

RUSBEL MARTIN AVILA RODRIGUEZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA LA VERIFICACIÓN DE PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO ...

 My Files

 My Files

 University

Document Details

Submission ID

trn:oid::13381:85785758

Submission Date

Mar 13, 2025, 7:01 PM GMT+5:30

Download Date

Mar 13, 2025, 7:03 PM GMT+5:30

File Name

TSP (FINAL) AVILA RODRIGUEZ.pdf

File Size

4.8 MB

83 Pages

11,530 Words

61,962 Characters




15% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Cited Text
- ▶ Small Matches (less than 15 words)

Top Sources

- 13%  Internet sources
- 0%  Publications
- 6%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Top Sources

- 13% Internet sources
- 0% Publications
- 6% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

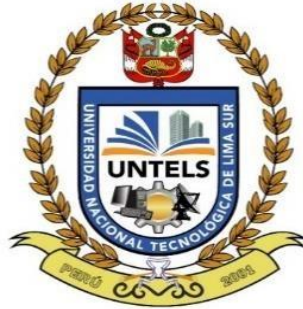
The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet		
		dspace.ups.edu.ec	2%
2	Internet		
		repository.uamerica.edu.co	2%
3	Submitted works		
		Universidad Nacional de Trujillo on 2024-06-19	2%
4	Internet		
		hdl.handle.net	2%
5	Internet		
		repositorio.umsa.bo	1%
6	Internet		
		dspace.unl.edu.ec	1%
7	Internet		
		repositorio.ucv.edu.pe	1%
8	Internet		
		repositorio.untels.edu.pe	1%
9	Internet		
		repositorio.continental.edu.pe	<1%
10	Internet		
		docplayer.es	<1%
11	Internet		
		adccom.com	<1%

12	Submitted works	Unidades Tecnológicas de Santander on 2021-11-13	<1%
13	Internet	repositorio.unac.edu.pe	<1%
14	Internet	www.coursehero.com	<1%
15	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
16	Internet	dspace.unitru.edu.pe	<1%
17	Submitted works	Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD on 2023-12-07	<1%

14

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA



“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA LA VERIFICACIÓN DE PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE BOMBAS INDUSTRIALES DE LA EMPRESA INCORIN S.A.C., S.J.L. LIMA 2024”.

8

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
Para optar el Título Profesional de
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

AVILA RODRIGUEZ, RUSBEL MARTIN

ORCID: 0009-0005-1263-3598

ASESOR:

FLORES VELÁSQUEZ, CARLOS HERNAN

ORCID: 0000-0002-0581-5001

**Villa El Salvador
2024**

DEDICATORIA

A Dios, por guiarme a ser una persona de bien, por cuidar a mi familia y permitir que logre todas mis metas y sueños.

A mi familia que siempre estuvieron apoyándome en todo momento y depositaron su confianza en mí.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, por ser lugar en donde se impartieron grandes lecciones para mi vida profesional, en especial a todos mis maestros de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

A la empresa INCORIN S.A.C. por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo de suficiencia profesional en sus instalaciones y las enseñanzas conseguidas.

Al Ing. Flores Velásquez Carlos Hernán, por la asesoría brindada para la elaboración de este trabajo por suficiencia profesional para la obtención de mi grado de titulación en Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

8

ÍNDICE

9

8

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES	2
1.1 Contexto.....	2
1.2 Delimitación temporal y espacial del trabajo.....	3
1.3 Objetivos	3
CAPÍTULO II MARCO TEORICO	5
2.1 Antecedentes.....	5
2.1.1 Antecedentes nacionales	5
2.1.2 Antecedentes internacionales	7
2.2 Bases teóricas:	9
2.2.1 Principio funcionamiento de una bomba.....	9
2.2.2 Clasificación de bombas hidráulicas	9
2.2.3 Curva característica de la bomba	10
2.2.4 Fallas comunes en bombas centrífugas	11
2.2.5 Pérdida energía debido a la fricción.....	13
2.2.6 Clases de Presión en Bridas bajo Norma ANSI Y DIN.....	13
2.2.7 Medidor Volumetrico.....	13
2.2.8 Valvula tipo mariposa	14
2.2.9 Tanque de almacenamiento.....	14
2.3 Definición de términos básicos:	14
CAPÍTULO III. DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL	16
3.1 Determinación y análisis del problema:	16
3.2 Modelo de solución propuesto:	17
3.2.1 Identificación de tipos de bombas y fallas más recurrentes.....	17
3.2.2 Diseño del banco de pruebas hidráulicas	19
3.2.3 Fabricación y selección de accesorios para el banco de pruebas.....	23
3.2.4 Selección de equipo de medición y válvulas	28
3.2.5 Armado final del banco de pruebas hidráulicas	31
3.3 Resultados.....	37
3.3.1 <i>Objetivo 1: Identificación de tipos de bombas y fallas más recurrentes</i>	37
3.3.2 <i>Objetivo 2: Diseño del banco de pruebas hidráulicas</i>	38

3.3.3	<i>Objetivo 3: Fabricación y selección de accesorios para el banco.....</i>	39
3.3.4	<i>Objetivo 4: Selección de equipo de medición y válvulas.....</i>	43
3.3.5	<i>Objetivo 5: Armado final del banco de pruebas hidráulicas</i>	44
4.	CONCLUSIONES	45
5.	RECOMENDACIONES.....	46
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	47
7.	ANEXOS	49
Anexo A :	Datos técnicos de manómetro de presión.....	49
Anexo B:	Datos técnicos de válvula mariposa tipo wafer	50
Anexo C:	Datos de dimensiones de bombas grundfos Modelo NK.....	51
Anexo D:	Datos de dimensiones de bomba CNP, modelo CDLF	52
Anexo E:	Datos de dimensiones de bomba KSB ETABLOCK.....	53
Anexo F:	Datos de dimensiones de bomba Netzsch NM.....	54
Anexo G:	Datos de dimensiones bomba Grundfos Modelo CR	55
Anexo H:	Diseño preliminar del banco de pruebas	57
Anexo I:	Proceso de montaje de kit de tubería de descarga.....	57
Anexo J:	Ficha técnica tubos ASTM A53 SCH 40	58
Anexo K:	Norma descrita por el RNE en la sección de Obras de saneamiento, OS. 050.....	59
Anexo L:	Grados de Aceptación de Prueba Predeterminados en Función de la Aplicación de las Bombas.	60
Anexo M:	Grados de aceptación de pruebas de bombas y tolerancias correspondientes.	60
ANEXO N :	Reporte de prueba hidráulica de una bomba centrífuga marca toyo DL-7.5	61
ANEXO Ñ:	Reporte de prueba hidráulica de una bomba tipo tornillo SEEPEX	62
ANEXO O:	Procedimientos para realizar las pruebas hidráulicas.	63
ANEXO P:	Planos de fabricación de accesorios de banco de pruebas.....	66

3

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Listado de bombas que se realizaron mantenimiento y reportes del cliente	18
Tabla 2 Procedimiento de fabricación de tanque de almacenamiento	23
Tabla 3 Tabla de electrodos recomendados para acero al carbono según Norma AWS/ASME: A5.5	24
Tabla 4 Planos de fabricación de accesorios de la línea de succión	25
Tabla 5 Planos de fabricación de accesorios de la línea de descarga	26
Tabla 6 Listado de bombas que se consideraron para la fabricación del banco de pruebas	37
Tabla 7 Proceso de fabricación de tanque de almacenamiento y base metálica.	39
Tabla 8 Listado de fabricación y selección de accesorios de la línea de succión.	40
Tabla 9 Listado de fabricación y selección de accesorios de la línea de descarga	41
Tabla 10 Equipos y válvulas seleccionadas	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Clasificación de bombas.....	9
Figura 2 Curva característica de la bomba	10
Figura 3 Sello mecánico de bomba centrífuga.....	11
Figura 4 Diseño del banco de pruebas vista de perfil	22
Figura 5 Diseño del banco de pruebas vista de recipiente anti burbujas	22
Figura 6 Curva pérdida de carga	29
Figura 7 Medidor volumétrico de 4"	29
Figura 8 Manómetro de presión.....	30
Figura 9 Válvula mariposa tipo wafer 4"	30
Figura 10 Montaje de tanque de almacenamiento a base metálica	32
Figura 11 Soldadura de tubería de succión a tanque de almacenamiento.....	33
Figura 12 Unión de tuberías de succión con válvula mariposa	34
Figura 13 Unión de carrete N°3, válvula mariposa y medidor volumétrico	35
Figura 14 Unión del ensamble N°1 y el carrete N°2	35
Figura 15 Unión de ensamble N°2 y reducción vitaulica.....	36
Figura 16 Unión de ensamble N°3 y conector N°3	36
Figura 17 Porcentaje de reportes de clientes más recurrentes	37
Figura 18 Diseño de banco de pruebas.....	38
Figura 19 Armado final del banco de pruebas	44

RESUMEN

En el presente trabajo de suficiencia profesional explica los procedimientos y parámetros para poder diseñar y fabricar un banco de pruebas para bombas centrífugas en la empresa INCORIN S.A.C.

La empresa INCORIN S.A.C. se dedica a dar soluciones a sistemas de bombeos, fabricación de bases metálicas para todo tipo de bombas y mantenimiento a bomba centrífugas, en el área de mantenimiento se ha registrado reportes por los clientes mencionando que el equipo reparado no se realizó prueba hidráulica, no llega a la presión y caudal requerida.

En este sentido se requería fabricar un banco de pruebas óptimo y bien equipado de bombas centrífugas para poder verificar el funcionamiento de la bomba, los parámetros de presión, caudal y así poder garantizar el correcto mantenimiento que se realiza a las bombas centrífugas.

Teniendo en cuenta la importancia del banco de pruebas se realizó la identificación de bombas más recurrentes que se realizan mantenimiento, el diseño, la fabricación y selección de accesorios y por último el armado del banco de pruebas

Se obtuvo como resultado que la fabricación de accesorios de succión y descarga y la selección de equipos de medición fueron las adecuadas ya que el banco de pruebas fabricado es óptimo para la verificación de los parámetros de presión y caudal.

Palabras claves: Banco de pruebas, bombas centrifugas, parámetros presión y caudal.

ABSTRACT

In this professional sufficiency work, the procedures and parameters to be able to design and manufacture a test bench for centrifugal pumps in the company INCORIN S.A.C. are explained.

The company INCORIN S.A.C. is dedicated to providing solutions to pumping systems, manufacturing metal bases for all types of pumps and maintenance of centrifugal pumps. In the maintenance area, reports have been registered by clients mentioning that the repaired equipment was not hydraulically tested and does not reach the required pressure and flow.

In this sense, it was necessary to manufacture an optimal and well-equipped test bench for centrifugal pumps in order to verify the operation of the pump, the pressure and flow parameters and thus be able to guarantee the correct maintenance that is carried out on the centrifugal pumps.

Taking into account the importance of the test bench, the most recurrent pumps that are maintained were identified, the design, manufacture and selection of accessories and finally the assembly of the test bench.

The result was that the manufacturing of suction and discharge accessories and the selection of measurement equipment were adequate, since the manufactured test bench is optimal for the verification of pressure and flow parameters.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo titulado “Diseño y Construcción de un Banco de Pruebas para la Verificación de Parámetros de Funcionamiento de Bombas Industriales de la Empresa INCORIN S.A.C., S.J.L. 2024”, tiene como contexto la urgencia de realizar pruebas hidráulicas a las bombas reparadas ya que estas bombas al término del mantenimiento y despacho regresan por algún tipo de falla o reporte mencionado que se desea una prueba hidráulica a la bomba.

2 La pruebas hidráulicas para bombas centrifugas se realizan en una banco de pruebas, ya que estos equipos permiten observar el funcionamiento en condiciones controladas, es por esto que se implementan en instituciones universitarias , empresas de mantenimiento y fabricantes de bombas, los bancos de pruebas son de suma importancia para empresas y microempresas que reparan y venden bombas industriales , ya que pueden presentar fallas que solo se evidencian en condiciones reales de funcionamiento; fugas en los empaques, bajo caudal, inadecuado funcionamiento de los componentes mecánicos y mal ajuste de piezas móviles.

2 Visualizando la importancia de los bancos de pruebas en el proceso de la industria, este proyecto diseño y fabrico un banco de pruebas para así poder simular condiciones reales el funcionamiento bajo las cuales operan las bombas que repara la empresa INCORIN S.A.C. así el trabajo realizado busca mejorar la calidad de los servicios técnicos que presta la compañía y evidenciar los defectos persistentes en los equipos que se han realizado mantenimiento, de este modo se evitaran costos derivados por garantías en los equipos intervenidos.

15 En el capítulo I se describe los objetivos planteados, en el capítulo II corresponde al marco teórico en el cual se considera los antecedentes, las bases teóricas y la definición de los términos básicos para entender los criterios técnicos del trabajo de suficiencia; en el capítulo III se desarrolla la solución del trabajo de suficiencia para finalmente redactar las conclusiones, además contiene las referencias bibliográficas y anexos que complementan la solución del trabajo de suficiencia.

CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES

1.1 Contexto

La empresa INCORIN S.A.C. se dedica a la reparación y mantenimiento de bombas de todo tipo como centrífuga, sumergibles, peristálticas, engranajes, verticales, autocebantes, también realizan construcción de placas base, montaje y alineamiento, pruebas hidráulicas y fabricación de piezas especiales.

La empresa ha tenido reportes de clientes en el área de mantenimiento indicando que tuvieron inconvenientes al momento de operar la bomba que se realizó mantenimiento, es por esto que se realizó un análisis de esta área teniendo como conclusión que los procedimientos de mantenimiento son los correctos, el técnico es capacitado y tiene la experiencia para realizar estos tipos de trabajo y que los repuestos cambiados son de garantía, pero para poder garantizar estos puntos se debe realizar un prueba hidráulica por tal motivo se tomó la decisión de fabricar un banco de pruebas que nos pueda brindar los parámetros de presión y caudal recomendadas por el fabricante.

En algunos casos el cliente no cuenta con personal capacitado para las maniobras e instalación de bombas por lo cual si sucediera una caída o golpe del equipo puede generar un desalineamiento de ejes, también sucede que realizan una mala instalación de tuberías en la succión y descarga desplazan la bomba de su base sin tomar en cuenta que desalinearan los ejes y al momento de operar el equipo presentara ruidos extraños, calentamiento del motor y bajo caudal, por lo tanto el cliente reportara que no se hizo un buen mantenimiento; y al no tener un banco de pruebas equipado para realizar la prueba no se podrá justificar el correcto mantenimiento que se realizó a la bomba.

Esto conlleva el incremento de costos de reparación ya que se tiene que hacer responsable la empresa de gastos de mantenimiento además que los técnicos tendrán menos tiempo para reparar otros equipos por las garantías que deben realizar, estos gastos innecesarios afectaban en las ganancias de la empresa.

Misión:

Establecer los mecanismos operativos y comerciales, que permitan ofrecer a los clientes las mejores soluciones para sus necesidades en cuanto a calidad de producto, precio adecuado y tiempo de entrega.

Visión:

Llegar a ser la mejor empresa en el mercado nacional de soluciones para fluidos de bomba, mantenimiento de bombas, fabricación de accesorios de bombeo, Fabricación de bases metálicas y pruebas hidráulicas.

1.2 Delimitación temporal y espacial del trabajo

El diseño y construcción de un banco de pruebas para la empresa Industria Comercialización y Reparaciones Industriales S.A.C., se encuentra ubicada C. 8 Mz. T5 Lt. 3 Urb, San Juan de Lurigancho-Lima y se realizó dentro del periodo octubre 2023 – febrero 2024.

1.3 Objetivos

- O1:** Identificar los tipos de bombas y fallas más recurrentes por lo cual retornan los equipos, permitirá obtener los parámetros de funcionamiento de los equipos reparados por la empresa INCORIN S.A.C
- O2:** Diseñar un banco de pruebas hidráulicas permitirá obtener los parámetros de funcionamiento de los equipos reparados por la empresa INCORIN S.A.C.
- O3:** Fabricar kit de accesorios para el banco pruebas hidráulicas permitirá obtener los parámetros de funcionamiento de los equipos reparados por la empresa INCORIN S.A.C.
- O4:** Seleccionar correctamente los equipos de medición y válvula del banco de pruebas permitirá obtener los parámetros de funcionamiento de bombas industriales reparadas por la empresa INCORIN S.A.C.

05: Construir un banco de pruebas permitirá obtener parámetros de funcionamiento de bombas industriales reparadas por la empresa INCORIN S.A.C.

2. CAPÍTULO II MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes nacionales

16 Cabanillas (2024) en la realización de su tesis “Características Técnicas Constructivas Para el diseño de un Banco de Pruebas Hidráulicas de Bomba Centrífuga Sumergible para Saneamiento” tuvo como objetivo el diseño de un banco de pruebas hidráulicas de bomba centrífuga sumergible determinando sus características técnicas necesarias. El resultado obtenido de acuerdo con las normas estipuladas por la Hydraulic Institute American Standard for Pump Intake Design y la normativa ISO 9906, los componentes de cada árbol hidráulico constaran de caudalímetro, manómetro, válvula de control de flujo y accesorios complementados a las líneas hidráulicas y la cisterna del sistema será de 4800 mm x 3100 mm de dimensión externa según el espacio de la instalación y una altura de 1.4 m. El estudio concluye indicando que es posible diseñar un banco de pruebas para bombas sumergibles de acuerdo con los lineamientos del Hydraulic Institute American Standard for Pump Intake Design que cumpla con la norma ISO 9906 - 2012 y elaborando el procedimiento de pruebas para sí obtener un reporte que fundamente la prueba hidráulica”.

13 Lucero (2022) la presente tesis llamada “Diseño de un banco de pruebas para verificar los parámetros de operatividad de bombas oleohidráulicas en la empresa Mega Hidráulica S.R.L.- Cajamarca” tuvo como objetivo del diseño de un banco de prueba para bombas oleohidráulicas con el fin de garantizar el correcto funcionamiento de las bombas después del mantenimiento o reparación pertinente asegurando su funcionamiento adecuado en régimen de operación de acuerdo a lo estipulado por los datos del fabricante. Los resultados muestran que La investigación determina que la presión y caudal necesarios para la correcta evaluación será de 150 lpm y 250 bar respectivamente, seleccionando los equipos electromecánicos necesarios para la eficiente operación, posterior se ejecutó el diseño de la estructura de la base para garantizar el montaje adecuado de los equipos. El estudio concluye que en análisis económico del banco de ensayo el cual tiene un costo de fabricación de 136 mil soles, se realizó el análisis financiero

4

4

4

de esta inversión, obteniendo un VAN de 15 mil y un TIR de 19.3 %, con lo cual se demuestra que si es rentable su implementación en la empresa Mega Hidráulica S.R.L.”

4 Caceres (2020) en la realización de su tesis “Diseño de un Banco de Pruebas Hidráulico para Determinar Los parámetros de Funcionamiento de Bomba De Caudal Variable Hasta 150CC/REV-Empresa Quispe Transportes y Servicios Generales S.R.L.” tuvo como objetivo diseñar un banco de pruebas hidráulico para determinar los parámetros de funcionamiento de bomba de caudal variable hasta 7 150 cc/Rev. Los resultados muestran que los parámetros de diseño determinan que el banco de pruebas realizará un desplazamiento límite de 150 cc/Rev. la potencia de diseño del sistema motriz para el banco de pruebas será como mínimo de 90kW, la eficiencia de trabajo total es del 0.81, teniendo para esto una eficiencia volumétrica y una eficiencia hidromecánica de 0.9. El estudio concluye que el presupuesto de la investigación cuenta una suma de S/. 273 mil soles esto corresponde a los costos de fabricación de bases metálicas estructurales del banco de pruebas, costos de equipamiento y mano de obra de instalación para el banco de pruebas, según los indicadores económicos este proyecto cuenta con un 7 VAN de 27 mil y un TIR del 13.36 % teniendo como indicativo que es rentable y viable”.

