



Versión en  
castellano

# SEGURIDAD EN OPERACIONES CON **RIESGO DE H2S**



**Fall Protection**  
**International**  
MAKING SAFER COMPANIES



## Contenido

INTRODUCCIÓN **PAG 3**

MISIÓN / VISIÓN **PAG 4**

PROCESO DE GESTIÓN **PAG 5**

### **1. Identificación del peligro** **PAGS 6-11**

—  
Presencia de H<sub>2</sub>S en la industria **PAG 7**

Fuentes de H<sub>2</sub>S en yacimientos **PAG 8**

Propiedades físicas y químicas H<sub>2</sub>S **PAG 9**

Comportamiento de la nube H<sub>2</sub>S **PAG 10**

H<sub>2</sub>S y Metano / H<sub>2</sub>S y SO<sub>2</sub> **PAG 11**

### **2. Evaluación de riesgos** **PAGS 12- 16**

—  
Matriz de estimación de riesgos **PAG 13**

Probabilidad **PAG 14**

Consecuencias **PAG 16**

Fisiología de la respiración **PAG 17**

Fisiopatología de la intoxicación **PAG 18**

### **3. Gestión- control de riesgos** **PAGS 20-27**

—  
Niveles de riesgo **PAG 21**

3.1 Prevención de riesgos por H<sub>2</sub>S **PAG 22**

3.2 Mitigación de riesgos por H<sub>2</sub>S **PAG 25**

### **ESTACIONES DE HABILIDAD** **PAGS 28-39**

—  
Evaluación de atmósferas **PAG 29**

Equipos de protección respiratoria **PAG 32**

Técnicas de rescate **PAG 36**

Emergencias Médicas **PAG 37**

EDITORIAL **PAG 39**



# Introducción

---

**EL SULFURO DE HIDRÓGENO (H<sub>2</sub>S) es un gas altamente tóxico.**

Dado que se encuentra presente en algunas formaciones del subsuelo, los trabajadores de equipos de perforación, de terminación de pozos y el personal de operación de yacimientos deben contar con entrenamiento adecuado sobre cómo detectarlo, cómo protegerse y qué hacer en caso de exposición a concentraciones que superen los límites establecidos.

---

## Misión



**Nuestro compromiso es preservar la vida de las personas**

Nuestra misión es brindar formación de alta calidad orientada a capacitar a trabajadores de la industria del petróleo y gas para que puedan trabajar de forma segura en espacios de alto riesgo.

## Visión

**Ser la empresa líder proveedora de cursos de protección** contra caídas y trabajo en espacios confinados a nivel nacional, destacándonos por la calidad, la rapidez en la gestión de procesos y por satisfacer las necesidades de nuestro mercado objetivo. Nuestro compromiso es preservar la vida de las personas.

# ¿Por qué es tan peligroso el H2S?

**Los trabajadores de la industria del gas y el petróleo se enfrentan a un peligro específico: el ácido sulfhídrico.**

Se trata de un gas altamente tóxico que puede aparecer de manera inesperada durante tareas rutinarias en los yacimientos.



IMAGEN  
Raúl A. Stuke / Director de  
Fall Protection International

A continuación usted encontrará información que le será de suma utilidad y le brindará herramientas para aplicar en terreno para una eficaz y eficiente gestión del riesgo.



Previo al inicio de tareas en áreas con posibilidad de presencia de H2S, cada operación deberá conformar los Equipos de Análisis de Riesgos e Impactos que resulten necesarios de acuerdo a las características de cada operación.

## Proceso de gestión de riesgos e impactos

La identificación de peligros y la evaluación de riesgos e impactos asociados se debe desarrollar en etapas



**1. Identificación del peligro**



**2. Evaluación de riesgos**



**3. Gestión-Control de riesgos**



1.

# Identificación del peligro

---



Peligro es definido como **“aquella fuente, situación o acto con potencial para causar daño en términos de daño humano o deterioro de la salud o una combinación de éstos”** (\*)

---

**\*Referencia:**

***Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo OHSAS 18001***



## Presencia de H<sub>2</sub>S en la industria

### El ácido sulfhídrico se encuentra de forma natural en el petróleo y el gas extraído del subsuelo

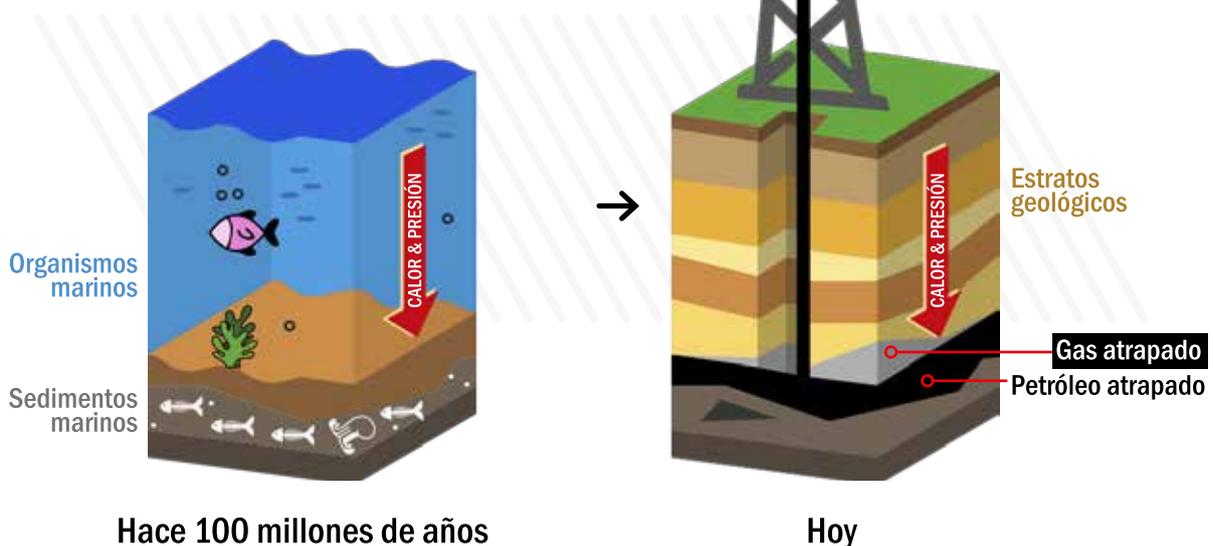
Las proteínas de animales y vegetales que quedaron debajo de la superficie terrestre hace millones de años fueron conformando con el paso del tiempo el ácido sulfhídrico.

