

Unidad 2. Conozcamos los fluidos		Fase 1, semana 2
Contenido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características y propiedades de los fluidos ideales</li> <li>• Presión hidrostática: principio de Pascal y principio de Arquímedes</li> </ul>	
Evaluación sugerida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceptualizando los fluidos (45%)</li> <li>• Experimentando con los fluidos (55%)</li> </ul>	

### Orientación sobre el uso de la guía

Esta guía es un resumen de los contenidos y actividades que se desarrollan de forma virtual por el MINED ([www.mined.gob.sv/emergenciacovid19/](http://www.mined.gob.sv/emergenciacovid19/)), incluyendo las tareas sugeridas para la semana. Tu docente podrá revisar estas tareas en el formato que se te indique.

### A. ¿Qué debes saber?



#### 1. Introducción

Lo primero que debemos saber para hablar de fluidos es cuáles son sus características fundamentales. ¿Qué hace que un material o sustancia se considere un fluido? Dos principales características son la disposición y fijación de sus moléculas. Al estudiar diferentes sustancias a temperaturas y presiones ordinarias (temperatura ambiente  $\sim 25^\circ\text{C}$  y presión atmosférica  $\sim 1\text{ atm}$ ), se establece que cada fase de la materia tiene ciertos comportamientos:

- Las moléculas de los sólidos tienen una atracción muy fuerte entre ellas y tienden a permanecer en posiciones fijas  $\rightarrow$  volumen y forma definida.
- Las moléculas de los líquidos tienen poca atracción entre ellas y tienen alta disposición a cambiar de posición  $\rightarrow$  volumen definido que toma la forma del recipiente que lo contiene.
- Las moléculas de los gases tienen muy poca atracción entre ellas y tienen un movimiento al azar  $\rightarrow$  no tiene volumen ni forma definida, adoptan la forma del recipiente que lo contiene y lo llenan completamente.

Es importante estudiar los fluidos porque forman parte de nuestra vida cotidiana: los consumimos en los líquidos que bebemos y aire que respiramos, conforman el medio en el cual solemos habitar (aire y agua), constituyen una parte importante de la composición del cuerpo humano (sangre y otros biofluidos). Al entender su comportamiento se han podido construir dispositivos de mucha utilidad (ejemplo: aviones, submarinos, barcos).

#### 2. Fluidos ideales

Por las características de las diferentes fases de las sustancias, decimos que, en general, los líquidos y gases no resisten fuerzas aplicadas sobre ellos y continúan deformándose bajo su acción. Por tal razón, líquidos y gases presentan la capacidad de fluir y de ahí que derive su nombre. Estudiaremos fluidos ideales, es decir, no viscosos (sin fricción entre sus moléculas) e incompresibles (densidad constante).

##### 2.1. Densidad y presión

No se estudian los fluidos con las magnitudes físicas de masa y fuerza porque al estar compuestos de muchas partículas y ser altamente deformables, se vuelve poco útil. Se introducen las magnitudes de densidad y presión: **Densidad  $\rho$** . Cantidad de materia contenida en un determinado espacio, es decir, cuanta masa  $m$  constituye al objeto que ocupa cierto volumen  $V$ :

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{Unidades: (SI): } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad (\text{CGS}): \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Viendo la figura 1a, al analizar el valor de la densidad se observa que las diferentes canicas ocupan el mismo volumen, pero deben tener diferentes masas, y, por tanto, tendrían diferentes pesos (peso =  $mg$ ). Al evaluar la densidad estamos relacionando su masa y volumen, estamos hallando la razón o proporción de ambas magnitudes (figura 1b). La densidad es una propiedad intensiva  $\rightarrow$  no depende de la masa.

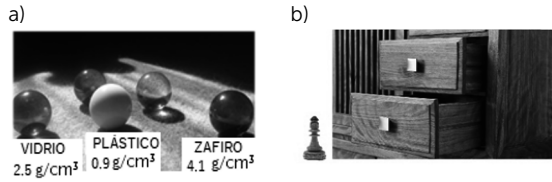


Figura 1: a) Canicas de diferentes densidades. b) Diferentes masas y diferentes volúmenes, pero igual densidad porque es el mismo material

