

UNIDAD 4: VENTILACIÓN EN MINAS



- **Objetivo específico de la unidad**

Los integrantes de las cuadrillas de rescate entenderán como el aire es dirigido a través de las obras mineras, así como el propósito y los métodos de ventilación para aplicar las medidas necesarias de acuerdo con la emergencia que se presente durante un incendio o explosión.

- **Introducción**

Como miembros de la cuadrilla de rescate, deben de estar familiarizados con la ventilación de la mina en la que están trabajando. Deben conocer lo básico acerca de métodos y controles de ventilación, así como construir mamparas o tapones de control.

Durante la exploración de la mina, la cuadrilla estará revisando las condiciones del sistema de ventilación a medida que se va explorando. Se pueden encontrar controles (tapones, puertas, cortinas, ventiladores) que han sido destruidos o alterados. La responsabilidad inicial será reportar estas condiciones a la base de aire fresco, para que de ahí se informe al centro de mando. Bajo ninguna circunstancia deben alterar la ventilación sin la autorización del centro de mando.

El centro de mando debe tomar decisiones de acuerdo con la información que está recibiendo de la base de aire fresco, de ahí que es muy importante que la cuadrilla haga una buena evaluación de la ventilación existente para que el centro de mando indique lo que se debe hacer y dónde, ya que cuenta con los planos y medidas de volúmenes de aire que alimentan las áreas operativas de la mina.

- **Principios de ventilación en minas**

El principio básico de la ventilación de la mina es que el aire se mueve siempre de presiones altas a presión baja. Es por eso que para hacer que el aire fluya desde la entrada hasta la salida, debe haber una diferencia de presión. Si esta diferencia en la presión existe naturalmente entre dos vías de aire, entonces la mina tiene **VENTILACIÓN NATURAL**, este es uno de los métodos de ventilación en una mina, el otro método es la **VENTILACIÓN MECÁNICA**, es donde los ventiladores son usados para crear un diferencial de presión. En las minas los ventiladores y extractores son los que crean una diferencia de presión, ya sea introduciendo aire a la mina, o bien, extrayéndolo de la misma.

La ventilación natural es muy raramente usada en las minas actualmente, ya que el diferencial de presión no es lo suficiente para crear el flujo de aire requerido y constante por las minas mecanizadas.

La ventilación mecánica utiliza los ventiladores para crear el diferencial de presión al cambiar la presión del aire en puntos específicos de la mina, entre más grande sea la diferencia de presión que crea un ventilador, el flujo de aire tiene mayor velocidad.

Para reforzar la seguridad de la cuadrilla mientras se encuentran explorando en mina, el ventilador principal (o ventiladores) deben ser monitoreados o custodiados (vigilados) por una persona autorizada para asegurarse de que está operando normalmente. Si el ventilador se detiene por algún motivo, pueden surgir condiciones peligrosas y la cuadrilla será sacada de la mina.

Este monitoreo o vigilancia debe garantizar que no habrá ninguna alteración en la operación del ventilador sin la orden del centro de mando.

- **Flujo del aire**

El propósito de la ventilación de la mina es proveer un volumen de aire suficiente para dispersar y remover los gases dañinos, polvo, humo, vapores y proveer el oxígeno necesario. Cuando la mina esta ventilada, el aire de superficie ingresa por la entrada principal y es dirigido o encauzado a las diferentes áreas de la mina por un sistema de controles de ventilación que dirige el aire a ciertas direcciones y diferentes velocidades, de tal forma que alcance los niveles o secciones de toda la mina.

Todo el aire regresado de los niveles o secciones es canalizado hasta la salida principal de la mina; los tiros y rampas son usados como vías principales de entrada y salida del aire, por donde entra el aire es llamado tiro o rampa de entrada, y la vía de salida es referida como el tiro o rampa de salida.

- **Controles de ventilación**

Los controles de ventilación son usados para distribuir apropiadamente el aire a todas las secciones de la mina, estos controlan la **dirección** del flujo y la **cantidad** de aire.

