



CURSO

TRABAJO EN ESPACIOS CONFINADOS

Módulo 2:

EQUIPOS, VENTILACIÓN, DETECCIÓN Y CONTROL DE LA ATMÓSFERA

Contenido

Capítulo 1: Requisitos de ventilación y control de contaminantes	5
1.1 Introducción técnica al control atmosférico.....	5
1.2 Objetivo de la ventilación en espacios confinados	5
1.3 Ventilación natural en espacios confinados.....	6
1.4 Ventilación forzada o mecánica.....	7
1.5 Criterios técnicos para el diseño de la ventilación.....	8
1.6 Control de contaminantes en espacios confinados.....	8
1.7 Relación entre ventilación, EPP y permisos de trabajo.....	10
1.8 Importancia preventiva del control atmosférico	10
Capítulo 2: Equipos de detección de gases: funcionamiento, calibración y uso seguro.	11
2.1 Importancia de la detección de gases en espacios confinados.....	11
2.2 Tipos de equipos de detección de gases	11
2.3 Funcionamiento de los equipos de detección de gases.....	13
2.4 Calibración de equipos de detección de gases	15
2.5 Uso seguro de los equipos de detección de gases.....	16
2.6 Registro y control	17
2.7 Integración con el permiso de trabajo	17
Capítulo 3: Equipos de protección personal (EPP) específicos para espacios confinados.	18
3.1 Rol del EPP en la gestión de riesgos en espacios confinados	18
3.2 Principios para la selección del EPP en espacios confinados	18
3.3 Protección respiratoria	19
3.4 Protección contra caídas y sistemas de rescate.....	20
3.5 Protección de cabeza, ojos y rostro	21
3.6 Protección de manos y extremidades	22
3.7 Protección corporal y biológica.....	23
3.8 Uso, mantención y limitaciones del EPP	24
3.9 Integración del EPP con el permiso de trabajo.....	24
Capítulo 4: Normas Técnicas aplicables a detectores y EPP (NCh 1258 y NCh 382).....	25
4.1 Importancia del marco normativo en espacios confinados.....	25
4.2 Norma Chilena NCh 1258: Detectores de gases.....	25
4.3 Norma Chilena NCh 382: Equipos de Protección Personal (EPP)	27
4.4 Relación entre normas técnicas, evaluación de riesgos y permiso de trabajo	28
4.5 Importancia preventiva y cumplimiento normativo.....	28
Capítulo 5: Control de acceso, supervisión externa y registro documental	29
5.1 Control de acceso al espacio confinado	30
5.2 Supervisión externa obligatoria.....	32
5.3 Registro documental	34

5.4 Integración de los tres componentes	37
Capítulo 6: Medidas de prevención ante atmósferas deficientes o tóxicas.	38
6.1 Naturaleza del riesgo: atmósferas deficientes o tóxicas	38
6.2 Enfoque preventivo basado en la jerarquía de controles	40
6.3 Medidas previas al ingreso: preparación del espacio confinado	41
6.4 Medición y monitoreo de la atmósfera	43
6.5 Ventilación como medida de control de atmósferas peligrosas	45
6.6 Protección respiratoria como última barrera	47
6.7 Medidas administrativas y organizacionales	48
6.8 Evaluación continua y revisión de incidentes	50

Capítulo 1: Requisitos de ventilación y control de contaminantes

1.1 Introducción técnica al control atmosférico

La ventilación y el control de contaminantes constituyen uno de los pilares fundamentales para la prevención de accidentes y enfermedades profesionales en espacios confinados. Debido a la ventilación natural limitada o inexistente, estos recintos presentan una alta probabilidad de acumulación de gases, vapores, aerosoles y deficiencia de oxígeno, generando condiciones potencialmente letales en períodos muy breves de tiempo.

El control atmosférico en espacios confinados no puede basarse en percepciones subjetivas, sino que debe sustentarse en criterios técnicos, mediciones instrumentales y sistemas de ventilación adecuados, diseñados y evaluados en función del tipo de espacio, los contaminantes presentes y la tarea a ejecutar.

1.2 Objetivo de la ventilación en espacios confinados

La ventilación en espacios confinados tiene como objetivos principales:

- Mantener niveles seguros de oxígeno para la respiración humana.
- Diluir y remover contaminantes peligrosos presentes en el ambiente.
- Prevenir la formación de atmósferas inflamables o explosivas.
- Reducir la exposición a agentes químicos y biológicos.
- Contribuir al control del estrés térmico y la humedad.

La ventilación debe considerarse una medida de control de ingeniería, prioritaria dentro de la jerarquía preventiva.

1.3 Ventilación natural en espacios confinados

1.3.1 Características de la ventilación natural

La ventilación natural depende de factores externos tales como el viento, las diferencias de temperatura y la existencia de aberturas que permitan la circulación del aire. En espacios confinados, este tipo de ventilación suele ser:

- Inestable e impredecible.
- Dependiente de condiciones ambientales variables.
- Insuficiente para controlar riesgos atmosféricos críticos.

1.3.2 Limitaciones de la ventilación natural

En la mayoría de los espacios confinados, la ventilación natural:

- No garantiza la renovación continua del aire.
- No permite controlar la acumulación de gases densos o livianos.
- No asegura la eliminación de contaminantes en zonas muertas.

Por estas razones, la ventilación natural no debe considerarse suficiente como única medida de control cuando existen riesgos atmosféricos.

1.4 Ventilación forzada o mecánica

1.4.1 Definición y alcance

La ventilación forzada corresponde al uso de equipos mecánicos (ventiladores, extractores, sopladores) destinados a controlar activamente la atmósfera del espacio confinado. Su uso es obligatorio cuando existe riesgo de:

- Deficiencia o enriquecimiento de oxígeno.
- Presencia de contaminantes químicos o biológicos.
- Formación de atmósferas inflamables.

1.4.2 Tipos de ventilación forzada

a) Ventilación por impulsión

Introduce aire limpio al interior del espacio confinado, desplazando el aire contaminado hacia el exterior. Es eficaz cuando se controla adecuadamente la salida del aire.



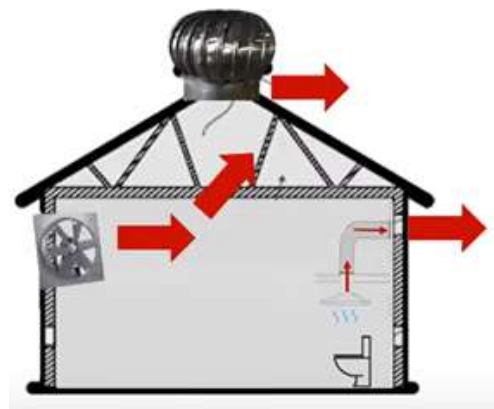
b) Ventilación por extracción

Remueve el aire contaminado desde el interior hacia el exterior. Resulta especialmente útil cuando se requiere capturar contaminantes en su punto de generación.



c) Ventilación combinada (impulsión + extracción)

Permite un mayor control del flujo de aire, reduciendo recirculaciones y zonas muertas. Es el sistema más efectivo en espacios confinados complejos o compartimentados.



