



COMISION IV

**MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS EN
SEGURIDAD Y SALUD EN TRABAJOS
DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
DEL ALCANTARILLADO**

PRIMER BORRADOR

Marzo de 2014

ÍNDICE

1.	Presentación.....	3
2.	Definiciones.....	5
3.	Recopilación de normativa aplicable.	8
4.	Organización de la seguridad.	11
4.1.	Plan de prevención.	11
4.2.	Evaluaciones de riesgos.	12
4.3.	Medidas preventivas y su planificación.....	13
4.4.	Normas y procedimientos generales, específicos y permisos de trabajo.	14
4.5.	Integración de la prevención en la empresa. OHSAS 18000.	16
4.6.	Consulta y participación de los trabajadores.....	18
4.7.	Organigrama de seguridad y salud. Recursos preventivos.....	19
4.8.	Protocolo de actuación ante emergencias.	21
4.9.	Revisión de equipos de protección y de trabajo.	23
4.10.	Coordinación de actividades empresariales.	24
4.11.	Formación e información de los trabajadores.....	27
4.12.	Vigilancia de la salud, investigación de accidentes y enfermedades profesionales.....	31
5.	ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES.....	38
5.1.	Espacios confinados.....	38
5.2.	Trabajo en vía pública.....	62
5.3.	Apertura de tapas de registro.....	71
5.4.	Acceso por pozos.	78
5.5.	Visitabilidad de colectores.....	81
5.6.	Trabajos submarinos.....	82
6.	CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES Y EQUIPOS.....	101
6.1.	Alcantarillado visitable.....	102
6.2.	Alcantarillado no visitable.	107
6.3.	Estaciones de bombeo.....	114
6.4.	Tanques de tormenta	124
6.5.	Camiones de limpieza.....	132
6.6.	Medidas para la protección del personal ajeno al servicio.	155

1. Presentación

El presente “Manual de buenas prácticas en seguridad y salud en trabajos de operación y mantenimiento del alcantarillado” es el resultado del trabajo colaborativo de los miembros de la Comisión IV “Drenaje urbano” de la Asociación Española de Abastecimiento y Saneamiento (AEAS).

Su elaboración responde a la sensibilidad que las organizaciones cuyos miembros componen la citada comisión tienen sobre la importancia de la seguridad y la salud del personal que interviene en los trabajos que se realizan en el ámbito del alcantarillado. En efecto, las redes de alcantarillado y drenaje, así como sus instalaciones asociadas, presentan unos riesgos que son inherentes a su condición y que, por tanto, están presentes habitualmente en el entorno de trabajo. Así, el alcantarillado, por su condición de infraestructura subterránea encargada de la evacuación de las aguas residuales, es un entorno con constante riesgo biológico y con gran número de operaciones desarrolladas en espacios confinados, en los que es habitual la presencia de gases tóxicos o la posibilidad de inundación.

Estos riesgos deben ser detectados y controlados debidamente para permitir una operación segura de dichas instalaciones. Con este objetivo, y con la voluntad de ayuda mutua y a cualquier otro organismo que gestione este tipo de servicio, es con el que los miembros de la Comisión IV han abordado la redacción de este Manual.

El documento se organiza en tres capítulos principales, aparte de los introductorios (Presentación, Definiciones y Recopilación de normativa aplicable):

- Organización de la seguridad: en el que se describen los diversos elementos y procedimientos que integran una buena organización de la prevención de riesgos laborales (PRL) en las empresas.
- Accesibilidad a las instalaciones: la peligrosidad de la mayor parte de las operaciones en el alcantarillado se da en las condiciones de accesibilidad de las instalaciones y la seguridad del entorno de trabajo. Este capítulo presenta las buenas prácticas que pueden emplearse para controlar adecuadamente dichos riesgos.
- Criterios para el diseño de instalaciones y equipos: la “mantenibilidad” – y, por tanto, la seguridad en el mantenimiento – de una instalación o infraestructura comienza en su diseño. Es decir, la concepción de una determinada instalación o infraestructura no debe centrarse exclusivamente en su dimensionamiento o en sus condiciones de servicio, sino también en permitir, e incluso facilitar, su mantenimiento en condiciones de seguridad y salud. Se presenta, pues, este capítulo con la intención de recordar determinadas problemáticas y de aportar al diseñador posibles soluciones.

Ninguna de las recomendaciones expresadas en este Manual, más allá de las que sean mero reflejo de condicionantes legales, puede ni debe considerarse como una prescripción a otras entidades de AEAS o a terceros, ni siquiera como una obligación que se autoimpongan los organismos cuyos miembros forman parte la Comisión IV. Como ya hemos expresado, la intención

del presente documento es aportar información a quien pueda interesar sobre un aspecto de la gestión del servicio de alcantarillado y drenaje urbano de la mayor relevancia. Por otra parte, el seguimiento de las recomendaciones que contenga este Manual no exime en absoluto de la total responsabilidad sobre la seguridad y la salud del personal, que corresponde a la dirección y al departamento de PRL de cada empresa y organismo gestor del servicio.

Equipo de redacción

La redacción del documento ha estado a cargo de las siguientes personas:

- D. Jorge Cabot (CLABSA y Aguas de Barcelona) como coordinador del grupo de trabajo.
- D. Arturo Jiménez (CLABSA), como coordinador de redacción.
- D. Antonio Lastra (Canal de Isabel II)
- D. José Antonio Durán (EMACSA, Empresa Municipal de Aguas de Córdoba S.A.)
- D. Marc Condom (Aqualogy)
- D. Javier Tagarro (Empresa Municipal de Aguas de Gijón)
- D. Javier Cobo (AMVISA, Aguas Municipales de Vitoria-Gasteiz .S.A.)
- D. Jon de Andrés (CleanWater ingeniería)
- D. David Espasa (AMITECH)

La validación del documento ha estado a cargo de todos los miembros de la Comisión IV.

2. Definiciones

Espacio confinado

Cualquier espacio con aberturas limitadas de entrada y salida, y ventilación natural desfavorable, en el que puedan acumularse contaminantes tóxicos (sulfhídrico, monóxido carbono, etc.) o inflamables (principalmente metano), así como escasez de oxígeno, no estando concebido para una ocupación continuada por parte del trabajador.

Riesgo

La posibilidad de que mediante la materialización de un peligro un trabajador sufra un determinado daño derivado de su trabajo.

Medida preventiva

Son todas las actuaciones encaminadas a evitar el riesgo. Hay prevención cuando se forma a un trabajador, se realiza una Evaluación de Riesgos, se dota al trabajador con un Equipo de Protección Individual, o de cualquier otra actuación para prevenir un riesgo

Plan de prevención

Un plan de prevención es un conjunto de acciones organizadas que tienen como objetivo la eliminación o reducción de los riesgos a la salud del trabajador, a la población circundante o al medio ambiente, como consecuencia de accidentes derivados del trabajo o de la actividad industrial.

Peligro

Es la actuación, condición o situación que puede producir efectos adversos sobre las personas, sobre equipos de trabajo o sobre materiales.

Recurso preventivo

Es una medida preventiva complementaria a las medidas preventivas convencionales para vigilar el cumplimiento, eficacia y adecuación de las actividades previstas en la ley, interviniendo en el control de la aparición de riesgos no detectados en las actividades en las que es necesaria su presencia. En general los recursos preventivos son recursos humanos asignados con la cualificación y medios necesarios. Concretamente según establece la legislación en PRL se consideran recursos preventivos, a los que el empresario podrá asignar la presencia, los siguientes:

- a. Uno o varios trabajadores designados de la empresa.
 - b. Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.
 - c. Uno o varios miembros del o los servicios de prevención ajenos concertados por la empresa. Cuando la presencia sea realizada por diferentes recursos preventivos éstos deberán colaborar entre sí.
2. Los recursos preventivos a que se refiere el apartado anterior deberán tener la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser suficientes en número para vigilar el

cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia

EPI

Por EPI se entiende cualquier equipo destinado a ser llevado o sujeto por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.

Acometida / Albañal

Se entenderá por acometida, aquel conducto destinado a transportar las aguas residuales desde un edificio o finca a una alcantarilla pública.

Agua residual

Tipo de agua contaminada procedentes de desechos orgánicos humanos o animales y cualquier otra sustancia provenientes del uso doméstico o industrial y en general todas aquellas aguas que son recogidas y conducidas a través de una cloaca o alcantarillado, incluyendo las aguas de lluvia, infiltraciones de agua al terreno y drenajes.

Agua residual doméstica.

Se entenderá por agua residual doméstica la procedente de los vertidos de aquellos consumos de agua realizados en viviendas que produzcan aguas residuales generadas por el metabolismo humano y las actividades domésticas.

Agua residual no doméstica

Se entenderán por agua residual “no doméstica”, aquellos consumos no efectuados desde viviendas o realizados desde locales y establecimientos utilizados para realizar cualquier actividad pecuaria, comercial, industrial o de servicios.

Aguas pluviales

Son aquellas aguas que tienen su origen y proceden del fenómeno meteorológico de la lluvia, nieve o granizo.

Alcantarilla

Conducto subterráneo generalmente de sección circular, que transporta agua residual y/o pluvial.

Colector

Conducto subterráneo con idéntica función que las alcantarillas, pero de mayor tamaño, al cual vierten éstas sus aguas.

Colector visitable

Colector subterráneo de más de 1,5 metros de altura que permite el tránsito del personal operario bien por tener poco flujo (en los más pequeños), o por tener andén para realizar el tránsito en seco mientras por la cuna del mismo transita el flujo de agua

Pozo de Registro

Construcción de ladrillo u hormigón o prefabricada de hormigón o PVC de diversa profundidad, coronada por una tapa removible, que se coloca en la intersección de conducciones de alcantarillado, o cada cierta distancia en un alineamiento de la misma y, cuya finalidad es la de unir tramos de la red y servir para la inspección, conservación, mantenimiento y limpieza de la citada red.

Red de alcantarillado

Se considera red de alcantarillado el conjunto de conductos o instalaciones que en el subsuelo de la población sirven para la evacuación de las aguas residuales. La red de alcantarillado podrá constituirse en un sistema unitario o separativo, en función de que su uso sea mixto para aguas residuales y pluviales o que se componga de dos redes paralelas, una para cada tipo de agua.

Redes separativas

Se caracterizan porque en ellas se evacúan las aguas residuales por distintos conductos (las procedentes de abastecimiento por su red, normalmente llamada red de fecales, y las aguas pluviales por la suya), de forma que no existe punto alguno de contacto directo entre ambos sistemas de evacuación.

Redes unitarias

Son las que se encuentran dimensionadas y construidas de forma que puedan absorber en un mismo conducto todas las aguas residuales, procedentes de una o varias zonas determinadas.

Red de drenaje superficial

Es el conjunto de elementos que recogen y concentran las aguas procedentes de un evento pluviométrico.

3. Recopilación de normativa aplicable.

Se indica a continuación un compendio de normativa de referencia a la hora de definir las medidas de seguridad de los trabajos que se desarrollan en el alcantarillado. Sin ánimo de exhaustividad, pero con la intención de disponer en este apartado de una referencia suficiente para el planteamiento de la seguridad en cualquiera de nuestras organizaciones.

REAL DECRETO LEGISLATIVO 1/1994 por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social.

REAL DECRETO 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

REAL DECRETO 1244/1979, de 4 de Abril de 1979, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión. Modificado posteriormente por el RD 507/1982, RD 1504/1990 i RD 2060/2008,

REAL DECRETO 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. Modificado por el RD 330/2009

REAL DECRETO 1314/1997, de 1 de agosto por el que se modifica el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, aprobado por REAL DECRETO 2291/1985, de 8 noviembre.

REAL DECRETO 1561/1995, de 21 de septiembre, sobre jornadas especiales de trabajo

REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, modificado por el RD 604/2006.

REAL DECRETO 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.

REAL DECRETO 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.

REAL DECRETO 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo de los trabajadores en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.

REAL DECRETO 2177/1996, de 4 de Octubre de 1996, por el que se aprueba la Norma Básica de Edificación "NBE-CPI/96".

REAL DECRETO 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.

REAL DECRETO 2291/1985, de 8 noviembre, que aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención.

REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

LEY 31/1995, de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales. Modificada por la Ley 39/1999 para promover la conciliación de la vida familiar y laboral de las personas trabajadoras, y por la Ley 54/2003 de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales

LEY 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

- REAL DECRETO 374/2001, de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- REAL DECRETO 379/2001, de 6 de abril por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias
- REAL DECRETO 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, modificado por el RD 780/1998, el RD 604/2006 y el RD 298/2009.
- ORDEN TIN/2504/2010, de 20 de septiembre, por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997 - Reglamento de Servicios de Prevención, en lo referido a entidades especializadas como servicios de prevención, memoria de actividades preventivas y autorización para realizar la actividad de auditoría del sistema de prevención de las empresas.
- REAL DECRETO 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia.
- REAL DECRETO 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.
- REAL DECRETO 485/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo
- REAL DECRETO 486/1997 de 14 de abril, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo
- REAL DECRETO 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- REAL DECRETO 488/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo que incluye pantallas de visualización
- REAL DECRETO 551/2006, de 5 de mayo, por el que se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carreteras en territorio español."
- REAL DECRETO 2291/1985, de 8 noviembre, que aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, y su correspondiente Instrucción técnica MIE-AEM 1. Modificado por el RD 1314/1997 de 8 noviembre
- REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico
- REAL DECRETO 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores que por su trabajo están o pueden estar expuestos a agentes biológicos
- REAL DECRETO 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. Modificado por el RD 349/03
- REAL DECRETO 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo
- REAL DECRETO 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual
- REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión
- REAL DECRETO 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

RESOLUCIÓN de 11 de abril de 2006, de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, sobre el Libro de Visitas de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.

4. Organización de la seguridad.

Este capítulo está dedicado a explicar cómo se organiza la seguridad en una empresa, en una unidad operativa de explotación y mantenimiento. Se tratarán temas como: la realización de estudios previos (análisis de riesgos, etc.), gestión del personal, composición de equipos, procedimientos generales, gestión de avisos y emergencias...

4.1. Plan de prevención.

El Plan de Prevención de Riesgos Laborales es el instrumento necesario que establece nuestra normativa legal para cumplir la integración de la actividad preventiva en la empresa. Muestra cómo debe implantarse la actividad preventiva en cada empresa específicamente.

El Plan de Prevención de Riesgos Laborales habrá de reflejarse en un documento que se conservará a disposición de la autoridad laboral, de las autoridades sanitarias y de los representantes de los trabajadores, e incluirá, según la dimensión y características de la empresa, los siguientes elementos:

- a) Identificación de la empresa, de su actividad productiva, el número y características de los centros de trabajo y el número de trabajadores y sus características con relevancia en la prevención de riesgos laborales
- b) Estructura organizativa de la empresa, identificando las funciones y responsabilidades que asume cada uno de sus niveles jerárquicos y los respectivos cauces de comunicación entre ellos, en relación con la prevención de riesgos laborales.
- c) Organización de la producción en cuanto a la identificación de los distintos procesos técnicos y las prácticas y los procedimientos organizativos existentes en la empresa, en relación con la prevención de riesgos laborales.
- d) La organización de la prevención en la empresa, indicando la modalidad preventiva elegida y los órganos de representación existentes.
- e) La política, los objetivos y metas que en materia preventiva pretende alcanzar la empresa, así como los recursos humanos, técnicos, materiales y económicos de los que va a disponer al efecto.

El Plan de Prevención debe ser aprobado por la dirección de la empresa, asumido por toda su estructura organizativa, en particular, por todos sus niveles jerárquicos y conocido por todos sus trabajadores

En la normativa no se especifica el tiempo máximo para la revisión, pero se determina que el Plan de Prevención debe adaptarse si se modifica o cambia algunos de los contenidos del mismo Lo que implica que debe ir elaborando permanentemente en un proceso de mejora continua

Los instrumentos esenciales para la gestión y aplicación del Plan de Prevención de Riesgos Laborales son la evaluación de riesgos y la planificación de la actividad preventiva.

Los Servicios de Prevención deben proporcionar a la empresa el apoyo y asesoramiento que se precise para el diseño, implantación y aplicación del Plan de Prevención que permita la integración de la prevención en la empresa. Además, los servicios de prevención tienen que hacer la valoración de la efectividad de la integración de la prevención de riesgos laborales en el sistema general de gestión de la empresa a través de la implantación y aplicación del Plan de prevención de riesgos laborales en relación con las actividades preventivas concertadas

4.2. Evaluaciones de riesgos.

La identificación y evaluación de los riesgos laborales se realiza a través de la denominada “Evaluación de Riesgos”.

La evaluación de riesgos se considera una herramienta de gestión preventiva básica para la gestión de la prevención en la organización. Esta debe ser actualizada cuando se den circunstancias como:

- Modificación de las condiciones de trabajo.
- Adopción de medidas correctoras.
- Resultados de las investigaciones de accidentes y enfermedades profesionales.
- Resultados de los controles ambientales periódicos.
- Modificación de los criterios de evaluación.
- Periodicidad establecida entre la empresa y los representantes de los trabajadores.
- Disposiciones específicas.

Las evaluaciones de riesgos deben ser realizadas por un Técnico de Prevención de nivel medio o superior, que debe estar integrado dentro de la empresa o de un Servicio de Prevención (ajeno propio o mancomunado).

Existen diversas metodologías para la evaluación de riesgos laborales; se deberá escoger la metodología que mejor se adapte a las circunstancias. Por ejemplo se pueden usar para las evaluaciones generales los métodos Binario del INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo) o el método W.T. FINE. Para evaluaciones de carácter higiénico, ergonómico o psicosocial convendrá utilizar métodos específicos adecuados a cada riesgo o situación.

Se deben tomar las medidas oportunas para favorecer la participación de los trabajadores en el proceso de evaluación, consultando el método de evaluación con los Delegados de Prevención, y fomentando su participación en la realización de las evaluaciones.

La evaluación de riesgos debe tener en cuenta todas las actividades realizadas en los centros de trabajo, tanto si son habituales como esporádicas, y una vez finalizadas deberán presentarse a la Dirección.

Los trabajadores deben recibir información sobre los resultados de la evaluación de riesgos laborales correspondientes a los trabajos que realice, instalaciones que visite... así como de las medidas de prevención y protección aplicables, mediante los canales de comunicación acordados con el Comité de Seguridad y Salud o con los Delegados de Prevención para hacerles llegar dicha información.

De forma adicional, los resultados de la evaluación y las medidas de prevención y protección aplicables deberían mantenerse a disposición de los trabajadores en los centros de trabajo, a fin de que puedan ser consultadas cuantas veces sea necesario.

4.3. Medidas preventivas y su planificación.

Cuando el resultado de la Evaluación indicada en el punto anterior ponga de manifiesto situaciones de riesgo, se deberán planificar las medidas preventivas que procedan con objeto de eliminar o controlar y reducir dichos riesgos, conforme a un orden de prioridades en función de su magnitud y número de trabajadores expuestos a los mismos.

En la definición y planificación de las medidas preventivas se deberá tener en cuenta la existencia, en su caso, de disposiciones legales relativas a riesgos específicos, así como los principios de acción preventiva señalados en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales:

1. *El empresario aplicará las medidas que integran el deber general de prevención previsto en el artículo anterior, con arreglo a los siguientes principios generales:*
 - a. *Evitar los riesgos*
 - b. *Evaluar los riesgos que no se puedan evitar*
 - c. *Combatir los riesgos en su origen*
 - d. *Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud*
 - e. *Tener en cuenta la evolución de la técnica*
 - f. *Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro*
 - g. *Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo*
 - h. *Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual*
 - i. *Dar las debidas instrucciones a los trabajadores*
2. *El empresario tomará en consideración las capacidades profesionales de los trabajadores en materia de seguridad y de salud en el momento de encomendarles las tareas.*
3. *El empresario adoptará las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.*
4. *La efectividad de las medidas preventivas deberá prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador. Para su adopción se tendrán en cuenta los riesgos adicionales que pudieran implicar determinadas medidas preventivas, las cuales sólo podrán adoptarse cuando la magnitud de dichos riesgos sea substancialmente inferior a la de los que se pretende controlar y no existan alternativas más seguras.*
5. *Podrán concertar operaciones de seguro que tengan como fin garantizar como ámbito de cobertura la previsión de riesgos derivados del trabajo, la empresa respecto de sus trabajadores, los trabajadores autónomos respecto a ellos mismos y las sociedades cooperativas respecto a sus socios cuya actividad consista en la prestación de su trabajo personal.*

La planificación de la actividad preventiva debe incluir los medios humanos y materiales necesarios, así como la asignación de los recursos económicos precisos para la consecución de los objetivos propuestos.

Igualmente deberán integrarse en la planificación de la actividad preventiva las medidas de emergencia y la vigilancia de la salud, así como la información y la formación de los trabajadores en materia preventiva y la coordinación de todos estos aspectos.

La actividad preventiva deberá planificarse para un período determinado, estableciendo las fases y prioridades de su desarrollo en función de la magnitud de los riesgos y del número de trabajadores expuestos a los mismos, así como su seguimiento y control periódico. En el caso de que el período en que se desarrolle la actividad preventiva sea superior a un año, deberá establecerse un programa anual de actividades

4.4. Normas y procedimientos generales, específicos y permisos de trabajo.

Para la realización de cualquier trabajo que puede entrañar riesgo existen recomendaciones preventivas. Las normas o procedimientos de seguridad son los documentos que recogen formalmente la manera obligada de actuar.

Los procedimientos son directrices, órdenes, instrucciones y consignas, que instruyen al personal que trabajan en una empresa sobre los riesgos que pueden presentarse en el desarrollo de una actividad y la forma de prevenirlos mediante actuaciones seguras. Interpretan y adaptan a cada necesidad las disposiciones y medidas que contenga la reglamentación oficial o las normas internas de la empresa.

La elaboración de procedimientos es especialmente importante cuando se deben prevenir riesgos graves, muy graves o mortales.

La existencia de un procedimiento no debe sustituir a otras medidas preventivas prioritarias para eliminar riesgos en las instalaciones (como la instalación de protecciones), ya que tienen un carácter complementario.

Para que sea eficaz, debe ser:

- Necesario: no se debe caer en el abuso, ya que un exceso de normas llevaría a la confusión, llegando a producir un efecto negativo y perjudicial. Un exceso de normas contribuye a que no se cumpla ninguna.
- Posible: deberá poder llevarse a la práctica con los medios de que se dispone.
- Claro: su contenido debe ser fácilmente comprensible para los que deban seguirla
- Concreto: Ser referida al tema del que es objeto (especialmente importante en los procedimientos específicos)
- Breve: su lectura deberá ser fácil y no engorrosa
- Aceptado: consensuada con quien deba cumplirla, para asegurar que es posible.
- Exigible: con delimitación precisa de las responsabilidades, si procede.
- Actual: las técnicas evolucionan, los procesos cambian, por ello toda norma debe ser renovada y puesta al día según la necesidad.

- Accesibles: el personal que deba aplicarlos tiene que tener conocimiento de los procedimientos y sus actualizaciones, y poder consultarlos en caso de necesidad.

Los procedimientos pueden ser:

- Generales: Van dirigidas a todo el centro de trabajo o a una amplia zona del mismo. O a trabajos con carácter general. Marcan o establecen las directrices de forma genérica.
- Particulares o específicas: Van dirigidas a actuaciones concretas. Señalan de forma muy detallada la manera en que se debe realizar una operación.

Algunos ejemplos de procedimientos pueden ser:

- Seguridad en espacios confinados y lugares peligrosos.
- Realización de operaciones de riesgo.
- Realización de trabajos en altura.
- Operaciones con riesgo eléctrico.
- Reparación en tuberías de fibrocemento.
- Trabajos con interferencias de cableado eléctrico.

Uno de los procedimientos principales para la gestión y mantenimiento del alcantarillado es el que especifica cómo se deben realizar los trabajos en espacios confinados y lugares con riesgos similares, y una de las herramientas básicas es la elaboración de un “permiso de trabajo” (también llamados “permiso de trabajo especial”, “permiso de trabajo seguro”, o “permiso de entrada” cuando hace referencia a Espacios Confinados).

El Permiso de Trabajo (PT) es un formulario escrito utilizado para controlar la realización de ciertos trabajos que han sido considerados como especialmente peligrosos. El PT no debe considerarse solo una autorización para realizar dichos trabajos, sino que es una herramienta para controlar que estos trabajos se lleven a cabo de manera segura. Se puede consultar más información sobre los PT en la NTP nº 30 (Nota Técnica de Prevención) del INSHT.

Al elaborar un PT, el responsable de autorizar el trabajo debe identificar y evaluar, previo al inicio de los trabajos, los riesgos derivados de la ejecución de las tareas, así como los propios del área donde se vayan a realizar los trabajos, y establecer y reflejar por escrito las medidas de seguridad que garanticen la integridad de los operarios y de las instalaciones (por ejemplo, aislamiento de zona de trabajos, señalización, bloqueo de elementos mecánicos, utilización de equipos de rescate...).

Se debe elaborar un PT diferente para cada trabajo o instalación visitada, con una duración máxima de un turno de trabajo, ya que las condiciones pueden cambiar, y con ellas lo indicado en el PT.

Con el PT el empresario cumple el deber de informar e instruir a los trabajadores de los riesgos existentes en las instalaciones y los que el trabajo aporta, y de notificar las medidas de seguridad que se deben aplicar, antes, durante y después de los trabajos. Además, mediante la firma de los implicados, se formalizan las responsabilidades de cada individuo en la ejecución de los trabajos.

En resumen, un PT es una evaluación de riesgos específica para una tarea específica, en un lugar concreto y en una fecha determinada. La elaboración de PT es ideal para la realización de tareas poco habituales que presentan riesgos importantes y que requiere la definición de medidas preventivas específicas para ser realizadas con seguridad.

Cuando una tarea se realiza de forma repetida, en unas condiciones determinadas que no varían según el momento, puede ser conveniente sustituir el uso de los PT por la elaboración de un Procedimiento de trabajo específico, que cubra para esa situación (tarea y lugar) los riesgos y las medidas preventivas a realizar.

La realización de PT para tareas repetidas realizadas en condiciones similares reduce la utilidad de esta medida, ya que el operario se acostumbra a que todos los PT sean iguales, y puede no ver la diferencia cuando reciba un PT para un trabajo poco habitual, que presente riesgos diferentes de los habituales.

La utilización de Permisos de Trabajo no es exclusiva de los accesos a espacios confinados, también se pueden utilizar para autorizar la realización de otros trabajos de especial peligrosidad, como trabajos en altura, con presencia eléctrica o trabajos en caliente o con presencia de inflamables (también llamados “permiso de fuego”)

4.5. Integración de la prevención en la empresa. OHSAS 18000.

Según establece la LPRL, “la prevención de riesgos laborales deberá integrarse en el sistema general de la empresa, tanto en el conjunto de sus actividades como en todos los niveles jerárquicos de ésta, a través de la implantación de un Plan de Prevención de Riesgos Laborales”. En la integración deben resolverse los posibles conflictos entre condicionantes preventivos y productivos

Por tanto se atribuye a todos los niveles de la organización la obligación de incluir la prevención en cualquier actividad que se realice u ordene y en todas las decisiones que se adopten. De este modo, la integración en un nivel jerárquico o unidad organizativa es aceptable, cuando sus funciones se llevan a cabo teniendo en cuenta los objetivos preventivos fijados previamente; y en una actividad concreta, cuando sus procedimientos de ejecución se realizan considerando todos aquellos requisitos que en materia preventiva sean necesarios, teniendo por supuesto las personas implicadas la información y formación debidas.

Al integrar la prevención en la empresa se debe conseguir que:

- En un cualquier nivel jerárquico/unidad organizativa del Sistema se han fijado sus funciones y se desempeñan teniendo en cuenta (los objetivos y principios preventivos).
- En cualquier actividad concreta, se han fijado sus procedimientos de ejecución y se aplican respetando los “requisitos preventivos” exigibles (no sólo productivos) y las personas que intervienen en su gestión/ejecución disponen de formación e información necesarias.

El grado de integración de la prevención en una unidad organizativa puede entenderse como el grado de autonomía que tiene para desarrollar sus funciones sin requerir la colaboración del Servicio de Prevención.

Como regla general de “mínimos”, la integración de la prevención en la unidad encargada de gestionar una determinada actividad debería incluir el control de su correcta ejecución y la comunicación al Servicio de Prevención (directamente o a través de un superior jerárquico) de cualquier previsión, cambio o incidente que deba serle consultado o del que deba ser informado. La ejecución se considera “correcta” cuando se cumple el procedimiento establecido (en el que se ha integrado la prevención) no solo en cuanto a la forma en que se desarrolla el trabajo sino también, en su caso, en cuanto a los requisitos que deben satisfacer las condiciones del trabajo y las del trabajador. Es el Plan de Prevención la herramienta mediante la que se integra la prevención en el sistema general de gestión de la empresa y se establece la política de prevención de riesgos laborales.

Es importante tener en cuenta que el diseño y desarrollo del sistema debería estar vinculado a los otros sistemas de gestión, como los de Calidad y Medio Ambiente. La integración de sistemas es conveniente por motivos de racionalización y simplificación de procedimientos y por la propia sinergia mutua que generan. Por tanto, es conveniente que el sistema documental sea unitario con el conjunto de sistemas de gestión existentes, integrando procedimientos únicos de actuación cuando ello sea posible, en Calidad, Prevención de Riesgos Laborales y Medio Ambiente (comunicación, formación, compras, sugerencias de mejora, tratamiento de las no conformidades, seguimiento y control de medidas correctoras, etc.)