El H<sub>2</sub>S se produce con los hidrocarburos en ciertas áreas e ingresa en el lodo de perforación desde las formaciones del subsuelo. Cuando se le suministra calor se libera en forma gaseosa de los hidrocarburos y de los lodos de perforación.

Un petróleo crudo con más de 0.3% de azufre se denomina "agrio" o "ácido" en contraposición a los crudos "dulces" que tienen menor porcentaje.

El ácido sulfhídrico también se puede generar durante la descomposición de materia orgánica generado por las bacterias sulfato-reductoras en los lodos almacenados. Esta situación se puede presentar en piletas de lodo y/o tanques de almacenamiento de crudo.

#### FORMACIÓN DEL PETRÓLEO





## Principales fuentes de H<sub>2</sub>S a considerar en yacimientos



➤ **Durante la circulación de lodo en etapas de perforación** principalmente en zona de zarandas y boca de pozo.

➤ **En operaciones con pozo abierto** (open hole), perforación, terminación de pozos, fractura, wire line y coiled tubing.



➤ **Tareas de mantenimiento y/o limpieza** en plantas de tratamiento y compresión de gas.

➤ **Fugas de gas** en la línea de producción, operaciones de apertura y cierre de válvulas, apertura de tapones.

➤ **Venteos de tanques** de almacenamiento y/o durante apertura de estos para tareas de mantenimiento y/o limpieza.



➤ **Limpieza de piletas de lodo.**

➤ **Agua de formación** en reservorios naturales y/o piletas.

## Propiedades físicas y químicas

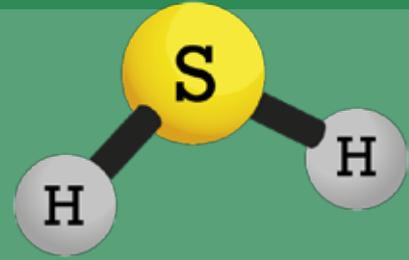
**NOMBRE:** SULFURO DE HIDRÓGENO  
(Ácido Sulhídrico)

**NUMERO CAS:** 7783 06 4

Es un gas extraordinariamente **tóxico**



Unos pocos segundos de exposición pueden ser mortales



**FÓRMULA MOLECULAR:** H<sub>2</sub>S  
Dos moléculas de hidrógeno y una de azufre

**ESTADO:** GASEOSO (25° C y 1 atm de presión) Punto de ebullición -60° C

**COLOR:** GAS INCOLORO (la nube de gas puede ser percibida como una niebla)

**OLOR:** En concentraciones bajas tiene olor a huevo podrido

**EN CONCENTRACIONES MÁS ALTAS DEJA DE SER PERCIBIDO POR EL OLFATO**



Es un gas **inflamable**

El H<sub>2</sub>S en combinación con el oxígeno del aire si se le suministra una fuente de calor se oxida.

Cuando se encuentra en concentraciones entre 4 % y 46 % vol. enciende una llama color azul pálido

El H<sub>2</sub>S puede producir la **tenso-corrosión** sulfhídrica de los metales. Dado que es corrosivo, suele requerir costosos equipos de producción especiales (acero inoxidable)

**ES SOLUBLE EN AGUA** es por eso que el agua de formación puede contener H<sub>2</sub>S y al calentarse o removerse puede liberar H<sub>2</sub>S de forma gaseosa

**DENSIDAD ABSOLUTA** DE 1.39 G/L (25° C Y 1 ATM)

**DENSIDAD RELATIVA** 1.2 veces más que el aire ambiental. Por tal motivo la nube de H<sub>2</sub>S en superficie tenderá a mantenerse a baja altura

### MODELO DE DISPERSIÓN

Si se libera en el aire se formará una mezcla de gas-aire que se degradará en la atmósfera por acción de los rayos solares (foto químicamente) siendo la vida media del H<sub>2</sub>S en superficie de 3 días

### Daño ambiental

Si el H<sub>2</sub>S contamina acuíferos puede causar daño a la fauna (peces)



## Comportamiento de la nube de H<sub>2</sub>S en superficie en caso de fuga

**La fuga/liberación de gas en superficie por un corto período de tiempo y en concentración bajas no representan una gran amenaza en términos generales.**

En altas concentraciones afectará a los trabajadores que se encuentren en proximidades al punto de liberación.

La fuga/liberación de gas en superficie por tiempos prolongados y en días fríos y húmedos, tenderán a formar una nube de gas condensada como niebla que irá aumentando su tamaño a medida que la fuga continúe. Si no hay viento la nube se comportará de forma estática e irá creciendo en tamaño. Este sería uno de los escenarios críticos.

En las condiciones mencionadas anteriormente, pero con viento y aumento de la temperatura ambiente, la nube tenderá a expandirse y ganar un poco de altura diluyéndose con el aire y desplazándose en la dirección del viento.

Es por eso que se recomienda -previo al ingreso a bodegas y/o excavaciones con poca exposición a rayos solares- medir en busca de H<sub>2</sub>S en la atmósfera ya que la nube puede quedar atrapada durante varios días por las condiciones de oscuridad.

El peligro por identificar es **la potencial presencia de H<sub>2</sub>S y/o SO<sub>2</sub> en la atmósfera de un área de trabajo** 

### ATMÓSFERA TÓXICA

Es aquella en la que se encuentra presente un contaminante o más de uno y que causan efectos adversos a la salud

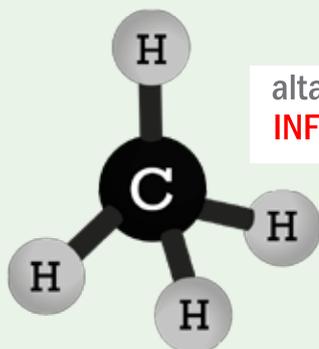




## ➤ H2S Y METANO

En algunas situaciones de operaciones con pozo abierto (open hole), circulación de lodos de perforación o fugas en línea de producción, entre otros, el H<sub>2</sub>S se libera acompañado de gas inflamable de formación, principalmente metano CH<sub>4</sub>.

