

Universidad de Cádiz

Proyectos fin de carrera de I.T. Industrial

Especialidad: Química Industrial.

Centro: ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS

Titulación: I.T. Industrial, esp. Mecánica

Título: Sistemas de evacuación y rescate en instalaciones de difícil

Autor: Patricia Oliva Rodríguez

Fecha: Marzo 2010

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. JUSTIFICACIÓN

1.1. Requisitos legales.....	3
1.2. Descripción de instalaciones con dificultad de acceso/evacuación.....	10
1.2.1. Chimeneas industriales.....	11
1.2.2. Tanques de almacenamiento.....	24
1.2.3. Hornos Industriales.....	36
1.2.4. Torres de destilación.....	40
1.2.5. Arquetas.....	45
1.2.6. Silos y tolvas.....	47
1.2.7. Antorchas.....	49
1.3. Espacios confinados.....	52

CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES

2.1. Antecedentes.....	3
2.2. Normativa aplicable a los sistemas de rescate.....	12

CAPÍTULO 3. OBJETIVOS.....	3
-----------------------------------	----------

CAPÍTULO 4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
--	----------

4.1 Metodología.....	3
----------------------	---

4.2 Materiales.....	4
---------------------	---

CAPÍTULO 5. RESULTADOS

5.1. Resultados.....	3
----------------------	---

5.2. Necesidades para poder implantar cada sistema.....	10
---	----

CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN

6.1. Discusión.....	3
---------------------	---

6.1.1. Chimeneas industriales.....	6
------------------------------------	---

6.1.2. Tanques de almacenamiento.....	8
---------------------------------------	---

6.1.3. Hornos industriales.....	13
---------------------------------	----

6.1.4. Torre de destilación.....	16
----------------------------------	----

6.1.5. Arquetas.....	17
----------------------	----

6.1.6. Silos y tolvas.....	19
----------------------------	----

6.1.7. Antorchas.....	21
6.2. Fases del rescate.....	22

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES

7.1. Conclusiones.....	3
7.1.1. Analizar los requerimientos legales aplicables a instalaciones industriales sobre rescate/evacuación.....	3
7.1.2. Estudiar y caracterizar las principales instalaciones con accesos difíciles.....	4
7.1.3. Estudiar y caracterizar las soluciones existentes en el mercado para rescate/evacuación.....	5
7.1.4. Seleccionar para cada instalación las mejores soluciones desde el punto de vista técnico y económico.....	5
7.1.5. Artículo resumen en la revista del Comité Internacional de Chimeneas Industriales.....	7

CAPÍTULO 8. BIBLIOGRAFÍA

ANEXO I

CAPÍTULO 1

JUSTIFICACIÓN

CAPÍTULO 1. JUSTIFICACIÓN

1.1. Requisitos legales.....	3
1.2. Descripción de instalaciones con dificultad de acceso/evacuación.....	10
1.2.1. Chimeneas industriales.....	11
1.2.2. Tanques de almacenamiento.....	24
1.2.3. Hornos Industriales.....	36
1.2.4. Torres de destilación.....	40
1.2.5. Arquetas.....	45
1.2.6. Silos y tolvas.....	47
1.2.7. Antorchas.....	49
1.3. Espacios confinados	52

1. Justificación

1.1. Requisitos legales

En un gran número de plantas industriales existentes actualmente se presentan numerosas ocasiones en las que es obligatorio realizar trabajos en zonas donde los accesos tienen especial dificultad para los trabajadores. Siendo difícil el acceso, resultará con toda probabilidad al menos igual de difícil la salida de los mismos, y sin duda más aún una hipotética evacuación o salida de emergencia provocada por un accidente, desfallecimiento, emergencia, etc... En este apartado se tratarán las obligaciones o requisitos legales actualmente en vigor que debe cumplir el propietario de dicha instalación para garantizar la evacuación y/o rescate de trabajadores atrapados en su interior.

En primer lugar, debemos fijarnos en la **Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales** [1], que traspone al Derecho español la **directiva 89/391/CEE** relativa a la aplicación de las medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo.

Esta Ley tiene por objeto promover la seguridad y salud de los trabajadores mediante la aplicación de medidas y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo. Esta ley establece los principios generales relativos a la prevención de los riesgos profesionales para la protección de la seguridad y salud, la disminución de los riesgos derivados del trabajo, la información, la consulta, la participación equilibrada y la formación de los trabajadores en materia preventiva. Y para el cumplimiento de dichos fines por las Administraciones públicas, los empresarios y los trabajadores.

A destacar los siguientes artículos:

Artículo 14, apartado 2, del capítulo III

En este texto encontramos un párrafo que habla de los “Derechos y obligaciones”, y dice: “En cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores a su servicio en todos los aspectos relacionados con el trabajo. A estos efectos, en el marco de sus responsabilidades, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la integración de la actividad preventiva en la empresa y la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de plan de prevención de riesgos laborales, evaluación de riesgos, información, consulta y participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente, vigilancia de la salud, y mediante la constitución de una organización y de los medios necesarios en los términos establecidos en el capítulo IV de esta Ley.

El empresario desarrollará una acción permanente de seguimiento de la actividad preventiva con el fin de perfeccionar de manera continua las actividades de identificación, evaluación y control de los riesgos que no se hayan podido evitar y los niveles de protección existentes y dispondrá lo necesario para la adaptación de las medidas de prevención señaladas en el párrafo anterior a las modificaciones que puedan experimentar las circunstancias que incidan en la realización del trabajo.”

Artículo 20, capítulo III

Este artículo trata las medidas de emergencia de esta forma: “El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

El citado personal deberá poseer la formación necesaria, ser suficiente en número y disponer del material adecuado, en función de las circunstancias antes señaladas.

Para la aplicación de las medidas adoptadas, el empresario deberá organizar las relaciones que sean necesarias con servicios externos a la empresa, en particular en materia de primeros auxilios, asistencia médica de urgencia, salvamento y lucha contra incendios, de forma que quede garantizada la rapidez y eficacia de las mismas.”

Artículo 33, apartado 1.a, de la ley de Prevención de Riesgos Laborales:

“1. El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

a. La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores, derivadas de la elección de los equipos, la determinación y la adecuación de las condiciones de trabajo y el impacto de los factores ambientales en el trabajo.”

Queremos destacar con estas citas de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, la obligación del empresario de velar por la seguridad y salud de sus trabajadores, llevando a cabo las medidas necesarias en cada caso, tanto de emergencia como de formación e información a los trabajadores respecto a este tema. Además de la ayuda que puede prestar al empresario los datos que puedan aportar los trabajadores desde su experiencia.

Según el **Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto** [2], por el que se aprueba el texto refundido de la **Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social**.

En este Real Decreto, quedan explicados los tipos y la gravedad de las infracciones que pueden cometerse al incumplir las normas de Orden Social. También trata sobre las posibles sanciones que se llevarían a cabo en caso de incumplirlas.

Artículo 12, apartado 10

Se considera como infracción grave el incumplimiento del artículo 20 de la ley de Prevención de Riesgos Laborales sobre el que hemos hablado anteriormente.

Encontramos más textos legales que podemos utilizar para llegar a nuestro objetivo, los que más información nos reportan son:

“Convenio número 155 de la Organización Internacional del Trabajo, de 22 de junio de 1981, ratificado por España el 26 de julio de 1985 [3]

Artículo 16, apartado 3

Establece la obligación de los empresarios de suministrar a sus trabajadores ropas y equipos de protección apropiados, a fin de prevenir los riesgos de accidentes o de efectos perjudiciales para la salud”.

También, por el **Real Decreto 773/1997, 30 de mayo [4], sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual**. Se basa en la directiva **89/656/CEE**.

Artículo 3

Nos habla de las obligaciones del empresario a:

- “Determinar los puestos de trabajo en los que deba recurrirse a la protección individual y precisar, para cada uno de estos puestos, el riesgo o riesgos frente a los que debe ofrecerse protección, las partes del cuerpo a proteger y el tipo de equipo o equipos de protección individual que deberán utilizarse”

Artículo 10

Comenta las obligaciones de los trabajadores sobre usar correctamente los equipos de protección e informar a su superior jerárquico de cualquier anomalía existente en éstos.

Es importante fijarnos en el **Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio [5], por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo**. Que traspone la directiva europea **89/655/CEE**, modificada por la **95/63/CE**.

Artículo 3

Trata sobre las obligaciones del empresario y nos dice que “el empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos de trabajo”.

También comenta, que “para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta: las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar. Además de, los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo y, en particular, en los puestos de trabajo, así como los riesgos que puedan derivarse de la presencia o utilización de dichos equipos o agravarse por ellos”.

Otro punto a resaltar en este artículo es que “el empresario tendrá en cuenta los principios ergonómicos, especialmente en cuanto al diseño del puesto de trabajo y la posición de los trabajadores durante la utilización del equipo de trabajo”.

Por otra parte, “cuando a fin de evitar o controlar un riesgo específico para la seguridad y salud de los trabajadores, la utilización de un equipo de trabajo deba realizarse en condiciones o formas determinadas, que requieran un particular conocimiento por parte

de aquéllos, el empresario adoptará las medidas necesarias para que la utilización de dicho equipo quede reservada a los trabajadores designados para ello”

Nos fijamos por último en el **Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio** [6], donde se aprueban las medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas, basada en la directiva **96/82/CE, del Consejo de 9 de diciembre**.

El objetivo principal de este Real Decreto es, “la obtención de un alto nivel de protección para las personas, los bienes y el medio ambiente ante accidentes graves, mediante medidas orientadas tanto a su prevención como a la limitación de sus consecuencias, y que plantea la necesidad de tener en cuenta la ubicación de las instalaciones en la planificación urbanística.”

Artículo 9, Informe de seguridad. Apartado 1.d

“Los industriales de establecimientos en los que estén presentes sustancias peligrosas en cantidades iguales o superiores a las especificadas en la columna 3 de las partes 1 y 2 del anexo I están obligados a elaborar un informe de seguridad, que tenga por objeto:

d. Demostrar que se han elaborado planes de emergencia interior y facilitar los datos necesarios que posibiliten la elaboración del plan de emergencia exterior a fin de tomar las medidas necesarias en caso de accidente grave”

Artículo 11. Planes de emergencia. Apartado 1, modificado por el Real Decreto 948/2005 [7]

“1. En todos los establecimientos sujetos a las disposiciones del presente Real Decreto, el industrial deberá elaborar un plan de autoprotección, denominado plan de emergencia interior, en el que se defina la organización y conjunto de medios y procedimientos de actuación, con el fin de prevenir los accidentes de cualquier tipo y, en su caso, limitar los efectos en el interior del establecimiento.”

Apartado 3

“3. El industrial de los establecimientos en los que estén presentes sustancias peligrosas en cantidades iguales o superiores a las especificadas en la columna 3 de las partes 1 y 2 del anexo I, proporcionará a los órganos competentes de la Comunidad Autónoma, la información y apoyo necesario para que éstos puedan elaborar planes de emergencia exterior”

Después de analizar los puntos de la Ley donde se obliga al empresario a velar por la seguridad y salud de sus empleados y sus instalaciones, será de mucha ayuda conocer las instalaciones donde es complicado acceder y los sistemas de evacuación idóneos para cada una de ellas.

1.2 Descripción de instalaciones con dificultad de acceso / evacuación.

Dentro del sector industrial sobre el que estamos trabajando podemos encontrar numerosas instalaciones donde el acceso se hace difícil a la hora de trabajar, y más aún a la hora de rescatar a una persona si tiene lugar un accidente. Si bien es muy complicado analizar de forma exhaustiva el 100% de las instalaciones que pueden presentar dichas dificultades de acceso/evacuación, y sin pretender entrar en la particularidad de instalaciones concretas, consideramos que los casos más comunes que plantean este tipo de problemas y por tanto objeto del presente estudio son:

- Chimeneas industriales
- Tanques de almacenamiento
- Hornos industriales
- Torres de destilación
- Arquetas
- Silos y tolvas
- Antorchas

1.2.1 Chimeneas industriales

Una chimenea industrial [8] es un dispositivo que permite la evacuación de los gases que provienen de la combustión en los hornos. También proveen de tiro suficiente al proceso y hacen que la descarga se lleve a cabo a una altura tal que los efectos sobre las zonas de su alrededor sean mínimos.

Las partes que forman una chimenea, sea del material que sea, y sus funciones más importantes son:

- Cimientos: da la estabilidad a toda la estructura
- Fuste exterior o carcasa: asegura la estabilidad del conducto interior
- Conducto interior: Protege la carcasa y guía los gases
- Elementos Auxiliares: sirve para asegurar el acceso y la seguridad
- Cámara de aire: es el espacio que queda entre la carcasa y el conducto. Dependiendo del proceso este espacio puede ser accesible o inaccesible, ventilado, relleno, aislado o una combinación de todos ellos.

Las chimeneas pueden construirse de diferentes materiales como hormigón armado, ladrillo, acero y plástico. Normalmente se diseñan autosoportadas, como voladizos fijados en la base, pero en otros casos, como las de acero, se sustentan en las estructuras a las que van unidas o mediante cables de acero o “vientos”. Las chimeneas de plástico son de uso muy limitado.



Ilustración 1: Chimenea de ladrillo



Ilustración 2: Chimenea de hormigón



Ilustración 3: Chimenea de acero

[9] Los flujos de gases expulsados por la chimenea consisten en aire caliente, agua y sustancias agresivas en su mayor parte. Las temperaturas varían de fría 30° C a caliente 900° C y muy caliente hasta 1100° C. Es por esto que la chimenea puede presentar daños en el transcurso de su operación, muchos de ellos son producidos por:

- Ataque químico (corrosión por el ácido)

- Altas temperaturas
- Cambio de estas temperaturas (estrés térmico)
- Explosiones o aumento de presión
- Cambios en las condiciones de operación
- Mucho tiempo de operación en continuo
- Efectos del viento
- Movimientos de tierra

Estos hechos pueden dar paso a daños mayores. Es por lo que propietarios, operadores y usuarios industriales tienen el deber de proteger la seguridad y salud de sus empleados y demás personas afectadas por la operación de la chimenea. Parte de este deber es la responsabilidad de asegurar que la chimenea está correctamente mantenida y permanece trabajando en condiciones seguras.

Las chimeneas deben inspeccionarse en intervalos regulares y por parte de personal cualificado y entrenado para ese puesto, ya que requiere el conocimiento de la normativa específica y de los más modernos equipos de seguridad.

Condiciones relativas al acceso, inspección y reparación [10]:

- Acceso a la carcasa para inspección y trabajos de mantenimiento mientras la chimenea está en operación.

Esta actividad puede realizarse con la chimenea en operación utilizando el material adecuado, y asegurándose a 10 m por debajo del nivel afectado por los gases. Normalmente se usa una plataforma, o cables y cuerdas de escalada. Aunque es más recomendable llevar a cabo este tipo de operaciones, cuando la chimenea está fuera de servicio; sobre todo, si es un examen interno, el cual, puede realizarse desde una escala, una plataforma de descenso. El acceso a esta parte de la chimenea, se realizará cuando sea necesaria una operación de pintura, mantenimiento e inspecciones del estado del hormigón o acero que la conforman.

- Acceso a la coronación

A veces es necesario acceder a este punto para inspeccionar los terminales eléctricos, el estado, añadir objetos adicionales para elevación interior y exterior en la chimenea. Por lo que es recomendable continuar las escalas de las chimeneas hasta la parte superior, aunque se encuentren más expuestas a los gases, y por tanto, a la corrosión. Y es por esta razón que suelen usarse de acero inoxidable.

- Acceso a la cámara de aire.

Las chimeneas con una cámara de aire accesible y operativa; ofrecen, por su naturaleza, muchas posibilidades respecto al trabajo de inspección. En este tipo de chimeneas puede inspeccionarse, mientras está en operación, toda la parte interior de la carcasa y la parte exterior del conducto de gases, siempre y cuando, la temperatura no supere los 35° - 40° C. Además debe contener luz eléctrica en cada plataforma o una en la parte superior que ilumine toda la chimenea. Este espacio debe ser de 700 mm de ancho como mínimo y las zonas que se encuentren abiertas deben ser cubiertas con malla.

Las plataformas deben construirse alrededor de todo el conducto y el acceso a ellas se realizará de manera externa o interna, por ascensor, escalera o escala permanente.

No podemos olvidar que en la mayoría de las chimeneas se puede acceder a parte de su altura por escala o ascensor de cremallera externo, que facilitan la realización de trabajos en todo el recorrido de su altura.

Para ver de forma más clara las zonas de acceso, mostramos los siguientes esquemas de diferentes tipos de chimeneas [11]:

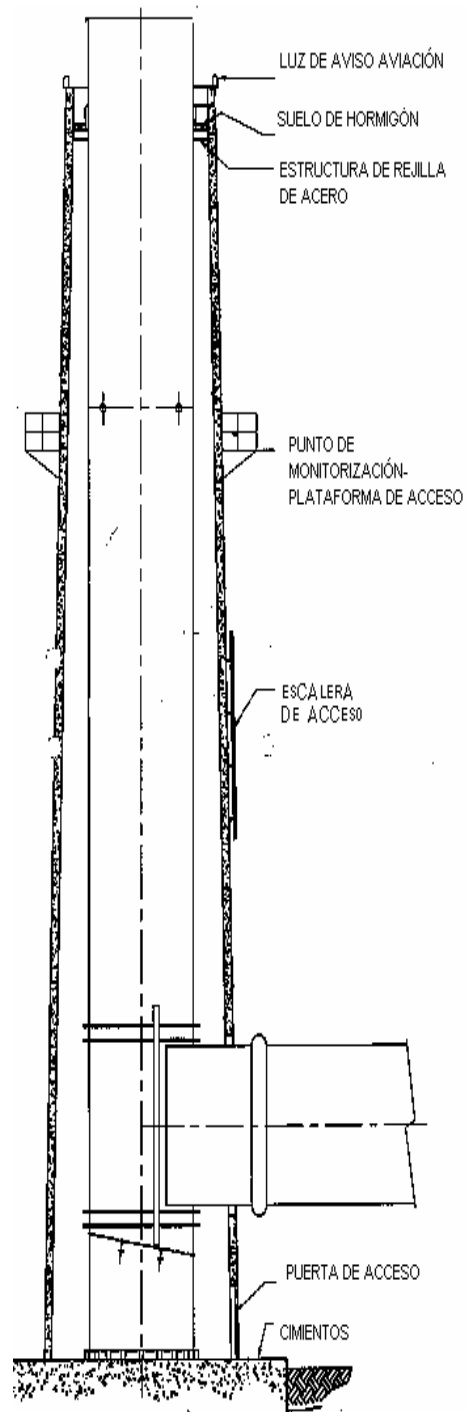


Ilustración 4: Chimenea de hormigón con conducto interior de acero, soportado en la base

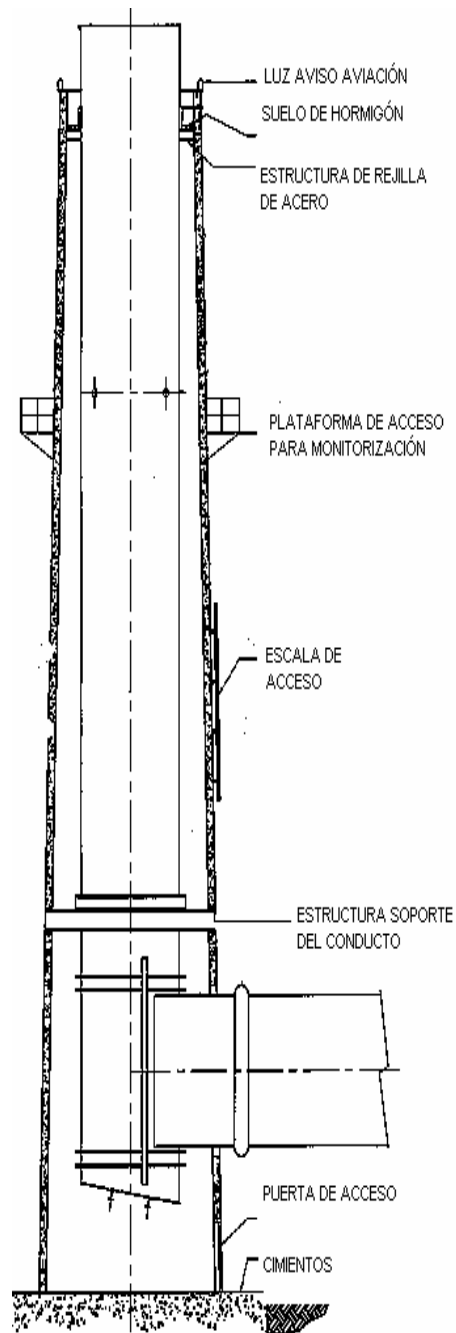


Ilustración 5: Chimenea de hormigón con conducto de acero soportado por una estructura de rejilla de acero

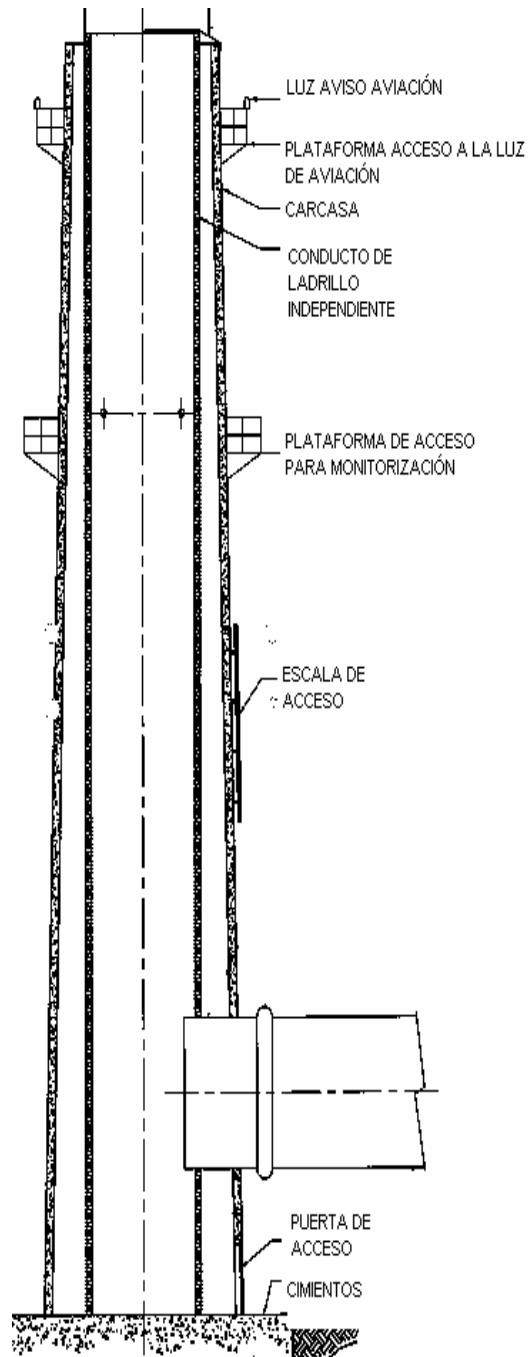


Ilustración 6: Chimenea de hormigón con conducto de ladrillo independiente, soportado en la base