En Prevención, al igual que en otros campos como Calidad Y Medio Ambiente, muchas empresas recurren (por motivos diversos) a sistemas de gestión normalizados de la Seguridad y Salud en el Trabajo con la finalidad de garantizar el cumplimiento de lo reglamentado, yendo incluso más allá de los mínimos establecidos, de disponer de elementos esenciales de eficacia, y de integrarse fácilmente con otros requisitos de gestión, que les ayudarán a lograr, junto a sus objetivos específicos de Seguridad y Salud en el Trabajo, sus objetivos estratégicos para la sostenibilidad. No obstante, y aunque los sistemas normalizados de gestión no son obligatorios, si suponen algunas ventajas.

El estándar internacional OHSAS 18001 es plenamente coherente con la legislación, constituyendo una de sus bases fundamentales, pero no debe darse por supuesto que su certificación haga innecesario o pueda suplirse el control de las obligaciones reglamentarias por la autoridad laboral. El estándar ayuda al cumplimiento legal, pero no lo exime. Aplicar tal estándar, que en varios aspectos va más allá de lo exigible legalmente, contribuye a que la prevención sea un valor de excelencia que ayude a racionalizar el sistema de gestión empresarial y actúe de manera sinérgica con los otros subsistemas de gestión con los que existen profundas vinculaciones que se podrán aprovechar y potenciar.

Algunas ventajas que aporta optar por un sistema normalizado, como el OHSAS 18001 son la de ofrecer un proceso bien estructurado en coherencia con los otros sistemas normalizados, ser un referente internacional, y tener la posibilidad de certificación, lo que es indudablemente una

garantía de calidad al poder demostrarse ante uno mismo y los demás el nivel de compromiso y desarrollo en esta materia. El estándar viene a facilitar el ordenamiento y sistematización de los elementos clave del sistema preventivo legalmente exigible en coherencia con los otros sistemas normalizados. Es por tanto lógico, que este estándar sea más fácil de implantar en empresas que ya tienen asumidas las normas ISO 9001 e ISO 14001, aunque puede resultar de interés implantarlo como marco de referencia sin plantearse su certificación como objetivo más inmediato.

La certificación de un sistema de gestión proporciona una demostración independiente de que el sistema de gestión de la organización: cumple los requisitos especificados, es capaz de lograr coherentemente su política y objetivos especificados, y está implementado de manera eficaz, aportando valor a la organización, clientes y partes interesadas. El valor de la certificación reside en el grado de confianza y fe pública que se logra con una evaluación imparcial y competente por una tercera parte.

El estándar OHSAS 18001:2007 establece los requisitos que debe cumplir un sistema gestión de seguridad y salud en el trabajo para que las organizaciones puedan controlar eficazmente los riesgos asociados con sus actividades, mejorando su desempeño de forma continua. OHSAS 18001 permite:

- Mejorar el desempeño de la gestión de la seguridad y salud en el trabajo y demostrar su compromiso con el cumplimiento de las exigencias de la legislación vigente.
- Identificar situaciones de emergencia potenciales, determinar deficiencias del sistema de gestión, y facilitar la integración de sistemas de gestión de la calidad, ambiental y de seguridad y salud en el trabajo.

4.6. Consulta y participación de los trabajadores.

Los trabajadores son pieza clave para la implantación de la prevención de riesgos laborales en la empresa.

Los trabajadores deben participar y ser consultados en la sistema de prevención de riesgos de la empresa desde la elaboración de la política preventiva donde la dirección de la empresa establece formalmente los principios en los que se basará el sistema de prevención de riesgos laborales de la empresa, y los compromisos que ésta asumirá para llevarlos a cabo.

La representación legal de los trabajadores en materia de seguridad y salud se canaliza a través de los delegados de prevención, designados por y entre los representantes del personal, y los comités de seguridad y salud en las empresas o centros de trabajo que cuenten con 50 o más trabajadores.

La información, consulta y participación de los trabajadores y sus representantes es necesario que se produzca en los aspectos siguientes:

- Metodología que se emplee para realizar la Evaluación de Riesgos y los plazos que se han de consensuar para su revisión ordinaria.

- Programa de formación.
- La constitución de los equipos de emergencia.
- El Plan de Prevención y sus revisiones.
- Adopción en la empresa de la modalidad organizativa en materia preventiva.
- Los cambios en la planificación y organización del trabajo en el centro o en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en lo relacionado con las consecuencias que pudieran tener para la seguridad y salud de los trabajadores, derivadas de la elección de los equipos, la determinación y adecuación de las condiciones de trabajo.
- La relación de puestos de trabajo en donde se determine que los reconocimientos médicos resultan obligatorios.
- La organización del trabajo en el centro de trabajo derivada de la concurrencia de otras empresas en el mismo en la medida que repercute en la seguridad y salud de los trabajadores por ellos representados (coordinación de actividades empresariales).
- Elección de los equipos de protección individual a adoptar. Es conveniente contar con la participación de los trabajadores en la elección de los equipos de protección individual para conseguir la mejor adecuación y ergonomía con las tareas a realizar.

Los Delegados de Prevención también deben tener competencias para:

- Acompañar a los Técnicos de Prevención en las evaluaciones de condiciones ambientales de trabajo.
- Conocer la ocurrencia de accidentes de trabajo en el momento en el que la empresa tiene conocimiento de los mismos para personarse en el lugar donde se ha producido y para conocer sus circunstancias.
- Tener acceso a la información y documentación relativa a las condiciones de trabajo (Evaluaciones de Riesgos, resultados de inspecciones de seguridad, Planificación de la Actividad Preventiva, Plan de Prevención, Memorias Anuales de actividad preventiva de los Servicios de Prevención Propio y/o Ajeno, Informes de evaluación de exposición a contaminantes, etc.)
- Realizar sus propias inspecciones de seguridad siempre y cuando no se altere el normal desarrollo del proceso productivo.

4.7. Organigrama de seguridad y salud. Recursos preventivos.

La empresa deberá establecer su modelo organizativo del sistema preventivo de acuerdo con lo recogido en la LPRL y en el RSP. En ellos se establecen los órganos que tienen responsabilidades en el ámbito de la seguridad y la salud (Servicios de prevención, Delegados de prevención y Comité de seguridad y salud). Pero además de la organización específica de la prevención, debe considerarse la organización general. Para ello habrá que definir funciones y responsabilidades.

La dirección de la organización debe definir documentalmente las responsabilidades del personal en todos los niveles jerárquicos tal como la reglamentación define: “el establecimiento de una acción de prevención de riesgos integrada en la empresa supone la implantación de un plan de prevención de riesgos que incluya la estructura organizativa, la definición de funciones, las

prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para llevar a cabo dicha acción”

El organigrama en materia de PRL es el documento que refleja cómo está organizada la empresa en esta materia facilitando y agilizando la implantación de medidas y sus responsables. La dirección debe elaborar y dar a conocer el organigrama de la empresa en materia de PRL a todos los trabajadores.

Existen diferentes modalidades de organización preventiva en función del número de trabajadores, de acuerdo a la reglamentación vigente, teniendo en cuenta que cada empresa elegirá la que se adapte a sus características, respetando en todo caso los mínimos.

Así, en función del número de trabajadores de la empresa, el empresario podrá optar por asumir personalmente la actividad preventiva (solo permitido en empresas de hasta 10 trabajadores), disponer de trabajadores designados (solo permitido en empresas de hasta 500 trabajadores), Servicio de Prevención Ajeno (permitido para todas las empresas) y Servicio de Prevención Propio o Mancomunado (solo permitido en empresas de más de 250 empleados)

Según el número de trabajadores de la empresa se determinará el número de delegados de prevención y la necesidad de constituir el Comité de Seguridad y Salud (empresas con más de 50 trabajadores)

De gran importancia para los trabajos de operación y mantenimiento de alcantarillado son los trabajadores designados como **recursos preventivos** dado que su presencia es obligada cuando se realizan actividades peligrosas o de riesgo especial, como son los trabajos en espacios confinados.

Puede ser Recurso Preventivo, uno o varios trabajadores designados de la empresa, uno o varios miembros del Servicio de Prevención de la empresa, uno o varios miembros del Servicio de Prevención Ajeno. El empresario podrá asignar esta función a uno o varios trabajadores que reúnan los conocimientos, cualificación, experiencia y tener la formación.

La formación necesaria es la de nivel básico. Para el sector Construcción la duración del curso será de 60 horas tal y como se especifica en el Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción.

Entre las funciones del Recurso Preventivo están:

- Vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas en relación con los riesgos derivados que determinan su presencia. Esta vigilancia incluye la comprobación de la eficacia de las actividades, adecuación de actividades a los riesgos no previstos y derivados de la situación que determina la necesidad de la presencia de los recursos preventivos.
- Cuando como resultado de la vigilancia, se observe un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, se darán las instrucciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas y se deberán poner tales circunstancias en

conocimiento del empresario para que éste adopte las medidas para corregir las deficiencias observadas si éstas no hubieran sido aún subsanadas.

- Cuando se observe ausencia, insuficiencia o falta de adecuación de las medidas preventivas, se deberán poner tales circunstancias en conocimiento del empresario, que procederá de manera inmediata a la adopción de las medidas necesarias para corregir las deficiencias y a la modificación de la planificación de la actividad preventiva y, en su caso, de la evaluación de los riesgos laborales.

El recurso preventivo deberá dedicar el tiempo que necesite para realizar su función. Además siempre que sea necesaria su presencia en el centro de trabajo, deberá permanecer en él hasta que las condiciones lo determinen.

Deberá designarse un Recurso Preventivo por cada contrata que exista en una obra. Todos ellos deberán colaborar entre sí y con la persona encargada de la coordinación de actividades preventivas. Si una obra o actividad existen varios subcontratistas y trabajadores autónomos la presencia del Recurso Preventivo es obligatoria para la empresa principal, que no puede traspasar sus funciones a una empresa subcontratada.

En los trabajos de operación y mantenimiento de alcantarillado, es recomendable disponer de un elevado número de trabajadores formados y designados como recursos preventivos, de tal forma que en cualquier momento, y en cumplimiento de sus funciones puedan vigilar la entrada a un espacio confinado. Es aconsejable que en todas las brigadas y equipos que habitualmente o de forma circunstancial deban realizar trabajos en espacios confinados tanto el oficial como la persona que lo supe en su ausencia por vacaciones o enfermedad estén designados como recursos preventivos.

En la entrada a un espacio confinado el Recurso preventivo realizará:

- La vigilancia presencial continua de forma presencial mientras dure la realización de las tareas en el espacio confinado.
- Hará efectivo el cumplimiento de las medidas preventivas que se determinen en los procedimientos de entrada a un espacio confinado.
- Facilitará y asegurará el rescate de los trabajadores que realizan sus trabajos en el interior del espacio confinado en caso de ser necesario el citado rescate.

4.8. Protocolo de actuación ante emergencias.

El artículo 20 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales establece que *“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”*. Estas medidas se suelen concretar en la elaboración de un Plan de Emergencia.

Así, un Plan de Emergencia (PE) se define como el conjunto de acciones ordenadas a realizar por el personal, en el supuesto de que se produzca una emergencia (situación no deseada e imprevista que puede poner en peligro la integridad física de las personas, dañar gravemente las instalaciones y afectar al medio ambiente, exigiendo una actuación rápida y/ o la evacuación de las personas). El objetivo final debe ser minimizar en lo posible los daños a terceros, al personal y a las instalaciones.

Cabe destacar el concepto de situación imprevista, ya que las situaciones previsibles (como el riesgo de inundación del lugar de trabajo, o la presencia de gases) deben ser evitadas mediante la aplicación de medidas preventivas adecuadas, tal como se comentará al final de este apartado.

Muchos PE indican solo las actuaciones a realizar en caso de incendio, sin embargo hay otras situaciones de riesgo potencial que se deben incluir, y en el caso de la operación y mantenimiento de redes de alcantarillado se debe tener en cuenta otras situaciones, entre las que podría haber:

- Accidente laboral en el interior de un espacio confinado o lugar de difícil acceso
- Explosión por presencia de gases inflamables
- Accidente por presencia de atmosferas peligrosas (gases tóxicos o deficiencia de oxígeno)
- Vertido de sustancias químicas al alcantarillado
- Inundación del espacio de trabajo
- Derrumbe de colectores

Para cada situación, el PE debe responder a las preguntas ¿qué se hará?, ¿cuándo se hará?, ¿cómo y dónde se hará? y ¿quién lo hará? Se debe tener en cuenta que a medida que se amplía el listado de posibles sucesos, aumenta el número de actuaciones posibles y se corre el riesgo de complicar el PE haciendo que no se aplique correctamente en caso de necesidad.

Se debe buscar un término medio entre eficacia y facilidad de aplicación, y se recomienda diferenciar la actuación del personal que se encuentra la emergencia (que están nerviosos y tienen que actuar rápidamente) de la del personal de apoyo, como el Jefe de Emergencias (que tiene un conocimiento superior de las diversas situaciones, conoce las diferentes opciones, y puede pensar con más claridad).

Así, lo ideal es que la parte del PE que corresponda al personal en general sea muy básico y sencillo, con unas directrices claras y determinadas, como llamar a un número determinado y/ a emergencias (112), y proceder a actuar contra la emergencia (apagar un fuego, atender a un herido, ponerse un equipo de respiración para efectuar un rescate...).

Por otro lado, el personal dedicado específicamente a la emergencia (que puede no encontrarse presente en el sitio de la emergencia) puede hacer las comunicaciones necesarias (al teléfono de emergencias, Dirección, departamento de prevención, equipos de apoyo...), designar recursos complementarios o realizar actuaciones específicas pensadas para cada emergencia en particular.

Para asegurar estar preparados en caso de una emergencia, el PE se debe entrenar, mediante simulacros periódicos. Conviene realizar simulacros de emergencias diversas, dando prioridad a aquellas que se vean más probables, o aquellas en que las consecuencias sean más graves (por número de personas afectadas o gravedad de las posibles lesiones).

Tal como se había adelantado, se debe diferenciar las situaciones de emergencia de aquellas situaciones que, pese a tener riesgos importantes, son previsibles, como sería la aparición de gases peligrosos mientras se realiza una inspección del alcantarillado, o el riesgo de aumento de caudal o nivel a causa de la lluvia. Aunque estas situaciones podrían desembocar en una emergencia (intoxicación por gases, explosión por presencia de metano, ahogamiento...) se deben establecer las medidas necesarias para que este tipo de emergencias sean extremadamente remotas. Así, en los ejemplos anteriores se podrían aplicar medidas como la utilización de equipos de izado y rescate (mediante trípode), equipos de aire, existencia de protocolos de previsión y aviso de lluvia, etc.

4.9. Revisión de equipos de protección y de trabajo.

La utilización, el almacenamiento, el mantenimiento, la limpieza, la desinfección cuando proceda y la reparación de los equipos de protección individual y ropa de trabajo deberán efectuarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Cuando la exposición del trabajador a agentes químicos o biológicos en el lugar de trabajo pueda generar la contaminación de la ropa de trabajo, la empresa deberá responsabilizarse de su limpieza, además de facilitar los medios para que la ropa potencialmente contaminada esté separada de otro tipo de ropa.

Los trabajadores son responsables de utilizar y cuidar correctamente los equipos de protección individual, así como de colocar el EPI después de su utilización en el lugar indicado para ello. También deberán informar de inmediato a su mando directo de cualquier defecto, anomalía o daño apreciado en el EPI utilizado que, a su juicio, pueda entrañar una pérdida de su eficacia protectora.

Los equipos e instalaciones de todas las empresas deben someterse a una serie de inspecciones y revisiones de mantenimiento que garanticen su correcto funcionamiento. Los principales tipos de revisiones periódicas son:

- Las inspecciones reglamentarias de seguridad industrial, que se derivan de los requisitos legales establecidos. Deben realizarlas empresas acreditadas o entidades autorizadas de inspección y control.
- Las revisiones periódicas, de instalaciones y equipos de trabajo que se corresponden con la necesidad de realizar un mantenimiento preventivo para garantizar la seguridad y la salud en el lugar de trabajo y en el uso de los equipos

Los mandos intermedios tienen que verificar que los equipos se encuentren en correcto estado y las actuaciones de mantenimiento se desarrollen de acuerdo a lo previsto, aplicándose los procedimientos de revisión con la frecuencia establecida. Además, cualquier trabajador que detecte un defecto o un indicio de avería de los equipos que utiliza, deberá comunicarlo inmediatamente a su mando directo.

Es imprescindible, para lograr una mayor efectividad, que las revisiones del trabajo formen parte del sistema de gestión de los riesgos asociados a los distintos puestos de trabajo. Para conseguir esto deben ser debidamente programadas, ejecutadas y evaluadas. Así pues, el empresario debe

contemplar estas revisiones e integrarlas en un Programa de Mantenimiento de los Equipos e Instalaciones.

Específicamente en la operación y mantenimiento de redes de alcantarillado debe prestarse una especial atención a:

- Equipos de respiración autónoma, en los cuales se comprobará antes de cada uso el buen estado general del equipo, el estado de la carga de aire y el periodo de validez de la revisión. Además se realizarán las revisiones periódicas recomendadas por el fabricante, generalmente anuales, debiendo disponer del certificado correspondiente. Los equipos se guardarán limpios y en lugares apropiados exentos de polvo y humedad, y alejados de la luz directa del sol o a altas temperaturas.
- Detectores de gases portátiles, en los cuales se comprobará antes de cada uso el buen estado general del aparato, el estado de carga de la batería, el funcionamiento de las alarmas y el periodo de validez de la calibración. Los equipos de detección se someterán a las revisiones y verificaciones periódicas recomendadas por el fabricante, de las cuales se conservará el certificado. Los equipos se guardarán limpios y en lugares apropiados exentos de polvo y humedad, así como alejados de la luz directa del sol o altas temperaturas.
- Trípodes de rescate con sistema anticaídas, deberá comprobarse antes del uso el buen estado general del equipo así como el correcto funcionamiento del sistema de bloqueo o de frenado de los dispositivos. Los equipos anticaídas se someterán a las revisiones y verificaciones periódicas recomendadas por el fabricante, de las cuales se conservará el certificado. Los equipos se guardarán en lugares apropiados exentos de polvo y humedad,
- Arnéses y elementos de anclaje. Deberá comprobarse antes del uso el buen estado general y la inexistencia de signos de degradación de los elementos metálicos o textiles. Los equipos anticaídas se someterán a las revisiones y verificaciones periódicas recomendadas por el fabricante, de las cuales se conservará el certificado. Tras el uso debe limpiarse adecuadamente sin emplear materiales agresivos químicos o mecánicos secándose al aire. Una vez limpios, se guardarán en locales de ambiente seco, con temperaturas moderadas, evitando el contacto con líquidos corrosivos, aceites, detergentes u objetos cortantes.
- Vehículos y equipos de limpieza. Debe seguirse un programa de mantenimiento fijado específicamente para cada vehículo y los equipos que incorpora. El plan debe contemplar revisiones diarias y semanales a realizar por los propios operadores del equipo y revisiones semestrales o anuales por personal especializado.

4.10. Coordinación de actividades empresariales.

Cuando en un centro de trabajo desarrollan su actividad trabajadores de dos o más empresas, éstas deben cooperar en la aplicación de la normativa de prevención de riesgos laborales. Las empresas intervinientes pueden ser:

- Empresas concurrentes son todas las empresas contratistas, subcontratistas o trabajadores autónomos que intervienen simultáneamente en el mismo centro de trabajo durante la ejecución de las actividades.

- Empresa Titular del centro de trabajo es la entidad que tiene la capacidad de poner a disposición y gestionar el centro de trabajo.
- Empresa Principal es la que contrata o subcontrata con otros la realización de obras o servicios correspondientes a su propia actividad y que se desarrolla en su propio centro de trabajo.

Una empresa gestora de la red de saneamiento actúa como empresario principal cuando contrata la realización de obras o servicios (limpieza) en la misma, actuando como empresa titular si no realiza contratación de los trabajos a efectuar en dicha red, sino que pone a disposición de un tercero.

El deber de coordinación y cooperación se aplica a todas las empresas y trabajadores autónomos que concurren en el centro de trabajo, existan o no relaciones jurídicas entre ellos. Existen tres tipos de concurrencia:

a) Concurrencia de trabajadores de varias empresas en un mismo centro de trabajo.

Cuando concurren empresarios en un centro de trabajo, cada empresario concurrente tiene la obligación de informar al resto de empresarios concurrentes de los riesgos específicos de su propia actividad que puedan afectar a los trabajadores de las otras empresas.

Esta información debe ser suficiente, y se proporcionará:

- Antes del inicio de las actividades.
- Cuando se produzca un cambio en las actividades concurrentes que sea relevante a efectos preventivos.
- Cuando se produzca un accidente de trabajo o una situación de emergencia que sea o pueda ser derivada de la concurrencia de actividades y/o afecte o pueda afectar a trabajadores de otras empresas.

La información tiene que ser por escrito siempre que alguna de las empresas genere riesgos graves o muy graves.

El empresario tiene que incluir en su evaluación de riesgos y en su planificación de la actividad preventiva la información que reciba del resto de empresarios concurrentes, así como trasladar a sus trabajadores esta información. Además, debe establecer los medios de coordinación necesarios y tiene que informar a sus trabajadores sobre los mismos.

Siempre que se desarrolle una actividad en un centro de trabajo donde también realicen actividades otras empresas se actúa como empresa concurrente.

b) Concurrencia de trabajadores de varias empresas en un centro de trabajo del que un empresario es titular.

Cuando concurren trabajadores de varias empresas en un centro de trabajo el empresario titular, además de cumplir sus obligaciones como empresa concurrente si dispone de trabajadores en el centro, tiene como obligaciones por ser empresa titular que informar y dar instrucciones a los empresarios concurrentes sobre los riesgos propios del centro de trabajo, medidas preventivas y medidas de emergencia a adoptar. Esta información debe ser suficiente, y se proporcionará cuando se produzca un accidente, situación de emergencia o cambio de actividades relevante a efectos preventivos

c) Concurrencia de trabajadores de varias empresas en un centro de trabajo cuando existe un empresario principal.

Cuando concurren trabajadores de varias empresas en un centro de trabajo del que el empresario principal, además de cumplir sus obligaciones como empresa concurrente si dispone de trabajadores en el centro, tiene las siguientes obligaciones como empresario principal:

- Informar y dar instrucciones a los empresarios concurrentes de los riesgos propios del centro de trabajo, medidas preventivas y de protección así como las medidas de emergencia a adoptar.
- Exigir a la empresa contratista y subcontratista, antes del inicio de la actividad, acreditación por escrito de haber realizado:
 - La evaluación de riesgos y la planificación de la actividad preventiva para los servicios contratados.
 - Haber cumplido con sus obligaciones en materia de información y formación a sus trabajadores.
- Vigilar el cumplimiento de la normativa por parte de los contratistas y subcontratistas.
- Si no existe empresario titular, debe tomar la iniciativa en el establecimiento de los medios de coordinación necesarios. Una vez establecidos, debe comprobar que las empresas concurrentes los aplican, así como la eficacia de los mismos.
- Incorporar en el libro de registro de contrata y subcontratas las medidas previstas para la coordinación de actividades preventivas (únicamente en el caso de que sean contrataciones o subcontrataciones de carácter duradero).

La iniciativa para el establecimiento de los medios de coordinación corresponde al empresario titular del centro de trabajo cuyos trabajadores desarrollen actividades en éste o, en su defecto, al empresario principal. Los medios de coordinación pueden ser varios si bien, con carácter general se utilizan normalmente el intercambio de información y de comunicaciones entre las empresas concurrentes y la celebración de reuniones periódicas entre las empresas concurrentes y la designación de una o más personas encargadas de la coordinación de las actividades preventivas

d) En las obras de construcción, en aplicación del RD 1627/1997, cuando en la ejecución intervenga más de una empresa se deberá designar de un **Coordinador de Seguridad y Salud**. Sus funciones serán la de organizar la coordinación de actividades empresariales, aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo, así como coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo y para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los

trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva regulados en la LPRL.

Con carácter general las empresas gestoras de la red de alcantarillado que realizan trabajos en ella, actúan como:

- Ante los clientes como empresa concurrente en su centro de trabajo (caso a)
- Ante los proveedores se actuará como empresa titular (caso b)
- Ante las empresas colaboradoras o contratistas que realicen servicios contratados por ella (caso c) como empresa principal.
- Ante las empresas colaboradoras o contratistas que realicen obras de construcción contratados por ella (caso d) como contrata principal.
- Ante empresas que realicen algún servicio u obra en nuestras instalaciones sin que sean contratadas por nosotros, como por ejemplo ejecución de acometidas de vertido o instalación de fibra óptica sin que dicho trabajo sea contratado por nuestra empresa (caso b) como empresa titular.
- Ante cualquier empresa cuando exista concurrencia de nuestra actividad con otra en cualquier centro de trabajo como empresa concurrente (caso a)

4.11. Formación e información de los trabajadores.

La información es un conjunto de datos organizados que permiten reducir la incertidumbre o aumentar el conocimiento, también se define como el proceso de transmisión de datos desde una a otra persona. La información en Prevención de Riesgos Laborales es el conjunto de instrucciones que necesita el trabajador para realizar su trabajo en un ambiente seguro.

El empresario debe garantizar la información a los trabajadores independientemente de su relación laboral ya sean indefinidos o de duración determinada y a los trabajadores autónomos que presten servicios a la empresa. Siempre debe darse en el momento de su contratación, ante cambios en las funciones desempeñadas y ante la introducción de nuevos equipos o tecnologías. La información deberá estar documentada figurando en ésta el nombre del trabajador y el puesto que ocupa en la empresa. La información podrá realizarse de forma verbal pero es preferible que se haga por escrito para que quede acreditado el cumplimiento de la información.

Esta información debe contener los riesgos generales y específicos de su puesto de trabajo, las medidas a adoptar y las medidas de emergencia. En la práctica se le entrega a cada trabajador una copia de la evaluación de riesgos de su puesto de trabajo y de los riesgos de la empresa con las medidas adoptadas.

Con la información a los trabajadores se pretende eliminar el desconocimiento y la desinformación, ya que un trabajador que está formado y domina su puesto y lugar de trabajo tiene menos riesgo de sufrir un accidente.

Para la información y formación preventiva puede seguirse el procedimiento del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene descrito en la Nota Técnica de Prevención NTP 559, en el cual se propone lo siguiente:

Información y formación preventiva inicial.

En el momento de su contratación, se entregará a todo trabajador de la empresa una copia de:

- Manual general de prevención y procedimientos de actuación en los que esté implicado
- Normas generales de prevención en la empresa.
- Plan de emergencia

El trabajador también será informado sobre los riesgos generales existentes y las medidas de prevención y protección aplicables a dichos riesgos, así como de las medidas de emergencia adoptadas.

Esta formación estará integrada dentro de la formación general de acogida en la empresa.

El trabajador deberá dejar constancia de que efectivamente ha recibido la información y la formación establecida, mediante la cumplimentación de los registros creados para dicho fin.

Información y formación preventiva específica del puesto de trabajo.

Independientemente de la información inicial recibida, el mando directo deberá informar al trabajador de los riesgos específicos del puesto de trabajo que ocupe.

El contenido de dicha información se desarrollará en función del puesto de trabajo. Se basará en las instrucciones de las máquinas y equipos, las fichas de seguridad de los productos que se utilicen, las normas de referencia y la legislación y reglamentación aplicable.

Para cada puesto de trabajo existente en la empresa se dispondrá de una hoja informativa en la que se indiquen claramente los riesgos específicos del puesto y las medidas y normas de seguridad adoptadas en cada caso. Este documento será actualizado periódicamente o cuando se produzcan cambios en la maquinaria, equipos, métodos de trabajo o tareas que tenga que llevar a cabo el trabajador, siempre que se modifiquen sustancialmente las condiciones de seguridad.

Es necesario dejar registro documental de esta acción mediante la cumplimentación de un documento creado para esta finalidad.

Los mandos intermedios impartirán también la formación específica del puesto de trabajo a los trabajadores a su cargo, incorporando los aspectos de seguridad y prevención necesarios para ejecutar de forma segura los trabajos y operaciones críticas propias de cada puesto. Para ello se utilizarán como base los procedimientos e instrucciones de trabajo de cada sección.

Para facilitar el desarrollo de la acción formativa en el puesto de trabajo se puede asignar a cada nuevo trabajador o en todo cambio que se produzca, un monitor de formación que puede ser un operario específicamente designado para esta función o el propio mando directo.

Información y formación preventiva continua.

Los directivos y los técnicos deberán asistir a las sesiones informativas y formativas que en materia de gestión preventiva se planifiquen en la empresa.

Los mandos intermedios deberán introducir temas de prevención de riesgos en las reuniones habituales de trabajo que se celebren, preguntando a los trabajadores si han detectado nuevas situaciones de riesgo o algún otro aspecto que sobre este tema resulte de interés.

De acuerdo a un programa anual establecido, se realizarán acciones formativas específicas sobre prevención de riesgos laborales en las que los mandos estarán implicados.

Los trabajadores también recibirán información y formación específica, teórica y práctica, cuando se incorporen en su sección nuevas tecnologías o sustancias que modifiquen de forma considerable las condiciones de seguridad y salud o los procedimientos y métodos de trabajo.

Mediante la observación del trabajo se controlará la eficacia de la acción formativa, velando para que los comportamientos en los puestos de trabajo y tareas sean siempre los correctos.

Programa de formación anual.

La dirección de la empresa establecerá anualmente un programa formativo en materia de prevención de riesgos laborales que, además, deberá estar integrado en el programa formativo general de la empresa.

Por tanto, la formación como norma general, se debe realizar en el momento de su contratación, ante cambios en las funciones desempeñadas y ante la introducción de nuevos equipos o tecnologías y debe ser recibida por todos los trabajadores de la empresa y se debe incluir a toda la cadena de mando. El empresario debe garantizar la formación a cada uno de los trabajadores cualquiera que sea su nivel organizativo, modalidad o duración del contrato.

La formación deberá impartirse dentro de la jornada de trabajo o fuera de ella, previa negociación con los trabajadores o representantes, ya que el tiempo dedicado a la formación se considera como tiempo de trabajo. La formación se puede impartir en la empresa o en las instalaciones del Servicio de Prevención Ajeno o Entidad Especializada, según lo tenga concertado. El coste de la formación será asumido por el empresario y no deberá recaer en ningún caso sobre el trabajador.