**En este caso, se debe prestar especial atención a esta mezcla de gases. Si bien el metano no es tóxico sí es altamente inflamable incluso el punto inferior de inflamabilidad es menor al del H<sub>2</sub>S, pudiendo esta mezcla inflamarse a menores concentraciones (mezcla aire – gas) ante una fuente de ignición.**

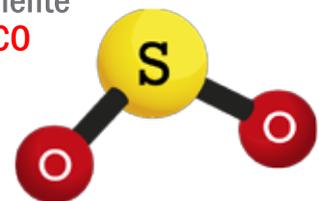


Por tal motivo se recomienda utilizar detectores de gases duales para esta exposición a riesgo: el sensor para H<sub>2</sub>S (toxicidad) y el sensor de CH<sub>4</sub> o equivalente (mezcla explosiva) que también es asfixiante simple (desplaza el oxígeno).

## ➤ H2S Y SO2

La oxidación del H<sub>2</sub>S da lugar a la formación de dióxido de azufre SO<sub>2</sub>. Esta reacción se produce principalmente cuando se quema gas (metano con presencia de H<sub>2</sub>S) en fosas de quema y/o venteos de gas no tratado y/o incendios. Es decir, el SO<sub>2</sub> se libera como producto de la combustión del H<sub>2</sub>S.

altamente  
**TÓXICO**



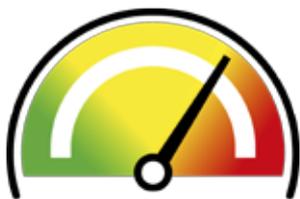
El SO<sub>2</sub> es un gas altamente tóxico, incluso es mortal a menores concentraciones que el H<sub>2</sub>S. Por tal motivo **se debe considerar en todo análisis de riesgo la posibilidad de presencia de SO<sub>2</sub>, cuando se quema gas de formación y dicho gas puede contener H<sub>2</sub>S.**



# 2.

## Evaluación de riesgos

---



Riesgo es definido como **“la combinación de la probabilidad de que ocurra un suceso o exposición peligrosa y la severidad del daño o deterioro de la salud que puede causar el suceso o exposición.”**(\*)

---

**\*Referencia:**

***Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo OHSAS 18001***

# ¿Cómo se calculan los riesgos?

Por medio de la siguiente fórmula: **R: P x C**

El nivel de riesgo se calcula usando la **matriz de cálculo**

## PROBABILIDAD

CONSECUENCIA

	0	1	2	3	4
0	0	0	0	0	0
1	1	2	3	4	5
2	2	4	6	8	10
3	3	6	9	12	15
4	4	8	12	16	20

### CONSECUENCIA

- 0. Sin afectación a la salud
- 1. Atención en el lugar.
- 2. Posibilidad de sufrir secuelas
- 3. Evacuación con riesgo de vida
- 4. Fatalidad

### PROBABILIDAD

- 0. No ha ocurrido en la industria
- 1. Ha ocurrido en la industria al menos 1 vez
- 2. Ha ocurrido en la empresa al menos 1 vez
- 3. Sucedió más de una vez en la empresa
- 4. Sucedió más de una vez al año en un mismo sitio

Si se materializa un evento dañino las consecuencias se analizarán en base a los daños a la salud, daños al medio ambiente, daños económicos o daños sobre la comunidad. Si las consecuencias son de gravedad elevada, el equipo interdisciplinario tendrá que aplicar mayor rigor para determinar la probabilidad.

Probabilidad de ocurrencia propias del evento que genera el daño y de los sucesos que se desencadenan a partir de un evento inicial.

## EL ANÁLISIS DE RIESGO ESPECÍFICO PARA H<sub>2</sub>S DEBERÁ CONTEMPLAR COMO MÍNIMO LOS SIGUIENTES ASPECTOS



### CONSECUENCIA *consideraciones específicas*



### PROBABILIDAD *consideraciones específicas*

**La gravedad de las lesiones asociadas a la exposición de H<sub>2</sub>S es amplia. Depende principalmente de dos factores:** el tiempo de exposición al contaminante y de la intensidad de la exposición (concentración).

Los signos y síntomas (manifestación) de la intoxicación se pueden producir de forma aguda, es decir poco tiempo después del evento y/o incluso de forma crónica, días, semanas, o meses después de la exposición.

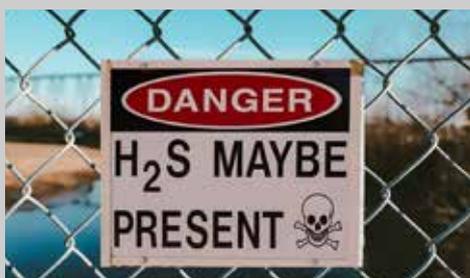
La presencia de H<sub>2</sub>S debe ser tenida en cuenta en todas las tareas desde el proceso de perforación y terminación de pozos, la línea de producción y almacenaje hasta las etapas finales de refinado.

Para poder tener una idea más exacta de la probabilidad **es importante conocer la concentración de H<sub>2</sub>S de la formación**. En la línea de producción, estos parámetros de concentración junto a los conceptos de clasificación de áreas, nos darán herramientas para asignar un valor de probabilidad más específico durante las etapas de planificación y evaluación de riesgos previo al inicio de las tareas.

# Clasificación de las instalaciones

## NORMATIVA API 49\*

En las instalaciones en las que se puede encontrar sulfuro de hidrógeno o dióxido de azufre no debería faltar lo siguiente:



- I. Señales de advertencia legibles en puntos de entrada y otros lugares apropiados
- II. Accesos diseñados de modo que se puedan colocar barricadas en una ubicación predeterminada en caso de emergencia
- III. Banderas de advertencia o luces intermitentes

\* Recommended Practice for Drilling and Well Servicing Operations Involving Hydrogen Sulfides

## Clase 1

### Potencialmente peligroso

Son las instalaciones, equipos y procesos en los que no existen fuentes posibles de emisión de gas con H<sub>2</sub>S o las determinaciones de concentraciones que indiquen valores menores a 10 ppm en cualquier posible fuente de emisión o de aporte. Todo previamente comprobado por el personal entrenado.

## Clase 2

### Moderadamente peligroso

(Presencia potencial de H<sub>2</sub>S por fallas)

Son las instalaciones que tienen H<sub>2</sub>S en concentraciones superiores a 10 y menores a 30 ppm en las que, bajo condiciones normales de operación, no se verifica su presencia en la atmósfera pero puede potencialmente liberarse debido a fallas de proceso, de la instalación o fallas humanas.

## Clase 3

### Extremadamente peligroso

(Presencia de H<sub>2</sub>S)

Son las instalaciones en las que existen o puedan existir bajo condiciones normales de operación emisiones o liberaciones de gas con H<sub>2</sub>S a la atmósfera en concentraciones superiores a las 30 ppm.