2.1.2 Antecedentes internacionales

Cubillas & Sandoval (2021) en su investigación llamada “Diseño de banco para pruebas de bombas centrífugas para la empresa servicio eléctrico agroindustrial LTDA tuvo como objetivo fabricar un banco de pruebas capaz de probar y poner en condiciones reales de funcionamiento a las tres bombas que frecuentemente llegan a la empresa. Los resultados muestran que hay diferentes alternativas para el diseño del banco y se seleccionó aquella que asemeja a las condiciones reales de las bombas en campo, y se realizó el diseño conceptual de la alternativa seleccionada también se diseñó y se seleccionó los diferentes componentes de la alternativa elegida, concluyendo así que los accesorios seleccionados, y el recorrido del sistema hidráulico diseñado generan pérdidas considerables en las bombas, he imitan de esta manera las condiciones reales de funcionamiento. Estudio concluye que las variables presión y caudal y las características físicas de las bombas que se realizan mantenimiento son las variables más importantes para la realización del banco, también se realizaron manuales de operación, montaje y mantenimiento para el banco de pruebas. De los cuales se concluyó que el equipo tiene una gran facilidad de mantenimiento por lo cual no habrá una gran inversión, además es sencillo de operar y tiene una extensa vida útil”.

Prada & Socarraz (2020) realizaron un estudio llamado “Construcción de un banco de pruebas Hidráulicas para el laboratorio de la universidad Antonio Nariño “tuvo como objetivo este artículo de grado es construir un banco de pruebas hidráulicas y proporcionar a los estudiantes y docentes de mecánica de fluidos, un banco para pruebas hidráulicas donde se puedan determinar las pérdidas de energía en diferentes tipos de tuberías como, tipo manguera de $1/2$, tipo PVC $3/4$, $1/2$, y tipo galvanizado $3/4$. Además, es adecuado para simular el efecto llamado “golpe de ariete” y calcular con la presión y caudal la curva característica de la electrobomba conectada. Los resultados muestran que en la realización de la prueba se registran los datos para poder elaborar las curvas características y así verificar la eficiencias y pérdidas de las bombas. El estudio concluye que, al comparar la curva de la prueba hidráulica y la curva del fabricante, la curva de la prueba no llega a su máxima capacidad esto puede ser debido a diferentes

factores como múltiples circuitos de conductos, demasiada carga de accesorios como llaves y válvulas. La curva obtenida experimentalmente de la prueba solo es apta para el funcionamiento de la electrobomba en este equipo, ya que tiene muchas diferencias con respecto a la comercial. se concluyó que, según la prueba de simulación de golpe de ariete, se deben proteger los sistemas de tuberías y accesorios conectados con una junta de caucho EPDM para evitar las consecuencias de este efecto”.

5 Claros (2020) en la realización de su tesis llamado “Diseño y Construcción de un Sistema Hidráulico a Nivel Laboratorio para su Implementación en la Carrera de Química Industrial tuvo como objetivo comprobar de manera práctica algunos fenómenos estudiados previamente en la teoría de mecánica de fluidos integrada con conocimientos sencillos y básicos de instrumentación. Los resultados muestran que en la prueba de la bomba con tuberías de 1” de hierro galvanizado a pesar de no tener una longitud muy larga (32 cm), presenta una apreciable pérdida de carga cuando se trabaja con un caudal superior a los 2,5 GPM ($1,58 \times 10^{-4}$ m³/s). Al comparar los valores teóricos simulados por las ecuaciones y los valores experimentales obtenidos en la práctica del factor de fricción, se observa que ambos tienen la misma tendencia y son bastante próximos en sus valores, en el caso de la tubería de PVC cuya longitud es de 1,70 m se observó que la pérdida de carga generada es apreciable desde caudales de trabajo bajos: 1 GPM ($6,31 \times 10^{-5}$ m³/s), pero para valores mayores a 2,5 GPM la pérdida de carga experimental tiene a ser más pronunciada que aquellos valores teóricos calculados con ecuaciones. En cuanto a la determinación del factor de fricción se observó que la curva teórica y experimental no difieren de gran manera y son muy próximos en base a estas experiencias, El estudio concluye que la pérdida de carga por fricción en tuberías depende del material con que está construida, el estado en que está la misma (nueva, usada o muy usada), la longitud, el diámetro y la velocidad de circulación del flujo”.

2.2 Bases teóricas:

2.2.1 Principio funcionamiento de una bomba

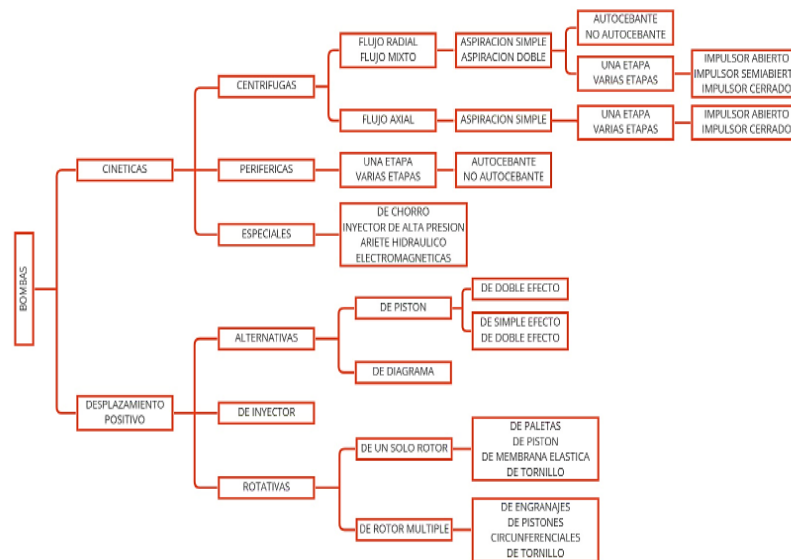
“Las bombas centrífugas son aquellos equipos que suministran energía a los fluidos de trabajo de tal modo que la energía mecánica entregada por el impulsor se convierta en energía cinética en el fluido generando así mayor altura de presión” (Cabanillas, 2024, p.7).

2.2.2 Clasificación de bombas hidráulicas

“Las bombas pueden ser clasificadas por sus aplicaciones, el material constructivo, el líquido de trabajo y un criterio básico para la clasificación de las bombas está basado en el principio por el que se entrega la energía al fluido bajo este criterio las bombas se pueden dividirse en dos grandes grupos: Bombas cinéticas y Bombas de desplazamiento positivo” (Cabanillas, 2024, pp.7-9).

Figura 1

Clasificación de bombas



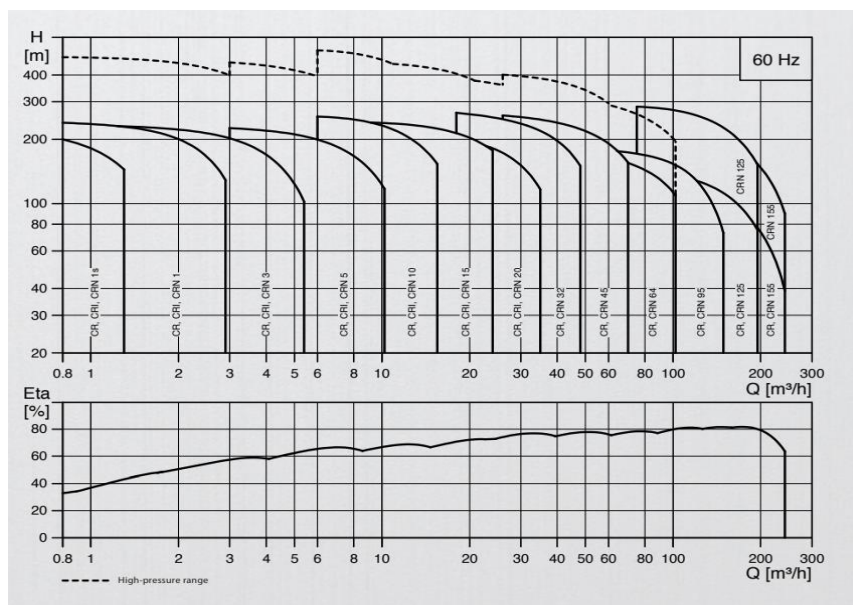
Nota. La imagen representa la clasificación de bombas según su aplicación. Fuente (Cabanillas, 2024, pp.7-9).

2.2.3 Curva característica de la bomba

“Las curvas características de las bombas son gráficos que representan el rendimiento del equipo en condiciones de funcionamiento, la curva característica relaciona el caudal de estas con la altura en metros columna de agua. Existen diferentes curvas que se pueden realizar para caracterizar el comportamiento de una bomba centrífuga durante el funcionamiento del equipo, la más común de ellas relaciona la altura (cantidad de energía por unidad de masa que la bomba puede suministrar al fluido) con el caudal (cantidad de líquido que la bomba puede desalojar en un determinado tiempo) otra de las curvas más usadas relaciona la eficiencia (relación entre potencia útil y potencia consumida por la bomba) con el caudal” (Cubillas & Sandoval, 2021, p.31).

Figura 2

Curva característica de la bomba



Nota. La figura muestra las curvas características de las bombas Grundfos Modelo CR, tomado de catálogo Bombas Grundfos CR eficiencia y confiabilidad.

2.2.4 Fallas comunes en bombas centrífugas

“Las fallas en las bombas centrífugas pueden estar dadas por múltiples factores, al ser equipos con múltiples sistemas algunos de estos fallos pueden estar dados por malas prácticas en su puesta en operación o por condiciones de trabajo inapropiadas para la bomba, dicho esto cabe recalcar que las fallas en estos equipos pueden llegar a generar paros prolongados en la producción o incluso a incurrir en abundantes gastos para su reparación” (Cubillas & Sandoval, 2021, p.32).

2.2.4.1 Falla en sello mecánico

“Gran parte de las bombas centrífugas cuentan con una pieza fundamental para el adecuado funcionamiento de las mismas. El sello mecánico es un elemento que evita que se presenten fugas en la carcasa de las bombas centrífugas, esta pieza consta de un anillo fijo que se encuentra en el plato sello y un anillo móvil que va en el eje, los cuales se aprisionan por un resorte que ejerce a su vez presión en el impulsor de la bomba. Por consiguiente, las dos superficies sellantes entran en contacto y no se presentan fugas, La falla en el sello mecánico normalmente se da cuando la bomba entra en funcionamiento sin líquido a desplazar, también pueden averiarse por altas temperaturas o porque los materiales en contacto no son los adecuados para el líquido que se bombea” (Cubillas & Sandoval, 2021, p.32).

Figura 3

Sello mecánico de bomba centrifuga



Nota. La figura muestra sello mecánico para diferentes medidas de

eje, figura tomada de catálogo VAZEL A sello mecánicos.

2.2.4.2 Cebado de bombas

“Una bomba centrífuga se ceba cuando los conductos de la bomba se llenan con el líquido que se va a bombear. El líquido reemplaza al aire, gas o vapor en los conductos. La expulsión del aire, gas o vapor puede hacerse manual o automáticamente, dependiendo del tipo de equipo y controles usados. Con una carga de succión positiva en la bomba, el cebado se logra escapando el aire atrapado al exterior de la bomba por una válvula provista para ese objeto. Si la bomba toma succión de un abastecimiento localizado debajo de la misma, el aire de la bomba debe evacuarse, ya sea con algún dispositivo que produzca vacío o instalando una válvula de pie en la línea de succión, de modo que la bomba y su tubería de succión puedan llenarse con agua, o teniendo una cámara de cebado en la línea de succión”. (Ramirez, 2012, p.21)

2.2.4.3 Cavitación

2 “La cavitación es un fenómeno que se manifiesta con la aparición y colapso de burbujas de vapor de agua sobre una superficie, causando daños en las piezas que están en contacto con el fluido que se maneja. La cavitación es totalmente indeseable al momento de trabajar bombas centrífugas debido a que causa ruidos indeseables, vibraciones que pueden desatar fatiga en elementos de estas y daños en las piezas de las mismas como el impulsor y la recámara, En las bombas centrífugas es común que se presente cavitación en la boca toma de estas, por esta razón hay que tener en cuenta el NPSH (Net Positive Suction Head) de cada equipo que se pretende utilizar para evitar este fenómeno, del mismo modo las válvulas de un sistema hidráulico tienen que estar completamente abiertas para evitar la cavitación y se tiene que hacer una buena selección de la tubería para que la presión no descienda (Cubillas & Sandoval, 2021, p.33).

2.2.5 Pérdida energía debido a la fricción

“Es tal vez la cantidad que más se calcula en flujo a través de tuberías; en una tubería o canal es la pérdida de presión que se produce en un fluido debido a la fricción de las partículas del fluido entre sí y contra las paredes de la tubería que las conduce. Es decir, a medida que un fluido fluye por un conducto o tubería, se producen pérdidas de energía debido a la fricción interna en el fluido. En el sistema, estas pérdidas se traducen en una disminución de la presión entre los dos puntos analizados por la ecuación general de la energía” (Claros, 2020, p.13).

2.2.6 Clases de presión en bridas bajo norma ANSI Y DIN

Las bridas DIN planas se rigen de la norma DIN2690, Se clasifican por clases de presión y se expresan en kg/cm² con PN como indicador.

La presión nominal (PN) es un indicador de valor seguido de un número de designación, que indica la presión nominal aproximada en bares. Clases de presión: PN6, PN10, PN16, PN25, y PN40

El tipo de diseño bajo la norma ANSI para materiales de AC se rigen por la norma ANSI B-16.5 y se refleja en las diferentes clases de presión como son: 150, 300, 400, 600, 900, 1500 y 2500. Para las bridas de hierro fundido el diseño será según la norma ANSI B-16.1 en clases de 125 y 150 (Cabanillas, 2024, p 34).

2.2.7 Medidor volumetrico

“Los medidores volumetricos se encargan de la medicion del volumen total de fluido que circula en un sistema de bombeo, cuentan con un engranaje sin fin que transmite el movimiento giratorio de la turbina a la relojeria de esfera seca, esto permite que un volumen fijo de agua se contabilize y logrando una medicion precisa” (Claros, 2020).

2.2.8 Valvula tipo mariposa

“Las valvulas mariposa se emplean para el control de grandes caudales de alta y baja presion, en su composicion esta formado por un anillo cilindrico dentro del cual gira transversalmente un disco circular, la valvula cierra hermeticamente mediante un anillo de gomaencastrado en el cuerpo. La palanca acciona el eje de giro del disco y ejerce un par maximo cuando la valvula esta totalmente abierta” (Claros, 2020).

2.2.9 Tanque de almacenamiento

“Un tanque de almacenamiento es un deposito donde el fluido se alamacenara se debe tomar en consideracion para la fabricacion el espacio donde sera instalado y el volumen total que se quiere almacenar” Cabanillas (2024)

2.3 Definición de términos básicos:

1

Aspiración: Ingreso de un fluido a través de una tubería o ducto.

Bomba: Dispositivo o máquina que mediante movimiento rotatorio hace que ingrese y a la vez salga fluido alojada en la cámara de la misma.

Bombeo: Acción cíclica de entrada y salida de fluido mediante movimiento rotatorio

Cabeza: Se denomina así a la altura que puede alcanzar un fluido impulsado por dispositivo con movimiento rotatorio.

Caudal: Cantidad de fluido que pasa a través de un determinado tiempo.

Centrífuga: Aplicar una fuerza a un fluido mediante un rodete con el fin

de generar movimiento.

Ciclo: Serie de etapas o estados por los que pasa un acontecimiento o fenómeno que se repiten en el mismo orden hasta llegar a una etapa o estado a partir de los cuales vuelven a repetirse en el mismo orden.

Curva: Se hace referencia al desplazamiento o movimiento controlado que ejerce un fluido conjugando una variable.

1 **Cinética:** Está definida como el trabajo necesario para acelerar un cuerpo de una masa dada desde el reposo hasta la velocidad que posee.

Descarga: Aligeramiento de un cuerpo a fluir cuando sale de un lugar confinado.

Energía: Capacidad de un cuerpo para realizar trabajo debido a su posición en un campo de fuerzas.

Estanqueidad: Se habla de estanqueidad cuando el fluido se encuentra inmóvil, es decir que ninguna fuerza está actuando sobre ella.

Fluido: Se dice de las sustancias en estado líquido o gaseoso.

Fuerza: Capacidad para mover algo o a alguien que tenga peso o haga resistencia; como para levantar una piedra, tirar una barra, etc.

3. CAPÍTULO III. DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL

3.1 Determinación y análisis del problema:

Las bombas reparadas por la empresa INCORIN S.A.C ingresan la mayoría para realizar mantenimiento correctivo y en pocos casos preventivo por lo cual para poder determinar exactamente el tipo de mantenimiento se realiza el despiece del equipo general posterior se verifica las piezas en qué estado se encuentran si es para cambiar, recuperar o solo limpieza y con respecto a esto se determina el tipo de mantenimiento. En la mayoría de casos de equipos que regresan por garantía son por una mala operación o maniobra por lo operarios donde trabajara la bomba es por esto que los clientes indican que quieren verificar el funcionamiento y parámetros de sus equipos después de realizar el mantenimiento por tal motivo es la necesidad de realizar pruebas hidráulicas a las bombas reparadas para poder encontrar alguna falla antes de despachar la bomba y poder corregirlos y así también poder satisfacer al cliente cuando soliciten los parámetros que trabajara el equipo. El inicio del proyecto es identificar los tipos de bombas más recurrentes que regresan por garantía a la empresa INCORIN; luego se hace el diseño de un banco de pruebas hidráulicas tomando en cuenta las dimensiones de las bombas más recurrentes que regresan por garantía a la empresa INCORIN. Posteriormente se realizó la fabricación del kit de accesorios para para el banco de pruebas permitirá obtener los parámetros de funcionamiento y eficiencia de los equipos reparados de la empresa INCORIN; luego se seleccionar los equipos de medición y válvula para el banco de pruebas permitirá obtener los parámetros de funcionamiento y eficiencia de los equipos reparados de la empresa INCORIN.

Finalmente se realiza la construcción de un banco de pruebas permitirá obtener los parámetros de funcionamiento de los equipos reparados de la empresa INCORIN.

- P1. ¿Cómo se Identifica los tipos de bombas y fallas más recurrentes por lo cual retornan los equipos, permitirá los parámetros de funcionamiento y eficiencia de los equipos reparados por la empresa INCORIN S.A.C.?
- P2. ¿El Diseño de un banco de pruebas hidráulicas permitirá obtener los parámetros de funcionamiento y eficiencia de los equipos reparados por la empresa INCORIN S.A.C.?
- P3. ¿Cómo Fabricar y seleccionar accesorios para el banco pruebas hidráulicas permitirá obtener los parámetros de funcionamiento y eficiencia de los equipos reparados por la empresa INCORIN S.A.C.?
- P4. ¿Cómo es la Selección correcta de los equipos de medición y válvula del banco de pruebas permitirá obtener los parámetros de funcionamiento y eficiencia de bombas industriales reparadas por la empresa INCORIN S.A.C.?
- P5. ¿Construir un banco de pruebas permitirá obtener parámetros de funcionamiento y eficiencia de bombas industriales reparadas por la empresa INCORIN S.A.C.?

3.2 Modelo de solución propuesto:

3.2.1 Identificación de tipos de bombas y fallas más recurrentes

Al presenciar la problemática sobre la falta de un banco de pruebas equipada en la empresa, recopile información sobre diseños y construcción de banco de pruebas, realice bosquejos de diseños de bancos tomando en cuenta los modelos de bombas más recurrentes que se realizan mantenimiento en la empresa INCORIN como son las bombas centrifugas, verticales multietapas, desplazamiento positivo, monoblock.

