

- Escuela: Escuela Técnica Obrero Argentino
- Docentes: Elena Gallardo, Analía Andrada, Daniel Luna
- Año: 4° 1° y 4° 2° , Ciclo Orientado Hidráulica
- Turno Tarde
- Área curricular: Hidráulica General
- Título de la propuesta: LIQUIDOS REALES

GUIA N° 11

En esta guía, les proponemos un nuevo tema: el estudio de los líquidos reales.
Recuerden que las guías deben estar resueltas en sus cuadernos.
Para consultas y el envío de guías les recordamos nuestros correos electrónicos:

Prof. Analía Andrada de 4°1°: consultaquiaetoa@gmail.com

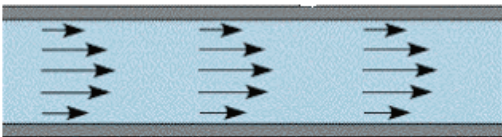
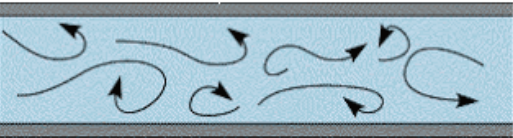
Prof.ElenaGallardo de 4°1°y 2°:gallardoetoa@gmail.com

Prof.Daniel Luna de 4°2°: inglunaadl@gmail.com

MOVIMIENTO DE LOS LIQUIDOS REALES:

Para considerar el movimiento de los líquidos reales, deberemos considerar la viscosidad del mismo.

Para ello consideraremos dos movimientos:

<u>Movimiento Laminar:</u> si las partículas de una corriente líquida se mueven longitudinalmente, sin acercarse o alejarse del eje de la misma, formando filetes paralelos entre sí, el escurrimiento es laminar, y la corriente líquida se distingue por su apariencia inmóvil y transparente.	Flujo Laminar  El diagrama muestra un flujo laminar en un tubo. Se representan tres filetes paralelos de líquido que se mueven hacia la derecha, cada uno con una flecha horizontal. El flujo es uniforme y no hay mezcla entre los filetes.
<u>Movimiento Turbulento:</u> si las partículas líquidas recorren trayectorias irregulares, imposibles de identificar, la masa líquida no circula con filetes paralelos, es fluctuante, diremos que el movimiento es turbulento.	Flujo Turbulento  El diagrama muestra un flujo turbulento en un tubo. Las partículas de líquido siguen trayectorias curvas y entrecruzadas, representadas por flechas que giran y se cruzan entre sí, indicando una mezcla caótica del fluido.

Experiencia de REYNOLDS:

Experimento de Reynolds realizó un experimento, para poner en evidencia las diferencias entre flujo laminar y turbulento. Este experimento consiste en inyectar colorante en el seno de un líquido que circula por un tubo largo de sección constante. Este movimiento se caracterizaba por ser permanente y por ser las líneas de corriente paralelas a las paredes del tubo. Sin embargo Reynolds observó que dicho movimiento solo existe en la realidad si la velocidad del fluido es suficientemente baja o el diámetro del tubo suficientemente pequeño para un fluido dado. Bajo estas circunstancias el colorante forma una línea de corriente bien definida cuyo contorno muestra que sólo existe una pequeña difusión en la dirección transversal **Es el denominado movimiento laminar**. Sin embargo, si la velocidad del fluido se hace suficientemente grande, el movimiento fluido se hace muy sensible a cualquier perturbación y estas perturbaciones se amplifican rápidamente; el flujo se hace entonces muy irregular y pierde su carácter estacionario. La anchura del filamento crece rápidamente, el contorno se difumina y toma forma irregular hasta que aguas abajo se convierte en una nube de colorante. **Es el movimiento turbulento**.

Sin embargo la mayor contribución de Reynolds fue la puesta en evidencia de que la existencia de uno u otro tipo de flujo dependía del valor que tomase un número adimensional que llamó Número de Reynolds