La formación en prevención que tenga algún trabajador realizada en otras empresas es válida si existe un certificado que acredite dicha formación. Si bien debe realizar una formación específica

basada en nuevas funciones y puesto de trabajo evitando la repetición de los contenidos. La formación que debe recibir un trabajador es obligatoria y no puede ser rechazada.

Es importante que los trabajadores tengan formación en medidas de emergencia y primeros auxilios. El empresario debe garantizar que cada trabajador recibe la formación en actuaciones en caso de emergencia ya que en la misma se definen las funciones que cada trabajador va a desarrollar, conocer el punto de reunión así como se deben realizar simulacros al menos, una vez al año y la formación en primeros auxilios consistirá en saber cómo actuar, pedir ayuda y realizar una correcta intervención sobre el accidentado.

La tarjeta profesional de la construcción es la que acredita la formación en materia de Prevención de Riesgos Laborales que deben poseer los trabajadores del sector de la construcción. Además, se acredita cualquier otro tipo de formación que haya recibido el trabajador, la categoría profesional, la experiencia en el sector y que ha sido sometido a los reconocimientos médicos (vigilancia de la salud), según lo estipulado en el convenio general del sector de la construcción. La ventaja para la empresa que tenga trabajadores con la TPC es que se certifica que los trabajadores disponen de una formación en materia de prevención.

La formación preventiva necesaria para los trabajadores que realizan sus tareas en la Red de Alcantarillado debe incluir la siguiente:

TEMAS	CONOCIMIENTOS BÁSICOS
Prevención de riesgos generales	Accidentes de tráfico, señalización viaria. Medios de acceso al fondo de los recintos. Consignas contra el riesgo de inundaciones repentinas. Manejo de equipos de alta presión. Manipulación de cargas. Equipos eléctricos en ambientes húmedos. Utilización correcta de equipos de protección individual.
Riesgos Biológicos y Prevención sanitaria	Enfermedades infecciosas, vías de transmisión y prevención. Desinfección de heridas. Hábitos de higiene personal. Ventajas e inconvenientes de la vacunación
Primeros auxilios y atención al accidentado	Cursillos de socorrismo: heridas, traumatismos, electrocuciones, quemaduras, etc. Técnicas de reanimación. Manejo de aparatos de reanimación.
Identificación de riesgos en espacios confinados	Atmosferas peligrosas, clases y causas de su formación. Riesgos debidos a la configuración de los espacios confinados. Riesgos debidos a los trabajos a realizar. Evaluación de riesgos previa a la entrada. Permisos de trabajo.
Evaluación de atmósferas	Manejo de aparatos de medición, prestaciones y limitaciones. Metódica de las mediciones.

peligrosas	Límites de contaminación máxima tolerable. Actuación en función de los resultados de la evaluación.
Ventilación de espacios confinados	Ventilación natural y forzada. Tipos de ventiladores. Metódica de la ventilación. Prácticas.
Protecciones individuales de las vías respiratorias	Equipos respiratorios aislantes y equipos filtrantes. Prestaciones y limitaciones. Prácticas de utilización.
Vigilancia y rescate de espacios confinados	Trascendencia de la vigilancia continuada. Comunicaciones interior-exterior y exterior centro asistencial. Solicitudes de auxilio, previsión y mensajes precisos. Procedimientos de rescate según las condiciones. Simulacros de rescate de accidentados en atmósferas peligrosas. Evacuación de emergencia, consignas y prácticas.

Adicionalmente, y con el fin de poder designar trabajadores como recursos preventivos es necesario que los mismos tengan una formación en Prevención de riesgos de nivel básico, que para el sector de la construcción es de 60 horas.

4.12. Vigilancia de la salud, investigación de accidentes y enfermedades profesionales.

4.12.1. Vigilancia de la Salud

La vigilancia de la salud comprende al conjunto de técnicas y actividades de carácter preventivo, desarrolladas por personal médico especializado que sirven para detectar a tiempo si el trabajador podría estar enfermando, para estudiar si las enfermedades tienen relación con el trabajo y para comprobar que las medidas preventivas que se están utilizando evitan el daño a los trabajadores.

El empresario debe ofrecer la vigilancia de la salud a todos los trabajadores. En el caso de trabajadores temporales puestos a disposición por ETT, esta debe de hacerse cargo de la vigilancia de la salud. Se incluyen además, los trabajadores menores de edad, trabajadoras en periodo de embarazo, lactancia y postparto así como a los trabajadores de empresas de trabajo temporal.

Los Reconocimientos de Salud, (también llamados Reconocimientos Médicos o Exámenes de Salud) es la técnica esencial de Vigilancia de la Salud, siendo el proceso mediante el cual se valora el estado de salud de los trabajadores en función de los riesgos a los que puedan estar sometidos por su puesto de trabajo, para ello se realizan un conjunto de pruebas y exploraciones médicas a tal fin. Los reconocimientos médicos pueden ser, según su periodicidad:

- Periódicos: Vigilancia de la Salud a intervalos periódicos
- Previo: Al ingreso
- Inicial: Al incorporarse al trabajo
- Después de la asignación de tareas específicas con nuevos riesgos para la salud

- Por cambio de puesto
- Al reanudarse el trabajo tras una ausencia prolongada por motivos de salud

Los Reconocimientos de Salud tienen que ser:

- Gratuitos para el trabajador: En modo alguno deberá recaer sobre el trabajador los gastos económicos derivados de la Vigilancia de la Salud
- Voluntarios, salvo excepciones recogidas por la ley.
- Adecuados al puesto: En ellos se aplican unos protocolos específicos de salud de forma individualizada en función de los riesgos específicos a los que esté sometido cada trabajador.

Los trabajos de mantenimiento que se realizan en las redes de alcantarillado conllevan una serie de riesgos para los trabajadores que los ejecutan. Es obligación del empresario el garantizar, a estos trabajadores, la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes a su puesto de trabajo, con el fin de detectar signos de enfermedades derivadas del trabajo y así poder tomar medidas para reducir la probabilidad de daños o alteraciones posteriores de la salud.

Esta vigilancia sólo podrá llevarse a cabo cuando el trabajador preste su consentimiento. De este carácter voluntario sólo se exceptuarán, previo informe de los representantes de los trabajadores:

- Los supuestos en los que la realización de los reconocimientos sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud de los trabajadores
- O para verificar si el estado de salud del trabajador puede constituir un peligro para él mismo, para los demás trabajadores o para otras personas relacionadas con la empresa
- O cuando así esté establecido en una disposición legal en relación con la protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad.

Siempre se optará por realizar las pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

Las medidas de vigilancia y control de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo por personal sanitario con competencia técnica, formación y capacidad acreditada y respetando siempre el derecho a la intimidad y a la dignidad de la persona y a la confidencialidad de toda la información relacionada con su estado de salud.

Los resultados de la Vigilancia de la Salud serán comunicados a los trabajadores afectados y en ningún caso podrán ser usados con fines discriminatorios ni en perjuicio del trabajador. El acceso a la información médica de carácter personal se limitará al personal sanitario (ya sea un Servicio de Prevención propio o ajeno) y a las Autoridades Sanitarias que lleven a cabo funciones de Vigilancia de la Salud de los trabajadores, no pudiendo facilitarse dicha información médica al empresario o a otras personas sin consentimiento expreso del trabajador.

El empresario y las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención serán informados de las conclusiones que se deriven de los reconocimientos efectuados en relación con la aptitud del trabajador para el desempeño del puesto de trabajo o con la necesidad de

introducir o mejorar las medidas de protección y prevención, a fin de que puedan desarrollar correctamente sus funciones en materia preventiva : Criterio de aptitud (Apto, No apto, Apto con Restricciones...) El empresario debe considerar el caso de que el trabajador sea “no apto” para retirarlo de su puesto de trabajo, valorándose la posibilidad de un cambio o adaptación del puesto de trabajo, o en caso extremo, la extinción de la relación laboral.

Los reconocimientos médicos que se realizan en Vigilancia de la Salud deben ser específicos, según el riesgo al que está sometido el trabajador, e individuales, es decir, se tiene en cuenta las características personales del trabajador o su situación de especial sensibilidad (Por ejemplo menores o mujeres embarazadas). Son los distintos protocolos de vigilancia de la salud los encargados de orientar a los profesionales de la salud laboral en la realización de los exámenes de salud específicos. Con estos procedimientos se busca conseguir que, independientemente del equipo sanitario encargado de la realización de los reconocimientos médicos, las actividades, pruebas y exploraciones sean las mismas para los trabajadores con puestos de trabajo similares o expuestos a riesgos parecidos.

En el caso específico de los trabajadores que realizan su actividad laboral en el de mantenimiento de las redes de alcantarillado, según los riesgos a los que están sometidos, sería de aplicación los siguientes protocolos específicos de salud:

- Amianto: Protocolo de Vigilancia de la Salud para los Trabajadores expuestos a Amianto.
 - Materiales: Asbestos, Amianto, Crisolitos, Anfíboles.
 - Efectos en la Salud: Asbestosis, mesotelioma pleural o peritoneal, cáncer de pulmón...
 - Trabajadores afectados en red de alcantarillado: Aquellos que manipulen tuberías de fibrocemento, todos los que manipulen (Corten) amianto, aunque sea una sola vez en toda su vida laboral.
 - Reconocimiento Médico: Antes de empezar a trabajar en el puesto, periódicamente y tras haber cesado la actividad (post-ocupacionales). Realización de pruebas específicas (Rx, espirometría)
- Agentes Biológicos:
 - Materiales: Microorganismos susceptibles de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad.
 - Efectos sobre la Salud: Depende del microorganismo, de las características propias del trabajador y de su nivel de inmunidad: Efectos infecciosos, irritativos, tóxicos, inmunológicos, genéticos...
 - Trabajadores afectados en red de alcantarillado: Todos aquellos que realizando sus funciones de mantenimiento en red puedan llegar a tener contacto con aguas residuales.
 - Reconocimiento Médico: Antes de empezar a trabajar en el puesto, periódicamente y tras un contacto accidental. Realización de pruebas específicas.
 - Vacunas: Establece la obligatoriedad del empresario de ofertar las vacunas específicas a los trabajadores de forma totalmente gratuita, que protegerán al trabajador desarrollando inmunidad propia y específica
- Ruido:

- Materiales: Entendiendo Ruido como sonido agresivos o contaminantes no deseado fruto de la mecanización e industrialización.
- Efectos sobre la Salud: Sordera, hipoacusia, alteraciones del sueño, acúfenos, vértigos...
- Trabajadores afectados en red de alcantarillado: Todos aquellos que realizando sus funciones de mantenimiento en red puedan llegar a manipular maquinaria propia de obras (compresor, martillo neumático...)
- Reconocimiento Médico: Antes de empezar a trabajar en el puesto y periódicamente dependiendo del nivel de ruido. Contiene pruebas específicas (Audiometría, Weber, Rinne)
- Manipulación Manual de Cargas:
 - Materiales: Sujeción, arrastre, levantamiento, tracción, empuje o transporte de una carga por parte de uno o varios trabajadores.
 - Efectos sobre la Salud: Fundamentalmente riesgos dorsolumbares, aunque también hernias, contracturas, fracturas, trastornos vasomotores...
 - Trabajadores afectados en red de alcantarillado: Todos aquellos que realizando sus funciones de mantenimiento en red puedan llegar a manipular cargas
 - Reconocimiento Médico: Antes de empezar a trabajar en el puesto y periódicamente. Contiene pruebas y exploraciones médicas específicas
- Posturas Forzadas:
 - Posición antinatural o forzada que genera hiperextensiones, hiperflexiones y/o hiperrotaciones osteoarticulares.
 - Efectos sobre la Salud: Lesiones por sobrecarga y fatiga en músculos, tendones y articulaciones. Dolor, cansancio,
 - Trabajadores afectados en red de alcantarillado: Todos aquellos que realizando sus funciones en red, por las características específicas de la misma, deban acceder a espacios confinados y/o reducidos para realizar sus funciones de mantenimiento.
 - Reconocimiento Médico: Antes de empezar a trabajar en el puesto y periódicamente. Contiene pruebas y exploraciones médicas específicas.
- Neuropatías por Presión:
 - Materiales: Por el uso de determinadas maquinarias, manejo de cargas y/o determinados movimientos repetitivos
 - Efectos sobre la Salud: Lesiones sobre nervio (mediano, cubital, radial, poplíteo...) Dolor, parestesias, hipoestesias, pérdida de fuerza
 - Trabajadores afectados en red de alcantarillado: Todos aquellos que realizando sus funciones en red, manejen determinada maquinaria, adquieran determinadas posturas.
 - Reconocimiento Médico: Antes de empezar a trabajar en el puesto y periódicamente. Contiene pruebas y exploraciones médicas específicas.

En los trabajos en redes de alcantarillado es importante la vacunación del personal cuyo fin es proteger individualmente a los trabajadores expuestos a enfermedades infecciosas, en función de los riesgos específicos de su puesto de trabajo, desarrollando inmunidad propia y específica. Se indica de forma personalizada y es totalmente gratuita para el trabajador, debiendo ser

administrada por el personal sanitario bajo indicación médica. Para trabajos con aguas residuales, debido al Riesgo Biológico sería recomendable administrar las vacunas de la Vacuna Anti Hepatitis A, Vacuna Anti Hepatitis B, Vacuna Antitetánica-Difteria y la Vacuna de la Salmonella

4.12.2. Investigación de accidentes

El empresario tiene la obligación de “investigar los hechos que hayan producido un daño para la salud de los trabajadores, a fin de detectar las causas de estos hechos”. Es decir, todos los accidentes de trabajo serán investigados con el objetivo de determinar las circunstancias en las que ocurrieron y evitar que puedan volver a ocurrir accidentes similares.

Se consideran accidentes laborales cuando:

- El trabajador sufre una lesión corporal. Entendiendo por lesión todo daño o detrimento corporal causado por una herida, golpe o enfermedad.
- El trabajador ejecuta una labor por cuenta ajena, o por cuenta propia en el caso de los autónomos.
- El accidente es con ocasión o porque existe una relación de causalidad directa entre trabajo-lesión, es decir, aquellas lesiones sufridas durante el tiempo y en el lugar de trabajo, y como consecuencia del trabajo.
- El accidente es producido con ocasión de las tareas desarrolladas aunque sean distintas de las habituales.
- El accidente se produce in itinere (en el desplazamiento entre su domicilio y el lugar de trabajo) o en misión (en el trayecto que tenga que realizar un trabajador para cumplir con una actividad encomendada por la empresa)

El procedimiento normal de actuación en caso de accidentes sería:

- Para accidentes de trabajo de carácter leve, el trabajador debe disponer de material de primeros auxilios necesarios para hacer una pequeña cura.
- Cuando la situación lo requiera, el trabajador acudirá al centro médico de la Mutua que la empresa tenga concertada, informando previamente de ello a su responsable directo.
- Excepcionalmente el accidentado puede ser trasladado en primera instancia al centro de salud más cercano en las siguientes situaciones:
 - Casos de urgencia. Se entiende que hay urgencia cuando la condición de salud o cuadro clínico implique riesgo vital y/o secuela funcional grave para la persona.
 - Cuando la cercanía del lugar donde ocurrió el accidente y su gravedad así lo requieran.
 - En tal caso, debe de ponerse en contacto lo antes posible con la Mutua concertada para informarle del accidente.

El empresario tiene la obligación de notificar todos los accidentes con baja en el plazo de cinco días al Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. En el caso de accidentes graves, muy graves o que ocasionen fallecimiento y aquellos en que afecten a más de 4 trabajadores, se debe comunicar el hecho en el plazo de 24 horas a la Autoridad Laboral de la provincia donde haya ocurrido el accidente.

El empresario tiene la obligación de investigar todos los accidentes, siendo una infracción grave no llevar a cabo una investigación en caso de producirse daños a la salud de los trabajadores o de tener indicios de que las medidas preventivas son insuficientes.

La investigación de accidentes se realizará en primera instancia por el mando inmediato del trabajador asesorado por el departamento de prevención en la empresa (si lo hubiera). Si participa el Servicio de Prevención Ajeno, deberá hacerlo siempre en colaboración con la empresa.

Los pasos que se pueden seguir al realizar la investigación de un accidente de trabajo son:

- a. Recogida de información y descripción del accidente.
- b. Análisis de las causas.
- c. Evaluación y propuesta de medidas correctoras.
- d. Informe interno de investigación de accidentes que deberá recoger la siguiente información:
 1. Datos del trabajador.
 2. Datos del suceso.
 3. Datos de la investigación.
 4. Causas del accidente de trabajo.
 5. Medidas preventivas propuestas.
- e. Revisión de la evaluación de riesgos y de la planificación preventiva en la medida que proceda.

4.12.3. Enfermedades profesionales

La enfermedad profesional es el deterioro lento y paulatino de la salud del trabajador, producido por una exposición crónica a situaciones adversas, sean éstas producidas por el ambiente en que se desarrolla el trabajo o por la forma en que éste está organizado.

Los aspectos más importantes de las enfermedades profesionales son:

- Suele tratarse de un proceso largo a diferencia del accidente de trabajo.
- La relación causa-efecto, se establece por la conexión entre un ambiente de trabajo, la actividad que se realiza y por la presencia de ciertos agentes que son los causantes, en última instancia, de la enfermedad.

Las enfermedades del trabajo son las enfermedades comunes que tienen como causa el desempeño del trabajo son denominadas “enfermedades del trabajo” y reciben el trato legal de accidente de trabajo.

Según el RD 1299/2006, sobre enfermedades profesionales, establece en su anexo I un cuadro con seis grandes grupos de enfermedades profesionales.

- a. Enfermedades profesionales causadas por agentes químicos.
- b. Enfermedades profesionales causadas por agentes físicos.
- c. Enfermedades profesionales causadas por agentes biológicos.

- d. Enfermedades profesionales provocadas por la inhalación de sustancias y agentes no incluidos anteriormente.
- e. Enfermedades profesionales de la piel causadas por sustancias y agentes no comprendidos en alguno de los apartados anteriores.
- f. Enfermedades profesionales causadas por agentes cancerígenos.

5. ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES.

Una de las especificidades del trabajo en las redes de alcantarillado y sus instalaciones es el de las condiciones de accesibilidad y peligrosidad del espacio de trabajo. Este capítulo estará dedicado a las características de las instalaciones del alcantarillado que definen su riesgo potencial y a las diversas formas de acceso a las mismas.

5.1. Espacios confinados.

La NTP 223 define espacio confinado como «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 en oxígeno, y que no está concebido para una ocupación continuada por parte del trabajador».

Debido a la amplitud de lo que puede considerarse como un EE.CC. no puede establecerse una lista cerrada, a continuación se indica un inventario no exhaustivo a modo de guía:

- Pozos de bombeo de aguas residuales
- Fosas sépticas
- Tanques de almacenamiento
- Depósitos
- Calderas
- Silos

Las especiales características de los trabajos desarrollados en espacios confinados y la gravedad de los accidentes tanto de la/s persona/s que ejecutan el trabajo como de aquellas que auxilian en un primer momento sin las medidas de seguridad necesarias, nos lleva a la necesidad de adoptar unas medidas de prevención y protección especiales.

Los riesgos en estos espacios no se limitan a la aparición de una atmósfera peligrosa, ya que además de la escasez de oxígeno y acumulación de sustancias tóxicas o inflamables, existen también riesgos adicionales por las características físicas del mismo. Al no ser lugares diseñados para la ocupación de trabajadores, presentan en numerosas ocasiones dificultad en la realización del trabajo por: espacio reducido con adopción de posturas de trabajo incómodas; riesgo de caídas a distinto nivel durante el acceso y salida, o desplazamiento debido a desniveles a veces no visibles; caídas al mismo nivel por resbalones ocasionados por fangos, charcos de agua, restos de combustibles, etc.; iluminación deficiente; dificultades de comunicación entre en interior y el exterior del recinto, etc.

El Real Decreto 486/1997 sobre Lugares de Trabajo, en el anexo IA Condiciones generales de seguridad en los lugares de trabajo, punto 2.3 Espacios de trabajo y zonas peligrosas, indica «El acceso de trabajadores autorizados a zonas peligrosas de los lugares de trabajo, donde su seguridad pueda verse afectada por distintos riesgos, exigirá una evaluación previa de dichos riesgos y la adopción de las medidas de control precisas para protegerlos». Así pues, estos trabajos requerirán una evaluación específica de los riesgos presentes en el acceso, permanencia

y salida de dichos espacios. Cuando los resultados de la evaluación lo hagan necesario, las medidas preventivas y de protección que se deben adoptar se deberán recoger en un procedimiento de trabajo, en el que conste el trabajo que hay que realizar, quién o quiénes deben realizarlo, cuáles son las medidas de prevención y protección a adoptar en cada etapa del trabajo y qué registros hay que cumplimentar para evidenciar que se han cumplido dichas medidas. En estas zonas es importante adoptar las medidas necesarias para impedir que los trabajadores no autorizados puedan acceder a ellas».

En relación con la evaluación de riesgos específica el Art. 5.2 del R.D. 39/97 indica «La evaluación incluirá la realización de las mediciones, análisis o ensayos que se consideren necesarios». En normativas específicas que pueden afectar a espacios confinados se prevé expresamente la medición de las condiciones ambientales.

Otra referencia específica en la normativa a los trabajos en espacios confinados, podemos hallarla en la Ley 604/2006, de reforma del R.D. 39/1997, Artículo 22 bis. Presencia de los recursos preventivos apartados 1 y 2: «...la presencia en el centro de trabajo de los recursos preventivos, cualquiera que sea la modalidad de organización de dichos recursos, será necesaria en los siguientes casos: ... b. cuando se realicen las siguientes actividades o procesos peligrosos o con riesgos especiales: ... 4.Trabajos en espacios confinados... La presencia de tales recursos deberá quedar determinada en la planificación de la actividad preventiva».

5.1.1. Riesgos y medidas de prevención

Reducción de las entradas a EE.CC.

La prevención más eficaz es la proporcionada por los medios técnicos que permiten la realización de los trabajos de mantenimiento, limpieza, extracción o información sin necesidad de entrar a estos recintos. Ejemplos: instalación de equipos en espacios confinados que se puedan mantener desde el exterior, cámaras de televisión fijas o portátiles que sirven para la vigilancia de colectores o para información de redes, camiones de saneamiento “CIS”, uso exhaustivo de accesorios de limpieza, herramientas manuales o mecánicas con longitudes de brazo adecuadas (limpieza y extracción de residuo de sifones de regadío), equipos motorizados para la evacuación y elevación de rejillas de retención de sólidos...

Información sobre los recintos de EE.CC

Es muy importante disponer de la máxima información posible sobre los espacios a visitar para lo cual se debe elaborar un registro con el listado de espacios confinados de las instalaciones, donde se reúnan datos fundamentales como:

- Incidencias
- Proximidad de líneas de conducción de gas, electricidad, etc.
- Posibilidad de inundaciones súbitas debido a agentes externos: estaciones de bombeo, depósitos de agua, piscinas, etc.
- Depuradoras (EDAR, ETAP)

- Posibles vertidos peligrosos en zonas de vertidos industriales: gasolineras, mataderos, etc.
- Características de accesos y configuración del recinto (lugar de trabajo)

Catalogación de recintos

La información obtenida con los parámetros del apartado anterior puede servir para realizar una clasificación de diferentes categorías de EE.CC. en función de los riesgos detectados, y así mismo realizar procedimientos de entrada acordes a cada una de las categoría clasificada.

Riesgos

Para poder controlar los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores en un Espacio confinado será necesario previamente conocer y valorarlos con la mayor precisión posible.

A continuación se exponen los riesgos más característicos y orígenes más comunes, atendiendo a la siguiente clasificación:

- ✓ Riesgos de exposición a atmósferas peligrosas.
- ✓ Riesgos de agentes mecánicos y físicos.
- ✓ Riesgos de agentes biológicos, transmisores de patologías infecciosas fácilmente presentes en ámbitos afectados por aguas residuales.

Riesgos de exposición a atmósferas peligrosas

Riesgo de asfixia por insuficiencia de oxígeno	
Atmosferas asfixiantes debidas al propio recinto	
Causas más comunes de la disminución del oxígeno	Lugares con mayor riesgo
<ul style="list-style-type: none"> - Consumo de oxígeno en fermentaciones y descomposiciones biológicas aerobias de materia orgánica. - Desplazamiento del oxígeno por el CO₂ desprendido en estos mismos procesos, así como por aguas subterráneas carbonatadas. - Absorción del oxígeno por el agua. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recintos con ventilación escasa, especialmente los húmedos, incluso con aguas limpias: Pozos, arquetas, depósitos, cámaras subterráneas, fosos sépticos y de purines.
Atmosferas asfixiantes debidas al trabajo realizado	
Causas más comunes de la disminución del oxígeno	Lugares con mayor riesgo
<ul style="list-style-type: none"> - Liberación de conductos obstruidos. - Removido o pisado de lodos. - Empleo de gases inertes: nitrógeno, CO₂, 	<ul style="list-style-type: none"> - Cualquier recinto en el que la liberación se efectúe cerca de las vías respiratorias del operante.

<ul style="list-style-type: none"> argón, etc. - La propia respiración humana. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recintos con ventilación insuficiente, incluso en galerías y colectores. - Recintos extremadamente reducidos.
Atmosferas asfixiantes debidas al entorno del recinto	
Causas más comunes de la disminución del oxígeno	Lugares con mayor riesgo
<ul style="list-style-type: none"> - Reacciones químicas de oxidación. - Desplazamiento del oxígeno por otros gases. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recintos afectados por vertidos industriales. - Recintos comunicados por conducciones de gas.

Riesgo explosión e incendio	
Atmosferas explosivas debidas al propio recinto	
Causas más comunes de la disminución del oxígeno	Lugares con mayor riesgo
<ul style="list-style-type: none"> - Descomposición de materia orgánica con desprendimiento de gas metano. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fosos sépticos y de purines. - Recintos comunicados con vertederos de residuos sólidos urbanos. - Instalaciones de depuración de aguas residuales.
Atmosferas explosivas debidas al trabajo realizado	
Causas más comunes de la generación de atmósfera explosiva	Lugares con mayor riesgo
<ul style="list-style-type: none"> - Sobreoxigenación por fugas o excedentes de oxígeno en trabajos de oxicorte, soldadura oxiacetilénica y similares. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cualquier recinto sin la ventilación correspondiente a estos procesos. -
Atmosferas explosivas debidas al entorno del recinto	
Causas más comunes de la generación de atmósfera explosiva	Lugares con mayor riesgo
<ul style="list-style-type: none"> - Filtraciones de conducciones de gases combustibles: gas natural, gas ciudad, etc. - Filtraciones y vertidos de productos inflamables: combustibles de automoción, disolventes orgánicos, pinturas, etc. - Emanaciones de metano procedentes del terreno. 	<ul style="list-style-type: none"> - Zonas urbanas con red de distribución de gas ciudad, gas natural, propano, butano, etc. - Recintos próximos a instalaciones de producción, almacenamiento y distribución de gas combustible. - Recintos próximos o afectados por gasolineras, almacenes de productos químicos, talleres de pintura, polígonos

	<p>industriales, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recintos afectados por ciertos terrenos, como los carboníferos.
--	---

Riesgo de intoxicación por inhalación de contaminantes	
Atmosferas tóxicas debidas al propio recinto	
Causas más comunes de la generación de atmósfera tóxica	Lugares con mayor riesgo
<ul style="list-style-type: none"> - Descomposición biológica de materia orgánica con formación de sulfuro de hidrógeno (SH₂), anhídrido carbónico (CO₂), amoníaco (NH₃), etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fosos sépticos y de purines. - Recintos mal ventilados con aguas residuales, especialmente si hay restos de animales: mataderos, pescaderías, granjas, curtidoras, etc., o vegetales: almacenes y zonas de carga y descarga de grano, industrias papeleras, etc.
Atmosferas tóxicas debidas al trabajo realizado	
Causas más comunes de la generación de atmósfera tóxica	Lugares con mayor riesgo
<ul style="list-style-type: none"> - Difusión de gases tóxicos al liberar conductos obstruidos, principalmente SH₂. - Removido o pisado de lodos con gases tóxicos ocluidos, principalmente SH₂. - Procesos con desprendimiento de contaminantes: soldadura, pintura, limpieza con disolvente, corte con esmeriladoras, especialmente de materiales de fibrocemento con amianto, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cualquier recinto en el que la liberación se efectúe cerca de las vías respiratorias del operante. - Recintos con ventilación insuficiente. - Cualquier recinto sin la ventilación correspondiente a estos procesos. - Cualquier recinto cuando se utilizan motores de combustión en su interior o en las proximidades de su boca de entrada.
Atmosferas tóxicas debidas al entorno del recinto	
Causas más comunes de la generación de atmósfera tóxica	Lugares con mayor riesgo
<ul style="list-style-type: none"> - Filtraciones de monóxido de carbono de conducciones de gas ciudad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recintos en zonas urbanas con conducciones de gas ciudad.
<ul style="list-style-type: none"> - Gases de combustión procedentes de filtraciones o comunicación con conductos de evacuación de sistemas de ventilación en garajes, calderas de calefacción, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recintos en comunicación con este tipo de instalaciones.
<ul style="list-style-type: none"> - Contaminantes diversos procedentes de vertidos incontrolados: disolventes, ácidos, 	<ul style="list-style-type: none"> - Recintos de redes de aguas residuales, especialmente en las proximidades de

álcalis, residuos de procesos químicos.	talleres y polígonos industriales.
- Contaminantes formados por reacciones químicas accidentales: Ácido cianhídrico (cianuros + ácidos); Sulfuro de hidrógeno (sulfuros + ácidos); Arsenamina (arsénico + hidrógeno naciente); etc.	- Recintos próximos a industrias químicas y polígonos industriales.

