

2.4 Parámetros de diseño y construcción de las redes de enmalle

2.4.1 Longitud y altura de trabajo

Entre los parámetros de trabajo más importantes de las redes de enmalle, se encuentran sus dimensiones; longitud y altura de trabajo, estas deberán de ser seleccionadas tomando en cuenta los patrones del comportamiento del objetivo de captura, es decir, su distribución en la zona de pesca, tanto vertical como horizontalmente. También las características de la zona de pesca son factores a considerar, pues este tipo de artes de pesca se utilizan tanto en cuerpos de aguas muy estrechos con poca profundidad (lagunas costeras, ríos, embalses, etc.) como en aguas marinas abiertas, donde este tipo de artes de pesca suelen cubrir grandes distancias.

Las redes de enmalle se construyen por secciones, la longitud de las cuales se encuentra limitada por la longitud estándar de un fardo (50 a 100 metros con el paño estirado) y el coeficiente de encabalgado utilizado. De esta manera, con los coeficientes de encabalgado de uso más común, la longitud de una sección de red será de entre 35.00 - 75.00 m. una sección de red con estas dimensiones, sería lo ideal desde el punto de su manejo y armado por un solo pescador, Fridman (1973). La unión de varias secciones de red pueden formar trenes que pueden cubrir desde unos cuantos metros hasta más de 50 kilómetros, como fue el caso de algunas pesquerías industriales de arenque y salmón, que en los últimos años están siendo sujetas a restricciones en su uso y en algunos países están prohibidas.

Por otra parte, cuando se selecciona la longitud y altura de la red, se deben de tomar en cuenta las normas estatales que regulan la actividad pesquera, principalmente en embalses y Áreas Marinas Protegidas. Para algunas especies y zonas de pesca específicas, ver tabla (2. 1).

La altura de trabajo de las redes de enmalle, varía según al especie a capturar y su comportamiento, para la captura de especies que viven en el fondo, la altura fluctúa entre 2.0-2.5 m, y cuando la especie objeto vive en contacto permanentemente con el fondo, la altura puede ser menor. Para la pesca en aguas continentales la altura de las redes de enmalle fijas de fondo son muy pequeñas, cualquier incremento en la altura de la red mayor a 1.0 a 1.5 m en nada repercute con el incremento de la captura, Steinberg (1974). Por otra parte las redes de enmalle de deriva se construyen para que alcancen alturas de trabajo desde los 6.0 a los 25.0 m. En general cuando se selecciona la altura de la red, se deben tomar en cuenta las dimensiones estandarizadas de los paños de red que ofrece la industria, ya que en algunos casos es necesario unir hasta más de dos paños en forma vertical para lograr la altura deseada de la red, Fridman (1973).

Tabla 2.1 Dimensiones de las redes de enmalle para la captura en aguas marinas y lagos de acuerdo con Normas Oficiales Mexicanas (NOM).

Zona	Especies	Norma	Dimensiones	
			Lrs (m)	Ho (m)
Lago de Pátzcuaro	Charal blanco (<i>Ch grandocule</i>)	NOM-036-SAG/PESC-2015	27.00	1.00
	<i>Tilapia (Oreochromis sp.)</i>		60.00	2.88
	Lobina negra (<i>Micropterus s.</i>)		60.00	2.88
Presas (Huites) Sin. Son, Chi.	<i>Tilapia (Oreochromis sp.)</i>	NOM-025 – PESQ – 1999	80.00	3.00
Aguamilpa, Nay.	Lobina negra (<i>M. salmoides</i>)	NOM-026 – PESQ – 1999	100.00	2.50
Alto Golfo de Cal.	Corvina golfina (<i>Cynoscion o.</i>)	NOM – 063-PESC-2005	293.00	-
Aguas marinas: Sonora, Norte de Sinaloa, Alto Golfo.	Camarón	NOM-002-SAG/PESC-2013	200.00	-
Ambos litorales del país	Tiburones, cazones y angelitos	NOM-029-PESC-2006	750.00	7.60

