



CURSO: MECÁNICA DE FLUIDOS Y LABORATORIO II

UNIDAD I

Resistencia de superficie, pérdidas de cargas primarias y secundarias en las tuberías.

SEMANA 03

TEMAS :

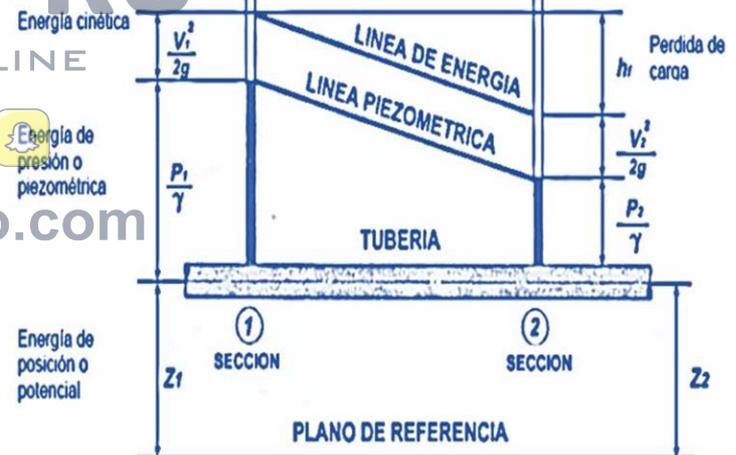
- Resistencia de superficie.
- Pérdidas de cargas primarias.
- Pérdidas de cargas secundarias.

GENIOS PRO

EDUCACIÓN ONLINE



www.geniospro.com



1.- Resistencia de superficie

La rugosidad

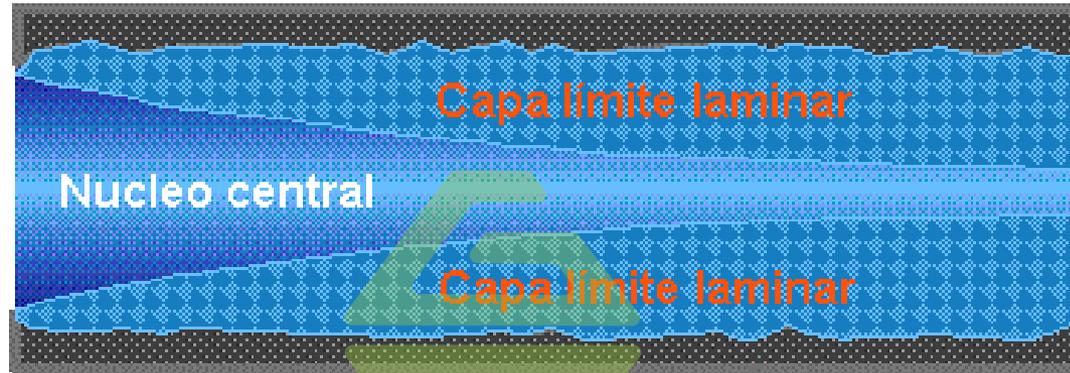
El interior de la tubería nunca es completamente liso y suave a nivel microscópico. Las paredes tienen irregularidades en la superficie que dependen en gran medida del material con que están hechas.



Figura 2. Rugosidades en el interior de una tubería. Fuente: elaboración propia.

www.geniospro.com

Más aún, después de estar en servicio, la rugosidad se incrementa debido a las incrustaciones y a la corrosión causada por las reacciones químicas entre el material de la tubería y el fluido. Este incremento puede oscilar entre 5 y 10 veces el valor de la rugosidad de fábrica.