Se tienen varios controles de ventilación como: cortinas, puertas, puertas exclusas, reguladores, mamparas o tapones temporales y permanentes. A continuación se describen cada uno:

Cortinas, son básicamente de trapo, lona o plástico, las cuales son colgadas del cielo de la obra y se pueden abrir para permitir el paso de mineros y del equipo, son usadas para desviar la corriente del aire dentro del área de trabajo, pueden ser de una sola pieza o tener aberturas o dobleces empalmados. Están diseñadas para cerrar solas una vez que se pasó por

ellas, de tal forma que continúen realizando su función de dirigir el aire hacia un lugar de trabajo. Son comúnmente utilizadas en minas de carbón.



Cortina para control
de ventilación

Puertas, son usadas para controlar la ventilación. Evitan el flujo del aire a lugares que no lo requieren, también pueden ser usadas para dividir el aire de dos atmosferas diferentes. Las puertas son usualmente colocadas en pares, formando un candado de aire que previene la pérdida de aire innecesario cuando una de las dos puertas es abierta. Las puertas deben ser siempre abiertas y cerradas, una a la vez, para mantener el control del flujo de aire.

En algunas minas cuentan con puertas en las ventanillas de los tiros y lugares estratégicos para controlar el flujo del aire y en caso de un incendio pueden ser cerradas y sirven como una barrera al incendio y al aire contaminado.



Puertas mineras para control de ventilación

Puertas exclusas, conocidas también como seguros de aire, son dos puertas o dos mamparas construidas aproximadamente unos 5 metros una de otra. El propósito de un candado de aire es separar dos atmósferas diferentes y permitir que la cuadrilla entre y salga sin mezclar las atmósferas. Para mantener el candado de aire, una puerta debe estar cerrada mientras que la otra puerta se abre. En una operación de rescate y recuperación, estos candados de aire son construidos para establecer la base de aire fresco y permitir a las cuadrillas entrar y salir sin contaminar el aire limpio de la base de aire fresco.



Puertas exclusas (seguros de aire)

Reguladores, se construyen para controlar y ajustar la cantidad del flujo de aire en un área de la mina. Una puerta entreabierta puede ser usada como un regulador ya que se puede abrir o cerrar más y el flujo cambia de acuerdo a las necesidades. También se puede construir una puerta o ventana corrediza en una mampara o tapón permanente para ajustar el flujo de aire. Cuando una de estas puertas reguladoras ha sido abierta para permitir el paso de los mineros o equipo, debe cerrarse de inmediato una vez que se ha pasado y se debe dejar en la posición en la cual fue encontrada. Un regulador puede hacerse quitando bloques de una mampara permanente y el flujo de aire puede ser ajustado simplemente quitando o colocando más bloques. En la actualidad los reguladores están fabricados sobre una estructura metálica, con puertas corredizas o una pequeña ventana que se abre manualmente.



Reguladores para control del
flujo de ventilación

Mamparas o tapones temporales, son construidos para avanzar temporalmente y dirigir el flujo del aire hasta que una mampara permanente se construye, usualmente son construidas de madera, lona, cortinas o plásticos. En trabajos de rescate son usadas para avanzar la ventilación a medida que el trabajo de exploración o recuperación de la mina va progresando, así como para rescatar a personal que se encuentra atrás de una barricada protegiéndose de la atmosfera contaminada.

Hay mamparas especiales para usarse en trabajos de rescate de mina, las cuales son rápidas y fáciles de instalar ya que son inflables.

Al construir una mampara temporal, debe dejarse una distancia libre entre 1.20 y 1.80 metros para cuando se construya la mampara o tapón permanente. Estos tapones o mamparas deben construirse sobre un piso parejo y una sección de la mina regular para un buen sellado.

Mamparas o tapones permanentes, tan pronto como sea posible y después que la ventilación ha sido restaurada en la mina, las mamparas permanentes deben de construirse reemplazando las temporales que se construyeron inicialmente para el control rápido de un incendio. Bajo circunstancias normales estas mamparas permanentes serán construidas en aire limpio, para que el trabajo sea realizado por cualquier cuadrilla sin equipos de oxígeno autónomos.

Las mamparas permanentes son construidas con bloques de concreto, tabique, concreto, y en su caso con relleno de arena u otro material no combustible y deben sellarse muy bien contra el piso y tablas.

