



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

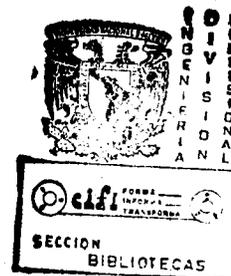
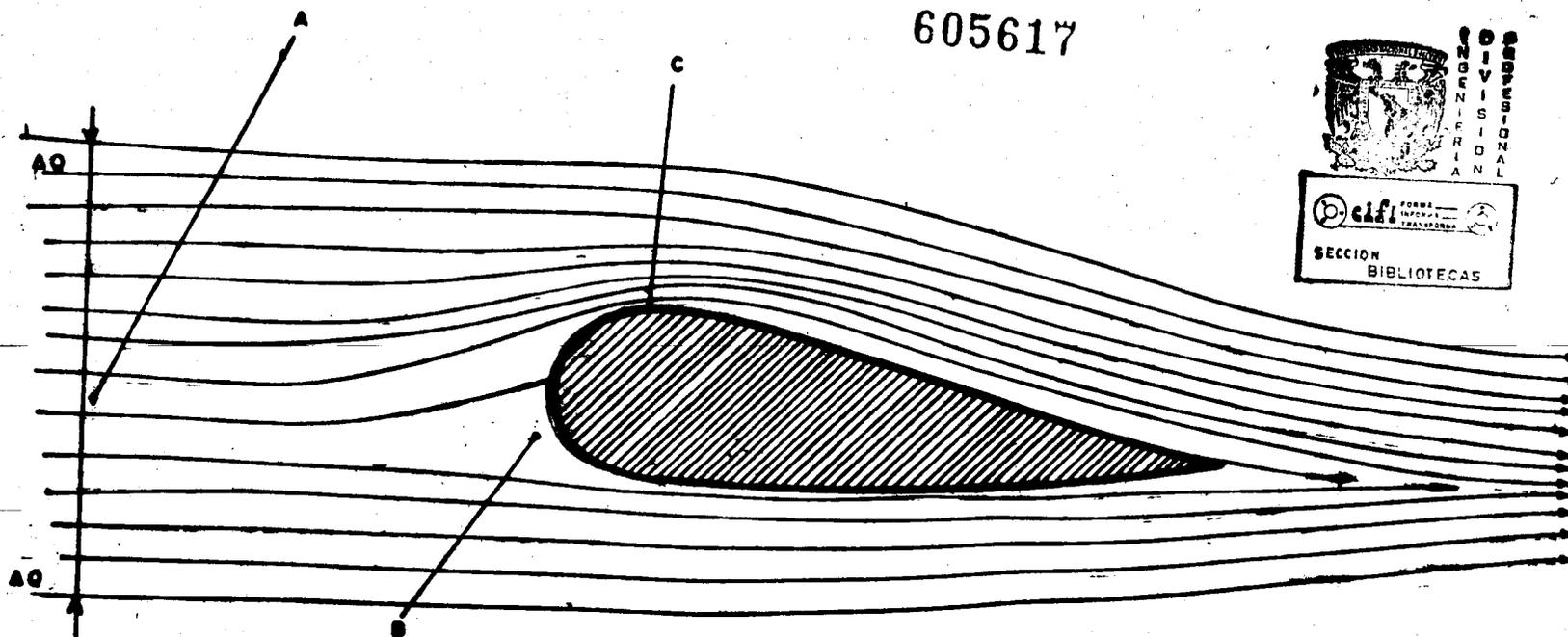
**PRACTICAS DE LABORATORIO DE MECANICA DE
FLUIDOS I.**

①

PRACTICAS DE LABORATORIO

MECANICA DE FLUIDOS I

605617



OBJETIVOS

Al término del presente semestre, dentro de éste laboratorio tu habrás adquirido conocimientos prácticos referentes a la mecánica de fluidos.

Manejarás con facilidad la ecuación de la Energía ó de Bernoulli en todos sus casos.

Serás capaz de determinar los parámetros más importantes de un fluido como son:

- Su velocidad
- Su viscosidad
- Su densidad relativa
- Su tipo de flujo, etc.

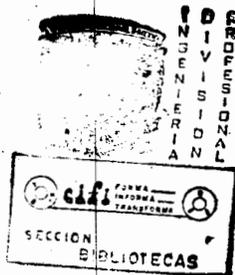
605617

Habrás realizado algunas visitas a industrias para complementar tu conocimiento respecto a la materia.

En virtud de que es imposible compaginar la clase teórica con las prácticas del laboratorio, hemos llegado a considerar éstas independientes de la teoría y por ello es necesario preparar cada práctica. Para mayor facilidad se agrega una breve bibliografía de consulta al final de cada práctica y así obtener el mejor aprovechamiento del laboratorio.

Serán bienvenidas todas las preguntas que les surjan con relación a la materia ó a cualquier otro tema; nosotros no pretendemos poseer todo el conocimiento que del laboratorio se puede desprender, por eso mismo requerimos para la solución de problemas de tu cooperación.

Cualquier sugerencia conforme a deficiencias del curso, así como posibilidades de mejorar los resultados del mismo, Háganlas sin prejuicios ó temores, sino con la confianza de que se da entre compañeros.



REQUISITOS PARA ACREDITAR EL LABORATORIO
Y SISTEMA DE EVALUACION CORRESPONDIENTE.

- 1.- Las prácticas se realizarán por brigadas con cuatro personas como máximo.
- 2.- El reporte de las prácticas es OBLIGATORIO y POR BRIGADA, se entregará en la siguiente sesión.
- 3.- Con tres faltas ó seis retardos se reprueba el laboratorio.
- 4.- Es necesario realizar cuando menos dos visitas a industrias ó sistemas hidroeléctricos , ya sea en las que se realizarán por parte del laboratorio ó bien por cuenta propia.
- 5.- Alumno que no aparezca en listas no se le dará calificación.
- 6.- Se llamará a lista 15 minutos después de iniciada la practica y 10 minutos mas tarde el retardo será falta definitiva.
- 7.- Se exigirá el cuestionario correspondiente a la práctica por realizar con lo cual se pasará lista .
- 8.- Las prácticas serán calificadas y entregadas a la semana siguiente a los alumnos para observar errores ; los mismos , luego de analizarlas las devolverán al finalizar la práctica.
- 9.- Habrá un examen final con dos calendarios, A y B; el examen constará de dos problemas (70%) y seis preguntas teóricas (30%) restante. SE REQUIERE APROBAR EL EXAMEN PARA ACREDITAR EL LABORATORIO .
- 10.- El examen se resolverá en la próxima clase y se dará una semana para posibles reclamaciones.
- 11.- Los porcentajes de la evaluación final sera como sigue:

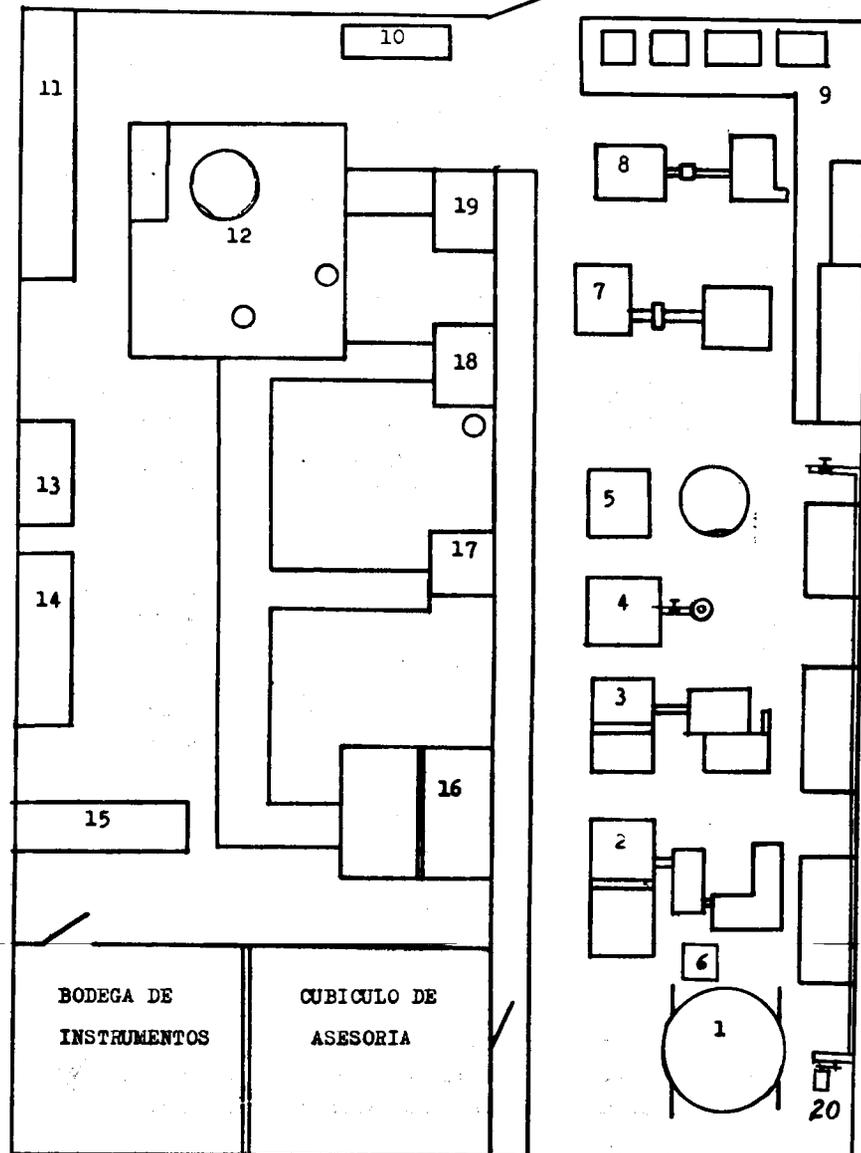
Prácticas	40%
Examen	40%
Visitas	20%

Las preguntas del cuestionario correspondiente a cada práctica que tengan un asterisco, deberán ser entregadas junto con los cálculos realizados.

DIAGRAMA DEL LABORATORIO

DIAGRAMA DEL LABORATORIO. SIMBOLOGIA.

1. Experimento de Reynolds.
2. Bomba centrífuga de flujo radial.
3. Bomba centrífuga de flujo mixto, con flecha horizontal.
4. Bomba centrífuga de flujo mixto para pozo profundo.
5. Bomba centrífuga de flujo axial.
6. Sistema para probar el golpe de ariete.
7. Bomba de pistones.
8. Bomba de engranes.
9. Conjunto de bombas seccionadas.
10. Prototipo de turbina Pelton.
11. Tableros de control para las bombas que alimentan el tanque de carga constante, turbina Pelton y Kaplan y flujo de aire para pérdidas por fricción.
12. Bombas para el tanque de carga constante.
13. Compresor de aire.
14. Pruebas hidrostáticas.
15. Turbosoplador.
16. Chiflón.
17. Turbina Pelton.
18. Turbina Kaplan.
19. Turbina Francis.
20. Turbosoplador para pérdidas en tuberías y accesorios.



4

α-4

3

α-3

Instrucciones Para el uso de Instrumentos de Medición

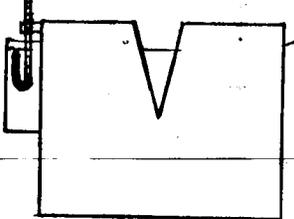
Cualquier daño causado por los alumnos será repuesto por los mismos, por lo tanto, revise al recibir los instrumentos, su buen estado, en caso contrario, reportelo de inmediato.

Cronómetro

Este tiene dos perillas, úsese únicamente la superior, todo el recorrido de la caratula abarca 30 seg.; la indicación de minutos está en la carátula pequeña. Manéjelo con cuidado, evite golpearlo para no dañar su mecanismo.

Limanómetro

Este aparato sirve para medir profundidades y en combinación con el vertedor podemos medir ó aforar el gasto de las turbomáquinas del laboratorio. Cada bomba Centrifuga tiene un vertedor que obedece una ley y el único dato requerido para saber el gasto es precisamente la altura del nivel, misma que mide éste aparato



Posee pues una escala en cm. con un Vernier. Una vez fija cierta abertura de válvula, se espera a que el flujo sea estable o sea que la punta del aparato "no se la coma" el nivel del agua. El gancho debe estar totalmente sumergido y solo debe salir apenas la punta.

FORMATO DE LA PORTADA DEL REPORTE

FECHA DE ENTREGA _____ MATERIA _____

DIA Y HORARIO _____

BRIGADA NUMERO _____ PRACTICA NUMERO _____

GRUPO _____

INTEGRANTES DE LA BRIGADA: _____

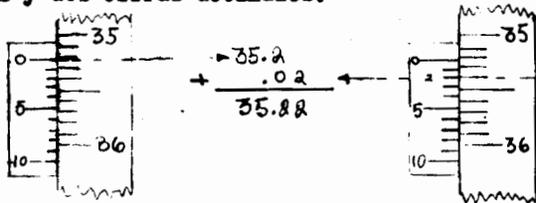
PARA MAYOR FACILIDAD LEE CUIDADOSAMENTE TODO EL INSTRUCTIVO ANTES DE INICIAR EL CURSO.

LAS PREGUNTAS CON ASTERISCO DEBEN ENTREGARSE DESPUES DE EFECTUADA LA PRACTICA, JUNTO CON EL REPORTE DE LA MISMA.

"DICHOSOS LOS QUE TIENEN HAMBRE Y SED DE JUSTICIA"

JESUCRISTO

Entonces se realiza la medición; primero se lee la escala de la barra grande hasta el cero del Vernier, dándonos dos cifras enteras y una decimal, después se busca en la escala del Vernier (del 1 al 10) cuál raya coincide con alguna del lado de la barra y así poder dar la otra fracción decimal, o sea que la lectura deberá darse con dos cifras enteras y dos cifras decimales.



El Limnómetro tendrá una "tara" indicada que deberemos descontar de la lectura obtenida; si no existe alguna indicación, ésta deberá tomarse como cero. Para fines de cálculo deberá traducirse la lectura de cm. a metros para introducirla en la fórmula correspondiente y obtener el Gasto en m^3/seg .

No haga caso de una segunda escala que existe a la izquierda de la escala pequeña del Vernier.

Tubo de Pitot

Aparato de medición para determinar velocidades de fluidos. Para el caso del agua, éste se encuentra dentro de la boquilla que se coloca a la salida del Chiflón y la recomendación que hacemos es de que se purge la manguera que lleva la señal de presión, además de checar que ésta no tenga obstrucciones como pueden ser: alguna basura ó alguna dobléz de la manguera. Para el caso de medición de aire, es importante que el tubo esté paralelo a las líneas de corriente y mantenerle firme y un poco separado de la boca de salida (fluidos II y turbo), no así para el caso de fluidos I en que es necesario tener el Pitot en contacto con la salida.

