodete.HorizontalAlignment = 'left';
app.IntroducirDiametroRodete.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.IntroducirDiametroRodete.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.IntroducirDiametroRodete.Layout.Row = 4;
app.IntroducirDiametroRodete.Layout.Column = [10 11];

% Create Image10
app.Image10 = uiimage(app.GridLayout29);
app.Image10.Layout.Row = 4;
app.Image10.Layout.Column = 2;
app.Image10.ImageSource = 'Diametro_Icon.png';

% Create DimetroAspiracinmLabel
app.DimetroAspiracinmLabel = uilabel(app.GridLayout29);
app.DimetroAspiracinmLabel.FontAngle = 'italic';
app.DimetroAspiracinmLabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.DimetroAspiracinmLabel.Layout.Row = 6;
app.DimetroAspiracinmLabel.Layout.Column = [4 8];
app.DimetroAspiracinmLabel.Text = 'Diámetro Aspiración (m)';

% Create IntroducirDiametroAspiracion
app.IntroducirDiametroAspiracion = uieditfield(app.GridLayout29,
'numeric');
app.IntroducirDiametroAspiracion.Limits = [0 Inf];
app.IntroducirDiametroAspiracion.HorizontalAlignment = 'left';
app.IntroducirDiametroAspiracion.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.IntroducirDiametroAspiracion.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.IntroducirDiametroAspiracion.Layout.Row = 6;
app.IntroducirDiametroAspiracion.Layout.Column = [10 11];

% Create DimetroImpulsinmLabel
app.DimetroImpulsinmLabel = uilabel(app.GridLayout29);
app.DimetroImpulsinmLabel.FontAngle = 'italic';
app.DimetroImpulsinmLabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.DimetroImpulsinmLabel.Layout.Row = 8;
app.DimetroImpulsinmLabel.Layout.Column = [4 9];
app.DimetroImpulsinmLabel.Text = 'Diámetro Impulsión (m)';

% Create IntroducirDiametroImpulsion
app.IntroducirDiametroImpulsion = uieditfield(app.GridLayout29,
'numeric');
app.IntroducirDiametroImpulsion.Limits = [0 Inf];
app.IntroducirDiametroImpulsion.HorizontalAlignment = 'left';
app.IntroducirDiametroImpulsion.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.IntroducirDiametroImpulsion.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.IntroducirDiametroImpulsion.Layout.Row = 8;
app.IntroducirDiametroImpulsion.Layout.Column = [10 11];

```

% Create VariacindecotamLabel

```
app.VariacindecotamLabel = uilabel(app.GridLayout29);
app.VariacindecotamLabel.FontAngle = 'italic';
app.VariacindecotamLabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.VariacindecotamLabel.Layout.Row = 10;
app.VariacindecotamLabel.Layout.Column = [4 9];
app.VariacindecotamLabel.Text = 'Variación de cota (m)';
```

% Create IntroducirVariacionCotaZ

```
app.IntroducirVariacionCotaZ = uieditfield(app.GridLayout29, 'numeric');
app.IntroducirVariacionCotaZ.Limits = [0 Inf];
app.IntroducirVariacionCotaZ.HorizontalAlignment = 'left';
app.IntroducirVariacionCotaZ.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.IntroducirVariacionCotaZ.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.IntroducirVariacionCotaZ.Layout.Row = 10;
app.IntroducirVariacionCotaZ.Layout.Column = [10 11];
```

% Create Gravedadms2Label

```
app.Gravedadms2Label = uilabel(app.GridLayout29);
app.Gravedadms2Label.FontAngle = 'italic';
app.Gravedadms2Label.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.Gravedadms2Label.Layout.Row = 12;
app.Gravedadms2Label.Layout.Column = [4 8];
app.Gravedadms2Label.Text = 'Gravedad (m/s^2)';
```

% Create IntroducirGravedad

```
app.IntroducirGravedad = uieditfield(app.GridLayout29, 'numeric');
app.IntroducirGravedad.Limits = [0 Inf];
app.IntroducirGravedad.HorizontalAlignment = 'left';
app.IntroducirGravedad.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.IntroducirGravedad.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.IntroducirGravedad.Layout.Row = 12;
app.IntroducirGravedad.Layout.Column = [10 11];
```

% Create Image11

```
app.Image11 = uiimage(app.GridLayout29);
app.Image11.Layout.Row = 6;
app.Image11.Layout.Column = 2;
app.Image11.ImageSource = 'Tuberia.png';
```

% Create INTRODUCIRVALORESLabel

```
app.INTRODUCIRVALORESLabel = uilabel(app.GridLayout29);
app.INTRODUCIRVALORESLabel.HorizontalAlignment = 'center';
app.INTRODUCIRVALORESLabel.FontSize = 14;
app.INTRODUCIRVALORESLabel.FontAngle = 'italic';
app.INTRODUCIRVALORESLabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.INTRODUCIRVALORESLabel.Layout.Row = 1;
app.INTRODUCIRVALORESLabel.Layout.Column = [1 12];
app.INTRODUCIRVALORESLabel.Text = 'INTRODUCIR VALORES';
```

```

% Create Image12
app.Image12 = uiimage(app.GridLayout29);
app.Image12.Layout.Row = 8;
app.Image12.Layout.Column = 2;
app.Image12.ImageSource = 'Tuberia.png';

% Create Image13
app.Image13 = uiimage(app.GridLayout29);
app.Image13.Layout.Row = 10;
app.Image13.Layout.Column = 2;
app.Image13.ImageSource = 'Cota.png';

% Create Image14
app.Image14 = uiimage(app.GridLayout29);
app.Image14.Layout.Row = 12;
app.Image14.Layout.Column = 2;
app.Image14.ImageSource = 'Gravedad_Icon.png';

% Create DefinirValoresButton
app.DefinirValoresButton = uibutton(app.GridLayout29, 'state');
app.DefinirValoresButton.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@DefinirValoresButtonValueChanged, true);
app.DefinirValoresButton.Text = 'Definir Valores';
app.DefinirValoresButton.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.DefinirValoresButton.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.DefinirValoresButton.Layout.Row = [17 18];
app.DefinirValoresButton.Layout.Column = [3 10];

% Create Image19
app.Image19 = uiimage(app.GridLayout29);
app.Image19.Layout.Row = 14;
app.Image19.Layout.Column = 2;
app.Image19.ImageSource = 'Densidad.png';

% Create Densidadkgm3Label
app.Densidadkgm3Label = uilabel(app.GridLayout29);
app.Densidadkgm3Label.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.Densidadkgm3Label.Layout.Row = 14;
app.Densidadkgm3Label.Layout.Column = [4 9];
app.Densidadkgm3Label.Text = 'Densidad (kg/m^3)';

% Create IntroducirDensidad
app.IntroducirDensidad = uieditfield(app.GridLayout29, 'numeric');
app.IntroducirDensidad.Limits = [0 Inf];
app.IntroducirDensidad.HorizontalAlignment = 'left';
app.IntroducirDensidad.FontColor = [0.902 0.902 0.902];

```

```

app.IntroducirDensidad.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.IntroducirDensidad.Layout.Row = 14;
app.IntroducirDensidad.Layout.Column = [10 11];

% Create Panel_8
app.Panel_8 = uipanel(app.GridLayout7);
app.Panel_8.BorderType = 'none';
app.Panel_8.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Panel_8.Layout.Row = [2 6];
app.Panel_8.Layout.Column = [5 6];

% Create GridLayout30
app.GridLayout30 = uigridlayout(app.Panel_8);
app.GridLayout30.RowHeight = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};

% Create SECCINRADIALRODETELabel
app.SECCINRADIALRODETELabel = uilabel(app.GridLayout30);
app.SECCINRADIALRODETELabel.HorizontalAlignment = 'center';
app.SECCINRADIALRODETELabel.FontSize = 14;
app.SECCINRADIALRODETELabel.FontAngle = 'italic';
app.SECCINRADIALRODETELabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.SECCINRADIALRODETELabel.Layout.Row = 1;
app.SECCINRADIALRODETELabel.Layout.Column = [1 2];
app.SECCINRADIALRODETELabel.Text = 'SECCIÓN RADIAL RODETE';

% Create Image18
app.Image18 = uiimage(app.GridLayout30);
app.Image18.Layout.Row = [2 7];
app.Image18.Layout.Column = [1 2];
app.Image18.ImageSource = 'Rodete.png';

% Create Panel_9
app.Panel_9 = uipanel(app.GridLayout7);
app.Panel_9.BorderType = 'none';
app.Panel_9.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Panel_9.Layout.Row = [7 11];
app.Panel_9.Layout.Column = [5 6];

% Create GridLayout31
app.GridLayout31 = uigridlayout(app.Panel_9);
app.GridLayout31.RowHeight = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};

% Create Image15
app.Image15 = uiimage(app.GridLayout31);
app.Image15.Layout.Row = [2 7];

```

```

app.Image15.Layout.Column = [1 2];
app.Image15.ImageSource = 'Seccion_Rodete_transversal.png';

% Create SECCINTRANSVERSALRODETELabel
app.SECCINTRANSVERSALRODETELabel = uilabel(app.GridLayout31);
app.SECCINTRANSVERSALRODETELabel.HorizontalAlignment = 'center';
app.SECCINTRANSVERSALRODETELabel.FontSize = 14;
app.SECCINTRANSVERSALRODETELabel.FontAngle = 'italic';
app.SECCINTRANSVERSALRODETELabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.SECCINTRANSVERSALRODETELabel.Layout.Row = 1;
app.SECCINTRANSVERSALRODETELabel.Layout.Column = [1 2];
app.SECCINTRANSVERSALRODETELabel.Text = 'SECCIÓN TRANSVERSAL RODETE ';

% Create Panel_Importar_Archivos
app.Panel_Importar_Archivos = uipanel(app.GridLayout6);
app.Panel_Importar_Archivos.BorderType = 'none';
app.Panel_Importar_Archivos.Visible = 'off';
app.Panel_Importar_Archivos.BackgroundColor = [0.1294 0.1294 0.149];
app.Panel_Importar_Archivos.Layout.Row = [1 47];
app.Panel_Importar_Archivos.Layout.Column = [6 202];