1.5 Criterios técnicos para el diseño de la ventilación

La ventilación forzada debe diseñarse considerando, como mínimo, los siguientes criterios:

- Volumen del espacio confinado.
- Tipo y concentración de contaminantes.
- Densidad relativa de los gases respecto del aire.
- Ubicación de entradas y salidas de aire.
- Presencia de obstáculos internos, deflectores o cambios de sección.
- Duración de la tarea y número de trabajadores expuestos.

Una ventilación mal diseñada puede resultar contraproducente, desplazando contaminantes hacia la zona respiratoria del trabajador o generando recirculación del aire contaminado.

1.6 Control de contaminantes en espacios confinados

1.6.1 Identificación de contaminantes

Antes de definir el sistema de ventilación, se deben identificar los contaminantes presentes o potenciales, tales como:

- Gases tóxicos.
- Vapores químicos.
- Aerosoles y partículas en suspensión.
- Bioaerosoles.
- Polvos combustibles.

Esta identificación se basa en el proceso, los materiales presentes, el historial del recinto y la actividad a realizar.



1.6.2 Medición y monitoreo atmosférico

El control de contaminantes exige mediciones instrumentales previas y, cuando corresponda, monitoreo continuo durante el trabajo. Las mediciones deben considerar:

- Concentración de oxígeno.
- Presencia de gases tóxicos específicos.
- Porcentaje del Límite Inferior de Explosividad (LIE), cuando aplique.

La ventilación no reemplaza la medición atmosférica, sino que debe ser verificada mediante ella.

1.6.3 Prevención de recirculación y zonas muertas

Para asegurar la efectividad del control de contaminantes, se debe:

- Evitar que el aire extraído sea reintroducido al espacio.
- Ubicar ductos de ventilación en función de la densidad del contaminante.
- Asegurar barrido completo del volumen del recinto.
- Ajustar la ventilación ante cambios en la tarea o condiciones internas.

1.7 Relación entre ventilación, EPP y permisos de trabajo

La ventilación y el control de contaminantes deben integrarse con otras medidas preventivas, tales como:

- Uso de protección respiratoria adecuada, cuando la ventilación no elimina completamente el riesgo.
- Condiciones específicas establecidas en el permiso de trabajo, incluyendo tipo de ventilación requerida y frecuencia de monitoreo.
- Supervisión permanente del cumplimiento de las medidas definidas.

La ventilación no elimina la necesidad de EPP ni del permiso de trabajo, sino que forma parte de un sistema integrado de control.

1.8 Importancia preventiva del control atmosférico

Un sistema adecuado de ventilación y control de contaminantes permite:

- Reducir significativamente el riesgo de intoxicaciones y asfixias.
- Prevenir incendios y explosiones.
- Mejorar las condiciones de trabajo y el desempeño humano.
- Garantizar la continuidad segura de las operaciones.

La ventilación y el control de contaminantes en espacios confinados constituyen requisitos técnicos indispensables para la ejecución segura de trabajos. Su correcta aplicación, basada en criterios técnicos y verificación instrumental, permite mantener condiciones atmosféricas seguras y proteger eficazmente la vida y la salud de las personas expuestas.

Capítulo 2: Equipos de detección de gases: funcionamiento, calibración y uso seguro.

2.1 Importancia de la detección de gases en espacios confinados

La detección de gases constituye una medida crítica de control preventivo en espacios confinados, debido a que muchos de los peligros atmosféricos presentes no son perceptibles por los sentidos humanos. Gases tóxicos, deficiencia de oxígeno o atmósferas explosivas pueden desarrollarse sin señales visibles, generando riesgos inmediatos para la vida y la salud de los trabajadores.

Por esta razón, el uso de equipos de detección de gases permite verificar objetivamente las condiciones atmosféricas antes del ingreso y durante la ejecución de trabajos, constituyéndose como un requisito técnico indispensable previo a la emisión del permiso de trabajo.

2.2 Tipos de equipos de detección de gases

2.2.1 Detectores portátiles multigás

Son los equipos más utilizados en trabajos en espacios confinados. Permiten la medición simultánea de múltiples parámetros críticos, tales como:

- Concentración de oxígeno (O₂).
- Gases combustibles, expresados generalmente como porcentaje del Límite Inferior de Explosividad (LIE).
- Gases tóxicos específicos, como monóxido de carbono (CO), sulfuro de hidrógeno (H₂S) u otros, según el proceso.



Estos equipos son portátiles, de lectura directa y cuentan con alarmas visuales, sonoras y vibratorias.

2.2.2 Detectores fijos

Se instalan de forma permanente en espacios confinados de uso frecuente o en recintos con historial de generación de gases peligrosos. Permiten monitoreo continuo y activación automática de alarmas o sistemas de ventilación.



2.2.3 Detectores específicos

Diseñados para medir un solo gas o contaminante particular, se utilizan cuando el riesgo está claramente identificado y requiere alta sensibilidad o precisión.



Detector de ácido sulfhídrico

2.3 Funcionamiento de los equipos de detección de gases

2.3.1 Principio de medición

Los detectores de gases funcionan mediante sensores diseñados para reaccionar ante la presencia de un gas específico o la variación de oxígeno en el ambiente.

Entre los sensores más utilizados se encuentran:

- Sensores electroquímicos, utilizados para gases tóxicos y oxígeno.



- Sensores catalíticos, empleados para detectar gases combustibles.



- Sensores infrarrojos, utilizados para ciertos gases combustibles y mediciones más estables en ambientes complejos.



El sensor convierte la presencia del gas en una señal eléctrica, la cual es procesada y mostrada en la pantalla del equipo como una lectura cuantitativa.

2.3.2 Alarmas y umbrales

Los detectores cuentan con alarmas preconfiguradas que se activan cuando la concentración de un gas supera los valores seguros establecidos.

Estas alarmas permiten alertar de forma inmediata al trabajador y activar los procedimientos de evacuación o control.



2.4 Calibración de equipos de detección de gases

2.4.1 Concepto de calibración

La calibración es el proceso mediante el cual se ajusta el equipo de detección para asegurar que las lecturas obtenidas sean precisas y confiables. Un detector no calibrado puede entregar lecturas erróneas, generando una falsa sensación de seguridad o alarmas injustificadas.

2.4.2 Tipos de calibración

a) Prueba funcional (bump test)

Consiste en exponer el detector a una concentración conocida de gas para verificar que el sensor y las alarmas respondan adecuadamente. Se recomienda realizarla antes de cada uso.

b) Calibración completa

Proceso técnico que ajusta el equipo utilizando gases patrón certificados. Debe realizarse según las recomendaciones del fabricante y registrarse formalmente.

