

ANEXOS

ANEXO I

PLANOS DE DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO

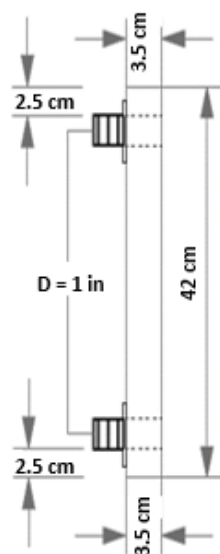
Plano N° 1.- Dimensiones de las placas fija y móvil del filtro prensa.

Plano N° 2.- Vista en planta del sistema completo de filtración.

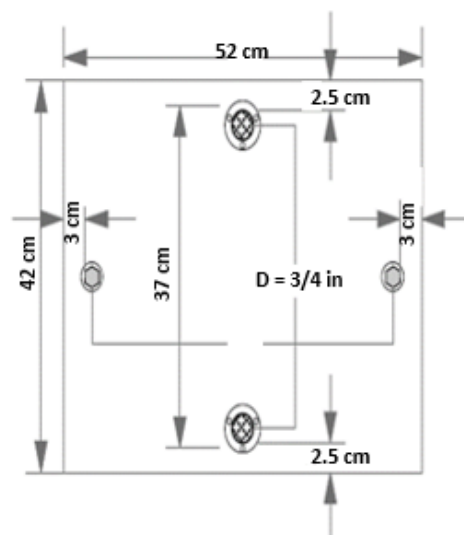
Plano N° 3.- Vista frontal del sistema completo de filtración.

Plano N° 4.- Vista lateral del sistema completo de filtración.

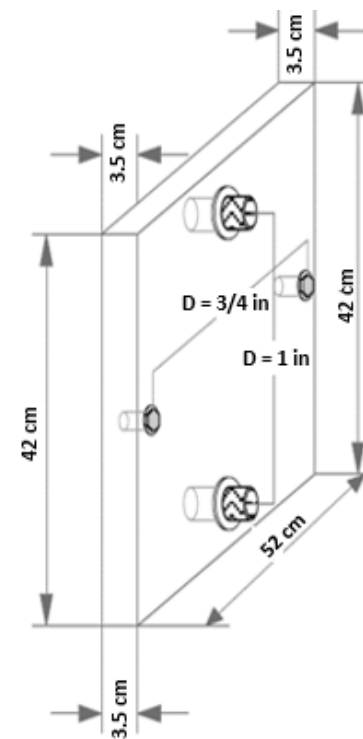
Plano N° 5.- Vista posterior del sistema completo de filtración