% Create GridLayout8
app.GridLayout8 = uigridlayout(app.Panel_Importar_Archivos);
app.GridLayout8.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout8.RowHeight = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout8.ColumnSpacing = 30;
app.GridLayout8.RowSpacing = 30;
app.GridLayout8.Padding = [30 30 30 30];

% Create Panel_11
app.Panel_11 = uipanel(app.GridLayout8);
app.Panel_11.BorderType = 'none';
app.Panel_11.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Panel_11.Layout.Row = 1;
app.Panel_11.Layout.Column = [1 8];

% Create GridLayout33
app.GridLayout33 = uigridlayout(app.Panel_11);
app.GridLayout33.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout33.RowHeight = {'1x'};
app.GridLayout33.ColumnSpacing = 0;
app.GridLayout33.RowSpacing = 0;
app.GridLayout33.Padding = [0 0 0 0];

% Create TIPOSDEIMPULSORES3DLabel
app.TIPOSDEIMPULSORES3DLabel = uilabel(app.GridLayout33);

```

```

app.TIPOSDEIMPULSORES3DLabel.HorizontalAlignment = 'center';
app.TIPOSDEIMPULSORES3DLabel.FontSize = 15;
app.TIPOSDEIMPULSORES3DLabel.FontWeight = 'bold';
app.TIPOSDEIMPULSORES3DLabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.TIPOSDEIMPULSORES3DLabel.Layout.Row = 1;
app.TIPOSDEIMPULSORES3DLabel.Layout.Column = [1 3];
app.TIPOSDEIMPULSORES3DLabel.Text = 'TIPOS DE IMPULSORES 3D';

% Create Panel_3d
app.Panel_3d = uipanel(app.GridLayout8);
app.Panel_3d.BorderType = 'none';
app.Panel_3d.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Panel_3d.Layout.Row = [2 12];
app.Panel_3d.Layout.Column = [1 8];

% Create GridLayout34
app.GridLayout34 = uigridlayout(app.Panel_3d);
app.GridLayout34.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout34.RowHeight = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x',
'1x', '1x', '1x'};

% Create UIAxes_3D
app.UIAxes_3D = uiaxes(app.GridLayout34);
title(app.UIAxes_3D, '')
xlabel(app.UIAxes_3D, '')
ylabel(app.UIAxes_3D, '')
app.UIAxes_3D.GridColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.UIAxes_3D.MinorGridColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.UIAxes_3D.XColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.UIAxes_3D.YColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.UIAxes_3D.ZColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.UIAxes_3D.Color = [0.0784 0.0902 0.102];
app.UIAxes_3D.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.UIAxes_3D.Layout.Row = [2 10];
app.UIAxes_3D.Layout.Column = [5 6];

% Create UIAxes_3D_Open
app.UIAxes_3D_Open = uiaxes(app.GridLayout34);
title(app.UIAxes_3D_Open, '')
xlabel(app.UIAxes_3D_Open, '')
ylabel(app.UIAxes_3D_Open, '')
app.UIAxes_3D_Open.GridColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.UIAxes_3D_Open.MinorGridColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.UIAxes_3D_Open.XColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.UIAxes_3D_Open.YColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.UIAxes_3D_Open.ZColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.UIAxes_3D_Open.Color = [0.0784 0.0902 0.102];
app.UIAxes_3D_Open.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.UIAxes_3D_Open.Layout.Row = [2 10];
app.UIAxes_3D_Open.Layout.Column = [1 2];

```

```

% Create UIAxes_3D_Semiopen
app.UIAxes_3D_Semiopen = uiaxes(app.GridLayout34);
title(app.UIAxes_3D_Semiopen, '')
xlabel(app.UIAxes_3D_Semiopen, '')
ylabel(app.UIAxes_3D_Semiopen, '')
app.UIAxes_3D_Semiopen.GridColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.UIAxes_3D_Semiopen.MinorGridColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.UIAxes_3D_Semiopen.XColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.UIAxes_3D_Semiopen.YColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.UIAxes_3D_Semiopen.ZColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.UIAxes_3D_Semiopen.Color = [0.0784 0.0902 0.102];
app.UIAxes_3D_Semiopen.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.UIAxes_3D_Semiopen.Layout.Row = [2 10];
app.UIAxes_3D_Semiopen.Layout.Column = [3 4];

% Create ImpulsorAbiertoLabel
app.ImpulsorAbiertoLabel = uilabel(app.GridLayout34);
app.ImpulsorAbiertoLabel.HorizontalAlignment = 'center';
app.ImpulsorAbiertoLabel.FontSize = 15;
app.ImpulsorAbiertoLabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.ImpulsorAbiertoLabel.Layout.Row = 1;
app.ImpulsorAbiertoLabel.Layout.Column = [1 2];
app.ImpulsorAbiertoLabel.Text = 'Impulsor Abierto';

% Create ImpulsorSemiabiertoLabel
app.ImpulsorSemiabiertoLabel = uilabel(app.GridLayout34);
app.ImpulsorSemiabiertoLabel.HorizontalAlignment = 'center';
app.ImpulsorSemiabiertoLabel.FontSize = 15;
app.ImpulsorSemiabiertoLabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.ImpulsorSemiabiertoLabel.Layout.Row = 1;
app.ImpulsorSemiabiertoLabel.Layout.Column = [3 4];
app.ImpulsorSemiabiertoLabel.Text = 'Impulsor Semiabierto';

% Create ImpulsorCerradoLabel
app.ImpulsorCerradoLabel = uilabel(app.GridLayout34);
app.ImpulsorCerradoLabel.HorizontalAlignment = 'center';
app.ImpulsorCerradoLabel.FontSize = 15;
app.ImpulsorCerradoLabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.ImpulsorCerradoLabel.Layout.Row = 1;
app.ImpulsorCerradoLabel.Layout.Column = [5 6];
app.ImpulsorCerradoLabel.Text = 'Impulsor Cerrado';

% Create Panel_Conversor_Unidades
app.Panel_Conversor_Unidades = uipanel(app.GridLayout6);
app.Panel_Conversor_Unidades.BorderType = 'none';
app.Panel_Conversor_Unidades.Visible = 'off';
app.Panel_Conversor_Unidades.BackgroundColor = [0.1294 0.1294 0.149];
app.Panel_Conversor_Unidades.Layout.Row = [1 47];

```

```

app.Panel_Conversor_Unidades.Layout.Column = [5 203];

% Create GridLayout9
app.GridLayout9 = uigridlayout(app.Panel_Conversor_Unidades);
app.GridLayout9.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout9.RowHeight = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout9.ColumnSpacing = 30;
app.GridLayout9.RowSpacing = 30;
app.GridLayout9.Padding = [30 30 30 30];

% Create Panel_12
app.Panel_12 = uipanel(app.GridLayout9);
app.Panel_12.BorderType = 'none';
app.Panel_12.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Panel_12.Layout.Row = 1;
app.Panel_12.Layout.Column = [1 8];

% Create GridLayout35
app.GridLayout35 = uigridlayout(app.Panel_12);
app.GridLayout35.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout35.RowHeight = {'1x'};
app.GridLayout35.ColumnSpacing = 0;
app.GridLayout35.RowSpacing = 0;
app.GridLayout35.Padding = [0 0 0 0];

% Create CONVERSORDEUNIDADESLabel
app.CONVERSORDEUNIDADESLabel = uilabel(app.GridLayout35);
app.CONVERSORDEUNIDADESLabel.HorizontalAlignment = 'center';
app.CONVERSORDEUNIDADESLabel.FontSize = 15;
app.CONVERSORDEUNIDADESLabel.FontWeight = 'bold';
app.CONVERSORDEUNIDADESLabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.CONVERSORDEUNIDADESLabel.Layout.Row = 1;
app.CONVERSORDEUNIDADESLabel.Layout.Column = [1 3];
app.CONVERSORDEUNIDADESLabel.Text = 'CONVERSOR DE UNIDADES';

% Create Panel_13
app.Panel_13 = uipanel(app.GridLayout9);
app.Panel_13.BorderType = 'none';
app.Panel_13.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Panel_13.Layout.Row = [2 4];
app.Panel_13.Layout.Column = [1 8];

% Create GridLayout36
app.GridLayout36 = uigridlayout(app.Panel_13);
app.GridLayout36.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};

```

```

app.GridLayout36.RowHeight = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout36.ColumnSpacing = 5;
app.GridLayout36.RowSpacing = 0;

% Create CaudalLabel
app.CaudalLabel = uilabel(app.GridLayout36);
app.CaudalLabel.FontSize = 14;
app.CaudalLabel.FontWeight = 'bold';
app.CaudalLabel.FontAngle = 'italic';
app.CaudalLabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.CaudalLabel.Layout.Row = 1;
app.CaudalLabel.Layout.Column = [1 3];
app.CaudalLabel.Text = 'Caudal';

% Create DropDown_Caudal_Introducir
app.DropDown_Caudal_Introducir = uidropdown(app.GridLayout36);
app.DropDown_Caudal_Introducir.Items = {'m^3/s', 'dm^3/s', 'l/min', 'l/h'};
app.DropDown_Caudal_Introducir.ItemsData = {'1', '2', '3', '4'};
app.DropDown_Caudal_Introducir.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app, @DropDown_Caudal_IntroducirValueChanged, true);
app.DropDown_Caudal_Introducir.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.DropDown_Caudal_Introducir.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.DropDown_Caudal_Introducir.Layout.Row = 3;
app.DropDown_Caudal_Introducir.Layout.Column = 4;
app.DropDown_Caudal_Introducir.Value = '1';

% Create IntroducirValorEditFieldLabel
app.IntroducirValorEditFieldLabel = uilabel(app.GridLayout36);
app.IntroducirValorEditFieldLabel.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.IntroducirValorEditFieldLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.IntroducirValorEditFieldLabel.FontAngle = 'italic';
app.IntroducirValorEditFieldLabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.IntroducirValorEditFieldLabel.Layout.Row = 3;
app.IntroducirValorEditFieldLabel.Layout.Column = [1 2];
app.IntroducirValorEditFieldLabel.Text = 'Introducir Valor';