Tabla 1

Listado de bombas que se realizaron mantenimiento y reportes del cliente

	Equipo	Diámetro (succión, descarga)	Reporte de cliente
1	Bomba Multietapa Mod: CDLF 10	DN 40	Ausencia de prueba
2	Bomba Multietapa Mod: CDLF 15	DN 50	Sonido extraño
3	Bomba Multietapa Mod: CDLF 20	DN 50	Baja presión
4	Bomba Multietapa Mod: CDLF 32	DN 65	Baja presión
5	Bomba Multietapa Mod: CDLF 42	DN 80	Ausencia de prueba
6	Bomba Multietapa Mod: CDLF 85	D N 100	Ausencia de prueba
7	Bomba Mod: KSB Etabloc 40-25-200	DN40, DN25	Bajo caudal
8	Bomba Mod: KSB Etabloc 50-32-200	DN50, DN32	Ausencia de prueba
9	Bomba Mod: KSB Etabloc 65-50-200	DN65, DN50	Mala instalación de sello
10	Bomba Mod: KSB Etabloc 80-65-165	DN80, DN65	Baja presión
11	Bomba Netzsch Mod: NM031 BY	ANSI 150, 2"	Ausencia de prueba
12	Bomba Netzsch Mod: NM038 BY	ANSI 150, 3", 2.5"	Ausencia de prueba
13	Bomba Netzsch Mod: NM045 BY	ANSI 150, 3"	Ausencia de prueba
14	Bomba Netzsch Mod: NM53 BY	ANSI 150, 4", 3"	Ausencia de prueba
15	Bomba Netzsch Mod: NM63 BY	ANSI 150, 4"	Ausencia de prueba
16	Bomba Grundfos Mod: CR 10	DN 40	Ausencia de prueba
17	Bomba Grundfos Mod: CR 15	DN50	Sonido extraño
18	Bomba Grundfos Mod: CR 20	DN50	Ausencia de prueba
19	Bomba Grundfos Mod: CR 32	DN65	Baja presión
20	Bomba Grundfos Mod: CR 45	DN80	Ausencia de prueba
21	Bomba Grundfos Mod: CR 64	DN100	Ausencia de prueba
22	Bomba Grundfos Mod: CR 95	DN100	Ausencia de prueba
23	Bomba Grundfos Mod: NK 32	DN50, DN32	Ausencia de prueba
24	Bomba Grundfos Mod: NK 40	DN65, DN40	Ausencia de prueba
25	Bomba Grundfos Mod: NK 50	DN65, DN50	Ausencia de prueba
26	Bomba Grundfos Mod: NK 65	DN80, DN65	Ausencia de prueba
27	Bomba Grundfos Mod: NK 80	DN100, DN80	Ausencia de prueba

Nota. La lista se obtuvo de los registros del área de mantenimiento de los últimos 3 años.

3.2.2 Diseño del banco de pruebas hidráulicas

3.2.2.1 Cálculo de diámetro de tubería

Dado el amplio rango de bombas centrifugas que se probaran se tomara para el diseño el caudal máximo de las bombas mencionadas en la tabla 1. Se asumirá el caudal de diseño de $100 \text{ m}^3/h$

Para el valor máximo de velocidad de acuerdo con el RNE acápite de obras de saneamiento (OS.050) (ANEXO K)

$$V_d = 3 \text{ m/s}$$

Ecuación de diámetro requerido (D_c)

$$D_c = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_d}{V_d \cdot \pi}}$$

Donde:

Q_d [m^3/s]: Caudal de diseño. ($100 \text{ m}^3/h = 0.028 \text{ m}^3/\text{s}$)

V_d [m^3/s]: Velocidad de diseño (3 m/s)

Reemplazando

$$D_c = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.028}{3 \cdot \pi}}$$

$$D_c \approx 0.109 \text{ m} \approx 109 \text{ mm}$$

Del ANEXO J seleccionamos el inmediato superior respecto al valor del diámetro calculado, tendríamos el diámetro de:

$$D_c = 4''$$

3.2.2.2 Dimensionamiento de la válvula mariposa

Se tomará en cuenta un rango amplio de caudales ya que se tiene gran variedad de equipos a realizar pruebas: $100 - 10 \text{ m}^3/h$

Para poder seleccionar la válvula adecuado es por medio del C_v es la constante de proporción que indica las distintas aperturas de válvulas, así como los tipos y tamaños existentes, el $C_{v\text{req}}$ está definido mediante

$$C_{v\text{req}} = Q * \sqrt{\frac{SpGr}{\Delta P}}$$

3 Donde:

Q: Flujo definido en galones por minuto [GPM].

ΔP : Caída de presión (P1 – P2) definido en PSI.

SpGr: gravedad específica respecto del agua.

3 $C_{v\text{req}}$: Coeficiente de válvula requerido.

Este valor también es encontrado como K_v de válvula, que significan lo mismo con la diferencia única en sus unidades, puesto a que K_v está dado en $[\text{m}^3/h][\text{bar}]$ y C_v en $[\text{GPM}] [\text{psi}]$, siendo la equivalencia entre estos la siguiente:

$$C_v = 1.156 K_v$$

$$Q_{\text{max}} = 100 \text{ m}^3/h - 440 \text{ GPM}$$

$$Q_{\text{min}} = 10 \text{ m}^3/h - 44 \text{ GPM}$$

$$SpGr = 1$$

$$\Delta P = 100 \text{ psi}_{\text{max}} - 10 \text{ psi}_{\text{min}} \text{ (valor seleccionado debido a condiciones de)}$$

ADT y por trabajos de caudal variable)

Reemplazando:

$$Cv_{req} = 440 * \sqrt{\frac{1}{90}} = 46$$

Equivalencia Kv:

$$Kv_{req} = \frac{46}{1.156} = 40$$

Ahora para la selección del tipo de material de la válvula tomaremos los datos de presión seleccionados

$$P_{max.} = 100 \text{ psi}$$

$$6.8 \text{ bar}$$

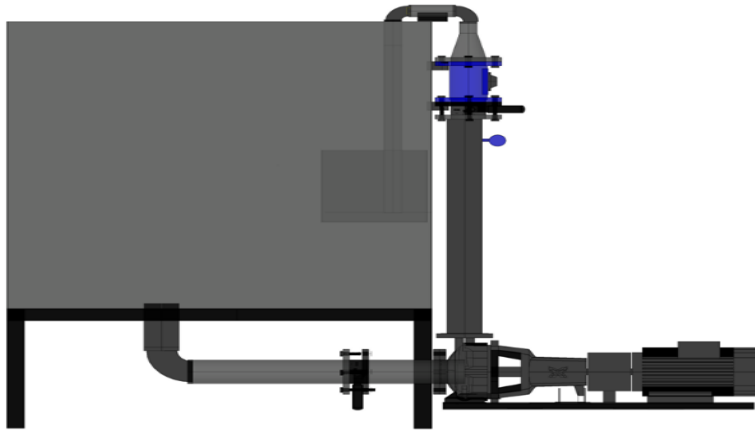
Debido a que la presión máxima es 6.8 bar se seleccionara una válvula mariposa PN 16 con un valor Kv 40 y el diámetro de 4"

3.2.2.3 Dimensionamiento del tanque de almacenamiento

Para el diseño del tanque de almacenamiento se tomó en consideración las medidas del espacio en donde se instalará el banco de pruebas (2.5 m x 2.5 m) y otra consideración fue en tener un almacenamiento de 1500 litros, teniendo en cuenta estas medidas se realizó el diseño con las medidas de 1200 mm largo, 1200 mm ancho y 1200 mm alto, teniendo como volumen total 1730 litros.

Figura 4

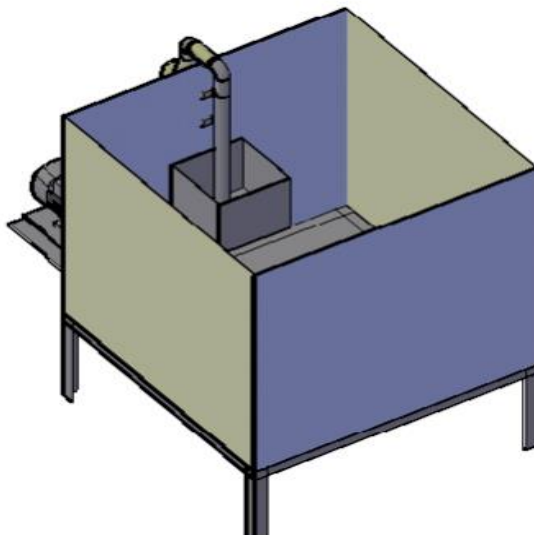
Diseño del banco de pruebas vista de perfil



Nota. Para la elaboración del diseño se utilizó el programa AutoCAD 3D. Fuente: Elaboración propia.

Figura 5

Diseño del recipiente anti-burbujas



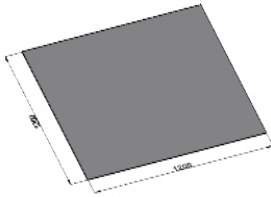
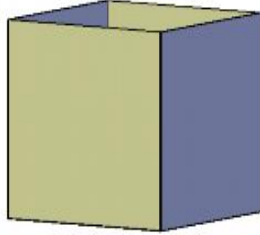
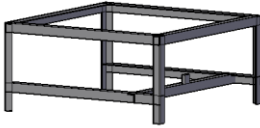
Nota. Para la elaboración del diseño se utilizó el programa AutoCAD 3D. Fuente: Elaboración propia

3.2.3 Fabricación y selección de accesorios para el banco de pruebas

Para la fabricación del tanque de almacenamiento se utilizó planchas de acero ASTM A36 de espesor 3 mm y se realizó el proceso de soldadura GTAW(TIG) con una posición de soldadura 3F y con aporte acero inox 308 I diámetro de alambre 1/16. Se fabricó con este proceso ya que nos brindara cordones finos y precisos además que brinda facilidad de soldadura de diferentes espesores.

Tabla 2

Procedimiento de fabricación de tanque de almacenamiento

Descripción	Imagen
<p>1 Planchas ASTM A36 medidas 1200 mm x 1200 mm</p>	
<p>2 Soldadura de planchas proceso GMAW, armado de tanque de almacenamiento</p>	
<p>3 Fabricación de bases y soportes para el tanque de almacenamiento</p>	

Nota. *Al término de la fabricación se realizó una prueba de hermeticidad llenando el tanque de agua, teniendo como resultado que el tanque no tiene ninguna fuga de fluido

Para la fabricación de tuberías se realizó con el proceso de soldadura SMAW, con una posición de soldadura 1G y con electrodos E6011y E6013

Tabla 3

Tabla de electrodos recomendados para acero al carbono según Norma AWS/ASME: A5.5

Clasificación AWS	Tipo de revestimiento	Tipo de soldadura	Posición de soldeo
E 6011	Alta celulosa, potasio	Filete(F), ranura(G)	F (1), H (2), V (3), OH (4)
E 6013	Alto titanio, potasio	Filete(F), ranura(G)	F (1), H (2), V (3), OH (4)

Nota. * Según la norma AWS las posiciones de soldeo son F: plana, H: horizontal, V: vertical, OH: sobre cabeza.

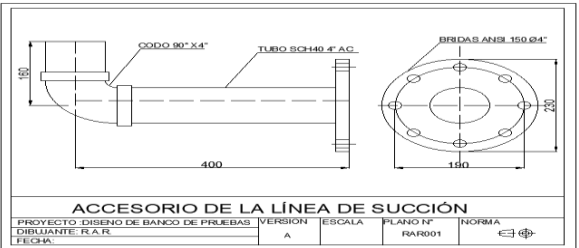
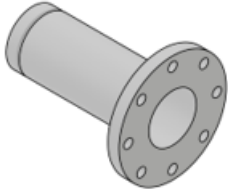
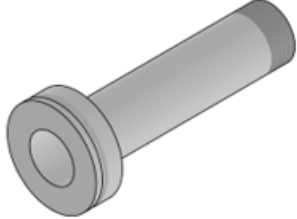
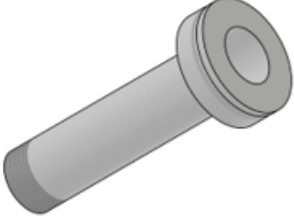
Procedimiento de soldadura seguido en la fabricación:

1. Corte de materiales con las medidas indicadas en los planos de fabricación.
2. Preparación de las ranuras, verificando las piezas que se van a soldar se encuentren alineadas.
3. Proceso de soldadura utilizada son SMAW y GTAW, para ello se determinó el amperaje y el tipo de electrodo a soldar para cada tipo de junta.
4. Se colocó el equipo de protección personal adecuada.
5. Procedemos a realizar el cordón de soldadura.
6. Con un cepillo retiramos la escoria y salpicaduras de la junta

Para la fabricación de los accesorios se realizó la medición de longitudes y alturas con respecto a la posición del tanque de prueba y posterior a ellos se realizó planos de fabricación indicando las medidas de longitud, diámetro, tipo de material y el tipo de brida a utilizar.

Tabla 4

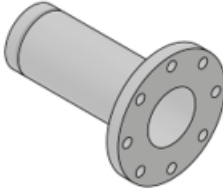
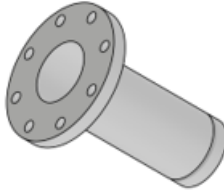

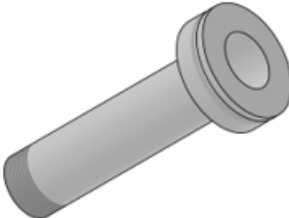
Planos de fabricación de accesorios de la línea de succión

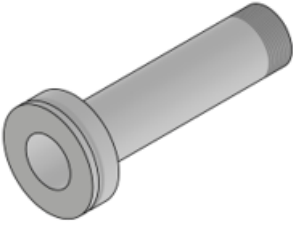
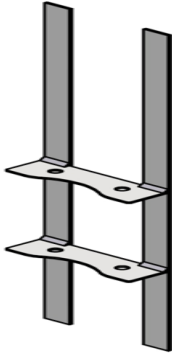
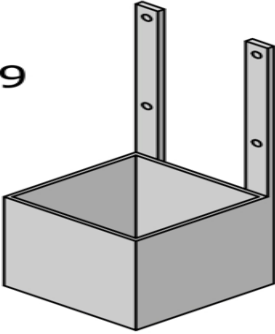
	Descripción	Imagen
1	Tubería N°1 (Tubo sch40 + codo 90°x 4" + Tubo sch40 + Bridas AC ANSI 150, ø4")	
2	Carrete N°2 con terminal bridado y ranurado (Tubo sch40 + brida ANSI 150 ø4")	
3	Conector N°1 con terminal vitaulico 4" y roscado de 2" NPT	
4	Conector N°2 con terminal vitaulico 4" y roscado de 3" NPT	

Nota. Para la elaboración del diseño se utilizó el programa AutoCAD. Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 5

Planos de fabricación de accesorios de la línea de descarga

	Descripción	Imagen
1	Carrete N°3 con terminal bridado y ranurado (Tubo sch40 + brida ANSI 150 ø4")	
2	Carrete N°4 con terminal bridado y ranurado (Tubo sch40 + brida ANSI 150 ø4")	
3	Conector N°3 con terminal vitaulico 2" y roscado de 2" NPT	
4	Conector N°2 con terminal vitaulico 4" y roscado de 2" NPT	

Descripción	Imagen
<p>5 Conector N°3 con terminal vitaulico 4" y roscado de 3" NPT</p>	
<p>6 Soporte para el kit de descarga, platinas de 2" espesor 1/2"</p>	
<p>7 Recipiente anti-burbujas, planchas ASTM espesor 2 mm y platinas de 2" espesor 1/2"</p>	<p>L:9</p> 

Nota. Para la elaboración del diseño se utilizó el programa AutoCAD. Fuente: Elaboración propia.

3.2.4 Selección de equipo de medición y válvulas

3.2.4.1 Selección de medidor volumétrico

11 En el presente trabajo se ha considerado el contador volumétrico marca WOLTMAN ya que este equipo se distingue por asegurar una pérdida carga especialmente baja y también en el caso de caudales grandes. Además, garantiza una elevada medición y una excelente estabilidad a largo plazo de los resultados de medición

La forma constructiva de este medidor dispone de una turbina que conduce el agua a un engranaje sin fin que trasmite el movimiento giratorio de la turbina a la relojería de esfera seca y la medición de este movimiento se visualiza en la pantalla de registros

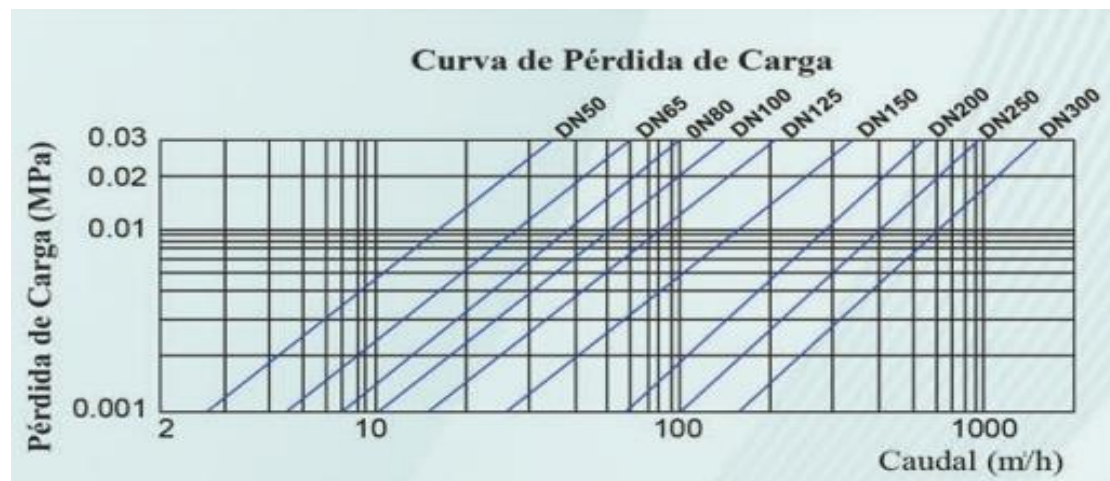
10 Los cuerpos de los contadores WOLTMAN están fabricados de hierro fundido y están provistos en la parte inferior y exterior de un revestimiento completo de resina epóxica homologada para agua potable, este revestimiento ofrece una protección fiable del contador contra la corrosión, estos contadores están equipados con una cubierta protectora metálica que protege la relojería de forma fiable, la parte de conexión con bridas cuyas medidas cumplen con las normas DIN 251, ISO 7005 PN

Las condiciones de trabajo son:

- * Temperatura del agua
- * $\leq 40^{\circ}$ C para medidor de agua fría
- * $\leq 90^{\circ}$ C para medidor de agua caliente
- * Error máximo permitido
- * Para medidor de agua fría Q_t (caudal total) $\pm 5\%$
- * Para medidor de agua caliente Q_t (caudal total) $\pm 2\%$, $\pm 3\%$,

Figura 6

Curva perdida de carga



Nota. La figura muestra las pérdidas de carga según el caudal brindado por la Bomba y el diámetro del medidor volumétrico, la figura fue tomada del catálogo de WOLTMAN medidor volumétrico.

Se realizó la selección de un medidor volumétrico bridado de diámetro de 4" para así poder abarcar bombas centrífugas de otras medidas menores (3", 2 ½" y 2")

Figura 7

Medidor volumétrico de 4"



Nota. La figura fue tomada del catálogo de WOLTMAN medidor volumétrico.

3.2.4.2 Selección de manómetro de presión

El presente trabajo se ha considerado manómetros para la línea de descarga con rangos de 0-50 psi, 0-160 psi, 0-300 psi ya que el manómetro a instalar va a depender de la presión entregada por la bomba.

Estos manómetros están llenos de glicerina, especialmente concebidas para sistemas hidráulicos, bombas, compresoras, etc. Las dimensiones y características se encuentran en el Anexo 1.