VISTA EN PERFIL



VISTA EN PLANTA



VISTA ISOMÉTRICO

DANIEL VEGA YUFRA
EVI CRISTIAN RIOS CAZON

SISTEMA DE
FILTRACIÓN

Escala

1:100

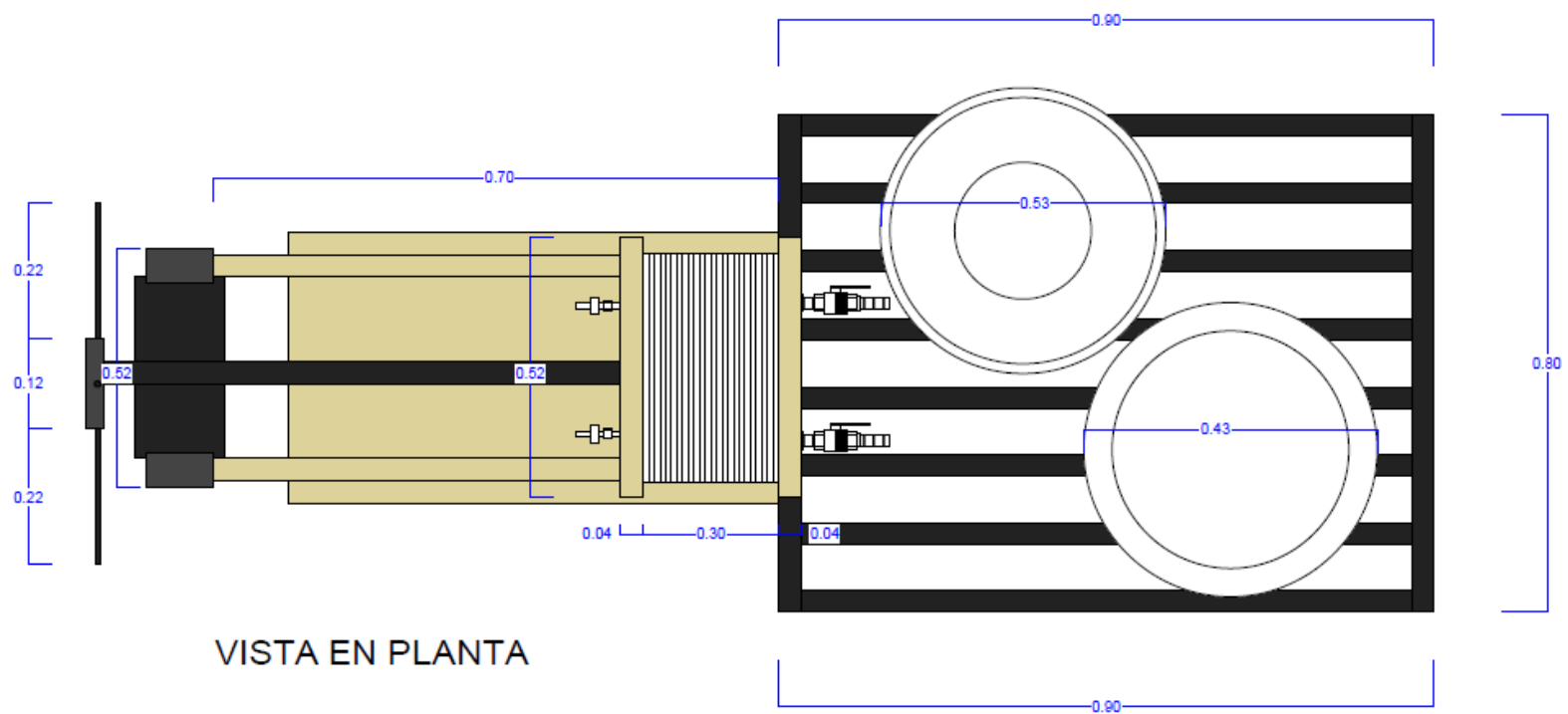
DIMENSIONES PLACA FIJA Y MÓVIL



Plano N° 1

11/11/2025

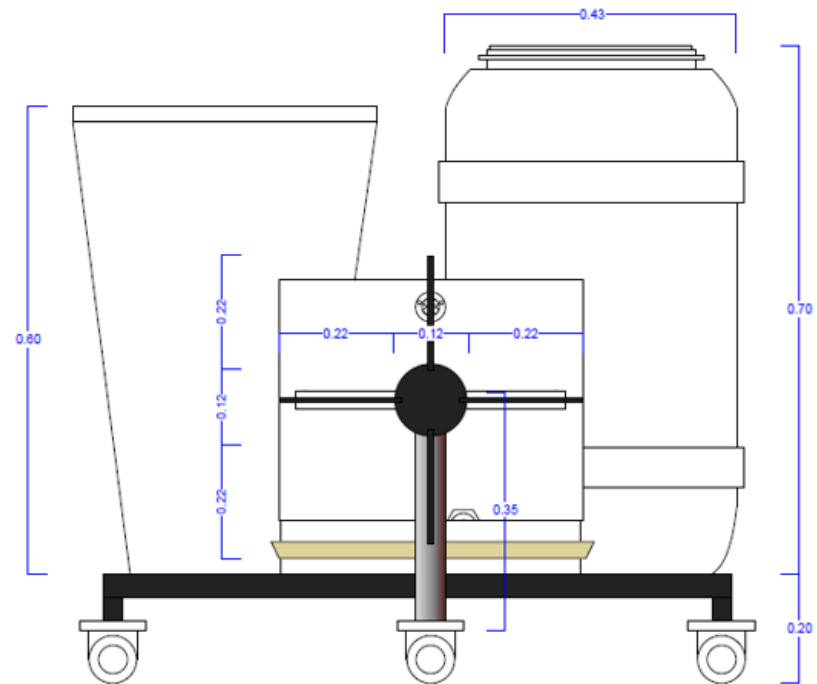
1



VISTA EN PLANTA

DANIEL VEGA YUFRA EVI CRISTIAN RIOS CAZON	SISTEMA DE FILTRACIÓN	Escala	1:100
VISTA EN PLANTA FILTRO PRENSA		Plano N° 2	
		11/11/2025	1

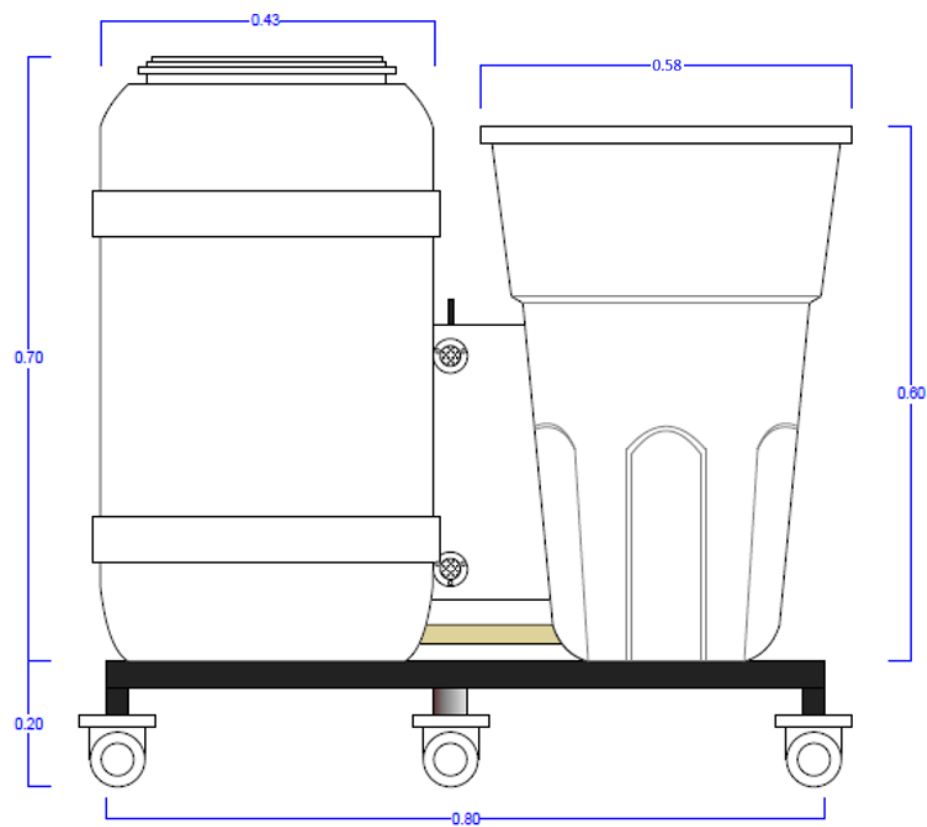




VISTA FRONTAL

DANIEL VEGA YUFRA EVI CRISTIAN RIOS CAZON	SISTEMA DE FILTRACIÓN	Escala	1:100
VISTA FRONTAL FILTRO PRENSA		Plano N° 3	
		11/11/2025	1





DANIEL VEGA YUFRA
EVI CRISTIAN RIOS CAZON

PLACA FIJA

Escala

1 : 100

VISTA POSTERIOR FILTRO PRENSA



Plano N° 5

24/05/2025

1

ANEXO II

PROCESO DE LA CONSTRUCCIÓN DEL FILTRO PRENSA Y EL SISTEMA DE FILTRACIÓN

La construcción del filtro prensa se dividió en diferentes partes: Por ejemplo, la construcción de la placa fija y la placa móvil, en donde se realizaron cortes en la plancha de acero.

Cortes con exactitud de la plancha de acero con la ayuda de una amoladora.



Fuente: Elaboración propia (2025).

Unión y estructuración de las placas con las planchas cortadas.





Fuente: Elaboración propia (2025).

Para la construcción de la placa fija y móvil se utilizó plancha de 5 mm, también camisas de cilindros, rodamientos para el relleno y dichas uniones se realizaron con la utilización de una soldadora de arco a 115 amperios utilizando electrodo E6013.

Construcción de los soportes centrales para los medios filtrantes placa móvil y marcos de PTFE.



Fuente: elaboración propia (2025).