Riesgos de agentes mecánicos y físicos

Riesgos debidos a la configuración del lugar de trabajo	
Riesgos	Causas
- Atropello por vehículos	- Tráfico rodado.
- Caídas a distinto nivel	- Escaleras fijas con: - Primeros o últimos pates difícilmente alcanzables. - Pates en mal estado. - Ausencia de parte de los pates. - Pates deslizantes por agua o lodo. - Escaleras portátiles inseguras, inestables o mal ancladas. - Bocas de entrada sin protección.
- Caídas de objetos	- Materiales y equipos depositados junto a las bocas de entrada y durante su transporte al interior o al exterior
- Proyección de fragmentos o partículas	- Apertura de tapas con restos de tierra o óxido
- Atrapamientos	- Por apertura y/o cierre de tapas
- Posturas desfavorables y sobreesfuerzos	- Espacios angostos. - Tapas de cierre pesadas.
- Caídas al mismo nivel	- Superficies deslizantes, irregulares o inundables.
- Asfixia por inmersión o ahogamiento	- Inundación del recinto por: - Lluvias. - Mareas marinas. - Equipos de bombeo. - Desagües masivos: vaciado de piscinas; estaciones de depuración de agua; limpieza de grandes reactores y depósitos, etc. - Caída en recintos inundados.
- Golpes, cortes y punciones. Pisadas sobre objetos	- Presencia de todo tipo de residuos: cascotes, vidrios, objetos metálicos, etc. - Paredes y techos irregulares, con reducido

	espacio para el tránsito.
- Agresiones de animales	- Presencia de roedores, reptiles, arácnidos, insectos, etc.
- Electrocuaciones	- Utilización de luminarias, herramientas y equipos eléctricos, en lugares húmedos.
Riesgos debidos al trabajo realizado	
Trabajo a realizar	Riesgos más característicos y causas
- Limpieza mecanizada con camión de saneamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Accidentes de tráfico. - Golpes y caídas al subir o bajar del camión. - Golpes y atrapamientos con los equipos enrolladores y mangueras. - Golpes y proyecciones por rotura de las mangueras de presión. - Golpes y proyecciones en el manejo de las mangueras de presión y sus boquillas auxiliares acoplables (toberas). - Ruido y vibraciones en el manejo de la pistola rociadora. - Exposición a temperaturas extremas (caso climatología desfavorable)
- Limpieza manual	<ul style="list-style-type: none"> - Golpes, cortes y punciones, con materiales y herramientas. - Posturas desfavorables y sobreesfuerzos en la retirada de residuos. - Exposición a temperaturas extremas (caso climatología desfavorable)
- Obras de reparación de galerías, colectores, conductos, etc.	<ul style="list-style-type: none"> - Enterramiento y golpes por desprendimiento de bóvedas, paredes, etc. - Golpes y sobreesfuerzos en el manejo y transporte de materiales de construcción. - Sobreesfuerzos, golpes, vibraciones y ruido en el manejo de martillos neumáticos. - Cortes, proyecciones, ruido, polvo y vibraciones en el manejo de esmeriles portátiles. - Electrocuaciones en los montajes eléctricos y manejo de herramientas y equipos eléctricos. Exposición a temperaturas extremas (caso climatología desfavorable) -
- Instalación y mantenimiento de equipos de bombeo, válvulas de paso, compuertas,	<ul style="list-style-type: none"> - Golpes por caída y manejo de equipos. - Golpes y cortes en el manejo de

etc.	<p>herramientas manuales.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sobreesfuerzos por manejo de elementos pesados. - Electrocuaciones en los montajes eléctricos y manejo de herramientas y equipos eléctricos.
------	---

Riesgos de agentes biológicos, transmisores de patologías infecciosas fácilmente presentes en ámbitos afectados por aguas residuales




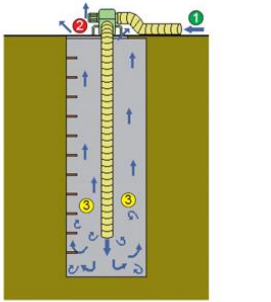
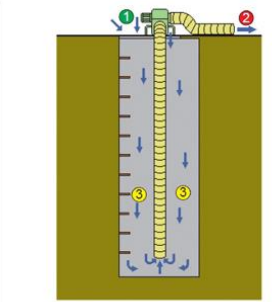

Riesgo de infecciones	
Enfermedades transmisibles	Modos de transmisión más comunes en el alcantarillado
- Tétanos	- Penetración a través de heridas y quemaduras.
- Hepatitis víricas tipos A y E, Salmonelosis, Diarreas coliformes	- Ingestión de agua o alimentos contaminados, principalmente por contactos con aguas fecales.
- Leptospirosis	<ul style="list-style-type: none"> - Contacto con aguas contaminadas por deyecciones de roedores, principalmente a través de heridas y de las mucosas de los ojos, nariz y boca. - Ingestión de alimentos contaminados. - Inhalación de gotículas contaminadas.
- Hepatitis víricas tipos B, C y D - Sida	- Heridas con objetos contaminados por fluidos corporales, principalmente jeringuillas.
- Tuberculosis, Brucelosis	<ul style="list-style-type: none"> - En alcantarillado directamente afectado por mataderos, establos, granjas, etc. - Contacto de la piel y mucosas con restos de animales infectados. - Contacto e inhalación de gotículas contaminadas.
- Infección de heridas	- Contacto con microorganismos patógenos.



Medidas de prevención contra riesgos

Una vez conocidos y valorados los riesgos existentes, corresponde aplicar las contramedidas que nos eliminen o en su defecto reduzcan cualquier tipo de riesgo.

A continuación se hace una exposición general de algunas medidas de prevención aplicables para los controles que se han desarrollado en el apartado anterior.

Prevención de los riesgos de exposición a atmósferas peligrosas

	Medidas de prevención básicas
	<p>1º. Siempre que los medios técnicos lo permitan, realizar los trabajos desde el exterior del Espacio Confinado.</p>
	<p>2º. Establecer por escrito Procedimientos de Trabajo o Permisos de Entrada, en los que se indique las prevenciones concretas a adoptar en cada intervención.</p>
	<p>3º. Antes de entrar en un Espacio Confinado, evaluar las condiciones de explosividad, contenido de oxígeno y toxicidad de su atmósfera interior, y proceder en consecuencia. Como norma general esta valoración deberá continuarse mientras dure la permanencia en el recinto.</p>
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="252 1173 523 1473">  <p>Fig. A: Ventilación forzada por soplado</p> </div> <div data-bbox="529 1173 801 1473">  <p>Fig. B: Ventilación forzada por aspiración</p> </div> </div>	<p>4º. Antes de entrar y mientras permanezca personal en el interior, ventilar adecuadamente el recinto, reforzando la ventilación natural con equipos de ventilación forzada, siempre que sea necesario.</p>
	<p>5º. Si la evaluación de los riesgos lo recomienda, el personal que acceda al Espacio Confinado irá equipado con equipos de respiración autónomos y/o semiautónomos.</p>

	<p>6º. Mantener de forma permanente personal de vigilancia en el exterior, con preparación y equipo suficiente para prestar ayuda y lograr un rescate eficaz en caso de emergencia en el interior.</p>
	<p>7º. Evacuar inmediatamente el recinto cuando se observen las primeras señales de alarma tanto por los aparatos de medición, como por síntomas fisiológicos de malestar, indisposición, sensación de calor, etc., o como por cualquier otra causa que indique la propia experiencia.</p>

Prevención de los riesgos debidos a agentes mecánicos y físicos

Riesgos	Protecciones colectivas
<ul style="list-style-type: none"> - Accidentes de tráfico 	<ul style="list-style-type: none"> - Equipos para la señalización del tráfico diurno y nocturno: conos reflectantes, vallas, señales de tráfico, balizas, luminarias de protección ,etc.
<ul style="list-style-type: none"> - Caídas a distinto nivel 	<ul style="list-style-type: none"> - Barandillas, defensas, rejillas, etc., para la protección de bocas de entrada. - Escaleras fijas y portátiles seguras y estables. Las escalas colgantes de cuerda con peldaños de madera o similares, deben desecharse como equipos de trabajo. - Estribos y tramos portátiles o escamoteables, acoplables a la parte superior de las escaleras fijas, para facilitar el alcance de los primeros pates. - Reubicación correcta de los primeros y últimos pates para que permitan su acceso fácilmente.
<ul style="list-style-type: none"> - Caídas de objetos y sobreesfuerzos 	<ul style="list-style-type: none"> - Defensas alrededor de las bocas de entrada. - Dispositivos para la bajada y subida de equipos y materiales que eviten su transporte manual. - Herramientas adecuadas para la apertura y cierre de las tapas de registro.
<ul style="list-style-type: none"> - Caídas al mismo nivel 	<ul style="list-style-type: none"> - Barandillas o elementos corridos de sujeción. - Varas de tanteo para suelos inundados.
<ul style="list-style-type: none"> - Asfixia por inmersión y ahogamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Prohibición de entrada en días de lluvia. - Información meteorológica sobre posibles lluvias.

	<ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de aviso en caso de riesgo de incremento de caudal en alcantarillado. - Cierre de compuertas de entrada en depósitos. - Coordinación con los servicios de mantenimiento de instalaciones que puedan incidir súbitamente en los recintos visitados.
- Golpes, cortes y punciones	- Empleo exhaustivo de las boquillas acoplables a las mangueras de alta presión del camión de saneamiento: limpiadoras, perforadoras, ladrillo, teja, etc., y de la manguera de succión.
- Lesiones por el equipo de alta presión	- Seguir correctamente las instrucciones de utilización y mantenimiento indicadas por el fabricante de los equipos: manejo de los mandos de los grupos de presión y succión, carrete de recogida, revisiones periódicas, etc.
- Agresiones de animales	- Campañas periódicas de desratización, desinsectación, etc.
- Electrocuaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Utilización de herramientas neumáticas o hidráulicas siempre que sea posible. - Las luminarias y equipos eléctricos portátiles deben estar protegidos de acuerdo con el Reglamento electrotécnico para baja tensión (generalmente, mediante tensiones de 24 voltios en continua, 36 voltios en alterna, o separación de circuitos).
- Desprendimiento de estructuras	- Entibación y apuntalamiento de bóvedas y paredes.

Equipos de protección individual		
Clase	Equipo	Tipo de protección que deben ofrecer
- Contra caída de alturas	- Sistema anticaídas	- Contra caídas de altura en ascensos y descensos verticales.
- De cabeza	- Cascos	<ul style="list-style-type: none"> - Contra caída de objetos sobre la cabeza. - Contra golpes contra elementos fijos o móviles.
- De ojos y cara	- Gafas y pantallas faciales	<ul style="list-style-type: none"> - Contra proyecciones y salpicaduras de agua. - Contra proyecciones de partículas, en función del trabajo realizado. - Contra nieblas de aguas residuales producidas por elementos singulares.
- De oídos	- Protectores	- Contra el ruido.

	auditivos	
- De manos y brazo	- Guantes	<ul style="list-style-type: none"> - Contra golpes, cortes y punciones. - Contra el agua y productos químicos. - Contra microorganismos (riesgos biológicos). - Contra vibraciones.
- De pies y pernas	- Calzado	<ul style="list-style-type: none"> - Contra el agua. - Contra golpes y caídas de objetos. - Contra la perforación de la suela. - Contra el deslizamiento.
- De cuerpo entero	- Vestuario	<ul style="list-style-type: none"> - Contra el agua. - Contra atropellos de vehículos (alta visibilidad). - Contra ahogamientos (chalecos salvavidas). - Equipos de salvamento mediante izado (arneses, lazos y cuerdas).

Prevención de los riesgos debidos a agentes biológicos

Prevención de enfermedades infecciosas	
- Protecciones personales	<ul style="list-style-type: none"> - Protección contra el contacto con aguas y elementos contaminados mediante: - Guantes, calzado y vestuario impermeable. - Pantallas faciales y gafas contra salpicaduras. - Protección contra heridas: - Guantes contra cortes y punciones. - Calzado contra la perforación de la suela.
- Instalaciones de aseo	<ul style="list-style-type: none"> - Duchas y lavabos con agua caliente en los locales del centro de trabajo. - Depósitos con agua potable para aseo personal en los vehículos de trabajo. - Vestuarios con taquillas separadas para la ropa de trabajo y de calle. - Utilización de jabones con antisépticos dérmicos. - Servicio de lavado de la ropa de trabajo y los equipos de protección.
- Botiquines de primeros auxilios	<ul style="list-style-type: none"> - Botiquines fijos en los centros de trabajo y portátiles en los vehículos con: - Disoluciones desinfectantes para la piel y para los ojos.

	<ul style="list-style-type: none"> - Parches impermeables para cubrir heridas y rozaduras.
<ul style="list-style-type: none"> - Hábitos personales 	<ul style="list-style-type: none"> - Lavado de manos y cara antes de comer, beber o fumar. - Aseo personal antes de abandonar el trabajo.
<ul style="list-style-type: none"> - Control de animales transmisores 	<ul style="list-style-type: none"> - Campañas periódicas de lucha contra roedores. - Programas de desinsectación en depuradoras de aguas residuales y similares.
<ul style="list-style-type: none"> - Vacunaciones 	<ul style="list-style-type: none"> - Cuando exista riesgo por exposición a agentes biológicos para los que haya vacunas eficaces, éstas deberán ponerse a disposición de los trabajadores, informándoles de las ventajas e inconvenientes de la vacunación. - Las vacunas recomendadas en actividades en contacto con aguas residuales son la Antitetánica y las de las Hepatitis A y B.
<ul style="list-style-type: none"> - Formación 	<ul style="list-style-type: none"> - Información médica sobre agentes infecciosos, presencia y modos de transmisión. - Educación sanitaria: aseo personal, desinfección de heridas, ojos, equipos, etc.

5.1.2. El permiso de trabajo

Tal como se ha comentado en el apartado “Normas y procedimientos generales, específicos y permisos de trabajo”, una herramienta muy útil para la seguridad en el acceso a los espacios confinados es el permiso de trabajo. Este es un documento en el que un “autorizante” debe indicar los peligros del área y como hay que controlarlos, incluyendo una lista de las medidas de seguridad. Antes de que se entre en el área cubierta por el permiso, el supervisor, (que llamaremos “Responsable de entrada”) tendrá que controlar si el personal que quiere entrar ha realizado todos los pasos necesarios, una vez que el supervisor ha visto que se han tomados todas las medidas firmara el permiso.

El permiso de trabajo deberá contener:

- **Información general:** Los permisos deberán contener el área de permiso que cubre, la intención y fecha de entrada, tiempo de vigencia de la autorización, la relación de nombres que son autorizados a entrar, el nombre del ayudante que vigilará el área de trabajo y el supervisor, los peligros que existen en el área de trabajo, los métodos de control, las condiciones necesarias para entrar, los resultados de los exámenes de

atmósfera, números de emergencias, métodos autorizados de comunicación entre el supervisor y trabajador, los equipos necesarios, información adicional y otros permisos.

- **Información de peligros asociados al espacio confinado:** Se indican los peligros atmosféricos presentes o en potencia, además de incluir las medidas para poderlos controlar.

A continuación se muestra un ejemplo de permiso de trabajo. Existen muchos formatos diferentes, y se debe buscar el que mejor se adapte a la actividad y los riesgos.

PERMISO DE TRABAJO

The diagram shows a 'PERMISO DE TRABAJO' form with several sections highlighted by colored callouts:

- Datos sobre el trabajo a realizar:** Points to the top section containing fields for 'Descripción del trabajo a realizar', 'Ubicación de trabajo', 'Fecha', 'Hora', 'Módulo', 'Sector', and 'Riesgo'.
- Requisitos exigidos para poder realizar el trabajo (Autorizante):** Points to the middle section where the authorizing officer lists required safety measures and equipment.
- Cumplimiento de los requisitos por parte de los trabajadores (Responsable de entrada):** Points to the section where the entry supervisor confirms compliance with the requirements.
- Observaciones:** Points to the section for additional notes or observations.
- Incidencias o emergencias:** Points to the bottom section for reporting any incidents or emergencies.

5.1.3. Fases y equipos imprescindibles

Evaluación de la peligrosidad de la atmosfera interior

Para determinar las condiciones en las que debe efectuarse la entrada en un espacio confinado, es preciso conocer ciertos datos básicos sobre la composición de su atmósfera interior que nos permitan determinar su grado de peligrosidad.

Las mediciones de la concentración ambiental de gases y vapores que es necesario realizar, requieren una cierta preparación técnica del personal que las vaya a realizar, y un cuidado exquisito de los equipos de medición, si se pretende que los resultados obtenidos sean suficientemente fiables.

A continuación se muestran los principios básicos:

- Antes de proceder a las mediciones, efectuar las comprobaciones previas de los aparatos de medida, acreditando que éstos han realizado las revisiones conforme a lo que la ley exige.

- Realizar las mediciones desde una zona segura: exterior o punto ya valorado como no peligroso. Si no es posible, realizar las mediciones con equipo respiratorio aislante, salvo que exista riesgo de explosión en cuyo caso se postergará la medición hasta corregir esta condición.
- Seguir el siguiente orden en las mediciones: contenido de oxígeno; explosividad y toxicidad.
- Las mediciones se realizarán a distintas profundidades para evaluar el contenido de los distintos gases peligrosos que pueden encontrarse a diferentes niveles.

Evaluación previa a la entrada:

- Abrir la tapa del recinto para introducir el detector de gases que será portátil. Tomar medidas con una sonda o descolgar el aparato medidor mediante cuerdas y tomar medidas a distintos niveles.
- Esperar a que las lecturas se estabilicen, respetando siempre los tiempos de respuesta de los sensores.
- Ante cualquier duda o incoherencia en la lectura de resultados, repetir las mediciones.
- Regla básica: Cualquier condición peligrosa detectada en la evaluación inicial, obliga a extremar las prevenciones durante toda la permanencia en el recinto, aún después de haberla corregido.
- Es conveniente que los datos obtenidos en las mediciones se reflejen en el Permiso de Trabajo.

Evaluación continuada durante la permanencia en EE.CC.:

- Mantener los aparatos de medición en funcionamiento continuo en el interior del recinto.
- Cuando se alcance cualquier nivel de alarma, abandonar inmediatamente el recinto.



Detector de 4 gases (O₂, H₂S, CO, LEL)

Ventilación del espacio confinado

La ventilación de los espacios confinados, quizá la técnica de control más intuitiva, constituye una medida fundamental de prevención, tanto por la relativa sencillez de su aplicación como por su eficacia.

Esto es así, aún en el caso de que las evaluaciones del ambiente interior de resultados satisfactorios, ya que existe la posibilidad de que:

- Estén presentes o se generen contaminantes peligrosos inesperados o difícilmente detectables con los instrumentos de medida habituales.
- El ambiente se degrade con tal rapidez que los aparatos de medida no puedan alertar con suficiente antelación.
- Se produzcan errores en las mediciones por manejo incorrecto de los instrumentos de medida, fallo en su funcionamiento, incorrecciones en la metódica seguida, etc.

En la medida de lo posible favorecer siempre lo máximo posible la ventilación natural del recinto, teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones y limitaciones dependiendo del tipo de recinto:

Recintos aislados: Pozos de bombeo, pozos de registro, etc.	
- Modo de aplicación	<ul style="list-style-type: none"> - Antes de entrar, abrir la tapa y respetar un tiempo de espera adecuado, teniendo en cuenta las características del recinto y el movimiento del aire en el exterior. - Durante la permanencia, mantener la boca de entrada libre de obstáculos que dificulten la circulación del aire.
- Limitaciones	<ul style="list-style-type: none"> - La ventilación está condicionada decisivamente por las condiciones atmosféricas del exterior, fundamentalmente por la temperatura y la intensidad del viento. - Las capas inferiores del recinto pueden permanecer intactas, especialmente la temperatura exterior es superior a la interior, y si hay acumulaciones de gases o vapores más pesados que el aire, tales como anhídrido carbónico, vapores de gasolinas y disolventes orgánicos, etc. - En general no deben esperarse ventilaciones eficaces por este sistema, ni aún en recintos considerados habitualmente como poco profundos, del orden de los 2 ó 3 metros de altura, ya que este tipo de ventilación no da garantía de eficacia.
Recintos comunicados: galerías, colectores, pozos de acceso, etc.	
- Modo de aplicación	<ul style="list-style-type: none"> - Antes de entrar y durante la permanencia en el interior, mantener abiertas las tapas de registro que influyan en el recinto visitado, al menos la anterior y posterior además de la del propio recinto.
- Limitaciones	<ul style="list-style-type: none"> - La ventilación está condicionada por el trazado de la red y sus dimensiones. - En los pozos de acceso a la red pueden existir corrientes de aire, tanto descendentes de aire limpio, como ascendentes de aire contaminado.

Aplicar ventilación forzada siempre que:

- La ventilación natural no sea suficientemente satisfactoria.
- Los resultados de las evaluaciones ambientales así lo aconsejen.
- En general, siempre que suponga una mejora significativa de la calidad del ambiente interior.

La ventilación debe abarcar todos los puntos del recinto donde pueda haber exposición continuada o circunstancial, sin olvidar las zonas más bajas del mismo.

- El aire introducido en el recinto durante la ventilación, debe ser de calidad respirable.
- No ventilar nunca con oxígeno, debido al riesgo de incendio que implica.
- Tener en cuenta que un mismo ventilador proporciona caudales de aire más reducidos a medida que se aumenta la longitud de las mangueras acopladas a él.
- Comprobar la ventilación realmente existente.
- Comprobar la eficacia de la ventilación establecida mediante la evaluación continuada de peligrosidad de la atmósfera interior.
- Evitar que el sistema de ventilación impida una evacuación rápida.



Detalle de ventilación forzada

Protección individual respiratoria

En la actividad de mantenimiento de redes de alcantarillado puede darse la circunstancia de que los riesgos de asfixia o intoxicación, no puedan controlarse totalmente con la aplicación de las medidas técnicas descritas en los apartados anteriores, por lo que en estos casos resultará necesario recurrir a las protecciones individuales de las vías respiratorias.

Estos y otros factores conducen a la necesidad de conocer los diferentes tipos de protección respiratoria existentes, con sus prestaciones y limitaciones, para poder seleccionar el equipo más adecuado en cada situación.

Finalmente decir que, como puede deducirse de lo expuesto, las características de la actividad pueden exigir que los elementos de protección respiratoria formen parte del equipamiento normal de trabajo.

Los equipos de protección respiratoria se clasifican según la atmósfera, pueden ser:

- Filtrantes (dependiente de la atmósfera):
 - o Físico
 - o Químicos
 - o Mixtos
- Aislantes (independientes de la atmósfera):
 - o De circuito abierto:
 - Semiautónomo:
 - Presión positiva
 - Presión normal
 - Autónomo:
 - Presión positiva
 - Presión normal
 - o De circuito cerrado:
 - Con adición de oxígeno
 - Por regeneración química

Se puede hacer una clasificación de los equipos de protección respiratoria adicional en función del tipo de aplicación en las redes de alcantarillado que se requiera, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Clases de equipo	Aplicaciones preferentes en las redes de alcantarillado
- Equipos filtrantes	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajos, en los que únicamente se precise protección respiratoria frente a: - Polvo y fibras, especialmente en abrasión y corte de materiales de fibrocemento con amianto. - Aerosoles acuosos: limpieza con agua a presión, salpicaduras, etc. - Olores desagradables.
- Equipos respiratorios aislantes semiautónomos	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajos en los que se precise protección respiratoria, caracterizados por: <ul style="list-style-type: none"> - Baja necesidad de desplazamientos. - Proximidad a las bocas de acceso. - Elevado esfuerzo muscular. - Posturas desfavorables. - Duración prolongada. - Situaciones donde no sea posible utilizar los equipos respiratorios autónomos.
- Equipos respiratorios aislantes autónomos	<ul style="list-style-type: none"> - Operaciones de rescate y auxilio de accidentados por asfixia o intoxicación. - Trabajos en los que se precise protección respiratoria, caracterizados por: <ul style="list-style-type: none"> - Elevada necesidad de desplazamientos. - Lejanía de las bocas de acceso.

	<ul style="list-style-type: none"> - Bajo esfuerzo muscular. - Accesos y permanencias sin dificultades de espacio. - Cortas duraciones. - Situaciones donde no sea posible utilizar los equipos respiratorios semiautónomos.
- Equipos de evacuación	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajos o permanencias en atmósferas interiores evaluadas inicialmente como aceptables, en previsión de degradaciones súbitas o inesperadas. - Recorrido de galerías y colectores en los que en principio no se precisen equipos respiratorios. - Como reserva de emergencia cuando se utilizan equipos respiratorios aislantes.

Para el uso de este tipo de equipos conviene tener en cuenta las siguientes precauciones:

- Advertencias generales	<ul style="list-style-type: none"> - Antes de su uso consultar atentamente el “marcado” y las “instrucciones de uso” que acompañan a los equipos, especialmente en lo relativo a: <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad o no para enfrentarse a atmósferas altamente tóxicas o inmediatamente peligrosas para la vida. - Comprobaciones previas a la utilización. - Selección del adaptador facial más adecuado, y ajuste del mismo.
- Preparación del usuario	<ul style="list-style-type: none"> - La utilización de equipos respiratorios exige un entrenamiento previo, teórico y práctico, de los usuarios. - Comprobar la aptitud física mediante exámenes médicos previos y periódicos.
- Suministro de aire	<ul style="list-style-type: none"> - El aire aportado debe ser de calidad respirable. - En los equipos semiautónomos, asegurarse siempre de que la fuente de captación no está afectada por gases de motores de combustión de vehículos, compresores, motobombas, etc., ni por el aire extraído del recinto durante su ventilación. - Revisar y reponer adecuadamente los elementos de filtrado y depuración del aire de suministro. - En los equipos semiautónomos, vigilar constantemente el funcionamiento y estado del equipo de suministro de aire: fuente y tubos de aporte. - En los equipos autónomos, tener en cuenta la autonomía prevista y el tiempo de salida desde el aviso de nivel bajo de aire.
- Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Designar personal capacitado para la planificación y

	seguimiento del mantenimiento de los equipos. - Seguir estrictamente las instrucciones de mantenimiento dadas por el fabricante.
--	---

Equipos filtrantes

Las características principales son:

- El usuario respira el aire que le rodea después de atravesar un filtro que retiene sus impurezas.
- No protegen contra la deficiencia de oxígeno.
- Están diseñados para la protección contra atmósferas con concentraciones moderadas de contaminantes previamente identificados.
- El tiempo de protección está limitado por la capacidad de retención del filtro.

Se usará mascarilla desechable para eliminar olores desagradables (gases y vapores) del aire de ambiente mediante la filtración de partículas, se usará para la limpieza de redes de alcantarillado en superficie.

ERA: Equipo de Respiración Autónoma

Los equipos de aire comprimido para protección respiratoria cumplen la norma UNE EN-137 y los requisitos de la directiva europea 89/686/CE, BSEN133. El equipo llevará marca CE y el certificado del tipo CE Nº 960202.

Los equipos de respiración autónoma se pueden clasificar en función de si utilizan mezcla atmosférica o no (helio e hidrógeno), estos últimos son indicados para aplicaciones concretas de buceo en profundidad.

Los equipos con mezcla atmosférica se basan en que el usuario es portador de una reserva atmosférica, comprimida en un cilindro metálico a fin de almacenar la mayor cantidad de aire. Esta reserva de aire es inspirada y expulsada al exterior por medio de un juego de válvulas que evitan que pueda ser respirada la atmósfera contaminada.

Su funcionamiento puede ser por demanda (o presión normal) o por sobrepresión (o presión positiva).

Cuando el funcionamiento es por demanda o presión normal, el usuario realiza la inspiración generando una depresión sobre la membrana, descompensando el balancín y produciendo un flujo de aire hacia el interior de la máscara y se detiene cuando el usuario finaliza la inspiración. Cuando el funcionamiento es por sobrepresión o presión positiva, el mecanismo es el mismo que en los equipos a demanda, con la única diferencia de que el aire penetra en la máscara hasta que se equilibra a 3-4 milibar de sobrepresión, que corresponde tanto al tarado del pulmóautomático como al de la válvula exhaladora, que se tara a la misma sobrepresión ya que de lo contrario se originaría una fuga constante de aire. El regulador de presión positiva siempre equilibra la presión

interior de la máscara, garantizando de esta forma que ante cualquier pérdida de hermeticidad seguirá aportando aire constantemente hasta un caudal de 400 l/m, parándose dicho caudal cuando se recupere la hermeticidad o se termine el suministro de aire. El grado de seguridad es más alto que en los de presión normal, ya que en caso de desvanecimiento del usuario seguirá respirando con un pequeño esfuerzo de inspiración.

El uso de los equipos de sobrepresión es en aquellos trabajos que se realizan con riesgos de contaminación tóxica y radiactiva, ya que bastan con que entren pequeñas cantidades de contaminantes en el interior para causar daños irreversibles. Son idóneos para intervenciones de duración media, muy frecuentes, y con cualquier condición ambiental.

Los equipos de protección respiratoria utilizados en combinaciones homologadas de pulmoautomático, máscara y botella proveen al usuario de protección independiente respiratoria trabajando en atmósferas contaminadas o con falta de oxígeno.

La duración del equipo depende de la capacidad de volumen de la botella elegida y la tasa de respiración del usuario.



Esquema equipo autónomo.

El método para estimación de la duración de la botella es:

$$\frac{\text{Vol. Botella [litros]} \times \text{Presión [bar]}}{\text{Capacidad pulmonar de aire respirable} \left[\frac{\text{litros}}{\text{minuto}} \right]} = \text{minutos de duración de botella}$$

El consumo de aire, se eleva al aumentar la intensidad de trabajo, así se puede gastar desde 15 litros/minuto en reposo hasta 90 litros/minuto en trabajo pesado, aunque la capacidad pulmonar de aire respirable suele estimarse como 30 l/min para trabajo normal y 40 l/min para trabajo forzado.