- **Medición de flujo y volumen de aire**

Conocer la velocidad, dirección y volumen del aire es muy importante debido a que con estos datos se pueden tomar acciones y estrategias para el control de la emergencia en mina por un incendio o explosión. Los integrantes de la cuadrilla deben saber cómo tomar las mediciones de la dirección y velocidad del aire y al reportar los datos a la base de aire fresco, en el centro de mando se realizaran los cálculos y se comparan con los normales. Esto ayuda a tomar decisiones para el control de la emergencia.

Hay dos instrumentos comúnmente usados para medir el movimiento del aire son: **anemómetro** y **tubo de humo**.

El tubo de humo es usado principalmente para determinar en qué dirección se está moviendo el aire, generalmente es para flujos de baja velocidad y el anemómetro es usado para medir el movimiento del aire de mediana y alta velocidad.

Anemómetro, es un instrumento pequeño tipo con un aspa que es girada por el viento, y cuenta con un contador mecánico para registrar el número de revoluciones causadas por la velocidad del aire. Es usado para medir las velocidades por arriba de 120 ft/min; hay dos tipos de anemómetros:

- ✓ Anemómetro de velocidad media o regular, mide flujos de aire entre 120 y 2,000 ft/min.

- ✓ Anemómetro de alta velocidad, es para velocidades de 2,000 a 10,000 ft/min.

Los anemómetros mecánicos miden realmente PIES LINEALES DE VIAJE DEL AIRE, y se requiere un cronómetro para determinar la VELOCIDAD en ft/minuto. Los anemómetros digitales miden directamente la velocidad.

Para determinar el volumen del aire en una sección donde es tomada la lectura, se mide la sección de la obra y se calcula el área en pies (ft) cuadrados. El área es entonces multiplicada por la velocidad para obtener la cantidad de corriente de aire en ft cúbicos/min.

La velocidad mínima reglamentaria en las obras mineras donde circula el equipo diésel es 15.24 metros/min (**Nom-023-STPS-2012**).

El volumen requerido por persona en minas subterráneas es de 1.5 metros cúbicos por minuto y para los equipos diésel es de 2.13 metros cúbicos por minuto por cada caballos de fuerza (H.P.) del equipo (**Nom-023-STPS-2012**).

Ejemplo 1:

Sección de la obra = 4.0 m x 5.0 m = (13.15 ft x 16.35 ft)

$A = 4 \times 5 = 20 \text{ m cuadrados} = (13.15 \times 16.35 = 215 \text{ ft cuadrados}).$

Velocidad del aire = 510 ft/min = (155.48 mts/min)

$Q = AV = 20 \text{ m cuadrados} \times 155.48 \text{ m/min} = 3,110 \text{ m cúbicos/min}$

$Q = AV = 215 \text{ ft cuadrados} \times 510 \text{ ft/min} = 109,650 \text{ ft cúbicos/min}$

Ejemplo 2:

Sección de contrapozo de ventilación D (Diámetro) = 1.83 m = (6 ft)

Velocidad del aire 2,100 m/min = 6,889.76 ft/min

$A = \text{Pi} \times r^2 = 3.14 \times 0.915^2 = 3.14 \times 0.837 = 2.63 \text{ m}^2$

$A = \text{Pi} \times r^2 = 3.14 \times 3^2 = 3.14 \times 9 = 28.26 \text{ ft}^2$

$Q = AV = 2.63 \text{ m}^2 \times 2,100 \text{ m/min} = 5,523 \text{ m}^3/\text{min}$

$Q = AV = 28.26 \text{ ft}^2 \times 6,889.76 \text{ ft/min} = 194,704 \text{ ft}^3/\text{min}$

Tubo de humo



Anemómetros





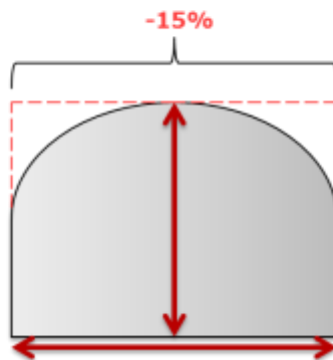
Caudal de Aire

Habiendo determinado la velocidad, el caudal se calcula con la fórmula:

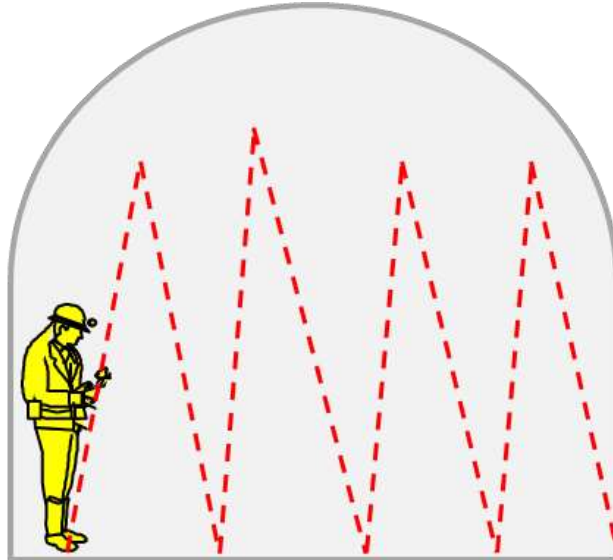
$$Q = AV \text{ (Area x Velocidad)}$$

Geoméricamente se calcula el área de la vía de aire. Cuando el área es irregular se puede dividir en áreas regulares, calcular cada una y sumarlas. Otro método es reducir un 15% de la sección del cielo considerar la sección cuadrada.

Área=Alto x Ancho
de la sección



Método para medir la velocidad del aire en una sección transversal con anemómetro



La medición se realiza en zig-zag y al final se saca un promedio de las lecturas de toda la sección

Método para medir la velocidad del aire en una sección longitudinal con tubo de humo

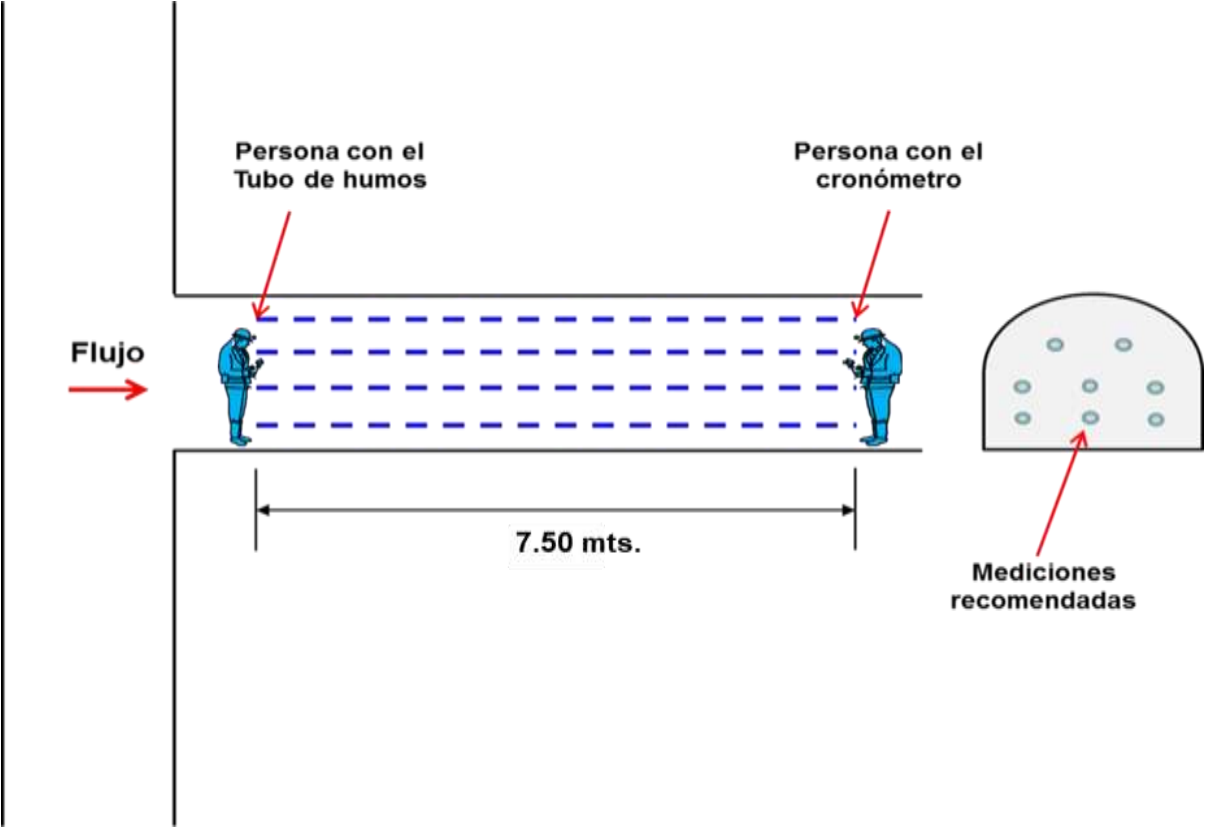
Mida una distancia en la obra donde se realizará la medición, se recomienda que sea un tramo recto y la sección lo más uniforme que se pueda. Enseguida marque una distancia de 7.50 m (25 ft), esta distancia es adecuada para la medición.