Figura 8

Manómetro de presión



Nota. La figura fue tomada de catálogo de Winter-PLP Manómetros de presión

3.2.4.3 Selección de válvula

Se seleccionó válvula mariposa tipo wafer de 4" PN 16 ya que se adapta perfectamente a las conexiones bridadas de las líneas de succión, descarga y además tienen regulaciones de estrangulación marcadas 0-100 esto sirve para poder saber a qué porcentaje se está haciendo el cierre de válvula. Las dimensiones y características se encuentran en el Anexo 2

Figura 9

Válvula mariposa tipo wafer 4"



Nota. La figura fue tomada de catálogo REX VALVES, Butterfly Wafer Cast Iron

3.2.5 Armado final del banco de pruebas hidráulicas

3.2.5.1 Montaje de tanque de almacenamiento a base metálica

Para el montaje se verifico los procedimientos planteados por la empresa:

- ✓ Toda maniobra de izaje debe contar con operador calificado y autorizado para el equipo específico
- ✓ Se dispondrá de un rigger calificado y autorizado en el uso del montacargas. El rigger es el único que puede dar señales al operador.
- ✓ Mantener la zona de trabajo señalizada para evitar ingreso de personal extraño.
- ✓ El personal nunca debe colocarse debajo de carga suspendida
- ✓ Los elementos y accesorios de izaje deben inspeccionarse antes del uso.
- ✓ Se debe seleccionar accesorios de izaje adecuados según la carga a levantar (eslingas sintéticas, ganchos, cadenas, cáncamos, grilletes, etc.).
- ✓ Los accesorios de izaje deben estar libres de cortes, abolladuras, estiramientos, agujeros, deformaciones entre otros.
- ✓ Protección de eslingas en los casos en los cuales tengan contacto con bordes filosos o cortantes.
- ✓ El operador de montacargas debe revisar la capacidad de su equipo antes de todo levantamiento de cargas. Asimismo, planear su ruta de movimiento antes de trasladarla.

Una vez revisado los procedimientos se realizó el montaje, Se verifico que la base metálica se encuentre nivelada con respecto al piso, posterior se realizó la señalización para que ninguna persona no autorizada ingrese a la zona de trabajo, Con el montacargas se realizó una simulación del izaje para poder visualizar que el recorrido y las alturas sean adecuadas y con ello se procedió el izaje del tanque de almacenamiento e instalación a la base metálica.

Figura 10

Montaje de tanque de almacenamiento a base metálica



Nota. Elaboración propia, el izaje se realizó con un montacargas de 5 toneladas y participaron operador de montacargas, rigger y 02 personal de producción

3.2.5.2 Soldadura de línea de succión y soportes

Una vez fabricada la tubería de succión se procedió con la soldadura al tanque de almacenamiento y se acondicionaron los soportes para esta tubería mediante una platina de 2" y espesor de ½" por una longitud de 1200 mm.

Figura 11

Soldadura de tubería de succión a tanque de almacenamiento



Nota. Elaboración propia, proceso de soldadura utilizada GTAW

3.2.5.3 Unión de tuberías de succión con válvula mariposa.

En la línea de succión se realizó la unión de la tubería N°1 con la válvula mariposa y con el carrete N°2 el ensamble se realizó con espárragos zincados de ¾ x Long 150 mm, se realizó el apriete de las tuercas en forma cruzada y en una secuencia de ajuste de primero de 30 %, luego 60 % y por último el ajuste total en 100 % se realiza de esta manera para poder tener la línea de succión alineada y no tener fugas en las pruebas.

Figura 12

Unión de tuberías de succión con válvula mariposa



Nota. Elaboración propia, para el ajuste de tuercas se utilizó llaves de 22 mm

3.2.5.4 Unión de tuberías de descarga con accesorio de medición y regulación.

En la línea de descarga se realizó la unión en el siguiente orden: carrete N°3, válvula mariposa de 4", medidor volumétrico bridado, carrete N°2, reducción vitaulica de 4" a 2", unión vitaulica de 2", conector N°3, codo de 2"x90°, tubería de 2" x Long 500 mm.

Ensamble N°1: carrete N°3, válvula mariposa y medidor volumétrico se realizó con espárragos zincados de $\frac{3}{4}$ x Long 150 mm, se realizó el apriete de las tuercas en forma cruzada y en una secuencia de ajuste de primero de 30 %, luego 60 % y por último el ajuste total en 100 % se realiza de esta manera para poder tener la línea de descarga alineada y no tener fugas en las pruebas.

Figura 13

Unión de carrete N°3, válvula mariposa y medidor volumétrico



Nota. Elaboración propia, para el ajuste de tuercas se utilizó llaves de 22 mm

Ensamble N°2: se realiza la unión del ensamble N°1 y el carrete N°2 en medio colocamos un empaque de caucho de 4 mm de espesor y para el ajuste pernos hexagonal acero G8 de $\frac{3}{4}$ " x 4", se realizó el apriete de forma cruzada y con una regulación progresiva de tuercas para que no se desalineen

Figura 14

Unión del ensamble N°1 y el carrete N°2



Nota. Elaboración propia, para el ajuste de tuercas se utilizó llaves de 24 mm

Ensamble N°3: Se realiza la unión del ensamble N°2 y la reducción vitaulica de 4" a 2"

Figura 15

Unión de ensamble N°2 y reducción vitaulica



Nota. Elaboración propia, para el ajuste de tuercas se utilizó llaves de 24 mm

Ensamble N°4: Se realiza la unión del ensamble N°3 y el conector N°3 mediante la unión vitaulica de 2" y posterior se hace la conexión roscada al codo de 2" x 90° y la tubería de 2"x Long 500 mm

Figura 16

Unión de ensamble N°3 y conector N°3



Nota. Elaboración propia, para el ajuste de tuercas se utilizó llaves de 19 mm

3.3 Resultados

3.3.1 Objetivo 1: Identificación de tipos de bombas y fallas más recurrentes

Tabla 6

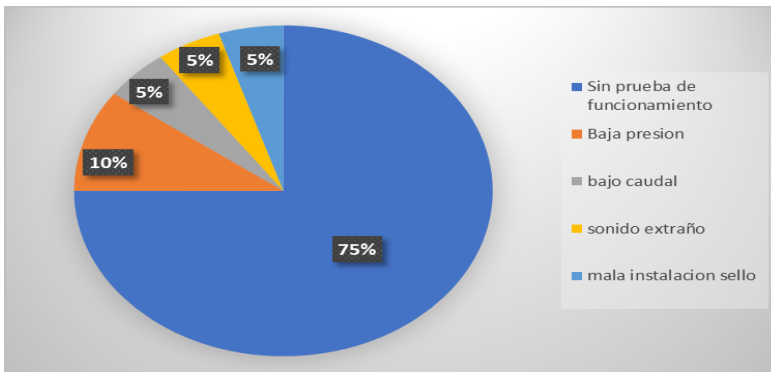
Listado de bombas que se consideraron para la fabricación del banco de pruebas

	Equipo	Diámetro (succión, descarga)	Tipo de conexión
1	Bomba Grundfos Mod: NK	2" a 4"	Bridada, (DIN según norma EN 1092-2)
2	Bomba Grundfos Mod: CR	2" a 4"	Bridada, (DIN según norma EN 1092-2)
3	Bomba Mod: KSB ETB	2" a 4"	Bridada Norma DIN
4	Bomba Netzsch Mod: Nemo BY	2" a 4"	Norma ANSI 150
5	Bomba Multietapa Mod: CDLF	2" a 4"	Bridada Norma DIN

Nota. *Para otras bombas de diferente tipo de conexión la empresa las acondiciona o fabrica para la prueba. Fuente: Elaboración propia

Figura 17

Porcentaje de reportes de clientes más recurrentes



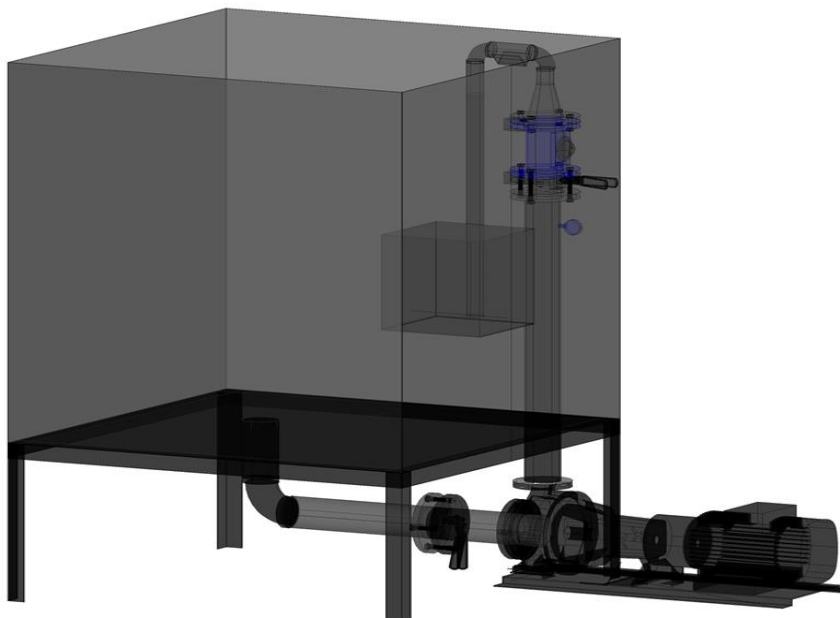
Nota. Se visualiza que el porcentaje más alto se encuentra en sin prueba de funcionamiento.

3.3.2 Objetivo 2: Diseño del banco de pruebas hidráulicas

En el diseño se consideró un tanque con almacenamiento de 1730 litros con medidas de largo 1200 mm, ancho 1200 mm y alto 1200 m, Se tomó como alternativa que la succión quede positiva para poder cebar las bombas antes de realizar la prueba, y para la descarga de considero tuberías de 2", codo 90°x2", unión vitaulico de 2", Unión vitaulico de 4", reducción vitaulico de 4" a 2", Tubería ranurado y bridado de 4", medidor volumétrico bridado de 4" y Válvula mariposa de 4". En la tubería de succión encontramos un codo de 90°x4", tubería bridada de 4", válvula mariposa de 4" y tubería bridada ranurado de 4", dentro del tanque se instaló un recipiente de medidas de largo 300 mm, ancho 300 mm, alto 300 mm con el objetivo de que no se genere burbujas cuando haya una presión alta en la descarga.

figura 18

Diseño de banco de pruebas



Nota. Para la elaboración del diseño se utilizó el programa AutoCAD 3D. Fuente: Elaboración propia.

3.3.3 *Objetivo 3: Fabricación y selección de accesorios para el banco*

Tabla 7







Proceso de fabricación de tanque de almacenamiento y base metálica

Descripción	Imagen
<p>1 Planchas ASTM A36 medidas 1200 mm x 1200 mm</p>	
<p>2 Soldadura de planchas proceso GTAW, armado de tanque de almacenamiento</p>	
<p>3 Fabricación de bases y soportes para el tanque de almacenamiento</p>	
<p>4 Proceso de pintura epóxica para brindar interior y exteriormente protección contra la corrosión</p>	

Nota. *Al término de la fabricación se realizó una prueba de hermeticidad llenando el tanque de agua, teniendo como resultado que el tanque no tiene ninguna fuga de fluido

Tabla 8


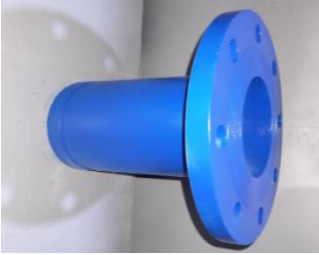


Listado de fabricación y selección de accesorios de la línea de succión

Descripción	Imagen
1 Tubería N°1 (Tubo sch40 + codo 90°x4" + Tubo sch40 + Bridas AC ANSI 150, ø4")	
2 Carrete N°2 con terminal bridado y ranurado (Tubo sch40 + brida ANSI 150, ø4")	
3 Conector N°1 con terminal vitaulico 4" y roscado de 2" NPT	
4 Conector N°2 con terminal vitaulico 4" y roscado de 3" NPT	
5 Acople vitaulico de ø 4"	
6 Espárragos Zincados de 3/4 x Long 150 mm	

Nota. * La fabricación de los accesorios se realizó respetando las medidas del plano de fabricación

Tabla 9

Listado de fabricación y selección de accesorios de la línea de descarga

Descripción	Imagen
<p>1 Carrete N°3 con terminal bridado y ranurado (Tubo sch40 + brida ANSI 150, ø4", longitud 500 mm)</p>	
<p>2 Carrete N°2 con terminal bridado y ranurado (Tubo sch40 + brida ANSI 150, ø4", longitud 300 mm)</p>	
<p>3 Conector N°3 con terminal vitaulico y roscado de 2" NPT, longitud 100 mm</p>	
<p>4 Tubería de descarga de 2"x Long 500 mm</p>	
<p>5 Soporte para el kit de descarga</p>	

Descripción	Imagen
6 Recipiente anti-burbujas provocadas por alta presión	
7 Conector N°1 con terminal vitaulico de 4" y roscado de 2" NPT	
8 Conector N°2 con terminal vitaulico de 4" y roscado de 3" NPT	
9 Acople vitaulico de ø 4" y 2"	
10 Reducción concéntrica de 4" a 2" ranurada	
11 Pernos hexagonal acero G8 de 3/4" x 4"	
12 Espárragos Zincados de 3/4 x Long 150 mm	

Nota. * La fabricación de los accesorios se realizó respetando las medidas del plano de fabricación

3.3.4 *Objetivo 4: Selección de equipo de medición y válvulas*

Tabla 10

Equipos y válvulas seleccionadas

DESCRIPCION	CANT	IMAGEN
1 Manómetro de presión 0-50, 0-160, 0-300 psi	03 UNID	
2 Válvula Mariposa 4"	02 UNID	
3 Medidor volumétrico	01 UNID	

Nota. Para la selección de estos equipos se tomaron en cuenta las características técnicas de las bombas más recurrentes que se realizan mantenimiento los cuales son presión, caudal, y el tipo de conexión que se fabricaron para las tuberías de succión y descarga

3.3.5 Objetivo 5: Armado final del banco de pruebas hidráulicas

Procedimiento realizado para el armado del banco de pruebas.

*Montaje de tanque de almacenamiento a base metálica.

*Soldadura de línea de succión y soportes.

*Unión de tuberías de succión con accesorio de regulación.

*Unión de tuberías de descarga con accesorio de medición y regulación.

Figura 19

Armado final del banco de pruebas



Nota. Elaboración propia

4. CONCLUSIONES

Conclusión 1:

Se revisó los registros de los 02 últimos años donde detallan los tipos, modelos y fallas de bombas, logrando identificar los equipos más recurrentes y fallas más comunes como se indica en la tabla 6 y figura 17.

Conclusión 2:

Se realizó el diseño del banco de pruebas mediante el programa AUTOCAD realizando planos de los accesorios, tanque de almacenamiento, base metálica y el armado final del banco como se muestra en la figura 18, este diseño nos sirve para poder respetar medidas para la fabricación y visualizar como son la unión de los accesorios para el armado final del banco.

Conclusión 3:

Se logró fabricar los accesorios de succión como son la tubería N°1, Carrete N°2, Conector N°1, Conector N°2 y descarga carrete N°3, Carrete N°2, Conector N°3, tubería de descarga 2"x Long 500 mm, soporte para el kit de descarga, Recipiente anti-burbujas.

Conclusión 4:

Se seleccionó un Medidor volumétrico de 4" marca Woltman, 02 unid de válvula mariposa tipo wafer de 4" y 03 unid Manómetro de presión 0-50, 0-160, 0-300 psi estos equipos se seleccionaron tomando en cuenta las características técnicas de las bombas más recurrentes que se realizan mantenimiento los cuales son presión, caudal, y el tipo de conexión de succión y descarga.

Conclusión 5:

Se realizó la construcción del banco de pruebas tomando en consideración los planos del diseño y el siguiente procedimiento, primero el montaje del tanque de almacenamiento a la base metálica luego soldadura de tubería de succión y soportes al tanque de almacenamiento posterior armado de kit descarga y finalmente montaje del kit de descarga al tanque de almacenamiento.

5. RECOMENDACIONES

6 • Cambiar en medida de lo posible el líquido de trabajo, puesto que los materiales utilizados en su construcción (tanque de succión metálico), tienden a liberar impurezas que a largo plazo ocasionarían fallos en los instrumentos de medición y en especial en el rodete de la bomba disminuyendo la confiabilidad en los resultados plasmados producto de las pruebas realizadas en el banco.

• Revisar frecuentemente la calibración de los manómetros de presión y medidor volumétrico con la finalidad de que los resultados obtenidos con la práctica estén correctos

6 • Uno de los accesorios más importantes en la tubería de impulsión para la realización de las prácticas en el banco es la válvula mariposa, que debido a la función que esta desempeña en el circuito hidráulico, es una de las más propensas a sufrir fallas (con frecuencia se crea un cerrado deficiente de la misma), por lo que es conveniente que esta sea reemplazada luego de un determinado número de prácticas realizadas y de esta manera evitar errores en las lecturas del manómetro.

5 • Se debe realizar el mantenimiento preventivo y correctivo al sistema hidráulico construido, verificando: que no existan fugas y que no exista acumulación de suciedad para evitar la corrosión de las tuberías

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Cabanillas, C. (2024). Características técnicas para el diseño de un banco de pruebas hidráulicas de bomba centrífuga sumergible para saneamiento. [Tesis pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Obtenido de Repositorio Institucional, <https://hdl.handle.net/20.500.14414/21694>

Caceres, D. (2020). Diseño de un banco de pruebas hidráulico para determinar los parámetros de funcionamiento de bomba de caudal variable hasta 150cc/rec-mpresa Quispe Transportes y Servicios Generales S.R.L. [Tesis pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Obtenido de Repositorio Institucional, <https://hdl.handle.net/20.500.12692/46837>

Claros, O. (2020). Diseño y construcción de un sistema hidráulico a nivel laboratorio para su implementación en la carrera química industrial. [Tesis pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]. Universidad Mayor de San Andrés. Obtenido de <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/29742>

Cubillas, C., & Sandoval, G. (2021). Diseño de banco para pruebas de bombas centrífugas para la empresa servicio eléctrico agroindustrial LTDA. [Tesis pregrado, Universidad de América]. Obtenido de Repositorio Institucional, <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8604/1/4162199-2021-2-IM.pdf>

Lucero, H. (2022). Diseño de un banco de pruebas para verificar los parámetros de operatividad de bombas oleo hidráulicas en la empresa Mega Hidráulica S.R.L.-Cajamarca. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Obtenido de Repositorio Institucional, <https://hdl.handle.net/20.500.12893/10980>

Prada, A., & Socarráz, K. (2020). Construcción de un banco de pruebas hidráulicas para el laboratorio de la universidad Antonio Nariño. *Tecnología en Mantenimiento Electromecánico Industrial*. Obtenido de <https://repositorio.uan.edu.co/server/api/core/bitstreams/409494b2-1095-45ab-835c-79d69714cd79/content>

Ramírez, E. (2012). Estudio de Bombas Centrífugas y su factibilidad de aplicación en la facultad de ingeniería mecánica con la finalidad de obtener parámetros técnicos con

variacion de caudal. [Tesis pregrado, *Universidad Tecnica de Ambato*]. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2155>

7. ANEXOS

Anexo A: Datos técnicos de manómetro de presión

MIT Manómetros llenados con líquido amortiguador

Ø 63 mm (2 1/2") - 100 mm (4")

Caja de acero inoxidable, Ø 63 mm (2 1/2")
y 100 mm (4") (MIT3, MIT5)

Sistema antivibratorio

Llenados con líquido amortiguador

Conformes a la norma europea EN 837-1, Directiva
Presión PED 97/23/CE

Robustos manómetros llenados con glicerina, especialmente concebidos para sistemas hidráulicos, bombas, compresores, motores diesel, equipos agrícolas, obras públicas, máquinas-herramienta... Excelente resistencia a las vibraciones y condiciones ambientales corrosivas. Pueden emplearse en todos los sistemas de gases y fluidos compatibles con metales cuprosos del elemento de detección y del rácor.