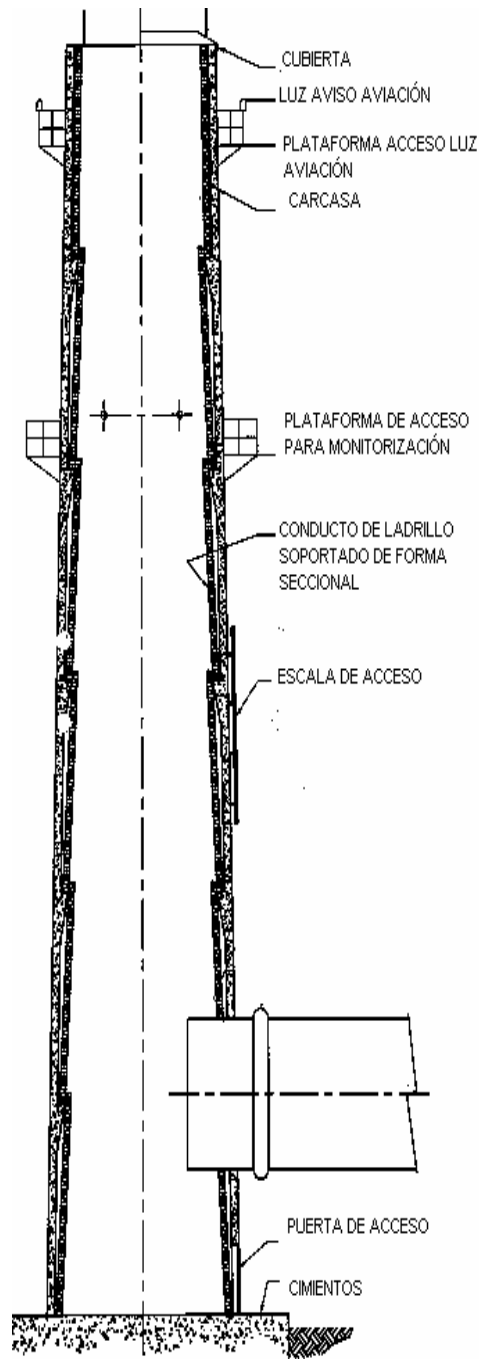


Ilustración 7: Chimenea de hormigón con conducto de ladrillo soportado de forma seccional

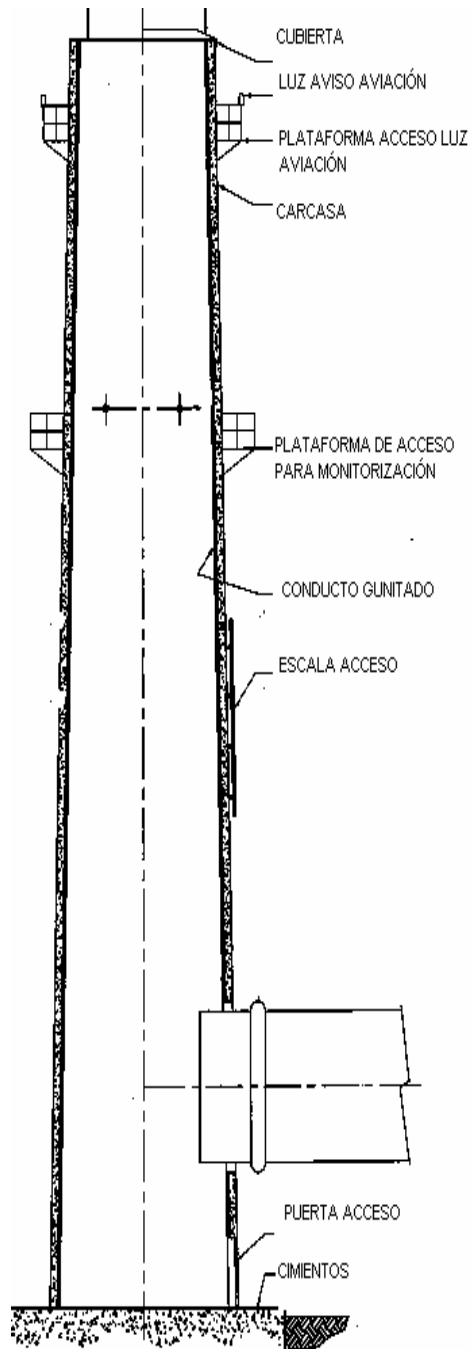


Ilustración 8: Chimenea de material refractario proyectado sobre pared de hormigón

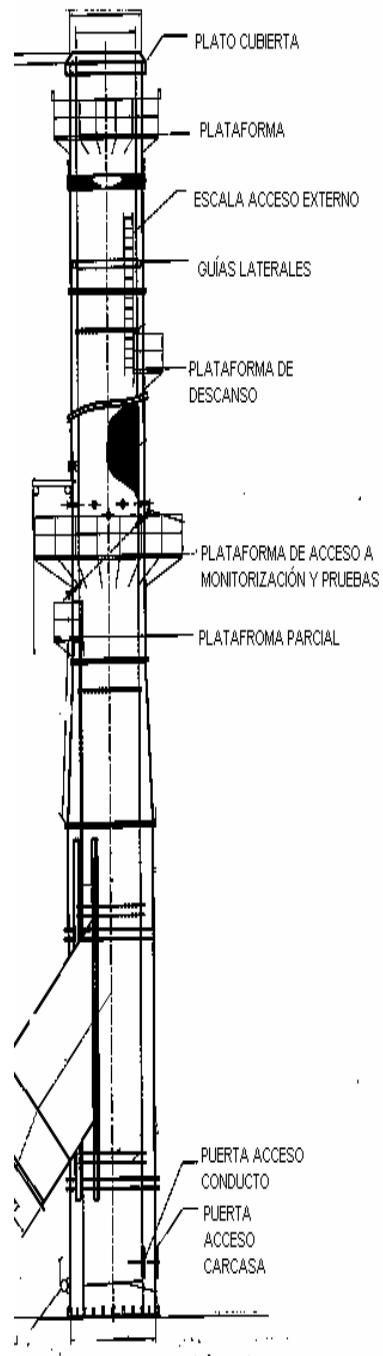


Ilustración 9: Chimenea de acero con doble pared

Observamos en las imágenes las zonas de acceso que se facilitan cuando se instala una chimenea, también las zonas que no son accesibles, como parte de la carcasa y de la cámara de aire, a las que es necesario acceder para su mantenimiento, pero se realiza de forma más complicada.

Si nos planteáramos el posible caso de un accidente grave, un desfallecimiento, o cualquier situación que necesitara de una evacuación, mientras se está realizando algún trabajo de reparación o inspección en una chimenea; el mayor problema que se nos presenta es el de la altura. Ésta puede variar dependiendo de los materiales de construcción de la chimenea. Para chimeneas de acero, no se realizarán construcciones de más de 70-80 metros de altura; mientras que en el caso de las chimeneas de hormigón, la altura podrá ser de hasta 300 metros. Cualquiera que sea la altura a la que nos enfrentemos, entraña un grave peligro.

Otro problema a la hora de evacuar a alguien que se encuentre trabajando en una chimenea, es el acceso hasta esa persona. Depende mucho de la zona donde se encuentre el accidentado. No es lo mismo evacuar a alguien que se encuentra en la coronación, que si está inspeccionando la cámara de aire colgado de una cuerda o si se encuentra fuera de la carcasa pintando desde un andamio colgante.

Éstos no son los trabajos de mantenimiento esporádicos que el propietario debe realizar sobre la chimenea, son trabajos que llevan a cabo empresas especialistas en ellos; y éstas deben tener en cuenta los peligros y presentar un plan de emergencias. Además, son tareas que se realizan cuando la chimenea no está en funcionamiento, por lo que no hay peligro de exposición a gases. Únicamente podemos considerar como espacio confinado, en una chimenea, la zona de la cámara de aire que pudiera ser transitada por personas.

El problema está en que los trabajadores que realizan una labor de mantenimiento regular, tipo inspecciones de Hot-Camera, arreglos en las instalaciones eléctricas de la coronación, donde también se corre el peligro de sufrir un accidente y tener que ser rescatado.

JUSTIFICACIÓN

Son situaciones que entrañan mucho riesgo, por lo que debemos saber con certeza cuál es la mejor forma de rescatar a la persona o las personas que se encuentren indefensas ante ese estado de peligro.

1.2.2 Tanques de almacenamiento

Un tanque [12] de almacenamiento es un depósito para contener una cierta reserva de algún tipo de producto que se va a usar después. Suele construirse una estructura de metal u hormigón. Y su forma varía entre:

- Cilíndrica vertical
- Cilíndrica horizontal
- Esférica

Los tanques cilíndricos verticales de fondo plano, nos permiten almacenar grandes cantidades volumétricas con un costo bajo. Con la limitante de que sólo se pueden usar a presión atmosférica o presiones internas relativamente bajas. Se clasifican en:

- De techo fijo: productos no volátiles o de bajo contenido de ligeros como son el agua, diesel, crudo, asfalto...
- De techo flotante: productos con alto contenido de volátiles como el alcohol, gasolinas...
- Sin techo: productos que no es importante que se contaminen o que se evaporen. Agua cruda, residual, contra incendios.



Ilustración 10: Tanque de almacenamiento cilíndrico vertical

Los tanques cilíndricos horizontales, se emplean generalmente para volúmenes de capacidad relativamente bajos, debido a que presentan problemas de fallo por corte y flexión.

Los casquetes de los cilíndricos horizontales son toriesféricos, semielípticos o semiesféricos. Sus espesores están en el orden de (para una misma p , T y φ):



Ilustración 11: Tanque de almacenamiento horizontal

Las esferas se utilizan para almacenar gases licuados de petróleo a temperatura ambiente. Se construyen en gajos utilizando chapas de acero. Se sostienen mediante columnas que deben ser calculadas para soportar el peso de la esfera durante la prueba hidráulica.

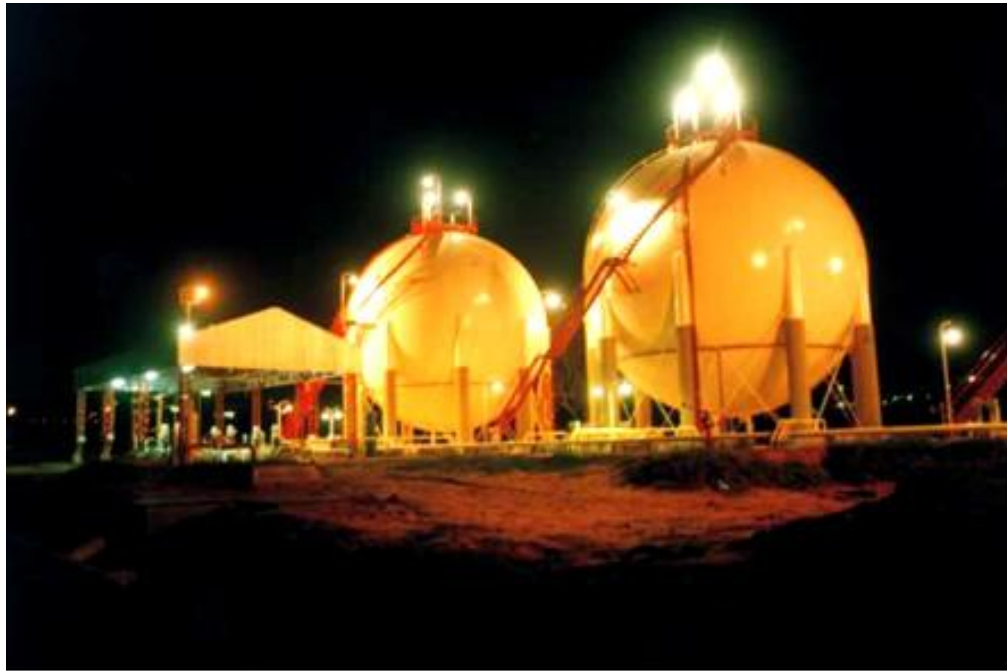


Ilustración 12: Tanques en esfera

Las funciones de un tanque de almacenamiento de fluido son:

- Proporcionar una superficie para la transferencia de calor, desde el fluido del sistema hasta el medio ambiente que rodea al recipiente.
- Proporcionar un volumen suficiente, que permita que el fluido que llega a una alta velocidad desde el sistema, repose un periodo de tiempo en el cual las partículas más grandes que contaminan al fluido se asienten y que el aire que el fluido ha recolectado durante su trayecto por el sistema escape.

- Establecer una barrera física, mediante una mampara en su interior, para impedir que el aceite de retorno proveniente del sistema, sea succionado por la bomba nuevamente de forma inmediata.
- Alojar diversos accesorios que forman parte del sistema hidráulico tales como el termómetro para la medición de la temperatura del fluido, el tapón filtro-respirador, el filtro colador de succión, diversos interruptores eléctricos como el de bajo nivel de fluido, el calentador por resistencia eléctrica para el fluido en caso de medio ambiente de bajas temperaturas.
- Dependiendo del diseño de la Unidad Hidráulica, servir de estructura para la construcción de dicha unidad y sirviendo de base, en algunos casos, para el montaje de un motor eléctrico, la bomba hidráulica, filtros de presión y retorno...

Pasamos ahora a diferenciar algunas de las partes de las que consta un tanque de almacenamiento:

- Boquillas: orificios practicados en un tanque para la entrada/salida de fluido o la medición. Generalmente son bridadas o roscadas. Las mínimas boquillas de las que debe constar un tanque son: entrada y salida de producto, drenaje, venteo, entrada de hombre y conexiones para indicador y/o control de nivel.
- Entrada de hombre y accesorios: pueden ser horizontales o verticales. Los tanques de almacenamiento contarán con al menos, una entrada de hombre en el techo o en el cuerpo con la finalidad de poder realizar limpieza, revisiones o reparaciones en el interior del tanque.
- Venteo: los tanques de almacenamiento contarán con una boquilla exclusiva para venteo, la que tendrá que ser diseñada y calculada, con la finalidad de

que dentro del tanque no se genere presión interna al ser llenado o vaciado, el cual debe colocarse de ser posible, en la parte más alta del tanque.

- Drenes y sumideros: los tanques de almacenamiento también deberán contar con una boquilla, por lo menos, para el drenado de lodos, la cual podrá encontrarse a ras del fondo, dirigida a un sumidero o por debajo del tanque.

Como cualquier instalación industrial, los tanques de almacenamiento necesitarán de un mantenimiento debido a los daños producidos por:

- Corrosión química o inducida por tensiones
- Agrietamiento
- Desgastes
- Erosión
- Daños por fragilización térmica

Un tanque de almacenamiento de sustancias químicas dañado, puede causar contaminación ambiental grave y muchos daños a la propiedad, por lo que se necesitarán revisiones periódicas. Este intervalo de tiempo dependerá de los materiales de los que esté constituido el tanque, de los materiales que vayan a almacenarse...

Al ser una zona de acceso complicado, porque no siempre se dispone de una plataforma o escalera; se utilizan, a veces, técnicas de alpinismo para trabajar en el mantenimiento. Éste será realizado por personal cualificado y se reducirán los riesgos, el tiempo de realización y los medios auxiliares necesarios.

Las normas API (653): American Petroleum Institute y EEMUA (159): Engineering Equipment & Materials Users' Association ayudan a los propietarios de los tanques con normas para mantenimiento, inspección y reparación. Éstas han forzado a las compañías de inspección a mantenerse a la cabeza de los desarrollos tecnológicos y a

mejorar sus conocimientos especializados en ingeniería de tanques y el manejo de estos activos.

Estas normas fijan, con sus documentos, los requisitos esenciales de inspección para los tanques de almacenamiento verticales, en superficie y fabricados de acero, con el propósito de que los problemas en el servicio de los mismos sean minimizados. Se logra una disminución de riesgos mediante una minuciosa explicación de los aspectos más importantes del proceso de inspección, especialmente en:

- La determinación del estado del techo
- La determinación del estado de las paredes
- La determinación del estado del fondo
- La determinación del estado de los cimientos
- Los accesorios del tanque

Con la introducción y utilización de las normas API / EEMUA, los estándares de calidad han mejorado considerablemente.

La forma más común de acceder a los tanques de almacenamiento industriales para realizar el mantenimiento requerido, es mediante escaleras y plataformas con barandales, cuya finalidad es la de situar al personal que así lo requiera, en una zona del tanque que necesite de constante mantenimiento o supervisión.

Los requerimientos para plataformas y pasillos según API 650 son:

1. Todos los componentes deberán ser metálicos
2. El ancho mínimo del piso será de 610 mm
3. Todo el piso deberá ser de suelo antiderrapante

4. La altura del barandal, a partir del piso, será de 1067 mm
5. La altura mínima del rodapié será de 76 mm
6. El máximo espacio entre el suelo y la parte inferior del espesor de la placa de pasillo será de 6.35 mm
7. La altura del barandal central será aproximadamente la mitad de la distancia desde lo alto del pasillo a la parte superior del barandal.
8. La distancia máxima entre los postes del barandal deberá ser 1168 mm
9. La estructura completa tendrá que ser capaz de soportar una carga viva de 453 kg, aplicada en cualquier dirección y en cualquier punto del barandal.
10. Los pasamanos estarán en ambos lados de la plataforma, y estarán interrumpidos donde sea necesario para un acceso.
11. Cualquier espacio mayor de 152 mm entre el tanque y la plataforma deberá tener piso
12. Los corredores de los tanques que se extiendan de un lado a otro del suelo o a otra estructura deberán estar soportados de tal manera, que tenga un movimiento relativo libre de las estructuras unidas por los corredores; ésta puede estar acompañada por una fuerte atadura del corredor a los tanques, además del uso de una junta de dilatación en el puente de contacto entre el corredor y el otro tanque.

En el caso de las escaleras, los requerimientos legales que encontramos son:

1. Todas la partes de la escalera serán metálicas

2. El ancho mínimo de las escaleras será de 610 mm
3. El ángulo máximo entre las escaleras y una línea horizontal será de 50°
4. El ancho mínimo de los peldaños será de 203 mm. La elevación será uniforme a todo lo largo de la escalera.
5. Los peldaños estar hechos de rejilla o material antiderrapante
6. La parte superior de la reja deberá estar unida al pasamanos de la plataforma sin margen y la altura, medida verticalmente desde el nivel del peldaño hasta el borde del mismo de 762 a 864 mm
7. La distancia máxima entre los postes de la rejilla medidos a lo largo de la elevación de 2438 mm
8. La estructura completa será capaz de soportar una carga viva concentrada de 453 kg, y la estructura del pasamanos deberá ser capaz de soportar una carga de 90 kg, aplicada en cualquier dirección y punto del barandal.
9. Los pasamanos deberán estar colocados en ambos lados de las escaleras rectas; éstos serán colocados también en ambos lados de las escaleras circulares cuando el claro entre cuerpo-tanque y los largueros de la escalera excedan 203 mm
10. Las escaleras circunferenciales estarán completamente soportadas en el cuerpo del tanque y los finales de los largueros apoyados en el piso.



Ilustración 13: Zonas de acceso a algunas partes de un tanque cilíndrico vertical

Aún conociendo las formas más fáciles de acceder a un tanque de almacenamiento para realizar tareas de mantenimiento, habrá ocasiones en que será necesario el

acceso a zonas donde encontremos dificultades, como pueden ser los techos, el interior. Si difícil se hace el acceso, más se complicará un caso de evacuación.

Uno de los problemas que presenta este tipo de instalación, es que se trata de un espacio confinado y se deben tener en cuenta los requerimientos que impone la norma a la hora de entrar en esta clase de zonas.

Otro problema que se nos plantea en ocasiones, es la altura. Existen tanques de almacenamiento en algunas industrias como la del petróleo que son verdaderas estructuras de ingeniería, con una altura que resulta peligrosa para las personas que trabajen sobre él.

Las plataformas y escaleras no suelen llegar a todas las partes de la carcasa de un tanque, y en ocasiones es necesario realizar inspecciones o reparaciones en estas zonas. Por lo que estos trabajos se realizan con técnicas que presentan riesgos de accidente.

Por estas razones nos planteamos conocer la forma o los sistemas más adecuados de rescate en esta instalación.



Ilustración 14: Zonas de trabajo de mantenimiento en tanques de esfera

En esta Ilustración 14, observamos marcada en rojo, una zona de la carcasa del tanque de almacenamiento cilíndrico que no es accesible de manera común (escala, plataforma) pero que necesitará un mantenimiento.

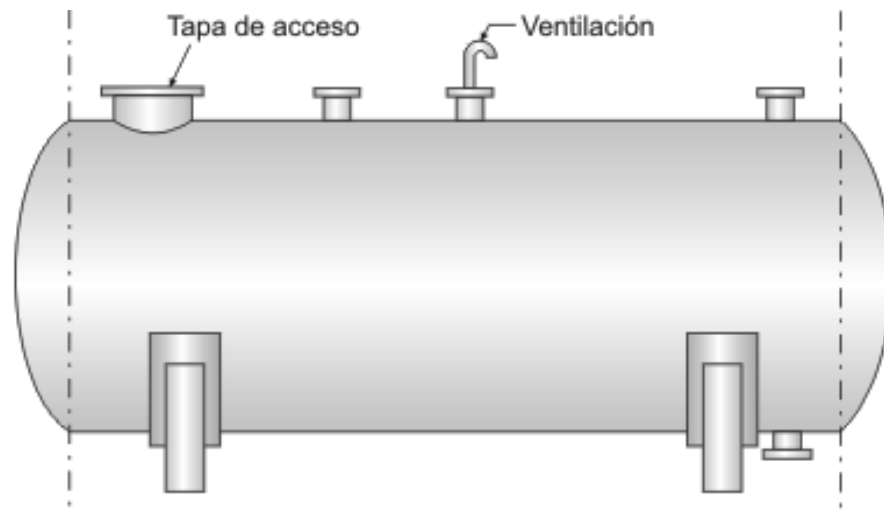


Ilustración 15

En este tipo de tanques, la tapa de acceso suele ser de tamaño más bien pequeño, si nos planteamos el caso en que debiéramos rescatar a un herido de su interior, muchas son las variables que tenemos que estudiar.