Indicarle a una persona que se coloque con el tubo del humo donde inicia la distancia que se marcó, debe ser en la parte contraria al flujo del aire; y el extremo final de la distancia marcada se debe colocar otra persona con un cronómetro.

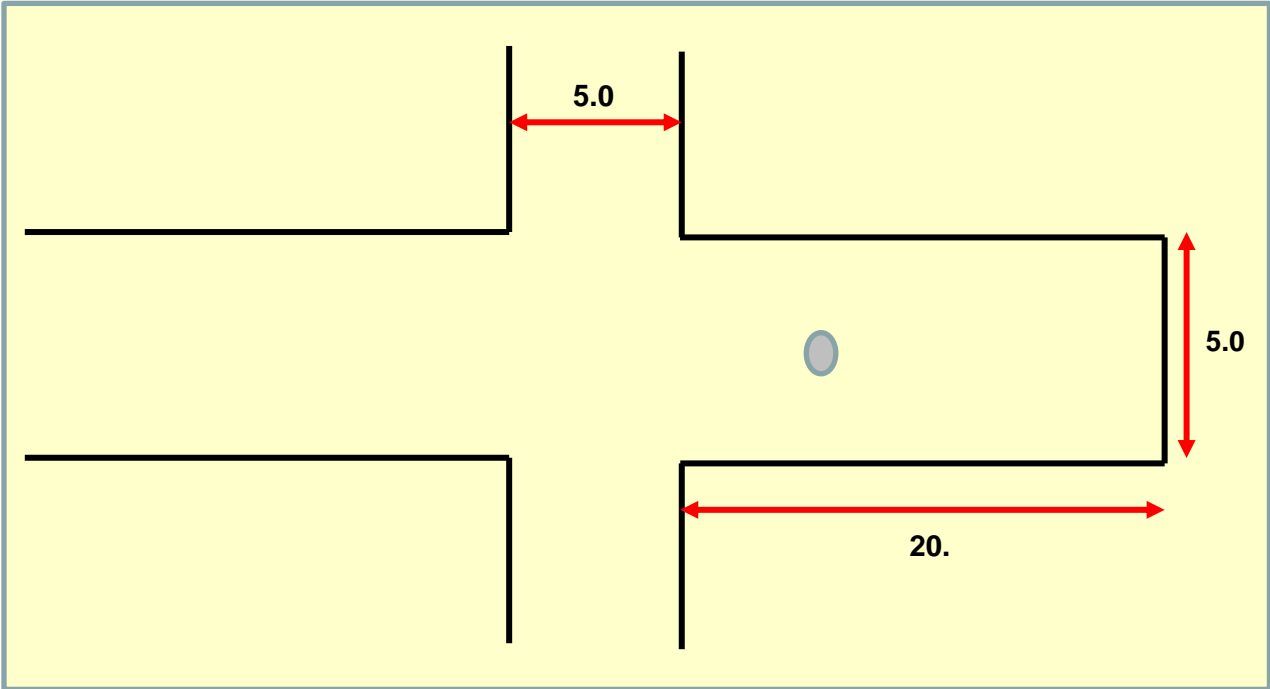
Después de ponerse de acuerdo y el cronómetro en cero, la persona con el tubo libera una nube de humo y la persona del cronómetro toma el tiempo que tarda la nube en recorrer los 7.50 m (25 ft).

Se deben tomar varias medidas (por lo general 8) tratando de cubrir toda la sección de la obra, estas medidas son tomadas separadamente y al final se saca un promedio, la medición más alta y la más baja se eliminan y al resultado de las demás lecturas se les saca un promedio.