Lrs, Longitud de la relinga superior, Ho Altura de la red con paño estirado

2.4.2 Tamaño de la malla y grosor del hilo

Cuando se hace referencia al tamaño de la malla de una red, se puede prestar a confusiones, ya que en la tecnología pesquera se usan tres diferentes formas para su designación (Figura 2.13):

- a. barra de la malla; esta dimensión se representa con la letra “a” (Figura ..), se utiliza solo para fines de cálculo, y en el lenguaje de documentos técnicos
- b. longitud de la malla, es la dimensión que aparece en las etiquetas de los fardos y catálogos de materiales.
- c. la luz de la malla; es la distancia interior de la malla y se representa con la letra “A”, esta última se utiliza para estudios de selectividad de las redes de enmalle y en tareas de vigilancia de la norma, se mide con un calibradores especiales de campo y de laboratorio.

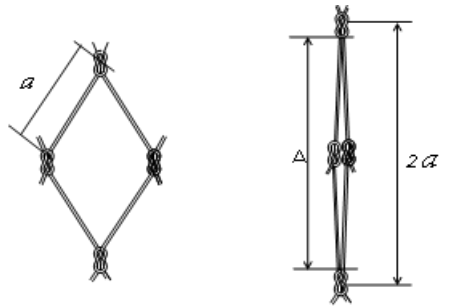


Figura.2.13 Dimensiones principales de una malla

Para determinar el tamaño ideal de la malla para la captura de una especie que habita en una zona determinada, es preciso contar con información suficiente sobre de la composición por tallas de las poblaciones de peces, conocer la talla de primer desove que deberá coincidir con la talla mínima de captura. Considerando que las redes además de retener a los peces mediante el agalle también los pueden enredar, en los resultados de la captura se encontrarán peces con un rango de tallas que dependerá del tamaño y forma de la malla utilizada. Así que durante la selección del tamaño de la malla se debe procurar que el rango de tallas de mayor captura, corresponda a las permitidas por las normas estatales y con una buena demanda en el mercado.

El tamaño de la malla de las redes de enmalle juega el rol principal en el tamaño de los peces que se capturan, la práctica pesquera con redes de enmalle, demuestra que para que las redes de enmalle cumplan con ciertos estándares de éxito de sustentabilidad en la captura, se debe de tomar en cuenta, que existe una relación directa entre el tamaño de la malla y la longitud del pez, a esta relación se le conoce como constante de proporcionalidad o de selectividad de la red (1).

El valor de esta constante de selectividad, puede variar para una misma especie, dependiendo de; la especie, forma del pez, y estado fisiológico. Para determinación de esta constante, es necesario el análisis de la pesca experimental con redes de enmalle de diferente tamaño de malla que se operan bajo circunstancias especiales, pero que no es materia de discusión en este caso.

$$K_1 = \frac{a}{lpz} \quad (2.1)$$

Cuando no se cuenta con datos precisos del coeficiente K_1 , el cálculo del tamaño de la malla se puede obtener de manera aproximada utilizando los siguientes valores de K_1 , que de acuerdo con Bucki (1985), están definidos según la forma del pez, de la siguiente manera:

peces anchos, $K_f = 0.18$

peces medianos, $K_f = 0.13$

peces angostos, $K_f = 0.09$

Para determinar el tamaño de la malla de una forma práctica, tome un pez de la clase y talla que desee pescar, de preferencia uno de tamaño mediano y que ya haya desovado por lo menos una vez. Mida su circunferencia con un hilo que pondrá a su alrededor en la parte más gruesa del cuerpo. Para pescar estos peces necesitará una malla que sea una cuarta parte más pequeña que el perímetro cuerpo del pez (Figura 2.2).