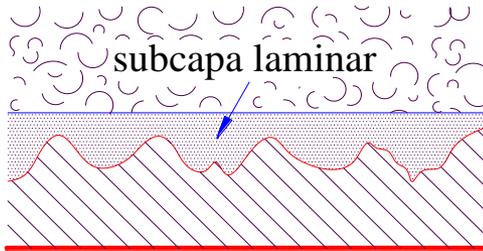


REGIMEN LAMINAR

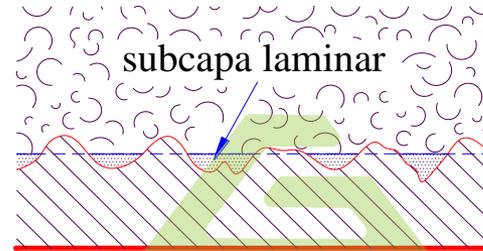


Transición de la película laminar

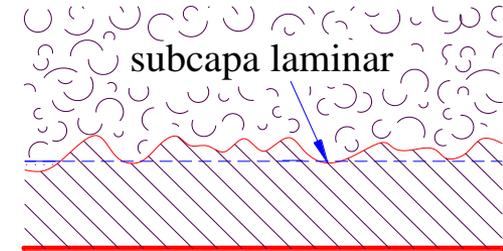
REGIMEN TURBULENTO



(a)



(b)



(c)

a) Tubería **hidráulicamente** lisa (como en la anterior)

b) Tubería **hidráulicamente** rugosa

c) Con **dominio de la rugosidad**

GENIOS PRO



www.geniospro.com

¿Qué es la rugosidad relativa y absoluta?

Rugosidad relativa y rugosidad absoluta **son dos términos que se utilizan para describir el conjunto de irregularidades existentes en el interior de las tuberías** comerciales que transportan fluidos.

La rugosidad absoluta es el valor medio o promedio de estas irregularidades, traducido en la variación media del radio interno de la tubería.



RUGOSIDAD ABSOLUTA DE MATERIALES			
Material	ϵ (mm)	Material	ϵ (mm)
Plástico (PE, PVC)	0,0015	Fundición asfaltada	0,06-0,18
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,01	Fundición	0,12-0,60
Tubos estirados de acero	0,0024	Acero comercial y soldado	0,03-0,09
Tubos de latón o cobre	0,0015	Hierro forjado	0,03-0,09
Fundición revestida de cemento	0,0024	Hierro galvanizado	0,06-0,24
Fundición con revestimiento bituminoso	0,0024	Madera	0,18-0,90
Fundición centrifugada	0,003	Hormigón	0,3-3,0

http://dicyg.fi-c.unam.mx/~lilia_unam/HIDRAULICA/MATERIAL/MATERIALCLASE/PERDIDAS/Rugosidad%20absoluta.pdf

La rugosidad relativa se puede evaluar conociendo el diámetro de la tubería hecha con el material en cuestión. Se denota a la rugosidad absoluta como e y al diámetro como D , la rugosidad relativa se expresa como:

$$e_r = e / D$$

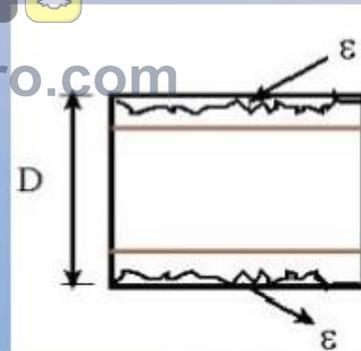
La ecuación anterior supone una tubería cilíndrica, pero si no es así, se puede utilizar la magnitud llamada radio hidráulico, en la que el diámetro se sustituye por el cuádruple de este valor.

Rugosidad Relativa

Es la relación que existe entre la rugosidad absoluta y el diámetro del conducto, así:

$$\lambda = \frac{\varepsilon}{D} \dots\dots\dots(1.1)$$

λ =rugosidad relativa
 ε =rugosidad absoluta
 D =diámetro de la tubería



Efectos de la Edad en tubería

La Rugosidad absoluta varía con los años debido a que las paredes se dañan por los efectos corrosivos del fluido o porque se pegan en las paredes de conducción sustancias químicas que transporta el fluido, la experiencia demuestra que la rugosidad es lineal.