Para construir los soportes centrales, se usaron tubos galvanizados de 1", soldadura de arco y trabajo de tornero.

Recepción de marcos de PTFE.



Fuente: Elaboración propia (2025).

La compra de las placas de PTFE, se realizó en Mendoza república Argentina en una cantidad de 10 placas.

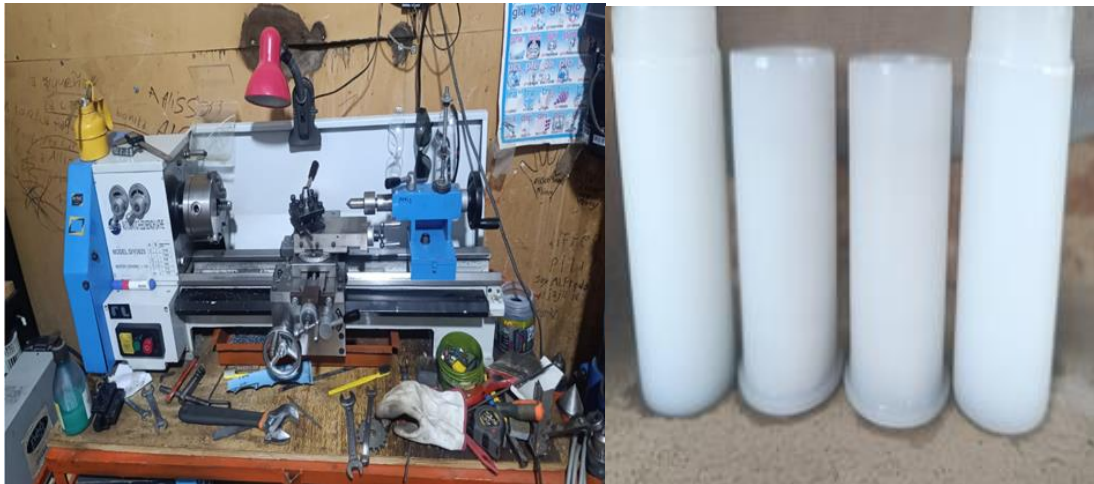
Construcción de adaptadores para la entrada y salida del fluido



Fuente: Elaboración propia (2025).

Para construcción, se usó hierro galvanizado, discos de rastra agrícola y soldadura de arco.

Construcción de adaptadores de teflón



Fuente: Elaboración propia (2025).

Para construir, se utilizó resina de poliacetal, sierra metálica y torno.

Construcción de soportes del filtro prensa



Fuente: Elaboración propia (2025).

Para la construcción, se utilizó hierro galvanizado de 2 pulgadas, planchas de acero, muelle de camión dichos soportes de realizaron utilizando una amoladora para el corte, soldadora de arco a 115 AMP utilizando electros E7018.

Ruedas giratorias para los soportes del filtro prensa



Fuente: Elaboración propia (2025).

La compra de las ruedas giratorias, se realizó en el barrio La Loma de la ciudad de Tarija. Se usaron ruedas de dos tamaños: 3 y 5 pulgadas, las pequeñas sirven para hacer móvil la parrilla de soporte de los tanques de almacenamiento de líquido a filtrar, líquido clarificado y bomba de impulsión.

Compra de pernos, para adaptación de las ruedas giratorias a los soportes del filtro prensa



Fuente: Elaboración propia (2025).

La compra se realizó en una ferretería para asegurar las ruedas a la parrilla y soporte del filtro, posteriormente se realizó la adaptación con la ayuda de un Taladro y llaves crescent.

Compra del tornillo sin fin para empuje de la placa móvil del filtro prensa



Fuente: Elaboración propia (2025).

La adquisición del tornillo sin fin con su tuerca se realizó para el empuje de la placa móvil del filtro prensa, tomando en cuenta las dimensiones necesarias para cumplir con las solicitudes de fuerza.

Tuercas de 1 pulgada y arandelas



Fuente: Elaboración propia (2025).

La compra se realizó en el barrio La Loma para asegurar las varillas de soporte centrales que posee el filtro de acuerdo a las especificaciones de las varillas.

Construcción del soporte del sistema de alimentación y recepción del fluido.





Fuente: Elaboración propia (2025).

Para construir el sistema de soporte, se usaron tubos de acero rectangulares y soldadura de arco con electrodo E6013. Para el proceso de soldadura se empleó una corriente de 60 APM. Se dispusieron los tubos cada 10 cm para una alta resistencia y estabilidad de los objetos que se encuentren encima de dicha parrilla.

Tanques de 100 litros para sistema de alimentación y recepción del fluido.



Fuente: Elaboración propia (2025).

Los recipientes que forman parte del sistema de alimentación, se basan en tachos de plástico con capacidad de 100 litros. Se decidió comprar recipientes de esta capacidad porque pueden cubrir las cantidades necesarias de la mayoría de líquidos que se pueden someter a filtración. El material se eligió porque es uno de los más inertes disponibles en el mercado además de no ser poroso, lo que favorece la facilidad de limpieza y la no acumulación de residuos.

Bomba centrífuga de impulsor abierto y accesorios de PVC





Fuente: elaboración propia (2025).

La compra, se realizó en barrio La Loma de ciudad de Tarija al igual que los accesorios de PVC. Se tomó en cuenta el uso de PVC porque es económico, liviano e inerte, apto para las instalaciones hidráulicas propias del filtro.

Manguera sanitaria para el sistema de alimentación y recepción



Fuente: Elaboración Propia (2025).

La manguera de 1 pulgada forma parte del sistema de alimentación y recepción de fluido, se compró una manguera de grado alimenticio por los fines de uso generalizado tanto de alimentos líquidos y otros fluidos, resiste presiones de hasta 10 bares, consta de alma de acero para una alta resistencia.

Válvulas esféricas y de sobrepresión



Fuente: Elaboración propia (2025).

La compra, se realizó en el Barrio La Loma: Se eligió este tipo de válvula porque es de tipo interruptora (pasa- no pasa), adecuada para el manejo del equipo, la válvula de sobrepresión se instala en el filtro para proteger su integridad.

Térmico, enchufe y cable



Fuente: Elaboración propia (2025).

La compra, se realizó en el Barrio La Loma con el fin de proveer energía eléctrica a la bomba, también se introdujo un interruptor térmico para la protección de la bomba ante sobrecargas.