Por otra parte la selección del tamaño de la malla, se deben observar los aspectos legales en materia pesquera, para algunas pesquerías mexicanas, las normas establecen tamaños de malla para zonas de pesca y especies determinadas, como las que se presentan en la tabla 2.2.

Tabla 2.2 Tamaños de malla establecidos por las NOM mexicanas para la captura con redes de enmalle de algunas especies.

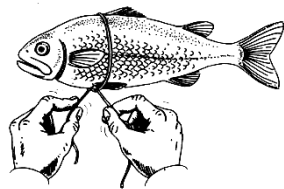
Zona	Especie	Norma	2a mm
Golfo de California	Camarón	NOM-SAGARPA-PESC-2013	63.5
Océano Pacífico	Lisa y liseta	NOM-016-SAG/PESC-2014	71
Golfo de México y Mar Caribe	Lisa	"	102
	Liseta o lebrancha	"	76
Lago de Pátzcuaro	Tilapia y lobina negra	NOM-036-SAG/PESC-2015,	82.5
	Charal blanco	"	16.9
Alto Golfo	Corvina golfina	NOM – 063-PESC-2005	146
Ambos litorales del país	Tiburón	NOM-029-PESC-2006	152.4

En cuanto al grosor del hilo de las redes de enmalle se puede decir que el éxito en las capturas con las redes de enmalle, además del tamaño de la malla se debe a una buena selección del grosor del hilo, el cual debe de cumplir además con requisitos como son; resistencia, flexibilidad, elasticidad, durabilidad, recuperación de la elongación e invisibilidad. En la práctica se procura que los hilos sean lo más delgado posible, pero que cumplan con las características anteriores con la finalidad de incrementar la eficiencia de captura de la red. Los hilos más finos son difíciles de ver por el pez, la red es más ligera, presenta menor resistencia a la corriente y el volumen que esta ocupa en la embarcación es reducido. Sin embargo los hilos muy finos son poco resistentes bajo condiciones extremas de trabajo.

El valor promedio de la relación entre el diámetro del hilo con respecto al tamaño de la malla (d/a) para las redes de enmalle en general, es $d/a \approx 0.01$, los valores extremos fluctúan desde 0.005 a .02. La primera relación se utiliza en la pesca en lagos, ríos y embalses, donde se capturan peces con que presentan una actividad relativamente pasiva y las condiciones hidrometeorológicas son favorables. El valor extremo de la relación $d/a = 0.02$, se utiliza en las redes de enmalle de deriva empleadas en la pesca oceánica, cuando los peces presentan una reacción activa y las capturas son grandes, el cobrado de la red se realiza en forma mecánica desde embarcaciones grandes y existen condiciones de pesca extremas.

Para el caso de las redes de enmalle utilizadas en embalses, la selección del grosor del hilo se puede resumir con la observación de NOM'S mexicanas de pesca que establecen grosores de hilos desde 0.12 hasta 0.50 mm. Así que considerando que el tamaño de la malla establecido por dichas normas de $2a = 114.3$ mm, la relación entre el diámetro del hilo y el tamaño de la malla $d/a = 0.0021$ a 0.0088.

Algunas recomendaciones en cuanto al grosor del hilo y tamaños de las mallas para algunas redes de enmalle de acuerdo con la zona de operación se presentan en la tabla 2.14



Obtener el perímetro del pez en la sección transversal máxima.