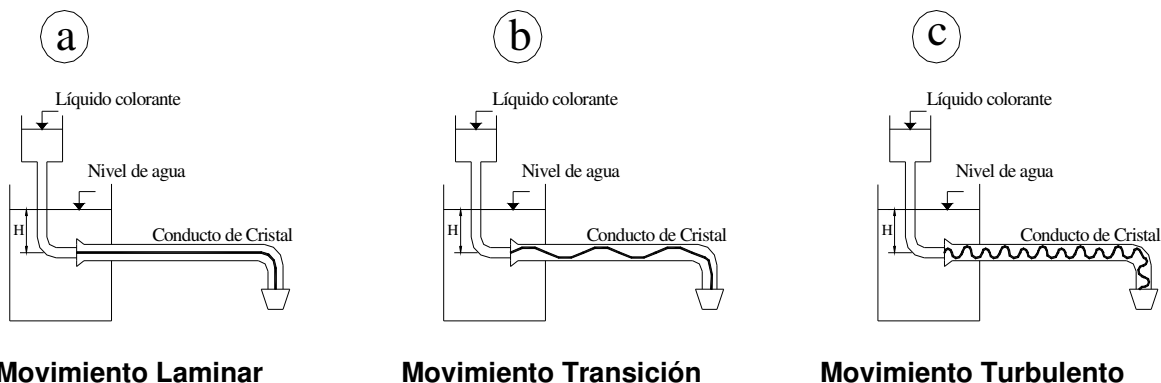
Para poner de manifiesto estos dos movimientos, Reynolds efectuó una experiencia, mediante un aparato consistente en un depósito de agua cuyo nivel puede variar, para así variar a voluntad la velocidad del escurrimiento dentro de un conducto de cristal, horizontal, adosado a dicho depósito, y una válvula a la salida del tubo de cristal. Consta también de un tanque sobre elevado conteniendo un líquido colorante:

a- Se abre poco la válvula para iniciar el movimiento del agua a velocidad pequeña, iniciando el movimiento laminar. Los filetes líquidos con mayor velocidad se ubican en el centro del conducto y los más lentos cerca de la pared del conducto.

b- Al ir abriendo la válvula, se incrementa la velocidad de la corriente aumentando su caudal y el filete líquido empieza a oscilar transversalmente, ondulándose.

Este estado límite corresponde a un valor crítico de la velocidad.

c- Si la velocidad sigue aumentando, aumenta la oscilación, siendo imposible identificar los filetes líquidos, teniendo así movimiento turbulento.



Para identificar uno u otro movimiento, Reynolds estableció el Número de Reynolds, que es adimensional:

$NR = \frac{v \cdot d}{U} \quad (1)$	v = Velocidad media de la corriente. d = Diámetro “d” en caso de cañerías circulares. U = Coeficiente de viscosidad cinemática del líquido
--------------------------------------	--

A cada tipo de escurrimiento, le corresponde un NR:

1. Si el agua circula en **Conductos Lisos**:

Si $NR < 2100 \rightarrow$ escurrimiento laminar

Si $NR > 3600 \rightarrow$ escurrimiento turbulento

2. Si circula en **Conductos Rugosos**:

Si $NR < 1200 \rightarrow$ escurrimiento laminar

De la expresión (1) deducimos que ***NR aumenta con la velocidad de la corriente y con el diámetro del conducto.***

PERDIDAS DE CARGA:

En la ecuación de Bernoulli estudiada para líquidos perfectos, no hicimos intervenir la viscosidad, que sí existe en los líquidos reales.

Cuando el líquido natural se mueve, la viscosidad desarrolla trabajo de frotamiento, transformando parte de la energía hidrodinámica de la corriente líquida en energía calórica que se disipa en la atmósfera. Por ello:

La altura de Carga Total o Hidrodinámica en una sección cualquiera de la corriente líquida debe ser mayor que en todas las secciones situadas aguas abajo.

Es decir, en el escurrimiento de una masa líquida natural se verifica una Pérdida de Carga en el sentido del escurrimiento.

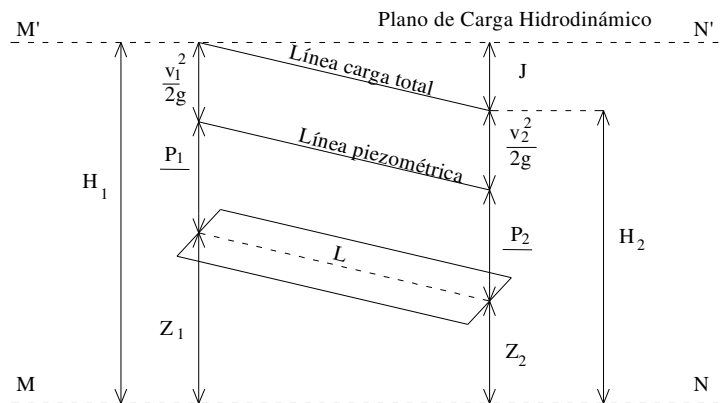
1. Si tenemos en cuenta el frotamiento que se produce entre la corriente líquida y las paredes de la conducción, debido a las asperezas de la conducción, tendremos una **Pérdida de Carga Continua**, debida a la viscosidad y al frotamiento, representándose por **hf (altura de frotamiento)**
 2. En los conductos tenemos también **Pérdidas de Carga Localizadas**, originadas por una variación de la sección transversal del conducto o por cambios en la dirección del mismo.
- La **Pérdida de Carga Total** que se produce en el tramo de la conducción es:

$\Sigma J = h_f + \Sigma J_L$	h_f = pérdida de carga continua ΣJ_L = suma de pérdidas de carga localizadas.
-------------------------------	--

APLICACIÓN DE BERNOULLI A LIQUIDOS REALES:

El principio de altura $H = \text{constante}$ establecido por Bernoulli para líquidos perfectos, no se cumple para líquidos reales, ya que existen pérdidas de carga continuas y localizadas. En consecuencia, la Ecuación de Bernoulli será igual a:

$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + \Sigma j$	Σj = Sumas de pérdidas de cargas localizadas h_f = <i>Pérdida de carga continua debido a la viscosidad y al frotamiento</i>
--	--



$$\Sigma j = \Delta h \rightarrow \text{si dividimos } \Delta h \text{ en } L \text{ (longitud del conducto)}$$

$$j = \frac{\Delta h}{L} \rightarrow \text{pérdida de carga unitaria} \quad \Delta h = j \cdot L \rightarrow h_f = j \cdot L \quad \odot$$

PERDIDA DE CARGA CONTINUA – EXPRESIÓN DE DARCY – WEISBACH

La observación y la experiencia, han permitido establecer leyes generales para la **pérdida de carga continua**, que Darcy-Weisbach resumió (para una conducción cerrada de forma circular) en la ecuación:

$$h_f = \frac{f}{d} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \cdot L$$

Donde:

f= coeficiente de frotamiento

d= diámetro de la conducción

v= velocidad media de la corriente líquida.

L= longitud del conducto considerado

Valores experimentales del coeficiente de frotamiento:

Para escurrimiento Laminar: $f = \frac{64}{NR}$	Para escurrimiento turbulento: $f = \frac{0,316}{NR^{0,25}}$
---	--

RUGOSIDAD: (k)

La rugosidad de un contorno sólido, se debe a sus asperezas, más o menos geoméricamente definidas, que pueden estar distribuidas al azar o con cierta regularidad.

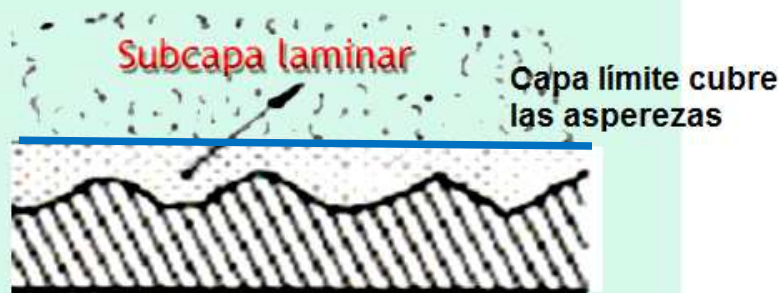
Debido a la viscosidad del líquido, se desarrollan esfuerzos tangenciales que aparecen debido al contacto entre el líquido y las paredes de la conducción y que se desarrollan en una delgada capa líquida adherida a las paredes.

1- En el caso del **escurrimiento turbulento**, las asperezas de la pared sólida influyen considerablemente, comprobando que siempre existe una delgada capa líquida adherida a la pared sólida, denominada capa límite.

El contorno sólido será liso cuando la velocidad de la corriente sea tal que la capa límite tenga un espesor mayor que el de las asperezas, y será rugosa para una velocidad tal que la capa límite sea más delgada que las asperezas.

2- En el **escurrimiento laminar**, el contorno sólido siempre se comportará como liso, porque la capa límite sobrepasa cualquier aspereza.

Tuberías Hidráulicamente lisas



Tuberías Hidráulicamente rugosas



ACTIVIDADES: Responder:

- 1) Nombre y describa los tipos de movimientos de líquidos reales.
- 2) Describa la Experiencia de Reynolds, e indique la fórmula de Número de Reynolds.
- 3) Indique los NR para conductos lisos y conductos rugosos.
- 4) Indique la expresión de Darcy – Weisbach y describa sus partes.
- 5) Indique los valores experimentales del Coeficiente de Frotamiento para ambos escurrimientos.
- 6) Explique el concepto de Rugosidad.

Director: Téc. Jorge Grosso