Vertedor

Mide el gasto en función de la altura alcanzada por el líquido sobre el vértice del vertedor. Existen varias fórmulas para calcular el gasto dependiendo del tipo de vertedor y el acabado del mismo.

Psicrómetro de honda. (Cuando el higrómetro no está fijo)

Satúrese la mecha, cúbrase el bulbo con agua a la temperatura ambiente; después gírese el instrumento por 15 ó 20 segundos, sosteniéndolo lejos del cuerpo. Párese y léase la t_{bh} ; entonces repítase la operación de girarlo hasta que dos o más lecturas del termómetro de bulbo húmedo concuerden con la más baja indicación obtenida. La mecha debe mantenerse perfectamente limpia y completamente saturada, para asegurar la indicación precisa.

Si las temperaturas son menores de 10°C , conviértase a $^{\circ}\text{F}$ y utilice las tablas correspondientes.

A temperaturas abajo de 0°C , no hay capilaridad del agua, por lo tanto moje directamente el bulbo y ya que se haya formado una capa de hielo haga circular una corriente de aire. La exactitud no es tan buena como cuando se trabaja a temperaturas positivas.

Estroboscopio

Se utiliza para ver de manera estática un objeto en movimiento cíclico. Por ejemplo, dispositivos giratorios u oscilantes. El estroboscopio da destellos a determinada frecuencia, que se puede ajustar mediante una perilla. Así, cuando la frecuencia del destello coincide con la del aparato en movimiento, la imagen en la retina del ojo aparece como estática y entonces es posible visualizar un fenómeno que de otro modo sería imposible apreciar.

Manómetros.

Deben fijarse químicamente en las unidades que están indicadas en los mismos, tanto en el rango de presión positiva, como negativa.

Medidor de gasto

En las tuberías de admisión de las turbinas Kaplan y Pelton existe un venturi por medio del cual se lleva la señal a un transductor que dará el gasto directamente en una carátula graduada en litros/seg.

Es necesario purgar el venturímetro antes de tomar las lecturas.

La purga consiste en dejar salir el aire existente en la tubería, aflojando los tornillos que dicen "purga" en la parte posterior del transductor, con la palanca que hay en el costado bajada. Después de 20 segundos, apriete de nuevo los tornillos y suba la palanca lateral para empezar a tomar lecturas.

Termómetro

Existen en el Laboratorio de dos tipos: Los de mercurio, con un rango de temperaturas de -20 a 110 °C; y el de carátula, entre 0 y 100 °C. Integrado al termómetro se tiene una escala que mide la humedad relativa (aguja roja).

Higrómetro

Tipo Mason; que consta de dos termómetros de mercurio, uno de ellos tiene el bulbo enfundado en una mecha, que se introduce en un frasco para que, por capilaridad, se mantenga húmedo. Importante llenar el recipiente con agua destilada, lávese frecuentemente. Para exactitud en las lecturas, cuando el higrómetro está fijo, debe hacerse circular una corriente de aire, ya sea con un abanico o con un ventilador durante un minuto o más e inmediatamente tomar la temperatura de bulbo húmedo (t_{bh}) y luego la de bulbo seco (t_{bs}).

Para conocer la humedad relativa del ambiente (ϕ), se entra a las tablas con la t_{bh} y la t_{bs} ; en la intersección del renglón y la columna correspondiente se localiza la humedad relativa. Por ejemplo, en la tabla de la página 8 con $t_{bh}=25^{\circ}\text{C}$ y $t_{bs}=39^{\circ}\text{C}$, leemos $\phi = 32\%$.

Tacómetro:

Los que poseemos en el Laboratorio son de tipo manual, con carátula y con tres rangos de velocidades: de 40 a 500 rpm; 400 a 5 000 y 4000 a 50 000 rpm. Estos rangos se fijan mediante un disco y para las mediciones que se efectúan aquí el rango indicado es de 400 a 5 000 rpm. Si desconoce por completo la velocidad a medir, ponga siempre el rango más elevado y sucesivamente vaya disminuyendo hasta lograr el adecuado.

Antes de aplicar el tacómetro a la flecha motriz, debe acoplársele a su extremo un adaptador de hule. Debe tener cuidado de no maltratarlo y al efectuar las mediciones no debe ejercer demasiada presión contra la flecha, para evitar la destrucción rápida del hule. El tacómetro indica correctamente la velocidad con tan solo hacer contacto suavemente con la flecha.

Los tacómetros así mismo, tienen una pequeña flecha con extensión y una rueda, para medir velocidades lineales en bandas; estos accesorios usualmente no se usan en las prácticas que se realizan aquí.

Piezómetros:

Estos son los dispositivos más simples para medir presiones y consisten esencialmente de un tubo o manguera en forma de "U", que se conecta por un lado a la sección en la que se quiera medir la presión. En general tienen un líquido de diferente peso específico al que se va a medir, para aumentar o disminuir la diferencia de alturas en las columnas, según se requiera. En algunos casos el piezómetro es sólo un tubo vertical en el cual el nivel a que llega el mismo líquido que se maneja nos da la presión (expresada en unidades de longitud de la columna del fluido). En todos los casos se debe tener la

precaución de revisar cuidadosamente los piezómetros para evitar que contengan burbujas de aire dentro de la columna de líquido y si este sucede, purgarlos; esto es, sacarles dichas burbujas.

Báscula:

Aun cuando todos las conocen, las lecturas deben hacerse tomando el número de kilogramos indicado en la ventanilla próxima anterior a la fracción que indique la aguja (en sentido contrario al de la aguja indicadora de la báscula).

**" NADIE LLEGA A SER HOMBRE SI NO HA DESCUBIERTO
ALGO POR LO CUAL ESTA DISPUESTO A DAR SU VIDA "**

JEAN PAUL SARTRE



ALGUNAS INDICACIONES PARA LA EXPERIMENTACION

(Basado en Experimental methods for engineers
de Holman)

El control en cualquier experimento es de gran importancia. El principio físico, el aparato, o el fenómeno por investigar indicarán las variables a determinar, las cuales deben ser controladas cuidadosamente para lograr una solución exitosa. Además del control de las variables en estudio, es necesario realizar una especie de ruta crítica para todo el proyecto, estimando tiempo de planeación, diseño, construcción e investigación sobre el mismo, para la conclusión total del experimento. Se proporcionan a continuación algunas indicaciones generales sobre como experimentar.

I. GENERALIDADES.

- A. Establecer la razón del experimento, el objetivo general.
- B. Disponer la información, posibilidades económicas y requerimientos de tiempo y equipo.
- C. Enfoque el experimento de acuerdo a las noticias e informaciones actuales, así como estimar razonablemente el tiempo disponible para su realización.

II. PRINCIPIOS DE LA PLANEACION DETALLADA DEL EXPERIMENTO.

Enuncie claramente los objetivos del experimento (verifique el modelo por producir, el análisis teórico, etc.). Si el experimento o experimentos son similares a aquellos que previamente se hayan investigado, asegurarse de utilizar la experiencia lograda en trabajos anteriores. Nunca descarte la posibilidad de que el trabajo haya sido hecho antes y reportado en la literatura técnica.

III. PLANEACION.

- A. Establecer las variables primarias que deben ser medidas (fuerza, presión, flujo, temperatura, etc.).

B. Determine tan cerca como sea posible la exactitud que se requerirá en las mediciones primarias y el número de tales mediciones que sean necesarias para el análisis de datos.

C. Efectúe una selección de las variables obtenidas mediante el análisis teórico, antes de proceder con el experimento, agrupando aquellas que sean significativas para el problema.