1.2.3 Hornos industriales

Los hornos [13] son elementos productivos, normalmente integrados en un proceso más amplio, cuya misión es transformar la carga que les llega desde otras unidades con diversos fines:

- Conseguir un producto final con unas propiedades que se han fijado en una especificación previamente.
- Preparar la carga para posibilitar su tratamiento en alguna etapa posterior del proceso.
- Mejorar la productividad en alguna etapa posterior, dotando al material de determinadas propiedades que lo hacen posible.

Definiremos dos tipos de hornos, que se centran en el proceso de las industrias de energía y petroquímicas, ya que son hornos cerrados y a los cuales, es difícil acceder.

Hornos de lecho fluido: son hornos continuos en los que se consigue un muy buen contacto entre los gases y la carga, que posibilita la obtención de una transmisión de calor muy rápida y con elevadas tasas. Se adaptan perfectamente para producir vapor y generar energía eléctrica.

Hornos tubulares: utilizados en la industria de refino y petroquímica. El material a calentar circula por el interior de unos haces tubulares. Se dividen en tres zonas: radiación, choque y convección. Pueden trabajar con un rendimiento muy elevado, aprovechando la zona de convección para instalar calderas de recuperación.



Ilustración 16: Horno de una central eléctrica de carbón

En la imagen observamos parte de un horno o caldera perteneciente a una central generadora de energía eléctrica. Se observan los tubos por los que va el vapor, la ceniza que genera el carbón de la combustión y una boca de hombre por la que se puede acceder al interior.

Podemos también tratar a los hornos como calderas y una definición correcta sería: Dispositivo de ingeniería diseñado para generar vapor saturado, a través de una transferencia de calor a presión constante, en la cual el fluido, originalmente en estado líquido, se calienta y cambia de estado. Son un caso particular de intercambiadores de calor, en el que se produce un cambio de fase. Se distinguen dos tipos:

Autotubulares: el fluido de trabajo se desplaza a través de tubos durante su calentamiento. Son los más utilizados en las centrales termoeléctricas, ya que permiten altas presiones a su salida y gran capacidad e generación.

Pirotubulares: el fluido en estado líquido se encuentra en un recipiente, y es atravesado por tubos por los cuales circula el gas a alta temperatura, producto de un proceso de combustión.

Una vez definidos los tipos de hornos y sus funciones más características, pasamos a describir las partes que conforman un horno.

- Casing: manto o superficie exterior del horno. También son componentes del casing las mirillas de observación y puertas de inspección que facilitan la entrada del personal al interior del horno.
- Guías y soportes: varían su diseño y material de fabricación dependiendo del tipo de horno y a qué están expuestos. Van unidos al casing. Su función principal es evitar desplazamientos laterales por vibraciones producidas por el paso del producto a través del interior de los tubos.
- Capa aislante y refractarios: su función es evitar la pérdida de calor hacia el ambiente y proteger al casing de la alta temperatura y de la corrosión que generan los gases de combustión al enfriarse.
- Tubos: portadores de la carga al horno, la que viene de otras fuentes de calor que han aumentado su temperatura hasta cierto punto, para salir desde el horno a la temperatura deseada.
- Termocuplas: van soldados a las paredes de los tubos, para poder controlar la temperatura del metal de éstos, evitando que se exceda la temperatura máxima permisible.

- Quemadores: dispositivo construido en metal refractario que acepta cantidades específicas de aire y combustible, mezclándolos en la forma más homogénea posible, para permitir el quemado de este combustible mediante procesos químicos exotérmicos estables.

Al encontrarse los hornos expuestos a condiciones de trabajo de altas temperaturas, con productos químicos, en fin, perjudiciales; se producen daños sobre la instalación; como pueden ser, pérdida de material, agrietamiento, rotura por fatiga de algún componente, corrosión o erosión por presencia de contaminantes en el fluido de trabajo. Estos daños hacen necesarias las tareas de mantenimiento regulares, de inspección y reparación.

Para realizar estos trabajos, las personas destinadas a ello, deben acceder a las zonas afectadas de forma complicada.

Unos de los problemas más importantes de la entrada a un horno industrial es el hecho de que se trata de un espacio confinado. La presencia de agentes contaminantes hace peligrosa la estancia de una persona y puede provocar un estado de desfallecimiento que genere la necesidad de evacuarla. Si en este caso el acceso ha sido difícil, la evacuación de la persona inconsciente será aún peor.

En otras ocasiones se nos presenta el problema de que el tamaño del horno es tan grande que su altura es otro riesgo a añadir en la lista, y habrá que ser precavidos a la hora de trabajar en él, y estudiar de forma detenida, la manera de evacuar a posibles accidentados.

1.2.4 Torres de destilación

Entendemos por torre de destilación [14], el recinto donde se produce la separación de los constituyentes de una mezcla líquida, por medio de la vaporización parcial de la mezcla y la recuperación por separado del vapor y del residuo.

Trataremos en este apartado la torre de destilación fraccionada de petróleo, que es la más común, aunque también existe la destilación en otras industrias y que llevan a cabo otros procesos, podríamos clasificarlas como:

- Destilación al vacío: se hace vacío para bajar el punto de ebullición de los productos
- Destilación por vapor: líquidos insolubles con distinto punto de ebullición
- Destilación molecular centrífuga: por gravedad y con una centrifugadora, se separan los componentes de la mezcla más ligeros
- Sublimación: pasar a vapor sustancias sólidas, sin pasar por el estado líquido y a sólido de la misma manera
- Destilación destructiva: cuando una sustancia a altas temperaturas, ofrece varios productos valiosos

El funcionamiento de una torre de destilación fraccionada de petróleo de basa en que, el petróleo se compone de una gran cantidad de hidrocarburos los cuales tienen diferentes pesos moleculares y diferentes temperaturas de ebullición, por lo que se separan gradualmente mientras aumenta la temperatura, esto hace que en una torre de destilación fraccionada, la cual consta de un número variable de platos teóricos, cada hidrocarburo se separará de acuerdo a su temperatura de ebullición a cierta altura de la torre de destilación. Esta operación se realiza en torres de hasta 8 m de diámetro y 60 m de altura.

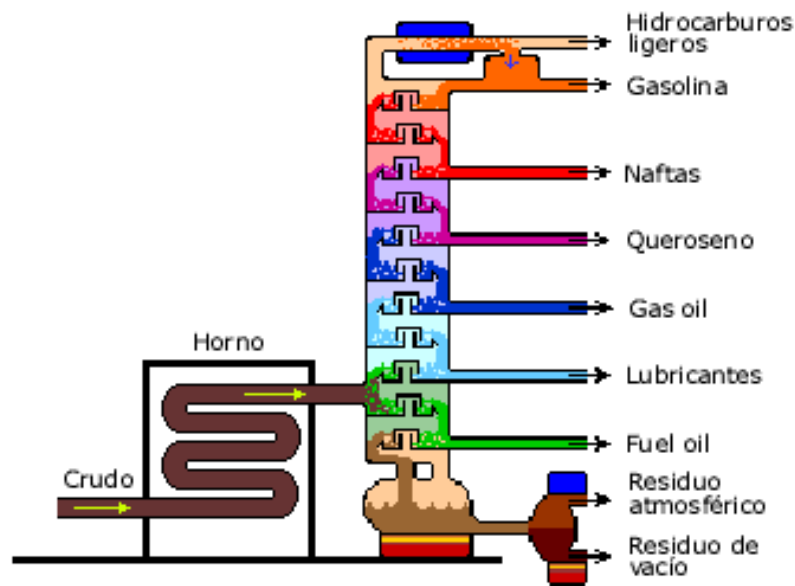


Ilustración 17: Fases de la destilación

Estas torres de destilación están compuestas de varias partes, cada una de las cuales es usada para transferir calor o mejorar la transferencia de masa. Una columna típica tiene varios componentes principales:

- Un recipiente vertical donde tiene lugar la separación de los componentes líquidos
- Interiores de columna, tales como platos o relleno que se utilizan para incrementar el contacto entre líquido y vapor
- Un rehervidor o reboiler para vaporizar el producto de fondo
- Un condensador para enfriar y condensar el vapor que sale por la parte superior de la columna
- Un tambor de reflujo para recibir el vapor condensado del tope de la columna para que el líquido pueda reciclarse a la columna

El recipiente vertical aloja los interiores de la columna y junto con el condensador y el rehervidor, constituyen la torre de destilación.

Muchos son los problemas que pueden darse en una torre de destilación, ya que es un equipo que trabaja con sustancias contaminantes, y que generan un peligro para las personas y el medio ambiente; por tanto, debemos realizar un mantenimiento periódico a esta instalación para evitar que se de una situación de este tipo. Los daños que debemos evitar son, por ejemplo:

- Daños de bandejas y relleno
- Corrosión resultante del daño parcial de la bandeja
- Bandejas combadas o perdidas
- Distribuidores de líquido o vapor fuera de lugar
- Problemas de control de nivel en bandejas

Además pueden darse problemas de velocidad o relacionados con el proceso:

- Arrastre
- Drenaje
- Bandejas secas o inundadas debido a las velocidades
- Espumaje
- Suciedad o taponamiento
- Mala distribución
- Sobrecalentamiento o subenfriamiento de los caudales.

Para realizar el mantenimiento de estas torres habrá que inspeccionar el interior en algunas ocasiones, además de reparar la carcasa alguna vez.

El problema que podemos encontrar en esta instalación a la hora de tener que evacuar a alguien de su interior, es el de que es un espacio confinado y los problemas de acceso que se puede encontrar la persona que vaya a entrar, como son los gases contaminantes presentes en la atmósfera de la torre.

Además añade un problema la altura de estas torres, que como hemos indicado antes puede llegar a 60 metros.

Si el trabajo debe realizarse en la carcasa, normalmente encontraremos escalas y plataformas de acceso, aunque esto no quiere decir que no exista el riesgo de tener que ser evacuados de alguna zona a la que sea complicado acceder, ya que las plataformas no llegan a todas las partes de la carcasa. Pero el mantenimiento se requiere igual en todas las zonas.



Ilustración 18: Accesos a alguna zonas de un torre de destilación

En la ilustración podemos observar que se dan facilidades de acceso por toda la instalación, aún así vemos que quedan partes de la torre sin cubrir, lo que hace que el acceso a ellas se dificulte y no por ello se deja de trabajar ahí, ya que es necesario.

1.2.5 Arquetas

Una arqueta es el depósito en el que las canalizaciones subterráneas se reciben, se enlazan y se distribuyen. Se encuentran, comúnmente, enterradas o tapadas, con la finalidad de evitar accidentes, además de mantener libre de impurezas su interior, proporcionando la facilidad de limpiarlo.

Se usan normalmente para redes de saneamiento, además alberga las llaves de corte de redes enterradas. También pueden usarse para las redes de distribución de electricidad y servicios cableados.

Los tipos más comunes de arquetas [15] son los siguientes:

- A pie de bajante: Se encuentran situadas al inicio de cada colector. Deben colocarse siempre, y sobre todo cuando existan diferentes materiales entre bajantes y colectores permitiendo la limpieza y mantenimiento de estos puntos de encuentro. La tapa será hermética y con juta de goma para evitar el paso de olores y gases. Deben estar perfectamente enfoscadas y bruñidas para impermeabilizarlas y favorecer la circulación del líquido.
- Sifónicas: Su misión es la de evitar el paso de los gases y olores a las conducciones de pluviales, en los encuentros de éstas con las conducciones de residuales.
- De paso: Se sitúan en los tramos rectos de colectores cada 15-25 metros, para permitir el desatasco de los mismos, también en todos los cambios de pendiente. Al igual que en los casos anteriores, es también imprescindible que los parámetros interiores se encuentren enfoscados y bruñidos para una correcta impermeabilización y circulación del agua.

Uno de los usos de las arquetas, y el más importante, es crear un acceso para el mantenimiento de las redes subterráneas. Se usan para realizar inspecciones, para

controlar las instalaciones que en ella se encuentran, para reparaciones; o simplemente, para su limpieza y mantenimiento.

Al ser necesario este acceso, debemos conocer los peligros a los que nos enfrentamos y la forma más adecuada de realizarlo. Necesitaremos diferentes EPI's para entrar en una arqueta, ya que se trata de un espacio confinado. Por esto es probable que existan gases que perjudiquen a nuestro estado y provoquen un desfallecimiento o alguna lesión que necesite de una evacuación. Al encontrarse en el subsuelo normalmente, el acceso a ésta se hará complicado, y evacuar a una persona que no se valga por si misma, aún más.



Ilustración 19

En la imagen podemos observar un hombre trabajando en el interior de una arqueta, con las características que hemos explicado anteriormente.

1.2.6 Silos y tolvas

Se denomina silo [16] a la estructura de contención utilizada para el almacenamiento de materiales granulados.

Como definición de tolva, el mismo documento nos indica que es el fondo de un silo con paredes inclinadas.

Podemos diferenciar cuatro clases de silos, dependiendo de su forma y del material que contiene:

- Silos esbeltos: silo en que $h / d_c \geq 1.5$ (h: altura; d_c : diámetro)
- Silos cortos: silo en que $h / d_c < 1.5$
- Silo de homogeneización: silo que contiene material fluidificado
- Silo de alta velocidad de llenado

Los silos y tolvas, debido a que son estructuras de contención sufren diferentes tipos de cargas que hacen que se produzca daños en el equipo, éstas son:

- Cargas debidas a los materiales almacenados
- Cargas en depósito
- Presiones locales durante los procesos de llenado y vaciado
- Presiones debidas a explosiones de polvo

Para paliar el daño que las cargas pueden provocar, es necesario llevar a cabo un plan apropiado de mantenimiento y limpieza. Para realizar estas tareas, a veces es necesaria la entrada al interior del silo, con los riesgos que esto conlleva.

Por norma, a la hora de diseñar un silo o tolva, se debe intentar facilitar lo máximo posible el acceso para mantenimiento e inspección. Pero aún así se encuentran riesgos, tales como, la altura, la atmósfera contaminante (dependiendo del material

contenido)... Esto complicaría de forma importante, la posible evacuación de una persona accidentada en el interior del equipo. Por esta razón, requeriremos trabajadores debidamente formados y cualificados que sean capaces de llevar a cabo este tipo de trabajos.



Ilustración 20: Tolva

1.2.7 Antorcha

El último tipo de instalación industrial que vamos a describir en este apartado, es la antorcha. Sistema que se utiliza en las refinerías y las plantas de tratamiento hidrocarburos.

Las antorchas [17] son sistemas de seguridad que están específicamente diseñados para quemar el gas resultante de una parada imprevista, puestas en marcha o cortes de tensión eléctrica, evitando así su emisión al medio ambiente y regularizando las unidades.

Las antorchas se dividen en tres partes fundamentalmente: sello, fuste y quemador.

- Sello: parte inferior donde llega el gas en primera instancia. Allí, cuando su presión es lo suficientemente elevada, vence una barrera de agua que lo retiene y asciende por el fuste.
- Fuste: parte central de la antorcha, una larga tubería que conecta el sello y el quemador. El cálculo de su altura se realiza para que, se cumple la calidad del aire marcada por la normativa vigente.
- Quemador: es donde se realiza el proceso principal, que es la quema de los gases.



Ilustración 21

Al ser instalaciones pertenecientes a procesos industriales, requieren un mantenimiento regular, ya que se encuentran expuestas a situaciones extremas de temperatura, contacto con gases contaminantes. Los trabajos de mantenimiento constituyen el proceso más complicado que se realiza o por las antorchas. Al ser un elemento de seguridad, es vital que estén siempre activas. Por ello se suelen realizar las operaciones de mantenimiento coincidiendo con la parada de unidades. De hecho, las antorchas deben estar situadas a una distancia mínima de seguridad del resto de las unidades.

Aunque el mayor peligro, a la hora de trabajar sobre una antorcha es el de la altura a la que se encuentran los operarios. Se presenta una gran complicación en caso de tener que evacuar a una persona.

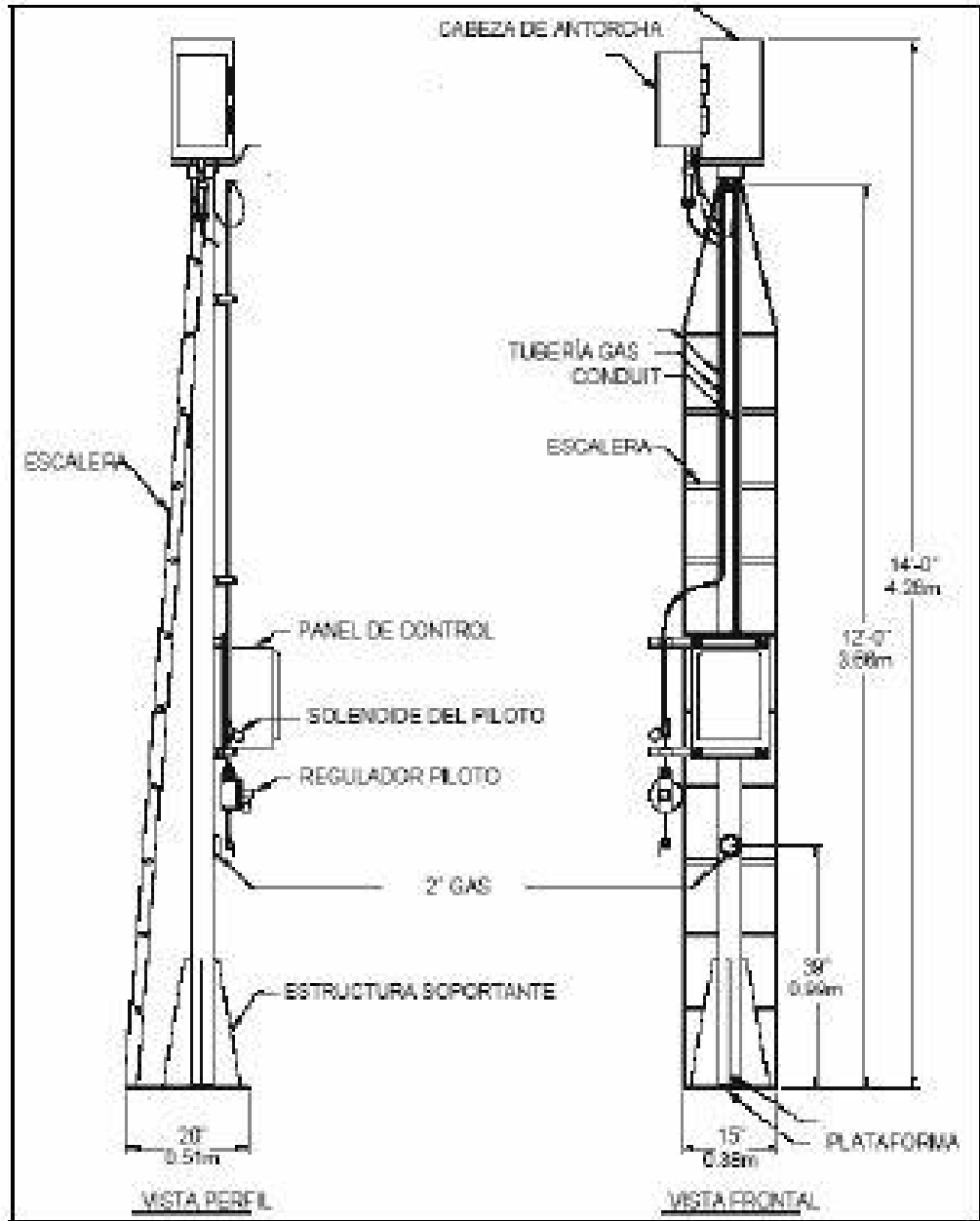


Ilustración 22: Partes de una antorcha

1.3 Espacios confinados

Las instalaciones anteriormente descritas, presentan un acceso difícil, además de varias características comunes. Estas características corresponden a lo que en prevención de riesgos laborales se llaman Espacios Confinados. Excepto las antorchas, que no se consideran espacio confinado, ya que para una persona es imposible el acceso a su interior; los trabajos se realizan en su estructura exterior únicamente. Además, también se consideran una excepción las chimeneas, como indicamos en su apartado, sólo podría presentar como espacio confinado su cámara de aire, y sólo si ésta es transitable.

Se entiende por espacio confinado [18] cualquier espacio con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable, en el que pueden acumularse contaminantes tóxicos o inflamables, o tener una atmósfera deficiente de oxígeno.

El motivo principal por el que se accede a estos espacios, es el de efectuar trabajos de reparación, limpieza, construcción, pintura e inspección, sin olvidar posibles accesos para realizar rescates en su interior.

Lo espacios confinados se pueden clasificar de diferentes maneras:

Según sus características geométricas:

- Abiertos, como son las arquetas en su parte superior
- Cerrados, los tanques, hornos...

En función de los riesgos potenciales:

- Clase A: aquellos donde existe un inminente peligro para la vida. Riesgos atmosféricos generalmente.

- Clase B: en esta clase los peligros atmosféricos potenciales dentro del espacio pueden ser de lesiones y/o enfermedades que no comprometen a la vida ni la salud y pueden controlarse a través de los elementos de protección personal.
- Clase C: esta clase corresponde a los espacios confinados donde las situaciones de peligro no exigen modificaciones especiales en los procedimientos normales de trabajo o el uso de elementos de protección personal adicionales.

Según las características ya conocidas del espacio confinado:

- 1ª categoría: necesaria autorización de entrada por escrito y un plan de trabajo diseñado específicamente para las tareas a realizar.
- 2ª categoría: precisa seguridad en el método de trabajo con un permiso para entrar sin protección respiratoria una vez efectuadas las mediciones.
- 3ª categoría: basándose en inspecciones y la experiencia en estos espacios confinados se necesita seguridad en el método de trabajo, pero se necesita permiso de entrada.

Por último trataremos el tema de los riesgos que encontramos en los espacios confinados, ya que en la mayoría de los casos se asignan a éstos única y exclusivamente los riesgos procedentes de las condiciones atmosféricas de su interior, que son los más peligrosos, pero dichos espacios conllevan la confluencia de numerosos riesgos añadidos al anterior, algunos de ellos pueden ser:

- Atropellos con vehículos, originados por la ubicación del espacio confinado (por ejemplo, registros en vías de tráfico rodado)
- Caídas a distinto nivel
- Riesgos por contacto eléctrico
- Riesgos por desprendimiento de objetos en proximidades a los accesos
- Riesgos por asfixia, inmersión o ahogamiento debido a los productos contenidos en el espacio confinado

- Riesgos térmicos (humedad, calor)
- Riesgos por contacto con sustancias corrosivas
- Riesgos biológicos
- Riesgos por golpes con elementos fijos o móviles, debido a la falta de espacio
- Riesgos debidos a las condiciones meteorológicas
- Riesgos posturales

Para acceder a un espacio confinado, normalmente la persona que lo hace y la que queda fuera, deben constar en un documento, así como las medidas de gases, las entradas y salidas realizadas y más datos importantes que serían necesarios a la hora de investigar un accidente. Un ejemplo de este documento está expuesto en las siguientes imágenes.