2.4.3 Frecuencia de calibración

La frecuencia depende del fabricante, condiciones de uso y entorno de trabajo, pero como criterio general:

- **Prueba funcional:** antes de cada jornada o uso.
- **Calibración completa:** periódica, según especificaciones técnicas o tras exposiciones extremas.

2.5 Uso seguro de los equipos de detección de gases

2.5.1 Medición previa al ingreso

Antes de ingresar a un espacio confinado, se debe realizar una medición atmosférica desde el exterior, evaluando distintos niveles del recinto (superior, medio e inferior), debido a la posible estratificación de gases.

2.5.2 Monitoreo durante la permanencia

En trabajos prolongados o de alto riesgo, el detector debe acompañar al trabajador dentro del espacio confinado, permitiendo el monitoreo continuo de la atmósfera y la detección temprana de cambios peligrosos.

2.5.3 Interpretación de resultados

Los trabajadores deben conocer los valores seguros de referencia, tales como:

- Oxígeno: 19,5 % a 23 %.
- Gases combustibles: valores bajo el umbral del LIE permitido.
- Gases tóxicos: bajo los límites establecidos por la normativa vigente.

Ante cualquier lectura fuera de rango, el trabajo debe suspenderse de inmediato.

2.5.4 Limitaciones y precauciones

- Los detectores no reemplazan la ventilación ni otras medidas de control.
- Pueden verse afectados por interferencias, humedad, temperatura o contaminantes cruzados.
- Deben mantenerse limpios, cargados y protegidos contra golpes.

2.6 Registro y control

Toda medición, calibración y prueba funcional debe quedar registrada como parte del sistema de gestión de seguridad y del permiso de trabajo. Estos registros permiten asegurar trazabilidad, cumplimiento normativo y mejora continua.

2.7 Integración con el permiso de trabajo

Los resultados de la detección de gases son un insumo obligatorio para:

- Autorizar o rechazar el ingreso al espacio confinado.
- Definir el tipo de ventilación requerida.
- Determinar la necesidad de protección respiratoria.
- Establecer condiciones de suspensión del trabajo.

El uso adecuado de equipos de detección de gases, junto con una correcta calibración y procedimientos de uso seguro, constituye un elemento esencial para el control de la atmósfera en espacios confinados. Su correcta aplicación permite prevenir intoxicaciones, asfixias y explosiones, protegiendo de manera efectiva la vida y la salud de los trabajadores.

Capítulo 3: Equipos de protección personal (EPP) específicos para espacios confinados.

3.1 Rol del EPP en la gestión de riesgos en espacios confinados

Los Equipos de Protección Personal (EPP) constituyen una medida de control complementaria dentro de la jerarquía preventiva, destinada a proteger al trabajador cuando los riesgos no pueden ser eliminados o controlados completamente mediante medidas de ingeniería o administrativas. En espacios confinados, el uso de EPP adquiere una relevancia crítica debido a la presencia de riesgos atmosféricos, físicos, químicos, biológicos y ergonómicos que pueden manifestarse de forma simultánea y repentina.

El EPP no elimina el peligro, sino que reduce la probabilidad o severidad del daño, por lo que su selección, uso y mantención deben realizarse en función de la evaluación de riesgos específica del espacio confinado y de la tarea a ejecutar.

3.2 Principios para la selección del EPP en espacios confinados

La selección del EPP debe basarse en criterios técnicos y normativos, considerando como mínimo:

- Tipo de riesgo identificado (atmosférico, químico, físico, biológico, ergonómico).
- Concentración y naturaleza de los contaminantes presentes.
- Duración de la exposición y condiciones ambientales.
- Compatibilidad entre los distintos EPP utilizados simultáneamente.
- Restricciones de movimiento propias del espacio confinado.

El EPP seleccionado debe estar certificado, ser adecuado al usuario y encontrarse en condiciones óptimas de funcionamiento.

3.3 Protección respiratoria

3.3.1 Importancia de la protección respiratoria

La protección respiratoria es uno de los EPP más críticos en espacios confinados, debido a la posibilidad de atmósferas deficientes de oxígeno, presencia de gases tóxicos, vapores químicos, aerosoles o bioaerosoles.

3.3.2 Tipos de protección respiratoria

a) Respiradores purificadores de aire

Incluyen mascarillas con filtros o cartuchos específicos para determinados contaminantes. Solo pueden utilizarse cuando:

- La atmósfera contiene niveles adecuados de oxígeno.
- El contaminante es conocido y existe un filtro adecuado.
- Las concentraciones se mantienen dentro de los rangos permitidos.



b) Equipos de respiración autónoma (ERA)

Suministran aire independiente del ambiente y son obligatorios cuando:

Existe deficiencia de oxígeno.

Los contaminantes son altamente tóxicos o desconocidos.

Se realizan trabajos de rescate o emergencia.



3.4 Protección contra caídas y sistemas de rescate

3.4.1 Arnés de cuerpo completo

El arnés de cuerpo completo es obligatorio en espacios confinados con riesgo de caída a distinto nivel o cuando se requiere rescate vertical. Debe contar con puntos de anclaje adecuados y encontrarse certificado.



3.4.2 Líneas de vida y dispositivos de anclaje

Las líneas de vida, retráctiles y sistemas de anclaje permiten asegurar al trabajador y facilitar su extracción en caso de emergencia. Estos sistemas deben ser compatibles con la geometría del acceso y el plan de rescate definido.



3.5 Protección de cabeza, ojos y rostro

3.5.1 Protección de cabeza

El uso de casco de seguridad protege contra golpes con estructuras internas, caídas de objetos o contacto con superficies irregulares, frecuentes en espacios confinados.



3.5.2 Protección ocular y facial

Gafas de seguridad y protectores faciales se utilizan para prevenir lesiones por salpicaduras químicas, partículas en suspensión o bioaerosoles, especialmente durante labores de limpieza o mantenimiento.



3.6 Protección de manos y extremidades

3.6.1 Guantes de seguridad

Los guantes deben seleccionarse según el riesgo predominante:

- Guantes químicos para contacto con sustancias peligrosas.
- Guantes resistentes al corte o abrasión para riesgos mecánicos.
- Guantes impermeables para trabajos con humedad o residuos.



3.6.2 Protección de extremidades inferiores

El calzado de seguridad debe proporcionar protección contra impactos, resbalones y perforaciones, considerando su compatibilidad con ambientes húmedos o contaminados.



3.7 Protección corporal y biológica

3.7.1 Ropa de protección

Incluye overoles, trajes impermeables o resistentes a químicos, según la naturaleza del riesgo. En espacios confinados, la ropa debe permitir movilidad suficiente sin comprometer la protección.