D. Analizar los posibles errores en los resultados futuros antes que los experimentos se realicen, de manera que la exactitud requerida en las distintas mediciones pueda cambiarse si fuera necesario.

IV. SELECCION DE EQUIPO.

Se elige el equipo para las diferentes mediciones de acuerdo a los requerimientos de exactitud previamente determinados y a la disponibilidad y recursos económicos con que se cuenta.

V. ANALISIS DE VARIABLES.

Reunir datos y proceder a un análisis preliminar de los mismos para asegurar que el experimento va conforme a lo planeado. Modificar el aparato experimental y/o proceder de acuerdo a los resultados del análisis anterior.

VI. VALORACION GLOBAL DE RESULTADOS.

Agrupe todos los datos experimentales logrados y analice los cuidadosamente para obtener conclusiones válidas.

VII. PRESENTACION DEL INFORME.

Organice, discuta y publique sus descubrimientos y resultados de los experimentos, incluyendo la información recopilada en los puntos anteriores. Recuerde que el informe de un trabajo debe incluir:

- El prototipo o modelo (si se le pide la construcción)
- Teoría y cálculos en los que se apoya el diseño.
- Descripción del funcionamiento del dispositivo.
- Exposición de los resultados obtenidos en forma ordenada. Por medio de gráficas, o cualquier otro medio que sea explícito.
- Bibliografía.
- Conclusiones o sugerencias derivadas del estudio.

EQUIVALENTES DE ALGUNAS UNIDADES

1 m	= 3.2808 pies = 39.37 pulgadas
1 m ³	= 1 000 litros = 264.18 galones
1 galón	= 3.785 litros
1 l/s	= 15.85 gpm
1 gpm	= 0.063 l/s
1 Pa	= Pascal = 1 N/m ²
1 bar	= 1.0197 Kgf/cm ² = 14.414 psi (lb/pulg ²)
1 bar	= 75.108 cm Hg = 10 N/cm ² = 10 ⁵ Pa
1 N/cm ²	= 7.31 cm Hg
1 cm Hg	= 13.6 cm H ₂ O
1 Kgf/cm ²	= 9.8 N/cm ²
1 atm	= 1.03322 Kgf/cm ² = 14.7 psi = 76 cm Hg
1 Joule	= 1 Nm = 0.102 Kgf-m = 0.738 lb-ft
1 J/s	= 1 W = 1 Nm/s
1 KJ/s	= 1 KW = 102 Kgf-m/s = 1.34 HP
1 CV	= 735 W = 75 Kgf-m/s = 0.735 KW

Unidades y abreviaturas más utilizadas en laboratorio

metro	= m	longitud l (m)	densidad ρ (Kg/m ³)
micra	= μ	altura h (m)	dens.rel. d ()
litro	= l	radio r (m)	fuerza F (N)
segundo	= s	diámetro d (m)	fuerza grav. G, W (N)
minuto	= min.	área A (m ²)	momento de una F, M(N-m)
hora	= h	tiempo t (s)	potencia P (watt)
gramo	= g	frecuencia f (c/s)	presión p (N/m ²)
tonelada	= T	velocidad v (m/s)	visc. din. (Ns/m ²)
dina	= dyn	vel. angular ω (s ⁻¹)	visc. cinem. (m ² /s)
newton	= N	aceleración a (m/s ²)	coef. fricc. f ()
bar	= b	a. gravedad g (m/s ²)	volumen V (m ³)
joule	= J	masa m (Kg)	trabajo W (joule- N-m)
watt	= W	vol.específico v (m ³ /N)	

1.1 DENSIDAD RELATIVA

OBJETIVO: La determinación de la Densidad de un líquido en función de otro de densidad conocida.

Generalidades.- El dispositivo utilizado es el aparato de Hare, que consta de dos tubos de vidrio que se introducen uno dentro de un recipiente con agua y otro con el líquido a probar (Fig.1) Los líquidos se aspiran dentro de los tubos, succionando por el extremo superior, para después cerrar y efectuar la medición.

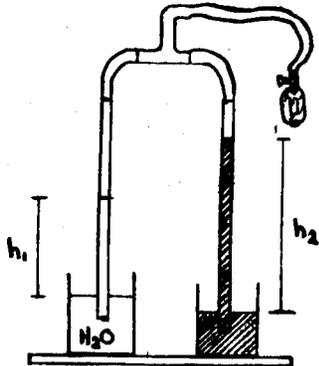


Figura 1

naturalmente la presión en la parte superior de cada tubo es la misma; al ocurrir el equilibrio de cada columna con la presión atmosférica, se generarán dos alturas h_1 y h_2 y así podemos comparar y deducir la incógnita que es la densidad relativa al agua del líquido en cuestión. No es necesario que los niveles de los líquidos en los recipientes sean iguales.

PROCESO:

- 1.- Se succiona a diversas presiones (mínimo tres) y se toman las alturas correspondientes a cada líquido; con ellas se grafica h_1 contra h_2 , donde h_1 es la altura del líquido de densidad conocida (ordenada) y h_2 (la abscisa). La pendiente de la recta obtenida nos da la Densidad Relativa y por tanto podremos obtener la densidad antes desconocida.
- 2.- Se vacía el recipiente con el otro líquido, se limpia ó se usa otro recipiente conteniendo otro líquido diferente, efectúese de nuevo el paso uno y así sucesivamente con los dos líquidos restantes.
- 3.- Tomar la lectura de la presión barométrica (usando el barómetro de Fortín que se encuentra en el cubículo del laboratorio).

El reporte comprende:

- 1.- Gráficas $h_1 - h_2$ para los tres líquidos analizados.
- 2.- Valores obtenidos de Densidades Relativas y Absolutas.
- 3.- A partir de la presión Barométrica obtener la presión en el extremo superior de las columnas para cada caso.
- 4.- Respuesta al siguiente cuestionario:
 - 1.- ¿Por qué no es necesario que los niveles de los líquidos en los recipientes sean iguales?
 - 2.- ¿Por qué se toma como referencia el agua para saber la densidad de otros líquidos?
 - 3.- En que casos se usaría otro líquido como referencia y por qué?
 - 4.- Indique tres métodos diferentes para determinar la Densidad de un fluido?
 - * 5.- ¿Qué es la Capilaridad y qué efectos ocasiona en el experimento? indique el concepto con ecuaciones y diagramas explicativos.
 - 6.- ¿En qué unidades se mide la Densidad y en cuáles la Densidad Relativa?
 - * 7.- ¿En qué posibles errores de medición se ha incurrido?
 - 8.- ¿Qué efectos causa la viscosidad Cinemática en el experimento?
 - 9.- ¿Qué efectos causa la viscosidad Dinámica en el experimento?

BIBLIOGRAFIA SELECTA:

- Shames, I.H. , La mecánica de los fluidos, págs. 54-57.
 Streeter, V.L. , Mecánica de los fluidos, págs. 22-24 y 39-42.

SER FELIZ NO ES HACER LO QUE UNO QUIERA SINO "QUERER LO QUE UNO HACE"

León Felipe

1.2 EXPERIMENTO DE REYNOLDS

OBJETIVOS:

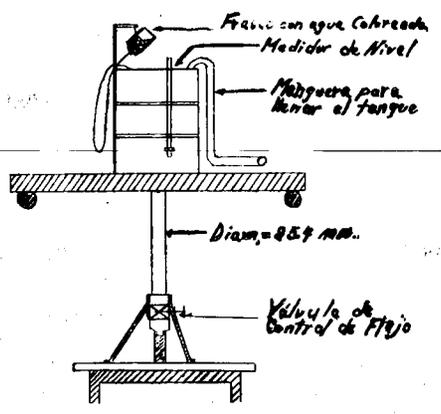
- a. Conocimiento de los tipos de flujo en fluidos viscosos incompresibles por medio del parámetro Reynolds.