% Create ValorCaudal_introducido
app.ValorCaudal_introducido = uieditfield(app.GridLayout36, 'numeric');
app.ValorCaudal_introducido.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app, @DropDown_Caudal_IntroducirValueChanged, true);
app.ValorCaudal_introducido.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.ValorCaudal_introducido.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.ValorCaudal_introducido.Layout.Row = 3;
app.ValorCaudal_introducido.Layout.Column = 3;

% Create ResultadoEditFieldLabel
app.ResultadoEditFieldLabel = uilabel(app.GridLayout36);

```

```

app.ResultadoEditFieldLabel.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.ResultadoEditFieldLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.ResultadoEditFieldLabel.FontAngle = 'italic';
app.ResultadoEditFieldLabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.ResultadoEditFieldLabel.Layout.Row = 3;
app.ResultadoEditFieldLabel.Layout.Column = [5 6];
app.ResultadoEditFieldLabel.Text = 'Resultado';

% Create Resultado_Caudal
app.Resultado_Caudal = uieditfield(app.GridLayout36, 'numeric');
app.Resultado_Caudal.Editable = 'off';
app.Resultado_Caudal.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.Resultado_Caudal.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Resultado_Caudal.Layout.Row = 3;
app.Resultado_Caudal.Layout.Column = 7;

% Create DropDown_Caudal_Final
app.DropDown_Caudal_Final = uidropdown(app.GridLayout36);
app.DropDown_Caudal_Final.Items = {'m^3/s', 'dm^3/s', 'l/min', 'l/h'};
app.DropDown_Caudal_Final.ItemsData = {'1', '2', '3', '4'};
app.DropDown_Caudal_Final.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@DropDown_Caudal_IntroducirValueChanged, true);
app.DropDown_Caudal_Final.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.DropDown_Caudal_Final.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.DropDown_Caudal_Final.Layout.Row = 3;
app.DropDown_Caudal_Final.Layout.Column = 8;
app.DropDown_Caudal_Final.Value = '1';

% Create Refrescar_Caudal
app.Refrescar_Caudal = uiimage(app.GridLayout36);
app.Refrescar_Caudal.ImageClickedFcn = createCallbackFcn(app,
@DropDown_Caudal_IntroducirValueChanged, true);
app.Refrescar_Caudal.Layout.Row = 3;
app.Refrescar_Caudal.Layout.Column = 9;
app.Refrescar_Caudal.ImageSource = 'Refrescar.png';

% Create TasaMultiplicacinEditFieldLabel
app.TasaMultiplicacinEditFieldLabel = uilabel(app.GridLayout36);
app.TasaMultiplicacinEditFieldLabel.BackgroundColor = [0.0784 0.0902
0.102];
app.TasaMultiplicacinEditFieldLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.TasaMultiplicacinEditFieldLabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.TasaMultiplicacinEditFieldLabel.Layout.Row = 3;
app.TasaMultiplicacinEditFieldLabel.Layout.Column = [11 12];
app.TasaMultiplicacinEditFieldLabel.Text = 'Tasa Multiplicación';

% Create Tasa_Caudal
app.Tasa_Caudal = uieditfield(app.GridLayout36, 'numeric');
app.Tasa_Caudal.Editable = 'off';

```

```

app.Tasa_Caudal.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.Tasa_Caudal.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Tasa_Caudal.Layout.Row = 3;
app.Tasa_Caudal.Layout.Column = 13;

% Create Panel_14
app.Panel_14 = uipanel(app.GridLayout9);
app.Panel_14.BorderType = 'none';
app.Panel_14.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Panel_14.Layout.Row = [5 7];
app.Panel_14.Layout.Column = [1 8];

% Create GridLayout37
app.GridLayout37 = uigridlayout(app.Panel_14);
app.GridLayout37.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout37.RowHeight = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout37.ColumnSpacing = 5;
app.GridLayout37.RowSpacing = 0;

% Create PresinLabel
app.PresinLabel = uilabel(app.GridLayout37);
app.PresinLabel.FontWeight = 'bold';
app.PresinLabel.FontAngle = 'italic';
app.PresinLabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.PresinLabel.Layout.Row = 1;
app.PresinLabel.Layout.Column = [1 4];
app.PresinLabel.Text = 'Presión';

% Create IntroducirValorLabel_3
app.IntroducirValorLabel_3 = uilabel(app.GridLayout37);
app.IntroducirValorLabel_3.HorizontalAlignment = 'right';
app.IntroducirValorLabel_3.FontAngle = 'italic';
app.IntroducirValorLabel_3.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.IntroducirValorLabel_3.Layout.Row = 3;
app.IntroducirValorLabel_3.Layout.Column = [1 2];
app.IntroducirValorLabel_3.Text = 'Introducir Valor';

% Create ValorPresion_Introducir
app.ValorPresion_Introducir = uieditfield(app.GridLayout37, 'numeric');
app.ValorPresion_Introducir.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app, @DropDown_Presion_IntroducirValueChanged, true);
app.ValorPresion_Introducir.FontAngle = 'italic';
app.ValorPresion_Introducir.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.ValorPresion_Introducir.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.ValorPresion_Introducir.Layout.Row = 3;
app.ValorPresion_Introducir.Layout.Column = 3;

```

```
% Create DropDown_Presion_Introducir
app.DropDown_Presion_Introducir = uidropdown(app.GridLayout37);
app.DropDown_Presion_Introducir.Items = {'m.c.a', 'bar', 'mmHg', 'kPa', 'MPa'};
app.DropDown_Presion_Introducir.ItemsData = {'1', '2', '3', '4', '5'};
app.DropDown_Presion_Introducir.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app, @DropDown_Presion_IntroducirValueChanged, true);
app.DropDown_Presion_Introducir.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.DropDown_Presion_Introducir.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.DropDown_Presion_Introducir.Layout.Row = 3;
app.DropDown_Presion_Introducir.Layout.Column = 4;
app.DropDown_Presion_Introducir.Value = '1';
```

```
% Create ResultadoEditFieldLabel_2
app.ResultadoEditFieldLabel_2 = uilabel(app.GridLayout37);
app.ResultadoEditFieldLabel_2.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.ResultadoEditFieldLabel_2.HorizontalAlignment = 'right';
app.ResultadoEditFieldLabel_2.FontAngle = 'italic';
app.ResultadoEditFieldLabel_2.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.ResultadoEditFieldLabel_2.Layout.Row = 3;
app.ResultadoEditFieldLabel_2.Layout.Column = [5 6];
app.ResultadoEditFieldLabel_2.Text = 'Resultado';
```

```
% Create Resultado_Presion
app.Resultado_Presion = uieditfield(app.GridLayout37, 'numeric');
app.Resultado_Presion.Editable = 'off';
app.Resultado_Presion.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.Resultado_Presion.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Resultado_Presion.Layout.Row = 3;
app.Resultado_Presion.Layout.Column = 7;
```

```
% Create Refrescar_Presion
app.Refrescar_Presion = uiimage(app.GridLayout37);
app.Refrescar_Presion.Layout.Row = 3;
app.Refrescar_Presion.Layout.Column = 9;
app.Refrescar_Presion.ImageSource = 'Refrescar.png';
```

```
% Create TasaMultiplicacinEditFieldLabel_2
app.TasaMultiplicacinEditFieldLabel_2 = uilabel(app.GridLayout37);
app.TasaMultiplicacinEditFieldLabel_2.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.TasaMultiplicacinEditFieldLabel_2.HorizontalAlignment = 'right';
app.TasaMultiplicacinEditFieldLabel_2.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.TasaMultiplicacinEditFieldLabel_2.Layout.Row = 3;
app.TasaMultiplicacinEditFieldLabel_2.Layout.Column = [11 12];
app.TasaMultiplicacinEditFieldLabel_2.Text = 'Tasa Multiplicación';
```

```
% Create Tasa_Presion
app.Tasa_Presion = uieditfield(app.GridLayout37, 'numeric');
```

```

app.Tasa_Presion.Editable = 'off';
app.Tasa_Presion.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.Tasa_Presion.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Tasa_Presion.Layout.Row = 3;
app.Tasa_Presion.Layout.Column = 13;

% Create DropDown_Presion_Final
app.DropDown_Presion_Final = uiddropdown(app.GridLayout37);
app.DropDown_Presion_Final.Items = {'m.c.a', 'bar', 'mmHg', 'kPa', 'MPa'};
app.DropDown_Presion_Final.ItemsData = {'1', '2', '3', '4', '5'};
app.DropDown_Presion_Final.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app, @DropDown_Presion_IntroducirValueChanged, true);
app.DropDown_Presion_Final.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.DropDown_Presion_Final.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.DropDown_Presion_Final.Layout.Row = 3;
app.DropDown_Presion_Final.Layout.Column = 8;
app.DropDown_Presion_Final.Value = '1';

% Create Panel_15
app.Panel_15 = uipanel(app.GridLayout9);
app.Panel_15.BorderType = 'none';
app.Panel_15.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Panel_15.Layout.Row = [8 10];
app.Panel_15.Layout.Column = [1 8];

% Create GridLayout38
app.GridLayout38 = uigridlayout(app.Panel_15);
app.GridLayout38.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout38.RowHeight = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout38.ColumnSpacing = 5;
app.GridLayout38.RowSpacing = 0;

% Create PotenciaLabel
app.PotenciaLabel = uilabel(app.GridLayout38);
app.PotenciaLabel.FontSize = 14;
app.PotenciaLabel.FontWeight = 'bold';
app.PotenciaLabel.FontAngle = 'italic';
app.PotenciaLabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.PotenciaLabel.Layout.Row = 1;
app.PotenciaLabel.Layout.Column = [1 4];
app.PotenciaLabel.Text = 'Potencia';

% Create IntroducirValorLabel_2
app.IntroducirValorLabel_2 = uilabel(app.GridLayout38);
app.IntroducirValorLabel_2.HorizontalAlignment = 'right';
app.IntroducirValorLabel_2.FontAngle = 'italic';
app.IntroducirValorLabel_2.FontColor = [0.902 0.902 0.902];

```

```

app.IntroducirValorLabel_2.Layout.Row = 3;
app.IntroducirValorLabel_2.Layout.Column = [1 2];
app.IntroducirValorLabel_2.Text = 'Introducir Valor';