3.7.2 Protección frente a riesgos biológicos

En espacios con presencia de lodos, aguas residuales o material orgánico, se requiere el uso de ropa impermeable, guantes y protección respiratoria adecuada para evitar el contacto e inhalación de agentes biológicos.



3.8 Uso, mantenimiento y limitaciones del EPP

El uso del EPP debe cumplir con los siguientes criterios:

- Inspección previa antes de cada uso.
- Uso conforme a instrucciones del fabricante.
- Limpieza, almacenamiento y mantenimiento adecuados.
- Reemplazo inmediato ante daños o vencimiento.

Es fundamental comprender que el EPP no sustituye otras medidas de control, como la ventilación, la detección de gases o los permisos de trabajo.

3.9 Integración del EPP con el permiso de trabajo

El permiso de trabajo en espacios confinados debe especificar claramente:

- El EPP obligatorio para la tarea.
- Condiciones que obligan a su uso.

Responsables de verificar su correcta utilización.

El incumplimiento del uso de EPP definido en el permiso constituye una condición de suspensión inmediata del trabajo.

El uso adecuado de Equipos de Protección Personal específicos para espacios confinados es un componente esencial del sistema de prevención. Su correcta selección, uso y mantenimiento, en conjunto con otras medidas de control, permite reducir significativamente la exposición a riesgos críticos y proteger la vida y salud de los trabajadores.

Capítulo 4: Normas Técnicas aplicables a detectores y EPP (NCh 1258 y NCh 382).

4.1 Importancia del marco normativo en espacios confinados

El uso de equipos de detección de gases y de Equipos de Protección Personal (EPP) en espacios confinados debe ajustarse a normas técnicas reconocidas, que aseguren niveles adecuados de seguridad, confiabilidad y desempeño.

En el contexto chileno, las Normas Chilenas (NCh) establecen criterios técnicos que orientan la selección, uso y control de estos equipos, constituyendo un respaldo fundamental para la gestión preventiva y el cumplimiento normativo en Seguridad y Salud en el Trabajo (SST).

La aplicación de estas normas permite reducir la variabilidad en la calidad de los equipos utilizados y asegurar que las medidas de control implementadas sean técnicamente válidas frente a riesgos críticos.

4.2 Norma Chilena NCh 1258: Detectores de gases

4.2.1 Alcance y objetivo

La NCh 1258 establece requisitos técnicos y criterios de referencia para los detectores de gases utilizados en ambientes laborales, incluyendo aquellos destinados a la detección de atmósferas peligrosas por deficiencia de oxígeno, presencia de gases tóxicos o concentraciones inflamables.

Su objetivo principal es asegurar que los equipos de detección entreguen mediciones confiables, repetibles y oportunas, permitiendo una adecuada toma de decisiones preventivas.



4.2.2 Aspectos técnicos relevantes

La norma aborda, entre otros, los siguientes aspectos:

- Tipos de gases detectables, según el diseño del equipo.
- Principios de funcionamiento de los sensores, en función del gas a medir.
- Exactitud y sensibilidad de la medición, considerando rangos de operación seguros.
- Sistemas de alarma, visuales, sonoras y/o vibratorias, ante superación de umbrales críticos.
- Condiciones de operación, tales como temperatura, humedad y tiempo de respuesta.

Estos criterios son especialmente relevantes en espacios confinados, donde pequeñas variaciones en la atmósfera pueden representar riesgos severos.

4.2.3 Calibración y verificación

La NCh 1258 enfatiza la necesidad de que los detectores de gases sean calibrados y verificados periódicamente, de acuerdo con las especificaciones del fabricante y mediante el uso de patrones o gases de referencia adecuados. La correcta calibración garantiza que las lecturas obtenidas reflejen de manera fiel las condiciones reales del ambiente.

4.2.4 Aplicación en espacios confinados

En trabajos en espacios confinados, la aplicación de la NCh 1258 respalda técnicamente:

- La selección de detectores multigás adecuados al riesgo identificado.
- La obligatoriedad de mediciones atmosféricas previas al ingreso.
- El monitoreo continuo durante trabajos prolongados o de alto riesgo.
- La integración de los resultados de medición en el permiso de trabajo.

4.3 Norma Chilena NCh 382: Equipos de Protección Personal (EPP)

4.3.1 Alcance y finalidad

La NCh 382 establece criterios generales relacionados con el uso de Equipos de Protección Personal, orientados a garantizar que estos dispositivos proporcionen un nivel adecuado de protección frente a riesgos laborales.

En el contexto de espacios confinados, esta norma constituye un marco de referencia para asegurar que el EPP utilizado sea apropiado, certificado y compatible con los riesgos presentes.



4.3.2 Principios técnicos establecidos por la norma

La NCh 382 considera aspectos tales como:

- Adecuación del EPP al riesgo específico que se busca controlar.
- Compatibilidad entre distintos EPP, cuando se utilizan de forma simultánea.
- Ergonomía y ajuste al usuario, evitando interferencias con la tarea o la movilidad.
- Condiciones de uso, mantención y almacenamiento.
- Información y capacitación al trabajador respecto del uso correcto del EPP.

4.3.3 Relevancia para espacios confinados

En espacios confinados, la aplicación de la NCh 382 es especialmente relevante debido a:

- La necesidad de protección respiratoria especializada, en función de la atmósfera.
- El uso de arneses, líneas de vida y sistemas de rescate, que deben ser compatibles con otros EPP.
- La exposición simultánea a riesgos químicos, biológicos y físicos.

Las restricciones de espacio, que exigen EPP que no limite excesivamente la movilidad ni incrementa la fatiga.

4.4 Relación entre normas técnicas, evaluación de riesgos y permiso de trabajo

La aplicación de las normas NCh 1258 y NCh 382 debe integrarse al proceso de evaluación de riesgos y al permiso de trabajo en espacios confinados. Estas normas proporcionan el respaldo técnico para:

- Seleccionar equipos de detección y EPP adecuados.
- Definir requisitos mínimos de seguridad antes del ingreso.
- Establecer criterios objetivos de aceptación o suspensión del trabajo.
- Demostrar cumplimiento de buenas prácticas y normativa técnica vigente.

4.5 Importancia preventiva y cumplimiento normativo

El cumplimiento de las Normas Chilenas aplicables a detectores y EPP permite:

- Reducir la probabilidad de errores de medición y fallas de protección.
- Aumentar la confiabilidad de los controles implementados.
- Proteger eficazmente la vida y salud de los trabajadores.
- Respalda técnica y legalmente las decisiones preventivas adoptadas.

Las Normas Chilenas NCh 1258 y NCh 382 constituyen referencias técnicas esenciales para la gestión segura de trabajos en espacios confinados. Su correcta aplicación fortalece el control de la atmósfera, asegura el uso adecuado de EPP y contribuye a una prevención eficaz de incidentes graves o fatales.