El experimento persigue que sea encontrada la diferencia esencial entre los diferentes flujos: laminar, transición y turbulento y, (opcional) llegar a comprobar la hipótesis de Reynolds de que "abajo de 2300 sólo puede existir flujo laminar" y de no llegar a comprobarla explicar el por qué y los factores propios de la instalación en el laboratorio que influyen en tal desviación.

- b. Partiendo de la hipótesis newtoniana de los fluidos, analizar el comportamiento de variables como viscosidad, densidad, velocidad, etc. y llegar a determinar cual de ellas predomina en el flujo laminar.

INSTALACION:

Se dispone de un tanque elevado con un medidor de nivel, un frasco con agua coloreada para poder seguir las líneas de corriente, y un recipiente de volumen conocido para medir el gasto.



DESARROLLO:

- 1.- Se abre la válvula del tanque y luego la del líquido coloreado, se fija un flujo laminar (se caracteriza por una línea recta y uniforme del colorante) y se mide el gasto con el recipiente de volumen conocido.
- 2.- Sin dejar que el flujo sea completamente Turbulento (éste se caracteriza porque las partículas del fluido tienen movimientos irregulares y siguen trayectorias fluctuantes y erráticas), se fija un flujo intermedio, de Transición y se mide de nuevo el gasto.
- 3.- Por último se fija un flujo Turbulento y se mide el gasto.
- 4.- Con el diámetro del tubo (25.4 mm.) se calculan las velocidades en cada caso y con ésta se calcula el número de Reynolds correspondiente.

CUADRO DE RESULTADOS

Lectura	Gasto	v	Re	Tipo de Flujo
	m ³ /s	m/s		

EL REPORTE COMPRENDE:

- 1.- Memoria de Cálculo.
- 2.- Cuadro de resultados.
- 3.- Respuesta al siguiente cuestionario:
 - 1.- Son ocho las variables que pueden intervenir en cualquier problema de Mecánica de Fluidos, diga de cuáles se trata?
 - 2.- Son cinco las fuerzas que pueden actuar sobre un fluido cualquiera, ¿cuáles son éstas?
 - 3.- Dependiendo de el número de fuerzas que actúen en un caso específico, se da origen a los Numeros A-

dimensionales; indique en qué casos se da cada uno de ellos y que nombre reciben.

- 4.- ¿Qué ventajas técnicas y económicas representan los números adimensionales?
- 5.- Cuando en ensayos realizados en túneles de viento y en otros experimentos, la fuerza predominante, además de la debida al gradiente de presiones, es la fuerza debida a la Viscosidad, ¿Que Adimensional se utiliza?
- 6.- ¿Cuál es la definición del parametro adimensional Reynolds?
- 7.- ¿Qué viscosidades se pueden utilizar en la formula, y en qué unidades se miden?
- * 8.- Un modelo de avión a escala 1:32 se prueba en un tunel de viento cerrado a la misma vel. del proto tipo. También será igual la temp. del aire, el - prototipo volará a una altura en que la presión del aire será de 600 mm. de Hg (presión media). Calcule la presión del aire en el tunel de viento de manera que se conserve el mismo número de Reynolds en el modelo y en el prototipo.
- 9.- Enuncie las dos condiciones en que se apoya la teoría de modelos.
- 10.- ¿Qué es un modelo y qué un Prototipo?

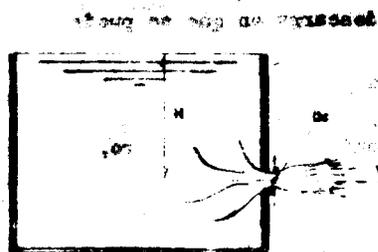
BIBLIOGRAFIA SELECTA

- Giles, Ronald V. , Teoría y problemas de mecánica de los fluidos e hidráulica, págs. 94-114 y 192-195.
- Mataix, Claudio, Mecánica de los fluidos y máquinas hidráulicas, págs. 183-185 y 260.
- Shames, Irving H. , La mecánica de los fluidos, págs. 217, 226, 299-301 y 388-391.
- Streeter, Victor L. , Mecánica de los fluidos, págs. 215, 240-244.

1.3 CRIFICIO DE AFORO

OBJETIVO: Aplicación práctica de la ecuación de Bernoulli y las modificaciones a ésta hipótesis para este caso. Fórmula de Torricelli. Determinación experimental del coeficiente de descarga.

La velocidad de salida de un líquido a través de una abertura en un tanque, depende unicamente del nivel del líquido sobre la abertura de salida Figura 1.



Así $V_t = 2gh$. La velocidad de salida teórica (V_t) es proporcional a la altura (h). (la deducción puede verla en la bibliografía al final de esta práctica). Sin embargo, la velocidad real es algo menor que la teórica. Así mismo la Vena líquida se contrae, ocasionando una

reducción del diámetro del chorro; de d_o , diámetro del orificio a d_c , diámetro contracto.

Para determinar el coeficiente de contracción (C_c); el coeficiente de velocidad (C_v); y el coeficiente de descarga (C_d).

INSTRUMENTOS AUXILIARES: Un vernier, un cronómetro y un recipiente o probeta graduada.

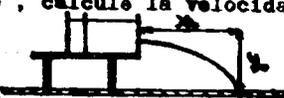
Proceso:

- 1.- Abrir la válvula de alimentación y esperar a que el flujo se estabilice.
- 2.- Aforar el gasto, utilizando un recipiente, el cronómetro y pasándolo en una báscula.
- 3.- Tomar las lecturas de h y d_o .
- 4.- Variar la abertura de la válvula y repetir los pasos dos y tres. Tres diferentes aberturas.

El reporte comprende:

- 1.- Memoria de cálculo.
- 2.- Tabla de resultados.
- 3.- Conclusiones y observaciones.
- 4.- Solución al siguiente cuestionario:

- 1.- ¿Qué es y a qué debe su nombre un Orificio de Aforo?
- 2.- ¿De que formas se pueden encontrar y de qué dimensiones?
- 3.- ¿Qué acabados tienen las aristas de los diferentes orificios y cuál es su finalidad?
- 4.- De las diferentes condiciones de descarga en que se puede encontrar un orificio.
- 5.- ¿Qué consideraciones se hacen para suponer en el experimento un Régimen Constante $\Delta h = cte.$
- 6.- En función de las coordenadas a donde incide el chorro, X_0 y Y_0 , calcule la velocidad de salida



- 7.- Por qué la Vena líquida se contrae a la salida?; haga un símil con lo que ocurre en el Periférico si un auto bloquea parcialmente la circulación; ¿qué ocurre antes, durante y después del obstáculo si el $Q = \text{carros/min.}$ con las líneas de corriente (de autos en este caso)
- 8.- Considere ahora la salida de un gran estacionamiento rectangular por una sola salida angosta, dibuje las líneas de autos hacia la salida, ¿qué relación tiene todo esto con la vena líquida contraída y las líneas de corriente?
- 9.- Si en lugar de estar el orificio lateralmente, estuviera en el fondo del depósito, ¿de qué manera se afectarían los resultados?