El perímetro de la malla debe ser menor que el perímetro del pez



Figura 2.14 Forma de medir al pez para seleccionar el tamaño de la malla (Rosman,1980)

Tabla 2.3 Ejemplos de grosor de hilos y tamaños de las mallas utilizados en ciertos tipos de redes de enmalle (fuente: Prado, J. 1990)

Malla estirada mm	Aguas continentales (lagos, ríos)		Aguas costeras			Aguas oceánicas		
	Multifilamento m/kg /Rtex	Monofil. Ømm	Multifil. m/kg	Monofil. Ømm	Multimono nxØmm	Multifilament. m/kg	Monofil. Ømm	Multimono nxØmm
30			20 000	0.2		10 000 6 660	0.4	6a8x0.15 6x0.15
50	20 000/ 50		13 400/ 74.62	0.2		6 660		
60	13 400/ 74.62	0.2	10 000/ 100			4 440		
80	10 000/100		6 660/ 150		4x0.15	4 440	0.28-0.30	
100	6 660/ 150		4 440/ 225	0.30		3 330	0.5	
120	6 660/ 150		4 440/ 225	0.35- 0.40		3 330	0.6	
40	4 440/ 225		3 330/ 300	0.33-0.35	6x0.15	2 220		8x0.15
160	3 330/ 300		3 330/ 300	0.35	8a10x0.15	2 220	0.6-0.7	
200	2 220/ 450		2 220/ 450			1 550	0.9	10x0.15
240	1 550/ 645		1 550/ 645			1 100	0.9	
500						1 615-2 220		
600			3 330/ 300			1 615-2 220		
700			2 660/ 376					

2.4.3 Coeficiente de encabalgado

El coeficiente de encabalgado en las redes de enmalle determina la forma que adoptan las mallas en las redes durante la pesca y en consecuencia también se relaciona con el resultado de la captura, con coeficientes de encabalgado pequeños, la abertura de las mallas en el sentido horizontal se reduce y se requiere de una mayor cantidad de mallas por unidad de longitud. Las redes con coeficientes de encabalgado pequeño se caracterizan por ser menos selectivas ya que el rango de las tallas retenidas para una misma especie es mayor.

El coeficiente de encabalgado (E) se puede expresar de distintas formas, una de estas es; la relación entre la longitud de la relinga (Lr), y la longitud del paño estirado (Lo). De esta manera,

$$E = \frac{Lr}{Lo} \quad (2.2)$$

El coeficiente de encabalgado con el cual se aprovecha al máximo el área del paño, tiene un valor de $E = 0.707$, sin embargo no se caracteriza por tener las mejores capturas. Los coeficientes recomendados para este fin, fluctúan entre 0.50 - 0.60.

El uso de coeficientes de encabalgado menores a 0.50, presenta la ventaja de que las mallas trabaja más cerrada horizontalmente, propiciando un incremento en capacidad de enredamiento de los peces, pero por otra parte, se incrementa la captura por enredamiento, dificulta la remoción de la

captura, se incrementa el tiempo que se invierte durante un ciclo de pesca y la red es menos selectiva.

En la Tabla 2.4 se presentan los resultados obtenidos en la pesca de tilapia (Hamley, 1975) utilizando redes con tres coeficientes de encabalgado diferentes, donde se puede apreciar que con la reducción del coeficiente de encabalgado, existe un incremento en las captura, y en el porcentaje de peces enredados y una reducción en la selectividad representado por el incremento en el rango de las tallas capturadas.

Tabla 2.4 Efecto del coeficiente de encabalgado en la captura de tilapia (Hamley, 1975)

Coeficiente de encabalgado	Captura promedio por día	Porcentaje de peces enredados	Rango de las tallas capturadas (cm)
1.0	9.3	0	18 - 23
0.50	29.5	24	13 - 23
0.33	81	80	8 - 22

Por otra parte, la selección del coeficiente de encabalgado se puede resumir con la observación de las normas estatales de pesca, por ejemplo que para el caso de las redes de enmalla que se utilizan en embalses, algunas de las NOM'S mexicanas de pesca establecen coeficientes de encabalgado de 0.35 a 0,65.