**¡Importante!**



Todas aquellas instalaciones, equipos o procesos con emisiones de gas **deben considerarse Clase 3** mientras su categoría no haya sido fehacientemente determinada por personal capacitado para ello.

# Fisiología de la respiración normal

## COMPOSICIÓN DE LA ATMÓSFERA

El ser humano necesita respirar aire del ambiente para vivir. El aire atmosférico es una mezcla de gases, compuesta principalmente por nitrógeno (N<sub>2</sub>) 78% vol. y oxígeno (O<sub>2</sub>) en un 20.9% vol.

78%  
Nitrógeno

21%  
Oxígeno

1%  
Otros

78%

NITRÓGENO

78%

20.9%

OXÍGENO

17-19%



INHALACIÓN

0,04%

CO<sub>2</sub>

4,04%



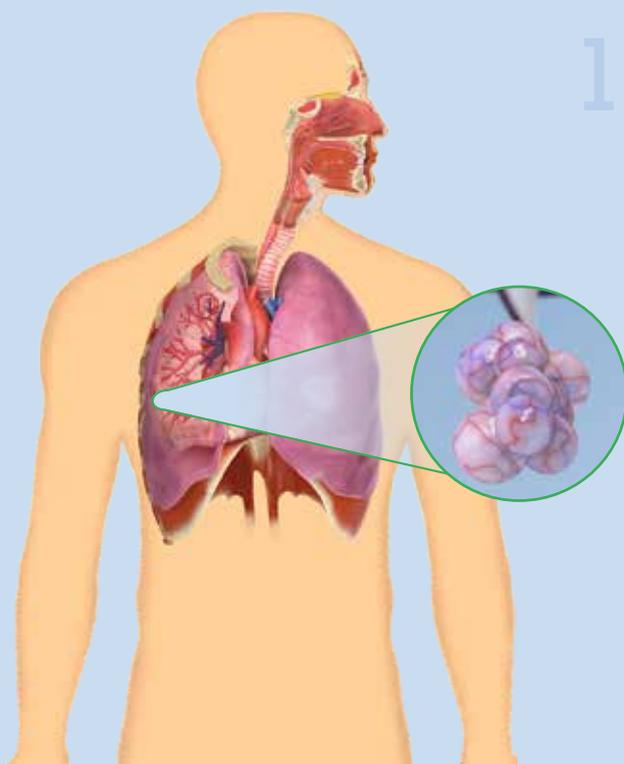
EXHALACIÓN

0,96%

OTROS

0,96%

## PROCESO DE LA RESPIRACIÓN HUMANA



### 1 INHALACIÓN

El aire ingresa por las vías respiratorias desde la nariz hasta los alveolos pulmonares

### 2 INTERCAMBIO GASEOSO

Sólo el oxígeno sale del interior del alveolo y pasa a la sangre

### 3 EXHALACIÓN

El aire sale del alveolo y vuelve al exterior

# Fisiopatología de la intoxicación con H<sub>2</sub>S



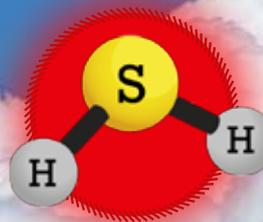
## TOXICIDAD

Capacidad de una sustancia para **causar daño** a un organismo vivo

78%  
Nitrógeno

21%  
Oxígeno

1%  
Otros



78%



19.5% ↓

% H<sub>2</sub>S

NITRÓGENO



78%

OXÍGENO

% H<sub>2</sub>S

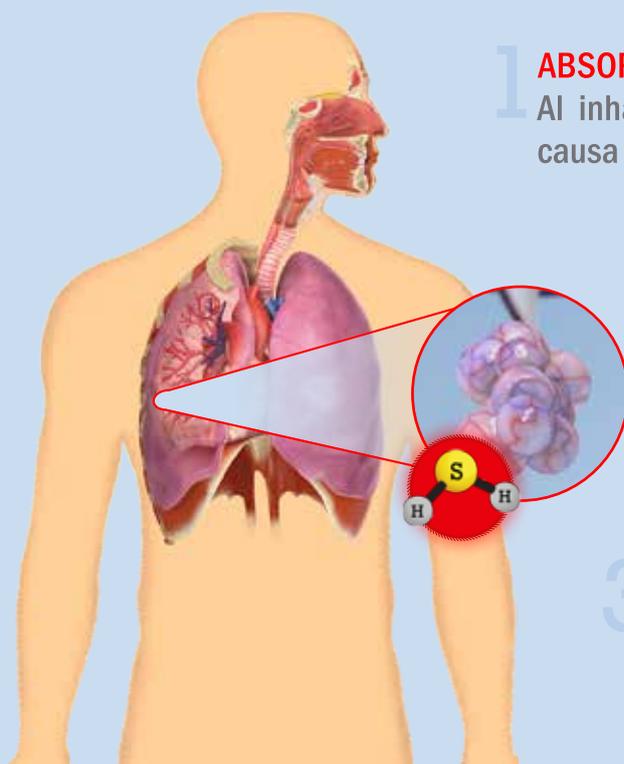


INHALACIÓN



EXHALACIÓN

## VÍAS DE INGRESO AL ORGANISMO



### 1 ABSORCIÓN

Al inhalar el contaminante en cada respiración causa irritación en las vías respiratorias

### 2 DISTRIBUCIÓN

pasas la barrera alveolo pulmonar y llega a la sangre para distribuirse por todo el organismo

### 3 ELIMINACIÓN

Principalmente por vía renal a través de la orina. También existe eliminación por vía respiratoria con la exhalación

# Cuadro clínico de la intoxicación por H<sub>2</sub>S

**Bastan 2 inhalaciones** (concentraciones altas) para que se produzca el cuadro clínico de pérdida del conocimiento, convulsiones y muerte.



## INTOXICACIÓN AGUDA

bajas concentraciones (100 PPM)	concentraciones mayores (500 PPM)	concentraciones EXTREMAS (1000 PPM)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Irritación de mucosas (Ojos, nariz y boca)</li> <li>Dolor de cabeza (Cefalea)</li> <li>Tos intensa y sofocante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dificultad para Respirar (Disnea)</li> <li>Aumento de la frecuencia cardíaca (Taquicardia)</li> <li>Pérdida del conocimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Convulsiones</li> <li>Daño Neurológico (irreversible)</li> <li>Paro respiratorio y muerte</li> </ul>

## INTOXICACIÓN CRÓNICA

Ocurren cuando el trabajador se expone a concentraciones de H<sub>2</sub>S relativamente bajas, pero con la particularidad de que la exposición es prolongada en el tiempo (días, meses). Las lesiones más frecuentes de este tipo de exposición son irritación ocular, irritación nasal, infecciones pulmonares, sensación de falta de aire, pérdida de peso, daño neurológico en distinto grado y pérdida de la memoria.