**Presión P.** Efecto producido por una fuerza (magnitud)  $F$  perpendicular sobre una determinada área (magnitud)  $A$ . Al hablar de un fluido, nos referimos a las fuerzas perpendiculares que este ejerce sobre las paredes que lo contienen. La fuerza ejercida por el fluido también podría tener una dirección paralela o tangencial a la superficie, sin embargo estaríamos hablando de un fluido en movimiento. Un fluido en reposo, por ejemplo, retenido en una pila de lavar, está ejerciendo fuerzas normales o perpendiculares sobre todas las superficies de su contenedor.

$$P = \frac{F}{A} \quad \text{Unidades: (SI): } \frac{N}{m^2} = Pa \text{ (Pascal)}$$

(EE. UU): 1 atm = 101 325 Pa (atmósfera)

La superficie contenedora en cuestión puede estar de forma horizontal, vertical o cualquier otra, y es la que determina la dirección de la fuerza de la presión del fluido, siempre perpendicular a la superficie. La presión es una magnitud escalar (no como la fuerza).

### 2.2. Presión hidrostática

Se trata de la presión ejercida en cada punto de un fluido estático (en reposo). Veremos que la presión  $P$  aumenta de forma lineal con la profundidad  $h$ . El peso es:  $mg = \rho V g = \rho (Ah) g$

El fluido se encuentra en equilibrio hidrostático al analizar una parte de él, digamos una columna cilíndrica, y determinar que la suma de las fuerzas ( $F_1 + F_2 + F_3 + \dots$ ) que actúan sobre esta porción, es cero. Esto se escribe así:  $\sum F = 0$  (1º ley de Newton). Si establecemos que los vectores con dirección vertical apuntando hacia arriba son positivos, la primera ley de Newton nos quedará:

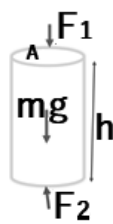


Figura 2: Columna cilíndrica de fluido

$$F_2 - F_1 - mg = 0 \rightarrow F_2 - F_1 = mg$$

$$P_2 A - P_1 A = \rho(Ah)g \rightarrow P_2 A - P_1 A = \rho(Ah)g$$

**Teorema fundamental de la hidrostática**  $P_2 - P_1 = \rho gh$

De la ecuación vemos que el cambio de presión entre dos puntos 1 y 2 (se escribe  $\Delta P = P_2 - P_1$ ) espacialmente depende solo de la altura  $h$  y no del área. ¿Qué consecuencias trae que la presión no dependa del área? Si dependiera del área, nadie podría bañarse en el mar (considéralo como un fluido más o menos en reposo), ni mucho menos bucear porque recibirías la inmensa presión de toda el agua del planeta, lo cual no es así porque en realidad solo recibes la presión de la altura de la columna cilíndrica imaginaria de la figura 2, siendo tú el punto 2, y la superficie del mar el punto 1.

De todo lo anterior podemos obtener 3 conclusiones: 1) para diferentes puntos que se encuentren a la misma profundidad, la presión es la misma; 2) a mayor profundidad, mayor presión; 3) el cambio de presión es independiente de la forma del recipiente.

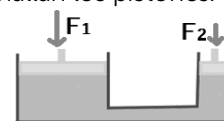
En este teorema se basan los principios enunciados por Pascal y Arquímedes.

### 3. Principio de Pascal y principio de Arquímedes

• **Principio de Pascal.** La presión aplicada a un fluido se transmite de igual forma a todos los puntos del fluido y a las paredes del recipiente que lo contiene, es decir, el cambio de presión producido en alguna parte del fluido produce el mismo cambio de presión en todas partes del fluido. Por ejemplo, si aplicas 0.5 atm de presión a un fluido encerrado e incompresible, esta presión se transmitirá íntegramente a través del fluido y a las paredes del recipiente, es decir, cada punto de su interior y paredes recibirán el incremento de 0.5 atm.

La prensa hidráulica es una estupenda aplicación de este principio de Pascal. Básicamente consiste en un dispositivo, como el de la figura 3, formado por dos cilindros de diferente sección transversal (área). Mediante un pistón de área pequeña,  $A_2$ , se ejerce una fuerza de entrada ("pequeña")  $F_2$  sobre el líquido. La presión se transmite en todo el fluido, recibiendo también la sección de mayor área  $A_1$  sobre la cual recibe una fuerza de salida ("grande")  $F_1 > F_2$ .

Nuestros puntos de interés son 1 y 2, donde se hallan los pistones.