% Create ValorPotencia_Introducir
app.ValorPotencia_Introducir = uieditfield(app.GridLayout38, 'numeric');
app.ValorPotencia_Introducir.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@DropDown_Potencia_FinalValueChanged, true);
app.ValorPotencia_Introducir.FontAngle = 'italic';
app.ValorPotencia_Introducir.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.ValorPotencia_Introducir.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.ValorPotencia_Introducir.Layout.Row = 3;
app.ValorPotencia_Introducir.Layout.Column = 3;

% Create DropDown_Potencia_Introducir
app.DropDown_Potencia_Introducir = uidropdown(app.GridLayout38);
app.DropDown_Potencia_Introducir.Items = {'W', 'kW', 'MW', 'cal/s'};
app.DropDown_Potencia_Introducir.ItemsData = {'1', '2', '3', '4'};
app.DropDown_Potencia_Introducir.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@DropDown_Potencia_FinalValueChanged, true);
app.DropDown_Potencia_Introducir.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.DropDown_Potencia_Introducir.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.DropDown_Potencia_Introducir.Layout.Row = 3;
app.DropDown_Potencia_Introducir.Layout.Column = 4;
app.DropDown_Potencia_Introducir.Value = '1';

% Create ResultadoEditFieldLabel_3
app.ResultadoEditFieldLabel_3 = uilabel(app.GridLayout38);
app.ResultadoEditFieldLabel_3.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.ResultadoEditFieldLabel_3.HorizontalAlignment = 'right';
app.ResultadoEditFieldLabel_3.FontAngle = 'italic';
app.ResultadoEditFieldLabel_3.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.ResultadoEditFieldLabel_3.Layout.Row = 3;
app.ResultadoEditFieldLabel_3.Layout.Column = [5 6];
app.ResultadoEditFieldLabel_3.Text = 'Resultado';

% Create Resultado_Potencia
app.Resultado_Potencia = uieditfield(app.GridLayout38, 'numeric');
app.Resultado_Potencia.Editable = 'off';
app.Resultado_Potencia.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.Resultado_Potencia.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Resultado_Potencia.Layout.Row = 3;
app.Resultado_Potencia.Layout.Column = 7;

% Create Refrescar_Potencia
app.Refrescar_Potencia = uiimage(app.GridLayout38);
app.Refrescar_Potencia.Layout.Row = 3;
app.Refrescar_Potencia.Layout.Column = 9;
app.Refrescar_Potencia.ImageSource = 'Refrescar.png';

```

```

% Create TasaMultiplicacinEditFieldLabel_3
app.TasaMultiplicacinEditFieldLabel_3 = uilabel(app.GridLayout38);
app.TasaMultiplicacinEditFieldLabel_3.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.TasaMultiplicacinEditFieldLabel_3.HorizontalAlignment = 'right';
app.TasaMultiplicacinEditFieldLabel_3.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.TasaMultiplicacinEditFieldLabel_3.Layout.Row = 3;
app.TasaMultiplicacinEditFieldLabel_3.Layout.Column = [11 12];
app.TasaMultiplicacinEditFieldLabel_3.Text = 'Tasa Multiplicación';

% Create Tasa_Potencia
app.Tasa_Potencia = uieditfield(app.GridLayout38, 'numeric');
app.Tasa_Potencia.Editable = 'off';
app.Tasa_Potencia.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.Tasa_Potencia.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Tasa_Potencia.Layout.Row = 3;
app.Tasa_Potencia.Layout.Column = 13;

% Create DropDown_Potencia_Final
app.DropDown_Potencia_Final = uidropdown(app.GridLayout38);
app.DropDown_Potencia_Final.Items = {'W', 'kW', 'MW', 'cal/s'};
app.DropDown_Potencia_Final.ItemsData = {'1', '2', '3', '4'};
app.DropDown_Potencia_Final.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app, @DropDown_Potencia_FinalValueChanged, true);
app.DropDown_Potencia_Final.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.DropDown_Potencia_Final.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.DropDown_Potencia_Final.Layout.Row = 3;
app.DropDown_Potencia_Final.Layout.Column = 8;
app.DropDown_Potencia_Final.Value = '1';

% Create Panel_16
app.Panel_16 = uipanel(app.GridLayout9);
app.Panel_16.BorderType = 'none';
app.Panel_16.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Panel_16.Layout.Row = [11 13];
app.Panel_16.Layout.Column = [1 8];

% Create GridLayout39
app.GridLayout39 = uigridlayout(app.Panel_16);
app.GridLayout39.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout39.RowHeight = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout39.ColumnSpacing = 5;
app.GridLayout39.RowSpacing = 0;

% Create DensidadLabel
app.DensidadLabel = uilabel(app.GridLayout39);

```

```

app.DensidadLabel.FontSize = 14;
app.DensidadLabel.FontWeight = 'bold';
app.DensidadLabel.FontAngle = 'italic';
app.DensidadLabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.DensidadLabel.Layout.Row = 1;
app.DensidadLabel.Layout.Column = [1 5];
app.DensidadLabel.Text = 'Densidad';

% Create IntroducirValorLabel
app.IntroducirValorLabel = uilabel(app.GridLayout39);
app.IntroducirValorLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.IntroducirValorLabel.FontAngle = 'italic';
app.IntroducirValorLabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.IntroducirValorLabel.Layout.Row = 3;
app.IntroducirValorLabel.Layout.Column = [1 2];
app.IntroducirValorLabel.Text = 'Introducir Valor';

% Create ValorDensidad_Introducir
app.ValorDensidad_Introducir = uieditfield(app.GridLayout39, 'numeric');
app.ValorDensidad_Introducir.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@DropDown_Densidad_IntroducirValueChanged, true);
app.ValorDensidad_Introducir.FontAngle = 'italic';
app.ValorDensidad_Introducir.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.ValorDensidad_Introducir.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.ValorDensidad_Introducir.Layout.Row = 3;
app.ValorDensidad_Introducir.Layout.Column = 3;

% Create DropDown_Densidad_Introducir
app.DropDown_Densidad_Introducir = uidropdown(app.GridLayout39);
app.DropDown_Densidad_Introducir.Items = {'kg/m^3', 'g/m^3', 'g/cm^3',
'g/mm^3'};
app.DropDown_Densidad_Introducir.ItemsData = {'1', '2', '3', '4'};
app.DropDown_Densidad_Introducir.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@DropDown_Densidad_IntroducirValueChanged, true);
app.DropDown_Densidad_Introducir.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.DropDown_Densidad_Introducir.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.DropDown_Densidad_Introducir.Layout.Row = 3;
app.DropDown_Densidad_Introducir.Layout.Column = 4;
app.DropDown_Densidad_Introducir.Value = '1';

% Create ResultadoEditFieldLabel_4
app.ResultadoEditFieldLabel_4 = uilabel(app.GridLayout39);
app.ResultadoEditFieldLabel_4.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.ResultadoEditFieldLabel_4.HorizontalAlignment = 'right';
app.ResultadoEditFieldLabel_4.FontAngle = 'italic';
app.ResultadoEditFieldLabel_4.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.ResultadoEditFieldLabel_4.Layout.Row = 3;
app.ResultadoEditFieldLabel_4.Layout.Column = [5 6];
app.ResultadoEditFieldLabel_4.Text = 'Resultado';

```

```

% Create Resultado_Densidad
app.Resultado_Densidad = uieditfield(app.GridLayout39, 'numeric');
app.Resultado_Densidad.Editable = 'off';
app.Resultado_Densidad.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.Resultado_Densidad.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Resultado_Densidad.Layout.Row = 3;
app.Resultado_Densidad.Layout.Column = 7;

% Create Refrescar_Densidad
app.Refrescar_Densidad = uiimage(app.GridLayout39);
app.Refrescar_Densidad.Layout.Row = 3;
app.Refrescar_Densidad.Layout.Column = 9;
app.Refrescar_Densidad.ImageSource = 'Refrescar.png';

% Create TasaMultiplicacinEditFieldLabel_4
app.TasaMultiplicacinEditFieldLabel_4 = uilabel(app.GridLayout39);
app.TasaMultiplicacinEditFieldLabel_4.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.TasaMultiplicacinEditFieldLabel_4.HorizontalAlignment = 'right';
app.TasaMultiplicacinEditFieldLabel_4.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.TasaMultiplicacinEditFieldLabel_4.Layout.Row = 3;
app.TasaMultiplicacinEditFieldLabel_4.Layout.Column = [11 12];
app.TasaMultiplicacinEditFieldLabel_4.Text = 'Tasa Multiplicación';

% Create Tasa_Densidad
app.Tasa_Densidad = uieditfield(app.GridLayout39, 'numeric');
app.Tasa_Densidad.Editable = 'off';
app.Tasa_Densidad.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.Tasa_Densidad.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Tasa_Densidad.Layout.Row = 3;
app.Tasa_Densidad.Layout.Column = 13;

% Create DropDown_Densidad_Final
app.DropDown_Densidad_Final = uidropdown(app.GridLayout39);
app.DropDown_Densidad_Final.Items = {'kg/m^3', 'g/m^3', 'g/cm^3', 'g/mm^3'};
app.DropDown_Densidad_Final.ItemsData = {'1', '2', '3', '4'};
app.DropDown_Densidad_Final.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app, @DropDown_Densidad_IntroducirValueChanged, true);
app.DropDown_Densidad_Final.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.DropDown_Densidad_Final.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.DropDown_Densidad_Final.Layout.Row = 3;
app.DropDown_Densidad_Final.Layout.Column = 8;
app.DropDown_Densidad_Final.Value = '1';

% Create Panel_Documentation
app.Panel_Documentation = uipanel(app.GridLayout6);
app.Panel_Documentation.BorderType = 'none';
app.Panel_Documentation.Visible = 'off';

```

```

app.Panel_Documentation.BackgroundColor = [0.1294 0.1294 0.149];
app.Panel_Documentation.Layout.Row = [1 47];
app.Panel_Documentation.Layout.Column = [4 204];

% Create GridLayout10
app.GridLayout10 = uigridlayout(app.Panel_Documentation);
app.GridLayout10.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout10.RowHeight = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout10.ColumnSpacing = 30;
app.GridLayout10.RowSpacing = 30;
app.GridLayout10.Padding = [30 30 30 30];