$$K = K_0 + \alpha t$$

α = Intensidad de variación t = tiempo en años

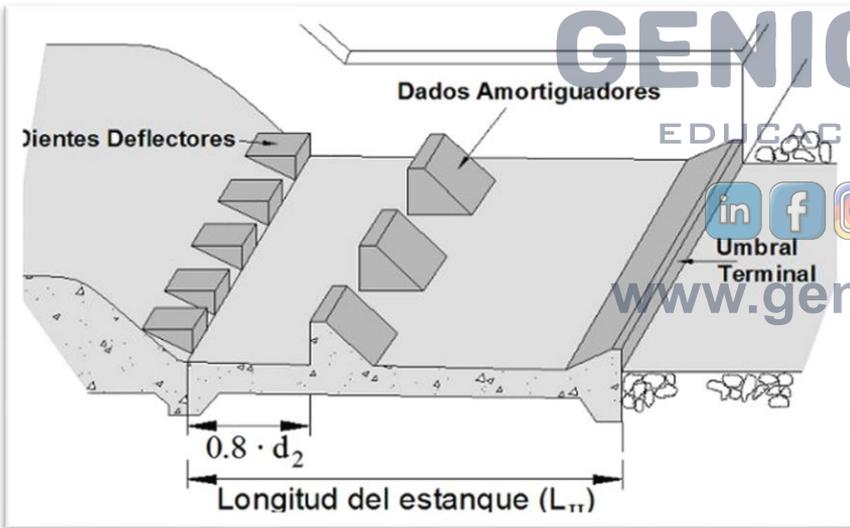
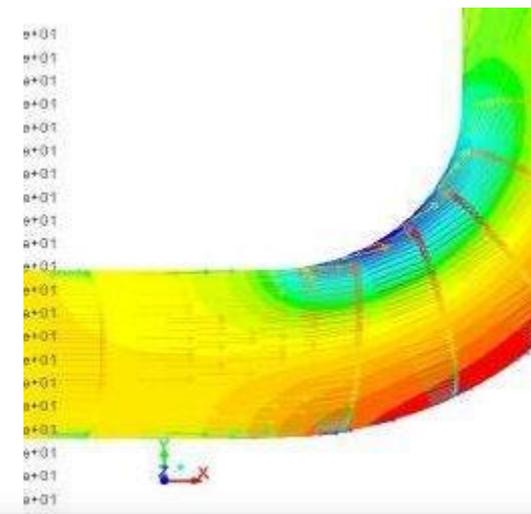
2.- Pérdidas de cargas o perdida de energía

En tuberías o en canal ocurren pérdidas de energía provocada por obstrucciones, cambios locales de la sección o cambios abruptos de dirección en la trayectoria del flujo. En los sistemas de riego estas obstrucciones pueden ser accesorios propios de la red, como: filtros, válvulas, medidores, tees, codos, accesorios de cruceros o cualquier obstrucción que encuentre el agua que le impida seguir circulando en línea recta.

GENIOS PRO

Las perdidas pueden ser continuas a lo largo de conductos regulares, o accidentales o localizadas, debido a circunstancias particulares, como un estrechamiento, un cambio de dirección, la presencia de una válvula, etc.