Ejemplo 1: duración de botella de 6 litros a 200 bar realizando trabajo normal = 30 minutos

Ejemplo 2: duración de botella de 6 litros a 200 bar realizando trabajo forzado = 20 minutos

Ejemplo 3: duración de botella de 6 litros a 300 bar realizando trabajo normal = 45 minutos

Ejemplo 4: duración de botella de 6 litros a 300 bar realizando trabajo forzado = 30 minutos

Las ventajas que presentan este tipo de equipos son:

- Autonomía de funcionamiento
- Alta fiabilidad
- Sencillez de manejo y posibilidad de reutilización
- Suministro de aire en perfectas condiciones de temperatura y humedad
- Confort de uso

Equipo de Respiración Semiautónoma

Son los que obtienen el aire del exterior por medio de una manguera, con ello el usuario puede estar en la zona contaminada ilimitadamente gracias a que el aire respirable procede de una batería de botellas o de un compresor o bomba de aire.

El equipo está compuesto de:

- Botella, compresor o bomba de aire (cualquier fuente de aire)
- Manorreductor
- Filtro cuando el abastecimiento de aire lo proporciona un compresor
- Línea (manguera) que no podrá superar los 90 metros de longitud
- Cinturón de soporte
- Pulmoautomático
- Máscara

Las ventajas que presentan este tipo de equipos son:

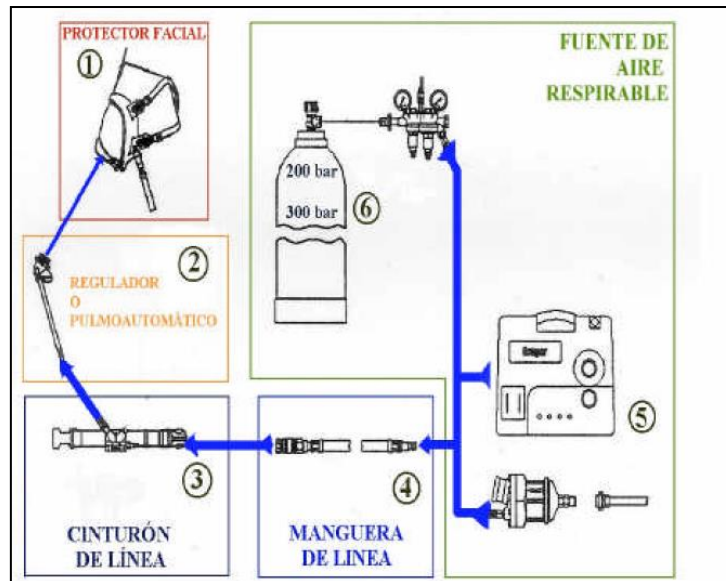
- El usuario sólo porta la máscara, el pulmoautomático y los conductos
- Tienen duración indefinida

Las desventajas que presentan este tipo de equipos son:

- El usuario sólo se puede mover del elemento suministrador la longitud de la manguera
- Inseguridad ante un posible fallo de las mangueras. Para evitar esto, se combina con una pequeña botella de 1 ó 2 litros para escape, que puede ser manual o automática.

La utilización de estos equipos es en trabajos de larga duración en recintos contaminados donde los recorridos a realizar son cortos y están libres de obstáculos.

A continuación se muestran dos imágenes en las que se esquematiza el sistema de respiración semiautónoma:



Esquema equipo semiautónomo.



Esquema equipo semiautónomo.

Trípode

El trípode es un elemento muy importante para el acceso y evacuación del personal que accede a un EE.CC.

Los Trípodes son puntos de anclaje móviles que facilitan en determinadas operaciones las labores de descenso o acceso a espacios confinados con o sin ayuda de un segundo usuario.

Opcionalmente incluyen dispositivos para el ascenso, rescate y evacuación, (en este caso, con la ayuda de una segunda persona).

Es importante en estos dispositivos diferenciar bien entre el "Torno" y el "Anticaídas". El Torno es el dispositivo que mediante un sistema enrollador permite el ascenso/descenso en suspensión del usuario con la ayuda de una segunda persona.

El anticaídas, como su propio nombre indica, es un dispositivo que evita la caída del personal operario en el momento que está bajando atado.

La mayoría de estos dispositivos incorporan manivela para funciones de recuperación o rescate.



Detalle del descenso con trípode.

Existen en el mercado muchos modelos, generalmente con características comunes. Un trípode debe:

- Ser telescópico y/o plegable, para reducir volumen, y fácil de alargar.
- Estar fabricado con material ligero, como las aleaciones de aluminio.
- Tener al menos 3 metros estirado.
- Puede incluir la opción de sustituir las bases de las patas, para adaptarse según sea el terreno, poner la más adecuada.

5.2. Trabajo en vía pública.

5.2.1. Labores de limpieza de sumideros y pozos de registro

Distinguimos las labores de la limpieza de sumideros y pozos de registro en función del tipo de vial en que se desarrollen:

- grandes avenidas y vías de circulación rápida
- calles peatonales, aceras y calles de circulación normal

Grandes avenidas y vías de circulación rápida

En el caso de tener que realizar el mantenimiento de la zona, se deben cumplir los criterios marcados por las ordenanzas municipales de cada ciudad; en este caso se toma como ejemplo la Ordenanza Reguladora de la Señalización y Balizamientos de las Obras que se realizan en las Vías Públicas del Ayuntamiento de Gijón, y en tal caso se debería seguir el siguiente procedimiento de trabajo:

- 1) Solicitar el permiso de corte de un carril en cada sentido a la Oficina Municipal de Tráfico.
- 2) Con presencia de la policía local se inhabilitarán para la circulación de vehículos ambos carriles izquierdos en el sentido de la marcha, señalizando la zona de trabajo de la siguiente manera:
 - a) Se utilizará una furgoneta de la empresa, con luces giratorias de señalización de emergencia y las propias luces de emergencia del vehículo, para colocar las señales y los conos. Los operarios deberán de llevar ropa o chaleco de alta visibilidad.
 - b) Señalizar que hay obras en la calzada próximos a la mediana (señal de obras).
 - c) Señalizar disminución de velocidad en tramos de 30km/h, hasta llegar a la velocidad permitida en el tramo de obra. (art. 14 de la referida Ordenanza Reguladora de Señalización de Obras).
 - d) Señalizar con una o varias vallas que limiten frontalmente la zona no utilizable para el tráfico. La separación entre vallas o entre ellas y el borde de la calzada será inferior a un metro. Estas vallas irán pintadas en blanco y rojo y tendrá una altura inferior a un metro o una longitud menor de 80 cm. (art. 10 y 12 de la Ordenanza Reguladora de Señalización de Obras).
 - e) Señalizar lateralmente con vallas o balizas que limiten la zona de calzada no utilizable y cuya separación será inferior a 1,50 metros. (art. 10 de la Ordenanza Reguladora de Señalización de Obras).
 - f) El operario realizará su labor siempre desplazándose con la carretilla y las herramientas en sentido contrario a la circulación y deberán de llevar ropa o chaleco de alta visibilidad
- 3) Solicitar a tráfico que durante el tiempo de trabajo esté presente una patrulla de la policía local. En el supuesto de imposibilidad de esta medida, organizar el trabajo para que de forma alternativa, un trabajador este siempre al inicio del corte (dentro del carril cortado) y por el carril de trabajo, señalizando el desvío de carril.
- 4) Una vez señalizado se procederá a efectuar el trabajo de la forma más rápida y ágil posible, pudiendo optar por realizarlo mediante el camión cuba impulsor-aspirador desplazándose por el carril inhabilitado al tráfico. O bien optar por la limpieza manual con pala y carretillo desplazándose por el interior de la zona señalizada, lo más próximo a la mediana y contando

con el resguardo de un vehículo de la empresa (furgón o camión con luces giratorias de señalización de emergencia y las propias luces de emergencia del vehículo) que vaya avanzando junto con los trabajos.

- 5) En las grandes avenidas y vías de circulación rápida sin registros próximos a la mediana y/o polígonos industriales con alta densidad de tráfico, se recomienda seguir el mismo procedimiento en la medida de lo posible. Planificando la limpieza para poder señalizar y prohibir el estacionamiento de vehículos durante los trabajos, medida que agilizaría en gran medida la limpieza de registros y sumideros, evitando el riesgo de atropello o atrapamiento por vehículos.

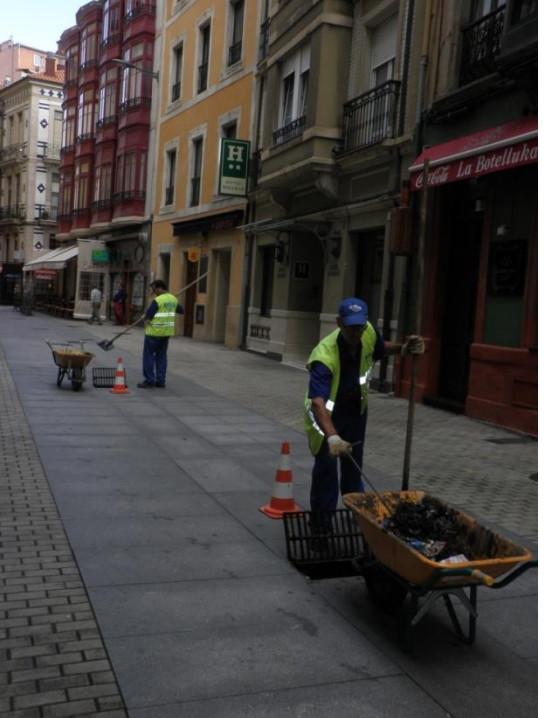
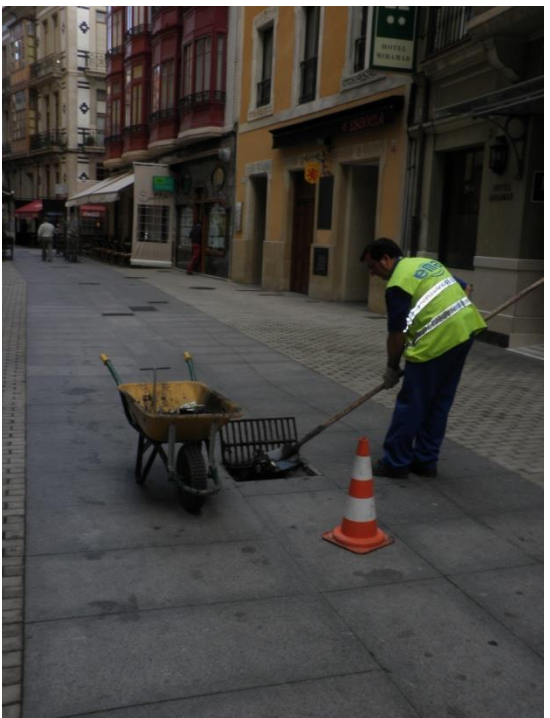
Calles peatonales, aceras y calles de circulación normal

- 1) La limpieza de los sumideros y registros de acometida se realizarán circulando por las aceras de forma que entorpezca en la menor medida posible el tránsito de las personas por las mismas y a la vez proteja suficientemente los registros abiertos para evitar que se tropiecen o caigan en su interior. Para ello cada operario dispondrá de:
 - a) Carretilla con algún elemento reflectante que la haga visible en horario de poca visibilidad.
 - b) Cono de señalización
 - c) Pala de mango largo.
 - d) Gancho para levantar las tapas de registro o sumideros.
 - e) Contenedor para recoger los lodos y restos de la limpieza.
 - f) Camión o furgón de apoyo.
 - g) Los operarios deberán de llevar ropa o chaleco de alta visibilidad.
- 2) El operario realizará su labor siempre desplazándose con la carretilla y las herramientas en sentido contrario a la circulación.





- 3) Una vez en posición delante del registro, arqueta o sumidero a limpiar, posicionará el cono y la carretilla de forma que señalice y proteja el hueco abierto.



- 4) En zonas de especial densidad de peatones o tráfico rodado el trabajo de limpieza en cada registro, sumidero o arqueta se realizará por parejas, de forma que mientras un operario efectúa la limpieza, el otro pueda prestar atención a la circulación de personas y vehículos del entorno señalizando y/o dirigiendo el tránsito.
- 5) Una vez llenas las carretillas con los lodos, tierras y demás restos extraídos de los registros, el personal se dirigirá, siempre por parejas, hasta la posición donde se haya ubicado el contenedor, donde entre ambos procederán al vaciado del contenido de las carretillas.



- 6) Los contenedores para recoger los lodos y los medios auxiliares se dispondrán siempre en lugares que faciliten el acceso a los operarios, con espacio suficiente para maniobrar con las carretillas para su descarga.



5.2.2. Inspección de la red de saneamiento con cámara

Este trabajo se realiza con un equipo montado en un vehículo (en la foto, una Mercedes Vito); se tienen en cuenta en este apartado las labores de señalización en la vía pública para trabajar con seguridad tanto en calles de un solo o doble sentido como en grandes avenidas. Diferenciándose dichas opciones básicamente en la ocupación de la zona de aparcamiento y/o acera o el corte de un carril para el tráfico rodado.

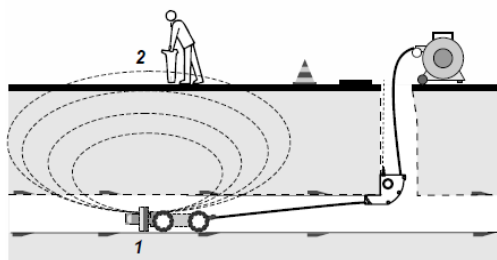
La parte 1 “Indicaciones de seguridad generales para el servicio” advierte contra los riesgos fundamentales que pueden surgir en las distintas fases de utilización del equipo. La parte 2 “Indicaciones de seguridad generales para la señalización vial” se explican las normas generales para trabajos en vida pública.



1.- Indicaciones de seguridad generales para el servicio.

Los sistemas están diseñados para la inspección visual de instalaciones no transitables de aguas residuales, es decir, el sistema se puede utilizar en las instalaciones de alcantarillas de aguas pluviales, aguas residuales y aguas mixtas.

El diseño de los sistemas es tan seguro que los riesgos para el personal que los maneja son mínimos, siempre y cuando se utilicen correctamente y conforme a lo dispuesto. No obstante deben observarse los riesgos residuales que nunca pueden excluirse totalmente.



Campos de aplicación permitidos:

Los equipos protegidos contra explosión del sistema pueden utilizarse en áreas con peligro potencial de explosión de la zona 1 y 2.

Los equipos protegidos contra explosión del sistema no deben utilizarse en la zona 0, ni en las instalaciones de tuberías de agua potable o de gas si no se toman antes precauciones especiales.

Los sistemas no deben utilizarse en agua o en medios conductores en los cuales se encuentren personas o los cuales estén en contacto conductor con personas.

No está admitido el uso en un entorno en el cual exista contacto con alimentos.

En todo caso no podrán utilizarse equipos cuya certificación no sea compatible con la clasificación del área de trabajo.



(Indicaciones sobre las zonas con riesgo de explosión (CEI 60079-10):

Zona 0: Presencia permanente, de larga duración o frecuente de una atmósfera con riesgo de explosión

Zona 1: Presencia ocasional de una atmósfera con riesgo de explosión

Zona 2: Presencia breve y poco frecuente de una atmósfera con riesgo de explosión).

Para evitar la carga electrostática en el funcionamiento protegido contra explosión, la unidad móvil debe ponerse a tierra in situ a través de la conexión equipotencial (acometida de agua, trepaderas, jabalina de puesta a tierra o equivalente).

Por sentido común, tengamos claro que en la zona con riesgo de explosión deben introducirse y utilizarse únicamente equipos protegidos contra explosión. Los dispositivos no protegidos contra explosión únicamente deben utilizarse fuera de la zona con riesgo de explosión (por ej. aparatos de mando, bobinas de cable, cabestrantes y dispositivos de prolongación, o bien el vehículo de inspección completo).

Reglas básicas para el funcionamiento.

Antes, durante y tras una inspección debe observarse lo siguiente:

- Delimitar el lugar de utilización (calle, arqueta, pozo).
- Proteger el pozo abierto (por ejemplo con conos o vallas).
- Debe comprobarse que en el sistema de canalización que se ha de inspeccionar (arqueta, pozo o conducto) no hay gases tóxicos o inflamables mediante un aparato detector de gases.
- Ajustar el sistema de inspección a la tarea prevista tal siguiendo las instrucciones de funcionamiento.
- Establecer el suministro de energía.
- Comprobar el interruptor de PARADA DE EMERGENCIA. El sistema de inspección debe desconectarse cuando se pulse.
- Limpiar y desinfectar todos los aparatos después de cada uso.

Equipo personal de protección (EPI):

Después de cada trabajo debe limpiarse y desinfectarse bien las manos ya que existe un elevado riesgo de infección por agentes patógenos.

Al realizar cualquier trabajo póngase el equipo de protección personal recomendado. Especialmente al limpiar los sistemas deben utilizarse guantes de protección, calzado de seguridad y gafas protectoras.

Como equipamiento mínimo se recomienda el siguiente:

- Ropa de protección para todo el cuerpo.
- Casco de protección (en función de la zona de trabajo).
- Guantes de protección de caucho butílico.
- Guantes de trabajo
- Calzado de seguridad (con puntera reforzada)
- chaleco fluorescente o ropa de alta visibilidad.
- Si es preciso, máscara con protección para la respiración.



Indicaciones de seguridad generales para el vehículo de inspección.

Debe cuidarse de la seguridad de circulación y de servicio de acuerdo al manual de mantenimiento del vehículo expedido por el fabricante.

Por la instalación del sistema de televisión se llega casi al peso total admisible del vehículo. Esto debe observarse en la carga de accesorios del equipo.

Para evitar lesiones en la cabeza deben mantenerse siempre cerradas las puertas y tapas de las bodegas.

Antes de iniciar el viaje con el vehículo de inspección, asegure el asiento del centro de control con el soporte previsto para ello.

El vehículo de inspección no puede moverse durante la inspección de conductos (es decir, cuando el carrito del cable está en funcionamiento).



¡Agua no potable!

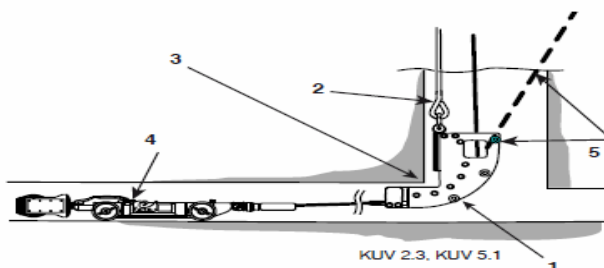
El agua del tanque incorporado sólo puede utilizarse para fines de limpieza.

Debe limpiarse y desinfectarse regularmente el compartimiento del torno. No depositar los equipos de las alcantarillas en el centro de control.

Deben evitarse salpicaduras de agua en el compartimiento del torno. No todos los aparatos están protegidos contra salpicaduras de agua.

Limpie periódicamente el habitáculo interior del vehículo ya que lo contrario los ventiladores del aparato aspiran demasiado polvo. Éste se acumula en el interior del aparato y, especialmente con humedad y/o los humos, es conductor de electricidad. Además, la disipación de calor de los componentes calientes empeora (peligro de incendio).

No dejar ninguna prenda ni ningún objeto mojado encima del respaldo del conductor o del copiloto si debajo hay un aparato eléctrico.



2.- Indicaciones de seguridad generales para la señalización vial.

En el momento de determinar el lugar donde se va a realizar la inspección de la red con el equipo se debe de determinar y planificar en función de:

- 1) La vía o calle donde trabajar (sentido único, doble sentido de circulación o grandes avenidas).
- 2) Ocupación de acera, tránsito de peatones, densidad de la circulación...
- 3) Necesidad de equipos auxiliares (camión cuba impulsor/aspirador).

Y al igual que en el caso de la limpieza de sumideros debemos apoyarnos y cumplir los criterios marcados por las Ordenanzas municipales, e igual que en el caso anterior, se toma en este ejemplo la Ordenanza Reguladora de la Señalización y Balizamientos de las Obras que se realizan en las Vías Públicas del Ayuntamiento de Gijón.

- 1) Solicitar el permiso de corte de un carril en cada sentido a la Oficina Municipal de Tráfico o cuando menos notificarles la operación de forma previa a su ejecución.
- 2) Cuando proceda con presencia de la policía local se inhabilitará para la circulación el carril donde se vaya a situar los vehículos en el sentido de la marcha, señalizando la zona de trabajo de la siguiente manera:

- a) Se utilizará la furgoneta de la empresa equipada con el equipo, con luces giratorias de señalización y las propias luces de emergencia del vehículo, para colocar las señales y los conos. Los operarios deberán de llevar ropa o chaleco de alta visibilidad.
- b) Señalizar que hay obras en la calzada (señal de obras).
- c) Señalizar disminución de velocidad en tramos de 30km/h, hasta llegar a la velocidad permitida en el tramo de obra. (art. 14 de la referida Ordenanza Reguladora de Señalización de Obras).
- d) Señalizar con una o varias vallas que limiten frontalmente la zona no utilizable para el tráfico. La separación entre vallas o entre ellas y el borde de la calzada será inferior a un metro. Estas vallas irán pintadas en blanco y rojo y tendrá una altura inferior a un metro o una longitud menor de 80 cm. (art. 10 y 12 de la Ordenanza Reguladora de Señalización de Obras).
- e) Señalizar lateralmente con vallas o balizas que limiten la zona de calzada no utilizable y cuya separación será inferior a 1,50 metros. (art. 10 de la Ordenanza Reguladora de Señalización de Obras).
- f) La furgoneta se emplazará preferentemente de forma que desde la parte posterior de la misma, lugar donde se introduce la cámara en la red a través de pozo, registro u arqueta, se pueda controlar visualmente la circulación de los vehículos.
- g) En el momento de balizar la zona o reservar el espacio en la zona de aparcamiento hay que tener en cuenta que se debe de balizar espacio suficiente para situar el camión cuba impulsor-aspirador



de alcantarillado de apoyo en operación de limpieza de las tuberías previas a la inspección mediante cámara o posteriores en caso de ser necesaria su ayuda para la recuperación del equipo robot.

- 3) En el caso de no ser necesario el corte de carril al tráfico por realizar los trabajos en la zona de arcén, aparcamiento u acera, se procederá de forma similar en la señalización vial al tráfico y se extremará aún más en las ceras con concurrencia de peatones u pasos de cebra.



- 4) Una vez señalizado se procederá a efectuar la inspección de la forma más rápida y ágil posible.

5.3. Apertura de tapas de registro.

Las causas más frecuentes de accidentes a consecuencia de trabajos de apertura de tapas en la vía pública, según nuestra experiencia se producen sobre todo por:

- Lesiones musculares por sobreesfuerzos.
- Golpes con las tapas o atrapamiento de falanges con las mismas
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel en huecos o vanos que acabamos de descubrir.
- Golpes y atropellos por vehículos.

Para evitar estos riesgos se debe de:

- Perimetrar adecuadamente el lugar de riesgo, siempre que sea posible o balizar mediante señalización móvil cuando sea necesario desplazarse.
- Impartir la formación e información (práctica) precisa a los trabajadores.
- Establecer procedimientos de trabajo seguros que explicará el modo de realizar la tarea, las herramientas y útiles a emplear.

5.3.1. Apertura de tapas mediante gancho.



En este caso, usaremos: Conos, Pico y Gancho.

El procedimiento consistirá en levantar la tapa con el gancho, si fuese necesario ayudarse del pico y retirarla.



Señalizamos la zona, como se ve en la foto, usando los conos, para evitar que ningún trabajador o viandante invada la misma y pueda caerse en el agujero que queda al levantar la tapa del registro. Introducimos el gancho en el agujero como se indica. Procedemos a levantar la tapa, si ofreciese mucha resistencia se usará el pico para hacer palanca.



Nos colocaremos siempre por detrás de la tapa que queremos levantar, para evitar caídas accidentales. Vemos como el resto de los trabajadores están detrás de la zona perimetrada por los conos.



Una vez retirada la tapa, como se muestra en la foto, ya podemos trabajar con ella para cargarla en una carretilla o realizar cualquier otro trabajo que se desee.

Hay que tener en cuenta de utilizar los EPI adecuados, como los que se ven en las fotos.

Para el presente caso se trata de: Guantes, Botas de Seguridad con puntera Reforzada y Chalecos reflectantes o ropa de alta visibilidad.

También debemos de seguir estos consejos:

- Caminar sin distraernos.
- No dificultar la visión con la carga.
- Utilizar el tipo de calzado adecuado para las condiciones del terreno por el que andamos.

5.3.2. Apertura de tapas mediante parpalina.

La apertura de tapas de alcantarillado supone un esfuerzo importante que puede repercutir en la salud de los trabajadores. Conocer la forma correcta de abrirlas evitará problemas de salud, especialmente de espalda.

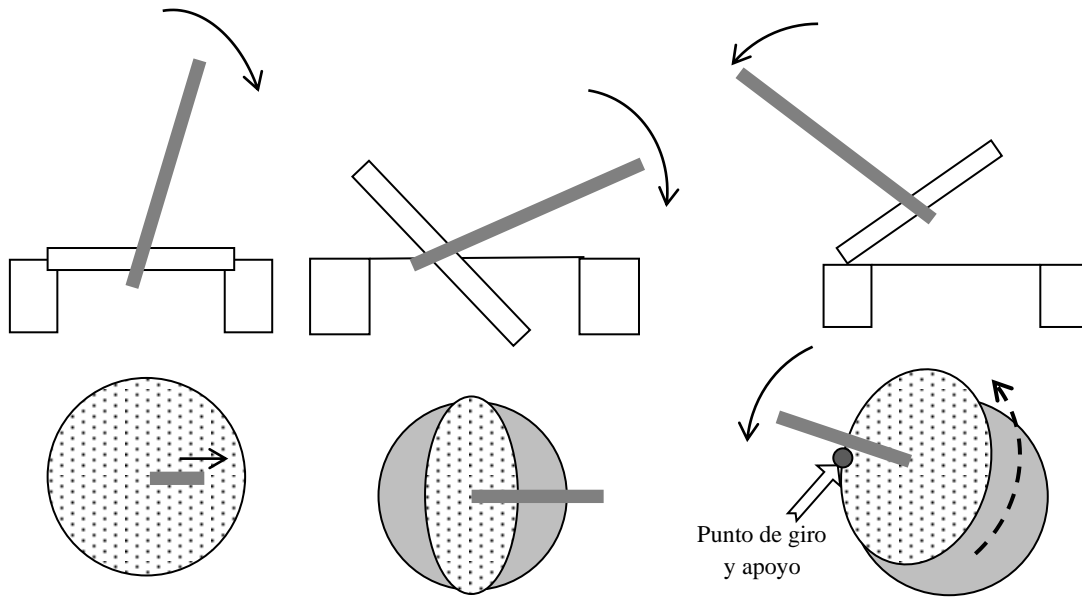
Una herramienta habitual para abrir las tapas es la parpalina. Tiene la ventaja de servir para abrir la gran mayoría de tapas que podemos encontrar; existen herramientas específicas para abrir ciertas tapas, pero habitualmente sólo sirven para un pequeño conjunto de tipos de tapas, y en muchos casos no conocemos el tipo de tapa antes de verla. Se considera mejor cargar con una sola herramienta universal que llevar varias específicas.

Tapas redonda libre:



Cuando se conoce la técnica, esta es la más fácil de abrir:

Se empieza a abrir la tapa, y se deja resbalar por el marco; se cambia de posición, más o menos al otro lado, se levanta con la parpalina de modo que la tapa se apoye sobre el suelo en un punto; a partir de aquí se hace girar la tapa alrededor de este punto hasta apoyarla en el suelo.



Ejemplo de apertura

También es cierra de forma equivalente, haciendo girar la tapa alrededor del punto de apoyo. El truco es observar como la tapa gira alrededor del punto donde se está apoyando; si escoges mal el lugar para apoyar, no puedes mover la tapa correctamente.

En algunos casos el agujero tiene forma ovalada, en estos casos se recomienda hacer la fuerza en dirección perpendicular al óvalo. Si se hace en la otra dirección, se puede escapar con el movimiento.

Otros agujeros son lo suficientemente grandes para que pase completamente la parpalina, en estos casos se debe tener cuidado cuando se golpea la tapa (si se golpea en el lugar del agujero, la parpalina va a parar al fondo del pozo).

Una forma alternativa de abrir estas tapas es empezar a abrir como en el caso general, pero se baja la parpalina hasta que la tapa queda vertical, se introduce la parpalina por el agujero hasta que se puede apoyar la punta sobre el suelo; entonces se levanta el extremo de la parpalina, cargando la tapa, y se gira para sacarla. Este método se parece mucho al de abrir una tapa cuadrada con tirador.

Tapa redonda con bisagra



Estas tapas se abren sólo en una dirección, ya que tienen una bisagra que está diseñada para mantener la tapa en su lugar. Habitualmente tienen un sistema que mantiene la tapa vertical o inclinada hacia fuera, a veces en una posición bloqueada (de manera que una vez no hará que cierre la tapa).

Para abrir estas tapas, se clava en el agujero y se tira de la parpalina; cuando la tapa queda casi vertical, se acompaña con las manos para colocarla en su lugar, comprobando con cuidado que el sistema de bloqueo funcione, y la tapa se quede en su sitio.

Para cerrarla, primero hay que desbloquear tirando hacia arriba, y luego se inclina un poco y se deja caer. Hay que evitar bajar demasiado la tapa antes de soltarla, ya que carga muscularmente la espalda y en algunos casos puede haber riesgo de pillarse los dedos.

Para evitar el esfuerzo de levantar la tapa para desbloquearla, en ocasiones se puede poner la punta de la parpalina en la parte de la bisagra y levantar la tapa haciendo palanca, de esta manera se puede desbloquear la tapa sin mucho esfuerzo.