Por el Principio de Pascal:

$$P_2 = P_1$$

$$\frac{F_2}{A_2} = \frac{F_1}{A_1} \rightarrow F_2 = \frac{A_2}{A_1} F_1$$

Figura 3: Esquema de una prensa hidráulica

**Ejemplo de aplicación de la prensa hidráulica:**

Sea  $A_2 = 50 \text{ cm}^2$  y  $A_1 = 500 \text{ cm}^2$ . Se tiene un carro de 12 kN. ¿Qué fuerza debemos ejercer al fluido para levantarlo? **Solución.** Fuerza de salida:  $F_1 = 12 \text{ kN}$ .  $\rightarrow$  Fuerza de entrada:  $F_2 = \left(\frac{50 \text{ cm}^2}{500 \text{ cm}^2}\right) 12 \text{ kN} = (0.1)12 \text{ 000 N} = 1 \text{ 200 N}$ .  $\rightarrow \rightarrow$  Fuerza de entrada  $F_2$  es menor que la de salida  $F_1$  (peso a levantar).

**Análisis del ejemplo.** Vemos que la prensa hidráulica es entonces un dispositivo que multiplica la fuerza por un factor igual al cociente de las áreas de los pistones. En nuestro ejemplo, el factor fue 10 ( $F_2 = 1.2 \text{ kN}$  y  $F_1 = 12 \text{ kN}$ ). Mientras mayor sea el cociente de las áreas de ambos pistones, mayor es la fuerza ejercida sobre el pistón más grande. Otros ejemplos de aplicación de la prensa hidráulica son: las sillas de los dentistas, gatos hidráulicos para autos, variedad de elevadores, frenos hidráulicos, etc.

- **Principio de Arquímedes.** Todo cuerpo sumergido total o parcialmente en un fluido experimenta un empuje  $E$  hacia arriba igual al peso del fluido desalojado. Lo podemos escribir de dos maneras:  $E = m_{\text{Fluido desalojado}} \times g$  o bien,  $E = \rho_{\text{Fluido}} \times V_{\text{fluido desalojado}}$  según la información disponible.

Cuando un objeto se sumerge en un fluido  $\rho_f$  (figura 4), experimenta una fuerza siempre

ascendente de flotabilidad  $E$ ; esto es porque la presión que actúa sobre el área del fondo  $P_B$  es mayor que en el área superior  $P_A$  del objeto. Por el teorema fundamental de la hidrostática:

$$P_B - P_A = \rho_f g h$$

Multiplicando por el área  $A$

$$A \Delta P = \rho_f g h A$$

$$E = \rho_f g V$$

$V$  es el volumen del fluido desplazado por el objeto.

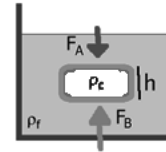
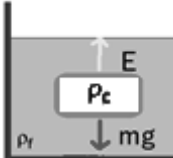


Figura 4: Empuje que recibe un cuerpo totalmente sumergido

Pueden darse los siguientes casos (figura 5):



**A. Cuerpo totalmente sumergido**

$$\Sigma F_y = E - mg = ma$$

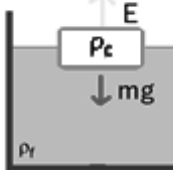
$$= \rho_f V g - \rho_c V g = (\rho_f - \rho_c) V g$$

**Fuerza neta**

Ascendente:  $E > mg \Rightarrow \rho_f > \rho_c$

Nula:  $E = mg \Rightarrow \rho_f = \rho_c$

Descendente:  $E < mg \Rightarrow \rho_f < \rho_c$



**B. Cuerpo parcialmente sumergido**

$$E = mg \Leftrightarrow \rho_f V_s g = \rho_c g V$$

$$\Rightarrow \frac{V_s}{V} = \frac{\rho_c}{\rho_f} \leq 1$$

$V_s$  es el volumen de la parte sumergida

Figura 5: A) Un cuerpo totalmente sumergido con una densidad menor (mayor) que la densidad del líquido experimenta una fuerza neta, es decir,  $\neq 0$ , hacia arriba (hacia abajo) y el objeto sin apoyo se acelera hacia arriba (se hundirá). Si ambas densidades son iguales, entonces la fuerza neta = 0, es decir, donde tú dejes el cuerpo completamente sumergido, ahí se quedará suspendido. B) Fracción del volumen de la parte sumergida del cuerpo

## B. Ponte a prueba



Selecciona la respuesta correcta.