Capítulo 5: Control de acceso, supervisión externa y registro documental.

Los trabajos en espacios confinados requieren niveles de control superiores a los aplicados en actividades rutinarias debido a la combinación de riesgos presentes, la posibilidad de cambios repentinos en las condiciones del ambiente interior y las limitaciones físicas del recinto que dificultan el rescate y la evacuación.

Por esta razón, el control riguroso del acceso, la supervisión activa desde el exterior y el registro documental verificable constituyen pilares fundamentales del sistema preventivo.



5.1 Control de acceso al espacio confinado

5.1.1 Principio de acceso restringido y autorizado

El ingreso a un espacio confinado no puede producirse en forma espontánea ni por decisión individual del trabajador.

Debe ser expresamente autorizado, condicionado y delimitado por procedimientos formales, cuya aplicación obligatoria es independiente del tamaño del recinto, duración de la tarea o nivel de experiencia del personal involucrado.

El principio rector establece que solo pueden acceder las personas indicadas en la autorización formal, que cumplan con:

- Formación adecuada para trabajos en espacios confinados.
- EPP requerido según la evaluación de riesgos.
- Conocimiento de roles, responsabilidades y plan de emergencia.
- Condiciones físicas y de salud compatibles con la tarea.

De esta manera se elimina la posibilidad de ingresos no programados, improvisaciones o sustituciones improvisadas de personal.

5.1.2 Determinación de ingreso permitido y prohibido

El control de acceso debe considerar dos decisiones críticas:

Autorizar ingreso, cuando los riesgos identificados se encuentran controlados y verificados.

Prohibir ingreso, cuando se detecta cualquier condición insegura o insuficiencia de control.

El ingreso queda automáticamente prohibido en situaciones como:

- Lecturas atmosféricas fuera de rango seguro.
- Detectores sin prueba funcional previa (bump test).
- Ventilación no operativa o insuficiente.
- Ausencia de vigía o supervisor autorizado.
- No disponibilidad de sistema de rescate.

El principio operativo es tajante:

- Si no se cumple uno solo de los requisitos establecidos, nadie ingresa al espacio.

5.1.3 Control físico del acceso

Para asegurar que el acceso se mantenga bajo control, se recomienda implementar barreras físicas y señalización visible como:

- Cintas o cadenas de restricción alrededor del área.
- Letreros que indiquen “Prohibido el ingreso sin autorización”.
- Identificación visible del personal autorizado.
- Esta señalización cumple dos funciones:
 - Advertir al personal no involucrado que el recinto se encuentra en condición de riesgo controlado.
 - Evitar ingresos concurrentes o interferencia operativa durante la ejecución del trabajo.



5.2 Supervisión externa obligatoria

5.2.1 El rol del vigía

El vigía (o asistente externo) es un rol clave en espacios confinados y constituye un requisito operativo no negociable.

El vigía:

- Debe permanecer fuera del recinto durante toda la duración del trabajo.
- No puede abandonar su posición, salvo relevo formal.
- Debe mantener comunicación continua con la persona o equipo en el interior.
- Es responsable de activar el plan de emergencia según condiciones preestablecidas.

Su presencia garantiza que los trabajadores dentro del recinto nunca se encuentren solos ni desprovistos de asistencia inmediata.

5.2.2 Responsabilidades específicas del vigía

El vigía cumple funciones operativas críticas, entre ellas:

Verificar que se cumplan los requisitos previos al ingreso.

Controlar el uso adecuado del EPP exigido.

Registrar tiempos de entrada y salida.

Monitorear condiciones ambientales a través de lectura de instrumentos externos o equipos con telemetría.

Ordenar evacuación inmediata si se observa cualquier condición insegura.

Impedir ingresos adicionales no autorizados.

Administrar la comunicación con supervisor, brigada de emergencia o mutualidad.

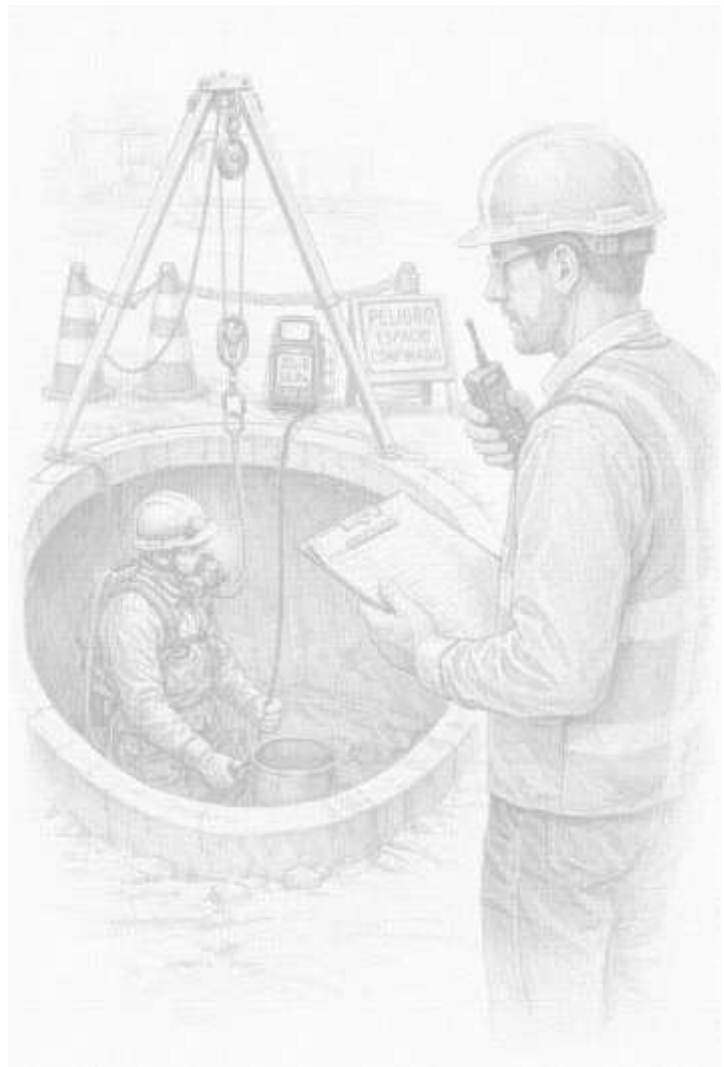
El vigía no realiza rescate por iniciativa propia; su rol es coordinarlo según procedimiento, ya que un segundo accidentado transforma una emergencia en una fatalidad múltiple.

5.2.3 El supervisor de trabajo

En actividades de mayor complejidad, puede existir además un supervisor de tareas, responsable de:

- Validar el cumplimiento de requisitos documentales.
- Coordinar equipos, contratistas o relevos.
- Determinar si el trabajo continúa, se suspende o se reprograma.
- Verificar que la ventilación y detección atmosférica mantengan condiciones seguras.
- Asegurarse de que el permiso conserve su vigencia.