Brida de salida para el sistema de alimentación del filtro prensa.



Fuente: Elaboración propia (2025).

La compra, se realizó en el Barrio La Loma, esta brida sirve para salida del líquido que proviene del tanque de almacenamiento y conduce a la alimentación de la bomba, es de diámetro 1 pulgada, de polipropileno porque es un material liviano, económico, inerte y tiene resistencia mecánica suficiente para sujetar a la espiga que se conecta a la manguera.

Grifos de PVC para toma muestras



Fuente: Elaboración propia (2025).

Se considera la instalación de 2 grifos para la toma de muestras en el proceso de filtración y al mismo tiempo sirven para extraer el aire que pueda quedar atrapado en las cámaras de filtración. Se eligieron de este material porque son económicas y cumplen con las especificaciones de resistencia del equipo.

Construcción de la bandeja



Fuente: Elaboración propia (2025).

Para la construcción de la bandeja se utilizó acero inoxidable AISI 304, debido a que es un material inerte, con alta resistencia a la corrosión y fácil de limpiar, lo que garantiza condiciones higiénicas y aptas para el contacto con alimentos, además de asegurar la durabilidad del equipo. Asimismo, se empleó soldadura por arco eléctrico con electrodo tipo E308L, adecuado para este tipo de acero inoxidable, lo que permite obtener uniones resistentes y de alta calidad.

Recubrimiento de las partes internas de la placa fija y placan móvil



Fuente: Elaboración propia (2025).

Para el recubrimiento de las placas se utilizó acero inoxidable AISI 304 de 1 mm de espesor, con el fin de garantizar que el equipo cumpla con las condiciones adecuadas para el uso alimentario. Este material fue seleccionado por ser inerte, resistente a la corrosión y de fácil limpieza, el cual garantizará la durabilidad del equipo.

ANEXO III

MONTAJE DEL FILTRO PRENSA Y DEL SISTEMA DE FILTRACIÓN

Montaje de la placa fija y móvil en los soportes centrales, soportes del filtro prensa y seguros del filtro (tuercas hexagonales y arandelas).



Fuente: Elaboración propia (2025).

La integración de las 3 partes del equipo, es primer paso para formar el filtro prensa ya que son las partes donde principalmente se va ejercer la presión, resistencia. Para la integración del equipo se usó llaves Crescent, martillo de goma y llave Stillson.

Instalación hidráulica en la placa fija (manómetro, válvulas esféricas, espigas)



Fuente: Elaboración propia (2025).

La instalación hidráulica en la placa fija, cuenta con válvulas esféricas que su trabajo es abrir o cerrar el paso del fluido, manómetro encargado de medir la presión en ciclo de filtración para evitar daños al equipo, espiga para facilitar la instalación de la manguera sanitaria.

Instalación hidráulica de la bomba (niples, uniones, manguera sanitaria).



Fuente: Elaboración propia (2025).

La instalación hidráulica de la bomba está equipada con niples, uniones y espigas de 1 pulgada que permiten una conexión sencilla con la manguera sanitaria, para su montaje se utilizan llaves tipo Crescent y Stillson, facilitando un ajuste seguro y preciso.

Instalación eléctrica de la bomba y su prueba de funcionamiento



Fuente: Elaboración propia (2025).

Para la instalación eléctrica de la bomba se usó destornillador estrella, para poder hacer las conexiones de los cables al térmico, posteriormente se hizo una prueba al vacío de la bomba para saber si el sistema eléctrico está bien o tiene falla.

Instalación de la brida de salida al tanque de almacenamiento



Fuente: Elaboración propia (2025).

Para la Instalación de la brida de salida, se usó un taladro con brocas dentadas para poder hacer el orificio donde se va conectar la brida.

Filtro prensa con placas de PTFE y el sistema de filtración



Fuente: Elaboración propia (2025).

ANEXO IV

OPERACIÓN DEL FILTRO PRENSA Y SU PRUEBA AL VACÍO

La operación del filtro prensa comienza con la preparación de la mezcla sólido-líquido que será sometida al proceso de filtración.



Fuente: Elaboración propia (2025).

La preparación de la mezcla sólido líquido fue arcilla en distintas proporciones en 100 litros de agua.

Armado de las placas y los medios filtrantes



Fuente: Elaboración propia (2025).

Los medios filtrantes de acetato de celulosa, se colocan con el lado más corrugado hacia la cámara de filtración, ya que este lado posee una mayor capacidad para retener los sólidos presentes en el fluido que se desea filtrar.

Ajuste de la placa móvil por acción del tornillo sin fin



Fuente: Elaboración propia (2025).

Se ejerce presión mediante el timón, el cual acciona una fuerza sobre el tornillo con el fin de comprimir correctamente tanto las placas como el medio filtrante, evitando fugas y garantizando una filtración eficiente.

Funcionamiento del filtro prensa



Fuente: Elaboración propia (2025).

El funcionamiento del filtro prensa fue exitoso, ya que se realizaron pruebas con diferentes concentraciones de arcilla, en las cuales se pudo observar el incremento de la presión, del caudal y del tiempo de filtración, estos datos resultan fundamentales para el cálculo de las resistencias específicas de la torta.

Resultado de la filtración



Fuente: Elaboración propia (2025).

La filtración fue exitosa, como se puede apreciar en las fotografías que muestran el proceso antes y después de concluir el ciclo de filtración.

Limpieza y descarga de la torta



Fuente: Elaboración propia (2025).

En esta etapa se da por finalizado el ciclo de filtración, procediéndose al retiro de las placas y de los medios filtrantes, en ellos puede observarse un material de color café, correspondiente a los sólidos retenidos por el medio filtrante durante el proceso de filtración.

ANEXO V

V.1. MANUAL DE USO OPERACIONES DEL FILTRO PRENSA

MANUAL DE USO Y OPERACIÓN DEL FILTRO PRENSA



APLICACIÓN:

Este manual describe el funcionamiento, operación, mantenimiento y seguridad de un filtro prensa, utilizado para procesos de filtración de mezclas sólido-líquido. El contenido está orientado a operadores y técnicos que requieran conocer el procedimiento correcto de armado, filtrado y limpieza del equipo.

Descripción técnica:

El filtro prensa es un equipo de separación sólido-líquido compuesto por un conjunto de placas filtrantes también conocidas como (porta placas) que van colocados entre una placa fija y una placa móvil. El cierre se realiza manualmente mediante un sistema de

tornillo y timón. Cada placa incorpora un medio filtrante (tela o papel filtrante) que retiene los sólidos de la mezcla mientras permite el paso del líquido clarificado.