Efectos sobre el sistema nervioso central. La acción de este gas sobre el sistema nervioso es depresiva a bajas concentraciones y estimulante en cantidades mayores. En concentraciones elevadas produce parálisis del centro respiratorio. Las exposiciones entre 800 y 1 000 ppm. son fatales a los 30 minutos y en concentraciones superiores a los 1000 ppm instantáneamente mortales



3.

# Gestión- Control de riesgos



El Sistema de Gestión de Riesgos es definido como “**el conjunto de procesos de evaluación de riesgo y control de este**” (\*). Si se obtiene una magnitud de riesgo elevada que supera el nivel tolerable por la organización, habrá que proceder a su gestión y control.

**\* Referencia:**

***Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo OHSAS 18001***

El equipo interdisciplinario establece **-dependiendo del nivel de riesgo inicial-** barreras de prevención y de mitigación para su reducción

### Riesgo Bajo

Controles de reducción de riesgos contenidos en los estándares, procedimientos y prácticas operativas disponibles, así como los controles operacionales existentes.



### Riesgo Medio

Adicionalmente elaborar un procedimiento escrito específico de la actividad/tarea a realizar junto con una lista de verificación de cumplimiento.



### Riesgo Alto

Adicionalmente analizar rigurosamente los riesgos utilizando alguna de las siguientes metodologías de análisis de riesgos de proceso. 

#### CONSIDERACIONES

- › Verificar la correcta implementación en terreno de todas las medidas de control adoptadas
- › Considerar el marco legal (legislación específica) vigente correspondiente
- › Considerar marcos normativos de referencia tales como normas internacionales, nacionales o de organismos oficiales
- › Considerar procedimientos de aplicación de la operadora y de las empresas de servicios
- › Considerar las recomendaciones de uso de los fabricantes de los distintos dispositivos y elementos de protección personal propuestos

**IMPORTANTE** para tal fin se deberá establecer una estrategia. La misma deberá ser a) factible de implementación b) que reduzca la probabilidad de que el evento se materialice c) que reduzca la severidad de las consecuencias en caso de que este ocurra

## LA ESTRATEGIA DE GESTIÓN PARA EL CONTROL DEL RIESGO SE DESARROLLA EN BASE A DOS EJES FUNDAMENTALES



### 3.1 PREVENCIÓN DE RIESGOS POR H2S

ESTRATEGIA PARA ASEGURARSE QUE LOS CONTROLES OPERACIONALES O BARRERAS SEAN EFECTIVAMENTE ADECUADOS Y PARA REDUCIR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL DAÑO



Se debe adoptar un enfoque secuencial. Primero las medidas que tengan mayor efecto con menor esfuerzo y después se deberán llevar a cabo evaluaciones sucesivas de medidas de reducción del riesgo hasta que se alcance el cumplimiento de todos los criterios de selección.

## Prevención de riesgos por exposición al H<sub>2</sub>S en yacimientos



- **Clasificación de las instalaciones**  
Realizar mediciones de concentración de H<sub>2</sub>S sobre la línea de producción, conocer las características de la formación de extracción y del yacimiento.
- **Cartelería indicativa**  
Señalizadas por carteles con el texto "*Peligro – Presencia de Sulfhídrico – Obligatorio usar detector de H<sub>2</sub>S*"
- **Evaluación inicial de las atmósferas**  
Previo al ingreso a espacios confinados y a áreas de producción.
- **Evaluación y monitoreo permanente** de las fuentes de H<sub>2</sub>S y/o SO<sub>2</sub> mientras se realizan trabajos con personal próximo a dichas fuentes.
- **Reuniones (equipos interdisciplinarios) de planificación previas al inicio de las tareas**  
Se informarán los valores de H<sub>2</sub>S de la formación y/o en la línea de producción. Para tareas de áreas clase 2 y clase 3 se difundirán los planes de prevención y mitigación con todo el personal involucrado en la tarea.

- **Documentar la gestión de riesgo** a través de las matrices de identificación de peligros y evaluación de riesgos.
- **Confección de procedimientos** de trabajo seguro.
- **Verificar la correcta implementación** de las medidas de mitigación establecidas en las matrices de análisis de riesgo, previo al inicio de las tareas.

# Para el ingreso a instalaciones operativas

## Clase 1

(Instalaciones libres de H<sub>2</sub>S)

Para el ingreso a instalaciones Clase 1 no es necesario tomar precauciones de seguridad respecto al H<sub>2</sub>S

» **IMPORTANTE** MANTENERSE ALERTA AL CAMBIO DE CONDICIONES

## Clase 2

## y Clase 3

(Instalaciones con presencia potencial de H<sub>2</sub>S por fallas y con presencia de H<sub>2</sub>S)

Para el ingreso a instalaciones Clase 2 y 3 se debe respetar los siguientes puntos



Mangas indicadoras de la dirección del viento

Se deben utilizar obligatoriamente detectores portátiles y personales de H<sub>2</sub>S y activarlos antes de ingresar a la instalación

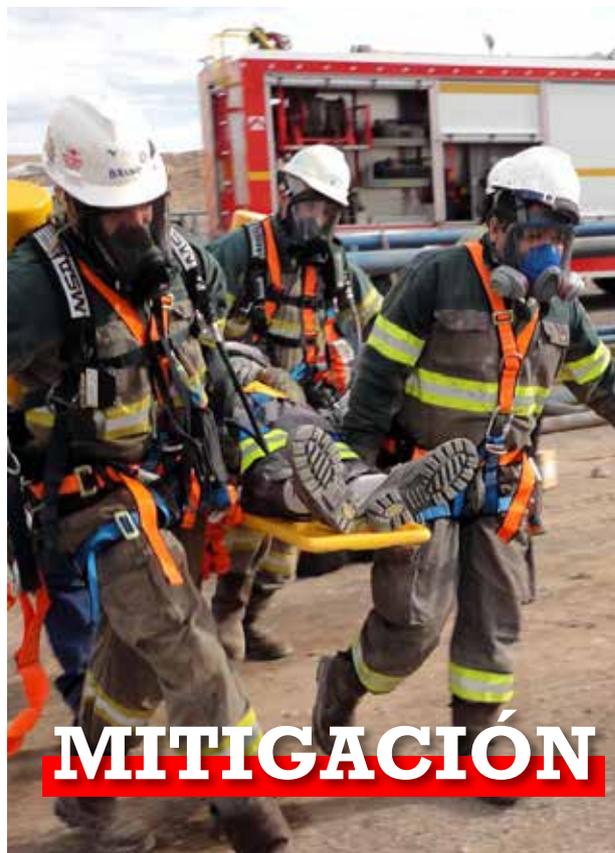


Disponer como mínimo de un *equipo autónomo 30 minutos de presión positiva* apto para efectuar tareas en ambientes con atmósfera contaminada