1. Un fluido ideal es:

- Viscoso, incompresible
- No viscoso, compresible
- No viscoso, incompresible

2. Presión hidrostática es:

- La presión que ejercen los fluidos en un recipiente y es menor a mayor profundidad
- Es la fuerza perpendicular que ejercen los fluidos sobre las superficies de sus contenedores
- Es la presión ejercida en cada punto de un fluido por una fuerza paralela a su superficie

3. La presión aplicada a un fluido encerrado en un recipiente es la misma en todas direcciones y puntos del fluido:

- Principio de Arquímedes
- Principio de Pascal
- Presión hidrostática

4. Si un objeto se sumerge sobre un fluido y este se hunde completamente, ¿qué sucede con el empuje?

- Aumenta
- Disminuye
- El empuje permanece igual y en este caso es menor que el peso del objeto

## C. Tareas de la semana

**1. Conceptualizando los fluidos (45%)**

Resuelve los siguientes ejercicios:

1. La densidad del aire contenida en una habitación es  $0.0013 \text{ g/cm}^3$ . Si las dimensiones de la habitación son 4 m de ancho, 5 m de largo y 2.5 m de alto, ¿qué masa tiene el aire contenido?
2. Calcula la presión a una profundidad de 1000 metros en el océano. La densidad del agua del mar es  $1.03 \text{ g/cm}^3$  y la presión atmosférica de 1 atm.
3. Del ejercicio anterior, calcula la fuerza ejercida sobre el exterior de la ventana circular de 30 cm de diámetro de un submarino a esa profundidad.
4. Calcula la masa de una esfera de hierro de diámetro de 3 cm (densidad el hierro es  $7.96 \text{ g/cm}^3$ ).
5. El émbolo pequeño de un elevador hidráulico tiene una sección transversal de  $3 \text{ cm}^2$ , el de su émbolo grande  $200 \text{ cm}^2$ . ¿Qué fuerza debe aplicarse al émbolo para levantar una carga de 15 kN?
6. Aplicando el principio de Arquímedes, responde la siguiente pregunta: ¿cuál es el porcentaje de un iceberg que se encuentra sobre el mar? Haz el mismo análisis para un cubo de hielo flotando en agua dulce. Compara.

**2. Experimentando con los fluidos****a) Experimento: el ascensor humano (30%)**

**Materiales:** una bolsa de plástico (de basura), una mesa o banco y una tabla de área  $30 \text{ cm}^2$  aprox.

**Procedimiento:**

1. Extender la bolsa sobre una mesa o un banco normal (que pueda soportar el peso de una persona de pie), de tal forma que la entrada de

aire de la bolsa quede a un lado y sea fácil inflarla soplando.

2. Colocar sobre la bolsa una tabla de madera o cualquier objeto plano y rígido que pueda resistir el peso de una persona de pie.
3. Poner a una persona de pie sobre la tabla, es decir, la persona (que vamos a levantar) subirla a la tabla (que está sobre la bolsa y la mesa o banco).
4. Soplar la bolsa hasta lograr levantar a la persona. La persona puede apoyarse de una pared mientras asciende.

**Analiza y responde.** ¿Qué principio hidrostático se pone de manifiesto? Explícalo apoyándote en un diagrama de fuerzas. ¿Qué arreglos le harías al montaje experimental para hacerlo aún más efectivo, es decir, lograr el mismo resultado de la elevación del cuerpo, pero con menor esfuerzo al soplar?

**b) Experimento: los efectos de la presión (25%)**

**Materiales:** un papel periódico y dos reglas.

**Procedimiento:**

1. Colocar la regla sobre una mesa, con un extremo de ella que sobresalga del borde y sin caerse.
2. Extender el periódico en la mesa, cubrir con él la regla y alisar cuidadosamente los pliegues procurando dejarlo lo más pegado posible a la superficie de la mesa.
3. Tomar la otra regla y dar un golpe fuerte sobre la parte de la regla que sobresale.

**Analiza y responde.** ¿Qué observas? ¿A qué se debe esto? Redacta un párrafo en el que expliques con tus palabras y con explicación científica lo observado.

## D. ¿Saber más?



Puedes estudiar la densidad de los objetos en la siguiente simulación: <https://bit.ly/34YLamj>

## E. Respuestas de la prueba



- |       |       |
|-------|-------|
| 1. c) | 3. c) |
| 2. b) | 4. d) |