Características (20 °C)

Escalas de medida	MIT3 - MIT5 : desde -1 ... 0 a 0 ... 600 bar Escalas para vacío y vacío-presión Véanse graduaciones estándar a vuelta de hoja.
Presión de servicio	Estable : 75% de la E.M. Momentánea : 100% de la E.M.
Precisión	Clase 1,6
Grado de protección	Según NF EN 60529 IP54 (Ø 63): MIT3 IP65 (Ø 100): MIT5
Elemento sensor	Tubo de Bourdon metálico cuproso.
Conexión	Latón. Hexagonal 14 mm (Ø 100). Hexagonal 21 mm (Ø 63).
Rosca	G 1/2 (Ø 100) G 1/4 (Ø 63)
Unión conexión tubo de Bourdon	Por soldadura.
Temperatura de servicio del indicador	-10 ... 70°C
Deriva térmica	±0,4% para una variación de ±10°C respecto a la temperatura de referencia (20°C)
Caja y aro	Caja de acero inoxidable 1.4301 (AISI 304). Aro crimpada sobre caja (MIT).
Visor	Polycarbonato irrompible (MIT).
Cuadrante	Aleación de aluminio, cifras y graduaciones en negro sobre fondo blanco
Aguja	Aleación de aluminio, equilibrada, pintada en negro.
Movimiento	Latón.

Options

MIT3	Rácor niquelado Unión conexión/ tubo de Bourdon: soldadura blanda para soportar fluidos de temperatura hasta 200°C Cuadrantes y graduaciones especiales.
-------------	--



Anexo B: Datos técnicos de válvula mariposa tipo wafer

REX[®] BUTTERFLY WAFFER CAST IRON ASTM A126 SEAT BUNA 200 PSIG



* Reference photo

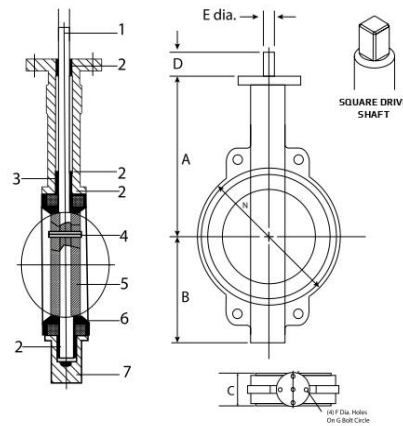
Body of Cast Iron ASTM A126
 Designed in accordance with MSS SP 67 and API 609
 Flange Connections:
 ANSI B16.5 RF class 150
 Design, Manufacture, Tested according Section 5 AWWA c-504-87
 Mounting actuator ISO 5211 adaptable
 Disk stainless steel CF8M (316)
 Seat elastometric: BUNA-N
 Maximum working pressure:
 200 PSIG size 2" - 12"
 150 PSIG size 14" - 24"
 Maximum temperature operation:
 BUNA-N -12°C (10°F) to 82°C (180°F)
 Memoryseal seating technology
 Operation Lever or Gearbox
 Square drive shaft ISO 5211 for mounting
 Lever or Gearbox
 Hidrostatic test API 598
 NOTE: Soft seated valves are not recommended for steam service, hot and abrasive fluids.

MATERIALS

	PART NAME	MATERIAL
1	STEM (SQUARE DRIVE SHAFT)	SS410
2	BUSHING	PTFE
3	O-RING	BUNA-N
4	PIN	SS316
5	DISK	CF8M
6	SEAT	BUNA-N
7	BODY	CAST IRON A126

DIMENSIONS (mm)

SIZE	A	B	C	D	E	F	G	N	LEVER (Kg)	GEARBOX (Kg)
2"	162	83	43	31.8	12.7	6.7	57.2	102	2.66	7.56
2 1/2"	175	95	46	31.8	12.7	6.7	57.2	121	3.16	7.70
3"	181	102	46	31.8	12.7	6.7	57.2	130	3.68	8.25
4"	200	124	52	31.8	15.9	10.3	69.8	171	5.65	10.25
5"	213	137	56	31.8	19.0	10.3	69.8	197	7.26	12.20
6"	225	149	56	31.8	19.0	10.3	69.8	219	8.30	12.95
8"	250	181	60	44.4	22.2	14.3	88.9	268	13.67	22.68
10"	292	210	68	44.4	28.6	14.3	88.9	332	20.20	32.00
12"	337	248	78	44.4	31.8	14.3	108.0	406	37.08	45
14"	368	267	80	45	31.8	14.3	108.0	476	-	57
16"	400	298	90	51	33.34	20.6	158.75	539	-	96
18"	422	318	109	51	38	20.6	158.75	577	-	116
20"	479	349	135	64	41.15	20.6	158.75	635	-	161
24"	562	410	156	70	50.65	22	215.9	749	-	257



Fiorella Representaciones S.A.C.
 Importador y distribuidor autorizado de
 válvulas REX para Perú y para su exportación.

* Note : Dimensions, design and materials are subject to change without notice. Approximate weights.

FIGURE 1
FIORELLA
 Representaciones S.A.C.

📍 Calle Omicron 215, Callao, Perú
 📞 (51-1) 319 6160 📠 +51 923 082 331
 ✉️ ventas_omi@fiorellarepre.com.pe

📍 Calle Emilio Fort del Solar 161-169, Santa Anita, Lima, Perú
 📞 (51-1) 417 7070 ✉️ ventas_sa@fiorellarepre.com.pe

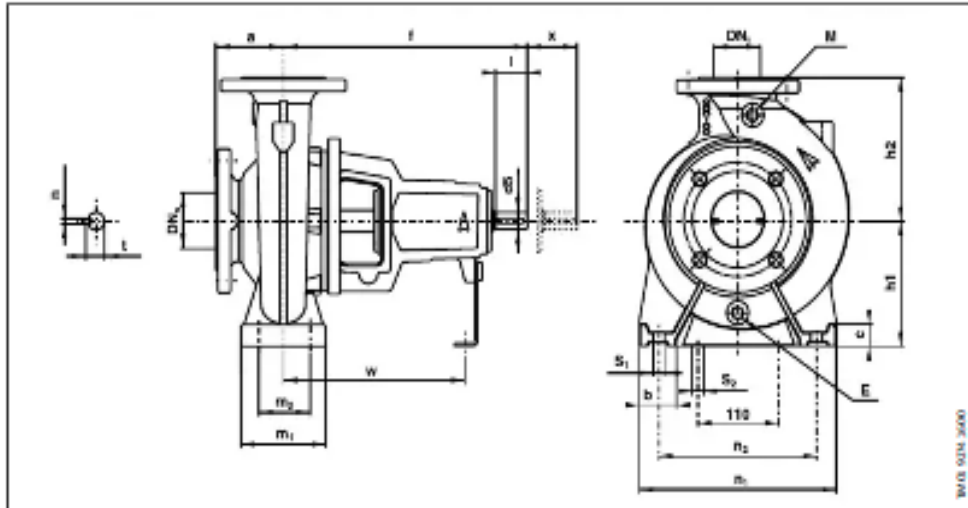
www.fiorellarepre.com.pe

Anexo C: Datos de dimensiones de bombas Grundfos Modelo NK

Datos técnicos

NK

Dimensiones y pesos de las bombas



E	Tapón purga
M	Toma manómetro

Tipo	Dimensiones [mm]						Patas soporte [mm]						Eje [mm]						Peso [kg]				
	DN ₁	DN ₂	a	f	r ₁	r ₂	b	m ₁	m ₂	r ₁	r ₂	w	S ₁	S ₂	C	DS	i	x		t	n		
NK 12-125.1					112	140				190	140				14							34	
NK 12-125																						34	
NK 12-160.1	50	32	80	160	132	160	50	100	70			260	M12	M12		24	50	100	27	8	37		
NK 12-160										240	190				18							37	
NK 12-200.1					160	180																47	
NK 12-200																						47	
NK 40-125			80		112	140				210	160											34	
NK 40-160	65	40		360	132	160	50	100	70	240	190				18	24	50	100	27	8	39		
NK 40-200					160	180				265	212											49	
NK 40-250			100		180	225	65	125	95	320	250				19							64	
NK 50-125					132	160				240	190											34	
NK 50-160	65	50	100	360	160	180	50	100	70	265	212				18	24	50	100	27	8	42		
NK 50-200					200																	56	
NK 50-250					180	225	65	125	95	320	250				19							67	
NK 65-125					160	180				280	212											41	
NK 65-160				360	200		65	125	95			260	M12		19	24	50		27	8	46		
NK 65-200	80	65	100		180	225				320	250			M12							55		
NK 65-250					200	250				360	280					21	32	80		140	37	10	89
NK 65-315*			125		225	280	80	160	120	400	315											177	
NK 80-160				360	225					320	250				19	24	50					55	
NK 80-200					180	250	65	125	95	345	280											71	
NK 80-250	100	80	125	470	200	280						140		M12								93	
NK 80-315*					250	315	80	160	120	400	315			M36		23	32	80		140	37	10	123
NK 100-200			125		200					360	280				21							83	
NK 100-250	125	100	140	470	225	280	80	160	120	400	315			M36	M12	24	32	80	140	37	10	101	
NK 100-315*					250	315									23							130	
NK 125-250**	150	125	140	470	250	315	80	160	120	400	315	340	M36	M12	23	32	80	140	37	10	118		
NK 150-200	200	150	160	470	280	400	100	200	150	550	450	340	M30	M12	27	32	80	140	37	10	210		

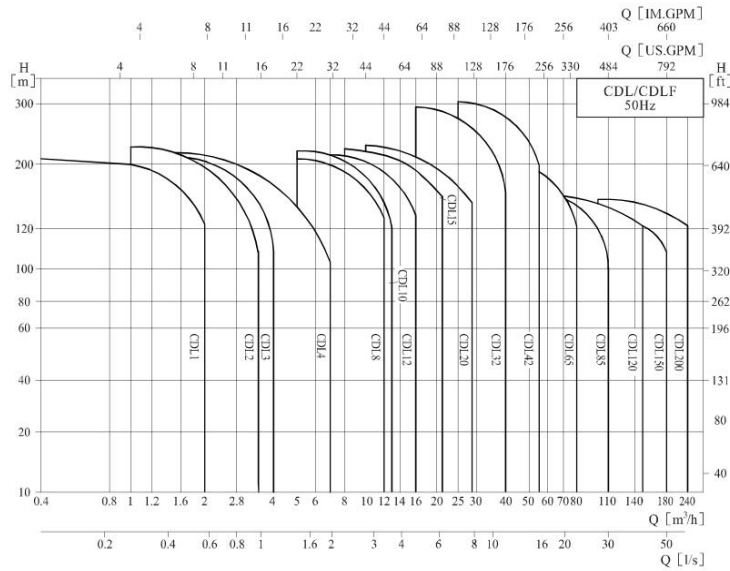
* Solo 4 polos

** Solo 4 y 6 polos

Anexo D: Datos de dimensiones de bomba CNP, modelo CDLF

3

Nanfeng Pump Industry Co., Ltd.



Performance scope

General Data

Description	CDL1	CDL2	CDL3	CDL4	CDL8	CDL10	CDL12	CDL15	CDL20	CDL32	CDL42	CDL65	CDL85	CDL120	CDL150	CDL200
Rate flow[m³/h]	1	2	3	4	8	10	12	15	20	32	42	65	85	120	150	200
Rate flow[l/s]	0.28	0.56	0.83	1.1	2.2	2.78	3.3	4.17	5.6	8.9	11.7	18	24	33	41.6	55.6
Flow range[m³/h]	0.4-2	1-3.5	1.2-4	1.5-7	5-12	5-13	7-16	8-22	10-28	16-40	25-55	30-80	50-110	60-150	80-180	100-240
Flow range[l/s]	0.11-0.56	0.28-0.97	0.33-1.1	0.42-1.9	1.4-3.3	1.4-3.61	1.9-4.4	2.2-6.1	2.8-7.8	4.4-11.1	6.9-15.3	8.3-22.2	13.8-30.5	16.7-41.7	22-50	27.8-66.7
MAX.pressure[bar]	21	23	22	21	21	22	22	22	23	29	30	22	17	16	16	16
Motor power[kW]	0.37-2.2	0.37-3	0.37-3	0.37-4	0.75-7.5	0.75-7.5	1.5-11	1.1-15	1.1-18.5	1.5-30	3.0-45	4.0-45	5.5-45	11-75	11-75	18.5-110
Temp[°C]	-15~+120															
MAX.efficiency[%]	44	46	54	57	62	68	63	70	69	73	75	76	77	74	73	79
Type																
CDL	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
CDLF	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
CDL Pipelines																
DN Flange	DN25	DN25	DN25	DN32	DN40	DN40	DN50	DN50	DN50	DN65	DN80	DN100	DN100	DN125	DN125	DN150
Oval Flange	G1	G1	G1	G1½	G1½	G1½										
CDLF Pipelines																
DN Flange	DN25	DN25	DN25	DN32	DN40	DN40	DN50	DN50	DN50	DN65	DN80	DN100	DN100	DN125	DN125	DN150
Cutting ferrule joint	DN32	DN32	DN32	DN32	DN50	DN50	DN50	DN50	DN50							
Pipe thread	ZG1½	ZG1½	ZG1½	ZG1½	ZG2	ZG2	ZG2	ZG2	ZG2							
Oval Flange	G1	G1	G1	G1½	G1½	G1½										

Product range

General Data

4

Nanfeng Pump Industry Co., Ltd.

Anexo E: Datos de dimensiones de bomba KSB ETABLOCK

26

Etablocc

Dimensions Etablocc G/GB/GC, ≤ 22 kW, n = 2900 rpm, n = 3500 rpm (regions A, C)¹⁶⁾
 Values a₁, b₂, d₃, l₁, m₃, n₃ and p may vary slightly for production-related reasons.

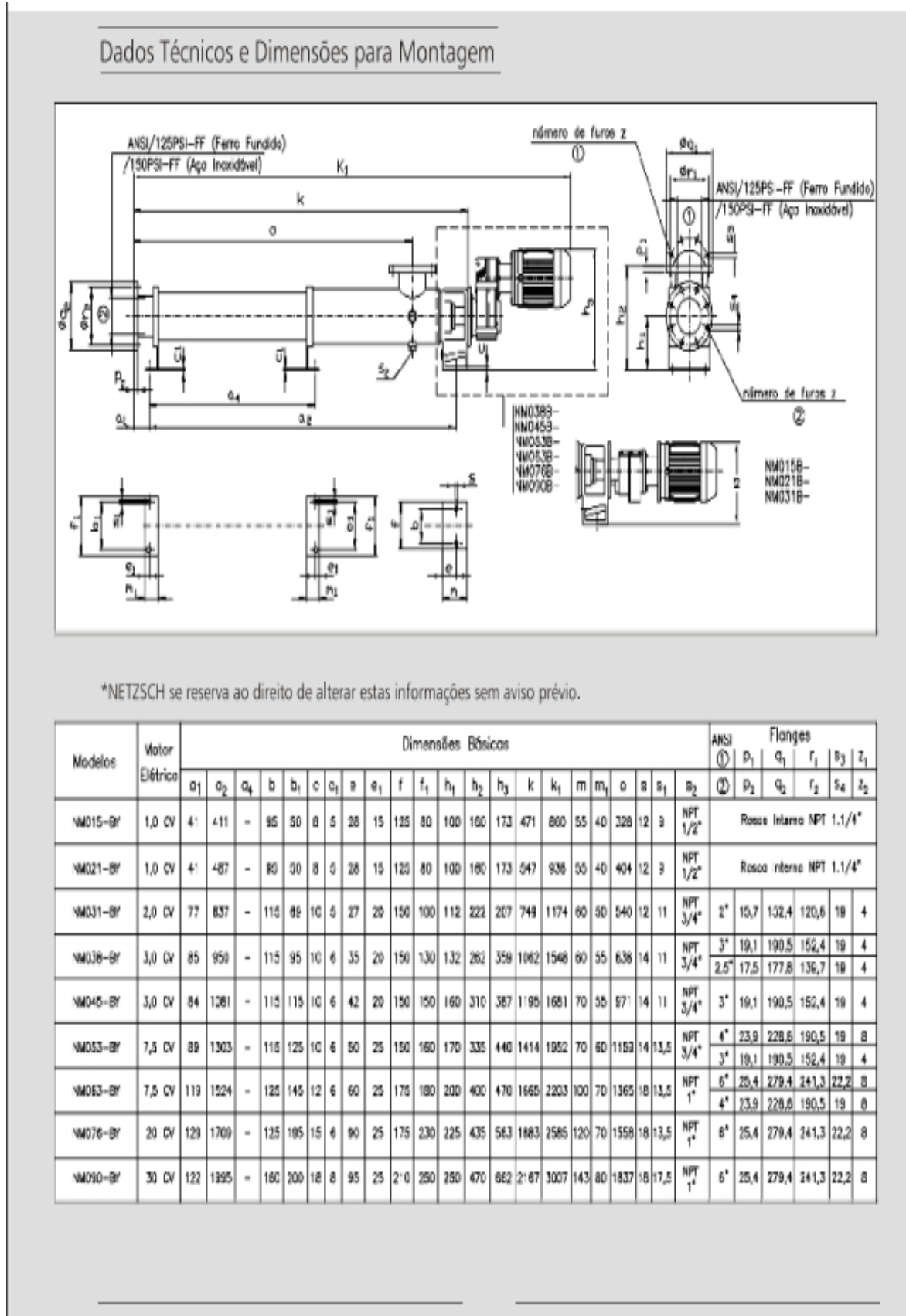
Pump	Motor (IEC)	Speed-Offset [rpm]	DN ₁ ¹⁷⁾	DN ₂ ¹⁷⁾	a ¹⁷⁾	a ₁	b ₂	d ₂	d ₃	d ₄	h ₁ ¹⁷⁾	h ₂	h ₃	h ₄	i ¹⁸⁾	i ¹⁹⁾	l ₁ ¹⁸⁾	l ₁ ¹⁹⁾	m ₃	m ₄	n ₁	n ₂	n ₃	n ₄	p	s ₂	u ²⁰⁾	w ¹⁸⁾	w ¹⁹⁾	x ¹⁷⁾	
																															[mm]
40-25-160/00072	80M	X	-	40	25	80	118	-	200	162	-	160	160	107	-	118	-	501	-	-	-	225	130	-	-	118	-	-	156	-	100
40-25-160/00112	80M	X	X	40	25	80	118	-	200	162	-	160	160	107	-	118	-	537	-	-	-	225	130	-	-	118	-	-	156	-	100
40-25-160/00152	90S	X	X	40	25	80	118	-	200	190	-	160	160	107	-	118	118	590	634	-	-	225	130	-	-	118	-	-	156	200	100
40-25-160/00222	90L	X	X	40	25	80	118	-	200	190	-	160	160	107	-	118	118	590	634	-	-	225	130	-	-	118	-	-	156	200	100
40-25-160/00302	100L	-	X	40	25	80	118	-	250	213	-	160	160	107	-	118	118	640	684	-	-	225	130	-	-	118	-	-	170	214	100
40-25-160/00402	112M	-	X	40	25	80	118	-	250	235	-	160	160	107	-	118	118	622	666	-	-	225	130	-	-	118	-	-	170	214	100
40-25-200/00152	90S	X	-	40	25	80	142	-	200	190	-	160	180	137	-	118	118	590	634	-	-	225	130	-	-	142	-	-	156	200	100
40-25-200/00222	90L	X	-	40	25	80	142	-	200	190	-	160	180	137	-	118	118	590	634	-	-	225	130	-	-	142	-	-	156	200	100
40-25-200/00302	100L	X	X	40	25	80	142	-	250	213	-	160	180	137	-	118	118	640	684	-	-	225	130	-	-	142	-	-	170	214	100
40-25-200/00402	112M	X	X	40	25	80	142	-	250	235	-	160	180	137	-	118	118	622	666	-	-	225	130	-	-	142	-	-	170	214	100
40-25-200/00552	132S	X	X	40	25	80	142	55	300	274	12	-	180	137	132	282	326	686	730	220	140	-	-	270	216	142	15	20	193	237	100
40-25-200/00752	132S	-	X	40	25	80	142	55	300	274	12	-	180	137	132	282	326	730	774	220	140	-	-	270	216	142	15	20	193	237	100
50-32-125.1/00052	71	X	-	50	32	80	116	-	160	145	-	160	140	100	-	118	-	453	-	-	-	225	130	-	-	116	-	-	136	-	100
50-32-125.1/00072	80M	X	-	50	32	80	116	-	200	162	-	160	140	100	-	118	-	501	-	-	-	225	130	-	-	116	-	-	156	-	100
50-32-125.1/00112	80M	X	-	50	32	80	116	-	200	162	-	160	140	100	-	118	-	537	-	-	-	225	130	-	-	116	-	-	156	-	100
50-32-125.1/00152	90S	X	-	50	32	80	116	-	200	190	-	160	140	100	-	118	118	590	634	-	-	225	130	-	-	116	-	-	156	200	100
50-32-125.1/00222	90L	X	-	50	32	80	116	-	200	190	-	160	140	100	-	118	118	590	634	-	-	225	130	-	-	116	-	-	156	200	100
50-32-125.1/00302	100L	-	X	50	32	80	116	-	250	213	-	160	140	100	-	118	118	640	684	-	-	225	130	-	-	116	-	-	170	214	100
50-32-125.1/00402	112M	-	X	50	32	80	116	-	250	235	-	160	140	100	-	118	118	622	666	-	-	225	130	-	-	116	-	-	170	214	100
50-32-125.1/00552	132S	-	X	50	32	80	116	55	300	274	12	-	140	100	132	282	326	686	730	220	140	-	-	270	216	116	15	20	193	237	100
50-32-160.1/00152	90S	X	-	50	32	80	116	-	200	190	-	160	160	111	-	118	118	590	634	-	-	225	130	-	-	121	-	-	156	200	100
50-32-160.1/00222	90L	X	X	50	32	80	116	-	200	190	-	160	160	111	-	118	118	590	634	-	-	225	130	-	-	121	-	-	156	200	100
50-32-160.1/00302	100L	X	X	50	32	80	116	-	250	213	-	160	160	111	-	118	118	640	684	-	-	225	130	-	-	121	-	-	170	214	100
50-32-160.1/00402	112M	X	X	50	32	80	116	-	250	235	-	160	160	111	-	118	118	622	666	-	-	225	130	-	-	121	-	-	170	214	100
50-32-160.1/00552	132S	-	X	50	32	80	116	55	300	274	12	-	160	111	132	282	326	686	730	220	140	-	-	270	216	121	15	20	193	237	100
50-32-160.1/00752	132S	-	X	50	32	80	116	55	300	274	12	-	160	111	132	282	326	730	774	220	140	-	-	270	216	121	15	20	193	237	100
50-32-160.1/01102	160M	-	X	50	32	80	116	70	350	325	15	-	160	111	160	334	378	852	896	310	210	-	-	323	254	121	21	20	226	270	100
50-32-200.1/00302	100L	X	-	50	32	80	142	-	250	213	-	160	180	136	-	118	118	640	684	-	-	225	130	-	-	142	-	-	170	214	100
50-32-200.1/00402	112M	X	-	50	32	80	142	-	250	235	-	160	180	136	-	118	118	622	666	-	-	225	130	-	-	142	-	-	170	214	100
50-32-200.1/00552	132S	X	X	50	32	80	142	55	300	274	12	-	180	136	132	282	326	686	730	220	140	-	-	270	216	142	15	20	193	237	100
50-32-200.1/00752	132S	X	X	50	32	80	142	55	300	274	12	-	180	136	132	282	326	730	774	220	140	-	-	270	216	142	15	20	193	237	100
50-32-200.1/01102	160M	-	X	50	32	80	142	70	350	325	15	-	180	136	160	334	378	852	896	310	210	-	-	323	254	142	21	20	226	270	100
50-32-200.1/01502	160M	-	X	50	32	80	142	70	350	325	15	-	180	136	160	334	378	852	896	310	210	-	-	323	254	142	21	20	226	270	100
50-32-250.1/00552	132S	X	-	50	32	100	168	55	300	274	12	-	225	166	132	282	326	706	750	220	140	-	-	270	216	168	15	20	193	237	100
50-32-250.1/00752	132S	X	X	50	32	100	168	55	300	274	12	-	225	166	132	282	326	750	794	220	140	-	-	270	216	168	15	20	193	237	100
50-32-250.1/01102	160M	X	X	50	32	100	168	70	350	325	15	-	225	166	160	334	378	872	916	310	210	-	-	323	254	168	21	20	226	270	100
50-32-250.1/01502	160M	X	X	50	32	100	168	70	350	325	15	-	225	166	160	334	378	872	916	310	210	-	-	323	254	168	21	20	226	270	100
50-32-250.1/01852	160L	-	X	50	32	100	168	70	350	325	15	-	225	166	160	334	378	908	952	314	254	-	-	323	254	168	21	20	226	270	100
50-32-125/00112	80M	X	-	50	32	80	115	-	200	162	-	160	140	100	-	118	-	537	-	-	-	225	130	-	-	115	-	-	156	-	100
50-32-125/00152	90S	X	X	50	32	80	115	-	200	190	-	160	140	100	-	118	118	590	634	-	-	225	130	-	-	115	-	-	156	200	100