El supervisor decide y responde, el vigía vigila y ejecuta, el ingre-sante trabaja.



5.3 Registro documental

5.3.1 Necesidad de trazabilidad

La evidencia documental es un componente crítico que permite demostrar:

- Que la decisión de ingresar se tomó informadamente.
- Que los controles exigidos se aplicaron en forma correcta.
- Que se verificaron roles, requisitos y condiciones previas.

La documentación protege no solo la vida de los trabajadores, sino también la responsabilidad legal de la organización.

5.3.2 Permiso de ingreso a espacio confinado

El Permiso de Trabajo para Espacio Confinado constituye el documento central del proceso.

Debe incluir al menos:

- Identificación del recinto.
- Actividad a realizar.
- Evaluación de riesgos específica.
- Mediciones atmosféricas previas.
- Tipo de ventilación requerida.
- EPP obligatorio.
- Identificación de Supervisor, Vigía e Ingresante(s).
- Sistema de rescate disponible.
- Vigencia temporal del permiso.
- Firma autorizada conforme.

El permiso es temporal y específico: no se extiende automáticamente a otro día, turno ni recinto.

5.3.3 Registros de monitoreo atmosférico

Toda medición debe quedar documentada, ya sea:

- En formato digital,
- Bitácora de terreno, o
- Planilla de permiso.
- Se recomienda registrar:
 - Lecturas de O₂, LIE y gases tóxicos,
 - Hora de medición,
 - Equipo utilizado,
 - Firma del responsable.

Cuando se utilice monitoreo continuo, debe dejarse constancia del equipo, punto de instalación y cualquier variación detectada.

5.3.4 Tiempos de ingreso y salida

Cada persona debe ser identificada y controlar:

- Hora exacta de ingreso,
- Hora de salida,
- Total de exposición acumulada.
- Esto permite:
 - Detectar permanencias excesivas,
 - Coordinar relevos,
 - Verificar que nadie quede dentro en cierre de turno.

5.3.5 Cierre de permiso y retorno a condiciones normales

Una vez terminada la tarea, el supervisor debe:

- Confirmar evacuación total del recinto,
- Retirar herramientas,
- Registrar condiciones finales,
- Firmar cierre del permiso.

Si se detectan nuevas anomalías o riesgos residuales (gases atrapados, acumulación de residuos), debe abrirse un nuevo permiso antes de continuar labores.



5.4 Integración de los tres componentes

Control de acceso, supervisión y registro no constituyen actividades aisladas, sino un proceso unificado que permite asegurar que:

- Ingrese solo quien debe ingresar,
- Ninguna persona esté sola dentro del recinto, y
- Cada paso sea trazable, verificable y auditable.

Sin estos tres pilares funcionando coordinadamente, el sistema de prevención pierde su capacidad de respuesta.

El control de acceso, la supervisión externa y el registro documental son la expresión práctica y operativa del concepto “cero improvisación en espacios confinados”.

Estos mecanismos permiten que los riesgos inherentes a estos recintos se gestionen mediante disciplina preventiva, comunicación efectiva y trazabilidad verificable.

En conjunto, garantizan que la autorización de ingreso no sea un acto administrativo, sino una decisión técnica fundamentada y respaldada, donde la seguridad se verifica, no se asume.

Capítulo 6: Medidas de prevención ante atmósferas deficientes o tóxicas.

Las atmósferas deficientes de oxígeno o contaminadas con gases, vapores o aerosoles tóxicos representan una de las amenazas más críticas en los espacios confinados. Su peligrosidad radica en que, en la mayoría de los casos, no son perceptibles por los sentidos humanos, pueden formarse en períodos relativamente breves y generar consecuencias graves o fatales en pocos minutos.

Por esta razón, la gestión de estos riesgos no puede basarse en la experiencia, la costumbre ni la percepción subjetiva, sino en medidas preventivas técnicas, sistemáticas y verificables, articuladas dentro de un procedimiento formal.

6.1 Naturaleza del riesgo: atmósferas deficientes o tóxicas

6.1.1 Atmósferas deficientes de oxígeno

Se considera atmósfera deficiente de oxígeno cuando la concentración desciende por debajo de 19,5 % en volumen. Las causas frecuentes en espacios confinados incluyen:

- Consumo de oxígeno por corrosión u oxidación de metales.
- Fermentación y descomposición de materia orgánica.
- Procesos de combustión (soldadura, corte, motores de combustión interna).
- Desplazamiento del oxígeno por gases inertes u otros gases presentes en concentraciones elevadas.

La progresión de la hipoxia puede llevar, en pocos minutos, desde el deterioro cognitivo hasta la pérdida de conciencia y la muerte, sin advertencias sensoriales claras.

6.1.2 Atmósferas tóxicas

Comprenden aquellas en que la presencia de gases, vapores, aerosoles o partículas supera los límites de exposición recomendados, pudiendo causar efectos agudos (intoxicaciones, irritación severa, edema pulmonar) o crónicos (daño respiratorio, neurológico, hepático u otros).

En espacios confinados, la toxicidad se puede originar por:

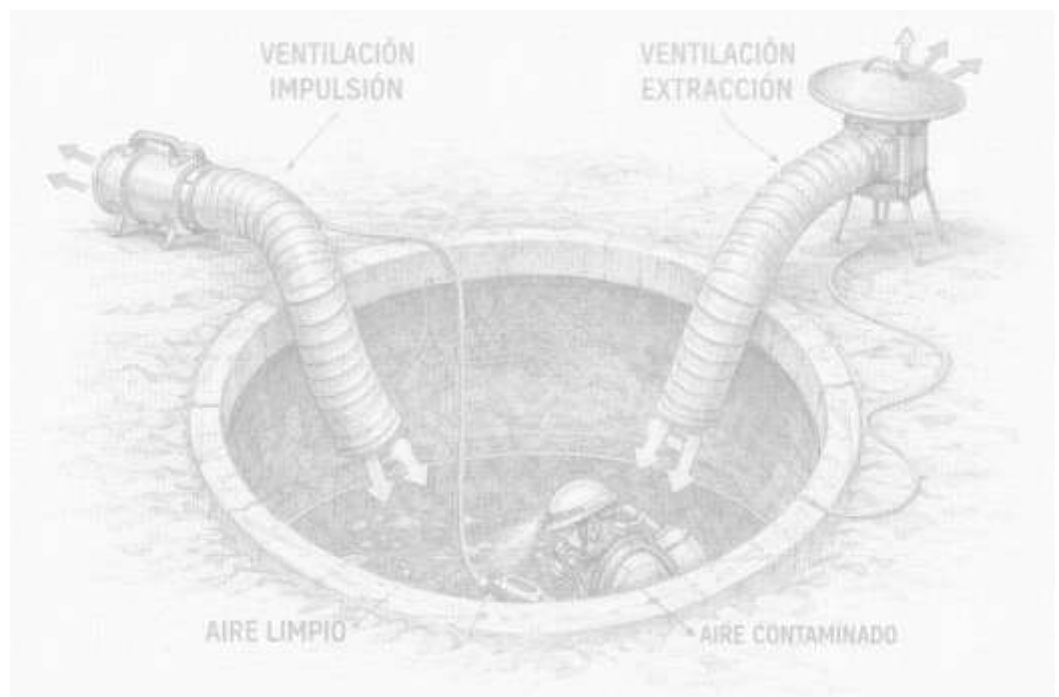
- Residuos de procesos productivos.
- Reacciones químicas no controladas.
- Uso de productos de limpieza o desinfección.
- Bioaerosoles generados por lodos, aguas residuales o material orgánico.