En caso de ingreso a instalaciones Clase 3 se debe dar aviso al radio operador o supervisor a cargo de la instalación antes de ingresar y concurrir acompañado

LA ESTRATEGIA DE GESTIÓN PARA EL CONTROL DEL RIESGO SE DESARROLLA EN BASE A DOS EJES FUNDAMENTALES



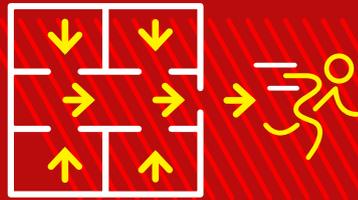
## 3. 2 MITIGACIÓN DE RIESGOS POR H2S

ESTRATEGIA PARA ESTABLECER BARRERAS ADICIONALES EFICACES QUE **LIMITEN LOS EFECTOS NO DESEADOS** EN EL CASO DE QUE LAS BARRERAS PREVENTIVAS FALLEN



“El plan debe contemplar la severidad del evento y la posible magnitud de la extensión.”(\*)

**\*Referencia: Guía de Respuesta en Caso de Emergencia 2020 (CIQUIME) Hazardous Material Emergency Planing Guide. NRT – 1.**



**Criterios específicos de Activación del Plan de Contingencia**

- **Activación de Alarmas** de detectores de gases fijos o portátiles
- **Presencia/fuga de gas** percibido por los sentidos

Activado el plan de contingencia se debe **alertar** de forma inmediata a todo el personal por medio de señales luminosas y audibles **PARA LA EVACUACIÓN INMEDIATA DEL ÁREA DE TRABAJO**

**Plan de acción inmediato EN SITUACIONES DE CONTINGENCIA**

**3.2.1 RESPONSABILIDADES DEL PERSONAL**



**Personal operativo**

El personal del área deberá estar familiarizado con las alarmas de alerta de la instalación. **En caso de activarse la alarma específica de H2S todo el personal deberá evacuar de forma inmediata el puesto de trabajo y dirigirse a los puntos de encuentro.**



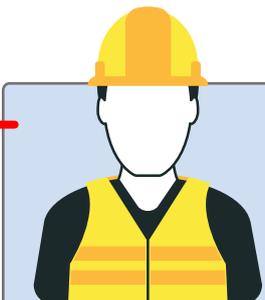
**Personal operativo esencial**

Aquellos que en caso de presencia de H2S en el área no puedan abandonar sus puestos de forma inmediata deberán priorizar la colocación del equipo de protección respiratoria autocontenido y luego a continuación se aplicará el procedimiento para asegurar la operación.



**Líder de brigada**

La máxima autoridad en la instalación deberá tomar el liderazgo de la emergencia y será responsable de iniciar el plan de contingencia y coordinar los recursos para el control de la emergencia. Cuando la situación adquiere complejidad solicitará presencia de personal especializado.



**Personal búsqueda y rescate**

(Stand By Rescue Personal)

Personal con formación y entrenamiento para ejecutar el plan de contingencia.

### 3.2.3 ACCIONES *GENERALES* INMEDIATAS al activarse la alarma

- **Elección de la vía de escape:** todo el personal deberá estar familiarizado con la ubicación de los puntos de encuentro. Al momento de ser alertados deberán rápidamente determinar la dirección del viento, observando la manga de viento, y elegir la vía de evacuación más segura con especial atención de no aproximarse a la fuente de H<sub>2</sub>S ni atravesar la nube de gas. En caso de contar con dispositivos de escape de emergencia, utilizarlos.
- **Conteo de personal:** el Líder de brigada determinará si todo el personal del área pudo evacuar. En caso de faltar personal se deberá activar el rol de búsqueda y rescate de hombre caído.
- **Personal no esencial luego del conteo:** movilizar de forma ordenada al personal en buen estado de salud o con necesidad de atención médica que se encuentre en el punto de encuentro a un sitio fuera de las instalaciones (punto de recepción de víctimas). Equipos médicos realizarán la clasificación de víctimas (triage de ingreso) y tratamiento médico.
- **Cerrar el ingreso a las instalaciones:** realizar el cierre (barreras físicas) y colocación de cartelera indicativa con el fin de evitar el ingreso de personal no esencial al área.



Todo el personal **deberá estar familiarizado** con la ubicación de los puntos de encuentro

### 3.2.4 ACCIONES *ESPECÍFICAS* INMEDIATAS PARA EL CONTROL



El líder de brigada **priorizará** en su estrategia de control de los siguientes puntos

#### ➤ **BÚSQUEDA Y RESCATE DE HOMBRE CAÍDO**

**Personal esencial para respuesta de emergencia:** permanecerán en el punto de encuentro (puesto de comando de incidente) junto al Líder de brigada en caso de que luego del conteo de personal esté faltando alguien.

El líder de brigada rápidamente deberá saber la cantidad de personal faltante y la posible ubicación de estos. En caso de confirmar que trabajadores no lograron auto evacuarse se dará inicio al rol de búsqueda y rescate de hombre caído.

#### ➤ **TAREAS OPERATIVAS QUE REQUIEREN CONTROL**

**Operaciones que no puedan ser abandonadas de forma brusca:** se procederá a asegurar la operación antes de evacuar. Estas situaciones deberán ser consideradas previo al inicio de las tareas y se debe contar con procedimientos específicos para tal fin. Todo personal esencial deberá utilizar equipos de protección respiratoria adecuadas al tipo de trabajo y duración del mismo.