2.4.4 Encabalgado de la red

Las redes de enmalle se encabalgan con hilo de nylon torcidos, sin defectos y con una resistencia a la ruptura de por lo menos dos veces la del hilo del paño de la red. Este hilo se hace pasar entre las mallas de los bordes del paño y se une con la relinga mediante un nudo de ballestrinque doble o sencillo a intervalos definidos, al espacio formado entre dos de estos nudos consecutivos se le denomina angola (figura 2.15). La longitud de la angola depende del tipo de red, del coeficiente de encabalgado y del tamaño de la malla. En general, Andreev (1962) recomienda que éstas sean de 150-250 mm.

La cantidad de mallas en cada angola y longitud, se pueden determinar de la siguiente manera: si la cantidad de mallas en cada angola se define como "n", la longitud de la angola como "l", y el coeficiente de encabalgado como "E", entonces,

$$l = 2a \cdot E \cdot n \quad , \quad (2.3)$$

de la ecuación anterior, el número de mallas por angola se determina de acuerdo con

$$n = \frac{l}{2a \cdot E} \quad (2.4)$$

Si el resultado de n tiene valor fraccionario, entonces el número de mallas se debe de ajustar al valor entero más cercano. Cuando la longitud de la angola es igual a 150 mm, se debe de aproximar al número entero mayor más cercano, mientras que cuando l es igual a 250 mm se debe de aproximar al número entero menor inmediato, la longitud de la angola se aproxima a valores con diferencia de 5 mm, es decir que si el resultado es de 143 mm se puede aproximar a 145 mm, y en caso de 147 mm a 150mm. Cuando se trabaja con tamaños de angola en pulgadas el redondeo se hace con diferencia de $\frac{1}{4}$ de pulgada, es decir que, se pueden tener angolas con tamaños de $6'' \frac{1}{4}$, $6'' \frac{1}{2}$, etc.

El número de mallas por angola generalmente lo preestablece el pescador y se puede aprovechar el criterio que se presenta en la tabla en la tabla 2.5. Pero también algunos pescadores consideran que en la selección del tamaño de la angola se debe tomar en cuenta el tamaño y forma de los flotadores, de tal manera que durante el adujado de la red en la embarcación los flotadores no se atoren con las angolas de la relinga superior, facilitando la salida de la red durante la maniobra de largado.

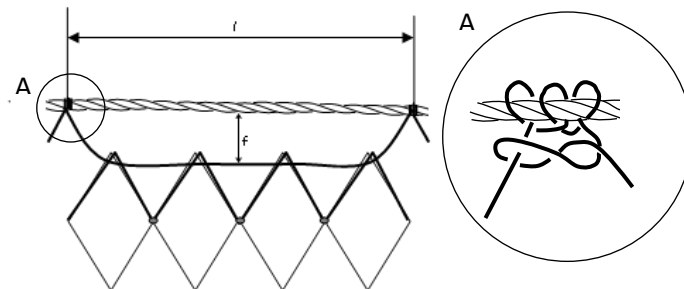


Figura 2.15 Forma de la angola en las redes de enmalle

Tabla 2.5 Número de mallas por angola para redes de enmalle en función del tamaño de la malla y coeficiente de encabalgado

Tamaño de la malla 2a (mm)	Número de mallas por angola		
	$E \approx 0.75$	$E \approx 0.66$	$E \approx 0.50$
150 – 200	1	1 - 2	2
76 - 140	2 – 3	2 – 3	2 - 4
25 - 60	4 - 8	6 - 12	6 - 16

En la construcción de las redes de enmalle se utilizan diferentes tipos de encabalgado, dependiendo del diseño de la red y las condiciones operación. El tipo de encabalgado más popular en la construcción de redes de enmalle se le conoce como; *encabalgado clásico en carrera* (Figura 2.16), es fácil de hacer, y funciona muy bien, sobre todo en la pesca artesanal y en zonas donde las condiciones hidrometeorológicas son favorables.