* 10.- Observando una tabla para Tubos y toberas diversas con sus correspondientes Coeficientes de Contracción, describa las características de:

- a) Tubo estándar.
- b) Boquilla de Borda.
- c) Tobera Conoidal.

- * 11.- ¿Qué precauciones se deben tener con los coeficientes C_c, C_v y C_d , al manejarlos de Tablas?
- 12.- ¿Cuáles son las aplicaciones de éstos orificios, tubos ó toberas?

TABLA DE RESULTADOS

Lectura	h	Q	A _c	V _t	V _r	C _v	C _c	C _d
	m	m ³ /s	m ²	m/s	m/s			

A_c = Area contracta.

BIBLIOGRAFIA SELECTA

Giles, V. R. , Teoría y problemas de la mecánica de los fluidos e hidráulica. págs. 133-141.
 Shames, I. H. , La mecánica de los fluidos. págs. 126-127.
 Streeter, V. L. , Mecánica de los fluidos. págs. 127-132.

UNA PERSONA HA APRENDIDO CUANDO HA IDENTIFICADO ALGUN ASPECTO DE SU CONOCIDA

1.4 DISTRIBUCION DE VELOCIDADES EN AGUA

OBJETIVO: Conocimiento práctico del perfil de velocidades en un Chorro Libre de agua y la determinación de las razones físicas del fenómeno; así como los factores que afectan la medición en cuanto a exactitud y precisión de los aparatos empleados. Utilización del Tubo de Pitot. Aplicación del teorema de Bernoulli, para v en función de una señal de presión, poder determinar la velocidad.

Para llevar a cabo la práctica se tiene en el laboratorio un dispositivo que se instala en el Chiflón y que consiste esencialmente de un Tubo de Pitot (conectado a un piezómetro de mercurio) montado en un mecanismo cuya excentricidad se regula girándolo. De esta manera la boquilla del Tubo de Pitot se va desplazando del centro (cuando el ángulo sobre la escala frontal del aparato marca cero grados) hacia el exterior describiendo un arco de círculo, como se ve en la figura 1.

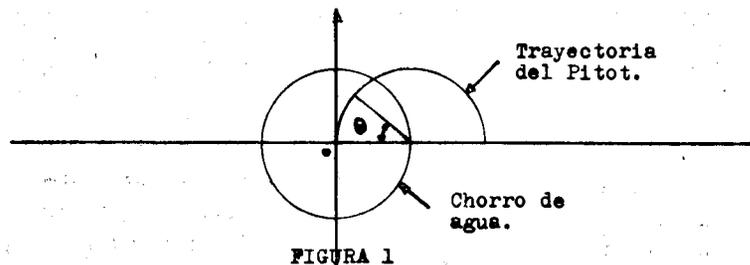


FIGURA 1

Desarrollo:

- 1.- Se fija una sola abertura en la válvula de aguja (5, 10, 15 ó 20 divisiones).
- 2.- Se purga el Piezómetro de Mercurio (con el fin de no tener dentro de las columnas del aparato burbujas de aire).
- 3.- Se pone en cero grados (centro del chorro) el Tubo de Pitot y se toman las lecturas superior (L_s) e inferior (L_i) en el piezómetro.

- 4.- Se gira cierto ángulo (se recomiendan intervalos de 10°) el Tubo Pitot, se espera dos minutos a que la lectura se estabilice y se anotan L_s y L_i del Piezómetro.
- 5.- Se repite la operación anterior varias veces cada vez el ángulo hasta que el Tubo de Pitot se salga del Chorro. El ϕ del círculo que describe el Tubo es de 1.384 cm.
- 6.- Con L_s y L_i de cada lectura, calcular la Presión (P) que servirá para obtener la Velocidad (v) utilizando el teorema de Bernoulli.

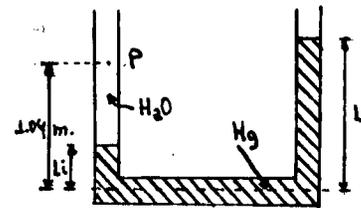


FIGURA 2 FIGURA 2

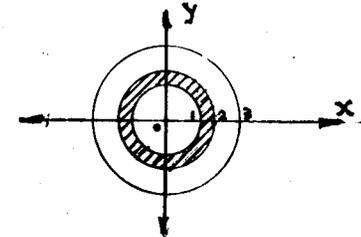


FIGURA 3

- 7.- Con referencia a la Figura 1, haciendo centro en "O" con un compás, transportamos los puntos que estén sobre la trayectoria del Pitot, hasta el eje X.
- 8.- Con las distancias del centro del Chorro al punto considerado, grafique Y contra X en papel milimétrico.
- 9.- Con las velocidades calculadas en cada uno de los puntos, considere un promedio (v-prom.) entre puntos vecinos y multiplicando por el área del anillo comprendida entre los puntos considerados, se obtiene un gasto parcial (Q_i) según la figura 3. Calculando de la misma manera y luego sumando los gastos parciales obtenemos el gasto total (Q_t).

El Reporte Comprende:

- 1.- Memoria de cálculo.
- 2.- Gráfica de "v" contra "x", en papel milimétrico.
- 3.- Tabla de resultados.
- 4.- Conclusiones y observaciones.



5.- Respuesta al siguiente cuestionario:

- 1.- El Chorro de agua que sale del Chiflón esta considerado como a la presión Atmosférica; ¿Qué le ocurriría al mismo si la presión fuera mayor que ésta?, y si fuera menor, qué pasaría?
- 2.- ¿Que pasaría si el Chorro saliera supersónicamente del Chiflón y la presión no necesariamente fuese la Presión Atmosférica en el exterior.
- 3.- ¿Existe la Capa Límite en éste Chorro?exponga razones.
- 4.- Defina claramente que es Presión Estática, de Estancamiento y Dinámica; Cuál es la Presión Total?
- * 5.- Con éste Tubo de Pitot, que presión se está midiendo?
- * 6.- Calcule para un punto cualquiera la Presión de estancamiento.
- 7.- ¿Cuál es la diferencia entre un Chorro Libre y el flujo en una tubería en cuanto a distribución de velocidad?
- * 8.- De los resultados obtenidos, indique los factores por los cuales la distribución de velocidades resulto así.
- 9.- De otro ejemplo de determinar la vel. del Chorro Libre.

TABLA DE RESULTADOS

θ°	L_s	L_i	p	v	v_{prom}	Q_i	Q_T
	m	m	bares	m/s	m/s	m ³ /s	m ³ /s

BIBLIOGRAFIA : Ver práctica Perfil de velocidades en un flujo de aire.

1.5 PERFIL DE VELOCIDADES EN UN FLUJO DE AIRE

OBJETIVO: Conocimiento práctico del perfil de velocidades en un fluido compresible. Determinación de las causas que hacen variar la velocidad en los diversos puntos del flujo. Aplicación del teorema de Bernoulli para obtener velocidades por medio del tubo de Pitot.

GENERALIDADES: Tenemos en el laboratorio un turbosoplador cuyo ducto de salida es de sección rectangular, como se muestra en la figura 1, el cual nos proporciona el flujo de aire necesario para esta prueba.

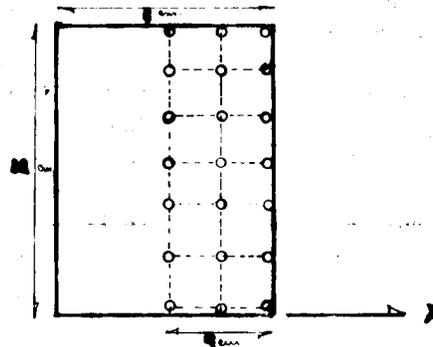


Figura 1.