# Estaciones de habilidad

---

**Es importante que los trabajadores con riesgo de exposición reciban el entrenamiento adecuado sobre:** cómo detectar, cómo protegerse y qué hacer en caso de exposición a concentraciones que superen los límites establecidos.

---

# Metodología de evaluación de atmósferas



No confíe solo en el sentido del olfato para su detección olor distintivo a huevo podrido

LA PERCEPCIÓN DEL OLOR DEL H<sub>2</sub>S VARÍA DENTRO DE LA POBLACIÓN HUMANA EN UN RANGO DE 0.008 – 0.2 PPM. VALORES SUPERIORES A 30 PPM PRODUCEN SATURACIÓN DEL OLFATO DEL TRABAJADOR (BLOQUEO NEUROQUÍMICO Y PARÁLISIS DEL NERVIOL OLFATIVO) Y DEJA DE SER PERCIBIDO

## MEDIR

Para conocer la concentración de un contaminante en la atmósfera laboral se utiliza un dispositivo electrónico que se conoce como **detector de gases**. Estos dispositivos se adquieren con el sensor específico para el contaminante que se va a evaluar.

La medición se debe realizar SIEMPRE previa al ingreso al área de trabajo durante la apertura del permiso de trabajo.



La medición también debe ser continua mientras los trabajadores se encuentren dentro del área de trabajo expuesta al riesgo.

## EVALUAR

Los resultados obtenidos deben ser evaluados por personal capacitado y certificado para tal fin. Dichos valores deben ser registrados en el permiso de trabajo.

# Sistemas de monitoreo portátiles



## DETECTORES MULTIGAS

Permiten conocer la concentración de más de un gas en un sólo dispositivo



## DETECTORES MONOGAS

Permiten conocer la concentración de un sólo gas

## Métodos de toma de muestra

### Medición en ambientes laborales con dispositivos portátiles



#### MÉTODO DE DIFUSIÓN

Los sensores del detector están en contacto directo con la atmósfera y evalúan la calidad del aire atmosférico de forma permanente mientras el equipo esté encendido. Colocar el detector de gas en una zona representativa de la respiración. Si está presente el contaminante en la atmósfera, las alarmas sonoras y visuales se activarán. NO se debe colocar el medidor dentro de bolsillos, ni bajo la ropa, ni en las botas.



#### MÉTODO DE ASPIRACIÓN

Permite tomar la muestra de forma direccionada y evaluar específicamente los riesgos atmosféricos de un espacio confinado. La toma de muestra es aspirada a través de una sonda y el flujo de aire canalizado pasa por los sensores. Esto permite al analista de gases observar continuamente los parámetros tanto previo al ingreso como durante la realización de los trabajos.

## Unidades de Medición

**Los contaminantes causan daño a la salud en bajas concentraciones.** Por tal motivo utilizaremos unidades de concentración en ppm (partes por millón). Debemos poder en caso de ser necesario hacer conversión de unidades.

$$1\% \text{ VOL} = 10.000 \text{ PPM}$$

### SETEO- Programación de alarmas

Los detectores permiten la programación de alarmas a valores determinados. Para H<sub>2</sub>S se recomienda lo siguiente

#### Alarma 1

detecta concentraciones de **5 ppm**

#### Alarma 2

detecta concentraciones de **10 ppm**

#### **iImportante!**

**ACTIVACIÓN DE ALARMAS:** en caso de que se active la alarma del detector portátil y/o fijo **se debe interrumpir el trabajo, retirarse del lugar a una zona segura en dirección contraria al viento y dar aviso al responsable de la instalación o equipo.**

**Calibración:** debe realizarse máximo cada 12 meses y registrarse en un documento en copia papel, con firma y aclaración de la persona e institución que la realizó. Una copia de la certificación debe estar disponible con cada equipo. Es recomendable realizar calibración tipo Bump Test previo al inicio de la jornada laboral en su defecto realizar calibración de aire fresco.

# Equipos de protección respiratoria

**Uso obligatorio de estos dispositivos** cuando la concentración atmosférica de H<sub>2</sub>S sea igual o mayor a 10 ppm de H<sub>2</sub>S y/o igual mayor a 2 ppm de SO<sub>2</sub>. Se clasifican en (\*)

## I. EQUIPO DE ESCAPE



## II. EQUIPO DE RESPIRACIÓN AUTÓNOMO



\*Referencia: OSHA 29 CFR 1910.134. Respiratory Protection Standar

## »» CONSIDERACIONES ESPECÍFICAS

Es importante ajustar bien el sello de la máscara a la cara, utilizando las correas de ajuste



Tirar de forma pareja hacia atrás las correas inferiores después las medias y por último la superior



El trabajador debe tener el vello facial afeitado, para lograr un eficaz sello entre la máscara y la cara



Existen distintos tipos de cabeza y formas de cara, se debe elegir la máscara adecuada para cada persona

# I. Equipo de escape con suministro de aire



EQUIPO



CLICK



MANÓMETRO

EQUIPO CERRADO



EQUIPO ABIERTO



## » SECUENCIA DE COLOCACIÓN



**PASO 1**  
Suspender la banda del dispositivo



**PASO 2**  
Abrir tapa con velcro - click de liberación de aire automática



**PASO 3**  
Retirar cápsula de suministro de aire



**PASO 4**  
Colocar la cabeza dentro de la cápsula y ajustar sello del cuello



**PASO 5**  
Respirar. El operario inhala aire en calidad respirable del cilindro

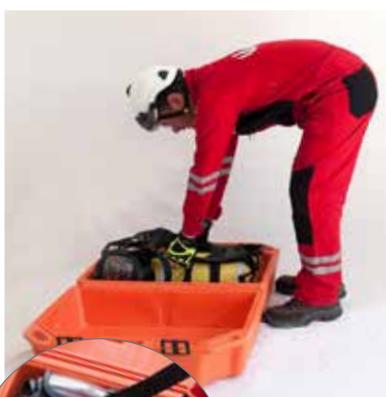
## II. Equipo de respiración autónomo autocontenido (SCBA)



### » SECUENCIA DE COLOCACIÓN



**PASO 1**  
Abrir caja de almacenamiento del dispositivo



**PASO 2**  
Tomar con las manos las asas del arnés



**PASO 3**  
Elevar el arnés y cilindro

## » SECUENCIA DE COLOCACIÓN



**PASO 4**  
Pasar por sobre la cabeza. Los codos van dentro de las bandas de hombro



**PASO 5**  
Descenso controlado del arnés y cilindro hasta quedar en suspensión



**PASO 6**  
Ajuste de la banda de hombros



**PASO 7**  
Cierre de banda de cintura



**PASO 8**  
Ajuste de la banda de cintura de forma firme



**PASO 9**  
Suspender la máscara por la banda del equipo



**PASO 10**  
Acoplar regulador a máscara



**PASO 11**  
Abrir cilindro y check de silbato de baja presión



**PASO 12**  
Check presión de aire



**PASO 13**  
Ajustar sello de la máscara a la cara por medio de las bandas de fijación de forma firme



**PASO 14**  
Respirar. El operario inhala aire en calidad respirable del cilindro y realiza test de presión +



**PASO 15**  
Colocar elementos de protección personal - casco y guantes

# Técnicas de rescate

## Un solo rescatista



### PASO 1

El rescatista deberá afirmarse en una rodilla contra el suelo y deslizar sus manos hacia los omóplatos de la víctima para elevar su torso, con sumo cuidado en la zona de la cabeza.