Hay muchos tipos de tapas con bisagra, según tamaño, agujeros y tipo de bisagra. En todos los casos es importante tener en cuenta que la bisagra o el sistema de bloqueo pueden estar rotos, lo que supone que cuando las abrimos debemos estar pendientes de que la tapa puede no bloquearse y puede caer hacia atrás. De hecho nunca hay que fiarse de la estabilidad de una tapa abierta, hay que evitar ponerse en la zona de riesgo de caída de ésta. Se han dado casos en que el bloqueo se ha roto minutos después de haber dejado abierta la tapa.

En algunos casos es posible dejar la parpalina enganchada en la tapa, de manera que ésta queda apoyada en posición abierta y nos reduce el riesgo de que la tapa se caiga por el mal estado de la bisagra; si es posible, siempre es mejor dejar la parpalina puesta, pero hay que andar con cuidado de no tropezar.

Tapa con pestaña



Estas tapas son un caso particular, ya que tienen una pestaña que evita que se puedan abrir solas; se usan en lugares donde se desee evitar que la tapa salte en caso de que el colector se llene demasiado (entre en carga).

Para abrir estas tapas, primero se desbloquearlas, sacando una protección o levantando una pestaña, y haciendo que la tapa gire un poco en su lugar. No tienen bisagra, pero sí unos salientes en la parte inferior en el otro extremo de la pestaña que hacen que no se pueda levantar por ese lado. Además no cuentan con un agujero en medio que permita abrirlas como una tapa redonda libre.

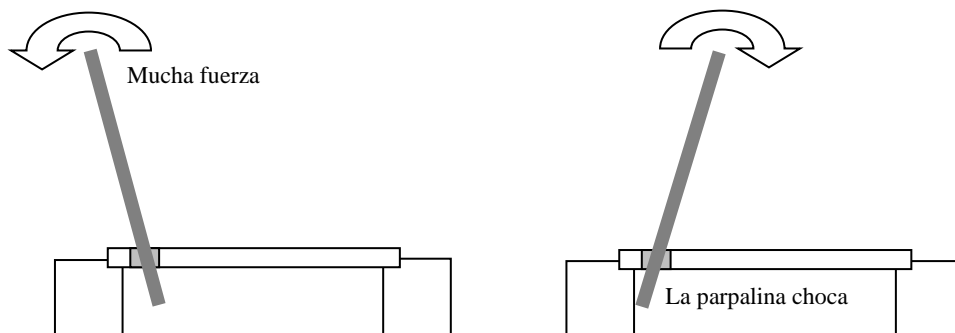
Una vez desbloqueada, se debe conseguir meter la parpalina por debajo de la tapa, para poder sacarla con las manos. Es muy importante asegurarnos de que la tapa no se puede cerrar, poniendo bien la parpalina bajo la tapa y manteniéndola pisada; si no se tiene esto en cuenta, se corre un riesgo importante de atraparse los dedos entre la tapa y el marco.

En general, se debe intentar levantar un poco la tapa y moverla hacia un lado, de manera que quede desencajada del marco; entonces podemos poner la parpalina por debajo con facilidad. En algunos casos, levantar la tapa puede ser difícil por falta de apoyo; si vamos con cuidado, podemos aprovechar la puntera reforzada de nuestra bota como punto de apoyo para hacer palanca con la parpalina y levantar la tapa.

Tapa cuadrada libre



Estas tapas en general no son difíciles de abrir, pero a veces pueden presentar complicaciones. Pueden tener el agujero centrado o a un lado; si lo tienen al lado, se debe evitar abrir la tapa en la dirección hacia donde está el agujero, ya que se tiene que hacer más fuerza, y si se hace en el lado contrario hay que ir con conde para que parpalina puede quedar pegada al marco de la tapa.



Estas tapas se abren tirando de la parpalina de modo que la tapa quede apoyada en el marco del pozo, cuando ya la tenemos bastante vertical, la cogemos con una mano y cambiamos la posición de la parpalina para continuar bajando la tapa y que el final quede apoyada en la parpalina.

Para cerrar la tapa se procede de forma inversa, primero levantamos la parpalina y cuando tenemos la tapa más o menos vertical, cambiamos la posición de la parpalina para poder cerrarla fácilmente.

A diferencia de las tapas redondas, las tapas cuadradas tienen el peligro de que pueden caer por su agujero y acabar en el fondo del pozo; en las tapas que están en buen estado, si se abren correctamente, esto es difícil que ocurra, pero es habitual que el canto de la tapa esté roto, o el marco del pozo se encuentra en mal estado. Cuando nos encontramos estos casos se debe evitar apoyar la tapa sobre uno de los lados con el canto roto, y tener especial cuidado a la hora de abrirla y especialmente cerrarla.

Tapa cuadrada con tirador



Para abrir estas tapas se hace pasar la parpalina por el tirador y se apoya la punta sobre el suelo del otro lado; entonces levantando la parpalina y haciendo palanca, la tapa también se levanta, hacemos girar el conjunto alrededor del punto de apoyo para quitar la tapa de la vertical del pozo; el proceso de cerrado es similar al de apertura.

5.4. Acceso por pozos.

El acceso más habitual al alcantarillado se realiza a través de los pozos de registro, realizando el descenso por una escala vertical metálica o de pates. Dado que en el acceso por pozo existe el riesgo de caída de altura, se debe establecer el nivel de peligrosidad de estos accesos, en función de sus características, y establecer medidas preventivas para reducirlos.

El Real Decreto 486/1997 sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo (Anexo I-a, apartado 8) especifica qué características deben tener las escalas fijas para su utilización por parte de los trabajadores, esta normativa sirve de guía para establecer cuando un acceso por pozo es especialmente peligroso, en base a si cumple la normativa o no.

En el Real Decreto se establece que “Las escalas fijas que tengan una altura superior a 4 metros dispondrán, al menos a partir de dicha altura, de una protección circundante. Esta medida no será necesaria en conductos, pozos angostos y otras instalaciones que, por su configuración, ya proporcionen dicha protección”.

Dadas las características de los pozos de registro, muchos de ellos se incluyen dentro de esta excepción. Por tanto, se considerarían especialmente peligrosos los pozos anchos de más de 4 metros de altura.

El Real Decreto también establece que “Si se emplean escalas fijas para alturas mayores de 9 metros se instalarán plataformas de descanso cada 9 metros o fracción”, así que los pozos de más de 9 metros que no dispongan de plataformas de descanso se considerarían especialmente peligrosos.

De forma general, también indica (Anexo I-a apartado 1) que “...todos sus elementos, estructurales o de servicio, incluidas las plataformas de trabajo, escaleras y escalas, deberán tener la solidez y la resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos, y disponer de un sistema de armado, sujeción o apoyo que asegure su estabilidad”. Por ello, tal como era de esperar, consideraremos también especialmente peligrosos aquellos pozos cuya escala no nos de todas las garantías (por estar oxidada, mal fijada, con pates sueltos...)

Así, como resumen, se considerarían peligrosos los accesos por:

- Pozos anchos de más de 4 metros de profundidad
- Pozos de más de 9 metros de profundidad, a no ser que dispongan de descansillos intermedios
- Escaleras que no den todas las garantías de estabilidad

Opcionalmente, para obtener un nivel superior de seguridad y simplificar la clasificación de pozos peligrosos, se pueden considerar como tales todos los que tengan una profundidad superior a 2

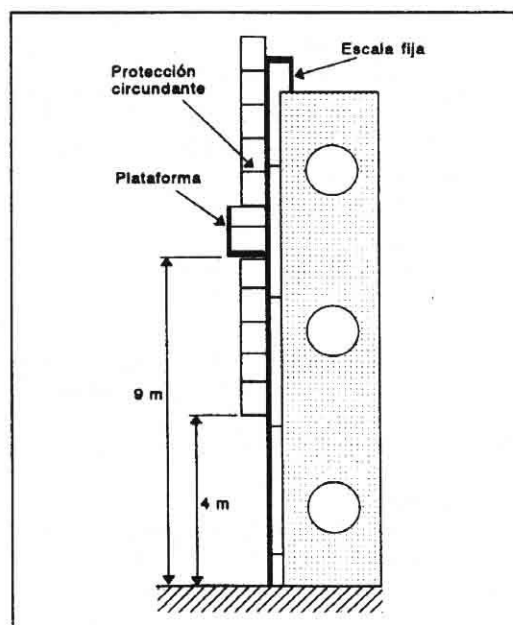


Figura 5

metros, ya que ésta es la altura a partir de la cual se considera que aparece el riesgo de caída de altura.

En caso de que se deba acceder por un pozo peligroso, se deberán aplicar medidas para evitar el riesgo de caída, que habitualmente suponen la utilización de un arnés de seguridad y una línea de vida. A continuación se indican algunas opciones:

Trípode de rescate y torno de ascenso y descenso, polea o anticaídas retráctil

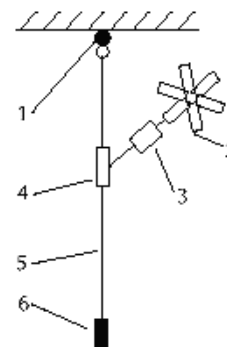
Se utiliza para el acceso a pozos o similares, localizados sobre una superficie más o menos plana. Consta de un trípode que se coloca en la vertical del pozo, y un sistema que se engancha al arnés del trabajador y permite detener la caída en caso de que esta se produzca. Cuando se usa con torno o polea, tiene la ventaja de que mientras no se desenganche la línea de vida del arnés, se puede izar y rescatar al trabajador fácilmente sin necesidad de acceder al pozo. El anticaídas retráctil es más cómodo y rápido de usar, ya que solo hay que engancharlo y bajar, pero hay que tener cuidado si debe acceder una segunda persona, ya que el trabajador que está dentro debe soltar el enganche, y el personal de arriba acompañarlo en la subida (para evitar que se acelere demasiado y pueda golpear a alguien).

- Usar un arnés de seguridad con anclaje dorsal.
- Colocar el trípode centrado en el pozo y atar el arnés a la cuerda (o cable) del torno, polea o anticaídas.
 - Si se utiliza torno o polea, la persona de arriba debe estar pendiente de dar cuerda o pararla en caso de que se produzca una caída, y recogerla cuando se vuelva a subir por el pozo.
 - Si se utiliza anticaídas retráctil, si debe bajar otra persona, el que está arriba debe estar pendiente de cuando el que desciende ha llegado abajo para recoger la cuerda de forma controlada.
- En caso de usar polea y tener que izar al trabajador por encontrarse incapacitado, se debe hacer fuerza en sentido bastante vertical, para evitar hacer volcar el trípode.

Anticaídas deslizante y línea de vida

Se utiliza para el acceso a pozos o similares, especialmente indicado si se dispone de puntos de anclaje en la superficie (árboles, postes, vigas...). Consta de una cuerda de seguridad que baja por el pozo y un dispositivo anticaídas que se desliza verticalmente por la cuerda y que bloquea su desplazamiento cuando hay una caída. Tiene la ventaja de ser fácilmente transportable, y es especialmente práctico cuando deben acceder varias personas, ya que cada una utiliza un anticaídas, y no se debe subir la cuerda cada vez. También es adecuado cuando se deban realizar desplazamientos largos, ya que el equipo es más ligero.

- Usar un arnés atado con un mosquetón al anticaídas.
- Fijar la línea de vida a un punto fijo suficientemente resistente. Se recomienda siempre fijarlo a dos puntos, para evitar el riesgo de que



uno de ellos falle.

- Colocar el anticaídas en la cuerda y no sacarlo mientras haya riesgo de caída.
- Mantener la cuerda tensa para facilitar el deslizamiento del anticaídas. El propio peso de la cuerda suele ser suficiente, pero facilita el uso cuando hay alguien en la parte inferior que pueda mantener la cuerda tensa.
- Una vez se ha acabado el desplazamiento, y ya no hay riesgo de caída, se libera el anticaídas y la cuerda está lista para que otro trabajador se fije a ella.

1 – anclaje
2 – arnés
3 – absorbedor
4 – anticaídas
5 – Línea de vida
6 – lastre

Cuerda doble con mosquetón

Aplicable cuando se tiene que hacer desplazamientos a lugares con varios anclajes, como pueden ser las escaleras de pates. Especialmente indicado cuando se accede desde la parte inferior de la escala, ya que no necesita la instalación de una línea de vida anclada a la parte superior.

Usar un arnés de seguridad atado con un mosquetón a la cuerda doble con mosquetones.

Fijar el primer mosquetón antes de ponerse en situación de peligro.

Fijar el segundo mosquetón a un punto fijo más alejado.

Desplazarse sacando el mosquetón de mes detrás y poniéndolo más adelante, utilizando siempre puntos fijos suficientemente resistentes.



5.5. Visitabilidad de colectores.

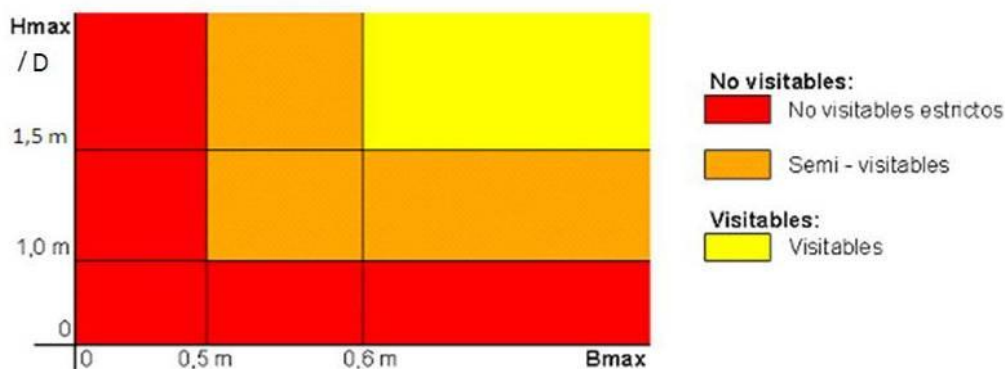
Criterios de visitabilidad según la sección

Aunque es el gestor del alcantarillado el que debe definir cuáles son las dimensiones para considerar visitable una parte de la red, en función de los trabajos y necesidades de acceso, y teniendo en cuenta que se deben asegurar unas medidas mínimas de los espacios de trabajo para evitar entre otras las posturas extremadamente forzadas y las dificultades de evacuación, se indica a continuación un posible criterio de discriminación.

Según las características de las secciones de los tramos de alcantarillado, se pueden diferenciar tres posibles situaciones según sus medidas de altura (H) y anchura (B). En el caso de secciones tubulares, basta comparar el diámetro (D) con el criterio de la altura (H):

- Si $H / D \geq 150$ cm y $B \geq 60$ cm – Tramo visitable, excepto tubos sin banqueta, que serían semi-visitables.
- Si $H / D \geq 100$ cm y $B \geq 50$ cm - Tramo semi-visitable
- Si $H / D < 100$ cm o $B < 50$ cm - Tramo no visitable

Estas medidas se pueden ver gráficamente en el siguiente cuadro



Nota: En secciones tubulares, la visitabilidad viene condicionada por el criterio de dimensión (D) y por la existencia de banqueta- En caso de cumplir D pero no disponer de banqueta, se considera el colector semi-visitable.

El significado de los diferentes niveles de visitabilidad se indica a continuación:

- **Tramos visitables:** El personal puede moverse a lo largo de estos tramos con las precauciones habituales. No son necesarias medidas suplementarias.
- **Tramos no visitables:** No se puede acceder al interior de estos tramos. Todos los trabajos se debe realizar desde el exterior o desde el pozo de acceso.
- **Tramos semi-visitables:** Por sus características, el acceso a estos tramos queda restringido a la aplicación de medidas de seguridad adicionales. Los tramos pueden ser considerados semi-visitables por su dificultad de acceso y evacuación, por la necesidad de trabajar en posturas forzadas, o por el riesgo especial de caída al mismo nivel. Se deberán tener en cuenta las características especiales de estos tramos y tomar las medidas preventivas que se consideren necesarias, como distancia máxima a recorrer, tiempo máximo de permanencia, utilización de equipos de seguridad...

5.6. Trabajos submarinos.

5.6.1. Introducción

Características generales espacios confinados inundados

En las actividades de mantenimiento de las redes de saneamiento o drenaje, público o industrial, se presentan una serie de riesgos específicos cuyo control requiere una planificación preventiva rigurosa, especialmente en lo referente al trabajo en el interior de los espacios confinados (EE.CC.), y máxime, cuando se trata de EE.CC. inundados, en los que se necesita de equipos de buceo para sumergirse en aguas que muchas veces, y a simple vista, ya hacen suponer que puedan estar contaminadas.

Marco Normativo

El artículo 13 de la O. M. de 14 de Octubre de 1997 “Normas de seguridad para el ejercicio de las actividades subacuáticas” especifica que para actividad desarrollada por las empresas de buceo profesional, serán de aplicación, además de las Normas Generales de Seguridad, como ampliación, las siguientes en las operaciones con aguas contaminadas:

- Se usará un traje totalmente estanco, cuando se sospeche que las aguas en las que se realice la inmersión puedan estar lo suficientemente contaminadas como para ser nocivas para la salud del buceador. La estanqueidad del traje deberá ser comprobada previamente en aguas limpias, o mediante empresa certificadora.
- Se usará una máscara integral con capucha, o un casco rígido que cubra toda la cabeza, así como guantes, manguitos, etc... para evitar que ninguna parte del cuerpo del buceador entre en contacto con el agua contaminada.
- Si es posible, la máscara y el traje tendrán una sobre-presión con respecto al exterior para evitar la entrada de agua.
- En caso de que el buceador detecte una falta de estanqueidad en el traje o elementos auxiliares, deberá abortar la inmersión.
- Se analizará la posibilidad de que el agente contaminante pueda corroer algún componente del equipo del buceador, procediendo a la sustitución de las piezas susceptibles de ser corroídos.
- Se evitará la contaminación del buceador y ayudantes durante la operación de desvestirse.
- Tras la inmersión en aguas contaminadas, el buceador deberá someterse a una ducha de descontaminación y en caso de accidente o después de detectar cualquier anomalía (apertura del traje, golpe, etc...), ser reconocido por un médico para detectar una posible contaminación, infección, etc...
- En el caso de trabajos subacuáticos en aguas contaminadas biológica o químicamente, o con posibilidad de existir peligro de radiación, el responsable de la empresa de buceo debe suministrar el equipo adecuado de intervención, además de los medios apropiados para la descontaminación.

A tener en cuenta evidentemente el R. D. 664/1997 de 12 de mayo sobre protección de los trabajadores frente a riesgos biológicos en el trabajo y el R. D. 374/2001 de 6 de abril sobre protección de los trabajadores expuestos a agentes químicos.

5.6.2. Consideraciones previas

Como se ha comentado anteriormente y debido al grado de complejidad de la realización de trabajos en Espacios Confinados Inundados se deben de tener en cuenta las siguientes consideraciones previas:

- a) El buceo en aguas contaminadas es muy peligroso y no debe intentarse por nadie, excepto por personal de buceo altamente capacitado y profesional. Un análisis de riesgo / beneficio debe hacerse antes de cada exposición al agua contaminada. Sólo en casos de extrema importancia, especialmente cuando se pueda salvar una vida, se deberá considerar el buceo en aguas contaminadas por personal de seguridad.
- b) Cada miembro del equipo de buceo, debe estar capacitado en todos los aspectos para la realización de este tipo de trabajos. En ningún caso se debe permitir actuar a un buceador que no ha sido entrenado en el uso del equipo específico de buceo a emplear.
- c) Cada miembro del equipo de buceo debe estar capacitado en las técnicas apropiadas para hacer frente a los riesgos específicos en el entorno contaminado al que van a acceder, ya sean riesgos biológicos, químicos o radiactivos. Este entrenamiento debe incluir, pero no limitarse a: reconocimiento del peligro e identificación del mismo, efectos fisiológicos, la contención del contaminante, primeros auxilios y procedimientos de descontaminación adecuados.
- d) Durante cualquier operación de buceo con conexión a superficie, un buzo auxiliar siempre debe estar equipado y listo para ir en ayuda del buzo en el agua.
- e) El buzo de seguridad o reserva, debe disponer de un equipo que sea igual o mayor que el del buceador en el agua. Si el modo de buceo es suministrado desde la superficie, la manguera del buzo auxiliar debe ser de al menos 15,3 metros (50 pies) más largo que el del buceador en el agua.
- f) Todos los aparatos de buceo que trabajan en aguas contaminadas se deben mantener en un correcto estado de disposición. Cada equipo debe llevar una etiqueta de inspección con la firma y fecha de la persona que realizó el mantenimiento más reciente. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que a pesar de una pieza pueda estar etiquetada como listos para su uso, si ha estado almacenada, algunas partes de goma con el paso del tiempo pueden haberse deteriorado, así como piezas metálicas pueden sufrir dilataciones por cambios de temperaturas. Siempre debe inspeccionarse cuidadosamente cada pieza del equipo antes de usarla bajo el agua.
- g) Deben ser inspeccionados para asegurar la integridad antes de cada inmersión en agua contaminada, los siguientes equipos: todas las válvulas del casco o la máscara de escape, diafragmas, de goma expuestas, todas las válvulas del traje de buceo, costuras, juntas y cierres.
- h) Se debe establecer antes de la inmersión, el plan de buceo completo, así como el plan y los procedimientos de descontaminación. Debe haber una cantidad suficiente de solución descontaminante disponible para cada buceador.

- i) Si los riesgos son de origen químico, se debe determinar la compatibilidad del traje de salto con los productos químicos. Ninguna escafandra soportará todos los productos químicos. Si el material del traje no es compatible con el peligro, el buzo no debe sumergirse. Las otras piezas de equipo del buzo que podrían estar expuestas a los riesgos también deben ser compatibles químicamente. Esto incluye, pero no se limita a: umbilical del buzo (la cinta u otros elementos de fijación utilizados para montarlo), cinturón de lastre, arnés, botella de rescate, regulador de rescate, y cuchillo.
- j) El buceador debe estar protegido de una sombra adecuada y / o enfriamiento antes, después y durante la inmersión. El buzo auxiliar debe tener la misma protección contra el estrés por calor (golpe de calor).
- k) Si el aire de la botella se utiliza como fuente de aire, en el inicio de la inmersión debe haber por lo menos tres veces la cantidad de aire que se espera utilizar durante el transcurso de la inmersión.
- l) Si un compresor de baja presión se utiliza como la fuente de aire, que debe estar situado a una distancia suficiente desde el sitio de buceo para asegurarse de que los contaminantes químicos no son absorbidos en el suministro de aire del buceador.
- m) Antes de entrar el agua, el buzo debe estar sumergido en un tanque de agua clara, limpia y todo el sistema de buceo deben ser inspeccionado en busca de fugas. Si se detectan fugas, deben ser corregidas antes de que se permite que el buceador de buceo entre en el ambiente contaminado. Si hay un tanque de prueba disponible, el buceador debe ser rociado con una solución de agua jabonosa y el traje observado de cerca para detectar posibles fugas.
- n) Los miembros de la parte superior del equipo de buceo deben estar adecuadamente protegidos durante los procedimientos de cuidado y descontaminación.
- o) Si alguna señal de fuga de la escafandra o traje aparece durante la inmersión, ésta inmersión debe ser interrumpida inmediatamente.
- p) Los supervisores deben planificar para reemplazar en forma anual, al menos, un tercio de todas las piezas de equipo de buceo personal utilizado en ambientes contaminados.
- q) Todas las reparaciones realizadas en escafandra con agua contaminada, deben ser realizadas por personal cualificado.

5.6.3. Tipos de contaminación

De los tres tipos de contaminación posibles: biológica, química y radiactiva, las que se encuentran los buceadores de aguas residuales son la biológica y la química.

En aquellos casos en que los buceadores sólo pueden suponer que el agua puede estar contaminada, ignorando por completo el tipo de contaminante y su posible concentración, así como los riesgos específicos y, por ende, la necesaria protección, la única forma fiable de conocer el tipo y concentración del contaminante, será su análisis en laboratorio cuando se trate de productos químicos o agentes biológicos (ya que la contaminación radiactiva requiere de medidores específicos para su detección). Para ello es necesaria la captación de varias muestras, adoptando siempre las necesarias precauciones, en distintos puntos de la zona de intervención y en diferentes profundidades, para realizar lo que se conoce como un compensado.

Las vías de acceso al organismo son tres:

- vía respiratoria: a través de vías aéreas, pulmones llegando a producir irritación, asfixia, necrosis, fibrosis, alergias, cáncer.
- vía dérmica: a través de la piel llega a la sangre llegando a provocar infecciones o enfermedades como el tétanos
- vía digestiva: debido a ingesta de agua contaminada llegando a provocar diarreas, hepatitis, leptospirosis

En todo caso, el grado de intoxicación dependerá no sólo de la vía de acceso, sino del tipo y concentración del contaminante y del tiempo de exposición al mismo.

Riesgos biológicos

Los coliformes fecales (*Escherichia coli*) son el tipo de bacteria que más frecuentemente puede encontrar el buceador, particularmente en las aguas residuales, sin tratar o con escaso tratamiento, en los residuos procedentes de las granjas, en lagunas o poblaciones numerosas de aves acuáticas, en áreas en las que haya grandes cantidades de mamíferos marinos, y en las poblaciones donde las plantas depuradoras no traten adecuadamente las aguas residuales, que puede llegar a producir indigestiones muy graves.

También hay otras bacterias igual de dañinas como son la *Salmonella* o la *Shigella* capaces de producir trastornos si se ingieren, tanto al comer alimentos contaminados como en el agua.

La Leptosterosis es una infección que se puede contraer al contacto con aguas contaminadas por deyecciones u orina de roedores, es ocasionada por la bacteria *Leptospira* que vive dentro de los riñones de los animales infectados y puede contagiarse tanto a través de heridas, pinchazos y quemaduras como por ingestión o por inhalación de pequeñas gotas de agua (aerosoles).

Los virus de las hepatitis A y E, también se pueden contraer al contacto con aguas residuales inadecuadamente tratadas, mientras que los tipos B, C, y D, así como el VIH se transmiten normalmente a través de heridas con objetos contaminados con fluidos corporales.

La Brucelosis y la Tuberculosis pueden contraerse al contacto con aguas procedentes de mataderos, granjas o establos que hayan sido contaminadas o que contengan restos de animales, ya sea al contacto con la piel y mucosas o mediante la ingesta o la inhalación de gotículas de agua contaminada.

La bacteria del Tétanos así como la *Pfiesteria*, son otras de las que se pueden contraer.

Riesgos químicos

Existen miles de tipos y clases de productos químicos. A pesar de que todos los compuestos se deriven de combinaciones de los 109 elementos fundamentales, casi todos ellos resultan peligrosos, en mayor o menor medida, aún de manera aislada, pero los mayores peligros suelen resultar de la mezcla de varios de ellos.

Gran parte de estos compuestos son solubles en agua y por lo tanto, los buceadores rara vez se verán expuestos al producto en estado puro, pero muchos otros no lo son, así que permanecerán en el fondo si son más densos que el agua o permanecen flotando en la superficie formando balsas de producto químico puro o casi puro, tardando probablemente mucho tiempo en perder sus propiedades.

Determinados productos químicos, como es el caso del benceno, tienen un efecto tóxico inmediato sobre el organismo, otros además son altamente inflamables, o corrosivos.

Los productos tóxicos se dividen en 9 subcategorías, que comprenden sustancias como el bromo, considerada irritante, o el sulfuro de hidrógeno, que es extremadamente tóxico para los pulmones, insoluble en agua.

Existen numerosos compuestos químicos que por su peligrosidad los seres humanos nunca deberían exponerse a ellos; entre estos contaminantes extremadamente peligrosos podemos citar el tetracloruro de carbono, el estireno, el xileno y el clordano.

5.6.4. Análisis y valoración de los riesgos

Todo el personal que participe en las operaciones en aguas contaminadas, tanto los buceadores como el personal auxiliar de superficie, deberán ser controlados por el servicio médico, habiendo recibido las vacunaciones infantiles como la de la polio, el sarampión o la varicela y además ser vacunados en inmunizados contra el tétanos, las hepatitis A y B o la difteria, además de las indicadas en función de la endemia de la zona y si procede, siempre a juicio del servicio médico, contra la tuberculosis y leptospirosis.

Cumplidos estos requisitos, el paso siguiente antes de sumergirse en las aguas contaminadas, es conocer el tipo y grado de concentración del contaminante, para así poder valorar su peligrosidad y, por lo tanto, determinar el tipo de protección necesaria, que garantice una intervención segura, tanto para los buceadores, como para el resto del personal de apoyo en superficie. Por lo tanto, de no conocer con certeza el tipo de contaminante, será necesario realizar un muestreo y el correspondiente examen por alguno de los siguientes medios:

- Análisis bacteriológico de las muestras: se recuentan e identifican los distintos agentes biológicos y, aunque su variedad pueda ser altísima, dará una idea del grado de presencia en la muestra y su posible patogeneidad.
- Mediante análisis químicos que permitan definir el pH, para determinar si un producto es ácido o básico y por lo tanto su corrosividad (niveles por debajo de 2 y por encima de 10 son motivo de precaución extrema), así como la presencia de productos inorgánicos.
- Son importantes los sulfatos y nitratos que indican presencia de contaminantes de origen fecal y agroquímico y la presencia de materiales pesados son, por ejemplo, indicativos de desechos de tipo industrial (plomo, mercurio, etc.)

Conocido el riesgo, el paso siguiente será establecer un área de trabajo y zona de seguridad, desde donde poder planificar y desarrollar las operaciones necesarias de forma segura.