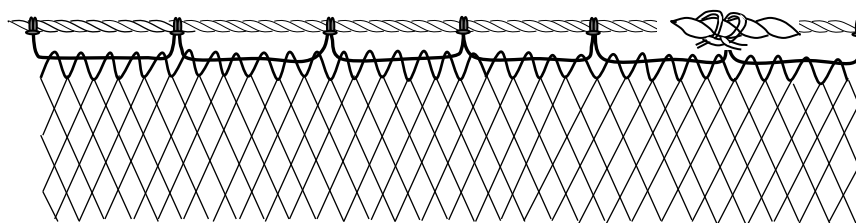


Figura 2.16 Encabalgado clásico en carrera (Andreev, 1962)

Cuando las redes utilizan mallas relativamente grandes (mayores de 100 mm), y cuando estas se someten a cargas producidas durante las maniobras de calado y largad de la red, se toma solamente una malla en cada angola (Figura 2.17), consiguiendo una mejor fijación del paño a la relinga.

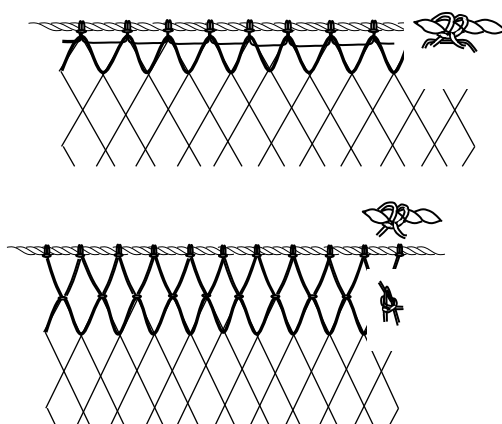


Figura 2.17 Encabalgado en redes con malla grande (Andreev, 1962)

a) angola pasada por la malla b) angola unida a la malla

2.4.5 Características de los materiales de construcción de las redes de enmalle

Durante la selección de los materiales para la construcción de las redes de enmalle, se debe procurar conseguir una buena captura y longevidad suficiente del arte de pesca a un costo razonable. Cuando se seleccionan los materiales para este tipo de artes de pesca, es necesario tomar en cuenta las condiciones de operación de la red como son la forma de cobrado, el sistema de fijación y las características de la zona de pesca, de tal manera que durante el proceso de la captura, los materiales del arte de pesca aseguren y cumplan con los requisitos de operación en cada una de sus etapas.

Cuando se seleccionan los materiales para los paños se deben de tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

Que el paño debe ser lo más suave posible, con un alto grado de flexibilidad y plasticidad, su color debe tener el menor contraste posible en el agua, particularmente cuando se practica la pesca diurna en aguas claras. Los hilos deben ser lo más delgados posible, de tal manera que sean menos percibidos por los peces a través de los órganos de los sentidos de la línea lateral y la vista.

Los paños deben de soportar las fuerzas ejercidas por el pez durante su intento atravesar las mallas y escapar, resistir la abrasión que se presenta durante el largado y cobrado de la red.

Los hilos del paño requieren de buena elasticidad que permita al material alargarse y recuperar su tamaño inicial con una buena resistencia, de manera que se asegure la retención del pez en la malla. Los materiales con límite elástico reducido no son adecuados para este tipo de redes. Los paños deben construirse con nudos que aseguren una buena estabilidad y que las mallas no se deformen, entre los nudos mayormente utilizados en los paños de monofilamento son: el nudo de escota sencillo y doble, o bien el nudo triple.

El material de mayor uso en todo el mundo para construir los paños de red es el Poliamida o nylon, principalmente de monofilamento y en casos muy específicos de Multimonofilamento y multifilamento.

En cuanto a los cabos para relingas estos pueden ser contruidos con cordones torcidos y trenzados, en caso de los cabos torcidos, es recomendable que estos tengan poca elasticidad y una torsión estable que no forme torceduras (cocas). Los cabos trenzados dan mejor resultado que los torcidos ya que son poco elásticos y no forman cocas. En general las relingas se hacen de polietileno (PE) y Polipropileno (PP), ya que estos materiales tienen la propiedad de flotar y su costo es menor.