### PASO 2

Elevar el torso del accidentado hasta poder pasar los brazos por debajo de las axilas y, con las rodillas semiflexionadas, impulsarse utilizando la fuerza de las piernas y no de la espalda.



### PASO 3

El rescatista se reincorporará utilizando la fuerza de sus piernas y llevará el cuerpo del accidentado hacia su propio pecho. Luego caminará hacia atrás con sumo cuidado de no tropezarse.

## Dos rescatistas



El rescatista número 1 deberá seguir las instrucciones mencionadas previamente para un solo rescatista. El rescatista dos deberá colocarse en un costado del accidentado a la altura de sus rodillas ya que eso les permitirá caminar hacia adelante cómodamente.

## Uso de cinta de rescate

### Un rescatista

Colocar la cinta cruzada por los omóplatos y tomar las dos asas con las manos



### Dos rescatistas

Colocar la cinta cruzada por los omóplatos y cada rescatista tomará un asa para transportar a la víctima.



# Emergencias Médicas

Cuando un trabajador se expone a **concentraciones bajas de H<sub>2</sub>S** puede sentir irritación y dolor en los ojos

## Irritación ocular

**SIGNOS:** la persona siente ardor, dolor, lagrimeo en los ojos

### ACCIONES A REALIZAR

1. Traslade a la persona a un lugar seguro y ayúdela a caminar para que no tropiece

2. Lave con abundante agua fría. Si cuenta con ducha de ojos, utilícela

3. Siga lavando por varios minutos y evite que la persona frote sus ojos.

4. Siéntela o recuéstela en un lugar adecuado, cubra los ojos con una gasa humedecida y realice un vendaje

5. No deje sola a la persona y evite que camine. Espere la llegada del servicio de emergencias médicas

La inhalación de H<sub>2</sub>S a **concentraciones superiores a 500 ppm** empiezan a comprometer la respiración del trabajador y el funcionamiento de su sistema nervioso en mayor o menor medida. En primera instancia perciben una sensación de falta de aire y se les dificulta respirar, hasta cuadros más graves como

## Pérdida de conocimiento

**SIGNOS:** la persona no responde (o sólo balbucea)

### ACCIONES A REALIZAR

1. Active el rol de llamado al servicio de emergencias médicas del yacimiento. Consiga el kit de primeros auxilios y un DEA

2. Compruebe si la persona respira (MES)

3. Compruebe si la persona tiene pulso

4. Si la persona respira y tiene pulso no necesita RCP, busque otras lesiones y placas de alerta médica o similar indicativo de problemas de salud

5. Esté atento para colocarla de costado en caso de que comience a vomitar

6. Quédese a su lado hasta que llegue el servicio de emergencias médicas

- Si la persona responde (se recupera) pregúntele cuál es su problema

# Convulsiones

**SIGNOS:** pérdida de control muscular, caída, movimientos espasmódicos en brazos, piernas, y otras partes del cuerpo. La persona no responde.

## ACCIONES A REALIZAR

1. Proteja la persona de cualquier lesión, quitando objetos que estén a su alrededor
2. Proteja la cabeza de la persona colocando una pequeña almohada o toalla bajo la cabeza de la persona si es posible
3. Active el rol de llamado al servicio de emergencias médicas del yacimiento
4. Compruebe si necesita RCP, si es así realícela si sabe cómo hacerlo

# Paro cardiorespiratorio



**SIGNOS:** la persona no responde **ACCIONES A REALIZAR**

Toque suavemente y diríjase a la víctima en voz alta. Si no responde active el rol de llamado al servicio de emergencias médicas del yacimiento. Pida el Kit de primeros auxilios y el DEA.



**SIGNOS:** la persona no respira

## ACCIONES A REALIZAR

1. Compruebe si la persona respira (MES)
2. Si no respira de dos ventilaciones con máscara UNIDIRECCIONAL

**SIGNOS:** la persona no tiene pulso

## ACCIONES A REALIZAR



1. Compruebe si hay pulso o signos de circulación

2. Si no hay pulso realice 30 compresiones torácicas a una frecuencia mínima de 100 por minuto y a una profundidad mínima de 5 cm. Tras cada compresión deje que el tórax vuelva a su posición normal



3. Continúe con series de 30 compresiones y 2 ventilaciones hasta que llegue alguien con formación más avanzada o la persona se recupere



4. Cuando llegue el DEA enciéndalo y siga las instrucciones



# Editorial

---

## “SEGURIDAD EN OPERACIONES CON RIESGO DE H2S”

Primera edición: Enero 2021

---

### AUTOR

Raúl A. Stuke / Fall Protection  
International

### DISEÑO EDITORIAL

María del Rocío Aranda

### CORRECCIÓN ORTOGRÁFICA

Guillermina Watkins

### FOTOGRAFÍA EDITORIAL

Ivana Morello

### FOTOGRAFÍA CORPORATIVA

Base de datos FPI

El contenido del presente material no reemplaza por ningún motivo y en ninguna circunstancia los procedimientos de aplicación específicos de la empresa a la que pertenezca el alumno que participe del curso. Fall Protection International y sus representantes no se responsabilizan por las consecuencias de las acciones que puedan surgir durante una situación de exposición al riesgo por parte del alumno.

© 2020 - FPI Fall Protection International

Este documento está licenciado única y exclusivamente a Fall Protection International para su uso interno de formación y calidad. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida o transmitida en manera alguna, sin permiso previo del autor.



[www.fpiservices.com.ar](http://www.fpiservices.com.ar)