Características generales:

- **Área efectiva total de filtración:** 1,6 m².
- **Tipo de accionamiento:** Manual por timón.
- **Presión máxima de trabajo:** 5 bar.
- **Material de placas:** Politetrafluoruro de etileno (PTFE).
- **Estructura:** Acero dulce, acero galvanizado.
- **Medio filtrante:** Membrana polimérica (acetato de celulosa).
- **Recubrimiento de las partes internas placas:** acero inoxidable AISI 304.
- **Almacenamientos de la mezcla:** tachos de 100l.
- **Bandeja recoge gotas:** acero inoxidable AISI 304.
- **Filtración recomendada:** 100 l en cada ciclo de filtración.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El filtro prensa opera bajo el principio de filtración a presión. El equipo se sella herméticamente mediante la compresión del paquete de placas, efectuada por la acción de fuerza humana en el timón el cual ajustara la placa fija la cual va conectada con un tornillo, garantizando la estanqueidad y evitar que el goteo sea lo más mínimo posible.

La mezcla sólido-líquido es introducida a presión por la bomba de alimentación, a altas presiones la cual obliga al líquido a atravesar el medio filtrante, el cual retiene los sólidos y permite la salida del filtrado clarificado, los sólidos retenidos se acumulan formando una torta en las cámaras de filtración, el ciclo concluye en el momento donde se acaba de filtrar lo que se desee, seguidamente se procede a liberar el cierre hermético del filtro y se procede a la descarga de la torta que se forma en el medio filtrante.

Etapas principales:

- **Alimentación:** La mezcla se bombea hacia el filtro prensa.
- **Retención:** La torta se forma en las cámaras de filtración quedando retenidas en el medio filtrante.
- **Descarga:** Se libera el timón, se separan las placas y se descarga la torta de la mezcla.

OPERACIÓN DEL EQUIPO

1. Verificar que el filtro esté limpio y armado correctamente.



2. Colocar los medios filtrantes en cada placa, asegurando su correcto centrado y posteriormente colocar en los soportes centrales del filtro prensa.



3. Apretar las placas mediante el timón en sentido horario, hasta lograr un sellado firme ojo siempre que se proceda a comprimir es muy importante mojar la armazón de los medios filtrantes con las placas para así lograr una mejor compresión de los mismos.



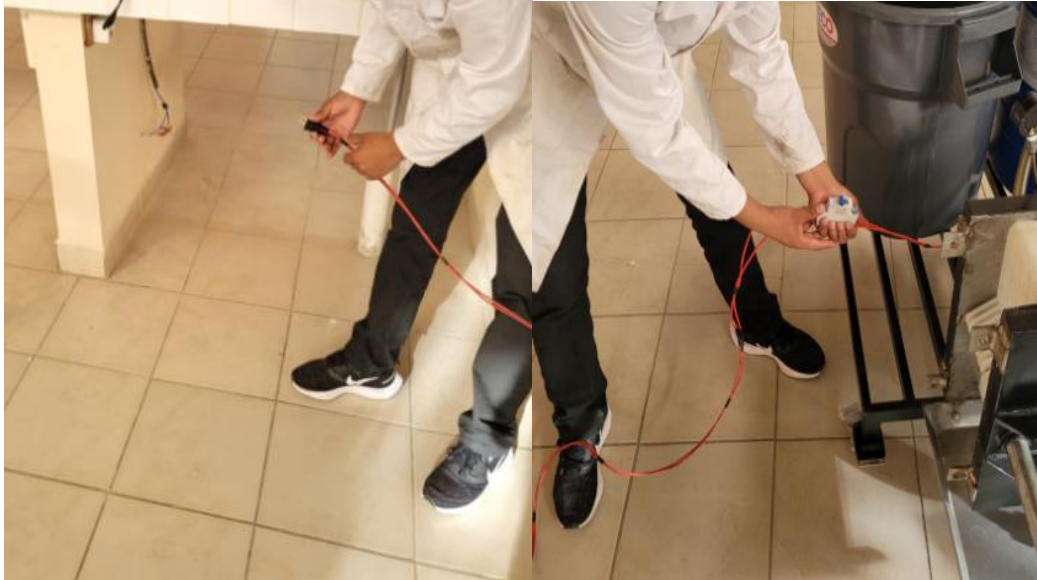
4. Verificar que las válvulas de bola se encuentren cerradas como la de alimentación y de descarga.



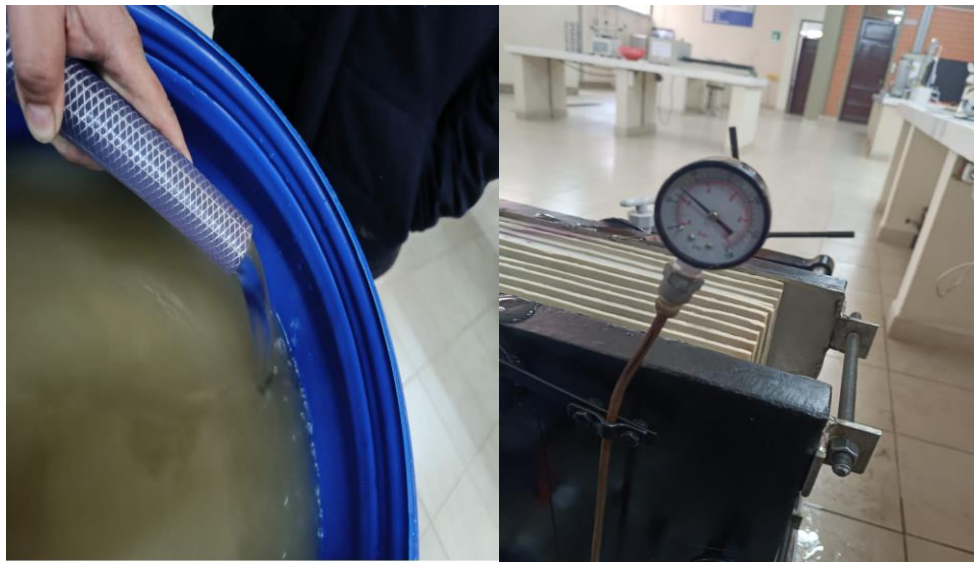
5. Conectar la bomba al filtro y así mismo al tacho donde se almacena la mezcla a filtrar, y proceder a abrir la válvula que alimenta al filtro prensa.