¹⁶⁾ Tolerances of mating dimensions to EN 735
¹⁷⁾ Dimensions to EN 733



Centrifugal Pumps with Shaft Seal
 Close-coupled Pump

Anexo F: Datos de dimensiones de bomba Netzsch NM



Anexo G: Datos de dimensiones bomba Grundfos Modelo CR

12 / GRUNDFOS CR

DATOS TÉCNICOS

Variaciones	CR 1s	CR 1	CR 3	CR 6	CR 10	CR 16	CR 20
Caudal nominal [m ³ /h]	1	1.2	3.6	6	12	18	24
Temperatura del líquido [°C]	-20 - +120						
Temperatura del líquido [°C] bajo demanda	-40 - +180						
Máxima eficacia [%]	35	49	59	67	70	72	72

Bombas CR	CR 1s	CR 1	CR 3	CR 6	CR 10	CR 16	CR 20
Caudal [m ³ /h]	0.4 - 1.3	0.8 - 2.9	1.4 - 5.4	3 - 10.2	6-16	10-29	13-35
Presión Máxima [bar]	23	24	24	24	25	24	21
Alta presión [bar] bajo demanda (CRN)	-	48	42	48	47	47	47
Potencia del Motor [KW]	0.37 - 1.1	0.37 - 3.0	0.37 - 4.0	0.55 - 7.5	0.75 - 11	1.5 - 18.5	2.2 - 18.5

Modelo	CR 1s	CR 1	CR 3	CR 6	CR 10	CR 16	CR 20
CR: Hierro Fundido y Acero Inoxidable EN 1.4301/AISI 304	●	●	●	●	●	●	●
CRI: Acero Inoxidable EN 1.4301/AISI 304	●	●	●	●	●	●	●
CRN: Acero Inoxidable EN 1.4401/AISI 316	●	●	●	●	●	●	●
CRT: Titanio	Accede al catálogo técnico de la CRT y CRTE disponible en > Grundfos Product Center > http://product-selection.grundfos.com/ .						

Conexiones CR	CR 1s	CR 1	CR 3	CR 6	CR 10	CR 16	CR 20
Brida oval (BSP)	R p 1	R p 1	R p 1	R p 1 1/4	R p 1 1/2	R p 2	R p 2
Brida oval (BSP), bajo demanda	R p 1 1/4	R p 1 1/4	R p 1 1/4	R p 1	R p 1 1/4 R p 2	R p 2 1/2	R p 2 1/2
Brida	DN 25/ DN 32	DN 25/ DN 32	DN 25/ DN 32	DN 25/ DN 32	DN 40	DN 50	DN 50
Brida, bajo demanda	-	-	-	-	DN 50	-	-

Conexiones CRI	CR 1s	CR 1	CR 3	CR 6	CR 10	CR 16	CR 20
Brida oval (BSP)	R p 1	R p 1	R p 1 1/4	R p 1 1/4	R p 1 1/2	R p 2	R p 2
Brida oval (BSP), bajo demanda	R p 1 1/4	R p 1 1/4	R p 1	R p 1	R p 2	-	-
Brida	DN 25/ DN 32	DN 25/ DN 32	DN 25/ DN 32	DN 25/ DN 32	DN 40	DN 50	DN 50
Brida, bajo demanda	-	-	-	-	DN 50	-	-
Acoplamiento PJE (Victaulic)	R 1 1/4 DN 32	R 1 1/4 DN 32	R 1 1/4 DN 32	R 1 1/4 DN 32	R 2 DN 50	R 2 DN 50	R 2 DN 50
Acoplamiento de abrazadera (Acoplamiento L)	42.2	48.3	48.3	48.3	60.3	60.3	60.3
Junta (+GF+)	G 2	G 2	G 2	G 2	G 2 3/4	G 2 3/4	G 2 3/4

Conexiones CRN	CR 1s	CR 1	CR 3	CR 6	CR 10	CR 16	CR 20
Brida oval (BSP)	R p 1	R p 1	R p 1 1/4	R p 1 1/4	R p 1 1/2	R p 2	R p 2
Brida oval (BSP), bajo demanda	R p 1 1/4	R p 1 1/4	R p 1	R p 1	R p 2	-	-
Brida	DN 25/ DN 32	DN 25/ DN 32	DN 25/ DN 32	DN 25/ DN 32	DN 40	DN 50	DN 50
Brida, bajo demanda	-	-	-	-	DN 50	-	-
Acoplamiento PJE (Victaulic)	R 1 1/4 DN 32	R 1 1/4 DN 32	R 1 1/4 DN 32	R 1 1/4 DN 32	R 2 DN 50	R 2 DN 50	R 2 DN 50
Acoplamiento de abrazadera (Acoplamiento L)	48.3	48.3	48.3	48.3	60.3	60.3	60.3
Junta (+GF+)	G 2	G 2	G 2	G 2	G 2 3/4	G 2 3/4	G 2 3/4

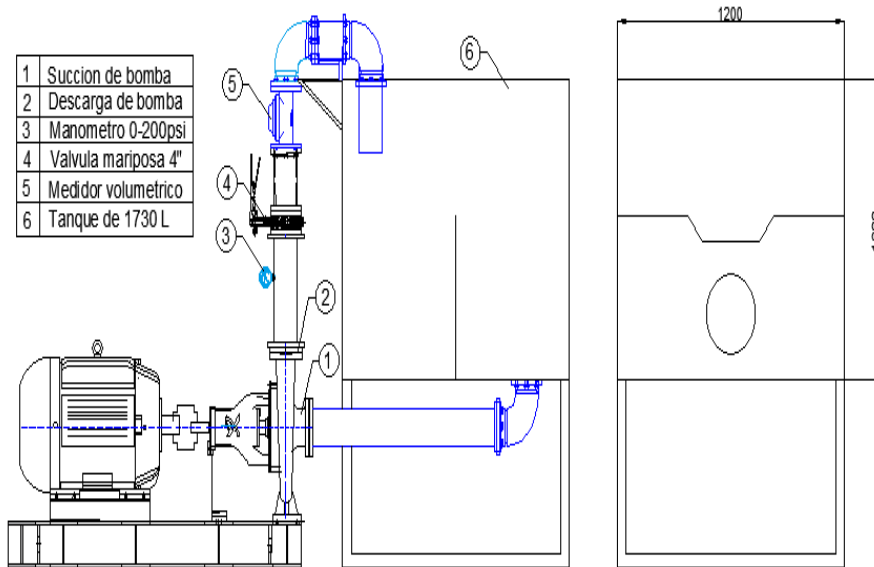
● Estándar.
○ Disponible.

Variaciones	CR 32	CR 45	CR 64	CR 95	CR 125	CR 155
Caudal nominal [m ³ /h]	38	54	77	115	150	185
Temperatura del líquido [°C]	-30 - +120 ¹⁾					
Temperatura del líquido [°C] bajo demanda	-40 - +180					
Máxima eficacia [%]	76	78	79	82.5	82.5	82.5
Bombas CR						
Caudal [m ³ /h]	18-48	26-70	36-102	58-150	75-190	90-230
Presión Máxima [bar]	27	26	18	38 ²⁾	38 ²⁾	38 ²⁾
Alta presión [bar] bajo demanda (CRN)	49	49	34	-	-	-
Potencia del Motor [KW]	2.2 - 30	5.5 - 45	7.5 - 45	11-55	15-110	18.5 - 110
Modelo						
CR:						
Hierro Fundido y Acero Inoxidable EN 1.4301/AISI 304	●	●	●	●	●	●
CRi:						
Acero Inoxidable EN 1.4301/AISI 304	-	-	-	-	-	-
CRN:						
Acero Inoxidable EN 1.4401/AISI 316	●	●	●	●	●	●
CRT:	Accede al catálogo técnico de la CRT y CRTE disponible en > Grundfos Product Center					
Titanio	> http://product-selection.grundfos.com/					
Conexiones CR						
Brida oval (BSP)	-	-	-	-	-	-
Brida oval (BSP), bajo demanda	-	-	-	-	-	-
Brida	DN 65	DN 80	DN 100	DN 100	DN 150	DN 150
Brida, bajo demanda	DN 80	DN 100	DN 125	-	-	-
Conexiones CRI						
Brida oval (BSP)	-	-	-	-	-	-
Brida oval (BSP), bajo demanda	-	-	-	-	-	-
Brida	-	-	-	-	-	-
Brida, bajo demanda	-	-	-	-	-	-
Acoplamiento P/E (Victaulic)	-	-	-	-	-	-
Acoplamiento de abrazadera (Acoplamiento L)	-	-	-	-	-	-
Junta (+GF+)	-	-	-	-	-	-
Conexiones CRN						
Brida oval (BSP)	-	-	-	-	-	-
Brida oval (BSP), bajo demanda	-	-	-	-	-	-
Brida	DN 65	DN 80	DN 100	DN 100	DN 150	DN 150
Brida, bajo demanda	DN 80	DN 100	DN 125	-	-	-
Acoplamiento P/E (Victaulic)	3"	4"	4"	5"	6"	6"
Acoplamiento de abrazadera (Acoplamiento L)	88.9	114.3	-	141.3	168.3	168.3
Junta (+GF+)	-	-	-	-	-	-

● Estándar.
● Disponible.

¹⁾ CRN 32 ta 155 con sello HQQE: -40 - +120 °C.
²⁾ Bombas CR: Presión Máxima de operación 25 bar.

Anexo H: Diseño preliminar del banco de pruebas



Anexo I: Proceso de montaje de kit de tubería de descarga



Anexo J: Ficha técnica tubos ASTM A53 SCH 40



**Tubos ASTM A53 /
ASTM A106 / API 5L Gr. B
SCH STD / 40 / XS / 80 / 160**

Tubo de acero negro sin costura, tri-norma A53 / ASTM A106 / API 5L grado B x 6 metros de largo.

Desde 1/4" a 11/2" en corte recto, y desde 2" a 24" con extremos biselados⁽¹⁾.

Esta tubería está destinada a aplicaciones mecánicas y de presión y también es aceptable para usos ordinarios en la conducción de vapor, agua, gas, y las líneas de aire. Este tipo de tubería es apta para ser soldada y roscada. La vida útil corresponde al uso en condiciones normales para lo que fue fabricada.

* Opcional extremos planos



TUBERÍA DE ACERO

Tolerancia Dimensional

Espesor mínimo	-12.5% del valor nominal
Peso	+/-10% del valor nominal
Diámetro	1/8" hasta 1 1/2": +/- 1/64"; 2" hasta 24": +/-1% del valor nominal

Propiedades Mecánicas

Resistencia a la Tracción, min	60000 PSI (415 MPa)
Fluencia, min	35000 PSI (240 MPa)

Diámetro Nominal	Dimen. Exterior	STD			SCH-40			XS			SCH-80			SCH-160		
		Espesor Nominal	Peso		Espesor Nominal	Peso		Espesor Nominal	Peso		Espesor Nominal	Peso		Espesor Nominal	Peso	
Pulg.	mm	mm	kg/m	kg	mm	kg/m	kg	mm	kg/m	kg	mm	kg/m	kg	mm	kg/m	kg
1/4	13.7	2.24	0.63	3.78	2.24	0.63	3.78	3.02	0.80	4.8	3.02	0.80	4.8	-	-	-
3/8	17.1	2.31	0.84	5.04	2.31	0.84	5.04	3.20	1.10	6.6	3.20	1.10	6.6	-	-	-
1/2	21.3	2.77	1.27	7.62	2.77	1.27	7.62	3.73	1.62	9.72	3.73	1.62	9.72	4.78	1.95	11.7
3/4	26.7	2.87	1.69	10.14	2.87	1.69	10.14	3.91	2.20	13.2	3.91	2.20	13.2	5.56	2.90	17.4
1	33.4	3.38	2.50	15	3.38	2.50	15	4.55	3.24	19.44	4.55	3.24	19.44	6.35	4.24	25.44
1 1/4	42.2	3.56	3.39	20.34	3.56	3.39	20.34	4.85	4.47	26.82	4.85	4.47	26.82	6.35	5.61	33.66
1 1/2	48.3	3.68	4.05	24.3	3.68	4.05	24.3	5.08	5.41	32.46	5.08	5.41	32.46	7.14	7.25	43.5
2	60.3	3.91	5.44	32.64	3.91	5.44	32.64	5.54	7.48	44.88	5.54	7.48	44.88	8.74	11.11	66.66
2 1/2	73.0	5.16	8.63	51.78	5.16	8.63	51.78	7.01	11.41	68.46	7.01	11.41	68.46	9.53	14.92	89.52
3	88.9	5.49	11.29	67.74	5.49	11.29	67.74	7.62	15.27	91.62	7.62	15.27	91.62	11.13	21.35	128.1
4	114.3	6.02	16.07	96.42	6.02	16.07	96.42	8.56	22.32	133.92	8.56	22.32	133.92	13.49	33.54	201.24
5	141.3	6.55	21.77	130.62	6.55	21.77	130.62	9.53	30.97	185.82	9.53	30.97	185.82	15.88	49.12	294.72
6	168.3	7.11	28.26	169.56	7.11	28.26	169.56	10.97	42.56	255.36	10.97	42.56	255.36	18.26	67.57	405.42
8	219.1	8.18	42.55	255.3	8.18	42.55	255.3	12.70	64.64	387.84	12.70	64.64	387.84	23.01	111.27	667.62
10	273.0	9.27	60.29	361.74	9.27	60.29	361.74	12.70	81.55	489.3	15.09	95.98	575.88	28.58	172.27	1033.62
12	323.8	9.53	73.88	443.28	10.31	79.71	478.26	12.70	97.46	584.76	17.48	132.05	792.3	33.32	238.69	1432.14
14	355.6	9.53	81.33	487.98	11.13	94.55	567.3	12.70	107.39	644.34	19.05	158.11	948.66	35.71	281.72	1690.32
16	406.4	9.53	93.27	559.62	12.70	123.31	739.86	12.70	123.30	739.8	21.44	203.54	1221.24	40.49	365.38	2192.28
18	457	9.53	105.16	630.96	14.27	155.81	934.86	12.70	139.15	834.9	23.83	254.57	1527.42	45.24	459.39	2756.34
20	508	9.53	117.15	702.9	15.09	183.43	1100.58	12.70	155.12	930.72	26.19	311.19	1867.14	50.01	564.85	3389.1
22	559	9.53	129.13	774.78	-	-	-	12.70	171.09	1026.54	28.58	373.85	2243.1	53.98	672.30	4033.8
24	610	9.53	141.12	846.72	17.48	255.43	1532.58	12.70	187.06	1122.36	30.96	442.11	2652.66	59.54	808.27	4849.62

* Fotos y datos referenciales. No aceptamos responsabilidad por usos incorrectos o mal interpretaciones de estos datos.

Anexo K: Norma descrita por el RNE en la sección de Obras de saneamiento, OS. 050.