PR-236										
AUTORIZACIÓN DE ENTRADA A ESPACIOS CONFINADOS -2- PARA PREVENIR LOS RIESGOS EXISTENTES								NÚMERO	FECHA	
Nº DE REFERENCIA E IDENTIFICACIÓN DEL ESPACIO CONFINADO / EQUIPO:										
4) AUTORIZANTE	MEDICIONES Y CONTROL DE GASES PARA PREVENIR SUS RIESGOS									
	FECHA Y HORA	Nº DE BOCA O ENTRADA DE ACCESO	EN INTERIOR DEL EQUIPO			EN ZONA CIRCUNDANTE			MEDIDO POR (NOMBRE)	FIRMA
			OXÍGENO %	EXPLOSIV. % LIE	TOXICIDAD PRODUCTO PPM	OXÍGENO %	EXPLOSIV. % LIE	TOXICIDAD PRODUCTO PPM		
OBSERVACIONES										
5) AUTORIZANTE	AUTORIZACIÓN PARA CAMBIAR A CARTELES NARANJAS DE ENTRADA									
	FIRMA			FIRMA			FIRMA			
	NOMBRE: FECHA Y HORA:			NOMBRE: FECHA Y HORA:			NOMBRE: FECHA Y HORA:			
6) CANCELACIÓN	CANCELACIÓN DE LA AUTORIZACIÓN									
			SI	NO	FIRMA DEL SUPERVISOR DE EJECUCIÓN			COMUNICADO A: <input type="checkbox"/> CAMPO <input type="checkbox"/> PANELISTA		
	TRABAJOS FINALIZADOS		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NOMBRE: FECHA Y HORA:			FIRMA DEL AUTORIZANTE		
PERSONAL EN EL EXTERIOR		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NOMBRE: FECHA Y HORA:						
ÁREA ORDENADA Y LIMPIA		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							

34 999 000 075 (HOJA 2 DE 2) (JULIO 2001)

Ilustración 24: Autorización de entrada a espacio confinado para prevenir los riesgos existentes

En el caso de que uno de estos riesgos diera lugar a un accidente, el rescate y evacuación de la persona es algo obligatorio por parte del empresario, la manera de realizarlo debe constar en el plan de emergencia diseñado para ese trabajo. Y se llevará a cabo por medio de los sistemas existentes en el mercado para este tipo de situaciones. El estudio de la adecuación de cada sistema a cada tipo de instalación, es lo que realizaré en este Trabajo Fin de Carrera, es por lo que hemos profundizado tanto en la descripción de las instalaciones en este apartado.

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES

CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES

2.1. Antecedentes.....3

2.2. Normativa aplicable a los sistemas de rescate.....12

2.1 Antecedentes

Desde los comienzos de la humanidad, el hombre por naturaleza, ha emprendido acciones de salvamento y rescate para ayudar a sus compañeros usando métodos y técnicas muy primitivas.

Fue en Europa, cuando se empezaron a construir los remotes mecánicos en las estaciones de esquí, cuando se inició el uso de las técnicas de alpinismo y espeleología para la realización de los trabajos; y lo más importante, los trabajos de rescate. Ya que para alcanzar los puntos de las instalaciones que se requería, se necesitaban maniobras de mucha dificultad, lo que conllevaba un gran riesgo.

Cuando DuPont descubrió el nylon, tuvo lugar la evolución de la cuerda; ya que, aumentó su resistencia y disminuyó su peso. Además del nylon surge la poliamida y se empiezan a fabricar las cuerdas con alma central y funda exterior. Esto hizo que las técnicas también evolucionaran.

También los descubrimientos de yacimientos petrolíferos en el Mar de Norte en los años 70, hicieron que se usaran estas técnicas de trabajo y rescate. Debido a que se complicaba mucho el acceso a las instalaciones donde había que realizar los trabajos de mantenimiento: inspecciones periódicas de soldaduras, espesores de pared, estado de pinturas...

En Estados Unidos, en pleno auge de la industria y las comunicaciones, resultó necesario el uso de estas técnicas para realizar las tareas con seguridad. Entonces, se creó una nueva profesión: el trabajador de verticales.

En nuestro país, los primeros en usar las técnicas de las que hablamos fueron los escaladores y espeleólogos naturalmente. Pero también los bomberos para las tareas de rescate.

Estos trabajos verticales o trabajos de acceso y posicionamiento mediante cuerdas, son aquellos que, empleando un sistema de seguridad industrial o de alpinismo, se realizan en lugares de difícil acceso, ya sea por su grado de inclinación, altura, complejidad o ahorro con respecto a los medios convencionales.

Durante la última década, se ha experimentado un espectacular desarrollo tanto de las técnicas, como de los materiales específicos para la prevención de los riesgos derivados de la realización de las tareas. Actualmente, existen en el mercado suficientes equipos de protección individual y colectiva que permiten dar soluciones para la seguridad de los trabajadores en la práctica totalidad de las situaciones de trabajo habituales.

Aparte de los sistemas de protección, el trabajador de verticales debe conocer las maniobras de rescate, para poder liberarse o liberar a otras personas cuando se encuentran sometidas a una situación de peligro. Además, para saber desenvolverse en los medios peligrosos y facilitar el acceso a los afectados, estabilizarlos y posteriormente evacuarlos, sin que estas maniobras puedan poner en peligro alguna vida. Para ello debe tener claras su misión y responsabilidad, para evitar confusiones antes, durante y después de las situaciones de emergencia. Esta experiencia se consigue a base de una formación específica y un entrenamiento regular.

Un equipo de rescate personal debe constar de cuerdas, puntos de anclaje y los sistemas personales o de rescate, que son en los que nos hemos centrado en este trabajo.

El acceso mediante cuerdas es el método más utilizado en los casos de rescate que se llevarían a cabo en las instalaciones que describimos en el capítulo 1.

La filosofía de estos trabajos se resume en la utilización de una cadena de suspensión y otra de seguridad, la cual evitaremos tener que usar en cualquier caso.

Este acceso, del que estamos hablando, se realiza desde arriba o desde abajo. Cuando decimos esto, nos referimos a técnicas de descenso y ascenso, respectivamente.

El descenso se realiza mediante un aparato descensor colocado en la cuerda de suspensión y un aparato de seguro autoblocante en la cuerda de seguridad.

Un descensor es un dispositivo que permite realizar la bajada de forma controlada y segura. Se controla con una mano en el mango del aparato y la otra en la cuerda de suspensión que sobresale, en el caso de los que son manuales. En el caso de los descensores automáticos, que también se conocen como evacuadores, se realiza un descenso controlado y a velocidad constante. Siempre es más recomendable, si es posible, utilizar el descenso para realizar un rescate, ya que aprovechamos la fuerza de la gravedad y no luchamos contra ella, como en el caso del ascenso.



Ilustración 1. 2 Persona descendiendo con sistema manual

El ascenso, como el descenso, requiere de un seguro autoblocante como elemento de seguridad unido a la cuerda de seguridad. Pero en este caso, la subida necesita de dos bloqueadores de ascenso que no se deslicen hacia abajo cuando están cargados, pero que puedan subir cuando no soportan ningún peso. Los tipos de bloqueadores existentes en el mercado actual son:

- De puño: aparato que nos permite asegurarnos a la cuerda o progresar por ella, de forma cómoda. Básicamente su función es permitirnos ascender por la cuerda.
- Ventral: carcasa con dos agujeros en los extremos y un gatillo basculante que mueve una pieza dentada. Se adapta al cuerpo perfectamente. Cuando no se carga peso en él, sube sin problemas, pero cuando se carga el peso se bloquea y esto ayuda a la progresión y sujeción.
- Anticaídas: acompaña al usuario mediante los desplazamientos por la cuerda pero se bloquea en caso de caída.
- De pie: se utiliza en la técnica de progresión por cuerdas. Una cinta o pedal rodea el pie y se fija a la cuerda mediante este bloqueador. Lo que hace es permitir el ascenso con otro aparato autoblocante en el pecho.



Ilustración 2.2 Sistema de rescate mediante ascenso. Uso de bloqueadores

Podemos ahora definir de manera más clara el funcionamiento de un sistema autoblocante. Es un aparato que necesita de la manipulación del usuario para ascender o descender, y en el caso de dejarlo suelto se bloquea automáticamente. Suelen deslizar en una dirección y bloquearse en la otra. El descensor autoblocante se conecta a una cuerda y queda sujeto mediante la presión de dos superficies lisas, mientras que el de ascenso lo hace mediante una leva dentada que presiona la cuerda.

Por otra parte, si lo que queremos es rescatar o intervenir en un agujero o espacio confinado, lo mejor que podemos usar son los trípodes o os pescantes.

Los trípodes [20] son unos “anclajes portátiles idóneos para asegurar a una persona a través de un agujero o espacio confinado”. Una vez situado el trípode sobre el agujero de acceso al lugar de trabajo, disponemos de un anclaje seguro al que unir las cuerdas o anticaídas retractiles y éstos al arnés del compañero.



Ilustración 3.2 Uso trípode para rescate de espacio confinado

Además, también podemos usar para los casos de agujeros y espacios confinados, un pescante. Podemos decir de él, que es un poste de separación de la cuerda, al recuperarla en el borde de una pared vertical. Suele constar de dos tubos que se insertan uno sobre otro de manera telescópica.



Ilustración 4.2 Separa la cuerda de la vertical y se le instalan sistemas de rescate

Existe otro tipo de pescantes llamados plumas, que son estructuras de acero que se instalan en la pared o suelo, que presentan un brazo giratorio para acercar la carga que transportan, o las personas, en caso de realizar una evacuación. Se llaman de columna, en el caso de que vayan fijas al suelo. Y la pluma mural es la que va fija a la pared, en este caso su columna será la estructura que la soporta.



Ilustración 5.2 Pluma mural



Ilustración 6.2 Pluma de columna

A estos últimos sistemas definidos, es aconsejable instalarles diferentes sistemas de recuperación que ayudan en las situaciones de emergencia que se pueden dar debido al peligro que presentan los espacios confinados. Estos sistemas pueden ser:

- Enrolladores anticaídas sin sistema de recuperación, si se accede por escalera o no se realiza el trabajo en suspensión dentro del espacio confinado.
- Enrolladores anticaídas con dispositivo de recuperación, para ayudar a la elevación del compañero en caso de emergencia.
- Carro para la instalación de polipastos de elevación, en el caso de las plumas.
- Sistema de seguridad con cuerdas, poleas y bloqueadores (como se observa en la ilustración 4.2). Dependerá del tipo de trabajo a realizar.

El sistema de recuperación más común instalado en los trípodes y pescantes es el torno. Un sistema muy útil en grandes verticales.

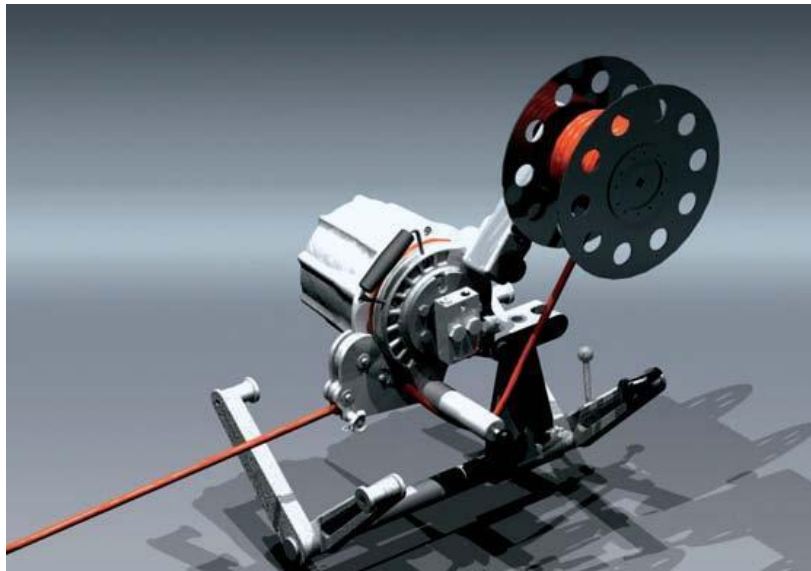


Ilustración 7.2 Torno de recate

2.2 Normativa aplicable a los sistemas de rescate.

Con estas normas lo que se consigue es unificar criterios en cuanto a la fabricación de cualquier material. Se elaboran para conseguir definir las exigencias de calidad en la fabricación, en los ensayos, certificados. Estas normas están elaboradas por el Comité Europeo de Normalización (CEN) y homologadas por AENOR. Son normas para los Equipos de Protección Individual contra caídas en altura, que pertenecen a los EPI de categoría III [19]; lo que quiere decir, que son los que protegen contra los riesgos mortales, o que pueden dañar la salud grave e irreversiblemente. Han de ser certificados anualmente por un laboratorio homologado y deberán ir acompañados de un manual informativo, etiqueta CE, año de fabricación y número de laboratorio.

Las normas en cuestión son:

- **UNE-EN 341:** Equipos de protección individual contra caídas en altura.
Dispositivos de descenso
- **UNE-EN 353-1:** Equipos de protección individual contra caídas de altura. Parte 1. Dispositivos anticaídas deslizantes con línea de anclaje rígida.
- **UNE-EN 353-2:** Equipos de protección individual contra caídas de altura. Parte 2. Dispositivos anticaídas deslizantes con línea de anclaje flexible.
- **UNE-EN 354:** Equipos de protección individual contra caídas de altura.
Elementos de amarre
- **UNE-EN 355:** Equipos de protección individual contra caídas de altura.
Absorbedores de energía.
- **UNE-EN 358:** Equipos de protección individual para sostener exposición de trabajo y prevención de caídas de altura. Sistemas de sujeción
- **UNE-EN 360:** Equipos de protección individual contra caídas de altura.
Dispositivos anticaídas retractiles.
- **UNE-EN 361:** Equipos de protección individual contra caídas de altura.
Arneses anticaídas
- **UNE-EN 362:** Equipos de protección individual contra caídas de altura.
Conectores.

- UNE-EN 363: Equipos de protección individual contra caídas de altura. Sistemas anticaídas.
- UNE-EN 364: Equipos de protección individual contra caídas de altura. Métodos de ensayo.
- UNE-EN 364 + ac: Equipos de protección individual contra caídas de altura. Métodos de ensayo.
- UNE-EN 365: Equipos de protección individual contra caídas de altura. Requisitos generales para instrucciones.
- UNE-EN 564: Cuerda auxiliar. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.
- UNE-EN 565: Cintas. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo
- UNE-EN 566: Anillos de cinta. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.
- **UNE-EN 567**: Bloqueadores. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.
- UNE-EN 696: Cuerdas de fibra. Poliamida
- UNE-EN 697: Cuerdas de fibra. Poliéster
- UNE-EN 698: Cuerdas de fibra. Manila y sisal
- UNE-EN 699: Cuerdas de fibra. Polipropileno
- UNE-EN 700: Cuerdas de fibra. Polietileno
- UNE-EN 701: Cuerdas de fibra. Especificaciones generales
- UNE-EN 813: Arnese de asiento
- UNE-EN 892: Cuerdas dinámicas. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo
- UNE-EN 919: Cuerdas de fibra. Determinación de ciertas propiedades físicas y mecánicas.
- UNE-EN 958: Sistemas de disipación de energía para uso en escalada y vías ferrata. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.
- UNE-EN 959: Anclajes para roca. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo
- UNE-EN 1261: Cuerdas de fibra. Cáñamo
- UNE 40-401-79: Cuerdas de fibra. Código de colores para la identificación de cuerdas y cordeles.
- EN 795 a: Dispositivos de anclaje fijos
- EN 795 b: Dispositivos de anclaje móviles
- EN 795 c: Anclaje línea de vida horizontal
- EN 795 d: Anclaje línea de vida sobre raíl

- EN 795 e: Anclaje muerto. No forma parte de la obra
- EN 813: Arnese de asiento
- EN 892-1: Cuerdas. Parte 1. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo
- **EN 1496**: Equipo de salvamento. Dispositivos de salvamento mediante izado
- **EN 1497**: Equipo de salvamento. Arnese de salvamento
- **EN 1498**: Equipo de salvamento. Lazas de salvamento
- EN 1868: Equipos de protección individual contra caídas de altura. Lista de términos equivalentes
- EN 1891: Cuerdas semiestáticas (Tipos. A: uso amplio; B: uso restringido)
- EN 12277: Arnese. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo
- EN 12278: Poleas. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo
- Pr EN 1868: Lista de términos equivalentes.
- Pr EN 136 00518. Poleas tipo tanden
- Pr EN 12841: Sistemas de posicionamiento. Dispositivos de reglaje de cuerda

Con el contenido de estas normas, hemos conseguido información respecto a los equipos de rescate existentes en el mercado, como son su definición y la tipología si la hubiera, además de las obligaciones que tiene el fabricante a la hora de diseñar y elaborar un equipo y las características exigibles a los materiales.

CAPÍTULO 3

OBJETIVOS

CAPÍTULO 3. OBJETIVOS.....3

3. Objetivos

Los objetivos planteados para la realización de este Trabajo Fin de Carrera, se exponen enumerados a continuación.

1. Analizar todos los requerimientos legales aplicables a instalaciones industriales sobre rescate/evacuación.
2. Estudiar y caracterizar las principales instalaciones industriales con accesos difíciles.

Las instalaciones estudiadas en este punto son:

- Chimeneas industriales
- Tanques de almacenamiento
- Hornos industriales
- Torres de destilación
- Arquetas
- Silos y tolvas
- Antorchas

3. Estudiar y caracterizar las soluciones existentes en el mercado para rescate/evacuación.
4. Seleccionar para cada instalación las mejores soluciones (punto de vista técnico y económico)
5. Publicar un artículo resumen en la revista del Comité Internacional de Chimeneas Industriales CICIND

CAPÍTULO 4

MATERIALES Y MÉTODOS

CAPÍTULO 4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
4.1 Metodología.....	3
4.2 Materiales utilizados.....	4

4. Materiales y métodos

Este Trabajo Fin de Carrera pretende analizar un aspecto socio-económico de relevancia para nuestros campos de actividad profesional, la posible evacuación y rescate tras un accidente de las personas que trabajan para llevar a cabo la actividad de cualquier industria. Por lo que en este proceso no se han realizado meras descripciones, sino una aportación investigadora y analítica de la que se extraen conclusiones que pueden ser aplicadas en multitud de instalaciones.

4.1 Metodología

La metodología utilizada para llevar a cabo la realización del Trabajo Fin de Carrera se fundamenta en las siguientes fases de trabajo:

1. Conocer la ley que rige el tema en cuestión, para evitar cometer posibles errores a la hora de elegir un sistema de rescate para una instalación en concreto. Además de la ley, he consultado las normativas europeas UNE, homologadas por AENOR.
2. Después de conocer lo que la ley opina sobre el tema, pasamos a investigar sobre qué tipo de instalaciones queremos trabajar, qué peligros presentan en cuanto a acceso, forma, partes, funciones.
3. Una vez conseguida toda esta información, el siguiente escalón ha sido obtener toda la información existente sobre los sistemas de rescate y evacuación disponibles actualmente en el mercado. Todas las actualizaciones y teniendo en cuenta cuáles son permitidos para usar en la industria, porque existen otros sistemas, que también son válidos para las mismas situaciones, pero sólo están permitidos en actividades deportivas.

4. Contando ya con toda la información necesaria, llega la tarea más sensible, estudiar qué sistema es más adecuado usar en cada zona de cada instalación. Es el punto más importante de todo el Trabajo.
5. Lo último es redactar las conclusiones, donde se indica la información más importante que se obtiene de todo el trabajo realizado.

Se ha asistido regularmente a tutorías dirigidas, ya sean personales o vía correo electrónico, para ordenar, coordinar y revisar el desarrollo del Trabajo.

4.2. Materiales utilizados

Los recursos utilizados para llevar a cabo la realización de este Trabajo Fin de Carrera, los he dividido en materiales, infraestructura y recursos humanos:

Si hablamos de los recursos materiales utilizados los más importantes han sido:

- El acceso a las normas UNE de AENOR, que permite la página Web de la Biblioteca de la Escuela Politécnica Superior de Algeciras.
- Información disponible en diferentes páginas de Internet sobre temas de rescate, evacuación.
- Artículos disponibles en la web oficial del CICIND (Comité Internacional de Chimeneas Industriales). Además de los que me ha facilitado el tutor, como la información del libro “The CICIND Maintenance Guide” y el un CD oficial con mucha información sobre chimeneas también.
- Libros de Ediciones Desnivel como son “Rescate urbano en altura” de Delfín Delgado y “Prevención y seguridad en trabajos verticales” de Jon Redondo.

- Sistemas de rescate como descensores, bloqueadores, trípode, torno, anticaídas retráctil, camilla, cuerdas, arneses, y todo en la asistencia al curso sobre “Seguridad en trabajos en altura y rescate” que se impartió en la empresa Formal, en La Línea de la Concepción.

En cuanto a la infraestructura utilizada para la realización del Trabajo, sólo comentar que he usado biblioteca de la Escuela Politécnica Superior de Algeciras y las instalaciones de formación y entrenamiento disponibles en la empresa Formal de la que hemos hablado anteriormente.

En cuanto a recursos humanos, he recibido ayuda e información importante de:

- Proveedores de las marcas de sistemas de rescate y evacuación quienes vía e-mail han respondido a mis preguntas tanto técnicas como económicas sobre estos sistemas. Sus nombres y sus empresas son: Carlos Vime de TRACTEL, Philippe Lahore de RISK RESPONSE + RESCUE, el personal de PETZL y SKYLOTEC.
- Carlos Martín Díaz de Espada, profesor-tutor del trabajo.
- Manuel Gómez Olmedo y Enrique Osiel Cárdenas: Monitores Nacionales de Trabajos Verticales en la empresa Formal. Me permitieron asistir a un curso sobre seguridad en trabajos en altura y rescates, denominado “Seguridad en trabajos en altura y rescate”, celebrado los días 21 y 22 de diciembre de 2009 en La Línea de la Concepción.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS

CAPÍTULO 5. RESULTADOS

5.1. Resultados.....	3
5.2. Necesidades para poder implantar cada sistema.....	10

5.1 Resultados

Es en este punto donde se detalla todo lo tratado en capítulos anteriores de este trabajo, es decir, los diferentes tipos de sistemas de rescate existentes actualmente en el mercado con los datos técnicos y precios correspondientes a cada uno.

La esencia de este trabajo es dar a conocer la gran variedad de sistemas que se pueden utilizar en rescate y dónde y cómo podemos hacerlo.

En las tablas que podemos encontrar en el ANEXO I, se indican los sistemas de evacuación, sus características técnicas, el coste y algunas observaciones sobre ellos.