5.6.5. Protección del buceador

El sistema que mayor protección ofrece al buceador en cualquier circunstancia es el de suministro desde superficie, con suministro de aire prácticamente ilimitado (importante a la hora de ajustar los tiempos de intervención y descontaminación a la duración del equipo autónomo), comunicaciones mejores y más fiables, un sistema para la recuperación del buceador en caso de emergencia y un umbilical que sirve de guía al buceador en caso de falta de visibilidad, no obstante la necesidad de una mayor servidumbre, un entrenamiento más específico del personal de buceo, el mayor número y volumen de equipo a manejar y descontaminar, junto con el mayor presupuesto necesario para su funcionamiento hacen que la mayoría de los grupos de rescate, que pertenecen a cuerpos de bomberos u otras fuerzas de seguridad, utilicen habitualmente de manera casi exclusiva, el equipo de buceo autónomo.

El equipo autónomo para intervención en aguas contaminadas se compone de traje seco, máscara facial completa de presión positiva (preferiblemente equipada con comunicaciones), lastre, aletas, accesorios y la propia unidad autónoma, normalmente sin ningún tipo de chaleco hidrostático, dada la dificultad para la descontaminación de esta prenda, que además puede verse afectada por los productos químicos, montada en un atalaje resistente o preferiblemente en un arnés unido a la superficie mediante un cabo de seguridad.

Resulta obvio que la mejor forma de protección en un medio contaminado es el total aislamiento del trabajador del medio ambiente, por lo tanto en el caso de los buceadores el equipo necesario ha de constar necesariamente de los siguientes elementos:

- Traje seco dotado de capucha y guantes secos.
- Máscara facial completa o casco.

Traje seco

Para su empleo en aguas contaminadas es necesario que el traje (al igual que el resto del equipo) cumpla unos requisitos mínimos, no sólo de estanqueidad sino también de resistencia a la rotura (punción, abrasión, rasgado), que dé confianza y seguridad al usuario, ya que en caso de inundación la entrada de contaminante puede tener consecuencias especialmente graves, que sea fácil su descontaminación y que además, en caso de contaminación química, sea suficientemente resistente al producto químico específico, de modo que permita completar la operación con seguridad.

Bajo estas premisas resulta relativamente fácil, por descarte, concluir que los más adecuados para este tipo de intervenciones son los confeccionados en caucho vulcanizado, por varias razones:

- Presentan una gran resistencia al desgarro y a la punción.
- La superficie exterior es lisa, por lo que resultan relativamente fáciles de descontaminar.
- Son compatibles con una gran cantidad de productos químicos.

Otro tipo de trajes, como los trilaminados también presentan buena resistencia a gran parte de productos químicos o al desgarro o la punción, sin embargo resulta mucho más difícil su descontaminación debido a la rugosidad y capacidad de absorción del producto y los fabricados en neopreno, aunque sea del tipo comprimido, ya que presentan una menor resistencia al

desgarro y a la punción, a la vez que escasa resistencia a la mayoría de productos químicos, añadido a esto la gran dificultad para su correcta descontaminación.

Si el traje va a ser empleado con máscara facial, deberá estar dotado de capucha estanca y un sistema de acople para guantes también estancos, si por el contrario va a ser utilizado con casco deberá estar provisto del sistema de acople compatible con el modelo específico de casco.

Casco

El sistema de buceo que mejores garantías de estanqueidad ofrece al buceador es el casco con sistema de flujo continuo, de ese modo existe siempre una sobrepresión en su interior que impedirá la entrada de contaminante por vía respiratoria (la más peligrosa), pues al no existir válvula de demanda no se genera depresión alguna durante la respiración y por lo tanto se reduce el peligro de que la válvula de exhalación se obstruya, permitiendo la entrada de contaminante durante la fase de inhalación.

Otra opción es el empleo de un casco de demanda, que a su vez también puede funcionar en modo de flujo continuo, y si bien no es posible generar sobrepresión alguna en su interior, si se establece una corriente de aire que impedirá en buena medida la entrada de contaminante al interior, además siempre se le puede dotar de un sistema especial de doble exhaustación, al ser éste su principal punto débil, siendo el otro punto débil en un casco de demanda el diafragma, por ser de material muy fino y flexible y estar expuesto directamente al contaminante.

Para su empleo en aguas contaminadas siempre es preferible que además el casco vaya conectado directamente sobre el traje para, de éste modo, reducir la posibilidad de contacto con el agente contaminante.

Máscara

La tercera opción está en la utilización de una máscara facial completa. Algunas de éstas máscaras pueden ser utilizadas tanto con suministro desde superficie como con equipo autónomo, mientras que los cascos están diseñados únicamente para ser utilizados con suministro desde superficie.

En general las máscaras tienen todos los inconvenientes de los cascos de demanda añadiendo la falta de protección de la cabeza y la ventaja de la mayor ligereza y facilidad de uso.

En el mercado existen máscaras de diversos tipos, cada una con sus ventajas y sus inconvenientes, pero quizá el detalle más importante, para su empleo en ambientes contaminados, sea el de poder disponer de una presión positiva en su interior, que impida la entrada de contaminantes en caso de producirse una pérdida de hermeticidad de la misma.

5.6.6. Protección del personal de apoyo en superficie

Dependiendo del tipo de contaminante, concentración y del tiempo de exposición, el personal de apoyo en superficie también deberá utilizar el equipamiento adecuado para protegerse eficazmente de la contaminación.

Los trajes de protección química se dividen básicamente en dos categorías:

- Trajes antisalpicaduras.
- Trajes totalmente estancos.

El traje antisalpicaduras tiene por objeto hacer que el producto resbale y no llegue a empaparse de líquido contaminante, se utiliza conjuntamente con el equipo de protección respiratoria, que a su vez puede estar compuesto por una máscara con filtro antipartículas o un ERA. Este tipo de protección suele ser utilizada en las tareas de descontaminación.

En el traje totalmente estanco, conocido como traje antigás, su principal característica es la estanqueidad lo que permite trabajar en ambientes tóxicos. En esta categoría se distinguen dos tipos diferentes:

- Los llamados encapsulados, que cubren totalmente al usuario incluido el ERA.
- Los que llevan el ERA en el exterior.

Un aspecto importante es el de poder contar siempre con una presión positiva en su interior que reduzca el riesgo de entrada de contaminantes en caso de rotura o pinchazos.

En los trajes encapsulados esta presión de seguridad se consigue al realizarse la espiración en su interior (lo que por otra parte impide su utilización con equipos de circuito cerrado) gracias a una válvula de ventilación que cargada con un muelle actúa a la vez como válvula de seguridad.

En los trajes que llevan el equipo ERA en el exterior, ésta presión positiva se consigue mediante la inyección de aire por medio de una conexión adicional, lo que supone un aumento importante en el consumo.

Cada sistema tiene ventajas e inconvenientes con respecto del otro, así el traje encapsulado ofrece una protección integral y una más fácil y efectiva descontaminación, con una pérdida importante de movilidad y un alto grado de dificultad para la visualización de los aparatos de control (manómetro, comunicaciones, etc.), mientras que los equipados con el ERA en el exterior ofrecen una mayor movilidad y comodidad general, particularmente en el control de los instrumentos y accesorios, con el inconveniente de que se produce la contaminación de todos ellos (arnés, botella, latiguillos, equipo de comunicaciones, etc. y como consecuencia su posible deterioro).

Otro aspecto importante a tener en cuenta es el consumo de aire, siempre mayor en los encapsulados debido al gasto durante el proceso de equipado.

NIVELES DE PROTECCIÓN		
Nivel I	Nivel II	Nivel III

Antisalpicaduras	No estanco a gases	Estanco a gases
------------------	--------------------	-----------------

5.6.7. Planificación de la intervención

El buceo en aguas contaminadas es una operación de alto riesgo, por lo tanto requiere:

- Entrenamiento específico para el tipo de trabajo a realizar
- Equipamiento especialmente adaptado y compatible con el tipo de contaminante
- Aptitud psico-física apropiada acorde a las situaciones de riesgo
- Práctica constante de trabajo en equipo
- Mantenimiento regular de los equipos que garantice su buen estado y funcionamiento

Por lo tanto exige:

- Una adecuada selección del personal
- Una selección minuciosa y apropiada del equipo a emplear
- Empleo de procedimientos normalizados para este tipo de buceo
- Unos planes específicos de contingencia
- Procedimientos de descontaminación apropiados a cada situación

Selección del personal

En las operaciones de buceo en aguas contaminadas sólo deben participar los buceadores que además de demostrada experiencia como tales, hayan recibido la formación e información adecuada al trabajo en concreto, que hayan sido reconocidos médicamente en el último año, que estén convenientemente vacunados, que no presenten en el momento de la intervención ningún tipo de heridas, que demuestren una aptitud psíquico-física adecuada y que previamente haya realizado suficientes prácticas y simulacros o en su defecto que hayan participado en intervenciones reales junto con el resto de los componentes del equipo.

Selección del equipo

La selección del equipo es fundamental, ya que de ello depende la seguridad del buceador y al mismo tiempo del resto de personal implicado en la operación, por lo tanto debe emplearse siempre el que ofrezca el mayor nivel de protección posible y debe ser contrastada previamente su compatibilidad respecto al agente químico, sustituidos todos los elementos que ofrezcan dudas y habiendo comprobado su funcionamiento con anterioridad.

Establecimiento del área de trabajo

Para delimitar las zonas de trabajo, se debe situar al personal, medios y equipamiento a favor del viento, de forma de que toda posible emanación no pueda llegar hasta ellos por la acción del viento. Debe exponer al contaminante la menor cantidad de personal posible, contaminar el mínimo equipo, reducir al mínimo los tiempos de exposición, tener preparados los elementos

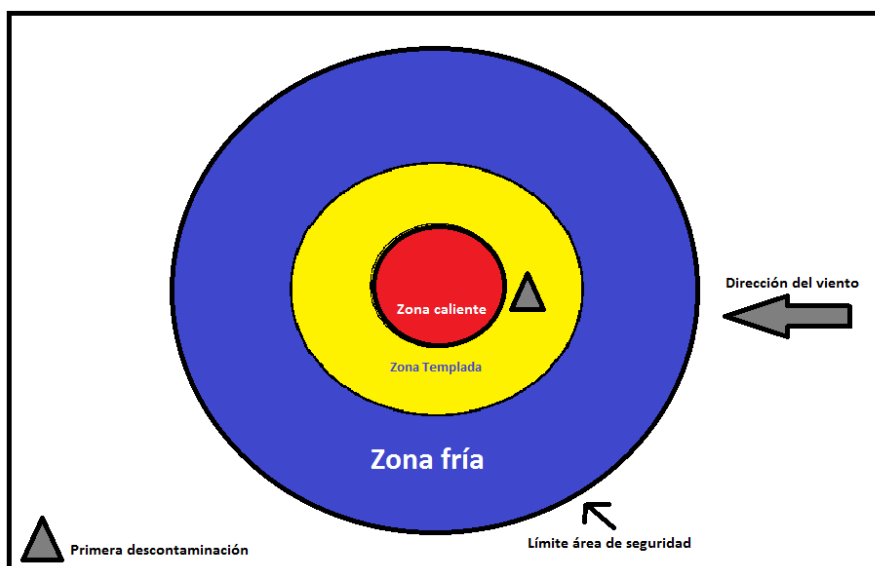
necesarios para la recogida del material contaminado (contenedores o balsas) y disponer los medios necesarios para una adecuada descontaminación y aseo al personal implicado en la operación, con anterioridad a la puesta en el agua de los buceadores.

Dentro de lo que se considera área de seguridad se diferencia tres zonas, que deberán estar claramente delimitadas:

Zona caliente o de máximo peligro, es la zona propiamente dicha de la contaminación. Para acceder a esta zona se debe contar con la protección adecuada al grado y tipo de contaminación existente.

Zona templada o de descontaminación, es una zona intermedia donde se realizan las tareas de descontaminación de los buzos y equipos una vez finalizado el trabajo.

Zona fría o salida de la zona de descontaminación, es la parte alejada del lugar que presenta una zona segura para el personal, equipos y medios, donde no hay contaminación y por lo tanto no es necesaria protección contra las posibles emanaciones del contaminante.



Una vez establecida el área de seguridad e identificado el contaminante y su concentración, dispuesto el equipo adicional necesario para garantizar la seguridad del personal de apoyo y el procedimiento de descontaminación, se establece el plan de buceo y se inicia el equipado de los buceadores (al menos dos), previa preparación y comprobación de todos los componentes del equipo.

Los pasos a seguir en la planificación de la intervención son:

- 1) Identificación del contaminante y grado de peligrosidad
- 2) Comprobación de la compatibilidad de los equipos
- 3) Establecimiento del área de seguridad
- 4) Intervención: buceadores y personal de apoyo
- 5) Descontaminación y recogida de materiales y residuos
- 6) Desinfección y limpieza
- 7) Mantenimiento y comprobación de los equipos

5.6.8. Intervención con equipo autónomo

Equipo necesario:

- Traje seco (preferentemente de goma vulcanizada con capucha incorporada totalmente estanca.)
- Guantes secos y sus elementos de acople de traje.
- Máscara facial completa (preferentemente de presión positiva.)
- Ropa interior térmica.
- Botella (s) (con un sistema de aviso de baja presión para casos de visibilidad nula.)
- Regulador de primera etapa estanca, preferentemente sistema DIN, dotado de manómetro y los accesorios correspondientes para el hinchado del traje seco.
- Chaleco hidrostático (*)
- Aletas.
- Arnés de seguridad.
- Cabo de seguridad de longitud adecuada con mosquetón.
- Cinturón de lastre.
- Herramientas de corte (cuchillo, etc.)
- Elementos de control (si procede.)

() El chaleco hidrostático no suele ser empleado en este tipo de actuaciones debido a la dificultad de descontaminación, aunque existen en el mercado modelos diseñados para su empleo con productos químicos.*

Personal mínimo:

- 1 buceador
- 1 buceador de socorro
- 2 ayudantes
- 1 supervisor o jefe de equipo.

Deben ser inspeccionados todos los elementos del equipo en busca de cualquier deterioro, comprobando el funcionamiento de los reguladores, el sellado de las máscaras y la carga de las botellas, colocando el equipo en el lugar destinado al equipado de los buceadores en la zona fría. La mejor opción para no pasar nada por alto será el empleo de listas de comprobación estandarizadas.

Emergencia en el buceo con equipo autónomo

Pérdida de las comunicaciones

Lo aconsejable cuando se opera en aguas contaminadas es mantener siempre contacto constante con la superficie y además, si es posible, utilizar alguno de los aparatos especiales de comunicación subacuática. Pero los sistemas de comunicación inalámbrica no son tan fiables como los que utilizan cables, ya que cualquier objeto entre el buceador y la superficie puede dificultar, interferir o incluso anular la señal. En tal caso el buceador y su ayudante pasarán al empleo de las comunicaciones mediante tirones y, si éstas no fueron posibles, se deberá abortar el buceo.

Pérdida del suministro de aire

Cuando se utiliza una máscara facial completa como medio de protección contra la contaminación, no es posible compartir el aire con el compañero ni utilizar un segundo regulador de emergencia, ya que supondría la retirada de la máscara con la consiguiente exposición a la contaminación. En algunas máscaras es posible la instalación de un segundo regulador directamente sobre el cuerpo de la misma, en otras en cambio es necesario el empleo de una válvula bypass o distribuidor para poder utilizar el suministro de aire alternativo. Este tipo de máscaras está diseñado para su empleo con suministro desde superficie, por lo que su empleo con el equipo autónomo no está exento de inconvenientes.

En todo caso, será necesaria una segunda fuente de aire de emergencia, sobre todo en aquellas inmersiones en que se superen los 10 metros de profundidad o que la exposición al contaminante, por breve que sea, pueda llegar a causar graves problemas al buceador. En todos los casos la pérdida del suministro principal de aire supone, tras la activación del suministro de emergencia, al final de la inmersión

Inundación del traje

La entrada de agua al interior del traje, sobre todo por la mitad superior, es posible reducirla inyectado aire en su interior para establecer una ligera presión positiva y con las debidas precauciones ya que ello generaría una flotabilidad positiva que es necesario controlar actuando sobre la válvula de descarga del traje. No obstante, ante la entrada de contaminantes al interior del traje la inmersión debe ser suspendida inmediatamente y el buceador descontaminado de urgencia, aplicando abundante agua y trasladado al servicio médico para su examen

Desconexión accidental del inflador del traje

Ante la desconexión del latiguillo de inflado del traje seco, éste no debe volver a conectarse en inmersión, ya que esto posibilitaría la entrada de los contaminantes existentes en el agua atrapada en el tubo del conector. Por otra parte, no se debe pulsar el botón de la válvula de inflado estando desconectado el latiguillo.

Válvula de inflado del traje abierta y atascada

La entrada descontrolada de aire en el traje seco siempre representa un problema grave por el riesgo de ascenso descontrolado a la superficie, que normalmente se soluciona desconectando el latiguillo del inflador. Pero en éste caso no debe desconectarse jamás el latiguillo del traje seco sin adoptar precauciones, ya que penetraría agua contaminada en el interior del mismo al estar la válvula atascada y, por tanto, abierta. En éste caso el buceador tiene dos opciones:

- Manipular la válvula de exhaustación convenientemente para regular la descarga de aire y así evitar el ascenso descontrolado.
- Taponar el orificio de entrada a la válvula con el dedo, tras desconectar el latiguillo.

Entrada de agua en la máscara

La entrada de agua en la máscara puede producirse como resultado del desajuste de la misma sobre la cara, debido a que la válvula de exhaustación no asienta correctamente o a la rotura de alguno de sus componentes, especialmente el diafragma del regulador. De tratarse de una

máscara de presión positiva el mecanismo se activaría automáticamente impidiendo la entrada de agua, en caso contrario será necesario crear esa presión positiva abriendo el sistema de ventilación si lo hubiera u oprimiendo el botón de purga para evitar lo posible la entrada masiva de contaminantes, a continuación abortar el buceo, descontaminar y visitar al médico lo antes posible.

Hay que tener en cuenta, que ante cualquiera de los incidentes antes dichos (válvula de inflador atascada y rotura o desajuste de la máscara) el consumo de aire aumentará rápidamente, con claro riesgo de agotar la reserva de aire antes de poder completar el necesario proceso de descontaminación.

5.6.9. Intervenciones con equipo de suministro desde superficie

Además del equipo básico de buceo autónomo, se utilizará:

- Casco rígido (flujo libre o demanda) o máscara facial equipada con distribuidor.
- Botella de emergencia de capacidad adecuada, con regulador de 1ª etapa y manómetro.
- Panel para suministro de gases desde la superficie.
- Central de comunicaciones por cable.
- Umbilical.
- Umbilical.
- Suministro principal de aire.
- Suministro auxiliar de aire.

Personal mínimo:

- 1 buceador.
- 1 ayudante del buceador.
- 1 buceador de socorro.
- 1 ayudante del buceador de socorro.
- 1 supervisor de descontaminación.
- 1 operador del panel de control de gases (puede ser el jefe de equipo).
- 1 jefe de equipo (si es persona distinta del operador del panel).

Emergencias con equipo de suministro desde superficie

Inundación del casco

En caso de entrada de agua en el casco o máscara es necesario establecer una presión positiva en su interior con el fin de evacuarla lo más rápido posible, para ello bastará con oprimir el botón de purga del regulador o abrir la válvula de ventilación. En el caso de cascos de flujo continuo será necesario aumentar la presión en su interior manipulando las válvulas de regulación e inclinarse hacia el lado que se encuentre situada la válvula de descarga hasta su completa evacuación. La presencia de agua en estos cascos normalmente se debe a un mal ajuste de las válvulas, por lo que es muy importante su verificación previa a la inmersión.

Para reducir el riesgo de inundación causada por mal ajuste de la válvula de exhaustación, particularmente en los cascos de demanda, está especialmente indicada la utilización de un sistema especial de doble exhaustación.

En cualquier caso de entrada de contaminante al casco, la inmersión debe ser abortada inmediatamente

Enredo del umbilical

Si el buceador o su ayudante detectan que el umbilical se ha enganchado deben comunicarlo inmediatamente e intentar desenredarse por el método de deshacer el camino siguiendo del umbilical, asistido por el ayudante. Si ello no fuera posible, el buceador deberá desprenderse del umbilical abriendo previamente el gas de emergencia y ascender a la superficie inmediatamente.

La operación de desprenderse del umbilical sólo será posible, y segura, si el equipo está dotado de un sistema de desconexión rápida, que permita al buceador desconectar de forma segura todas las líneas del umbilical (línea de gas, comunicaciones, cabo de seguridad, etc.) sin desprenderse del arnés, puesto que suele integrar la botella de seguridad y el sistema de lastrado. En caso contrario el procedimiento más seguro será enviar al buceador de socorro en su auxilio.

Pérdida de las comunicaciones

Las comunicaciones por cable son las más fiables y nítidas, sobre todo con el empleo de máscaras pesadas o cascos de demanda, y son indispensables cuando se utiliza el sistema de suministro desde superficie, no obstante el buceador y su ayudante deben repasar el código de señales mediante tirones para poder emplearlo en casos de emergencia, teniendo en cuenta siempre, que la pérdida de comunicación fiable con el buzo supone el final de la inmersión.

5.6.10. Tiempo máximo de buceo

Es recomendable realizar buceos de corta duración (como máximo 20 minutos), aplicando como normal general, para el buceo con equipo autónomo, la regla de los tercios, que consiste en destinar 1/3 del gas disponible para la mitad del buceo y 1/3 para el resto incluida la descompresión y la descontaminación, dejando el otro 1/3 de reserva para casos de emergencia. En caso de visibilidad nula deberá aplicarse la regla de los cuartos.

En cualquier caso conviene planificar la inmersión dentro de los límites sin paradas de descompresión.

El supervisor de buceo, el buceador de socorro y el resto del personal destinado a labores de apoyo deberán permanecer, siempre que sea posible, fuera del área contaminada ya con los equipos de protección apropiados dispuestos, por si fuese necesaria su intervención, de modo que se reduzca al mínimo el material contaminado al final de la intervención.

5.6.11. La descontaminación

La operación de buceo no se termina con la salida del buzo del agua, puesto que es necesario asegurar la descontaminación y desinfección de todo el personal implicado en la operación, así como del material utilizado en la misma y al mismo tiempo evitar la propagación de la propia contaminación.

El sistema para la descontaminación se monta antes de iniciar la operación de buceo o al mismo tiempo, ya que puede tener que ser utilizada de urgencia ya en los primeros minutos de la intervención.

Para ello es necesario disponer de:

- Suficiente cantidad de agua limpia y productos de desinfección
- Una manguera para rociar al buzo al salir del agua
- Un cepillo para frotar al buzo al salir del agua
- Una ducha dispuesta en el corredor de descontaminación
- Un cepillo para la descontaminación
- Soluciones de limpieza
- Una cubeta o balsa donde se recojan los residuos procedentes de la descontaminación
- Contenedores o bolsas estancas para la recogida de los equipos
- Una ducha para el aseo final del personal

El personal auxiliar destinado a labores de apoyo y descontaminación deberá estar entrenado en el uso de los equipos de protección personal (trajes y equipos de respiración) y de los procedimientos de descontaminación normal y de emergencia.

A éstas labores se destinan:

- Un supervisor o encargado del área de descontaminación que será el responsable del correcto montaje del área de descontaminación, comprobará la existencia y funcionamiento de los equipos de protección necesarios, se encargará de las comunicaciones con el personal a su cargo y establecerá un protocolo para casos de emergencia.
- Un ayudante que se encargará de la descontaminación a la salida del agua en colaboración con el ayudante del buzo.
- X ayudantes encargados de la descontaminación final y desequipado del buceador.

Diferentes fases del proceso de descontaminación

1) Descontaminación del buzo al salir del agua: siempre que sea posible el buceo debe iniciarse desde la orilla, en la zona más apropiada o previamente acondicionada (colocación de plataforma o escalera, etc.) con desagüe directo al área de buceo y en esa zona se realiza, siempre a la salida del agua, la primera descontaminación, vertiendo abundante agua con una manguera y ayudándose de cepillos.

2) Descontaminación de los equipos de buceo: a continuación el buzo pasa a la zona de descontaminación propiamente dicha, donde se realiza una limpieza más pormenorizada del equipo, usando en algunos casos soluciones descontaminantes apropiadas, al mismo tiempo que

se le retira y se recoge en contenedores o bolsas apropiadas para su desinfección y comprobación posterior. Hay que tener en cuenta que el agua residual generada en este proceso debe ser recogida y tratada posteriormente.

En el caso utilizar equipos de suministro desde superficie los umbilicales deben ser desmontados y separados para su limpieza y descontaminación o bien recogidos en contenedores estancos para su transporte hasta el lugar donde se haya de realizar esta labor. Por ésta razón es conveniente reducir el número de elementos a un mínimo (por ejemplo eliminando el tubo del profundímetro neumático).

3) Descontaminación del buceador propiamente dicha: una vez desequipado el buceador pasa a la ducha donde terminará su aseo personal con los productos de limpieza adecuados.

4) Descontaminación del equipo auxiliar: todos los equipos y herramientas que haya sido expuestos al contaminante deben ser descontaminados antes de ser sacados de la zona y recogidos en contenedores o bolsas estancas para su desinfección e inspección posterior, ya que ésta será la mejor forma de reducir la posibilidad de propagación del contaminante fuera del área de seguridad.

5) Descontaminación del personal auxiliar: todo el personal auxiliar que haya estado expuesto al contaminante deberá seguir el mismo proceso.

Los procedimientos de descontaminación definitiva de los trajes de protección química, tras ser utilizados en una intervención, deben ser llevados a cabo por personal técnico cualificado que empleará en el proceso de los productos desinfectantes adecuados al contaminante específico.

Terminada la descontaminación, los trajes pueden lavarse con agua templada y detergente suave, utilizando para estas labores el equipo de protección adecuado para prevenir el contacto con cualquier contaminante residual, para una vez aclarados poner a secar a la sombra en lugar seco, ventilado y exento de excesivo calor, asegurándose no haber conseguido el nivel de descontaminación adecuado.

5.6.12. Alternativas a la intervención humana

Empleo de vehículos no tripulados (ROV's)

En algunos casos es posible el empleo de sumergibles no tripulados, que provistos de cámaras de vídeo y brazos articulados son capaces de operar hasta profundidades mucho mayores que los buceadores, sin exponer éstos al peligro de contaminantes y con tiempos de trabajo prácticamente ilimitados.

Ventajas del ROV:

- Tiempo de buceo ilimitado
- Reducción del número de personas expuestas al agua contaminada
- El operador puede situarse en la zona fría, lejos de toda contaminación
- Mayor profundidad operativa que los buceadores
- Exento de riesgos

Inconvenientes:

- Se necesita visibilidad para operar el ROV
- Dificulta para operar con corriente o marejada
- El campo de visión es más reducido para el operador que para el buzo, por lo que resulta normalmente más lento en operaciones de búsqueda
- Limitación en las labores que requieran destreza manual



Ejemplos de vehículos no tripulados

5.6.13. Mantenimiento de los equipos

El cuidado y mantenimiento después del empleo de los trajes protectores y en general del resto del equipo, será lo que determine su posterior fiabilidad y duración.

El almacenamiento de los trajes de protección, en el caso de que ya no se encuentre en su embalaje original, debería realizarse de tal forma que cada traje quede sin arrugas, sin cargas mecánicas y a ser posible protegido de la luz.

Se recomienda colgar los trajes en perchas o colocados boca abajo sobre barras horizontales que tienen que tener un diámetro suficiente para que no se produzcan pliegues ni dobleces en las cremalleras.

Después de su empleo se deberán limpiar cuidadosamente, duchando intensamente el traje protector todavía puesto y cerrado y si es necesario añadiendo neutralizantes o artículos de limpieza de uso corriente en el comercio que disuelvan la grasa y suciedad. Una vez quitado el traje se limpia definitivamente por dentro y por fuera, desinfectando el interior especialmente la parte de la cabeza.

Después de la limpieza se revisa minuciosamente el traje en busca de roturas o deterioros en el material, se lubrican las cremalleras y se inspeccionan los manguitos, se chequean las válvulas y finalmente se realiza una prueba de estanqueidad.

En los trajes de buceo la prueba de estanqueidad se realiza obturando los manguitos de muñecas y cuello (puede hacerse con botellas de plástico o latas de refresco) y cerrando la válvula de descarga a tope (girándola hacia la derecha), se infla con aire hasta que actúe la válvula de seguridad, dejar unos minutos y comprobar si hay fugas.

Con los trajes de protección química el fabricante suministra un kit para efectuar este tipo de pruebas, que consiste básicamente en unos obturadores para las válvulas de ventilación y un sistema de inflado provisto de un manómetro. Colocados los obturadores, se infla hasta la presión indicada por el fabricante y se toma el tiempo que tarda en bajar la presión conforme a los valores señalados en el manual de instrucciones.

Si el equipo no pasara la prueba, se vuelve a inflar y con agua jabonosa o algún producto específico en forma de aerosol, se buscan y señalan las fugas.

Cuando éstas son debidas a algún tipo de desajuste, pueden ser corregidas y repetida la prueba, pero si son debidas a porosidades o roturas, el traje deberá ser enviado al fabricante para su reparación o definitivamente desechado.

Aproximadamente a las 24 horas después del empleo, se debe realizar otra revisión de la superficie del traje, para asegurarse que no hayan surgido roturas o daños en el material debido al efecto ulterior de los productos químicos.

Si todo está correcto, los equipos se marcan colocándoles una etiqueta donde figure el responsable y la fecha de la última comprobación.

Los atalajes y arneses, los equipos se marcan colocándoles una etiqueta donde figure el responsable y la fecha de la última comprobación.

Los atalajes y arneses, mosquetones y cabos deben ser inspeccionados en busca de daños o desperfectos causados por el uso, los roces o la degradación ocasionada por los productos químicos y sustituidos, si procede.

Una vez desinfectados y secos todos los equipos, máscaras, reguladores y en general todo tipo de válvulas, deberán ser desmontadas y revisadas en busca de daños causados principalmente por los agentes químicos siendo sustituidas periódicamente, aunque no presenten deterioro alguno, los diafragmas y las válvulas de exhaustación de los reguladores y trajes, así como las juntas tóricas de los reguladores.