% Create Panel_17
app.Panel_17 = uipanel(app.GridLayout10);
app.Panel_17.BorderType = 'none';
app.Panel_17.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Panel_17.Layout.Row = 1;
app.Panel_17.Layout.Column = [1 8];

% Create GridLayout40
app.GridLayout40 = uigridlayout(app.Panel_17);
app.GridLayout40.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout40.RowHeight = {'1x'};
app.GridLayout40.ColumnSpacing = 0;
app.GridLayout40.RowSpacing = 0;
app.GridLayout40.Padding = [0 0 0 0];

% Create MANUALESDEAYUDALabel
app.MANUALESDEAYUDALabel = uilabel(app.GridLayout40);
app.MANUALESDEAYUDALabel.HorizontalAlignment = 'center';
app.MANUALESDEAYUDALabel.FontSize = 15;
app.MANUALESDEAYUDALabel.FontWeight = 'bold';
app.MANUALESDEAYUDALabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.MANUALESDEAYUDALabel.Layout.Row = 1;
app.MANUALESDEAYUDALabel.Layout.Column = 2;
app.MANUALESDEAYUDALabel.Text = 'MANUALES DE AYUDA';

% Create Panel_18
app.Panel_18 = uipanel(app.GridLayout10);
app.Panel_18.BorderType = 'none';
app.Panel_18.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Panel_18.Layout.Row = [2 11];
app.Panel_18.Layout.Column = [1 8];

% Create GridLayout41
app.GridLayout41 = uigridlayout(app.Panel_18);

```

```

app.GridLayout41.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x',
'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x',
'1x', '1x'};
app.GridLayout41.RowHeight = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x',
'1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};

% Create ManualExperienciadeusuariodelaInterfazLabel
app.ManualExperienciadeusuariodelaInterfazLabel =
uilabel(app.GridLayout41);
app.ManualExperienciadeusuariodelaInterfazLabel.HorizontalAlignement =
'right';
app.ManualExperienciadeusuariodelaInterfazLabel.FontSize = 14;
app.ManualExperienciadeusuariodelaInterfazLabel.FontAngle = 'italic';
app.ManualExperienciadeusuariodelaInterfazLabel.FontColor = [0.902 0.902
0.902];
app.ManualExperienciadeusuariodelaInterfazLabel.Layout.Row = 3;
app.ManualExperienciadeusuariodelaInterfazLabel.Layout.Column = [5 11];
app.ManualExperienciadeusuariodelaInterfazLabel.Text = 'Manual
Experiencia de usuario de la Interfaz';

% Create Button
app.Button = uibutton(app.GridLayout41, 'push');
app.Button.Icon = 'Ir.png';
app.Button.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Button.Layout.Row = 3;
app.Button.Layout.Column = 13;
app.Button.Text = '';

% Create ProcedimientodelBanocodePruebasLabel
app.ProcedimientodelBanocodePruebasLabel = uilabel(app.GridLayout41);
app.ProcedimientodelBanocodePruebasLabel.HorizontalAlignement = 'right';
app.ProcedimientodelBanocodePruebasLabel.FontSize = 14;
app.ProcedimientodelBanocodePruebasLabel.FontAngle = 'italic';
app.ProcedimientodelBanocodePruebasLabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.ProcedimientodelBanocodePruebasLabel.Layout.Row = 5;
app.ProcedimientodelBanocodePruebasLabel.Layout.Column = [5 11];
app.ProcedimientodelBanocodePruebasLabel.Text = 'Procedimiento del Banco
de Pruebas';

% Create TipsosdeimpulsoresLabel
app.TipsosdeimpulsoresLabel = uilabel(app.GridLayout41);
app.TipsosdeimpulsoresLabel.HorizontalAlignement = 'right';
app.TipsosdeimpulsoresLabel.FontSize = 14;
app.TipsosdeimpulsoresLabel.FontAngle = 'italic';
app.TipsosdeimpulsoresLabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.TipsosdeimpulsoresLabel.Layout.Row = 7;
app.TipsosdeimpulsoresLabel.Layout.Column = [5 11];
app.TipsosdeimpulsoresLabel.Text = 'Tipsos de impulsores';

```

```

% Create ImportacindearchivosLabel
app.ImportacindearchivosLabel = uilabel(app.GridLayout41);
app.ImportacindearchivosLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.ImportacindearchivosLabel.FontSize = 14;
app.ImportacindearchivosLabel.FontAngle = 'italic';
app.ImportacindearchivosLabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.ImportacindearchivosLabel.Layout.Row = 9;
app.ImportacindearchivosLabel.Layout.Column = [5 11];
app.ImportacindearchivosLabel.Text = 'Importación de archivos';

% Create Button_2
app.Button_2 = uibutton(app.GridLayout41, 'push');
app.Button_2.Icon = 'Ir.png';
app.Button_2.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Button_2.Layout.Row = 5;
app.Button_2.Layout.Column = 13;
app.Button_2.Text = '';

% Create Button_3
app.Button_3 = uibutton(app.GridLayout41, 'push');
app.Button_3.Icon = 'Ir.png';
app.Button_3.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Button_3.Layout.Row = 7;
app.Button_3.Layout.Column = 13;
app.Button_3.Text = '';

% Create Button_4
app.Button_4 = uibutton(app.GridLayout41, 'push');
app.Button_4.Icon = 'Ir.png';
app.Button_4.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Button_4.Layout.Row = 9;
app.Button_4.Layout.Column = 13;
app.Button_4.Text = '';

% Create Panel_Curvas_Manuales
app.Panel_Curvas_Manuales = uipanel(app.GridLayout6);
app.Panel_Curvas_Manuales.BorderType = 'none';
app.Panel_Curvas_Manuales.Visible = 'off';
app.Panel_Curvas_Manuales.BackgroundColor = [0.1294 0.1294 0.149];
app.Panel_Curvas_Manuales.Layout.Row = [1 47];
app.Panel_Curvas_Manuales.Layout.Column = [3 205];

% Create GridLayout11
app.GridLayout11 = uigridlayout(app.Panel_Curvas_Manuales);
app.GridLayout11.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout11.RowHeight = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout11.ColumnSpacing = 30;

```

[illegible]

```

% Create Tabla_Manual
app.Tabla_Manual = uitable(app.GridLayout23);
app.Tabla_Manual.ColumnName = {'Caudal [l/min]'; 'Altura Manométrica [m.c.a]'; 'Potencia hidráulica [W]'; 'Potencia mecánica [W]'};
app.Tabla_Manual.RowName = {};
app.Tabla_Manual.ColumnEditable = true;
app.Tabla_Manual.ForegroundColor = [0.9412 0.9412 0.9412];
app.Tabla_Manual.Layout.Row = [2 8];
app.Tabla_Manual.Layout.Column = [8 67];

% Create Mas_Puntos
app.Mas_Puntos = uibutton(app.GridLayout23, 'state');
app.Mas_Puntos.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app, @Mas_PuntosValueChanged, true);
app.Mas_Puntos.Tooltip = {'Añadir Punto'};
app.Mas_Puntos.Icon = 'Icono Suma.png';
app.Mas_Puntos.VerticalAlignment = 'top';
app.Mas_Puntos.Text = '';
app.Mas_Puntos.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Mas_Puntos.Layout.Row = 6;
app.Mas_Puntos.Layout.Column = [2 3];

% Create Valor_Revoluciones
app.Valor_Revoluciones = uieditfield(app.GridLayout23, 'numeric');
app.Valor_Revoluciones.HorizontalAlignment = 'center';
app.Valor_Revoluciones.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.Valor_Revoluciones.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Valor_Revoluciones.Layout.Row = 2;
app.Valor_Revoluciones.Layout.Column = [2 6];

% Create RpmLabel
app.RpmLabel = uilabel(app.GridLayout23);
app.RpmLabel.HorizontalAlignment = 'center';
app.RpmLabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.RpmLabel.Layout.Row = 1;
app.RpmLabel.Layout.Column = [1 7];
app.RpmLabel.Text = 'Rpm';

% Create Valor_Revoluciones_2
app.Valor_Revoluciones_2 = uieditfield(app.GridLayout23, 'numeric');
app.Valor_Revoluciones_2.HorizontalAlignment = 'center';
app.Valor_Revoluciones_2.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.Valor_Revoluciones_2.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Valor_Revoluciones_2.Layout.Row = 4;
app.Valor_Revoluciones_2.Layout.Column = [2 6];

% Create DimetrommLabel
app.DimetrommLabel = uilabel(app.GridLayout23);
app.DimetrommLabel.HorizontalAlignment = 'center';

```

```

app.DimetrommLabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.DimetrommLabel.Layout.Row = 3;
app.DimetrommLabel.Layout.Column = [1 7];
app.DimetrommLabel.Text = 'Diámetro (mm)';

% Create Menos_Puntos
app.Menos_Puntos = uibutton(app.GridLayout23, 'state');
app.Menos_Puntos.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@Menos_PuntosValueChanged, true);
app.Menos_Puntos.Tooltip = {'Quitar Punto'};
app.Menos_Puntos.Icon = 'Icono_Resta.png';
app.Menos_Puntos.Text = '';
app.Menos_Puntos.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Menos_Puntos.Layout.Row = 6;
app.Menos_Puntos.Layout.Column = [5 6];

% Create Calcular_Tabla_Manual
app.Calcular_Tabla_Manual = uibutton(app.GridLayout23, 'push');
app.Calcular_Tabla_Manual.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Calcular_Tabla_ManualButtonPushed, true);
app.Calcular_Tabla_Manual.Icon = 'Individual_White.png';
app.Calcular_Tabla_Manual.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Calcular_Tabla_Manual.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.Calcular_Tabla_Manual.Layout.Row = 8;
app.Calcular_Tabla_Manual.Layout.Column = [2 6];
app.Calcular_Tabla_Manual.Text = {'Calcular'; ''};

% Create Panel_Resultados_Tabla_Manual
app.Panel_Resultados_Tabla_Manual = uipanel(app.GridLayout11);
app.Panel_Resultados_Tabla_Manual.BorderType = 'none';
app.Panel_Resultados_Tabla_Manual.BackgroundColor = [0.0784 0.0902
0.102];
app.Panel_Resultados_Tabla_Manual.Layout.Row = 7;
app.Panel_Resultados_Tabla_Manual.Layout.Column = [1 8];