6. Posteriormente conectar la bomba a energía eléctrica, para inicio al ciclo de filtración.



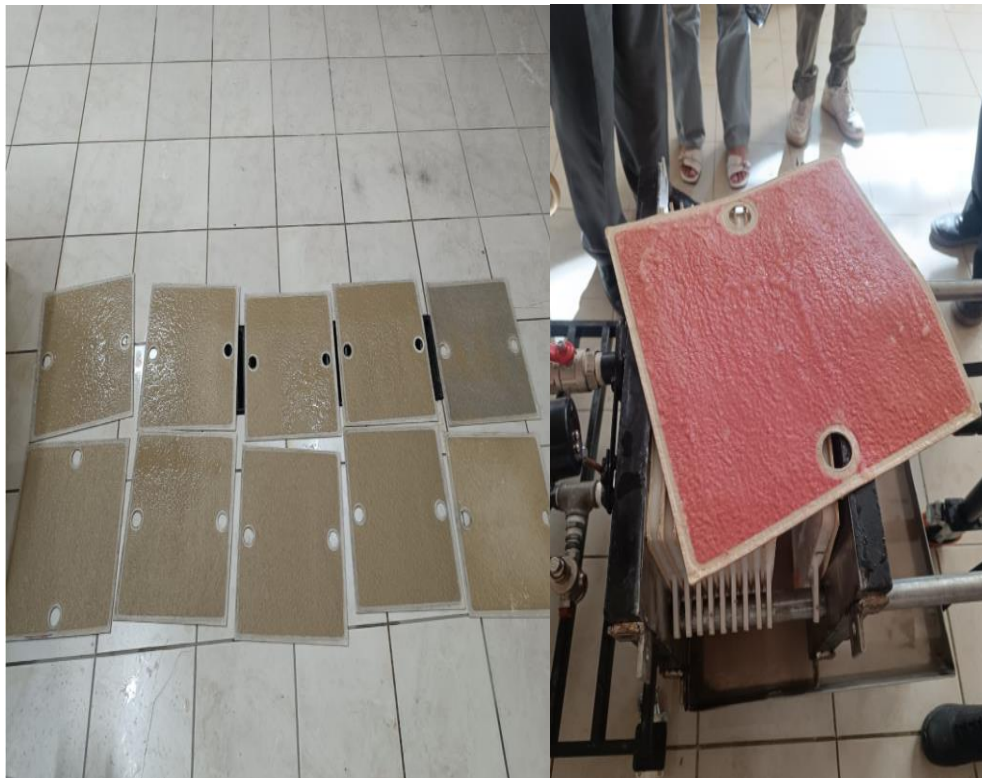
7. Supervisar el flujo de salida del filtrado bien en la descarga o también utilizar las tomas de muestra y la presión durante el ciclo de filtración, siempre realizar una recirculación de la mezcla a filtrar durante 1 min aproximadamente para que se forme la torta y se pueda filtrar de manera más eficiente el proceso, visualmente se observara que el líquido filtrado clarificado, en ese momento termina la recirculación y se puede filtrar normalmente.



8. Una vez completado el ciclo, detener la bomba y liberar la presión girando el timón en sentido anti horario.



9. Separar las placas para retirar la torta que se forma en cámaras de filtración.



Recomendaciones importantes a tomar en cuenta durante el ciclo de filtración.

- Mojar las cámaras de filtración mientras se va comprimiendo con el timón.
 - Si hay fugas del líquido durante el ciclo de filtración ya sea por las partes laterales, utilizar las varillas roscadas que van en las partes laterales de las placas para mejor compresión de la placa móvil.
 - Si la mezcla se precipita rápido, es importante durante el ciclo de filtración agitar de manera constante el tacho donde se almacena la mezcla a filtrar
1. **Cierre:** Compresión del paquete de placas para sellado.
 2. **Alimentación/Filtración:** Inyección de la suspensión y formación de la torta por retención de sólidos.
 3. **Descarga:** Liberación de la compresión y extracción de la torta.

Mantenimiento del filtro prensa

El mantenimiento del filtro prensa tiene por objeto garantizar su correcto funcionamiento, prolongar la vida útil de los componentes y prevenir fallas operativas. Se recomienda establecer un plan periódico que incluya inspecciones visuales, limpieza, lubricación y verificación de los elementos mecánicos e hidráulicos.

- **Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo debe realizarse de forma rutinaria antes, durante y después de las operaciones.

Actividad	Frecuencia	Procedimiento	Observaciones
Limpieza general del equipo	Luego de su uso	Retirar residuos sólidos de las placas, marcos y superficie del bastidor con agua a presión moderada.	Evitar chorros de alta presión sobre juntas o sellos.
Inspección de juntas y empaques	Semanal	Verificar el estado de sellos de goma o neopreno, sustituyendo aquellos que presenten desgaste o grietas.	No utilizar solventes agresivos.
Revisión del sistema de cierre y tornillo sin fin	Semanal	Aplicar grasa multipropósito o lubricante industrial a las roscas y cojinetes.	Grasa de grado alimenticio.
Limpieza del medio filtrante	Según uso	Lavar o reemplazar el paño filtrante; verificar que no presente roturas ni incrustaciones.	Un medio sucio o roto afecta la eficiencia.
Inspección del sistema de alimentación	Mensual	Revisar válvulas, conexiones y mangueras de presión. Sustituir elementos corroídos.	Comprobar que no existan fugas.
Revisión estructural del bastidor	Trimestral	Inspeccionar soldaduras y alineación de la placa móvil. Ajustar si hay holguras.	Consultar tolerancias en plano técnico.

- **Mantenimiento correctivo**

Se ejecuta cuando se detectan fallas, fugas o disminución del rendimiento. Entre las acciones principales se incluyen:

- Sustitución de placas o marcos deformados o rotos.
- Cambio de juntas o sellos con pérdida de estanqueidad.
- Reparación de válvulas o mangueras deterioradas.
- Sustitución de rodamientos o ejes del sistema de cierre.
- Alineación de la placa móvil mediante verificación de paralelismo.