OS.050 REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

fricción. Las tuberías y accesorios a utilizar deberán cumplir con las normas técnicas peruanas vigentes y aprobadas por el ente respectivo.

**TABLA N° 1
COEFICIENTES DE FRICCIÓN "C" EN LA FÓRMULA
DE HAZEN Y WILLIAMS**

TIPO DE TUBERÍA	"C"
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido dúctil con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Polietileno	140
Policloruro de vinilo (PVC)	150

4.6 Diámetro mínimo

El diámetro mínimo de las tuberías principales será de 75 mm para uso de vivienda y de 150 mm de diámetro para uso industrial.

En casos excepcionales, debidamente fundamentados, podrá aceptarse tramos de tuberías de 50 mm de diámetro, con una longitud máxima de 100 m si son alimentados por un solo extremo ó de 200 m si son alimentados por los dos extremos, siempre que la tubería de alimentación sea de diámetro mayor y dichos tramos se localicen en los límites inferiores de las zonas de presión.

El valor mínimo del diámetro efectivo en un ramal distribuidor de agua será el determinado por el cálculo hidráulico. Cuando la fuente de abastecimiento es agua subterránea, se adoptará como diámetro nominal mínimo de 38 mm o su equivalente.

En los casos de abastecimiento por piletas el diámetro mínimo será de 25 mm.

4.7 Velocidad

La velocidad máxima será de 3 m/s.

En casos justificados se aceptará una velocidad máxima de 5 m/s.

4.8 Presiones

La presión estática no será mayor de 50 m en cualquier punto de la red. En condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor de 10 m.

Anexo L: Grados de Aceptación de Prueba Predeterminados en Función de la Aplicación de las Bombas.

Aplicación	Potencia del eje de la bomba, P2.		
	>10 kW and ≤100 kW	>100 kW	
Aplicaciones municipales de agua.	2B	1B	
Aplicaciones de aguas residuales municipales.	2B	1B	
Bombas de drenaje.	3B	2B	
Industria de la energía eléctrica.	1B	1B	
Industria de petróleo y gas.	Bombas según ISO 13709.	1B	1B
	Inyección de agua.	N/A	1B
Aplicación marina.	1B	1B	
Industria química.	2B	2B	
Aplicaciones de torres de enfriamiento.	2B	2B	
Aplicaciones de pulpa y papel.	2B	2B	
Aplicaciones de lodos.	3B	3B	
Aplicaciones generales de la industria.	3B	2B	
Aplicaciones de riego.	3B	2B	
N/A = no aplicable.			

Anexo M: Grados de aceptación de pruebas de bombas y tolerancias correspondientes.

Grado	1			2		3	Requisito de garantía
	10%			16%		18%	
$\Delta\tau_Q$	6%			10%		14%	Obligatorio
$\Delta\tau_H$	1U	1E	1B	2B	2U	3B	
τ_Q	+ 10 %	± 5 %		± 8 %	+ 16 %	± 9 %	Opcional
τ_H	+ 6 %	± 3 %		± 5 %	+ 10 %	± 7 %	
τ_P	+ 10 %	+ 4 %		+ 8 %	+ 16 %	+ 9 %	
τ_η	≥ 0 %		-3%	-5%		-7%	
Nota	$\tau_x(x = Q, H, P, \eta)$ representa la tolerancia de la cantidad indicada.						

Fuente: (ISO 9906, 2012)

Donde:

$\Delta\tau_Q$: Diferencial de tolerancia de caudal.

$\Delta\tau_H$: Diferencial de tolerancia de altura.

τ_Q : Factor de tolerancia de caudal.

τ_H : Factor de tolerancia de altura total de la bomba.

τ_P : Factor de tolerancia de presión.

τ_η : Factor de tolerancia de eficiencia.

Nota: El grado 1 es el más estricto, donde: 1U y 2U comprenden una tolerancia unilateral y los grados 1B, 1E, 2B y 3B una tolerancia bilateral. (ISO 9906, 2012)

ANEXO N: Reporte de prueba hidráulica realizada con el banco de pruebas fabricada, bomba centrífuga marca toyo DL-7.5



INGENIERIA COMERCIALIZACION Y REPARACION INDUSTRIAL S.A.C.
 Cal. 8 Mz.t5 Lt.3 Urb. Campoy-SJL-Lima
 Telf.: Cell: 959 020 983
<https://www.incorin.com/>

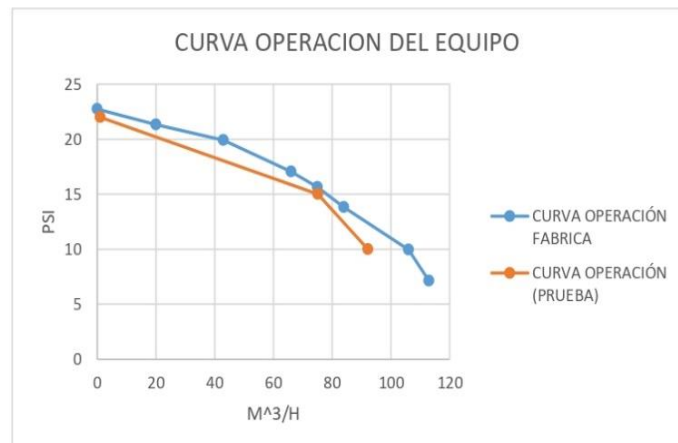
NOMBRE DE CLIENTE			
N° ORDEN TRABAJO		24215	
ORDEN DE COMPRA			
UBICACION		Cal. 8 Mz.t5 Lt.3 Urb. Campoy-SJL-Lima	
FECHA SERVICIO TECNICO		03/08/2024	
ANTECEDENTES:			
OBJETIVO		Informar el procedimiento de la prueba hidráulica y prueba de hermeticidad de sello	
BOMBA		MOTOR	
MARCA	TOYO	MARCA	
MODELO	DL-7.5	POTENCIA	7.5 HP
N° SERIE	B-10926271	N° SERIE	

PRUEBA HIDRAULICA DE BOMBA MULTIETAPICA

*Datos obtenidos

	PRESION (PSI)	TIEMPO (S)	VOLUMEN (l)	CAUDAL (m ³ /h)	AMPERAJE (A)
PRUEBA 1 V.A.	22	0.1	0.1	1.000	6
PRUEBA 2	15	4.6	96	75.130	7.5
PRUEBA 3 V.C.	10	2.5	64	92.160	7.8

*Curva de operación de bomba reparada



pág. 2

ANEXO Ñ: Reporte de prueba hidráulica de una bomba tipo tornillo SEEPEX



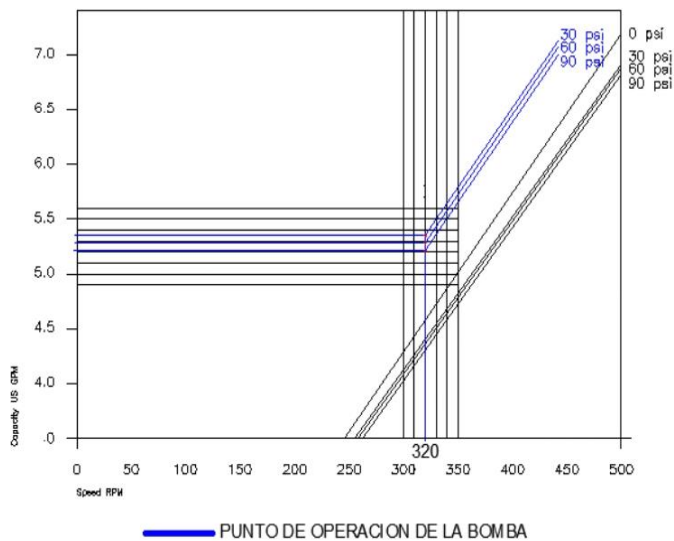
INGENIERIA COMERCIALIZACION Y REPARACION INDUSTRIAL S.A.C.
 Cal. 8 Mz.t5 Lt.3 Urb. Campoy-SJL-Lima
 Telf.: Cell: 959 020 983
<https://www.incorin.com/>

NOMBRE DE CLIENTE	
N° ORDEN TRABAJO	
ORDEN DE COMPRA	
UBICACION	Cal. 8 Mz.t5 Lt.3 Urb. Campoy-SJL-Lima
FECHA SERVICIO	05/06/2024
DESCRIPCION DEL EQUIPO	Bomba Seepex-BN-1-6L
OBJETIVO	*Comprobar el buen funcionamiento del equipo *Obtener datos característicos de la bomba

Parámetros obtenidos de la prueba hidráulica

ITEM	VOLUMEN	TIEMPO	CAUDAL LPM	CAUDAL GPM	PRESION	RPM
1	21 L	1.06 min	19.81	5.23	6 BAR, 90psi	320
2	21 L	1.05 min	20	5.28	4 BAR, 60PSI	320
3	21 L	1.04 min	20.19	5.33	2BAR, 30psi	320

Curva de operación de bomba reparada



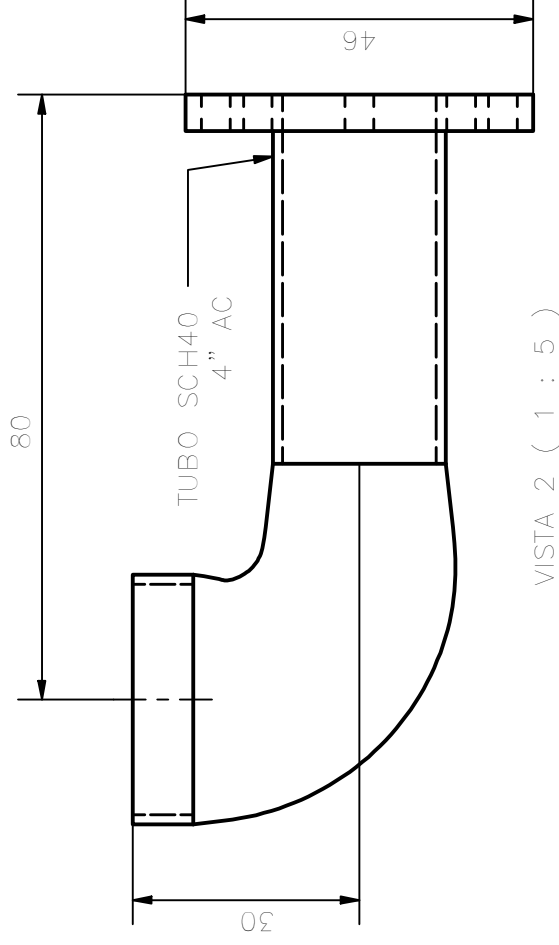
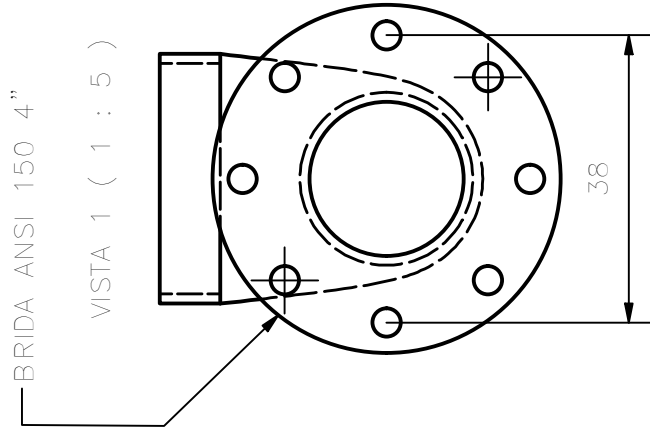
pág. 4

ANEXO O: Procedimientos para realizar las pruebas hidráulicas.

Procedimiento	Pasos para seguir
<p>1. Datos previos a la ejecución de la prueba:</p>	<p>*Obtener la curva característica del equipo que se realizara la prueba</p> <p>*Verificar los parámetros de caudal y potencia de la bomba</p> <p>* Determinar y registrar las propiedades del líquido a bombear</p> <p>*Verificar medidas de succión y descarga de la bomba</p> <p>*Calibrar todos los instrumentos implicados en la prueba</p> <p>*Verificar requisitos físicos como la alineación de los equipos, base de la bomba se encuentre en una superficie plana y rígida.</p>
<p>2. Pruebas previas comprobaciones:</p>	<p>*Determinar que el fluido a bombear está disponible en cantidades suficientes para completar todas las pruebas a realizar.</p> <p>*Comprobar el sentido de giro.</p> <p>*Realizar el cebado de la bomba.</p>

Procedimiento	Pasos para seguir
<p data-bbox="300 920 572 1066">Prueba de funcionamiento comprobaciones:</p>	<p data-bbox="667 264 1324 629">*Abrir las válvulas de succión y descarga de la bomba, en algunos casos puede ser conveniente comenzar con una válvula de descarga parcialmente abierta para evitar el efecto de sobrecarga de flujo total en algunos componentes del sistema o para reducir los requisitos de potencia en el arranque.</p> <p data-bbox="667 667 1262 972">*Arranque la bomba y compruebe funcionamiento para detectar vibraciones, fugas en el retén del eje, cebado de la bomba o necesidad de purga y acumulación de calor en la carcasa de bomba y motor.</p> <p data-bbox="667 996 1262 1137">*Verificar la presión de descarga debe ser adecuada a las condiciones de su curva característica.</p> <p data-bbox="667 1162 1262 1249">*Comprobar si la bomba suministra un caudal coherente con el esperado.</p> <p data-bbox="667 1274 1262 1469">*Utilice un tacómetro de lectura directa u otro dispositivo seleccionado durante la planificación de la prueba para determinar si se alcanza la velocidad de diseño.</p> <p data-bbox="667 1494 1262 1798">*Cuando las presiones, caudales, velocidades, temperaturas y lecturas de potencia sean estables o estén dentro de límites aceptables de fluctuación proceda con las pruebas necesarias para las determinaciones deseadas.</p>

Procedimiento	Pasos para seguir
Prueba a ejecutar	<ul style="list-style-type: none">*Los datos obtenidos en la prueba deben registrarse en una hoja de datos.*Los datos necesarios son la presión de aspiración, la presión de descarga, la temperatura del líquido, el caudal y la velocidad de la bomba.*Establecer el caudal deseado y dejar que las condiciones se estabilicen.*Tomar datos en puntos distintos de presión y caudal para establecer una curva característica.*Comprobar la bomba, instrumentación y sistema de tuberías una vez finalizado la prueba para ver que no se han producido cambios que puedan causar lecturas erróneas.



DIBUJO	R.A.R.	10/10/24	ESCALA
DISEÑO	R.A.R.	10/10/24	1:5
APROBÓ	R.A.R.		FECHA
NORMA			10/10/24

ACCESORIO DE LÍNEA DE DESCARGA

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA
LIMA SUR
ESCUELA PROFESIONAL
DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y ELECTRICA

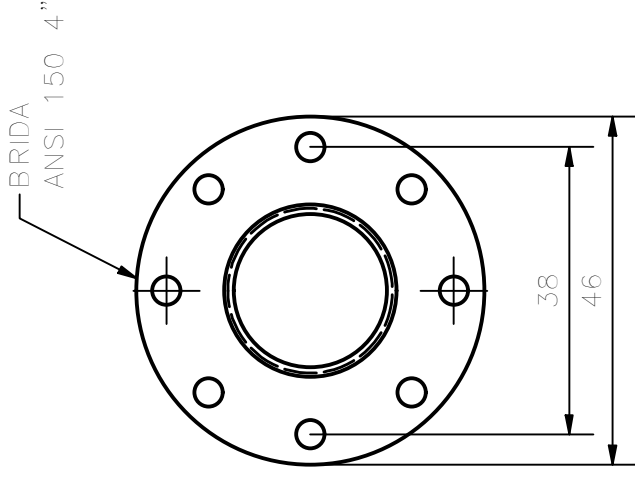
PLANO N°1

BANCO DE PRUEBAS

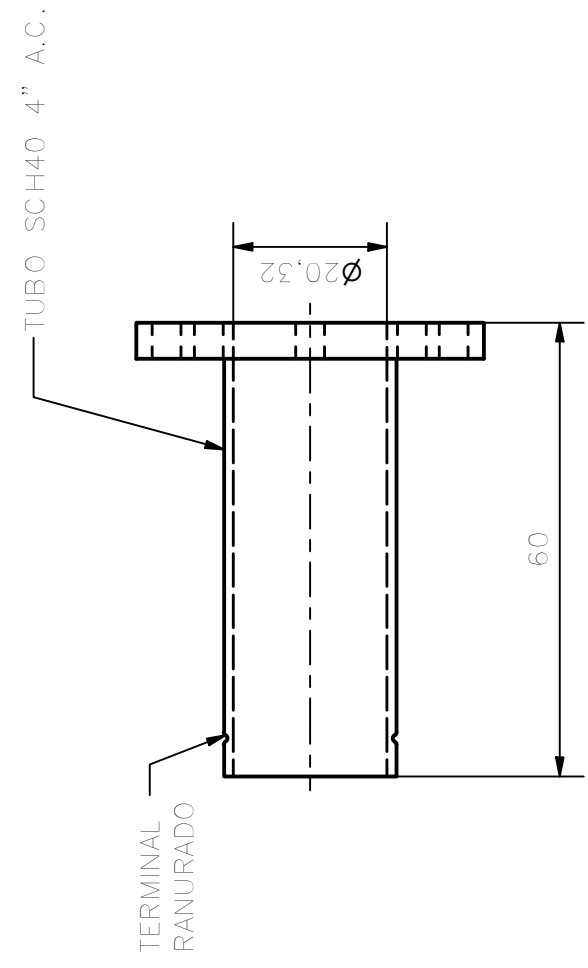
ACCESORIOS A.C.