% Create GridLayout26
app.GridLayout26 = uigridlayout(app.Panel_Resultados_Tabla_Manual);
app.GridLayout26.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x',
'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout26.RowHeight = {'1x'};
app.GridLayout26.Padding = [2 2 2 2];

% Create ExportarButton
app.ExportarButton = uibutton(app.GridLayout26, 'state');
app.ExportarButton.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@ExportarButtonValueChanged, true);
app.ExportarButton.Icon = 'Arrow_White.png';
app.ExportarButton.Text = 'Exportar';
app.ExportarButton.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];

```

```

app.ExportarButton.FontSize = 10;
app.ExportarButton.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.ExportarButton.Layout.Row = 1;
app.ExportarButton.Layout.Column = [16 17];

% Create RendimientomaxLabel
app.RendimientomaxLabel = uilabel(app.GridLayout26);
app.RendimientomaxLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.RendimientomaxLabel.FontSize = 10;
app.RendimientomaxLabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.RendimientomaxLabel.Layout.Row = 1;
app.RendimientomaxLabel.Layout.Column = [2 3];
app.RendimientomaxLabel.Text = 'Rendimiento max';

% Create RendimientoValue
app.RendimientoValue = uieditfield(app.GridLayout26, 'numeric');
app.RendimientoValue.Editable = 'off';
app.RendimientoValue.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.RendimientoValue.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.RendimientoValue.Layout.Row = 1;
app.RendimientoValue.Layout.Column = 4;

% Create EffUnit
app.EffUnit = uilabel(app.GridLayout26);
app.EffUnit.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.EffUnit.Layout.Row = 1;
app.EffUnit.Layout.Column = 5;
app.EffUnit.Text = '%';

% Create VelocidadEspecificaLabel
app.VelocidadEspecificaLabel = uilabel(app.GridLayout26);
app.VelocidadEspecificaLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.VelocidadEspecificaLabel.FontSize = 10;
app.VelocidadEspecificaLabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.VelocidadEspecificaLabel.Layout.Row = 1;
app.VelocidadEspecificaLabel.Layout.Column = [7 9];
app.VelocidadEspecificaLabel.Text = 'Velocidad Especifica';

% Create Vespecifica
app.Vespecifica = uieditfield(app.GridLayout26, 'numeric');
app.Vespecifica.Editable = 'off';
app.Vespecifica.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.Vespecifica.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Vespecifica.Layout.Row = 1;
app.Vespecifica.Layout.Column = 10;

% Create Panel_Mostrar_Curvas
app.Panel_Mostrar_Curvas = uipanel(app.GridLayout11);

```

```

app.Panel_Mostrar_Curvas.BorderType = 'none';
app.Panel_Mostrar_Curvas.Visible = 'off';
app.Panel_Mostrar_Curvas.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Panel_Mostrar_Curvas.Layout.Row = [8 11];
app.Panel_Mostrar_Curvas.Layout.Column = [1 8];

% Create GridLayout24
app.GridLayout24 = uigridlayout(app.Panel_Mostrar_Curvas);
app.GridLayout24.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout24.RowHeight = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};

% Create UIAxes_Curvas_Manuales
app.UIAxes_Curvas_Manuales = uiaxes(app.GridLayout24);
title(app.UIAxes_Curvas_Manuales, '')
xlabel(app.UIAxes_Curvas_Manuales, 'X')
ylabel(app.UIAxes_Curvas_Manuales, 'Y')
app.UIAxes_Curvas_Manuales.GridColor = [0.902 0.902 0.902];
app.UIAxes_Curvas_Manuales.MinorGridColor = [0.902 0.902 0.902];
app.UIAxes_Curvas_Manuales.XColor = [0.902 0.902 0.902];
app.UIAxes_Curvas_Manuales.YColor = [0.902 0.902 0.902];
app.UIAxes_Curvas_Manuales.ZColor = [0.902 0.902 0.902];
app.UIAxes_Curvas_Manuales.Color = [0.1608 0.1608 0.1608];
app.UIAxes_Curvas_Manuales.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.UIAxes_Curvas_Manuales.Layout.Row = [1 8];
app.UIAxes_Curvas_Manuales.Layout.Column = [4 12];

% Create Panel_Elegir_Curvas
app.Panel_Elegir_Curvas = uipanel(app.GridLayout24);
app.Panel_Elegir_Curvas.BorderType = 'none';
app.Panel_Elegir_Curvas.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Panel_Elegir_Curvas.Layout.Row = [1 8];
app.Panel_Elegir_Curvas.Layout.Column = [2 3];

% Create GridLayout25
app.GridLayout25 = uigridlayout(app.Panel_Elegir_Curvas);
app.GridLayout25.ColumnWidth = {'1x'};
app.GridLayout25.RowHeight = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout25.ColumnSpacing = 0;
app.GridLayout25.RowSpacing = 0;
app.GridLayout25.Padding = [0 0 0 0];

% Create RepresentacinCurvasLabel
app.RepresentacinCurvasLabel = uilabel(app.GridLayout25);
app.RepresentacinCurvasLabel.FontSize = 13;
app.RepresentacinCurvasLabel.FontWeight = 'bold';
app.RepresentacinCurvasLabel.FontAngle = 'italic';

```

```

app.RepresentacinCurvasLabel.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.RepresentacinCurvasLabel.Layout.Row = 3;
app.RepresentacinCurvasLabel.Layout.Column = 1;
app.RepresentacinCurvasLabel.Text = 'Representación Curvas';

% Create ButtonGroup
app.ButtonGroup = uibuttongroup(app.GridLayout25);
app.ButtonGroup.SelectionChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@ButtonGroupSelectionChanged, true);
app.ButtonGroup.BorderType = 'none';
app.ButtonGroup.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.ButtonGroup.Layout.Row = [4 8];
app.ButtonGroup.Layout.Column = 1;

% Create HmQButton
app.HmQButton = uiradiobutton(app.ButtonGroup);
app.HmQButton.Text = 'Hm - Q';
app.HmQButton.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.HmQButton.Position = [9 57 134 20];
app.HmQButton.Value = true;

% Create NhQButton
app.NhQButton = uiradiobutton(app.ButtonGroup);
app.NhQButton.Text = 'Nh - Q';
app.NhQButton.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.NhQButton.Position = [9 38 134 20];

% Create NmQButton
app.NmQButton = uiradiobutton(app.ButtonGroup);
app.NmQButton.Text = 'Nm - Q';
app.NmQButton.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.NmQButton.Position = [9 21 134 17];

% Create EffQButton
app.EffQButton = uiradiobutton(app.ButtonGroup);
app.EffQButton.Text = 'Eff - Q';
app.EffQButton.FontColor = [0.902 0.902 0.902];
app.EffQButton.Position = [9 1 134 19];

% Create Panel_Adimensionales
app.Panel_Adimensionales = uipanel(app.GridLayout6);
app.Panel_Adimensionales.BorderType = 'none';
app.Panel_Adimensionales.Visible = 'off';
app.Panel_Adimensionales.BackgroundColor = [0.1294 0.1294 0.149];
app.Panel_Adimensionales.Layout.Row = [1 47];
app.Panel_Adimensionales.Layout.Column = [2 206];

```

```

% Create GridLayout12
app.GridLayout12 = uigridlayout(app.Panel_Adimensionales);
app.GridLayout12.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout12.RowHeight = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout12.ColumnSpacing = 30;
app.GridLayout12.RowSpacing = 30;
app.GridLayout12.Padding = [30 30 30 30];

% Create Panel_6
app.Panel_6 = uipanel(app.GridLayout12);
app.Panel_6.BorderType = 'none';
app.Panel_6.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Panel_6.Layout.Row = 1;
app.Panel_6.Layout.Column = [1 8];

% Create GridLayout17
app.GridLayout17 = uigridlayout(app.Panel_6);
app.GridLayout17.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout17.RowHeight = {'1x'};
app.GridLayout17.ColumnSpacing = 0;
app.GridLayout17.RowSpacing = 0;
app.GridLayout17.Padding = [0 0 0 0];

% Create REPRESENTACIN CURVAS ADIMENSIONALES Label
app.REPRESENTACIN CURVAS ADIMENSIONALES Label = uilabel(app.GridLayout17);
app.REPRESENTACIN CURVAS ADIMENSIONALES Label.HorizontalAlignment = 'center';
app.REPRESENTACIN CURVAS ADIMENSIONALES Label.FontSize = 15;
app.REPRESENTACIN CURVAS ADIMENSIONALES Label.FontWeight = 'bold';
app.REPRESENTACIN CURVAS ADIMENSIONALES Label.FontColor = [0.9412 0.9412 0.9412];
app.REPRESENTACIN CURVAS ADIMENSIONALES Label.Layout.Row = 1;
app.REPRESENTACIN CURVAS ADIMENSIONALES Label.Layout.Column = 2;
app.REPRESENTACIN CURVAS ADIMENSIONALES Label.Text = {'REPRESENTACIÓN CURVAS ADIMENSIONALES'; ''};

% Create Panel_Adimensionales_W_Q
app.Panel_Adimensionales_W_Q = uipanel(app.GridLayout12);
app.Panel_Adimensionales_W_Q.BorderType = 'none';
app.Panel_Adimensionales_W_Q.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Panel_Adimensionales_W_Q.Layout.Row = [7 11];
app.Panel_Adimensionales_W_Q.Layout.Column = [1 4];

% Create GridLayout18
app.GridLayout18 = uigridlayout(app.Panel_Adimensionales_W_Q);
app.GridLayout18.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x'};

```

```
app.GridLayout18.RowHeight = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
```

```
% Create UIAxes_Adimensionales_W_Q
```

```
app.UIAxes_Adimensionales_W_Q = uiaxes(app.GridLayout18);  
title(app.UIAxes_Adimensionales_W_Q, '')  
xlabel(app.UIAxes_Adimensionales_W_Q, ' $\Pi$  Q')  
ylabel(app.UIAxes_Adimensionales_W_Q, ' $\Pi$  Nh')  
app.UIAxes_Adimensionales_W_Q.GridColor = [0.902 0.902 0.902];  
app.UIAxes_Adimensionales_W_Q.MinorGridColor = [0.902 0.902 0.902];  
app.UIAxes_Adimensionales_W_Q.XColor = [0.902 0.902 0.902];  
app.UIAxes_Adimensionales_W_Q.YColor = [0.902 0.902 0.902];  
app.UIAxes_Adimensionales_W_Q.ZColor = [0.902 0.902 0.902];  
app.UIAxes_Adimensionales_W_Q.Color = [0.1608 0.1608 0.1608];  
app.UIAxes_Adimensionales_W_Q.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];  
app.UIAxes_Adimensionales_W_Q.Layout.Row = [2 8];  
app.UIAxes_Adimensionales_W_Q.Layout.Column = [1 3];
```