V.2. GUÍA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO: FILTRACIÓN A PRESIÓN EN FILTRO PRENSA

Carrera: Ingeniería Química – Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

Asignatura: Operaciones Unitarias

Equipo: Filtro Prensa de placas (Equipo didáctico del Laboratorio de Operaciones Unitarias)

1. Objetivos de la práctica

1.1. Objetivo general

Desarrollar en el estudiante la capacidad de analizar, operar y evaluar técnicamente un proceso real de filtración sólido-líquido mediante un filtro prensa a presión constante, integrando fundamentos teóricos, manejo seguro del equipo, adquisición de datos experimentales confiables y tratamiento riguroso de resultados con criterios de ingeniería.

1.2. Objetivos específicos

- Operar correctamente un filtro prensa a escala piloto, aplicando normas de seguridad industrial y procedimientos estandarizados de arranque, operación y parada.
- Medir experimentalmente la relación entre tiempo de filtración y volumen de filtrado bajo condiciones de presión constante.

- Determinar la resistencia del medio filtrante (R_m) a partir de datos experimentales.
- Calcular la resistencia específica de la torta (α) para diferentes sistemas sólido-líquido.
- Evaluar la influencia de la presión de operación (ΔP) sobre la velocidad de filtración.
- Comparar los valores experimentales obtenidos con datos bibliográficos reportados en la literatura.
- Identificar y cuantificar las principales fuentes de error experimental y su impacto sobre los resultados.
- Elaborar un informe técnico con estructura y rigor de ingeniería, aplicando correctamente el tratamiento matemático de datos.

2. Materiales y reactivos

- Suspensión sólida (arcilla, pulpa vegetal, carbonato de calcio, etc.)
- Agua destilada
- Agua de grifo
- Cronómetro
- Probeta graduada
- Balanza analítica
- Estufa de secado
- Termómetro
- Espectrofotómetro
- Celdas para espectrofotometría
- Vasos de precipitado

3. Procedimiento experimental general

3.1. Preparación de la curva de calibración en espectrofotómetro

1. Preparar una suspensión madre de sólido-agua con concentración conocida.

2. A partir de esta suspensión, preparar al menos cinco (5) diluciones con diferentes concentraciones de sólidos.
3. Encender el espectrofotómetro y dejar estabilizar por 10 minutos.
4. Seleccionar la longitud de onda característica del sistema sólido-líquido.
5. Calibrar el equipo con agua destilada (blanco).
6. Medir la absorbancia de cada dilución.
7. Registrar los valores de absorbancia y concentración.
8. Construir la curva A vs C.
9. Determinar la ecuación de la recta y el coeficiente de correlación (R^2).
10. Verificar que $R^2 \geq 0.8$ para validar el método.

3.2. Preparación de la suspensión de trabajo

1. Preparar el volumen total de suspensión requerido para la filtración.
2. Determinar la concentración real mediante espectrofotometría siguiendo la curva de calibración.
3. Homogeneizar la mezcla mediante agitación constante antes de la filtración.

3.3. Ensamble y verificación del equipo

1. Verificar limpieza de placas y medio filtrante.
2. Colocar correctamente el medio filtrante (lado corrugado hacia cámara).
3. Alinear las placas en el bastidor.
4. Ajustar el cierre mediante el tornillo principal.
5. Verificar conexiones hidráulicas y eléctricas.

3.4. Ejecución de la filtración

Apertura de Válvulas: Abrir completamente la válvula de bola principal de alimentación. Asegurarse de que la válvula de alivio está calibrada y funcional.

Puesta en Marcha de la Bomba: Conectar la bomba centrífuga a la alimentación eléctrica y activarla. El flujo comenzará a circular desde el tanque de alimentación, a través del sistema de tuberías, hacia el interior del filtro prensa.

Recirculación Inicial (Formación de Pre-capa): Durante los primeros 30 a 60 segundos, se debe mantener el filtrado en recirculación hacia el tanque de alimentación. Esto se logra desviando el flujo de salida. El objetivo es permitir la formación de una capa inicial estable de sólidos sobre el medio filtrante, lo cual reduce la purga inicial y define de manera reproducible la resistencia inicial del medio (R_m). Este paso es crítico para obtener datos consistentes con la teoría de filtración con formación de torta.

Inicio de la Toma de Datos: Una vez observado que el efluente de recirculación presenta una claridad constante (indicativo de una pre-capa formada), se redirige el flujo hacia el tanque de filtrado limpio. En este instante ($t = 0$), se activa el cronómetro.

3.5. Finalización del ciclo

Parada del sistema: Cierre de la válvula de alimentación, apagado de la bomba, liberación de presión residual a través de la válvula de purga o alivio.

Apertura del filtro: Liberación del mecanismo de cierre (giro del timón en sentido anti horario), separación cuidadosa de la placa móvil.

3.6. Limpieza, acondicionamiento y registro de datos

Limpieza de componentes: Lavado de los medios filtrantes, placas y bandeja con agua a presión moderada.

Revisión y almacenamiento: Inspección del estado del medio filtrante para detectar posibles daños. Secado de componentes si no se usarán inmediatamente. Dejar el equipo en condiciones seguras para la próxima operación (válvulas cerradas, presión liberada, desconectado).

Registro de datos: Completar la toma de datos con todos los parámetros operativos y observaciones y proceder con los cálculos requeridos por el docente que imparte la materia en la que se realizó esta práctica experimental.

ANEXO VI

TABLAS Y GRÁFICOS

Tabla IV.1. Longitudes equivalentes (expresadas en metros de tubería rectilínea)

Diámetro D		Codo 90° Radio largo	Codo 90° Radio medio	Codo 90° Radio corto	Codo 45°	Curva 90° R/D – 1(1/2)	Curva 90° R/D - 1	Curva 45°	Entrada Normal
mm	pulg.								
13	1/2	0.3	0.4	0.5	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2
19	3/4	0.4	0.6	0.7	0.3	0.3	0.4	0.2	0.2
25	1	0.5	0.7	0.8	0.4	0.3	0.5	0.2	0.3
32	1 1/4	0.7	0.9	1.1	0.5	0.4	0.6	0.3	0.4
38	1 1/2	0.9	1.1	1.3	0.6	0.5	0.7	0.3	0.5
50	2	1.1	1.4	1.7	0.8	0.6	0.9	0.4	0.7
63	2 1/2	1.3	1.7	2.0	0.9	0.8	1.0	0.5	0.9
75	3	1.6	2.1	2.5	1.2	1.0	1.3	0.6	1.1
100	4	2.1	2.8	3.4	1.5	1.3	1.6	0.7	1.6
150	6	3.4	4.3	4.9	2.3	1.9	2.5	1.1	2.5
200	8	4.3	5.5	6.4	3.0	2.4	3.3	1.5	3.5
250	10	5.5	6.7	7.9	3.8	3.0	4.1	1.8	4.5