NOTA: Recomendamos, como medida de precaución no acercarse demasiado a la banda del turbosoplador; así como evitar poner obstrucciones al chorro de aire, puesto que repercute en la medida de la velocidad.

DESARROLLO:

- 1. Se arranca el turbosoplador. Una vez funcionando éste, se coloca el tubo de Pitot en cada uno de los puntos indicados en la figura 1 y se toman las lecturas en el manómetro diferencial acoplado al tubo de Pitot. Es muy importante que el tubo de Pitot esté paralelo a las líneas de flujo

para que las lecturas sean correctas.

- 2. Del manómetro diferencial se obtiene una diferencia de niveles expresada en columna de agua ($H_1 = h_2 - h_1$). Por igualación de presiones determinamos otra columna equivalente H_2 en metros de aire, la cual servirá para calcular la velocidad v , en m/s. Que se obtiene aplicando la ecuación de Bernoulli. Nota: ρ aire 12 N/m^3 y ρ agua $9.8 \times 10^3 \text{ N/m}^3$.

Para facilitar la anotación usar la tabla de datos que se adjunta EN EL MOMENTO DE LA PRACTICA.

- 3. PARAR EL TURBOSOPLADOR. Lo que sigue son operaciones.
- 4. Una vez calculadas todas las velocidades, se calcula la velocidad promedio (v_p), de cada tres velocidades situadas al mismo nivel (misma "Y").
- 5. Se determinan ahora las velocidades medias (v_m), usando para este dos velocidades promedio contiguas. Esto es,

$$v_m = \frac{v_{p1} + v_{p1+1}}{2}$$

Con las velocidades medias y el área comprendida entre las velocidades promedio, se calculan los gastos parciales Q_i , en m^3/s .

- 6. La suma de los gastos parciales nos da el gasto total Q_t .

EL REPORTE COMPRENDE:

- a. Memoria de cálculo.
- b. Gráfica de v_p contra "Y", en papel milimétrico.
- c. Tabla de resultados como se indica.
- d. Valor obtenido de Q_t .
- e. Respuesta a las preguntas del cuestionario.
- f. Conclusiones y observaciones.
- g. Aplicaciones.

CUESTIONARIO:

- 1.- Explique qué es la Capa Límite y en qué fluidos tiene mayor importancia.
- 2.- Explique el fenómeno de Desprendimiento de Capa Límite y defina lo que se entiende por Resistencia de Forma y por Resistencia de Superficie.
- 3.- Defina la forma "roma" y la forma "aerodinámica" de un cuerpo.
- 4.- Analice las siguientes figuras



tienen igual resistencia?, explique su respuesta en caso afirmativo ó en caso negativo.

- 5.- Exponga tres métodos para determinar la velocidad en aire y su grado de exactitud.
- * 6.- ¿Qué es un turbosoplador, haga un esquema del mismo.
- 7.- ¿Qué sucede si el tubo de Pitot no está paralelo a las líneas de corriente?
- * 8.- Al leer en el manómetro diferencial, ¿que presión se está midiendo, La estática, La Dinámica o las dos?

TABLA DE RESULTADOS

Lectura	X	Y	H_1	H_2	v	v_p	v_m	Q_i
	cm	cm	m H ₂ O	m aire	m/s	m/s	m/s	m ³ /s

BIBLIOGRAFIA SELECTA

Giles, V. R. , Teoría y problemas de mecánica de los fluidos e hidráulica, págs. 70-74.

Mataix, Claudio, Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas, págs. 131-134.

Shames, I. H. , La mecánica de los fluidos, págs. 428 y 429



29
16-2
5617

30 16-2

Se tiene en el laboratorio una instalación que consta de un Turbosoplador y una tubería de 10 cm. de diámetro, con una longitud de 15 m., 2 codos de 90° y una válvula de globo, además de piezómetros colocados a lo largo de la instalación con el objeto de observar dichas pérdidas y poder realizar los cálculos correspondientes.

Secuencia en el laboratorio:

- 1.- Asegúrese de que la válvula de control esté totalmente abierta, ésta se encuentra al final de la instalación.
- 2.- Con la válvula totalmente abierta, tomense las lecturas en todos los piezómetros sobre la tubería y al final del ducto, mida la velocidad de salida con ayuda de un Tubo de Pitot, asegurándose que el Tubo esté paralelo a las líneas de corriente del flujo de aire.

TABLA DE DATOS

Pitot

abertura	Δh_1	Δh_2	Δh_3	Δh_4	Δh_5	Δh_6	Δh_7
Valv. cerrada							

Los incrementos de las columnas del piezómetro deben ser en m.

- 3.- Haga cuatro diferentes graduaciones de la válvula de control hasta una cercana al cierre total (Nunca CIERRE TOTALMENTE LA VALVULA).
- 4.- Satiendo que es aire el fluido en la tubería, calcule el número de Reynolds para cada velocidad y con el diagrama de Moody determine f .
- 5.- Calcule h_f (pérdidas por fricción) con ayuda de la fórmula (I) para las diferentes lecturas.
- 6.- Llene una tabla de resultados como la que se muestra a continuación:

Leet	Experim.				Experimental			$h_f = K \frac{V^2}{2g}$			V	Q	f	f	P	Re	K
	h_{2-3}	h_{4-5}	h_{2-3}	h_{4-5}	Δh_{1-2}	Δh_{3-4}	Δh_{5-6}	Δh_{1-2}	Δh_{3-4}	Δh_{5-6}							
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m/s	m ³ /s					
1																	
2																	
3																	
4																	

B. En Accesorios

Objetivo: Determinación práctica de las pérdidas energéticas (caída de presión) a través de accesorios tales como codos, válvulas, reducciones, etc. Conocerás diversos tipos de válvulas y sus características de funcionamiento.

Secuencia en el laboratorio:

- 1.- Asegúrese de que la Válvula de control esté totalmente abierta. Esta se encuentra al final de la instalación.
- 2.- Con la válvula totalmente abierta tómense las lecturas de los piezómetros indicados en la tabla de datos y al final de la tubería mida la velocidad de salida con ayuda de un tubo de Pitot, asegurándose el tubo esté paralelo a las líneas del flujo.
- 3.- Haga tres diferentes graduaciones de la válvula de control, hasta una cercana al cierre total, NUNCA CIERRE TOTALMENTE LA VALVULA

SOLO POR HOY trataré de vigorizar mi espíritu. Aprenderé algo útil. No seré un haragán mental. Leeré algo que requiera esfuerzo, meditación y concentración.

William James.

TABLA DE DATOS

Abertura	Δh_1	h_3	h_4	h_5	h_6	h_7	h_8	Δh_9	h_{10}
	m	m	m	m	m	m	m	m	m

4. El cálculo de las pérdidas en accesorios se efectúa mediante la fórmula $h_f = k \frac{v^2}{2g}$. Donde h_f son las pérdidas de energía; k, constante de cada accesorio; (ver tablas en libros); v, velocidad del fluido; y g, aceleración de la gravedad.

EL REPORTE COMPRENDE:

1. Memoria de cálculo.
2. Tabla de resultados como se muestra.
3. Conclusiones y observaciones. ¿Por qué difieren h_f calculado y experimental?
4. Respuesta al cuestionario.