```
% Create NhQLabel_2
```

```
app.NhQLabel_2 = uilabel(app.GridLayout18);  
app.NhQLabel_2.HorizontalAlignment = 'center';  
app.NhQLabel_2.FontSize = 14;  
app.NhQLabel_2.FontWeight = 'bold';  
app.NhQLabel_2.FontAngle = 'italic';  
app.NhQLabel_2.FontColor = [0.9412 0.9412 0.9412];  
app.NhQLabel_2.Layout.Row = 1;  
app.NhQLabel_2.Layout.Column = 2;  
app.NhQLabel_2.Text = ' $\Pi$  Nh -  $\Pi$  Q';
```

```
% Create Panel_Adimesnionales_Ht_Q
```

```
app.Panel_Adimesnionales_Ht_Q = uipanel(app.GridLayout12);  
app.Panel_Adimesnionales_Ht_Q.BorderType = 'none';  
app.Panel_Adimesnionales_Ht_Q.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];  
app.Panel_Adimesnionales_Ht_Q.Layout.Row = [2 6];  
app.Panel_Adimesnionales_Ht_Q.Layout.Column = [1 4];
```

```
% Create GridLayout19
```

```
app.GridLayout19 = uigridlayout(app.Panel_Adimesnionales_Ht_Q);  
app.GridLayout19.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x'};  
app.GridLayout19.RowHeight = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
```

```
% Create UIAxes_Adimensionales_Ht_Q
```

```
app.UIAxes_Adimensionales_Ht_Q = uiaxes(app.GridLayout19);  
title(app.UIAxes_Adimensionales_Ht_Q, '')  
xlabel(app.UIAxes_Adimensionales_Ht_Q, ' $\Pi$  Q')  
ylabel(app.UIAxes_Adimensionales_Ht_Q, ' $\Pi$  Ht ')  
app.UIAxes_Adimensionales_Ht_Q.GridColor = [0.902 0.902 0.902];  
app.UIAxes_Adimensionales_Ht_Q.MinorGridColor = [0.902 0.902 0.902];
```

```

app.UIAxes_Adimensionales_Ht_Q.XColor = [0.902 0.902 0.902];
app.UIAxes_Adimensionales_Ht_Q.YColor = [0.902 0.902 0.902];
app.UIAxes_Adimensionales_Ht_Q.ZColor = [0.902 0.902 0.902];
app.UIAxes_Adimensionales_Ht_Q.Color = [0.1608 0.1608 0.1608];
app.UIAxes_Adimensionales_Ht_Q.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.UIAxes_Adimensionales_Ht_Q.Layout.Row = [2 8];
app.UIAxes_Adimensionales_Ht_Q.Layout.Column = [1 3];

% Create HtQLabel_2
app.HtQLabel_2 = uilabel(app.GridLayout19);
app.HtQLabel_2.HorizontalAlignment = 'center';
app.HtQLabel_2.FontSize = 14;
app.HtQLabel_2.FontWeight = 'bold';
app.HtQLabel_2.FontAngle = 'italic';
app.HtQLabel_2.FontColor = [0.9412 0.9412 0.9412];
app.HtQLabel_2.Layout.Row = 1;
app.HtQLabel_2.Layout.Column = 2;
app.HtQLabel_2.Text = ' $\Pi$  Ht -  $\Pi$  Q';

% Create Panel_Adimensionales_Eff_Q
app.Panel_Adimensionales_Eff_Q = uipanel(app.GridLayout12);
app.Panel_Adimensionales_Eff_Q.BorderType = 'none';
app.Panel_Adimensionales_Eff_Q.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Panel_Adimensionales_Eff_Q.Layout.Row = [2 6];
app.Panel_Adimensionales_Eff_Q.Layout.Column = [5 8];

% Create GridLayout20
app.GridLayout20 = uigridlayout(app.Panel_Adimensionales_Eff_Q);
app.GridLayout20.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout20.RowHeight = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};

% Create UIAxes_Adimensionales_Eff_Q
app.UIAxes_Adimensionales_Eff_Q = uiaxes(app.GridLayout20);
title(app.UIAxes_Adimensionales_Eff_Q, '')
xlabel(app.UIAxes_Adimensionales_Eff_Q, ' $\Pi$  Q')
ylabel(app.UIAxes_Adimensionales_Eff_Q, ' $\Pi$  Eff')
app.UIAxes_Adimensionales_Eff_Q.GridColor = [0.902 0.902 0.902];
app.UIAxes_Adimensionales_Eff_Q.MinorGridColor = [0.902 0.902 0.902];
app.UIAxes_Adimensionales_Eff_Q.XColor = [0.902 0.902 0.902];
app.UIAxes_Adimensionales_Eff_Q.YColor = [0.902 0.902 0.902];
app.UIAxes_Adimensionales_Eff_Q.ZColor = [0.902 0.902 0.902];
app.UIAxes_Adimensionales_Eff_Q.Color = [0.1608 0.1608 0.1608];
app.UIAxes_Adimensionales_Eff_Q.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.UIAxes_Adimensionales_Eff_Q.Layout.Row = [2 8];
app.UIAxes_Adimensionales_Eff_Q.Layout.Column = [1 3];

% Create EffQLabel_2
app.EffQLabel_2 = uilabel(app.GridLayout20);

```

```

app.EffQLabel_2.HorizontalAlignment = 'center';
app.EffQLabel_2.FontSize = 14;
app.EffQLabel_2.FontWeight = 'bold';
app.EffQLabel_2.FontAngle = 'italic';
app.EffQLabel_2.FontColor = [0.9412 0.9412 0.9412];
app.EffQLabel_2.Layout.Row = 1;
app.EffQLabel_2.Layout.Column = 2;
app.EffQLabel_2.Text = ' $\Pi$  Eff -  $\Pi$  Q';

% Create Panel_Adimensionales_WB_Q
app.Panel_Adimensionales_WB_Q = uipanel(app.GridLayout12);
app.Panel_Adimensionales_WB_Q.BorderType = 'none';
app.Panel_Adimensionales_WB_Q.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Panel_Adimensionales_WB_Q.Layout.Row = [7 11];
app.Panel_Adimensionales_WB_Q.Layout.Column = [5 8];

% Create GridLayout21
app.GridLayout21 = uigridlayout(app.Panel_Adimensionales_WB_Q);
app.GridLayout21.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout21.RowHeight = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};

% Create UIAxes_Adimensionales_Wb_Q
app.UIAxes_Adimensionales_Wb_Q = uiaxes(app.GridLayout21);
title(app.UIAxes_Adimensionales_Wb_Q, '')
xlabel(app.UIAxes_Adimensionales_Wb_Q, ' $\Pi$  Q')
ylabel(app.UIAxes_Adimensionales_Wb_Q, ' $\Pi$  Nm')
app.UIAxes_Adimensionales_Wb_Q.GridColor = [0.902 0.902 0.902];
app.UIAxes_Adimensionales_Wb_Q.MinorGridColor = [0.902 0.902 0.902];
app.UIAxes_Adimensionales_Wb_Q.XColor = [0.902 0.902 0.902];
app.UIAxes_Adimensionales_Wb_Q.YColor = [0.902 0.902 0.902];
app.UIAxes_Adimensionales_Wb_Q.ZColor = [0.902 0.902 0.902];
app.UIAxes_Adimensionales_Wb_Q.Color = [0.1608 0.1608 0.1608];
app.UIAxes_Adimensionales_Wb_Q.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.UIAxes_Adimensionales_Wb_Q.Layout.Row = [2 8];
app.UIAxes_Adimensionales_Wb_Q.Layout.Column = [1 3];

% Create NmQLabel_2
app.NmQLabel_2 = uilabel(app.GridLayout21);
app.NmQLabel_2.HorizontalAlignment = 'center';
app.NmQLabel_2.FontSize = 14;
app.NmQLabel_2.FontWeight = 'bold';
app.NmQLabel_2.FontAngle = 'italic';
app.NmQLabel_2.FontColor = [0.9412 0.9412 0.9412];
app.NmQLabel_2.Layout.Row = 1;
app.NmQLabel_2.Layout.Column = 2;
app.NmQLabel_2.Text = ' $\Pi$  Nm -  $\Pi$  Q';

% Create Panel_Dimensionales

```

```

app.Panel_Dimensionales = uipanel(app.GridLayout6);
app.Panel_Dimensionales.BorderType = 'none';
app.Panel_Dimensionales.Visible = 'off';
app.Panel_Dimensionales.BackgroundColor = [0.1294 0.1294 0.149];
app.Panel_Dimensionales.Layout.Row = [1 47];
app.Panel_Dimensionales.Layout.Column = [1 207];

% Create GridLayout13
app.GridLayout13 = uigridlayout(app.Panel_Dimensionales);
app.GridLayout13.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout13.RowHeight = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout13.ColumnSpacing = 30;
app.GridLayout13.RowSpacing = 30;
app.GridLayout13.Padding = [30 30 30 30];

% Create Panel_Dimensionales_titulo
app.Panel_Dimensionales_titulo = uipanel(app.GridLayout13);
app.Panel_Dimensionales_titulo.BorderType = 'none';
app.Panel_Dimensionales_titulo.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Panel_Dimensionales_titulo.Layout.Row = 1;
app.Panel_Dimensionales_titulo.Layout.Column = [1 8];

% Create GridLayout14
app.GridLayout14 = uigridlayout(app.Panel_Dimensionales_titulo);
app.GridLayout14.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout14.RowHeight = {'1x'};
app.GridLayout14.ColumnSpacing = 0;
app.GridLayout14.RowSpacing = 0;
app.GridLayout14.Padding = [0 0 0 0];