5.2 Necesidades para poder implantar cada sistema

Dependiendo del sistema de rescate o evacuación del que estemos hablando, surgirán unas necesidades u otras teniendo en cuenta que cada uno se utiliza para distintos fines.

Trataremos los elementos más utilizados por los profesionales del rescate e indicaremos las necesidades de cada uno a la hora de su instalación.

Empezamos por los descensores individuales y de uso manual, como el ID'S de PETZL (nº 14 de la tabla descensores del ANEXO I). Las necesidades que nos vamos a encontrar a la hora de utilizar este sistema, son:

- Una estructura donde anclar las cuerdas de suspensión y seguridad. Cuando hablamos de estructura decimos una viga, un punto de anclaje que esté colocado en la estructura, como puede ser una chapa...
- Las cuerdas que se usarán en este caso serán semiestáticas y de 10 o 10.5 mm de diámetro.
- Y para anclarnos a la cuerda de seguridad se requiere un anticaídas de leva dentada, que se bloquee en caso de descenso brusco.
- Imprescindible una formación básica en rescate para poder aprender todas las formas de utilización de este sistema.

Otro sistema interesante es el descensor anticaídas con recuperación como pueden ser los del tipo DEROPE de TRACTEL (6-13), cuyas necesidades básicas para instalarlo son:

- Punto de anclaje, ya sea, viga, trípode, pescante.
- Cable o cuerda, dependiendo de qué recomiende el fabricante
- Otro cable o cuerda de seguridad
- Formación en rescate
- Además de un compañero que active la manivela de recuperación en caso de accidente.

Un caso especial de descensor es el EXO EASHOOK de PETZL (17), de uso individual, diseñado para uso de bomberos y fuerzas del rescate, en el caso de tener que realizar un autorrescate, serán necesarios:

- Un punto de anclaje seguro
- Una formación específica para su utilización

En la empresa PROTECTA han creado un sistema cuyo nombre comercial es ROLLGLISS (21), se trata de un descensor que usa poleas para facilitar su uso por parte de los trabajadores ofreciendo ventaja mecánica, aunque también presenta una serie de necesidades:

- Punto de anclaje seguro, como pueden ser un trípode o un pescante, que son los más usados para este tipo de sistemas.
- Al poder usarse también para ascenso, será necesario un compañero que ascienda a la persona o personas suspendidas del sistema. Aunque esto es algo claro, teniendo en cuenta que los trípodes se usan en espacios confinados y siempre debe haber alguien en el exterior como vigilante.
- Cuerda semiestática para su uso de unos 10 mm.
- Formación en rescate en espacios confinados

El Torno de Rescate (24) es otro sistema que se usa para descender y ascender a las personas sin mucho esfuerzo. Pueden ser mecánicos o manuales. Sus necesidades básicas serán:

- Cable o cuerda
- Punto donde anclarse, siempre cercano al accidentado o a la persona que haya que evacuar. Suele usarse unido al trípode o pescante, o en otro caso anclado en el suelo cerca del espacio confinado.

En el caso de los bloqueadores las necesidades que nos vamos a encontrar para poder utilizarlos son:

- Cuerdas semiestáticas
- Un punto de anclaje de la cuerda, que sea seguro.
- Si se usa como anticaídas, un cabo de anclaje desde nuestro arnés hasta la cuerda.
- Si es un bloqueador de puño, para facilitarnos un ascenso por cuerdas, es necesario un bloqueador de pie unido a él, para que el esfuerzo a realizar sea menor.
- Formación específica

Los trípodes y pescantes necesitan lo mismo, ya que los dos se usan para Espacios Confinados. No serán necesarios los puntos de anclaje, ya que en este caso ellos mismos lo son. Por lo que si requerirán:

- Sistemas como pueden ser un torno y un anticaídas retráctil, para proporcionar cable o cuerda de suspensión y de seguridad.
- Y sobre todo formación para poder realizar las tareas de rescate.
- Además el trípode puede requerir una cinta de amarre que rodee las tres patas, para evitar que éste se abra con el peso de la carga que debe soportar.

Hemos podido ver en los listados de sistemas las plumas, que no son más que estructuras, por lo que no tienen porqué comprarse a ninguna empresa, si podemos tener ayuda de un técnico con conocimientos suficientes para fabricarlas. Una vez las tengamos, podemos requerir:

- Un lugar fijo donde anclarlas, como puede ser una viga, una pared, el suelo (en el caso de las de columna). Será en un lugar donde faciliten un posible rescate.
- Grapas estructurales o cualquier sistema que proporcione un punto de anclaje seguro a las personas que se suspendan de ellas.

Por último, tenemos la manga de salvamento, como la descrita en el listado. Para su instalación sólo será necesaria una ventana y tener en cuenta las instrucciones de uso e instalación proporcionadas por el fabricante.

CAPÍTULO 6

DISCUSIÓN

CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN

6.1. Discusión.....	3
6.1.1. Chimeneas industriales.....	6
6.1.2. Tanques de almacenamiento.....	8
6.1.3. Hornos industriales.....	13
6.1.4. Torre de destilación.....	16
6.1.5. Arquetas.....	17
6.1.6. Silos y tolvas.....	19
6.1.7. Antorchas.....	21
6.2. Fases del rescate.....	22

6.1. Discusión

Según la estructura de Trabajo Fin de Carrera recomendada por el Reglamento, en este capítulo debo desarrollar las ideas que de forma directa o indirecta, puedan desprenderse de los resultados.

Esto me lleva a describir de forma individual, los sistemas de rescate/evacuación, de los que hemos hablado anteriormente, que debemos utilizar en caso de necesidad en cada una de las instalaciones descritas.

Tenemos en cuenta, en cualquier caso, como dicen los expertos en trabajos en altura, que siempre será más sencillo descender para usar la gravedad a nuestro favor. Además, ofreceremos las soluciones más económicas teniendo en cuenta la efectividad, ya que es un punto que los empresarios suelen mirar con lupa.

El acceso mediante cuerdas siempre será la opción más económica; además, suele realizarse por parte de una empresa externa que utiliza su propio equipo y personal cualificado para ello. Lo que facilita mucho las cosas, ya que estos trabajadores deben conocer las técnicas de rescate. Si no fuera posible que lo realizaran estas personas, lo más importante es que los trabajadores utilicen los medios de seguridad, y sobre todo el arnés. Esto ayuda y agiliza la posible tarea de rescate en gran medida.

De cualquier manera, las instalaciones y sistemas necesarios para realizar un rescate mediante acceso por cuerdas serán:

Se necesitará en primer lugar un punto de anclaje, que puede ser de varios tipos:

- Estructural: viga, columna, tubería, plumas como las de TRACTEL [23] (53, 54 en la tabla)...
- Instalado: elemento ajeno a la estructura, que se instala realizando perforaciones sobre el sustrato y colocando piezas mecánicas, son las vulgarmente conocidas

como chapas. Con ellos se pueden realizar las triangulaciones con nudos y mosquetones. O los ya conocidos trípodes, como el de TRACTEL (48) o pescantes, como los de PROTECTA [24] (nº 51, 52 en la tabla), que ofrecen un punto de anclaje cuando no se encuentra ninguno cerca del sitio al que hay que acceder.

La cuerda usada será semiestática y de unos 10 mm de diámetro. De ésta partirán dos, una de suspensión, donde se anclará el descensor, como el ID de PETZL [22] (nº 14, 15 en la tabla) a través del arnés del rescatador. Y la otra de seguridad, donde se anclará el anticaídas, un bloqueador que también va unido al arnés del rescatador mediante un cabo de anclaje, como el BASIC de PETZL (36).

Si debemos realizar un ascenso corto (2 m aprox) para situarnos justo encima del herido y facilitarnos el acceso a éste, usaremos el bloqueador de puño con un pedal, como pueden ser ASCENSION (33) y FOOTPRO (43) de la marca PETZL. En otro caso, utilizaremos otras técnicas, como la progresión en técnica de trepa. O si es necesario el ascenso del herido, podemos usar tornos, como el CHAMONIX de PAILLARDET [25] (nº 24 en la tabla); o crear polipastos con poleas que ayudan a obtener una ventaja mecánica.

Los equipos y las marcas nombradas, son ejemplos de los sistemas que podemos encontrar en las tablas de productos de rescate y evacuación del ANEXO I de este Trabajo. Los hay de varias marcas, pero según expertos de rescate, a los que he consultado, PETZL y TRACTEL son las más utilizadas por su relación calidad-precio.

Las técnicas a usar en materia de rescate son muy variadas y vamos a conocer algunas de ellas a través de las instalaciones de difícil acceso que hemos tratado.



Ilustración 1: Práctica de rescate por el método de "corte de cuerda"

Cuanta menos gente se involucre en un rescate mejor, ya que se correrá menos riesgo de sufrir un accidente y así incrementar el número de víctimas.

6.1.1. Chimeneas industriales

En estas instalaciones, como ya sabemos, encontramos tres posibles zonas de trabajo: la coronación, la carcasa y la parte interior, si es transitable.

Sea como sea, el mayor riesgo que nos encontramos trabajando en una chimenea es el de la altura, y cualquier percance sufrido por los operarios complicaría un rescate ya que se requiere la ayuda de personal cualificado en técnicas de rescate en altura. Si la víctima se encuentra suspendida de la cuerda, se debe conducir hasta la plataforma más cercana y a partir de ahí iniciar uno de los casos que tratamos a continuación.

Diferenciamos dos casos de posibles rescates dependiendo de la configuración de la chimenea.

Primer caso: Una chimenea con cámara de aire transitable, donde en cada plataforma se encuentran huecos de comunicación que no son sólo los de las escalas de gato.

Este es el caso más favorable para descender a una víctima de forma vertical en una camilla, ya que no sufrimos los inconvenientes del viento, que dificulta la acción de rescate, y se reduce la sensación de altura y vacío para la víctima.

El sistema a utilizar para rescate de una persona en este caso sería buscar un punto de anclaje alto, puede ser simplemente una “chapa” anclada en la pared y montar un sistema de cuerdas para el descenso. Podemos usar un descensor de los que tenemos en la tabla del ANEXO I, los del modelo DEROPE de TRACTEL (6-13) son valorados muy bien en el gremio del rescate.

Segundo caso: Una chimenea que no consta de cámara de aire transitable y el acceso sólo se permite a las plataformas exteriores.

La solución más segura para rescate de una persona que se encuentre a cualquier altura de una chimenea industrial, viene por instalar una pluma mural tipo TRACTEL (53),

giratoria (para facilitar el anclaje de la camilla como la Nest de PETZL (57)) o simplemente fabricar una como se comenta en documentos anteriores. Se procurará instalarla en una zona donde no se encuentren obstáculos y donde el suelo esté libre de otros equipos, para poder facilitar el acceso de los equipos de ayuda. A ésta se debe añadir un descensor, cuya elección dependerá de la altura de la chimenea para agilizar el proceso.

Existen chimeneas industriales de hasta 300 m, pero no es el caso más usual, por lo que vamos a tratar tramos de 100 m, que se solucionarían con el descensor modelo DEROPE KT UP de TRACTEL (10) que en cuanto a velocidad, prestaciones y precio es el que más se ajusta a lo que se necesita. No presenta una velocidad demasiado alta como para dañar a la víctima, ni demasiado lenta como para hacer que el rescate sea inútil. Aporta una manivela para rescate/evacuación y un precio medio comparado con los que encontramos en el mercado.

6.1.2. Tanques de almacenamiento

Los trabajos en los tanques de almacenamiento pueden tener lugar en el exterior o en su interior. Dependerá de cuál sea el lugar de trabajo, que se llevan a cabo unas labores de rescate u otras.

Para el caso de trabajos interiores, tenemos en cuenta que éstos se llevan a cabo en ocasiones muy puntuales y con unos planes de trabajo en los que se incluyen los planes de emergencia, y en ellos están recogidos los tipos de actuación en cuanto a rescate.

En el caso de un tanque cilíndrico horizontal cuya boca de hombre sea superior y la altura no supere los 2 m, podemos usar una escalera para entrar y salir a la hora de rescatar a una persona, atándola a una camilla y tirando de ella mediante un sistema como un ID de PETZL (14) o simplemente tirando de la cuerda de forma controlada, si se puede realizar el esfuerzo. Por lo que serán necesarias varias personas para llevar a cabo el rescate: uno que entre a atender a la víctima y al menos otro que ponga en marcha el sistema fuera del tanque.



Ilustración 2.6 Boca hombre de un tanque de almacenamiento

Otra posibilidad sería que la boca de hombre se encontrase en la horizontal, por lo que en caso de necesidad de evacuación, el compañero que se encuentra en el exterior, sólo tendría que tirar de la cuerda que se atara al arnés del operario en su interior.

Si tratamos el tanque cilíndrico vertical, un posible accidente que tuviera lugar en las pasarelas de su parte superior o en sus escaleras; es decir, en la zona transitable (y muy transitada porque es una zona donde se encuentran los puntos de control del tanque), tendría varias formas de solucionarse.

La manera más sencilla y rápida de afrontar este accidente, siempre pensando que el herido no colabora, sería transportar la camilla entre cuatro personas y descenderla por la escalera. No requiere tanto conocimiento en técnicas de rescate. Pero esta opción puede resultar peligrosa, si la forma y el tamaño de las escaleras no permiten el paso del personal implicado en el rescate, más la camilla, ya que complicaría la bajada.

Una solución para todos los problemas de evacuación, es la instalación de un punto de anclaje alto, como el que puede aportar una pluma de columna como la de TRACTEL (54) giratoria, o la que se pueda elaborar por parte de técnicos competentes, soldándola en la estructura de las pasarelas. Siempre se hará en una zona que en el exterior quede libre de obstáculos. Con este punto de anclaje encontramos otras dos posibles soluciones al problema de la evacuación de una víctima en un tanque.

Por un lado, se podría anclar la camilla a este punto, unida al técnico de rescate y éste con un descensor como puede ser el ID de PETZL (14, 15), una cuerda y poleas que añadieran ventaja mecánica, podría controlar la bajada de la camilla por las escaleras. Aunque esta solución está muy limitada, por la forma de las escaleras, la lesión que sufra el herido, y los conocimientos del operario sobre estas técnicas.

Por otro lado, tenemos la solución de anclar un descenso a la pluma que nos permita descender la camilla hacia el exterior, con una velocidad adecuada para agilizar el rescate. No usaremos el mismo que se usaría en una chimenea, debido a que la altura del tanque suele ser menor. Una buena elección es el DEROPE KT de TRACTEL (9), que presenta una velocidad aceptable de descenso y además aporta una mordaza que bloquea la cuerda en caso de necesidad de parada. Su precio en el mercado es asequible, en comparación con los sistemas de descenso presentes en el ANEXO I.

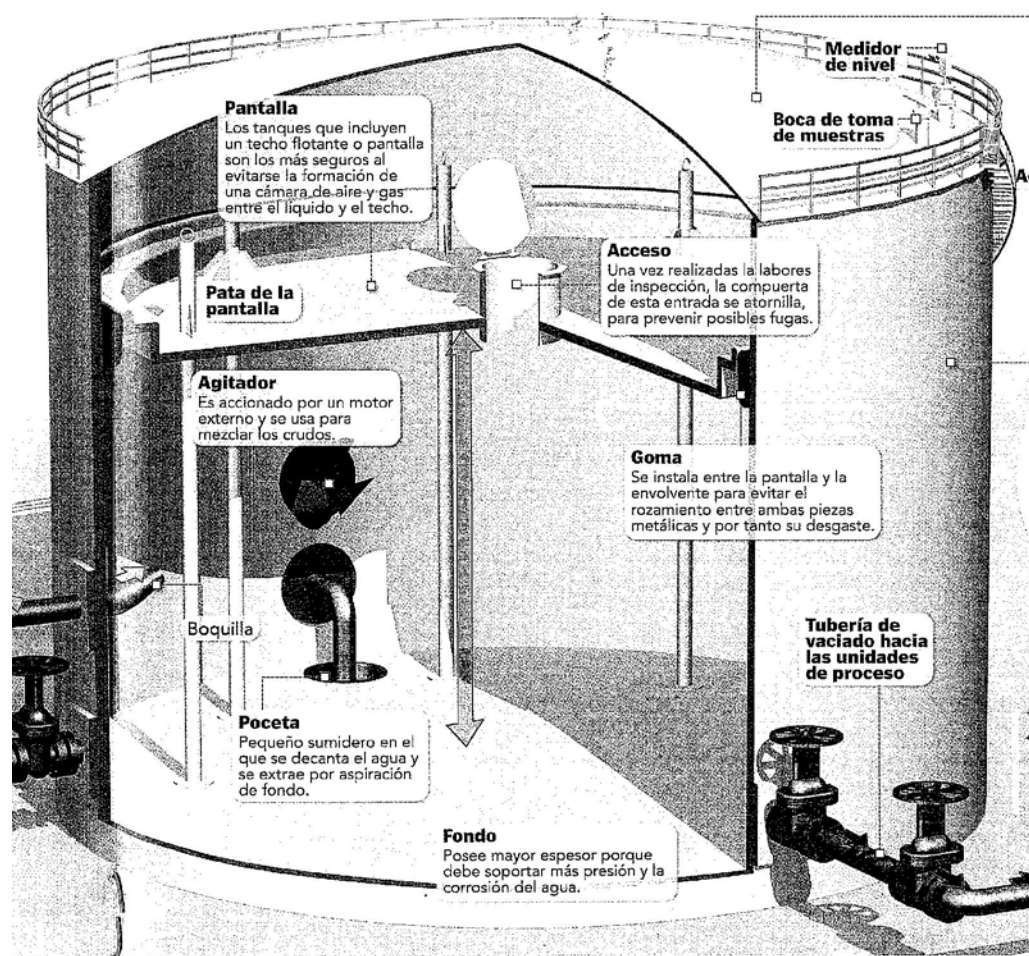


Ilustración 3.6 Imagen de un tanque cilíndrico vertical, donde se observan las zonas accesibles

El último tipo de tanque a tratar es la esfera, cuya forma complica en gran medida el proceso de un rescate, debido al aumento de diámetro desde la parte superior al centro del tanque, a la presencia de tuberías de refrigeración y rociadores a su alrededor y a la escalera que envuelve al tanque en forma casi helicoidal. Proponemos aquí soluciones que dependen de diferentes factores. Aunque no debemos descartar en cualquier caso la instalación de una pluma de columna como la que tratamos anteriormente de TRACTEL (54) giratoria, que proporciona un punto de anclaje alto.

La primera opción es la más rápida, descender al herido por la escalera en un transporte de camilla horizontal entre cuatro personas. Algo complicado por lo que acabamos de comentar de la forma en que se constituye la escalera.

La segunda, al igual que en los tanques cilíndricos verticales, se podría realizar el descenso de la camilla por la escalera mediante un punto de anclaje alto, la cuerda y el control de la velocidad por parte de un técnico de rescate con un descensor tipo ID de PETZL (14, 15). El inconveniente de este caso es que depende en gran medida de las lesiones de la víctima y de la configuración de la escalera, curva, que dificulta la bajada, porque la camilla puede quedar atascada.

Otra opción es, realizar un descenso por la pared del tanque la camilla y un rescatador que conozca perfectamente las técnicas necesarias, para poder ayudar a la camilla a salvar los obstáculos. Para ello sería necesaria la pluma que proporciona un punto de anclaje, las cuerdas de suspensión y seguridad de rescatador y víctima, y un sistema descensor que se controle desde arriba. Para esto podría ser útil el AGR 2001 MILAN Hub de SKYLOTEC (18), que tiene una manivela con la que añade una ventaja mecánica 4:1 y proporciona una velocidad lenta para ayudar al técnico que baja con el herido a controlar la camilla. Esta opción presenta varios inconvenientes: la velocidad baja que puede hacer que el herido peligre aún más, los numerosos obstáculos, el esfuerzo de la persona que acciona el descensor...

La opción más acertada, si es posible realizarla, debido al nivel de complicación técnica, consiste en el montaje de una tirolina anclada en el punto alto (pluma o viga) hasta un

punto de anclaje bajo, en el suelo, en una zona libre para evitar tener que salvar obstáculos. Con esta solución, se evitarían los problemas del ancho diámetro del tanque y de las tuberías de refrigeración. El material necesario es camilla o triángulo de evacuación como los de PETZL (56, 57), cuerda, mosquetones, poleas y los puntos de anclaje, todos comercializados por las marcas implicadas en temas de escalada, espeleología y rescate. Los únicos inconvenientes son la alta tecnicidad de un sistema de estas características, por lo que se requerirá personal altamente cualificado y la lentitud de montaje del sistema, porque una vez montado es bastante factible, ya que es barato, porque los elementos a usar son básicos en el trabajo con cuerdas.



Ilustración 4.6 Imagen de la empresa La Línea Vertical en el exterior de un tanque de esfera

Es importante utilizar las medidas de seguridad necesarias a la hora de evacuar a alguien, ya que los riesgos que se derivan de este tipo de instalaciones ocasionan un gran número de muertes. Por ello es necesaria la formación sobre actuación en este tipo de instalaciones y la utilización de equipos de protección necesarios, y el más importante es el arnés que facilita el proceso de rescate.

6.1.3. Hornos industriales

Si el trabajo realizado se lleva a cabo en el exterior de la instalación, normalmente encontraremos el riesgo de la altura, lo que nos llevará a tener en cuenta los factores necesarios para realizar un rescate en caso de requerirlo.

Siempre que se encuentre un trabajador suspendido de las cuerdas en altura, optaremos por su descenso, cuando sea posible. Y para ello se utilizarán las técnicas y sistemas de los que ya hemos hablado.

Dependiendo del tamaño del horno, en su interior encontraremos dos posibles riesgos, la altura y el hecho de que se trata de un espacio confinado. Por lo tanto, aumentará bastante la probabilidad de un posible accidente. Y se agravará la dificultad en la evacuación de los afectados.

El rescate dentro de un horno industrial dependerá de las diferentes situaciones que se pueden dar, aunque debemos tener en cuenta las medidas de seguridad en cualquier caso. Como por ejemplo, el uso de equipo autónomo. El resto dependerá de cada situación.

Aunque es muy importante el hecho de que debe existir una buena comunicación entre los operarios en el exterior y los que están en el interior de un espacio confinado, para facilitar la llegada del rescate hasta el punto exacto donde se encuentre el herido. Si la comunicación se perdiera por la inconsciencia del herido, la entrada debe realizarse con más cautela.

Debemos evitar, en cualquier caso, tener que entrar en un espacio de estas características, ya que se podría agravar el número de víctimas en el accidente, por lo que trataremos de evacuar a quienes lo necesiten mediante cualquier medio disponible, desde fuera.