www.geniospro.com



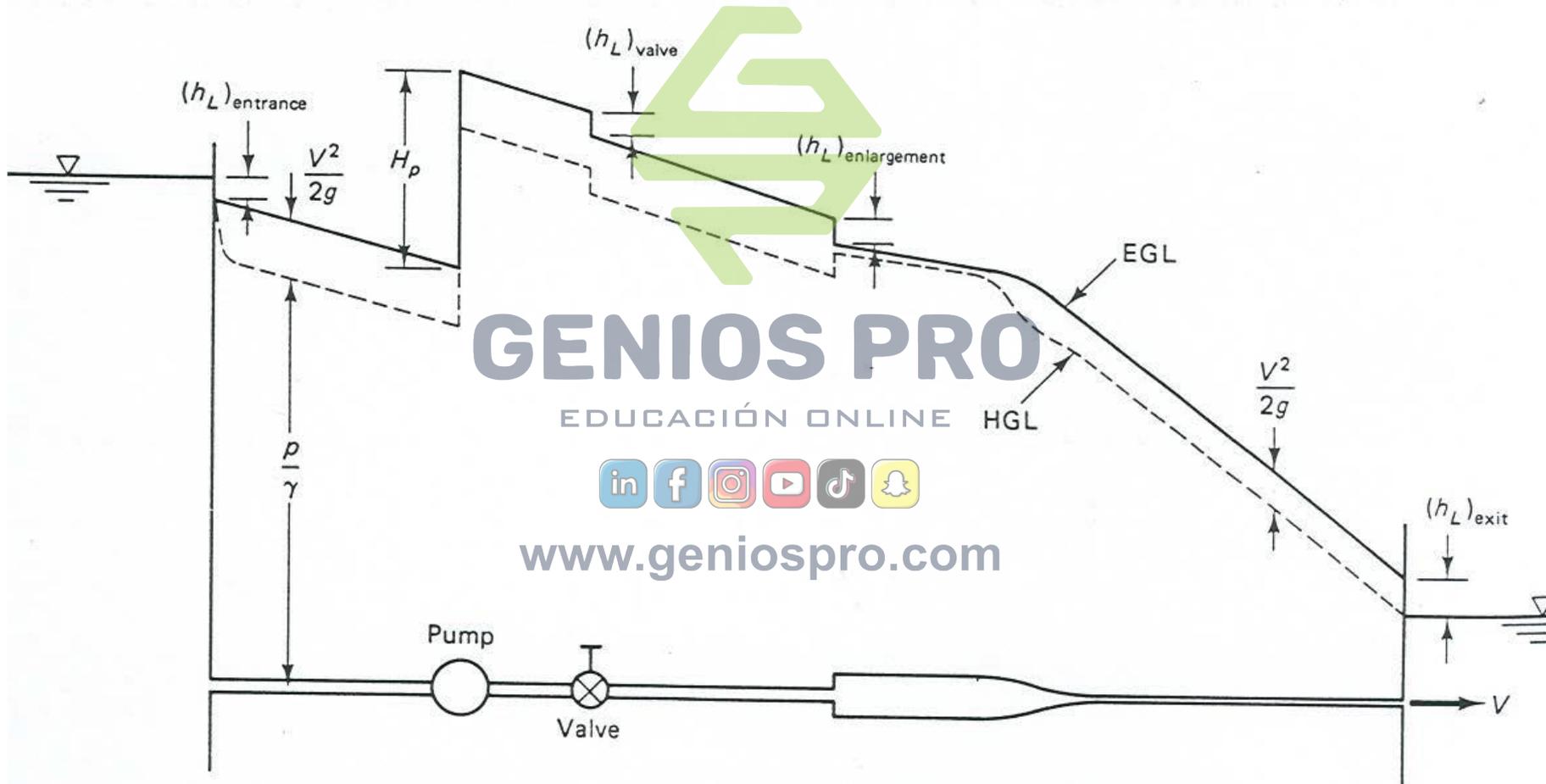
GENIOS PRO
 EDUCACIÓN ONLINE
 www.geniospro.com

Copyright TLV CO.,LTD.

Asiento de la Válvula

Movimiento de la palanca y de la válvula (TLV modelo BB1N mostrado)

El anillo suave conformado en el asiento de la válvula puede ser deformado por la presión del fluido en contra de él, por lo que esta válvula no es la más adecuada para el uso en el control de caudal.



Pérdidas primarias y secundarias en tuberías:

Las **pérdidas de carga** (o pérdidas de energía) en tuberías son de dos tipos; primarias y secundarias:

- **Las pérdidas primarias** son las “pérdidas de superficie” en el contacto del fluido con la superficie (capa límite), rozamiento de unas capas de fluido con otras (régimen laminar) o las partículas de fluido entre sí (régimen turbulento). Tienen lugar en flujo uniforme y por lo tanto, principalmente se producen en tramos de tuberías de sección constante.
- **Las pérdidas secundarias** son las “pérdidas de forma” que tienen lugar en las transiciones (estrechamiento o expansiones), en codos, válvulas y en toda clase de accesorios de tuberías.

GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE



www.geniospro.com

2.1. Las pérdidas primarias o lineales

- Ecuación de Darcy - Weisbach
- Factor de fricción de Darcy
- Ecuación de Colebrook-White
- Fórmula de Hazen-Williams
- Diagrama de Moody
- Fórmula de Bazin

GENIOS PRO
EDUCACION ONLINE

www.geniospro.com

Pérdidas de energía

Pérdidas lineales

Fórmula de Darcy-Weisbach
(disipación viscosa en fluido y paredes)

$$h_l = f \frac{L}{D} \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

Pérdidas singulares

"locales", "menores"
(accesorios)

$$h_s = K_s \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

Son siempre proporcionales a v^2 inv. prop a D

www.geniospro.com

f coeficiente de fricción

L, D longitud/diámetro tubería

K_s coeficiente de pérdidas singulares

2.2. Pérdidas Menores o perdidas secundarias

- Los componentes adicionales (válvulas, codos, conexiones en T, etc.) contribuyen a la pérdida global del sistema y se denominan pérdidas menores.



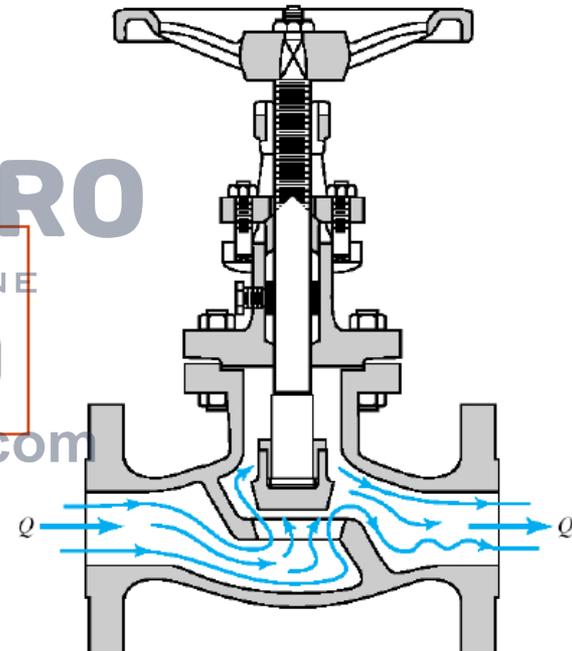
Pérdidas Menores

Un método común para determinar las pérdidas de carga a través de un accesorio o fitting, es por medio del **coeficiente de pérdida** K_L (conocido también como **coeficiente de resistencia**)

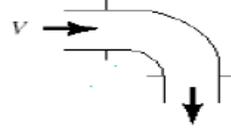
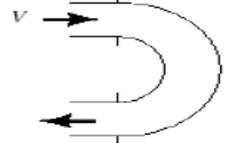
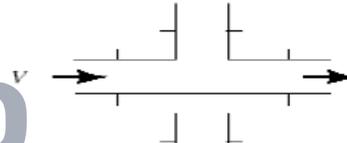
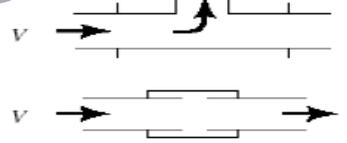
$$h_L = K_L \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Las pérdidas menores también se pueden expresar en términos de la **longitud equivalente** L_e .

$$h_L = K_L \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = f \cdot \frac{L_e}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$



Coeficientes de pérdida para componentes de tubería $(h_L = K_L \frac{V^2}{2g})$

Component	K_L		
a. TUBOS ACODADOS			
Regular de 90°, embridado	0.3		
Regular de 90°, roscado	1.5		
De 90° con gran radio, embridado	0.2		
De 90° con gran radio, roscado	0.7		
De 45° con gran radio, embridado	0.2		
Regular de 45°, roscado	0.4		
b. CODOS DE 180°			
Codo de 180°, embridado	0.2		
Codo de 180°, roscado	1.5		
c. CONEXIONES EN T			
Flujo de línea, embridado	0.2		
Flujo de línea, roscado	0.9		
Flujo derivado, embridado	1.0		
Flujo derivado, roscado	2.0		
d. UNION ROSCADA			
	0.08		
e. VALVULAS			
De globo, completamente abierta	18		
De ángulo, completamente abierta	2		
De compuerta, completamente abierta	0,15		
De compuerta, 1/4 cerrada	0,26		
De compuerta, 1/2 cerrada	2,1		
De compuerta, 3/4 cerrada	17		
De retención a bisagra, flujo hacia adelante	2		
De retención a bisagra, flujo hacia atrás	infinito		
De bola, completamene abierta	0,05		
De bola, 1/3 cerrada	5,5		
De bola, 2/3 cerrada	2,15		