N°

1



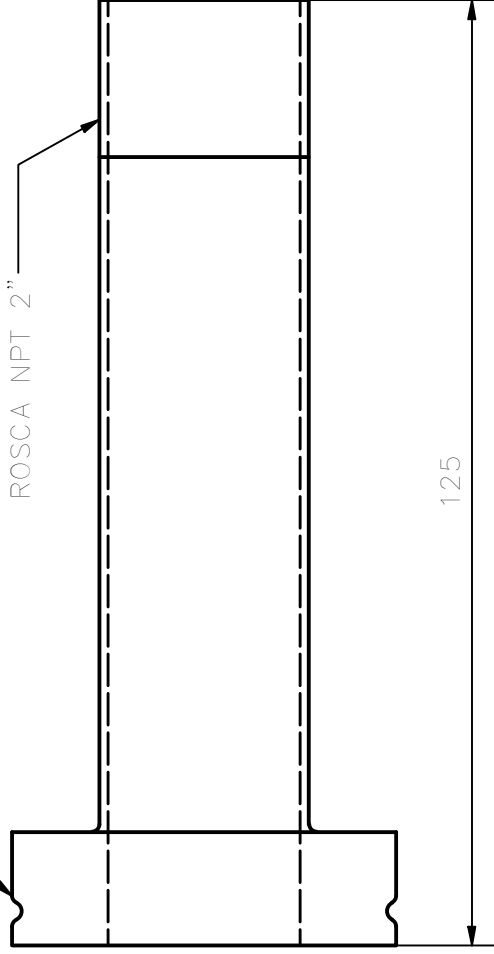
VISTA 2 (1 : 5)



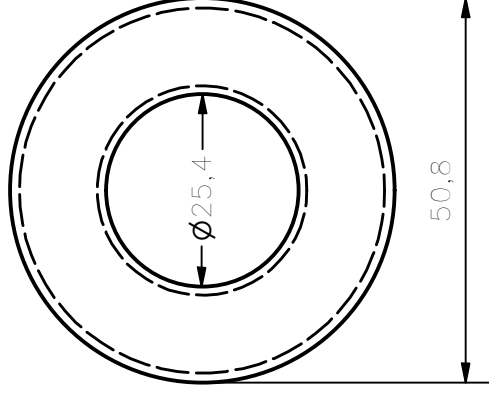
VISTA 1 (1 : 5)

ACCESORIO DE LÍNEA DE DESCARGA		PLANO N°2		N° 2	
UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA LIMA SUR ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTRICA		UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA LIMA SUR ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTRICA		ACCESORIOS A.C.	
DIBUJO	R.A.R.	10/10/24	ESCALA		
DISEÑO	R.A.R.	10/10/24	1:5		
APROBÓ	R.A.R.		FECHA	10/10/24	
NORMA					

TERMINAL RANURADO 4"



VISTA 1 (1 : 2)



VISTA 2 (1 : 2)

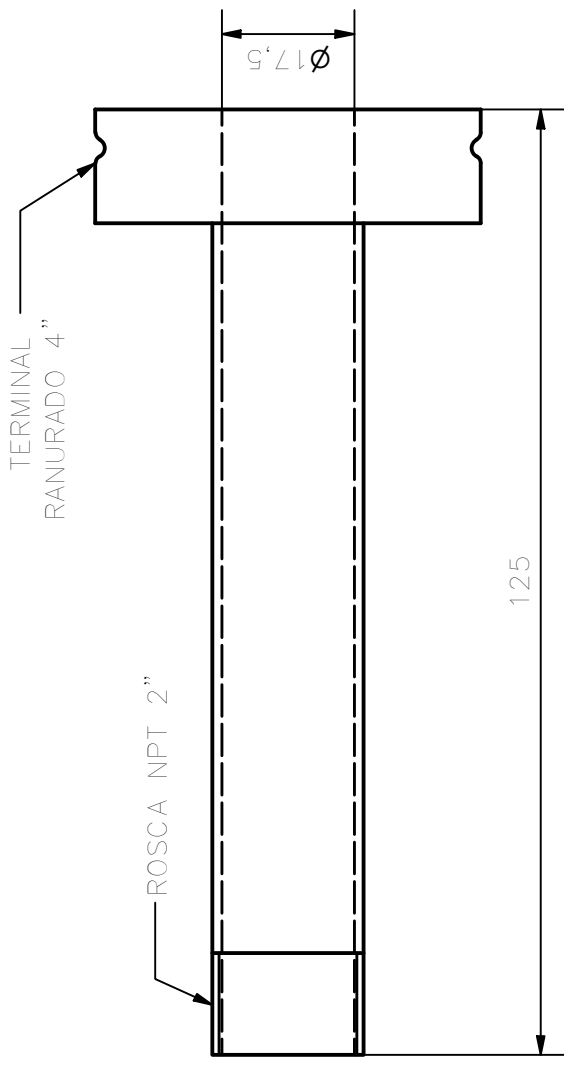
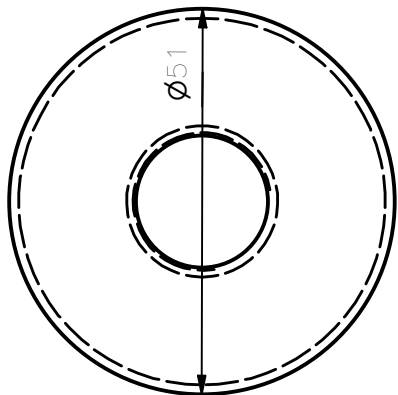
DIBUJO	R.A.R.	10/10/24	ESCALA
DISEÑO	R.A.R.	10/10/24	1:2
APROBÓ	R.A.R.		FECHA
NORMA			10/10/24

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA
LIMA SUR
ESCUELA PROFESIONAL
DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y ELECTRICA



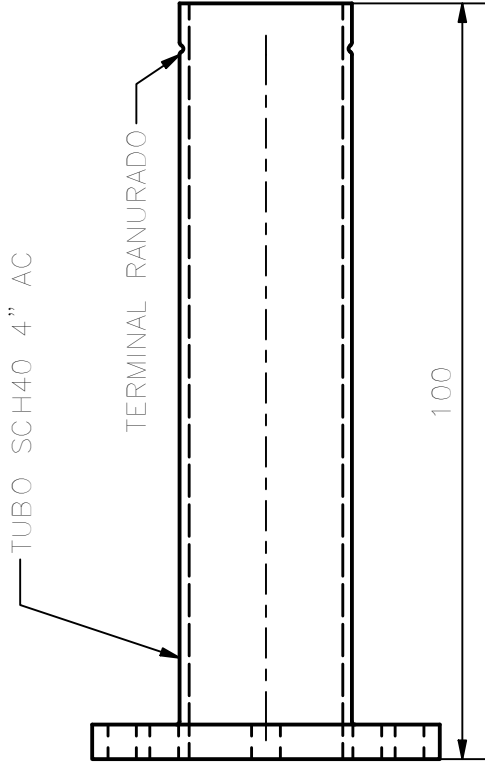
ACCESORIO DE LÍNEA DE DESCARGA

PLANO N°3	N°
BANCO DE PRUEBAS	3
ACCESORIOS A.C.	

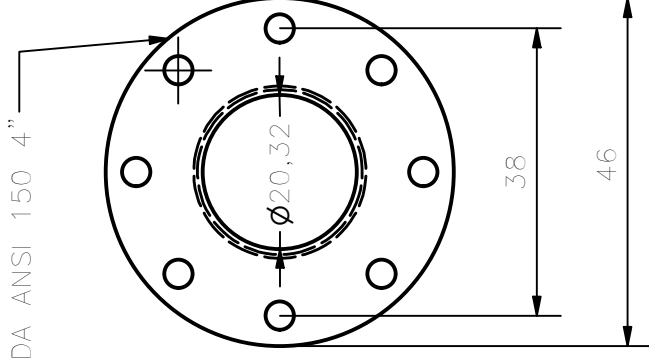


DIBUJO	R.A.R.	10/10/24	ESCALA	ACCESORIO DE LÍNEA DE DESCARGA	
DISEÑO	R.A.R.	10/10/24	1:2		
APROBÓ	R.A.R.		FECHA		
NORMA			10/10/24		
UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA LIMA SUR				PLANO N°4	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MECÁNICA Y ELECTRICA				BANCO DE PRUEBAS	
				ACCESORIOS A.C.	
				N° 4	





VISTA 1 (1 : 5)



VISTA 2 (1 : 5)

DIBUJO	R.A.R.	10/10/24	ESCALA
DISEÑO	R.A.R.	10/10/24	1:5
APROBÓ	R.A.R.		FECHA
NORMA			10/10/24

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA
LIMA SUR
ESCUELA PROFESIONAL
DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y ELECTRICA

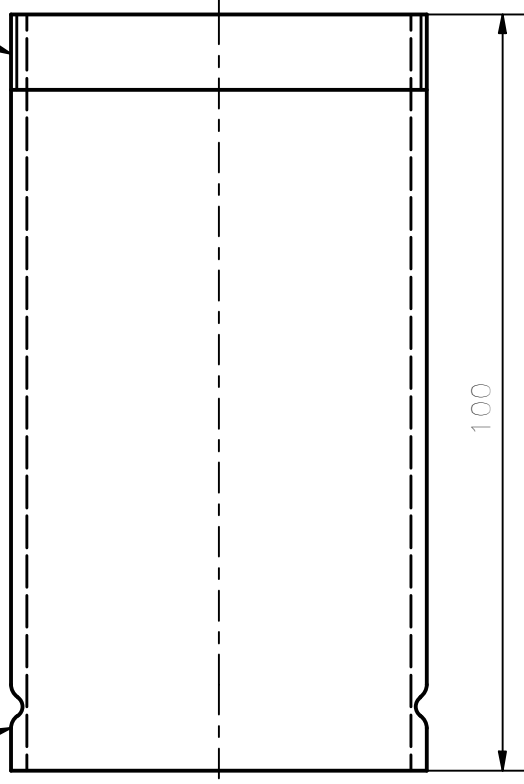


ACCESORIO DE
LÍNEA DE DESCARGA

PLANO N°6	N°
BANCO DE PRUEBAS	5
ACCESORIOS A.C.	

TERMINAL
RANURADO 2"

ROSCA
NPT 2"



100

VISTA 1 (1 : 1)

DIBUJO	R.A.R.	10/10/24	ESCALA
DISEÑO	R.A.R.	10/10/24	INDICADA
APROBÓ	R.A.R.		FECHA
NORMA			10/10/24

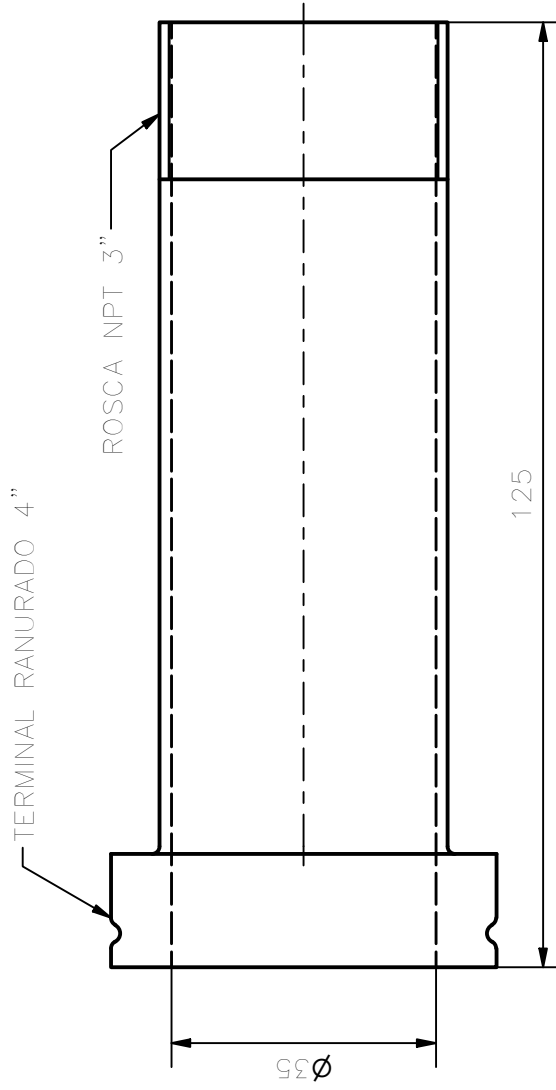
UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA
LIMA SUR
ESCUELA PROFESIONAL
DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y ELECTRICA



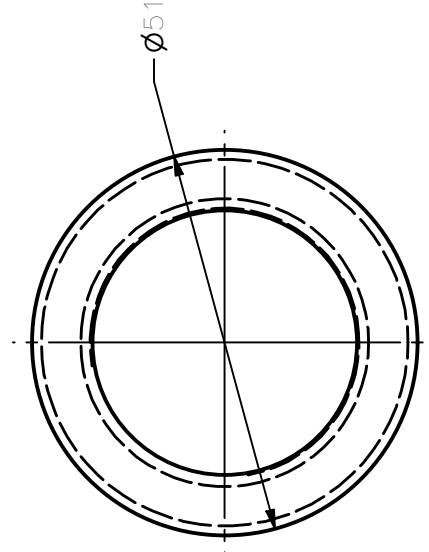
ACCESORIO DE LÍNEA DE DESCARGA

PLANO N°7
BANCO DE PRUEBAS
ACCESORIOS A.C.

N°
6



VISTA 1 (1 : 2)



VISTA 2 (1 : 2)

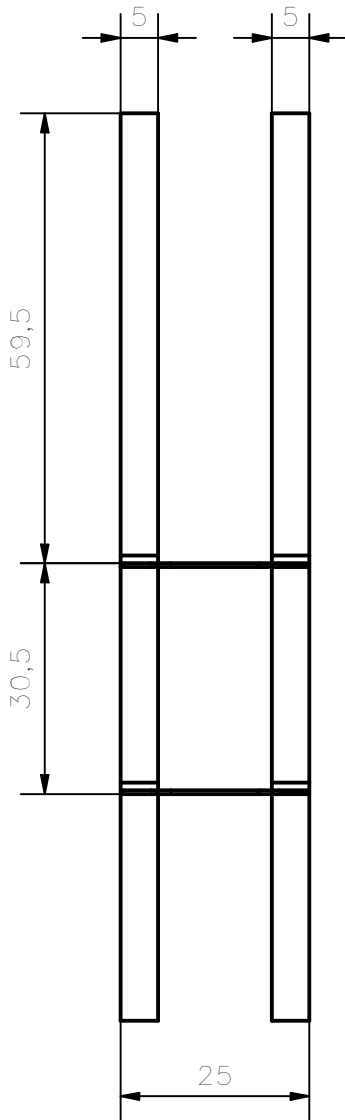
DIBUJO	R.A.R.	10/10/24	ESCALA
DISEÑO	R.A.R.	10/10/24	1:2
APROBÓ	R.A.R.		FECHA
NORMA			10/10/24

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA
LIMA SUR
ESCUELA PROFESIONAL
DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y ELECTRICA

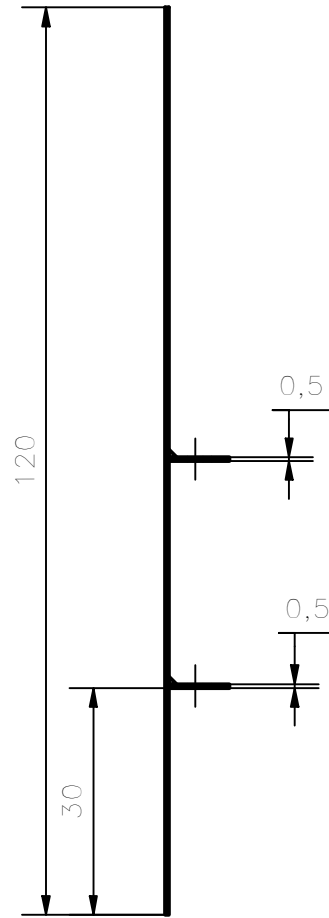
ACCESORIO DE LÍNEA DE DESCARGA

PLANO N°8	N°
BANCO DE PRUEBAS	7
ACCESORIOS A.C.	

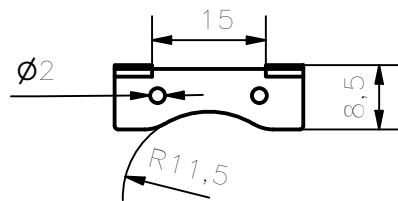
VISTA 1 (1 : 10)



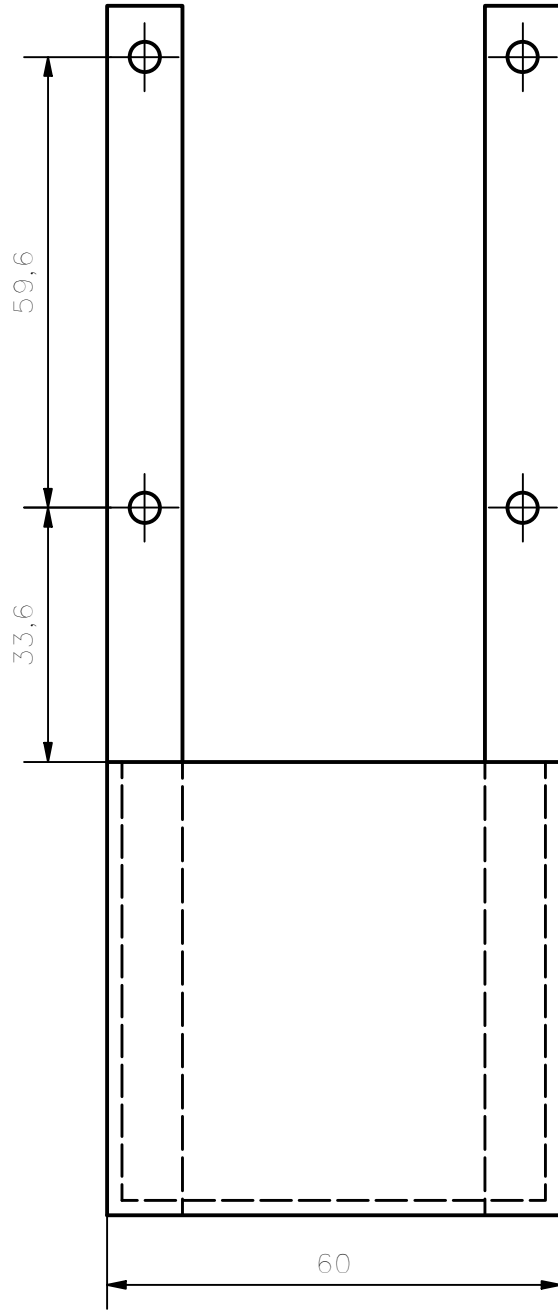
VISTA 2 (1 : 10)



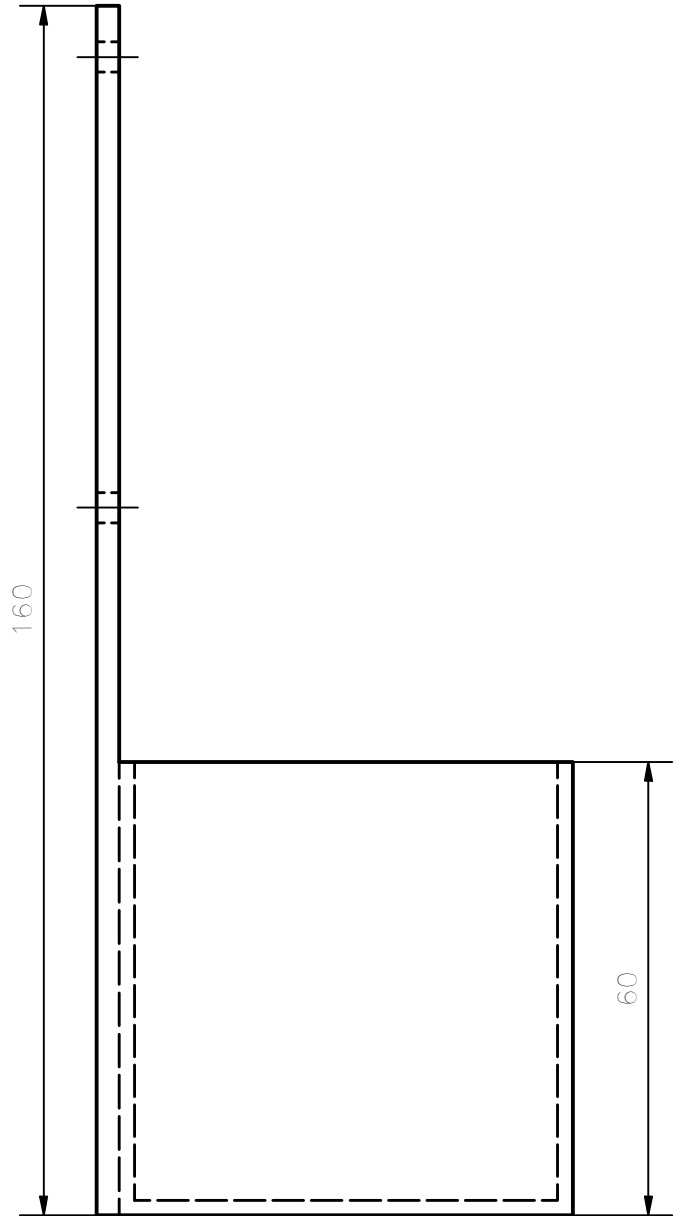
VISTA 3 (1 : 10)



DIBUJO	R.A.R.	10/10/24	ESCALA	ACCESORIO DE LÍNEA DE DESCARGA
DISEÑO	R.A.R.	10/10/24	1:5	
APROBÓ	R.A.R.		FECHA	PLANO N°9
NORMA			10/10/24	
UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA LIMA SUR ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTRICA				BANCO DE PRUEBAS
				ACCESORIOS A.C.
				N° 8



VISTA 1 (1 : 5)



VISTA 2 (1 : 5)

DIBUJO	R.A.R.	10/10/24	ESCALA	ACCESORIO DE LÍNEA DE DESCARGA			
DISEÑO	R.A.R.	10/10/24	1:5				
APROBÓ	R.A.R.		FECHA	PLANO N°9			
NORMA			10/10/24				
UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA LIMA SUR ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTRICA				BANCO DE PRUEBAS	N° 9		
				ACCESORIOS A.C.			