% Create REPRESENTACINCURVASDIMENSIONALESLabel
app.REPRESENTACINCURVASDIMENSIONALESLabel = uilabel(app.GridLayout14);
app.REPRESENTACINCURVASDIMENSIONALESLabel.HorizontalAlignment = 'center';
app.REPRESENTACINCURVASDIMENSIONALESLabel.FontSize = 15;
app.REPRESENTACINCURVASDIMENSIONALESLabel.FontWeight = 'bold';
app.REPRESENTACINCURVASDIMENSIONALESLabel.FontColor = [0.9412 0.9412 0.9412];
app.REPRESENTACINCURVASDIMENSIONALESLabel.Layout.Row = 1;
app.REPRESENTACINCURVASDIMENSIONALESLabel.Layout.Column = 2;
app.REPRESENTACINCURVASDIMENSIONALESLabel.Text = 'REPRESENTACIÓN CURVAS DIMENSIONALES';

% Create Dimensionales_Ht_Q
app.Dimensionales_Ht_Q = uipanel(app.GridLayout13);
app.Dimensionales_Ht_Q.BorderType = 'none';
app.Dimensionales_Ht_Q.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Dimensionales_Ht_Q.Layout.Row = [2 6];

```

```

app.Dimensionales_Ht_Q.Layout.Column = [1 4];

% Create GridLayout15
app.GridLayout15 = uigridlayout(app.Dimensionales_Ht_Q);
app.GridLayout15.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout15.RowHeight = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout15.ColumnSpacing = 0;
app.GridLayout15.RowSpacing = 0;

% Create HtQLabel
app.HtQLabel = uilabel(app.GridLayout15);
app.HtQLabel.HorizontalAlignment = 'center';
app.HtQLabel.FontSize = 14;
app.HtQLabel.FontWeight = 'bold';
app.HtQLabel.FontAngle = 'italic';
app.HtQLabel.FontColor = [0.9412 0.9412 0.9412];
app.HtQLabel.Layout.Row = 1;
app.HtQLabel.Layout.Column = 2;
app.HtQLabel.Text = 'Ht - Q';

% Create UIAxes_Ht_Q
app.UIAxes_Ht_Q = uiaxes(app.GridLayout15);
title(app.UIAxes_Ht_Q, '')
xlabel(app.UIAxes_Ht_Q, 'Q (l/min)')
ylabel(app.UIAxes_Ht_Q, 'Ht (m.c.a)')
app.UIAxes_Ht_Q.GridColor = [0.9412 0.9412 0.9412];
app.UIAxes_Ht_Q.XColor = [0.8 0.8 0.8];
app.UIAxes_Ht_Q.YColor = [0.8 0.8 0.8];
app.UIAxes_Ht_Q.ZColor = [0.8 0.8 0.8];
app.UIAxes_Ht_Q.Color = [0.1608 0.1608 0.1608];
app.UIAxes_Ht_Q.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.UIAxes_Ht_Q.Layout.Row = [2 9];
app.UIAxes_Ht_Q.Layout.Column = [1 3];

% Create Dimensionales_Eff_Q
app.Dimensionales_Eff_Q = uipanel(app.GridLayout13);
app.Dimensionales_Eff_Q.BorderType = 'none';
app.Dimensionales_Eff_Q.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.Dimensionales_Eff_Q.Layout.Row = [2 6];
app.Dimensionales_Eff_Q.Layout.Column = [5 8];

% Create GridLayout15_3
app.GridLayout15_3 = uigridlayout(app.Dimensionales_Eff_Q);
app.GridLayout15_3.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout15_3.RowHeight = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout15_3.ColumnSpacing = 0;
app.GridLayout15_3.RowSpacing = 0;

```

```
% Create EffQLabel
```

```
app.EffQLabel = uilabel(app.GridLayout15_3);  
app.EffQLabel.HorizontalAlignment = 'center';  
app.EffQLabel.FontSize = 14;  
app.EffQLabel.FontWeight = 'bold';  
app.EffQLabel.FontAngle = 'italic';  
app.EffQLabel.FontColor = [0.9412 0.9412 0.9412];  
app.EffQLabel.Layout.Row = 1;  
app.EffQLabel.Layout.Column = 2;  
app.EffQLabel.Text = 'Eff - Q';
```

```
% Create UIAxes_Eff_Q
```

```
app.UIAxes_Eff_Q = uiaxes(app.GridLayout15_3);  
title(app.UIAxes_Eff_Q, '')  
xlabel(app.UIAxes_Eff_Q, 'Q (l/min)')  
ylabel(app.UIAxes_Eff_Q, 'Eff (%)')  
app.UIAxes_Eff_Q.GridColor = [0.9412 0.9412 0.9412];  
app.UIAxes_Eff_Q.XColor = [0.8 0.8 0.8];  
app.UIAxes_Eff_Q.YColor = [0.8 0.8 0.8];  
app.UIAxes_Eff_Q.ZColor = [0.8 0.8 0.8];  
app.UIAxes_Eff_Q.Color = [0.1608 0.1608 0.1608];  
app.UIAxes_Eff_Q.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];  
app.UIAxes_Eff_Q.Layout.Row = [2 9];  
app.UIAxes_Eff_Q.Layout.Column = [1 3];
```

```
% Create Dimensionales_Wb_Q
```

```
app.Dimensionales_Wb_Q = uipanel(app.GridLayout13);  
app.Dimensionales_Wb_Q.BorderType = 'none';  
app.Dimensionales_Wb_Q.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];  
app.Dimensionales_Wb_Q.Layout.Row = [7 11];  
app.Dimensionales_Wb_Q.Layout.Column = [5 8];
```

```
% Create GridLayout15_4
```

```
app.GridLayout15_4 = uigridlayout(app.Dimensionales_Wb_Q);  
app.GridLayout15_4.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x'};  
app.GridLayout15_4.RowHeight = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x',  
'1x', '1x'};  
app.GridLayout15_4.ColumnSpacing = 0;  
app.GridLayout15_4.RowSpacing = 0;
```

```
% Create NmQLabel
```

```
app.NmQLabel = uilabel(app.GridLayout15_4);  
app.NmQLabel.HorizontalAlignment = 'center';  
app.NmQLabel.FontSize = 14;  
app.NmQLabel.FontWeight = 'bold';  
app.NmQLabel.FontAngle = 'italic';  
app.NmQLabel.FontColor = [0.9412 0.9412 0.9412];  
app.NmQLabel.Layout.Row = 1;
```

```

app.NmQLabel.Layout.Column = 2;
app.NmQLabel.Text = 'Nm - Q';

% Create UIAxes_Wb_Q
app.UIAxes_Wb_Q = uiaxes(app.GridLayout15_4);
title(app.UIAxes_Wb_Q, '')
xlabel(app.UIAxes_Wb_Q, 'Q (l/min)')
ylabel(app.UIAxes_Wb_Q, 'Nb (W)')
app.UIAxes_Wb_Q.GridColor = [0.9412 0.9412 0.9412];
app.UIAxes_Wb_Q.XColor = [0.8 0.8 0.8];
app.UIAxes_Wb_Q.YColor = [0.8 0.8 0.8];
app.UIAxes_Wb_Q.ZColor = [0.8 0.8 0.8];
app.UIAxes_Wb_Q.Color = [0.1608 0.1608 0.1608];
app.UIAxes_Wb_Q.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
app.UIAxes_Wb_Q.Layout.Row = [2 9];
app.UIAxes_Wb_Q.Layout.Column = [1 3];

% Create Dimensionales_W_Q
app.Dimensionales_W_Q = uipanel(app.GridLayout13);
app.Dimensionales_W_Q.BorderType = 'none';
app.Dimensionales_W_Q.BackgroundColor = [0.0784 0.0902
0.102];

app.Dimensionales_W_Q.Layout.Row = [7 11];
app.Dimensionales_W_Q.Layout.Column = [1 4];

% Create GridLayout15_2
app.GridLayout15_2 = uigridlayout(app.Dimensionales_W_Q);
app.GridLayout15_2.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout15_2.RowHeight = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x',
'1x', '1x', '1x', '1x'};
app.GridLayout15_2.ColumnSpacing = 0;
app.GridLayout15_2.RowSpacing = 0;

% Create NhQLabel
app.NhQLabel = uilabel(app.GridLayout15_2);
app.NhQLabel.HorizontalAlignment = 'center';
app.NhQLabel.FontSize = 14;
app.NhQLabel.FontWeight = 'bold';
app.NhQLabel.FontAngle = 'italic';
app.NhQLabel.FontColor = [0.9412 0.9412 0.9412];
app.NhQLabel.Layout.Row = 1;
app.NhQLabel.Layout.Column = 2;
app.NhQLabel.Text = 'Nh - Q';

% Create UIAxes_W_Q
app.UIAxes_W_Q = uiaxes(app.GridLayout15_2);
title(app.UIAxes_W_Q, '')
xlabel(app.UIAxes_W_Q, 'Q (l/min)')
ylabel(app.UIAxes_W_Q, 'Nh (W)')

```

```

        app.UIAxes_W_Q.GridColor = [0.9412 0.9412 0.9412];
        app.UIAxes_W_Q.XColor = [0.8 0.8 0.8];
        app.UIAxes_W_Q.YColor = [0.8 0.8 0.8];
        app.UIAxes_W_Q.ZColor = [0.8 0.8 0.8];
        app.UIAxes_W_Q.Color = [0.1608 0.1608 0.1608];
        app.UIAxes_W_Q.BackgroundColor = [0.0784 0.0902 0.102];
        app.UIAxes_W_Q.Layout.Row = [2 9];
        app.UIAxes_W_Q.Layout.Column = [1 3];

        % Show the figure after all components are created
        app.UIFigure.Visible = 'on';
    end
end

% App creation and deletion
methods (Access = public)

    % Construct app
    function app = Prueba_UI_2_MenorMayorPanel

        % Create UIFigure and components
        createComponents(app)

        % Register the app with App Designer
        registerApp(app, app.UIFigure)

        % Execute the startup function
        runStartupFcn(app, @startupFcn)

        if nargin == 0
            clear app
        end
    end

    % Code that executes before app deletion
    function delete(app)

        % Delete UIFigure when app is deleted
        delete(app.UIFigure)
    end
end
end
end

```