6.2 Enfoque preventivo basado en la jerarquía de controles

El control de atmósferas deficientes o tóxicas debe seguir el principio de jerarquía de controles, priorizando:

- Prevención en la fuente (eliminar o reducir la generación de contaminantes).
- Medidas de ingeniería (ventilación, aislamiento, inertización).
- Medidas administrativas (procedimientos, permisos, capacitación).
- Equipos de Protección Personal (EPP), especialmente protección respiratoria, como última barrera.

El objetivo no es solo permitir el trabajo, sino asegurar que se desarrolle en condiciones que no comprometan la vida ni la salud de quienes ingresan.



6.3 Medidas previas al ingreso: preparación del espacio confinado

6.3.1 Identificación de fuentes potenciales de contaminación

Antes de autorizar cualquier ingreso, se debe:

- Revisar el historial del espacio confinado (qué almacenaba, qué procesos se han realizado, qué productos se han aplicado).
- Identificar posibles fuentes de gases: residuos químicos, materia orgánica, infiltraciones, procesos de combustión.
- Considerar cambios recientes: limpieza, aplicación de pinturas, uso de solventes, desinfección, etc.

Esta identificación permite definir qué contaminantes podrían estar presentes y qué tipo de detección y ventilación se requerirán.

6.3.2 Aislamiento y bloqueo de energías

Aunque el foco de este capítulo es la atmósfera, el control de gases implica muchas veces:

- Bloqueo y etiquetado (LOTO) de líneas de proceso, válvulas, ductos o equipos que puedan introducir gases o vapores al recinto.
- Neutralización de ingresos de fluidos que, al descomponerse, generen contaminantes (por ejemplo, aguas residuales).
- Verificación de que no existan conexiones activas a sistemas de proceso, vapor, combustible o gases industriales.

De lo contrario, la ventilación y la medición atmosférica podrían quedar anuladas por ingresos continuos de contaminantes.

6.3.3 Limpieza previa y eliminación de residuos

Cuando sea razonable y seguro, se deben retirar previamente:

- Lodos, sedimentos o residuos visibles que puedan seguir liberando gases o vapores.
- Productos químicos innecesarios almacenados dentro del recinto.

Esta limpieza debe ejecutarse, cuando sea posible, sin ingreso (por ejemplo, con equipos de succión, herramientas de alcance extendido u otras técnicas de trabajo a distancia) para reducir la exposición directa.

6.4 Medición y monitoreo de la atmósfera

6.4.1 Medición previa al ingreso

Ningún trabajo debe iniciarse sin haber realizado una medición atmosférica previa, utilizando detectores de gases calibrados y adecuados a los riesgos esperados.

La medición debe:

- Realizarse desde el exterior, antes de que cualquier persona introduzca el cuerpo en el espacio.
- Considerar distintos niveles (superior, medio e inferior), debido a la estratificación de gases.
- Abarcar: concentración de oxígeno, porcentaje del Límite Inferior de Explosividad (LIE) para gases combustibles, y gases tóxicos específicos definidos en la evaluación de riesgos.

6.4.2 Criterios de aceptación

Como guía general, el ingreso se permitirá solo si se cumplen simultáneamente las siguientes condiciones:

- Oxígeno entre 19,5 % y 23 %.
- Gases combustibles por debajo del porcentaje máximo establecido (por ejemplo, menos del 10 % del LIE, según procedimiento interno).
- Gases tóxicos por debajo de los límites de exposición establecidos en la normativa aplicable o en los estándares internos de la organización.
- Cualquier lectura fuera de estos rangos obliga a no autorizar el ingreso y revisar las medidas de ventilación y control.

6.4.3 Monitoreo continuo o periódico

En trabajos de duración prolongada, o cuando se sospecha que las condiciones pueden cambiar, es necesario:

- Mantener un detector portátil multigás junto al trabajador o en la zona respiratoria.
- Realizar reemisiones periódicas si la tarea implica cambios significativos (uso de químicos, soldadura, apertura de nuevas líneas).
- Cuando el detector active una alarma, el procedimiento debe indicar claramente:
- Evacuación inmediata del espacio confinado.
- Verificación de la causa del cambio atmosférico.
- Reevaluación de la ventilación y, si corresponde, del permiso de trabajo.



6.5 Ventilación como medida de control de atmósferas peligrosas

6.5.1 Objetivos de la ventilación

La ventilación tiene como finalidad:

- Restablecer y mantener niveles seguros de oxígeno.
- Diluir y remover gases o vapores tóxicos existentes.
- Prevenir la acumulación de mezclas inflamables o explosivas.
- Reducir la concentración de bioaerosoles o partículas en suspensión.

6.5.2 Selección del tipo de ventilación

En función de la geometría del espacio y de la naturaleza del contaminante, se definirá:

- Ventilación por impulsión, dirigiendo aire limpio hacia zonas profundas del recinto.
- Ventilación por extracción, captando el aire contaminado en puntos donde se concentra.
- Ventilación combinada, impulsando aire fresco y extrayendo el contaminado de forma simultánea, especialmente en espacios complejos o compartimentados.

6.5.3 Configuración adecuada para evitar “zonas muertas”

Una ventilación mal configurada puede:

- Desplazar el contaminante hacia la zona respiratoria del trabajador.
- Generar zonas muertas donde el aire no se renueva.
- Recircular aire contaminado hacia el interior.
- Por ello, la ubicación de ductos, bocas de impulsión y puntos de extracción debe considerar:
 - Densidad relativa de los gases (más pesados o más livianos que el aire).
 - Obstáculos internos, deflectores o cambios de sección.
 - Distancia efectiva de barrido del flujo de aire.

La eficacia de la ventilación se verifica siempre mediante nuevas mediciones atmosféricas.