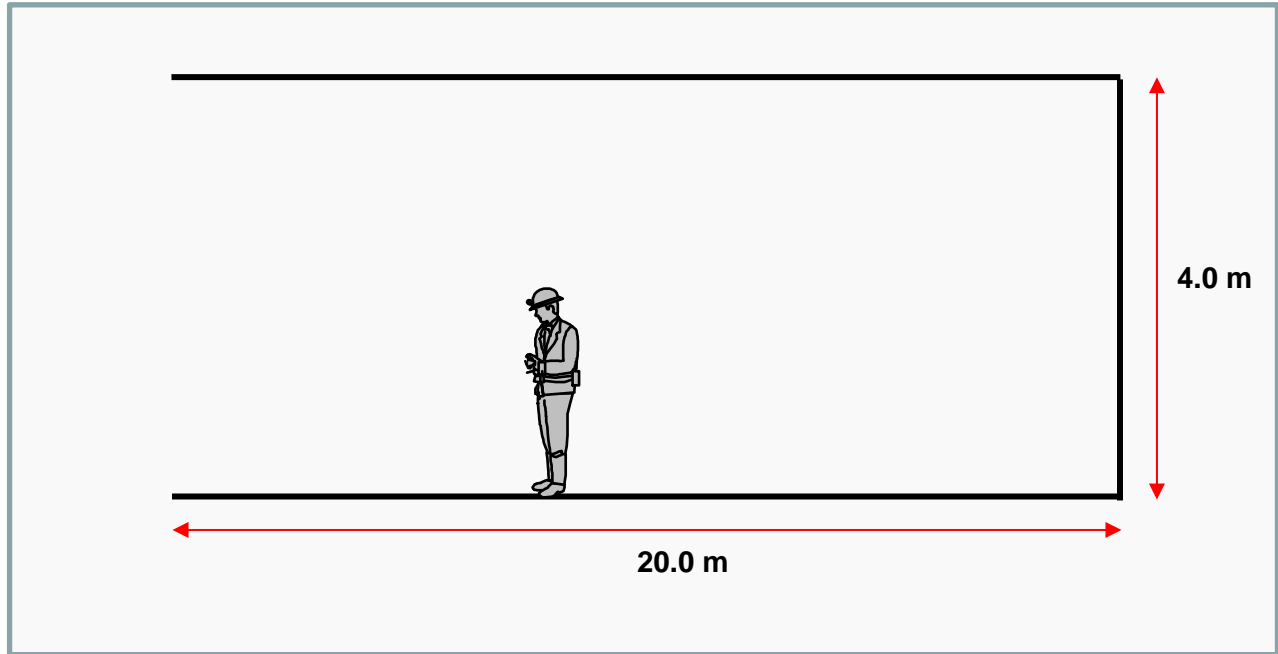
Croquis explicativo de estas mediciones:



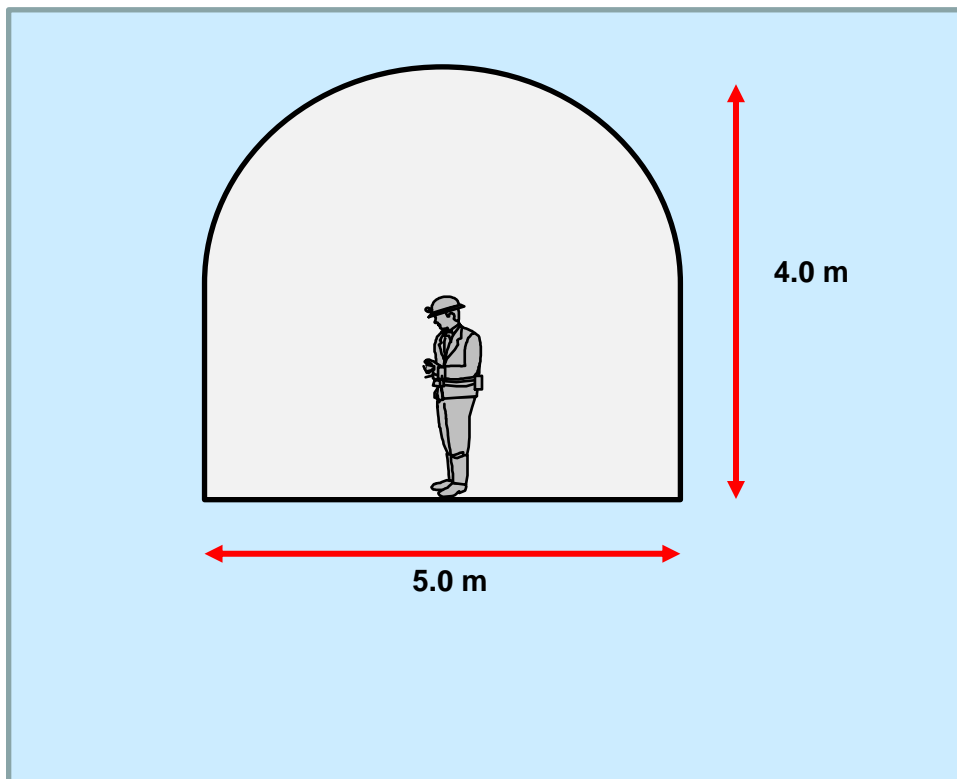
Vistas o secciones de una mina:



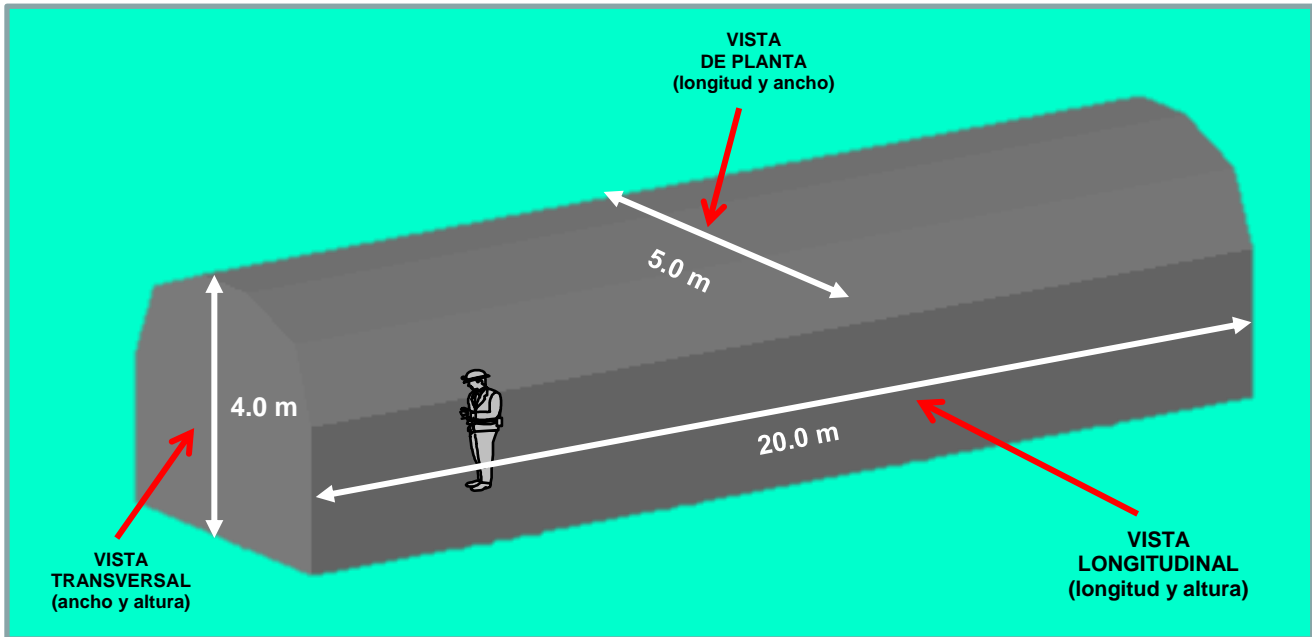
Vista de Planta: En esta vista se conocen las medidas de longitud y el ancho



Longitudinal: En esta vista se conocen las medidas de la longitud y altura



Transversal: En esta vista se conocen las medidas de la altura y ancho



Tercera Dimensión: En esta vista se conocen las tres medidas, longitud, ancho y altura