Ilustración 5.6 Interior de un horno de una central eléctrica. Trabajadores montando un andamio de casi 60 m de altura

La forma de realizar el rescate de una persona en el interior de un horno, dependerá de donde se encuentre la salida más cercana. Normalmente los hornos industriales presentan una boca de hombre en una zona superior, por lo que la forma más adecuada

de evacuar a un accidentado sería, acceder hasta él, pasarlo a una camilla e izar ésta mediante un evacuador o torno como el nº 24 de la tabla. Una vez se llega arriba, trasladar la camilla horizontalmente hasta la plataforma exterior, y de ahí realizar su descenso hasta el suelo o donde se encuentre la ayuda necesaria, con un control desde arriba. Como el que explicamos para la chimenea: pluma para separar de la vertical y el sistema nº 18 que facilita la acción.

En el caso de que la salida se encuentre en la parte inferior del horno, el descenso será la forma más sencilla de evacuación, tal como o hemos descrito en las instalaciones anteriores. Una vez ahí se pasa a la víctima a una camilla y se traslada de forma horizontal hacia la zona fuera de peligro.

6.1.4. Torre de destilación

Son también instalaciones de una altura considerable y que en su interior se tratan como espacio confinado, por lo que tendremos en cuenta estos peligros a la hora de realizar un trabajo de rescate.

Si se están realizando tareas de mantenimiento, o cualquier otro trabajo en su exterior y se produce un accidente, lo más probable es que tenga lugar a gran altura, por lo que deberemos acceder al accidentado si es posible desde arriba, y descenderlo hasta la zona segura. Se usará, a ser posible, una pluma de columna giratoria, instalada en la plataforma superior, con un descensor como los descritos para los tanques, con los que se pueda controlar la velocidad de descenso por la zona que menos obstáculos presente. Como el DEROPE KT UP de TRACTEL (10), para poder con su manivela controlar la bajada hasta la zona segura.

En el caso de encontrarse un herido en el interior de la torre, la cosa se complica, ya que al ser un espacio confinado dificulta el trabajo de evacuación. Aunque la torre de destilación presenta la boca de hombre en su plataforma superior, y una posible solución sería colocar un trípode (46, 47, 48, 49) del cual se suspendiera el trabajador que se adentre mediante un sistema anticaídas por un lado y mediante un sistema de descenso por otro, aunque éste debe también permitir el ascenso del operario en caso de necesidad. Una buena opción para uso con trípode es el ROLLGLISS R350 de PROTECTA (21), que agiliza el proceso si lo comparamos con un torno manual. Una vez fuera es necesario el descenso de la víctima, para lo cual llevaremos a cabo el proceso descrito anteriormente.

6.1.5. Arquetas

Se trata de un espacio confinado normalmente situado en el subsuelo, por lo que la manera más factible de adentrarse en ellas es mediante un trípode o pescante como los que hemos tratado en las tablas del ANEXO I, que en caso de necesitar una evacuación inmediata, facilite esta operación. Este tipo de sistema proporciona un punto de anclaje alto cuando no disponemos de ninguno cercano.

El operario que se encuentra en el interior deberá ir unido mediante el arnés integral a un sistema anticaídas retráctil, como los ofrecidos por diferentes marcas, anclado en su anilla dorsal mediante el cable de seguridad, y a un descensor como el ROLLGLISS R350 de PROTECTA (21) unido a su anilla ventral y el cable tractor, éste facilita el acceso y salida del operario de forma más rápida que un torno o evacuador. Será el compañero que se encuentra en el exterior el que realice esta operación, por lo que deberá constar de una formación específica de este tipo de instalaciones. Además es muy importante la comunicación entre los operarios en el exterior y los que están en el interior del espacio confinado.

Si es necesaria la entrada de una tercera persona para observar la situación y evaluarla, éste bajará por sus propios medios, anclado al trípode. Subirá unido a la víctima para protegerla de golpes en caso necesario, colgando del sistema de tracción.



Ilustración 6.6 Rescate mediante trípode

6.1.6. Silos y tolvas

Los silos y tolvas son también espacios confinados en los que se agrava el peligro cuando se dan situaciones de accidentes.

Si se trabaja en el interior hay que tener en cuenta el encontrar un buen punto de anclaje, ya que es muy peligroso trabajar en una instalación de este tipo sin estar unido a nada. Se han dado muchos casos de operarios fallecidos por caer en una tolva, ya que el rescate es muy complicado. Aún estando abiertos en su parte superior, dependiendo del producto que carguen, pueden expulsar gases de fermentación tóxicos para las personas; lo que los convierte en espacios confinados. Además, en este caso la recuperación del herido sería desde arriba.

Sería una buena solución, encontrar una estructura cercana donde instalar una pluma, ya sea de columna o mural, como las de TRACTEL (53, 54). Para poder anclar ahí a los trabajadores y mediante un torno u otro tipo de evacuador facilitar la entrada y salida de éste.

Para esto no es necesario invertir una gran cantidad de dinero, basta con un técnico y un soldador que sepan como fabricar una estructura segura.



Ilustración 7.6 Interior tolva de una central eléctrica de carbón

6.1.7. Antorchas

En el caso de las antorchas, los trabajos siempre se llevan a cabo en el exterior y normalmente tienen lugar a una altura considerable.

Podemos tratar a las antorchas como pequeñas chimeneas sin cámara de aire transitable. Por tanto la solución de rescate de una persona que se encuentre a cierta altura y no pueda autorrescatarse; ya que los trabajadores de altura deben conocer técnicas básicas de autorrescate, corre a cargo de instalar una pluma que sirva de punto de anclaje, como las que hemos tratado en los puntos anteriores. De ésta, anclar un descensor y bajar a la víctima con una velocidad controlada. La altura de una antorcha puede llegar a los 80 m, por lo que sería recomendable usar el mismo tipo de descensor que para el caso de la chimenea: un DEROPE KT UP de TRACTEL (10), o alguno de su rama que proporcione seguridad en la bajada sin dejar de ser rápido.

6.2. Fases del rescate

Nunca se podrá saber con certeza como va a acontecer un accidente ni como se llevará a cabo el rescate y evacuación, pero conociendo las técnicas y los sistemas existentes en el mercado, se facilitará en gran medida, la manera de proporcionar ayuda a una persona que se encuentra en un estado y en un lugar donde el acceso y la forma de salir es muy complicado.

Sea cual sea la situación en la que se encuentre el rescatador, en cuanto a las diferentes instalaciones existentes, las fases de un rescate [21] deben tenerse en cuenta paso a paso. Y son éstas:

FASE I: RECONOCIMIENTO

Recopilación de información de las víctimas, peligros existentes. Plan de actuación flexible

FASE II: PRE-RESCATE

Montaje accesos, organización de sistemas y personal.

FASE III: RESCATE

Traslado de la víctima a la zona segura, como mejor convenga.

FASE IV: TERMINACIÓN

Recuento de material e investigación.

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES

7.1. Conclusiones.....	3
7.1.1. Analizar los requerimientos legales aplicables a instalaciones industriales sobre rescate/evacuación.....	3
7.1.2. Estudiar y caracterizar las principales instalaciones con accesos difíciles.....	4
7.1.3. Estudiar y caracterizar las soluciones existentes en el mercado para rescate/evacuación.....	5
7.1.4. Seleccionar para cada instalación las mejores soluciones desde el punto de vista técnico y económico.....	5
7.1.5. Artículo resumen en la revista del Comité Internacional de Chimeneas Industriales.....	7

7.1. Conclusiones

En este capítulo tratamos de dar respuesta a los objetivos planteados en el capítulo 3, indicando a qué punto del trabajo debemos dirigirnos en caso de quedarnos alguna duda. Es un resumen de lo que se ha planteado en el trabajo completo.

7.1.1. Analizar los requerimientos legales aplicables a instalaciones industriales sobre rescate/evacuación

Este primer punto de los objetivos, queda completamente desarrollado en el 1.1 de Capítulo 1: Justificación. Donde llegamos a la conclusión de que debemos fijarnos en los siguientes textos legales:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales
 - Artículo 14, apartado 2, capítulo III
 - Artículo 20, capítulo III
 - Artículo 33, apartado 1.a
- Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social
 - Artículo 12, apartado 10
- Convenio número 155 de la Organización Internacional del Trabajo, de 22 de junio de 1981, ratificado por España el 26 de julio de 1985
 - Artículo 16, apartado 3

- Real Decreto 773/1997, 30 de mayo [4], sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual

- Artículo 3

- Artículo 10

- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio [5], por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo

- Artículo 3

- Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, donde se aprueban las medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas

- Artículo 9, Informe de seguridad. Apartado 1.d

- Artículo 11. Planes de emergencia. Apartado 1, modificado por el Real Decreto 948/2005. Y Apartado 3

7.1.2. Estudiar y caracterizar las principales instalaciones con accesos difíciles

Uno de los puntos más importantes del Trabajo, es la descripción de las instalaciones sobre las que vamos a tratar, ésta queda completada en el punto 1.2 de la Justificación. Y las instalaciones descritas son:

- Chimeneas industriales
- Tanques de almacenamiento

- Hornos industriales
- Torres de destilación
- Arquetas
- Silos y tolvas
- Antorchas

En estas instalaciones los mayores peligros existentes pueden ser la altura y que algunas de ellas son espacios confinados, por lo que al tener que realizar algún tipo de trabajo, se presenta la necesidad de disponer de un equipo de rescate.

7.1.3. Estudiar y caracterizar las soluciones existentes en el mercado para rescate/evacuación

Es la clave de este Trabajo Fin de Carrera, dar a conocer la tipología de equipos y sistemas de rescate que podemos encontrar en el mercado actualmente.

Los descensores, bloqueadores, trípodes, pescantes, plumas...más usados por las empresas que se dedican a los trabajos de altura y rescates, además de los requerimientos para la instalación y utilización de cada tipo de sistema están desarrollados en los Resultados del capítulo 5. Las tablas con imágenes, datos técnicos y económicos de cada sistema se encuentran en el ANEXO I.

7.1.4. Seleccionar para cada instalación las mejores soluciones, desde el punto de vista técnico y económico

Esta información está relacionada en el apartado 6 de este Trabajo, y se resume en la siguiente Tabla 1.7: Soluciones a los problemas de rescate en instalaciones.

SOLUCIONES DE RESCATE

INSTALACIÓN	ZONA	PELIGRO	MEJOR OPCIÓN
CHIMENEA INDUSTRIAL	CORONACIÓN	ALTURA	Pluma mural de TRACTEL o fabricada, y DEROPE KT UP de TRACTEL
	CARCASA		
	INTERIOR	ESPACIO CONFINADO ALTURA	Punto anclaje tipo chapa y descensor tipo DEROPE de TRACTEL (6-13)
TANQUE ALMACENAMIENTO	EXTERIOR	ALTURA	Siempre intentar descender la camilla manualmente por la escalera. Sino un punto de anclaje alto con cuerda y técnico controlando la bajada con un descensor tipo ID de PETZL. <u>Cilíndrico vertical</u> : punto anclaje tipo pluma de columna y DEROPE KT de TRACTEL. Mejor solución. <u>Esfera</u> : posibilidad de descenso por pared con punto de anclaje alto, aunque complicado por configuración tanque y tuberías. Mejor opción, tirolina
HORNO INDUSTRIAL	EXTERIOR	ESPACIO CONFINADO	Pasarse a camilla, ascender si está la boca de hombre arriba, con un torno (24), trasladar horizontalmente hasta fuera y descender mediante pluma TRACTEL y sistema descenso tipo AGR 2001 MILAN Hub de SKYLOTEC, para controlar la velocidad desde arriba.
	INTERIOR	Y ALTURA	
TORRE DESTILACIÓN	EXTERIOR	ALTURA	Pluma de columna TRACTEL o fabricada fácilmente, y descensor para anclar la camilla DEROPE KT UP de TRACTEL, que ayuda a controlar la velocidad.
	INTERIOR	ESPACIO CONFINADO ALTURA	Trípode como los n° 46-49, con ROLLGLISS R350 de PROTECTA, para agilizar la salida de la víctima por la
ARQUETA	INTERIOR	ESPACIO CONFINADO	Trípode, si no hay punto anclaje alto cercano, ROLLGLISS R350 de PROTECTA y anticaídas retráctil
SILOS Y TOLVAS	EXTERIOR	ALTURA	Pluma para punto de anclaje, descensor que permita ascenso, tipo DEROPE de TRACTEL
	INTERIOR	ESPACIO CONFINADO ALTURA	

1.7 Tabla: Soluciones de rescate

7.1.5. Artículo resumen en la revista del Comité Internacional de Chimeneas Industriales CICIND

El presente artículo es un resumen completo de este Trabajo Fin de Carrera. Se ha enviado una copia del mismo a la Revista del CICIND, no habiendo recibido respuesta sobre la posible publicación del mismo, a fecha de impresión de este trabajo (Enero de 2010).

SISTEMAS DE EVACUACIÓN Y RESCATE EN INSTALACIONES DE DIFÍCIL ACCESO

EVACUATION AND RESCUE SYSTEMS AT DIFFICULT ACCESS FACILITIES

Patricia Oliva Rodríguez
Ingeniero Técnico Industrial
Email: patri_oliva.rodriguez@hotmail.com

RESUMEN

Dentro del sector industrial podemos encontrar numerosas instalaciones donde el acceso se hace difícil a la hora de trabajar, y más aún a la hora de rescatar a una persona si tiene lugar un accidente. Teniendo en cuenta que el empresario tiene la obligación de cubrir estos riesgos en cierta manera, es importante que conozca los sistemas de rescate y evacuación existentes en el mercado, para así poder llevar a cabo una rigurosa selección de los equipos necesarios y más adecuados para cada instalación.

PALABRAS CLAVE: *altura, punto anclaje, descenso, ascenso, seguridad, recate, evacuación*

Nowadays there are an amount of difficult access industrial facilities, where it is very complicated to work in and more complex rescuing someone if and accident happens.

When risks appear in these industrial plants, the owners must help workers offering every type of safety equipments. The aim of this people should be knowing every actual evacuation and rescue systems to choose the best one for each case.

KEYWORD: *height, supporting point, descent, climb, safety, rescue, evacuation.*

1. INTRODUCCIÓN

Desde los comienzos de la humanidad, el hombre por naturaleza, ha emprendido acciones de salvamento y rescate para ayudar a sus compañeros usando métodos y técnicas muy primitivas.

El uso de las técnicas de alpinismo y espeleología para realizar tareas de construcción e industriales, comenzó con la construcción de los remontes mecánicos en las pistas de esquí europeas, cuando se encontraron los yacimientos petrolíferos del Mar del Norte y con el auge industrial y de las comunicaciones en Estados Unidos [17]. Esta forma de trabajar facilita, en gran medida el acceso a zonas donde antes era casi imposible llegar, ya sea por su grado de inclinación, altura, complejidad; además de presentar un gran ahorro en comparación con el uso de los medios convencionales.

Durante la última década, se ha experimentado un espectacular desarrollo tanto de las técnicas, como de los materiales específicos para la prevención de los riesgos derivados de la realización de estas tareas.

Actualmente en la mayoría de las plantas industriales existentes encontramos lugares donde el acceso se hace complicado, de la misma manera la salida se presentará dificultosa. Esta problemática se agrava en el caso de que esta salida sea de emergencia. Es por ello que en este artículo proponemos las soluciones más factibles para facilitar al empresario la elección del mejor sistema para cada instalación.

2. NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN DE REFERENCIA

A continuación destacaremos las obligaciones o requisitos legales, actualmente en vigor, que debe cumplir el propietario de una instalación con zonas de difícil acceso, para garantizar la evacuación y/o rescate de trabajadores atrapados en su interior.

En primer lugar, la **Directiva 89/391/CEE**, del Consejo de 12 de junio [1], relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y salud de los trabajadores en el trabajo. La **Sección II: Obligaciones de los empresarios**: nos hace conscientes de la obligación del empresario de proteger a los trabajadores evaluando los riesgos existentes en sus instalaciones, informando y formando sobre ellos; además de proporcionando los medios necesarios para cubrirlos. Es importante el nombramiento de personas responsables de su cumplimiento y que velen por su seguridad y la de sus compañeros, además de consultarles en cuanto a los avances en materia de prevención. La **Sección III: Obligaciones de los trabajadores, artículo 13**, destaca que cada trabajador es responsable de su propia seguridad y salud, mediante el uso correcto de los medios de protección necesarios, que estarán a su disposición y hará un uso seguro de los equipos de trabajo. La **Sección IV: Disposiciones varias, artículo 15: Grupos expuestos a riesgos** especifica que los trabajadores deben ser protegidos contra los riesgos específicos existentes en sus puestos de trabajo.

Seguidamente, el **Convenio 155 de la Organización Internacional del Trabajo**, de 22 de junio de 1981 [2], Convenio sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo. **Parte IV: Acción a nivel de empresa. Artículo 16, apartado 3**, que establece la obligación de los empresarios de suministrar a sus trabajadores ropas y equipos de protección apropiados, a fin de prevenir los riesgos de accidentes o de efectos perjudiciales para la salud.

También es importante, la **Directiva 89/656/CEE**, del Consejo de 30 de noviembre [3], relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual. **Sección I: Obligaciones de los empresarios, Artículo 4: Disposiciones generales**. Nos aporta información sobre la obligación del empresario a informar al trabajador sobre los riesgos a los que se

enfrenta en su puesto de trabajo, el equipo de protección más adecuado para luchar contra esos peligros y facilitar la formación o las instrucciones de uso necesarias

Por otro lado, la **Directiva 89/655/CEE**, del Consejo de 30 de noviembre [4], modificada por la Directiva 95/63/CE, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo. **Artículo 3: Obligaciones generales** y **Artículo 6: Información de los trabajadores**. Nos indica la obligación del empresario a informar sobre los riesgos a los que se expone el trabajador durante el uso de los equipos de trabajo, y como protegerse contra ellos.

Y por último, la **Directiva 96/82/CE**, del Consejo del 9 de diciembre [5], relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas. **Artículo 9: Informe de seguridad** y **Artículo 11: Planes de emergencia**. Como los propios títulos de los artículos indican, el empresario deberá elaborar estos dos documentos con el fin de mejorar la seguridad en su empresa.

Además ha de tenerse en cuenta la normativa referente a los sistemas de rescate, elaboradas por el **Comité Europeo de Normalización (CEN)**, para unificar criterios sobre fabricación, exigencias de calidad, ensayos, certificados. Están homologadas por **AENOR**. Son normas para los **Equipos de Protección Individual contra caídas en altura**.

3. INSTALACIONES INDUSTRIALES DE DIFÍCIL ACCESO

Todas las plantas industriales requieren un trabajo de mantenimiento o un control en el que es necesario acceder, a veces, a zonas que presentan riesgos. Los casos que se han analizado en este artículo son chimeneas industriales, tanques de almacenamiento, hornos industriales, torres de destilación, arquetas, silos-tolvas y antorchas.

Chimenea industrial [6, 7, 8, 9]

Se trata de dispositivos que permiten evacuar los gases que provienen de la combustión en los hornos, a una altura tal que los efectos sobre las zonas de su alrededor sean mínimos. Pueden construirse de materiales diferentes como el hormigón armado,

ladrillo, acero. Las partes que forman una chimenea y sus funciones más importantes son:

- Cimientos: dan la estabilidad a toda la estructura
- Fuste exterior o carcasa: asegura la estabilidad del conducto interior
- Conducto interior: protege la carcasa y guía los gases
- Elementos auxiliares: sirven para asegurar el acceso y la seguridad
- Cámara de aire: es el espacio que queda entre la carcasa y el conducto. Dependiendo del proceso, este espacio puede ser accesible o inaccesible.

Las zonas que requieren mantenimiento o control y cuyo acceso puede resultar peligroso (aunque existan escalas y ascensores de cremallera a lo largo de su altura) son:

- Carcasa, estando la chimenea en operación
- Coronación, mantenimiento de la electricidad, y estado de la misma.
- Cámara de aire, para inspecciones y tránsito interior.

El mayor problema de acceso que encontramos en una chimenea es el de la altura, lo que conlleva un gran riesgo y complica una posible evacuación en el caso en que el operario sufriera un incidente. El trabajo de evacuación será más fácil si las personas que realizan estas tareas tienen experiencia en este tipo de instalaciones.

Tanque de almacenamiento [10]

Es un depósito para contener una cierta reserva de algún tipo de producto que se va a usar después. Su forma puede variar entre:

- Cilíndrica vertical: permite almacenar grandes cantidades volumétricas con coste bajo. Son de techo fijo, flotante o sin techo
- Cilíndrica horizontal: se emplea para volúmenes de capacidad bajos
- Esférica: se utiliza para almacenar gases licuados de petróleo a temperatura ambiente.

Los tanques constan de diferentes partes que también requieren mantenimiento, y son:

- Boquillas: orificios para entrada/salida de producto
- Entrada de hombre: horizontal o vertical
- Venteo: para evitar que se generen presiones internas en el llenado o vaciado
- Drenes y sumideros: permiten el drenaje de los lodos en el fondo del tanque

La forma más común de acceder a los tanques de almacenamiento industriales para realizar el mantenimiento requerido es mediante escaleras y pasarelas con barandales, regidas por la norma API 650 (American Petroleum Institute). Aunque a veces estas instalaciones de acceso no serán las más adecuadas a la hora de una salida de emergencia, pues por sus dimensiones pueden existir dificultades de movimiento con una camilla de rescate, por ejemplo.

Hornos industriales [11]

Elementos productivos, normalmente integrados en un proceso más amplio, cuya misión es transformar la carga que les llega desde otras unidades para conseguir un producto final, preparar la carga para un tratamiento posterior o mejorar la productividad. Un ejemplo de horno son las calderas de vapor.

Las partes que conforman un horno son:

- Envoltente: superficie exterior del horno, que contiene las mirillas de observación y puertas de inspección.
- Capa aislante y refractarios: evitan la pérdida de calor hacia el ambiente y protege la envoltente de la alta temperatura y la corrosión
- Tubos: portadores de la carga del horno
- Quemadores: para la quema del combustible

El acceso a las zonas que requieren mantenimiento y control, se facilita mediante plataformas en el exterior y bocas de hombre, para acceder al interior. Pero éstos no llegan a todas las partes que lo necesitan, por eso presenta riesgo de trabajo en zonas donde se complica un posible rescate.

Torres de destilación [12]

El recinto donde se produce la separación de los constituyentes de una mezcla líquida, por medio de la vaporización parcial de la mezcla y la recuperación por separado del vapor y del residuo.

Las partes de las que consta una torre de destilación son:

- Recipiente vertical donde tiene lugar la separación de los componentes líquidos
- Interiores de columna, platos o relleno que se utilizan para incrementar el contacto entre líquido y vapor

- Rehervidor para vaporizar el producto de fondo
- Condensador para enfriar y condensar el vapor que sale por la parte superior de la columna
- Tambor de reflujo para recibir el vapor condensado del tope de la columna para que el líquido pueda reciclarse a la columna

Facilita el acceso al interior mediante una boca de hombre en su parte superior y plataformas de descanso y escalas a lo largo de su altura, para la parte exterior. Esta altura conlleva un riesgo que se agrava en caso de emergencia. Concluyendo en que realizar un trabajo en esta instalación se convierta en una maniobra peligrosa, que requiere de personas experimentadas.