En algunos casos se utiliza la poliamida (PA) que tiene mayores ventajas mecánicas que los anteriores, pero su costo es muy elevado y no flotan en el agua. También se utilizan cabos de poliéster (PES) y de alcohol de polivinilo (PVA) que también se hunden pero que son menos elásticos. En cuanto al diámetro de las relingas se utilizan cabos con diámetros desde 4 a 16 mm, dependiendo de factores como el tipo de red, las condiciones de operación, del tamaño de la embarcación y de las características de la zona de pesca. Para la relinga inferior se pueden utilizar cabos con el mismo rango de diámetros al de la superior, o bien, se pueden construir con un grosor mayor en un 15 al 20% según las condiciones de trabajo y el cobrado de la red. Las relingas laterales son generalmente más delgadas que la relinga superior en un 60 al 80%. En la actualidad, para la relinga superior de las redes de enmalle se utilizan cabos trenzados flotantes, los cuales tienen integrado el flotador dentro del trenzado del cabo formando una sola estructura. En el caso de la relingas inferiores, se utilizan cabos trenzados plomados, que en cuyo interior tienen trozos de plomo.

Al seleccionar los flotadores para una red de enmalle, se debe tomar en cuenta la existencia de una gran variedad de tipos, formas y materiales de construcción, los más populares son los que se construyen con materiales sintéticos y de formas diversas; cilíndricas y ovoide (con un orificio longitudinal por donde se hace pasar el cabo de la relinga con facilidad Figura 2.18). Los flotadores que se utilizan en las redes de enmalle de superficie son compactos fabricados con una resina que al someterse a un proceso de horneado se expande formando pequeñas burbujas de aire en su interior. Los flotadores para las redes de fondo son huecos y se construyen con plástico de un espesor suficiente para soportar la presión del agua hasta 200 m de profundidad. La mayoría de los fabricantes de ofrecen flotadores con una fuerza de flotación que fluctúa entre los 60 y 200 gramos.



Figura 2. 18 Flotadores utilizados en las redes de enmalle; a) Cilíndricos , b) Ovoides

El lastre en las redes de enmalle por lo general se construye de plomos, se coloca directamente en la relinga inferior y es distribuido uniformemente a una distancia determinada. En las redes de enmalle de superficie, es recomendable colocar un plomo por cada flotador, mientras que en las

redes de enmalle de fondo el número de plomos suele ser mayor que el de los flotadores. Existe una gran variedad de tipos y formas de plomos, los hay en forma de barrilito y esfera, así también pueden estar abiertos o cerrados dependiendo de las costumbres del pescador. (Figura 2.19).

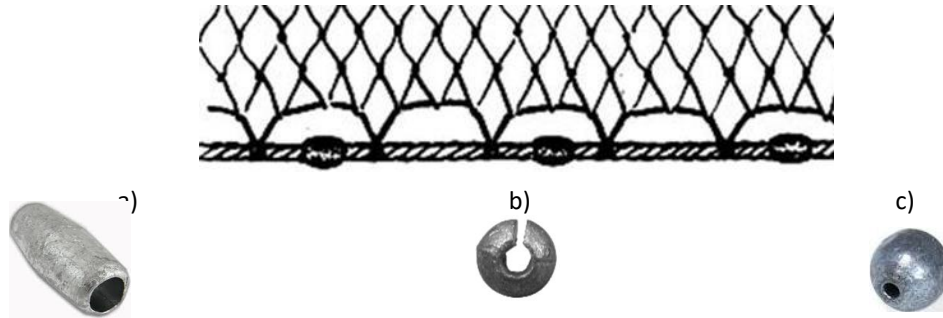


Figura 2.19 Plomos s utilizados en las redes de enmalle; a) Barrilito cerrado, b) Bola abierto c) Esfera cerrado.