6.6 Protección respiratoria como última barrera

6.6.1 Criterios para el uso de protección respiratoria

Aun cuando la ventilación y el control de la fuente se hayan implementado, puede ser necesario el uso de protección respiratoria, especialmente cuando:

- Existen contaminantes que no se pueden eliminar completamente.
- Se prevén incrementos puntuales durante ciertas maniobras.
- La evaluación de riesgos así lo indica como medida complementaria.

6.6.2 Tipos de protección respiratoria

Respiradores purificadores de aire (con filtros químicos, mecánicos o combinados), utilizables solo cuando la atmósfera contiene suficiente oxígeno y se conocen el tipo y la concentración de los contaminantes.

Equipos de respiración autónoma (ERA), necesarios cuando hay deficiencia de oxígeno, presencia de contaminantes altamente tóxicos o desconocidos, o en todo procedimiento de rescate en espacio confinado.

6.6.3 Uso correcto y limitaciones

La protección respiratoria:

- Debe ajustarse al rostro del trabajador y ser compatible con otros EPP (casco, gafas, protección auditiva).
- Requiere capacitación específica en colocación, retiro, prueba de ajuste y limitaciones de uso.
- No puede utilizarse como único control. Nunca se autoriza ingreso a un ambiente manifiestamente irrespirable basándose únicamente en el uso de respiradores purificadores; en esos casos se requieren ERA y procedimientos especializados.

6.7 Medidas administrativas y organizacionales

6.7.1 Permiso de trabajo para atmósferas peligrosas

El permiso de trabajo en espacios confinados debe contemplar explícitamente:

- Resultados de mediciones atmosféricas.
- Tipo de ventilación instalada y parámetros de operación.
- EPP y protección respiratoria necesarios.
- Condiciones de suspensión del trabajo por cambios en la atmósfera.
- Identificación de la persona responsable de autorizar el ingreso.

Ninguna actividad debe comenzar sin que este permiso esté correctamente completado y firmado.

6.7.2 Capacitación y competencia del personal

Quienes participen en trabajos en espacios confinados deben conocer:

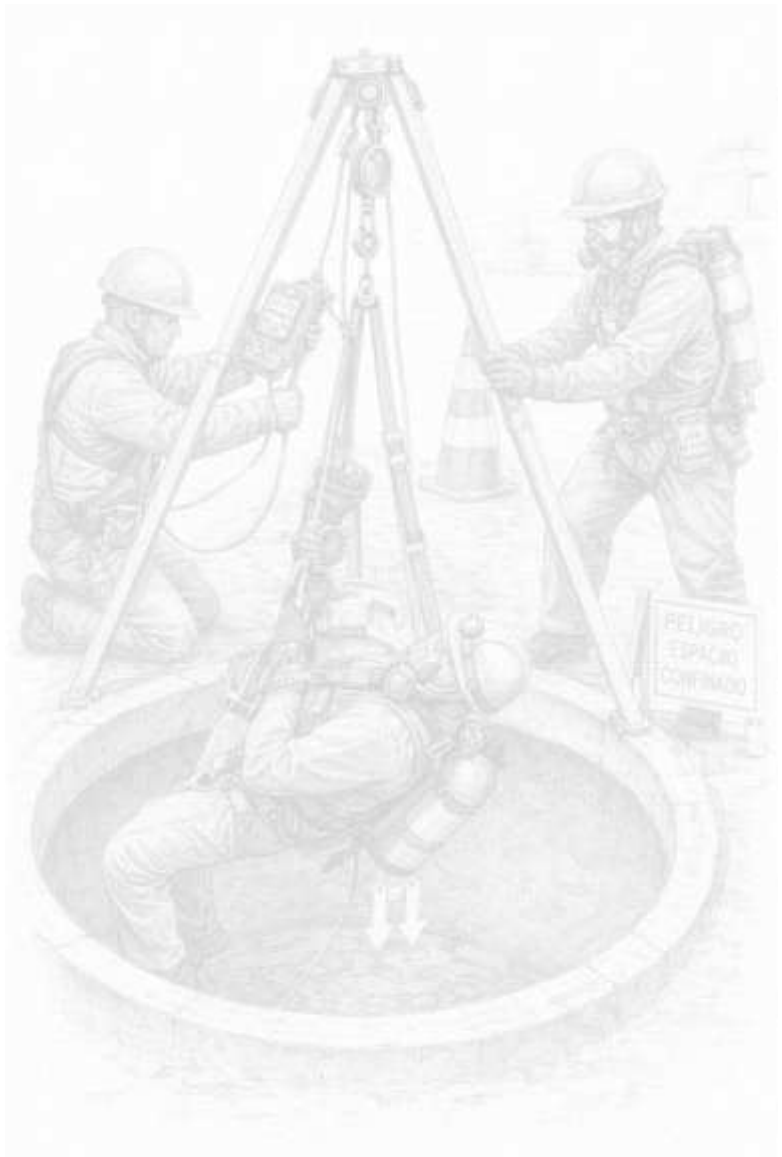
- Riesgos de hipoxia, intoxicación y atmósferas explosivas.
- Uso correcto de detectores, interpretación de lecturas y respuesta ante alarmas.
- Procedimientos de ventilación, ingreso, evacuación y rescate.
- Limitaciones de los equipos utilizados.
- La competencia no se limita a recibir información; debe incluir práctica, simulacros y evaluación.

6.7.3 Plan de emergencia y rescate

Ante una atmósfera que se vuelve peligrosa, la respuesta debe ser inmediata y coordinada. Se requiere:

- Un plan de rescate específico para cada espacio confinado relevante.
- Equipos de rescate disponibles y operativos (trípode, líneas de vida, ERA, sistemas de comunicación).
- Entrenamiento periódico de los equipos de rescate para evitar improvisaciones.

Un rescate improvisado es una de las causas más frecuentes de doble o múltiple fatalidad.



6.8 Evaluación continua y revisión de incidentes

Las medidas de prevención no se limitan a aplicar procedimientos. Es necesario:

- Revisar periódicamente los permisos y registros para detectar patrones de riesgo.
- Analizar incidentes, cuasi-incidentes o desviaciones (por ejemplo, alarmas frecuentes de gas).
- Actualizar procedimientos y capacitaciones en función de estos aprendizajes.

La gestión de atmósferas deficientes o tóxicas es un proceso dinámico, que debe adaptarse a cambios en los procesos, productos y condiciones de trabajo.



Las atmósferas deficientes o tóxicas en espacios confinados constituyen un riesgo de alto impacto y baja tolerancia al error. Su prevención efectiva exige:

- Una identificación rigurosa de fuentes de contaminación.
- Medición y monitoreo instrumental de la atmósfera.
- Aplicación de ventilación adecuada y controles de ingeniería.
- Uso correcto de protección respiratoria como última barrera.
- Integración con permisos de trabajo, supervisión externa y planes de rescate.

En este contexto, la seguridad no puede ser asumida: debe ser demostrada, verificada y documentada antes, durante y después de cada trabajo en espacio confinado.