EDUCACIÓN ONLINE



www.geniospro.com

Coeficientes de pérdidas (Ks)

Válvula esférica, totalmente abierta	$K = 10$
Válvula de ángulo, totalmente abierta	$K = 5$
Válvula de retención de clapeta	$K = 2,5$
Válvula de pie con colador	$K = 0,8$
Válvula de compuerta, totalmente abierta	$K = 0,19$
Codo de retroceso	$K = 2,2$
Empalme en T normal	$K = 1,8$
Codo de 90° normal	$K = 0,9$
Codo de 90° de radio medio	$K = 0,75$
Codo de 90° de radio grande	$K = 0,60$
Codo de 45°	$K = 0,42$

Diámetro		Codo 90° de Radio Largo	Codo de 90° Radio medio	Codo 90° de Radio Corto	Codo 45°	Curva 90° R/D 1 1/2	Curva 90° R/D 1	Curva 45°	Entrada Normal	Entrada de Borda	Válvula de Compuerta abierta	Válvula tipo globo abierto	Válvula de ángulo abierta	Tee Paso directo	Tee salida lateral	Tee salida bilateral	Válvula de pie
mm	pulg																
13	1/2	0.3	0.4	0.5	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.4	0.1	4.9	2.6	0.3	1	1	3.6
19	3/4	0.4	0.6	0.7	0.3	0.3	0.4	0.2	0.2	0.5	0.1	6.7	3.6	0.4	1.4	1.4	5.6
25	1	0.5	0.7	0.8	0.4	0.3	0.5	0.2	0.3	0.7	0.2	8.2	4.6	0.5	1.7	1.7	7.3
32	1 1/4	0.7	0.9	1.1	0.5	0.4	0.6	0.3	0.4	0.9	0.2	11.3	5.6	0.7	2.3	2.3	10
38	1 1/2	0.9	1.1	1.3	0.6	0.2	0.7	0.3	0.5	1	0.3	13.4	6.7	0.9	2.8	2.8	11.6
50	2	1.1	1.4	1.7	0.8	0.6	0.9	0.4	0.7	1.5	0.4	17.4	8.5	1.1	3.5	3.5	14
63	2 1/2	1.3	1.7	2	0.9	0.8	1	0.5	0.9	1.9	0.4	21	10	1.3	4.3	4.3	17
75	3	1.5	2.1	2.5	1.2	1	1.3	0.6	1.1	2.2	0.5	26	13	1.6	5.2	5.2	20
100	4	2.1	2.8	3.4	1.5	1.3	1.6	0.7	1.6	3.2	0.7	34	17	2.1	6.7	6.7	23
125	5	2.7	3.7	4.2	1.9	1.6	2.1	0.9	2	4	0.9	43	21	2.7	8.4	8.4	30
150	6	3.4	4.3	4.9	2.3	1.9	2.5	1.1	2.5	5	1.1	51	26	3.4	10	10	39
200	8	4.3	5.5	6.4	3	2.4	3.3	1.5	3.5	6	1.4	67	34	4.3	13	13	52
250	10	5.5	6.7	7.9	3.8	3	4.1	1.8	4.5	7.5	0.7	85	43	5.5	16	16	65
300	12	6.1	7.9	9.5	4.6	3.6	4.8	2.2	5.5	9	2.1	102	51	6.1	19	19	78
350	14	7.5	9.5	10.5	5.3	4.4	5.4	2.5	6.2	11	2.4	120	60	7.3	22	22	90



...GRACIAS GENIOS PRO

EDUCACIÓN ONLINE



www.geniospro.com