Arquetas [13]

Depósito en el que las canalizaciones subterráneas se reciben, se enlazan y se distribuyen. Se encuentran, comúnmente, enterradas o tapadas, con la finalidad de evitar accidentes, además de mantener libre de impurezas su interior, proporcionando la facilidad de limpiarlo.

Uno de los usos de las arquetas, y el más importante, es crear un acceso para el mantenimiento de las redes subterráneas. No es una zona donde se realice el trabajo de manera confortable, un incidente en el interior sería complicado de salvar debido a la incomodidad presente en esta instalación.

Silos y tolvas [14]

Se denomina silo a la estructura de contención utilizada para el almacenamiento de materiales granulados. La tolva es el fondo del silo, con paredes inclinadas.

El acceso es uno de los puntos a definir en el diseño, para facilitar su mantenimiento. Y se debe tener en cuenta el facilitarlos de manera que si ocurriese un incidente, como la caída de un operario a su interior, la evacuación se lleve a cabo de la forma más sencilla posible.

Antorchas [15]

Son sistemas de seguridad que están específicamente diseñados para quemar el gas resultante de una parada imprevista, puestas en marcha o cortes de tensión eléctrica, evitando así su emisión al medio ambiente y regularizando las unidades.

Las antorchas se dividen en tres partes:

- Sello: parte inferior donde llega el gas en primera instancia
- Fuste: parte central. Larga tubería que une sello y quemador
- Quemador: donde se realiza el proceso principal, la quema de los gases.

El acceso a esta instalación se llevará a cabo sólo en el exterior, facilitado por las plataformas y escalas presentes en su estructura. Aún así se define como una instalación de difícil acceso debido a su altura, y esto complica la evacuación en caso de emergencia.

4. SISTEMAS DE EVACUACIÓN Y RESCATE

Para el acceso hasta personas que se encuentran atrapadas en instalaciones a una altura considerable es recomendable el empleo de las técnicas de posicionamiento con cuerdas y dispositivos de descenso, ascenso y puntos de anclaje normalmente, pues aúnan rapidez, sencillez y economía, si bien deben efectuarse por personal experimentado, cualificado y entrenado previamente en simulacros in situ, totalmente habituados al empleo de los materiales y dispositivos que a continuación referiremos. Como principio básico, decir que siempre será más sencillo el descenso del herido hasta la zona segura porque contamos con la ayuda de la fuerza de la gravedad, ya que en caso contrario (izado), tendríamos que luchar contra ella y complicamos el proceso.

Los sistemas, que actualmente podemos encontrar en el mercado, disponibles para apoyar al personal especializado a realizar estas tareas son [17, 18]:

Descensor (conforme a la norma UNE EN 341 Dispositivos de descenso). Dispositivo que permite llevar a cabo una bajada de forma segura y controlada. Pueden ser manual (que se controla con una mano en el mango que da la velocidad, y otra en la cuerda para controlar, en descensos cortos) o evacuador (con una manivela ofrece una velocidad constante, para descensos largos).

Bloqueador (conforme a la norma UNE EN 567. Bloqueadores). Sistema que por medio de una leva dentada permite el desplazamiento en una dirección (ascenso) y

presiona la cuerda bloqueándola en la contraria (descenso). Existen varios tipos a usar en ascensos cortos, cuando debemos salvar un pequeño obstáculo para continuar el descenso: de puño, ventral, anticaídas o de pie.

Trípode (conforme a la norma EN 795 b. Dispositivos de anclaje móviles). Punto de anclaje portátil que asegura a personas a través de un agujero o espacio confinado. La persona se une a él, mediante el anticaídas en el cable de seguridad y la anilla dorsal del arnés; y mediante el descensor o evacuador a la anilla ventral. Será controlado por el compañero que esté en el exterior. Se instala en lugares donde no existe un punto de anclaje alto.

Pescante (conforme a la norma EN 795 b. Dispositivos de anclaje móviles). Punto de anclaje portátil como el trípode, pero consta de dos tubos que se insertan uno sobre otro de manera telescópica y puede girar para acercar la carga o persona, facilitando así las tareas de rescate. Se utiliza para poder separar la cuerda de la vertical, salvando así algún obstáculo.

Pluma (conforme a la norma EN 795 a. Dispositivos de anclaje fijos). Estructura de acero que se instala donde no disponemos de un punto de anclaje. Es posible soportarlo en pared (como en el caso de las murales) o en el suelo (las de columna). Proporcionan un punto de anclaje alto y posiblemente separado de la vertical para salvar los posibles obstáculos que se puedan encontrar.

5. CONCLUSIONES

Es muy importante de cara al rescate perfecto el conocimiento de las posibles instalaciones a las que el trabajador se va a enfrentar, cómo hacerlo y de qué medios dispone a su alcance, para así no verse sorprendido cuando se de una situación real de emergencia. La experiencia necesaria se consigue a base de una formación específica, un entrenamiento regular y simulacros en planta periódicos. En cualquier caso, la extensión del uso del arnés para todos los trabajadores que realicen tareas en las que la altura sea mayor de 2 metros y más aún en zonas de altura de difícil acceso, unido a la existencia de puntos de anclajes seguros, además de prevenir accidentes con lesiones graves, facilitaría enormemente a los técnicos de rescate la posible evacuación. He aquí una tabla con las soluciones propuestas a muchos de los problemas de evacuación de personas en las instalaciones anteriormente descritas:

INSTALACIÓN INDUSTRIAL	PROBLEMAS PARA LA EVACUACIÓN	SOLUCIÓN PROPUESTA
CHIMENEA INDUSTRIAL	<p>Altura</p> <p>Las plataformas y escalas no llegan a todas las zonas requeridas</p> <p>Obstáculos, viento.</p>	<p>Si la cámara de aire es transitable, usar un punto alto para anclarse (una chapa de escalada en la pared) y descender a la víctima por los huecos de comunicación interiores, reduciendo así la sensación de altura y de vacío, además del peligro por la acción del viento.</p> <p>Si sólo es posible la evacuación por el exterior, instalar una pluma mural, como la de TRACTEL [20] en un punto alto, para anclar a él a la víctima y descender por la zona de la chimenea donde encontremos menos obstáculos.</p> <p>En ambos casos usar unido al arnés además de un anticaídas en la cuerda de seguridad, un descensor de evacuación de largos descensos como los modelos DEROPE de TRACTEL [20], y procurar que los tramos sean como máximo de 100 metros.</p>
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	<p>CILÍNDRICO VERTICAL</p> <p>Altura de las pasarelas y las escaleras estrechas y girando a su alrededor</p> <p>ESFERA</p> <p>Además de lo anterior, tuberías de enfriamiento a su alrededor e incremento del diámetro</p>	<p>En cualquier caso, intentar el descenso de la camilla de manera normal, cargada entre cuatro personas por la escalera.</p> <p>Si esto no es posible, instalar un punto de anclaje alto, soldando una pluma de columna a la estructura de las pasarelas. Crear un sistema punto de anclaje-cuerda-técnico de rescate-descensor manual-camilla, un ejemplo ID de PETZL[19], intentar descenderla por la escalera controlando la velocidad. El problema es que depende del tamaño de ésta y de las lesiones del herido.</p> <p>La última opción y la más segura, anclando la camilla a la pluma, descenderla por la parte exterior del tanque con un evacuador tipo DEROPE de TRACTEL [20]</p>
		<p>Si se puede hacer, intentar con los dos primeros pasos anteriores. Traslado manual de la camilla o descenso por escalera mediante descensor manual.</p> <p>Si no, tenemos la opción de descender la camilla, anclada a una pluma de columna, por el exterior del tanque, acompañada de un técnico que la salve de los obstáculos presentes en el cuerpo del tanque.</p> <p>Aunque la más segura es montar una tirolina mediante dos puntos de anclaje (uno alto y uno bajo). Proceso a llevar a cabo por parte de un técnico experto en el montaje de sistemas de rescate con cuerdas.</p>

INSTALACIÓN INDUSTRIAL	PROBLEMAS PARA LA EVACUACIÓN	SOLUCIÓN PROPUESTA
HORNO INDUSTRIAL	<p>Altura</p> <p>El peor de los casos es que la boca de hombre se encuentre en la zona superior</p>	<p>Si un operario se encontrase en el interior de un horno industrial, se debería acceder hasta él, pasar una camilla, izarla mediante un torno o evacuador, tipo CHAMONIX de PAILLARDET [23]. Una vez arriba trasladar la camilla horizontalmente hasta el exterior. Cuando se encuentre en la plataforma, descenderlo hasta la zona donde puedan atenderlo, mediante una pluma de columna (como la de TRACTEL [20]) y un descensor tipo DEROPE o el AGR 2001 MILAN Hub de SKYLOTEC [22]</p>
TORRE DE DESTLACIÓN	<p>Altura</p> <p>La boca de hombre se encuentra en la plataforma superior</p>	<p>Si la víctima se encuentra en el interior, colocamos un trípode (como el TRACPODE de TRACTEL [20]), y con un evacuador como el ROLLGLISS R350 de PROTECTA [21] agilizamos el ascenso hasta el exterior. Una vez ahí, con una pluma de columna instalada en la plataforma, anclamos a ella un descensor como los DEROPE de TRACTEL [20] y controlamos la velocidad de bajada del herido hasta la zona segura.</p>
ARQUETA	<p>Espacio Confinado</p>	<p>La mejor forma de evacuar a una persona que se encuentre en el interior de una instalación como esta es con la utilización de trípode y un descensor-evacuador como el ROLLGLISS R350 de PROTECTA controlado desde fuera por un compañero. Además procurar llevar siempre unido un anticaídas a la cuerda de seguridad, para bloquear una posible caída.</p>
SILOS Y TOLVAS	<p>Altura</p> <p>Espacio Confinado</p>	<p>Si no hay un punto de anclaje alto cerca, instalar una pluma donde mejor convenga y utilizar un evacuador o torno como CHAMONIX de PAILLARDET [23] para poder introducir al operario y en caso de emergencia, sacarle de la manera más rápida posible.</p>
ANTORCHA	<p>Altura</p>	<p>En las antorchas las solución es la misma que en el caso del exterior de las chimeneas: Pluma y descensor tipo DEROPE de TRACTEL [20] o AGR 2001 MILAN Hub de SKYLOTEC [23]</p>

Tabla 1. Soluciones a los problemas de rescate en instalaciones de difícil acceso

6. REFERENCIAS

- [1] Directiva 89/391/CEE, del Consejo de 12 de junio, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y salud de los trabajadores en el trabajo.
- [2] Convenio número 155 de la Organización Internacional del Trabajo, de 22 de junio de 1981, ratificado por España el 26 de julio de 1985.
- [3] Directiva 89/656/CEE, del Consejo de 30 de noviembre, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual.
- [4] Directiva 89/655/CEE, del Consejo de 30 de noviembre, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo
- [5] Directiva 96/82/CE, del Consejo de 9 de diciembre, relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- [6] CICIND “A customer’s guide for specifying chimneys”
- [7] CICIND “Chimney maintenance guide”. January 2006
- [8] CICIND “Manual for inspection and Maintenance of brickwork and concrete chimneys. February 1993”
- [9] “The CICIND Chimney Book, Industrial chimney of concrete or steel.” 2005
- [10] Ing. AUDEBERT, Fernando Enrique (Director del Departamento reingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires). *Tanques de Almacenamiento de Hidrocarburos*. Edición 2007.

[11] Idae. Manuales técnicos y de instrucción para conservación de la energía.”11.Hornos industriales” www.monografias.com

[12] “Destilación. Una introducción” www.lichtschein.com

[13] “Manual práctico de instalaciones en edificación. I Instalaciones hidráulicas. Fontanería, saneamiento, protección contra incendios” Javier Vázquez Moreno, Juan Carlos Herranz Aguilar. Colección SFIE, A.C.

[14] UNE-ENV-1991-4=1998. EUROCÓDIGO 1. ”Bases de proyecto y acciones en estructuras. Acciones en silos y depósitos.”

[15] [Revista Entre Vecinos](#) editada por el grupo CEPSA, número de diciembre 2009.Artículo “La Antorcha: elemento vital en materia de seguridad”

[16] ERGA. Formación Profesional. Editado por Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

[17] “Rescate urbano en altura”. Delfín Delgado. Manuales desnivel 39. DESNIVEL Ediciones. 3ª edición. 2004

[18] “Prevención y seguridad en trabajos verticales” Jon Redondo. Manuales desnivel 60. DESNIVEL Ediciones. 2005

[19] Catálogo PETZL 2009

[20] Tarifa General 2009 TRACTEL Ibérica, S.A.

[21] Catálogo de la empresa GARSAN para los productos de PROTECTA

[22] Catálogo de PAILLARDET 2009, Tarifas y precios

[23] Ficha técnica AGR 2001 MILAN Hub SKYLOTEC

7. AGRADECIMIENTOS

Dar especial gracias por su colaboración y aporte documental a:

- La Dirección de La Línea Vertical www.lalineavertical.com y Formal www.formal.es, empresas dedicadas a los trabajos en altura y rescate.
- Manuel Gómez Olmedo y Enrique Osiel Cárdenas, Monitores Nacionales de Trabajos Verticales en la empresa Formal.

8. FOTOGRAFÍAS



Figura 1. Chimenea donde apreciamos los modos de acceso [Google imágenes]



Figura 2. Tanques cilíndricos verticales con escaleras y pasarelas con barandales [10]



Figura 3. Arqueta. Operario trabajando en su interior [Google imágenes]



Figura 4. Torres de destilación con plataformas y escaleras [Google imágenes]



Figura 5. Descensores modelo DEROPE de TRACTEL [20]



Figura 6. Descensor manual ID de PETZL [19]



Figura 7. Sistemas bloqueadores ASCENSION (puño), CROLL (ventral), BASIC (anticaídas) y FOOTPRO (de pie) , todos de PETZL [19]



Figura 8. Pescante de PROTECTA [21]
rescate



Figura 9. Uso trípode en

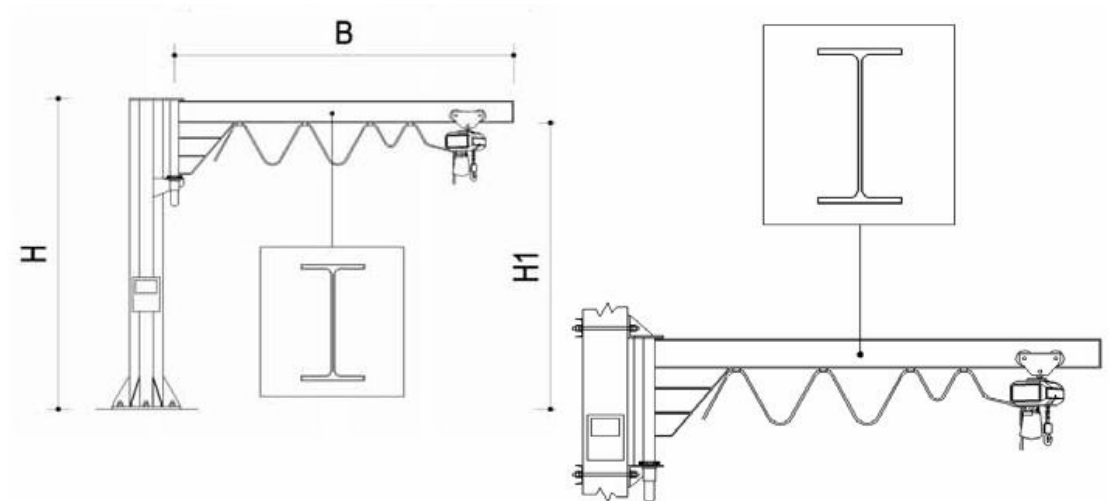


Figura 10. Esquemas plumas de columna y mural respectivamente. TRACTEL [20]

CAPÍTULO 8

BIBLIOGRAFÍA

Referencias bibliográficas de las que he obtenido información para la realización de este Trabajo Fin de Carrera:

[1] BOE N° 269, de 10 de noviembre. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

[2] Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto. Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.

[3] Convenio número 155 de la Organización Internacional del Trabajo, de 22 de junio de 1981, ratificado por España el 26 de julio de 1985.

[4] BOE N° 140, 12-06-1997. Real Decreto 773/1997, 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

[5] BOE N° 188, 7-7-1997. Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio [5], por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

[6] BOE N° 172, Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, donde se aprueban las medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas

[7] REAL DECRETO 948/2005, de 29 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas

[8] CICIND “A customer´s guide for specifying chimneys”

[9] CICIND “Chimney maintenance guide”

- [10] CICIND “Manual for inspection and Maintenance of brickwork and concrete chimneys. February 1993”
- [11] “The CICIND Chimney Book, Industrial chimney of concrete or steel.” 2005
- [12] Ing. AUDEBERT, Fernando Enrique (Director del Departamento reingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires). *Tanques de Almacenamiento de Hidrocarburos*. Edición 2007.
- [13] Idae. Manuales técnicos y de instrucción para conservación de la energía.”11.Hornos industriales” www.monografias.com
- [14] “Destilación. Una introducción” www.lightschein.com
- [15] “Manual práctico de instalaciones en edificación. I Instalaciones hidráulicas. Fontanería, saneamiento, protección contra incendios” Javier Vázquez Moreno, Juan Carlos Herranz Aguilar. Colección SFIE, A.C.
- [16] UNE-ENV-1991-4=1998. EUROCÓDIGO 1. ”Bases de proyecto y acciones en estructuras. Acciones en silos y depósitos.”
- [17] Revista **Entre Vecinos** editada por el grupo CEPSA, número de diciembre 2009.Artículo “La Antorcha: elemento vital en materia de seguridad”
- [18] ERGA. Formación Profesional. Editado por Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
- [19] “Rescate urbano en altura”. Delfín Delgado. Manuales desnivel 39. DESNIVEL Ediciones. 3ª edición. 2004

- [20] “Prevención y seguridad en trabajos verticales” Jon Redondo. Manuales desnivel 60. DESNIVEL Ediciones. 2005
- [21] “Seguridad en altura y rescate. Manual del alumno” Manuel Gómez Olmedo. Formal S.L.
- [22] Catálogo PETZL 2009
- [23] Tarifa General 2009 TRACTEL Ibérica, S.A.
- [24] Catálogo de la empresa GARSAN para los productos de PROTECTA
- [25] Catálogo de PAILLARDET 2009, Tarifas y precios
- [26] Ficha técnica AGR 2001 MILAN Hub SKYLOTEC, nº 18 en la tabla

ANEXO I








TABLAS SISTEMAS DE EVACUACIÓN Y RESCATE

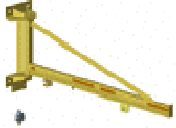

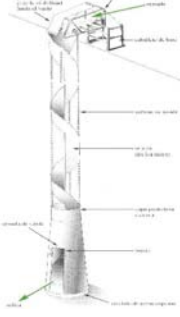


BLOQUEADORES

SISTEMA DE EVACUACIÓN	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	COSTE	OBSERVACIONES
 25 ASCENDER ANTEC	<p>Peso máx:1000 kg</p> <p>Características técnicas: Puño de ascensión sobre cuerda e rescate estática</p> <p>8-11 mm</p>	42.90 €	<p>Cumple la norma EN 567</p> <p>Ref: 100 94 55 Derecho</p> <p>101 38 14 Izquierdo</p>
 26 BLOKER ANTEC	<p>Peso máx:1000 kg</p> <p>Características técnicas: Bloqueador esternal destinado a ascender sobre cuerda</p> <p>de 8-11 mm</p>	52.56 €	<p>Cumple la norma EN 567</p> <p>Ref: 100 94 57</p>
 27 Puño ascension/simple STC	<p>Peso máx:1000 kg</p> <p>Características técnicas: Puño para uso con cuerda semiestática de 8-12 mm. Uso con mano izquierda o derecha. Empuñadura ergonómica, leva dentada y gatillo apertura/cierre de bloqueo.</p>	62.27 €	<p>Cumple la norma EN 567</p> <p>Ref: A992403</p>
 28 Puño ascension/doble STC	<p>Peso máx:1000 kg</p> <p>Características técnicas: Puño para uso con cuerda semiestática de 8-12 mm. Uso con mano izquierda o derecha. Empuñadura ergonómica, leva dentada y gatillo apertura/cierre de bloqueo.</p>	237.88 €	<p>Cumple la norma EN 567</p> <p>Ref: A992503</p>
 29 Bloqueador ventral STC	<p>Peso máx:1000 kg</p> <p>Características técnicas: Puño para uso con cuerda semiestática de 8-12 mm. Recomendable el uso conjunto con el puño de ascensión. Cuerpo de duraluminio, leva dentada y gatillo apertura/cierre de bloqueo.</p>	95.77 €	<p>Cumple la norma EN 567</p> <p>Ref:A992603</p>
 30 Puño ascenso TRACTEL	<p>Peso máx:1000 kg</p> <p>Características técnicas: Puño para uso con cuerda semiestática de 8-13 mm.</p>	70 €	<p>Cumple la norma EN 567</p> <p>Ref: 020502 Izquierda</p> <p>020492 Derecha</p>
 31 Bloqueador de ascenso pectoral TRACTEL	<p>Peso máx:1000 kg</p> <p>Características técnicas: Para uso con cuerda semiestática de 8-12 mm.</p>	78 €	<p>Cumple la norma EN 567</p> <p>Ref: 017632</p> <p>Ref: 040122</p>
 32 Pedal de ascension TRACTEL	<p>Peso máx:1000 kg</p> <p>Características técnicas: Pedal de ascensión de cinta regulable para adaptar a los puños de ascenso</p>	20 €	
 33 ASCENSION PETZL	<p>Peso máx:1000 kg</p> <p>Características técnicas: Puños bloqueador para mano izquierda y derecha. Para uso con cuerda de 8-13 mm. Leva dentada pivotante.</p>	49 €	<p>Cumple las normas EN 567 y EN 12841 Tipo B</p> <p>Ref: B17WRA Derecha</p> <p>B17WLA Izquierda</p>
 34 ASCENTREE PETZL	<p>Peso máx:1000 kg</p> <p>Características técnicas: Puño bloqueador doble para uso con cuerda doble de 8-13 mm. Leva integrada en el cuerpo del bloqueador para evitar rozamientos.</p>	156 €	<p>Cumple la norma EN 567</p> <p>Ref: B19WAA</p>
 35 CROLL PETZL	<p>Peso máx:1000 kg</p> <p>Características técnicas: Bloqueador ventral complemento del puño. Para uso con cuerda de 8-13 mm. Leva que facilita el pasode la cuerda. Gatillo apertura fácil de manipular cuando el bloqueador está en posición.</p>	41.30 €	<p>Cumple las normas EN 567 y EN 12841 Tipo B</p> <p>Ref: B16AAA</p>