Fuente: (Acevedo, Álvarez., 1975)

Tabla VI.2. Longitudes equivalentes (expresadas en metros de tubería rectilínea)

Diámetro D		Entrada de Borda	Válvula de compuerta abierta	Válvula tipo globo abierta	Válvula de ángulo abierta	Paso directo	Salida lateral	Salida bilateral	Válvula de pie
mm	pulg.								
13	1/2	0.4	0.1	4.9	2.6	0.3	1.0	1.0	3.6
19	3/4	0.5	0.1	6.7	3.6	0.4	1.4	1.4	5.6
25	1	0.7	0.2	8.2	4.6	0.5	1.7	1.7	7.3
32	1 1/4	0.9	0.2	11.3	5.6	0.7	2.3	2.3	10.0
38	1 1/2	1.0	0.3	13.4	6.7	0.9	2.8	2.8	11.6
50	2	1.5	0.4	17.4	8.5	1.1	3.5	3.5	14.0
75	3	2.2	0.5	26.0	13.0	1.6	5.2	5.2	20.0
100	4	3.2	0.7	34.0	17.0	2.1	6.7	6.7	23.0
125	5	4.0	0.9	43.0	21.0	2.7	8.4	8.4	30.0

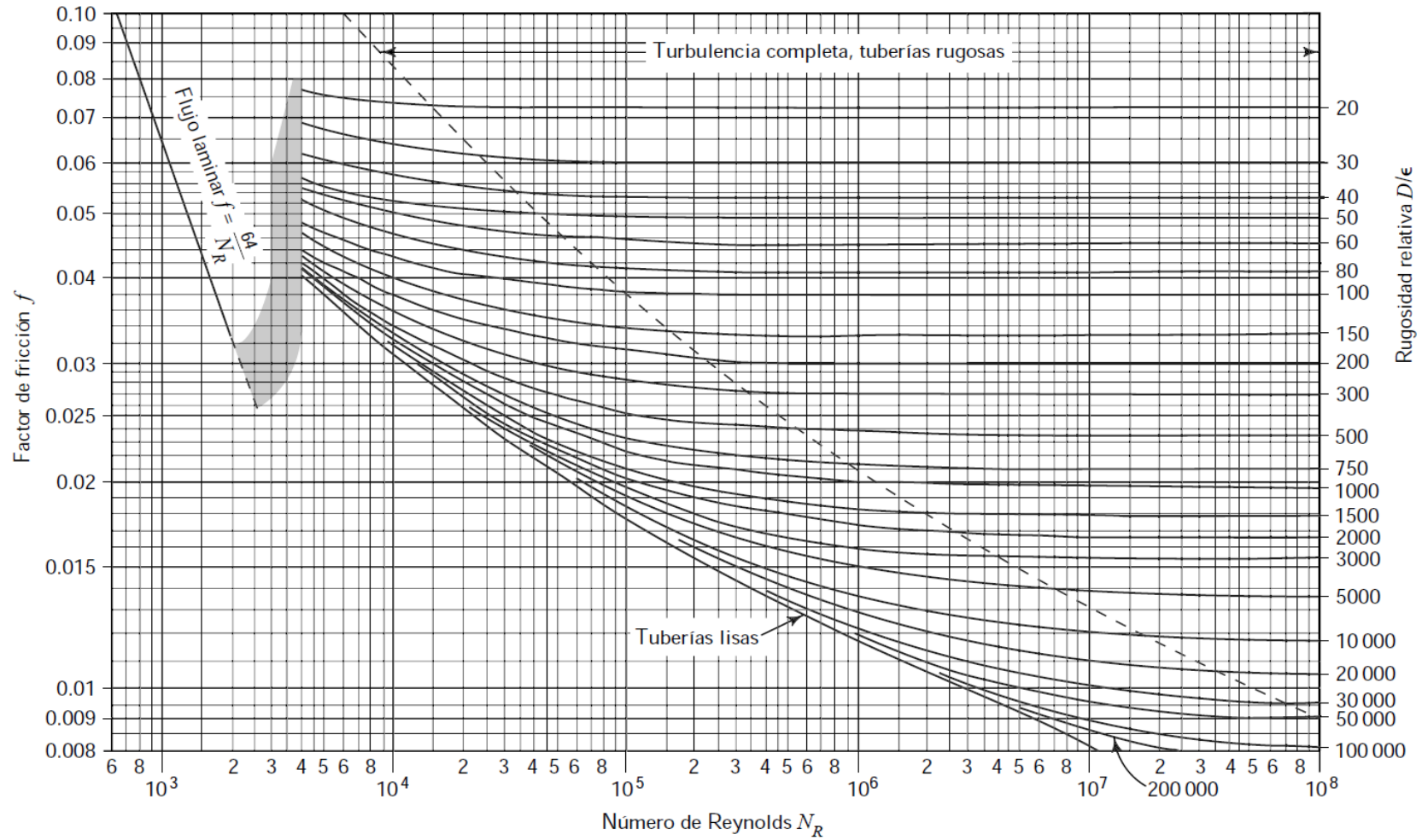
Fuente: (Acevedo, Álvarez., 1975)

Tabla IV.3. Longitudes equivalentes (expresadas en metros de tubería rectilínea)

Diámetro D		Salida de tubería	Válvula de retención tipo liviana	Válvula de retención tipo pesado
mm	pulg.			
13	1/2	0.4	1.1	1.6
19	3/4	0.5	1.6	2.4
25	1	0.7	2.1	3.2
32	1 1/4	0.9	2.7	4.0
38	1 1/2	1.0	3.2	4.8
50	2	1.5	4.2	6.4
63	2 1/2	1.9	5.2	8.1
75	3	2.2	6.3	9.7
100	4	3.2	6.4	12.9
125	5	4.0	10.4	16.1

Fuente: (Acevedo, Álvarez., 1975)

Gráfico VI.1. Diagrama de Moody



Fuente: (Mott, R. L. 2006).