TABLA DE RESULTADOS

EXPERIMENTAL

CALCULADO

Abertura	Δh_1	$\frac{\Delta h}{3-4}$	$\frac{\Delta h}{5-6}$	$\frac{\Delta h}{7-8}$	Δh_9	h_{f1}	h_{f3-4}	h_{f5-6}	h_{f7-8}	h_{f9}	Q	v
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m ³ /s	m/s

BIBLIOGRAFIA:

Giles, V.R. , Mecánica de los fluidos e hidráulica, págs. 96-114.
 Mataix, Claudio, Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas, págs. 192-215.
 Shames, I. H. ? La mecánica de los fluidos, págs. 329-341.
 Streeter, V. , Mecánica de los fluidos, págs. 285-290.

CUESTIONARIO

- 1.- Explique la ecuación de Poiseuille y su utilidad práctica.
- *2.- ¿Porqué el Numero de Reynolds crítico superior es indeterminado?
- 3.- ¿Qué se entiende por pérdidas primarias y qué por pérdidas secundarias?
- 4.- ¿Que nos indica la ecuación de Darcy-Weisbach?
- 5.- ¿Qué es y para que nos sirve el Abaco de Moody?
- 6.- Respecto al Coeficiente adimensional de pérdida de carga f :
 a) ¿De qué variables es función en el caso general?
 * b) Si la longitud y el diámetro permanecen constantes a qué es directamente proporcional la pérdida h_f ?
- 7.- Dibuje microscópicamente el perfil de una tubería y en ella indique cuál es la rugosidad y cómo se determina, (ϵ).
- 8.- Describa la ecuación de Colebrook-White y su tremenda importancia.
- *9.- Expresé la rugosidad absoluta en mm. de los tipos de tubería indicados:
 a) Tubería de Acero soldada nueva _____
 b) Tubería de Acero soldada oxidada _____
 c) Tubería de fundición nueva _____
 d) Tubería de fundición oxidada _____
- 10.- Indique los dos metodos existentes para el cálculo de pérdidas primarias en una tubería.
- 11.- ¿En qué casos las pérdidas secundarias son de mayor importancia que las pérdidas primarias?
- 12.- ¿Qué metodos existen para determinar pérdidas secundarias?
- *13.- Dibuja aprox. la curva del coeficiente k en una válvula de mariposa para una abertura de 0° a 50°
- 14.- De la expresión general de la suma de Pérdidas primarias y secundarias, considerando n accesorios.
- *15.- Utilizando el metodo de longitud equivalente, calcule la pérdida " h_f " que produce una válvula de Globo de diámetro interior de 4 pulgadas, si se encuentra pasando un caudal de 60 litros/seg. (acero comercial)

1.7 CAPILARIDAD Y TENSION SUPERFICIAL

OBJETIVO:

La observación del fenómeno de Capilaridad y su relación con la Tensión superficial.

Generalidades:

Toda la materia está compuesta de átomos y moléculas de una u otra clase; sabemos también que las fuerzas de atracción entre moléculas de la misma clase se les llama COHESION y entre moléculas de diferente clase ADHESION.

La Cohesión de las moléculas produce en los líquidos un fenómeno llamado Tensión Superficial. De acuerdo con este aspecto de la atracción molecular, la superficie de un líquido actúa en todo tiempo, como si tuviera una membrana delgada estirada sobre ella, y ésta membrana está bajo tensión y tratando de contraerse. Es por esta razón que las gotas de lluvia, las pompas de jabón etc. toman una forma esférica mientras caen a través del aire (Para cualquier volumen determinado una esfera tiene una superficie más pequeña que cualquier figura geométrica.) La Adhesión de las moléculas da origen, entre otros fenómenos al de CAPILARIDAD, que consiste esencialmente en la ascensión de líquidos por paredes muy próximas unas de otras, ó por tubos de diámetro con unos cuantos milímetros, entre otros.

El fenómeno de Capilaridad se puede explicar pensando en que en un fluido existirán siempre fuerzas de Cohesión y de Adhesión simultáneamente, con mayor ó menor intensidad una u otra; y así podemos experimentar cómo un líquido se comporta en forma diferente cuando se le pone en contacto con diferentes sólidos ó en contacto con su propio vapor viéndose afectada su Tensión Superficial en cada caso.

SECUENCIA EN EL LABORATORIO:

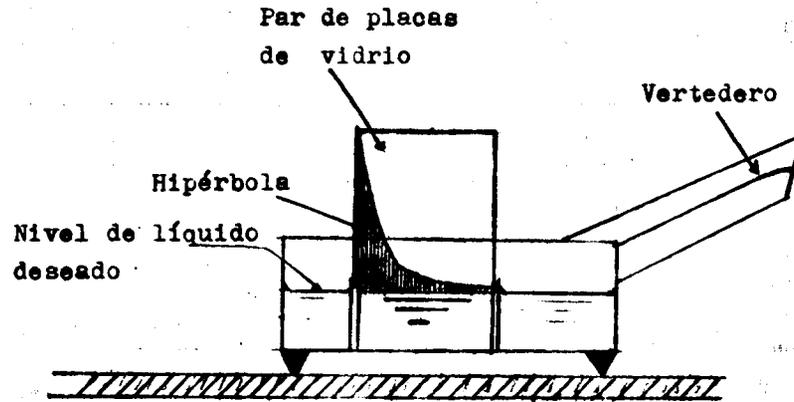
El laboratorio cuenta con un dispositivo como el que se muestra en la figura 1., que consiste en dos placas de vidrio unidas asimétricamente con un depósito para diferentes líquidos en la parte inferior.

Las dos placas de vidrio deben estar lo más limpias posible, cuidando de no tocar, una vez limpias, sus paredes. se colocan en su posición y a continuación se comienza a verter el líquido escogido, por la pequeña abertura que está en el extremo para tal efecto; ésta operación debe ser con mucho cuidado, pues se debe ir vertiendo poco a poco el líquido observando atentamente el momento en que el nivel alcanzado en el depósito toque apenas las aristas inferiores de las placas de vidrio. En ese momento comenzará el fenómeno de Capilaridad, con una ascensión más acentuada en la parte en donde están más juntas las placas resultando al final el perfil de una Hipérbola como frontera entre moléculas diferentes en clase (Vidrio y líquido).

Observese ahora el dispositivo desde diferentes ángulos. Ponga atención en el comportamiento del líquido en las esquinas, verá que el ángulo entre la superficie del fluido y las paredes del aparato varía al cambiar el líquido a probar. Ocurre también "un menisco" que se forma entre las placas de vidrio y que es más fácil observar por el lado de mayor separación de las mismas.

CUESTIONARIO:

- 1.- Expresar matemáticamente el concepto de Tensión Superficial.
- * 2.- ¿De qué variables físicas depende el ángulo de contacto entre un líquido, un sólido y su vapor?
- 3.- ¿De qué manera se afecta el valor de la Tensión superficial si el líquido contiene determinadas impurezas?
- 4.- ¿Que presión es mayor en una pompa de jabón, la interior ó la exterior y a que se debe en cualquier caso?
- * 5.- ¿Se podría medir la tensión superficial mediante un gotero? si es así explique en que forma?
- 6.- Mencione y explique tres experimentos en los que intervenga la Tensión Superficial.
- * 7.- ¿Qué ocurre con el valor de Tensión Superficial si a un recipiente con agua se le disuelve jabón?

**BIBLIOGRAFIA**

Sears F. W. , University Physics págs. 296 - 306

Streeter, V. I. , Mecánica de los flúidos, págs. 127- 132

White, H. E. , Física Moderna , págs 203 -206.

" Si no puedes ser sol, sé una estrella; no es el tamaño
el que dirá tu éxito ó fracaso; Más SE EL MEJOR DE LO
QUE SEAS "

James