 <p>36 BASIC PETZL</p>	<p>Peso máx:1000 kg</p> <p>Características técnicas: Bloqueador de leva dentada para uso con cuerda de 8-13 mm. Antirretorno, autoseguro o ascenso por cuerda fija.</p>	<p>44 €</p>	<p>Cumple la norma EN 567</p> <p>Ref: B18AAA</p>
 <p>37 MICROCENDER PETZL</p>	<p>Peso máx:1000 kg</p> <p>Características técnicas: Bloqueador de leva ranurada para uso con cuerda de 9-13 mm. Eje amovible para instalar o retirar el bloqueador en cualquier punto de la cuerda.</p>	<p>90 €</p>	<p>Cumple la norma EN 567</p> <p>Ref: B54</p>
 <p>38 MICROGRAB PETZL</p>	<p>Peso máx:1000 kg</p> <p>Características técnicas: Bloqueador de leva ranurada para instalar de forma permanente en una cuerda de 9-13 mm. Eje con tuerca de seguridad que obliga a introducir la cuerda por uno de sus extremos para evitar que salga involuntariamente.</p>	<p>85.50 €</p>	<p>Cumple la norma EN 567</p> <p>Ref: B53</p>
 <p>39 RESCUECENDER PETZL</p>	<p>Peso máx:1000 kg</p> <p>Características técnicas: Bloqueador de leva ranurada para uso con cuerda de 9-13 mm. Eje amovible. Pasador con bloqueo, menos riesgo cuando se suelta de forma involuntaria. Pasador y eje imperdibles, unidos al cuerpo del bloqueador.</p>	<p>82.50 €</p>	<p>Cumple la norma EN 567</p> <p>Ref: B50</p>
 <p>40 MACROCENDER PETZL</p>	<p>Peso máx:1000 kg</p> <p>Características técnicas: Bloqueador de leva ranurada para cuerdas de gran diámetro 12-19 mm. Eje amovible. Pasador con bloqueo. Pasador y eje imperdibles.</p>	<p>82.03 €</p>	<p>Cumple la norma EN 567</p> <p>Ref: B51</p>
 <p>41 MACROGRAB PETZL</p>	<p>Peso máx:1000 kg</p> <p>Características técnicas: Bloqueador de leva ranurada para instalar de forma permanente en una cuerda de gran diámetro 12-19 mm. Eje con tuerca de seguridad, que obliga a introducir la cuerda por uno de sus extremos para evitar que salga involuntariamente.</p>	<p>82.50 €</p>	<p>Cumple la norma EN 567</p> <p>Ref: B52</p>
 <p>42 TIBLOC PETZL</p>	<p>Peso máx:1000 kg</p> <p>Características técnicas: Bloqueador de emergencia para uso con cuerda de 8-10 mm. Dientes inclinados y ranura de evacuación, funciona incluso con cuerdas embarradas o heladas.</p>	<p>19.31 €</p>	<p>Cumple la norma EN 567.</p> <p>Complementa el equipo básico del tabajador de rescate. Ref: B01</p>
 <p>43 FOOTPRO PETZL</p>	<p>Peso máx:1000 kg</p> <p>Características técnicas: Pedal regulable de cinta. Se fija al puño bloqueador para ascensos por cuerda.</p>	<p>31 €</p>	<p>Ref: C49</p>
 <p>44 LOOPING PETZL</p>	<p>Peso máx:1000 kg</p> <p>Características técnicas: Estribo de cuatro peldaños. Se fija al puño bloqueador para ascensos por cuerda.</p>	<p>39.50 €</p>	<p>Ref: C25</p>
 <p>45 PANTIN PETZL</p>	<p>Peso máx:1000 kg</p> <p>Características técnicas: Bloqueador de pie izquierdo y derecho. Uso con cuerda de 8-13 mm. Leva que facilita el paso de la cuerda. Complemento de bloqueadores que hace el ascenso por cuerda más rápido y menos fatigado.</p>	<p>57.40 €</p>	<p>Ref: B02ARA Derecha</p> <p>B02ALA Izquierda</p>










VARIOS







SISTEMA DE EVACUACIÓN	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	COSTE	OBSERVACIONES
 <p>46 TRÍPODE ANTEC</p>	<p>Descripción: Dispositivo de anclaje móvil para el acceso de personas a espacios confinados. Presenta tres pies telescópicos regulables de aluminio con pieza antideslizante. El cabezal dotado de 2 poleas de servicio y un punto de anclaje para el anticaídas. Se usa con torno y anticaídas.</p> <p style="text-align: right;">Carga máx. 250 kg</p>	<p>Trípode solo 798.70 € + torno + anticaídas 3204.55 €</p>	<p>Cumple la norma EN 795</p> <p>Ref. trípode: 100 94 41</p> <p>Ref conjunto: 1009048</p>
 <p>47 Trípode telescópico Completo STC</p>	<p>Descripción: Duraluminio. Uso para espacios confinados. Proporciona anclaje en las maniobras de sujeción, descenso y ascenso. Cabezal de aluminio con 4 puntos de anclaje.</p> <p style="text-align: right;">Carga máx: Carga límite de trabajo 500 kg. El recuperador presenta una carga de trabajo de 180 kg, para un cable de 6.3 mm y 20 m. Altura: variable de 130 cm plegado a 230 cm de máxima.</p>	<p>1011,01 €</p> <p>Trípode sólo / Completo</p> <p>1685.30 €</p>	<p>Cumple la norma EN 795</p> <p>Clase B Ref: TR00100</p> <p>Trípode completo TR00100</p> <p>Trípode sólo TR00101</p> <p>Recuperados TR00120</p>
 <p>48 TRÍPODE TRACPODE TRACTEL</p>	<p>Descripción: Patas telescópicas regulables con zapata giratoria. Kit de poleas para sistemas de torno y/o recuperador retráctil.</p> <p style="text-align: center;">Altura: 1,74-2,48 m</p> <p style="text-align: center;">Ancho: 1,10-1,63 m</p>	<p>949 € sólo</p> <p>trípode</p>	<p>Cumple la norma EN 795</p> <p>Ref: 086509 trípode sólo</p>
 <p>49 TRÍPODE DE ALUMINIO NORTH</p>	<p>Descripción: Anclaje temporal clase B. Patas regulables en altura con orificios cada 7 cm a partir de la mitad de la altura máxima. Cada pata dispone de una zapata de goma, para adaptarse al terreno. Cabezal con dos anillas de anclaje para fijar los distintos sistemas de trabajo y seguridad. Dos poleas para guiar el cable de un sistema de izado y descenso. Cadena de seguridad, para limitar la abertura de las patas.</p> <p style="text-align: center;">Altura: 2,39-3 m.</p> <p style="text-align: center;">Ancho: 1,70-1,94 m</p> <p style="text-align: center;">Carga máx: 140 kg</p> <p style="text-align: center;">Resistencia a la rotura: 22 kN</p> <p style="text-align: center;">Peso: 17 kg</p>	<p>1.139,20 €</p>	<p>Cumple la norma EN 795</p>
 <p>50 PESCANTE POTEX</p>	<p>Carga máx: 165 kg</p> <p style="text-align: right;">Carga máx seguridad en trabajo: 10 kN</p> <p>Altura: 2,05-2,25 m</p> <p style="text-align: right;">Torno de cable: 30 m</p> <p style="text-align: right;">Peso: 40 kg</p>	<p>1.835 €</p>	
 <p>51 PESCANTE PROTECTA</p>	<p>Descripción: Sistema alternativo a los trípodes, eficientes y económicos. Para entrada y rescate en espacios confinados. El elevador avanzado básico lleva un punto de anclaje de 22 kN, indicador de sobrecarga y es de construcción ligera. Construcción en aluminio ligero.</p>	<p>1.928 €</p>	<p>Ref: 8517069</p>
 <p>52 PESCANTE PROTECTA</p>	<p>Descripción: El pescante bascula para facilitar el rescate y la base se ajusta para acoplarse a la mayoría de las entradas estándar. Base ligera en tres piezas</p> <p>Mástil de calado ajustable: 30-72 mm</p> <p>Mástil inferior ligero: 82,5 cm</p>	<p>3.367 €</p>	<p>Ref: 8518000</p>

 <p>53 PLUMA MURAL TRACTEL</p>	<p>Descripción: Las cargas se elevan verticalmente por medio del gancho del polipasto de cadena, manual o eléctrico, sobre un carro que recoge el brazo horizontal y permite la traslación y descarga en una superficie definida por la longitud del brazo, de 3 a 7 m y del ángulo máximo de rotación.</p> <p>Carga máx: 1000 kg mínimo</p> <p>Altura: La elegida por el propietario siempre que sea segura.</p>	4.425 €	Modelo RMC-500/3 un tamaño medio
 <p>54 PLUMA DE COLUMNA TRACTEL</p>	<p>Descripción: Las cargas se elevan verticalmente por medio del gancho del polipasto de cadena, manual o eléctrico, sobre un carro que recoge el brazo horizontal y permite la traslación y descarga en una superficie definida por la longitud del brazo, de 3 a 7 m y del ángulo máximo de rotación.</p> <p>Carga máx: 1000 kg mínimo</p>	6.960 €	Modelo RELMT-500/3 Clase B. Un tamaño medio
 <p>55 MANGA DE EVACUACIÓN IRUDEK 2000</p>	<p>Descripción: Instalación que puede ser usada por varias personas a la vez de 8 a 10, que descienden a una velocidad de 2,10 m/s. Puede calcularse para cualquier instalación desde 1,85-112,80 m. El despliegue es sencillo. Consta de una pantalla que evita el asomarse antes de entrar, 5 correas soporte de la instalación, tela de deslizamiento en espiral, capa protectora de tela ignífuga, cápsula de salida con asideros para amarrarla al suelo y con colchón de goma espuma.</p> <p>Carga máx: 1000 kg mínimo</p>	Dependerá del tamaño y de la instalación para la que se requiera.	Instalación que suele usarse para la evacuación de personas atrapadas en edificios. Puede usarse por parte de adultos, niños, personas mayores, minusválidos...
 <p>56 TRIÁNGULO DE EVACUACIÓN BERMUDE PETZL</p>	<p>Descripción: Diseñado para las evacuaciones con torno o descensor. Ligero, rápido y fácil de colocar aunque la persona esté sentada. Se adapta sin necesidad de regulación a cualquier talla, gracias a las diferentes posiciones de los puntos de enganche.</p> <p>Peso: 95 g</p>	88.50 €	Cumple la norma CE EN 1498
 <p>57 Camilla Nest PETZL</p>	<p>Descripción: Diseñada para uso en cualquier espacio confinado, industrial, natural... Posibilidad de transporte horizontal, vertical, en tiroliana. Se adapta a las exigencias de inmovilización.</p> <p>Peso: 11.5 kg</p> <p>Medidas: 190 x 50 x 5 cm</p>	1.920 €	Rápida de usar, segura, confortable, y que por su robustez resiste los esfuerzos a los que se somete durante el rescate. Presenta 8 asas de transporte, 2 cintas para porte con tiroliana, 1 cinta con anilla metálica para transportar verticalmente.

DESCENSORES

SISTEMA DE EVACUACIÓN	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	COSTE	OBSERVACIONES
 1 DOUBLE STOP ANTEC	Nº de personas: 1. Velocidad de descenso: control manual. Altura máx: 100 m. Carga máx: 150 kg. Características técnicas: Se bloquea cuando el operador se aferra o suelta fortuitamente. Presenta puño antipánico. Se usa con cuerda estática de 11 mm.	76,73 €	Cumple la norma EN 341 Clase A. Ref: 100 94 68
 2 ANTICAIIDAS DE RECUPERACIÓN ANTEC	Nº de personas: 1 o 2 Velocidad de descenso: control manual con manivela. Altura máx: 20 m. Carga máx: 250 kg. Características técnicas: En caso de emergencia detiene la caída con un fuerza de impacto menor de 6 kN.	1.250 €	Cumple la norma EN 360. Ref: 100 90 48
 3 EVACUADOR AUTOMÁTICO ANTEC	Nº de personas: 1. Velocidad de descenso: 0.8 m/s. Altura máx: 400 m. Carga máx: 250 kg. Características técnicas: Presenta freno de fuerza centrífuga.	829 € - 10 m 1495,80 € - 20 m 2295,50 € - 30 m 1648,85 € - 40 m	Cumple la norma EN 341. Ref: 101 43 25/26/27/28
 4 EVACUADOR UNIVERSAL ANTEC	Nº de personas: 1 o 2. Velocidad de descenso: 1.10 m/s. Altura máx: 150 m. Carga máx: 150 kg. Características técnicas: Se usa con cuerda estática de 9 mm.	1350,54 € - 10m 1450,01 € - 20 m 1549,48 € - 30 m 1648,85 € - 40 m	Cumple la norma EN 341 Ref: 100 94 74/75 - 100 99 74/77
 5 DESCENSOR INDY STC	Nº de personas: 1. Velocidad de descenso: controlado por palanca de presión. Altura máx: depende de la cuerda. Carga máx: 150 kg. Características técnicas: Se usa con cuerda semiestática de 10.5-11 mm. Suspensión y progresión en cuerdas. Con sistema de bloqueo antiestático.	120,90 €	Cumple la norma EN 341 Clase A. Ref: A992003
 6 DESCENSOR DEROPE KS TRACTEL	Nº de personas: 1. Velocidad de descenso: 0,7 m/s. Altura máx: 200 m. Carga máx: 150 kg. Características técnicas: Se usa con cuerda de 11 mm. Palanca de freno automática.	880 €	Cumple la norma EN 341. Ref: 049238
 7 DESCENSOR DEROPE S TRACTEL	Nº de personas: 1. Velocidad de descenso: 0,7 m/s. Altura máx: 400 m. Carga máx: 150 kg. Características técnicas: Se usa con cuerda de 13 mm. Palanca de freno automática.	1.248 €	Cumple la norma EN 341. Ref: 029048
 8 DESCENSOR DEROPE K TRACTEL	Nº de personas: 1 o 2. Velocidad de descenso: 0,7 m/s. Altura máx: 200 m / 1 persona, 125 m / 2 personas. Carga máx: 150 kg / 1 persona, 225 kg / 2 personas. Características técnicas: Se usa con cuerda de 11 mm.	757 €	Cumple la norma EN 341 Ref: 034088
 9 DESCENSOR DEROPE KT TRACTEL	Nº de personas: 1 o 2. Velocidad de descenso: 0,7 m/s. Altura máx: 200 m / 1 persona, 125 m / 2 personas. Carga máx: 150 kg / 1 persona, 225 kg / 2 personas. Características técnicas: Se usa con cuerda de 13 mm. Presenta una mordaza para bloquear la cuerda.	867 €	Cumple la norma EN 341. Ref: 029038

 <p>10 DESCENSOR DEROPE KT UP TRACTEL</p>	<p>Nº de personas: 1 o 2. Velocidad de descenso: 0,7 m/s. Altura máx: 200 m / 1 persona, 125 m / 2 personas. Carga máx: 150 kg / 1 persona, 225 kg / 2 peronas. Características técnicas: Se usa con cuerda de 13 mm. Presenta una manivela para rescate/elevación.</p>	<p>1.288 €</p>	<p>Cumple las normas EN 341/EN 1496. Ref: 034098</p>
 <p>11 DESCENSOR DEROPE UP A TRACTEL</p>	<p>Nº de personas: 1 o 2. Velocidad de descenso: 0,7 m/s. Altura máx: 200 m / 1 persona, 125 m / 2 personas. Carga máx: 150 kg / 1 persona, 225 kg / 2 peronas. Características técnicas: Se usa con cuerda de 13 mm. Presenta una manivela para rescate/elevación.</p>	<p>1.775 €</p>	<p>Cumple las normas EN 341/EN 1496. Ref: 029018</p>
 <p>12 DESCENSOR DEROPE UP K TRACTEL</p>	<p>Nº de personas: 1 o 2. Velocidad de descenso: 0,7 m/s. Altura máx: 200 m / 1 persona, 125 m / 2 personas. Carga máx: 150 kg / 1 persona, 225 kg / 2 peronas. Características técnicas: Presenta manivela + herraje de fijación.</p>	<p>2.244 €</p>	<p>Cumple las normas EN 341/EN 1496. Ref: 029068</p>
 <p>13 DESCENSOR DEROPE UP B TRACTEL</p>	<p>Nº de personas: 1 o 2. Velocidad de descenso: 0,7 m/s. Altura máx: 200 m / 1 persona, 125 m / 2 personas. Carga máx: 150 kg / 1 persona, 225 kg / 2 peronas. Características técnicas: Presenta manivela + herraje de fijación.</p>	<p>2.474 €</p>	<p>Cumple las normas EN 341/EN 1496. Ref: 029058</p>
 <p>14 I'D S PETZL</p>	<p>Nº de personas: 1. Velocidad de descenso: control manual con la mano sujeta al cabo libre. Altura máx: 200 m. Carga máx: 150 kg. Características técnicas: Se usa con cuerda de 10-11,5 mm. Dispositivo autofrenante con función antipánico.</p>	<p>175 €</p>	<p>Cumple las normas EN 341-A/En 12841 C. Ref: D20 OSO Se usa como descensor también para poder llevar a una altura inferior a un herido anclado a nuestra anilla ventral del arnés, por medio de un mosquetón y el cabo de anclaje. También se usa como polea en la instalación de un polipasto.</p>
 <p>15 I'D L PETZL</p>	<p>Nº de personas: 1. Velocidad de descenso: control manual con la mano sujeta al cabo libre. Altura máx: 200 m. Carga máx: 150 kg. Características técnicas: Se usa con cuerda de 11,5-13 mm. Dispositivo autofrenante con función antipánico.</p>	<p>175 €</p>	<p>Cumple las normas EN 341 Clase A. Ref: D20 OLO Se usa como descensor también para poder llevar a una altura inferior a un herido anclado a nuestra anilla ventral del arnés, por medio de un mosquetón y el cabo de anclaje. También se usa como polea en la instalación de un polipasto.</p>
 <p>16 STOP PETZL</p>	<p>Nº de personas: 1. Velocidad de descenso: control manual con la mano sujeta al cabo libre. Altura máx: 200 m. Carga máx: 150 kg. Características técnicas: Se usa con cuerda de 10-11 mm. Dispositivo autofrenante eficaz en el paso de fraccionamientos.</p>	<p>75 €</p>	<p>Cumple las normas EN 341 Clase A. Ref: D09</p>
 <p>17 EXO EASHOOK PETZL</p>	<p>Nº de personas: 1. Velocidad de descenso: 2 m/s máx. Altura máx: 15 m. Carga máx: 135 kg. Características técnicas: Se usa con cuerda de 7,5 mm. Sistema de evacuación individual de emergencia con mosquetón. Formación indispensable. La máxima temperatura a la que puede exponerse es 250 °C.</p>	<p>428 €</p>	<p>Cumple la norma EN 341 Clase D. Ref: D30015CN Además de la revisión antes de cada uso. Revisar anualmente. Garantía de 10 años</p>
 <p>18 AGR 2001 MILAN Hub SKYLOTEC</p>	<p>Nº de personas: 1 o 2. Velocidad de descenso: control manual Altura máx: 500 m / máx 20 descensos. 10 m en caso de ascenso Carga máx: 280 kg / 2 personas. Características técnicas: Peso de 2,2 kg sin cuerda. El punto de anclaje debe tener una resistencia mínima de 1 tonelada. Para rescate de una persona de 100 kg, se requiere aplicar una fuerza en la manivela de 4 kg. Trabaja de -35° C a 60° C. Para uso con cuerda de 9 mm.</p>	<p>900 € + 1,85 €/m de cuerda</p>	<p>Cumple la norma EN 341 clase A y EN 1496</p>

 <p>19 RESCUMATIC DBI SALA</p>	<p>Nº de personas: 1. Velocidad de descenso: control manual Altura máx: 304.8 m. Carga máx: 150 kg. Características técnicas: Dispositivo de rescate o escape de emergencia, para un descenso controlado con cuerdas.</p>	<p>761.30 €</p>	<p>Inspección mensual por personal competente</p> <p>Incluye descensor, arnés anticaídas, cabos de anclaje, triángulo de evacuación.</p>
 <p>20 BIMATIC II PROTECTA</p>	<p>Nº de personas: varias personas. Velocidad de descenso: 1.2 m/s Altura máx: 100 m. Carga máx: 136 kg. Características técnicas: Dispositivo de descenso de 3,6 kg de peso, sirve para numerosos descensos y la evacuación de varias personas.</p>	<p>537.35 €</p>	<p>Cumple la norma EN 341 C</p>
 <p>21 ROLLGLISS R350 PROTECTA</p>	<p>Nº de personas: 1 o 2. Velocidad de descenso: control manual Altura máx: 100 m. Carga máx: 150 kg-1 persona / 250 kg-2 personas. Características técnicas: Sistemas de descenso con poleas intercambiables. Para uso con cuerda de 9 mm.</p>	<p>1281.7 € todo el equipo de evacuación</p>	<p>Inspecciones antes y tras cada uso. Y mensualmente y anuales por personal competente. Cumple las normas EN 341 A y EN 1496 B.</p>
 <p>22 PED 3 NORTH</p>	<p>Nº de personas: 1. Velocidad de descenso: 2 m/s Altura máx: 150 m. Carga máx: 136 kg. Características técnicas: Sistema de funcionamiento igual al de un polipasto o sistema de poleas de ventaja mecánica 3:1. Uso con cuerda semiestática de 9 mm.</p>	<p>1.570 €</p>	<p>Cumple la norma EN 341 clase A.</p> <p>Ref: 100 94 68 Usar sobre trípode</p>
 <p>23 EVAK 500 TRACTEL</p>	<p>Nº de personas: 1 o 2. Velocidad de descenso: control manual Altura máx: Recorrido ilimitado Carga máx: 400 kg. Características técnicas: Peso 6 kg. Para usar con cuerdas estáticas y semiestáticas de 10,5 a 12,5 mm de diámetro.</p>	<p>1.100 €</p>	
 <p>24 CHAMONIX PAILLARDET</p>	<p>Nº de personas: 1. Velocidad de descenso: 0.32 m/s Altura máx: depende de la cuerda que usemos Carga máx: 300 kg. Características técnicas: Trabaja en cualquier posición: punto fijo, auto tracción, sobre cuerda o cable. Cable de 5-6 mm, cuerda 5-12,7 mm. Freno manual.</p>	<p>4305 € completo</p>	<p>Puede funcionar con un motor de gasolina y con latiguillos hidráulicos, también a manivela o con electricidad.</p>