Debe comprobarse el funcionamiento de las válvulas de retención y distribuidores en los cascos y máscaras, secar y probar el funcionamiento de los micrófonos y altavoces.

Lubricar todos los sistemas móviles empleando para ello grasa de silicona (no emplear aerosoles pues contienen Freón que puede dañar los visores de Lexan).

Los umbilicales deberán ser desmontados y separados todos sus componentes (manguera de suministro de aire, cable de comunicaciones, cabo de seguridad, etc.), desinfectados y una vez comprobada la ausencia de deterioro alguno en toda su extensión, vueltos a montar tras realizar, si procede una prueba de presión.

Por último limpiar las conexiones del equipo de comunicaciones, mantener cargadas las baterías, verificar el funcionamiento del sistema de distribución de gases a los buzos y calibrar los manómetros periódicamente.

Se deben realizar las siguientes comprobaciones de los equipos:

- Comprobación previa del equipo de buceo: traje, guantes estancos, botella(s), máscara, chaleco hidrostático, regulador de 1ª etapa, arnés de seguridad, aletas, cinturón de lastre, herramientas de cortes, instrumentos de control, sistema de comunicaciones, accesorios.
- Equipo autónomo: Colocación del traje, comprobación de conexión latiguillos, comprobación funcionamiento reguladores, comprobación y colocación de las aletas, comprobación válvulas, presión botella, comprobación comunicaciones, situación y ajuste de las correas – latiguillos – hebillas, situación y ajuste del sistema de lastrado, boya señalizadora, plan de inmersión, control de tiempos.
- Suministro desde superficie: comprobación interior, comprobación exterior, conexión del umbilical, comprobación de las comunicaciones, comprobación de la conexión del suministro de emergencia, panel de control de suministro de gases, traje seco, traje húmedo, colocación del aro de cuello – arnés de seguridad – botella de seguridad – casco, comprobación de seguridad.
- Comprobación previa del equipo auxiliar: equipos NBQ disponibles, equipos autónomos (ERA) disponibles, comunicaciones, balsas de agua limpia, suministro de agua limpia, mangueras con boquilla para 1ª descontaminación, solución desinfectante, duchas descontaminación, medidores de pH, duchas de aseo personal, contenedores para recogida de equipos y del material contaminada, accesorios de señalización, equipo de emergencia.
- Control de equipado de personal auxiliar: inspección general, colocación y comprobación del equipo de protección respiratoria, comprobación de las comunicaciones, colocación del traje.
- Registro de la inmersión

6. CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES Y EQUIPOS.

En un sistema de saneamiento genérico nos podemos encontrar alcantarillado visitable, alcantarillado no visitable, estaciones de bombeo, tanques de tormenta, cámaras o arquetas de diversos tipos (de rotura, de válvulas,...), dispositivos de pretratamiento,...

Todo este tipo de instalaciones que componen un sistema de saneamiento requieren de un mantenimiento periódico para que funcionen. Dicho mantenimiento es realizado por personal humano apoyado por los medios mecánicos disponibles en cada saneamiento.

A la hora de diseñar cualquier instalación de este tipo se debe primar la seguridad de los trabajadores, la facilidad para poder realizar las labores de mantenimiento de una manera adecuada y segura. En muchas ocasiones son instalaciones que están dentro del casco urbano de las ciudades pueblos, y dado su naturaleza, el TRANSPORTE DE AGUAS RESIDUALES, se tratan de ocultar a la población. En consecuencia se suelen dejar dichas instalaciones enterradas, con accesos difíciles para el personal de mantenimiento e incluso con accesos imposibles para los medios mecánicos necesarios para poder realizar dicha labor.

Ejemplos de este tipo se disponen en muchas ciudades y/o pueblos de nuestra geografía donde se hacen tanques de tormenta con el único acceso disponible son pozos de registro de 600 mm de tapa, instalaciones de saneamiento enterradas donde se meten los equipos en obra antes de hacer la placa de hormigón o la cubierta superior que hace imposible extraer los equipos, instalaciones donde se acumula o se puede acumular gases que desplazan el oxígeno sin ningún tipo de ventilación forzada para evitar los malos olores en el exterior,...

Todos estos ejemplos conllevan que los trabajadores responsables del mantenimiento de las instalaciones de saneamiento deben asumir unos riesgos que se podrían haber reducido si a la hora de diseñar dichas instalaciones se hubiesen tenido en cuenta los requerimientos necesarios para poder gestionar adecuadamente dichas instalaciones. Cabe recordar a los proyectistas, al margen de la seguridad de los trabajadores, que cualquier instalación de saneamiento que requiera un mantenimiento periódico puede quedar obsoleta o en desuso en pocos años requiriendo de una gran inversión para solventar los problemas de diseño iniciales que impiden realizar las labores de mantenimiento.

A grandes rasgos las pautas a tener en cuenta a la hora de diseñar una instalación de saneamiento pensando en la seguridad y salud de los trabajos de operación y mantenimiento son:

- Accesibilidad a las instalaciones en función de los medios necesarios para realizar las labores de mantenimiento.
- Ventilación adecuada en las zonas de trabajo donde periódicamente se prevea que va haber personal haciendo labores de mantenimiento.
- Instalación de corriente eléctrica y agua potable en instalaciones donde se requiera labores de mantenimiento periódico.
- Instalación de los medios auxiliares necesarios en las instalaciones para facilitar las labores de mantenimiento.

En resumen se debería primar la funcionalidad y la seguridad en la operación de las instalaciones frente al diseño bien por criterios urbanísticos bien por criterios económicos siempre y cuando los criterios sean incompatibles.

6.1. Alcantarillado visible

6.1.1. Introducción

Dentro de la red de saneamiento nos podemos encontrar redes de diversas formas materiales, tamaños,.... Los saneamientos visitables generalmente son grandes colectores con una capacidad de transporte de agua muy alta. Estos alcantarillados visitables son más habituales en sistemas de saneamiento con redes unitarias dado que el dimensionamiento de los mismos es todavía mayor debido a la necesidad de transportar un mayor volumen de agua. La variación de caudal en este tipo de red, de cuando se transporta únicamente agua residual, a cuando se transporta agua residual con aporte de aguas pluviales es muy considerable. Esto provoca que en tiempo seco se puedan producir decantaciones considerables en los saneamientos debido a la baja velocidad con la que el agua.



Alcantarillado visible en ejecución

En el alcantarillado visitable cuando se producen episodios de grandes caudales puntuales esto favorece la limpieza de dichos saneamientos. Estos episodios de grandes caudales pueden provocar en curvas pronunciadas de este tipo de alcantarillado puntos muertos o zonas donde se depositan los sólidos reduciendo la sección de los mismos.



Punto de acumulación de sólidos



Alcantarillado visitable con caudal alto.

Los alcantarillados visitables, suelen grandes colectores que reciben el agua de otros colectores que transportan menor caudal. Los puntos de incorporación de estos colectores al interceptor suelen puntos conflictivos, bien por el desgaste que puede provocar la incorporación en la solera del receptor, bien por la acumulación de sólidos que pueden producir en la incorporan. Esta acumulación de sólidos viene provocada por la pérdida de velocidad del agua residual provocada por el cambio aumento de sección, el encuentro frontal-lateral con otra corriente de agua residual,....

Todo esto se debe tener en cuenta a la hora de diseñar este tipo de redes para que las condiciones de trabajo de las personas responsables del mantenimiento sea lo más seguras posible.

7.1.2.-Criterios para el diseño

- Los puntos de acceso del personal de mantenimiento a la red de alcantarillado visitable deben ser adecuados a los equipos de protección individual y colectiva que se deben emplear en este tipo de alcantarillado, en el que el personal entra dentro del mismo y está en contacto directo en muchas ocasiones con el agua residual y el fango acumulado y/o retenido. Esto implica que cuando se diseñen estas redes, se deberán contemplar cámaras de accesos mayores que los 60 cm que tiene una tapa típica de fundición que se pone sobre un pozo de registro. El personal que acceda a estas redes puede que necesite acceder con equipo de respiración autónoma, arneses, cuerdas,...



Acceso adecuadamente dimensionado para medios mecánicos

- Se debe dotar a la red de alcantarillado visitable de diversos puntos a lo largo de todo el trazado de zonas de fácil acceso y de tamaño adecuado para los medios mecánicos necesarios para realizar las labores de apoyo al personal de mantenimiento en dichas redes dado que al ser tan grandes en ocasiones se tiene que recurrir al apoyo de medios mecánicos para poder realizar las labores de mantenimiento y operación.
- Los alcantarillados visitables generalmente son grandes colectores por donde puede haber grandes variaciones de caudal, máxime si las redes son de tipo unitario. Dichas redes se dimensionan para poder recoger el agua residual con un gran aporte de agua pluvial. Esto provoca que los alcantarillados tengan unas dimensiones muy grandes. En época cuando el caudal que circula por los colectores es muy bajo, cuando no llueve, la velocidad de circulación del agua residual es muy baja pudiéndose producir mayor decantación de fango en los colectores visitables que en los no visitables. La fermentación de la materia orgánica presente en el fango genera gases nocivos para la salud y desplazan el oxígeno presente en el aire provocando atmósferas muy peligrosas. Por ello es recomendable diseñar los grandes un canal bien central bien lateral para que cuando exista poco caudal, el agua residual circule por el canal o media caña. Así la velocidad del agua residual será algo menos baja que si circulara por todo el ancho del alcantarillado visitable lográndose que el agua residual decante algo menos de sólidos en la red.

- Ejecución de caminos de tránsito dentro de los grandes colectores por donde podrá desplazarse el personal de mantenimiento tratando de evitar el paso por las zonas donde mayor acumulación de sólidos existe. Con ello se logrará facilitar el tránsito de personal de mantenimiento por el alcantarillado visitable.
- Colocación de señales indicativas o el nombre de las calles dentro del saneamiento visitable dado que es muy fácil desorientarse en los nudos donde concurren varios colectores. Esta práctica en diversas ciudades se ha venido realizando si bien por motivos de seguridad ciudadana se han retirado los nombres de las calles en el alcantarillado visitable. Para poder realizar las labores de operación y mantenimiento dentro del alcantarillado visitable es recomendable mantener todo tipo de indicaciones para evitar perderse, y disponer de planos adecuados de la red. Aunque actualmente se dispone de sistemas que permiten una adecuada orientación como es el GPS, en los grandes colectores es prácticamente imposible tener señal.



Nudo en alcantarillado visitable sin señalizar

- En las zonas donde los trabajos en el alcantarillado visitable no se puedan realizar entre dos tapas anexas cercanas entre sí, se debe disponer de salida que se puedan abrir desde el interior. Es muy recomendable que dichas salidas estén indicadas a modo de salidas de emergencia dado que en el interior de este tipo de alcantarillado, al alejarse de los pozos abiertos, pueden suceder diversas situaciones que obliguen a tomar rutas no deseadas y que no permiten la llegada al punto entrada (aumentos imprevistos de caudal, tramos largos con ausencia del oxígeno necesario sin capacidad necesaria en la botella del equipo de respiración autónomo para atravesarlo, desorientación,...). Dichas salidas además de indicadas en distancia y dirección deben poderse abrir sin presencia de personal en la parte superior, es decir, no deben estar sobre la calzada.
- En el diseño de los alcantarillados visitables y en general en todos las redes de saneamiento se deben reforzar las soleras en los puntos donde los colectores que entronquen. Considerando únicamente el aspecto de la seguridad del personal

responsable de la operación y mantenimiento se deben reforzar las soleras de los tronques a la red de alcantarillado visitable, puntos de unión de grandes saneamientos,... debido a que es donde se produce mayor desgaste las soleras. En muchas ocasiones el personal de mantenimiento debe andar dentro de la red de alcantarillado con cierto nivel de agua residual que impide ver los puntos donde ha fallado la solera.



Incorporación de un colector a un alcantarillado visitable con gran salto

- Otras medidas como disponer de iluminación, tomas de corriente, agua potable,... es recomendable si bien en ciertos casos puede ser contraproducente contra la seguridad de los trabajadores dado que no se puede asegurar que el nivel de agua no llegue hasta estas instalaciones, y aunque sean sumergibles pueden generar más riesgos que ventajas. Además, esta medida solo es conveniente en instalaciones que se visitan con mucha frecuencia, ya que si no el mantenimiento de estos equipos supondría más riesgo del que se quiere evitar.

6.2. Alcantarillado no visitable.

6.2.1. Introducción

Las redes de alcantarillado no visitables es la red de colectores, canales, pasos subterráneos que por las reducidas dimensiones del medio de transporte no se acceden. No existe una dimensión exacta que marque qué red es visitable y cual no. Generalmente son los propios gestores de la red de alcantarillado los que marcan la dimensión a partir de la cual una red es visitable; en el punto siguiente se indica un posible criterio de visitabilidad.

El hecho de que una red no sea visitable implica que toda la operación y el mantenimiento de dicha red deben realizarse con medios auxiliares dado que el personal no será capaz de entrar a dichas redes para poder realizar labores manuales de limpieza.

Además de la complejidad que tiene el operar y mantener a la cual no se tiene acceso se le une la imposibilidad de realizar controles de la red directamente debido a que no se puede acceder. Esto conlleva que se debe disponer de una serie de medios que permitan suplir todas las carencias de falta de acceso a las redes no visitables.

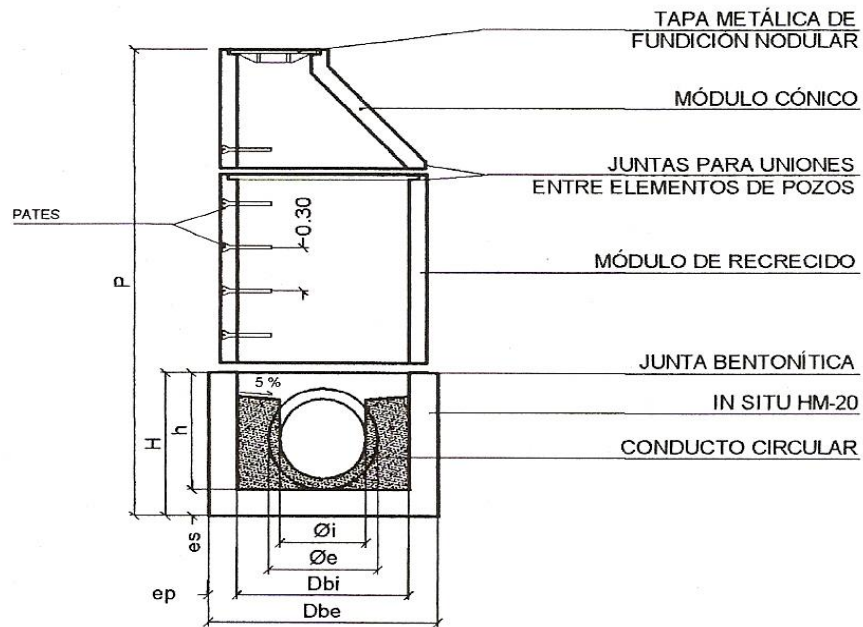
6.2.2. Criterios para el diseño de red no visitable

Dentro de los criterios de diseño de una red de alcantarillado no visitable tenemos una serie de criterios básicos comunes a los de una red visitable como puede ser el caudal y la sección, la pendiente, el material de la conducción, los pozos de registro, las acometidas a la red, los puntos singulares (quiebros, saltos,...). En estos criterios hay algunos que se debe tener especial cuidado en las redes no visitables dado que pueden influir en el correcto funcionamiento de este tipo de instalaciones.

En concreto vamos a tratar de describir los que influyen y debe tener en cuenta en la red de alcantarillado no visitable para una correcta operación mantenimiento evitando así la exposición a los trabajadores responsables de la gestión de dichas redes a riesgos innecesarios:

- Al ser una red NO VISITABLE a la hora de diseñar se debe colocar de suficientes puntos de acceso a la red, pozos de registro, arquetas, cámaras,... para poder realizar un adecuado mantenimiento. En este sentido entendemos por suficientes la colocación registros en todos los puntos singulares de la red (cambios de dirección, resaltos,...) que son puntos donde se suelen producir problemas en la red.
- A la hora de diseñar una red NO VISITABLE se debe ser más generoso en el número de colocar registros a colocar y disminuir en la medida de lo posible los metros de conducción en los que no hay pozo de registro. Este número de registros debe ser mayor en una red NO VISITABLE que en una VISITABLE ya que al disponer de mayor sección permite acceder interiormente a la red.
- Dado que estamos hablando de redes NO VISITABLES se debe considerar como base del diseño de dichas redes para asegurar un adecuado mantenimiento el número de los puntos de acceso a la red, de control,... Es decir en el diseño de una red no visitable la

base del mantenimiento son los pozos de registro, las arquetas, las cámaras,... Debe haber suficientes en número para poder asegurar que todas las zonas conflictivas de la red se pueda actuar desde el exterior.



\varnothing_i	P	D_{bi}	D_{be}	ep	es	h	H
<450 mm	< 4.0 m	1000 mm	1300 mm	150 mm	150 mm	$\varnothing_e + 200$ mm	$\varnothing_e + 350$ mm
	≥ 4.0 m	1200 mm	1600 mm	200 mm	200 mm	$\varnothing_e + 350$ mm	$\varnothing_e + 550$ mm
$500 \leq \varnothing_i \leq 600$ mm	CUALQUIERA	1200 mm	1600 mm	200 mm	200 mm	$\varnothing_e + 350$ mm	$\varnothing_e + 550$ mm

Diseño pozo registro para alcantarillado no visitable

- El diseño de las soleras de los pozos de registro es muy importante dado que se debe favorecer la circulación del agua residual por los propios pozos con la ejecución de medias cañas para evitar la acumulación de sólidos, fangos, materia orgánica en descomposición en la soleras de los pozos que pueden provocar atascos de la red de colectores o bien en condiciones de anaerobias los sulfatos y compuestos con azufre se reduzcan a SH₂, sulfuro de hidrógeno.



Acometida a pozo con media caña para evitar acumulación de sólidos



Acometida a pozo con media caña para evitar acumulación de sólidos



Solera pozo con media caña y recibida. Acometida vertiendo sobre media caña

- El tamaño de los pozos de registro también es muy importante a la hora del diseño dado que se deben hacer teniendo en cuenta que las labores de mantenimiento se deberá realizar con maquinaria cuyo tamaño en función de la labor a realizar variará y en ocasiones puede ser grande. Es por ello que se debe garantizar un tamaño mínimo para poder hacer las labores de mantenimiento. **Como norma general**, el pozo estará compuesto de una parte superior, de sección similar a la de su tapa de registro, y una parte inferior de una mayor anchura que permita el movimiento del operario. Esta doble distribución es especialmente importante en pozos de más de 4 metros de profundidad, ya que si fuera ancho en toda su altura debería disponer de un quitamiedos. En las conducciones que por motivos de presupuesto no se puede disponer que todos los pozos sean de un gran tamaño (mayores 1000 mm de diámetro) se deberían colocar cada cierto número de pozos (según disponibilidad de presupuesto) algunos de mayor tamaño, para facilitar la labor del personal de mantenimiento.



Pozos de registro con anillos prefabricados de 1.200 mm

- Además del tamaño es recomendable la colocación tapas en los pozos de registro con bisagra o algún tipo de sistema para evitar tener que soportar todo el peso de la tapa para facilitar al personal de mantenimiento de la red de saneamiento la apertura de las mismas, evitar sobreesfuerzos innecesarios y evitar accidentes, bien a terceros por la inadecuada colocación de las tapas, bien a los propios trabajadores en sus miembros en la apertura o cierre de las tapas. Para evitar riesgos al tráfico, es conveniente colocar las tapas de forma que se cierren en la dirección del movimiento de los coches. En caso de colocar tapas sin bisagra, estas deben ser redondas, para evitar el riesgo de caída de la tapa al fondo del pozo.



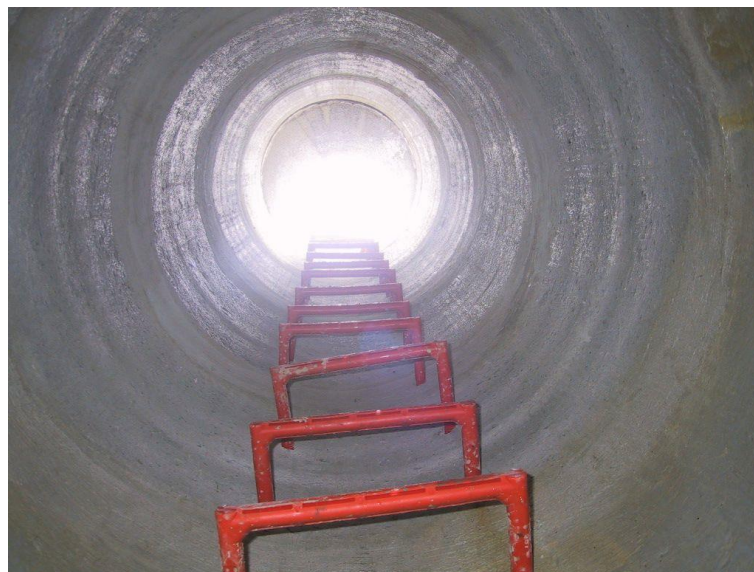
Tapa con bisagra.

- Se debe procurar, siempre que se ubique los pozos de registro tanto en colectores visitables como no visitables que vayan sobre calzada en la parte central de los carriles evitando la banda de rodadura de los vehículos. Con esto se logra evitar hundimiento del pozo de registro por el paso del tráfico pesado sobre ellos, desgaste y/o rotura prematura de las tapas y/o marcos, conos de reducción de los pozos... Todo esto puede llegar a provocar accidentes de circulación, imposibilidad de apertura de tapas...
- La accesibilidad del terreno a los pozos de registro debe permitir el acceso de vehículos grandes y/o pesados dado que en muchas ocasiones es necesario para realizar labores de mantenimiento de en redes de alcantarillado NO VISITABLES se deben emplear camiones succionadores con bombas de alta presión que se deben ubicar cerca de los puntos de trabajo para que las prestaciones del equipo no se vean mermadas y no dificulten en gran medida una labor que y de por sí es compleja dado que se debe hacer desde el exterior. Un ejemplo claro son los colectores que discurren por jardines donde se colocan bordillos que limitan la anchura de los caminos. En este sentido a la hora de diseñar el parque se debería tener en cuenta que por debajo del mismo discurre un sistema de alcantarillado NO VISITABLE y requiere de la acción de camiones de limpieza de diverso tamaño para que sean efectivos.



Urbanización calle peatonal con vía paralela para acceso servicios

- La accesibilidad del personal y medios dentro de los pozos de registro debe ser adecuada dado que como son los únicos puntos de acceso a la red serán empleados constantemente por los trabajadores encargados de las labores mantenimiento. Como mínimo todos los pozos de registro deberían disponer de pates con un diseño adecuado para bajar y procurando que estén sobre la misma vertical (en ocasiones los anillos superiores que conforman el pozo tienen dimensiones inferiores que los anillos de la parte baja de pozo provocando que los pates en un momento dado se metan hacia dentro situación muy peligrosa para los trabajadores), colocados tal y como se marca en la norma UN 13.101. En los pozos muy profundos (a partir de 9 metros) se debería colocar una plataforma intermedia para facilitar el descenso, o realizar el pozo en dos tramos de forma que sus verticales no coincidan. En todo caso estas plataformas no deberán en ningún momento dificultar una eventual operación de rescate vertical. Además en los pozos anchos o profundos que deban ser utilizados regularmente se puede estudiar la instalación de puntos de anclajes permanentes de acero inoxidable 316 (imprescindible que sean de 316 para asegurar una durabilidad en el tiempo debido a las condiciones dentro de los pozos) junto a los pates donde el personal de mantenimiento pueda sujetar la línea de vida con la que deben bajar.



Pates en pozo de registro de 3 metros de profundidad

- Evitar en la medida lo posible pendientes muy bajas (por debajo del 1%) dado que al ser una red no visitable las labores de mantenimiento se deben realizar con medios mecánicos introducidos desde el exterior por registros de un tamaño determinado, esto limita en gran medida los medios auxiliares a emplear en el caso de problemas de atascos graves,...
- Dado que es una red no visitable, las secciones de los colectores, canales,... no permiten el acceso a su interior por lo que es recomendable la monitorización mediante remotas de este tipo de red (esto no implica que en redes visitables no sea recomendable la monitorización también) para tener controlado en todo momento el nivel en los colectores, el grado de ensuciamiento de los colectores (en todas las redes de

saneamiento hay zonas donde se producen mayor acumulación de sólidos, jabones, que otras bien por el tipo de vertido, material, pendientes,...),... para evitar desbordamientos innecesarios y para poder organizar y realizar las labores de limpieza con las periodicidades adecuadas.

6.3. Estaciones de bombeo.

6.3.1. Introducción

Las estaciones de bombeo son instalaciones construidas y equipadas para transportar el agua residual del nivel de succión o de llegada a las unidades de tratamiento o transporte del nivel superior o de salida de la misma.

Las estaciones de bombeo de aguas residuales son necesarias para elevar y/o transportar, cuando la disposición final de flujo por gravedad ya no es posible. En terrenos llanos, los colectores que transportan el agua residual hacia la estación de tratamiento se pueden profundizar de tal modo que se tornaría impracticable la disposición final solo por gravedad. Las tuberías de alcantarillado al funcionar como conductos libres, necesitan tener cierta pendiente que permita el escurrimiento por gravedad, situación que en terrenos planos ocasiona que las mismas, cada vez sean más profundas. En consecuencia, las estaciones de bombeo surgen como instalaciones obligatorias en Sistemas de Alcantarillado de comunidades o áreas con pequeña pendiente superficial.

Las aguas residuales son bombeadas con los siguientes propósitos.

- Para ser conducidas a lugares distantes
- Para conseguir una cota más elevada y posibilitar su lanzamiento en cuerpos receptores de agua
- Para iniciar un nuevo tramo de escurrimiento por gravedad.

Las estaciones de bombeo han sido clasificadas de varias maneras, aunque ninguna de ellas es satisfactoria. Algunos de los sistemas normales de clasificación son los siguientes:

- Por capacidad (metros cúbicos por segundo, metros cúbicos por día o litros por segundo).
- Según la fuente de energía (electricidad, motores, diesel...)
- Por el método de construcción empleado (in situ, prefabricados...)
- Por función u objeto específico.
- Por la disposición de los equipos de elevación: Cámara seca o cámara húmeda.

6.3.2. Datos de partida

Datos de partida para el diseño de una estación de bombeo

- **Caudales:** Curva diaria de evolución de vertidos para diseñar correctamente el grupo de bombas necesario y así poder prever el número de bombas que entrara en funcionamiento para cada escalón de caudal. Caudales mínimo, medio, punta y máximo de lluvia
- **Alturas manométrica que deben impulsar las bombas:** Es la suma de la altura geométrica más pérdidas de carga producidas en las conducciones,...
- **Características de las aguas:** Tipo de bombas según características de las aguas (aguas industriales, aguas cargadas con muchos sólidos,...)
- **Corrosión:** Por cloruros, sulfatos disueltos en el agua, bacteriana...

- **Vida media de una bomba** condicionada en gran medida por el diseño del bombeo (número de arranques, punto de trabajo, condiciones de trabajo,...)
- **Normativa de la zona:** condicionara el tipo de bombeo a colocar (edificio de bombas, cámara seca o húmeda, colocación de rejilla...), problemas de olores (desodorización).

6.3.3. Criterios de diseño

Criterios a tener en cuenta en el diseño de estaciones de bombeo para disminuir en la medida de lo posible los riesgos en los trabajos de mantenimiento y operación de las estaciones de bombeo

➤ **Accesos a los bombeos:**

Se debe tener en cuenta a la hora de diseñar un bombeo los equipos que se van a instalar, las necesidades de medios auxiliares (tamaño camión grúa si es necesario para la extracción de las bombas acorde al peso de las mismas, camión de saneamiento,...) que van a ser necesarios para poder realizar las labores de mantenimiento tanto preventivo como correctivo. En muchas ocasiones los accesos a los bombeos limitan en gran medida los medios auxiliares a emplear lo que provoca principalmente que el personal encargado del mantenimiento debe realizar las labores bien con medios inadecuados, bien manualmente en los casos que se hace inaccesible (camiones de saneamiento, camiones grúa,)

Dentro de los accesos se debe tener en cuenta en los bombeos que no disponen de ningún sistema de extracción fijo en el propio bombeo que sin la ayuda de medios auxiliares se dificultada en gran medida las labores de mantenimiento poniendo en riesgo la seguridad del personal asignado para realizar el mantenimiento.



Acceso al bombeo de vehículos pesados para poder extraer las bombas

➤ **Bombeos muy profundos con bombas en cámara húmeda:**

Se deben evitar en la medida de lo posible que los pozos de bombeo sean muy profundos (mayores de 7 metros con las bombas colocadas en cámara húmeda) dado que este tipo de bombeo complica en gran medida las labores de mantenimiento. El acceso a las bombas es mucho más complicado debido a que debe bajar una gran altura. Para este tipo de bombeos se suele colocar plataformas intermedias para poder bajar hasta las bombas. La ventaja de dichas plataformas es que mejoran en gran medida la seguridad en el descenso por parte de los trabajadores al pozo de bombeo. La desventaja de dichas plataformas es suelen colocar lo suficientemente bajas que el agua residual del bombeo llega constantemente hasta dichas plataformas siendo puntos de acumulación de sólidos, corrosión y generación de gases como SH₂. Todo esto provoca que el empleo en sí mismo de las plataformas genera riesgos al personal.

➤ **Evitar grandes dimensiones en las cámaras húmedas de los bombeos:**

Muchas veces cuando se diseña el volumen se tienen en cuenta únicamente los parámetros de diseño (caudal estimado en redes unitarias, volumen del bombeo para evitar más de 6 arranques a la hora de cada bomba,...). Esto provoca que el proyectista no tenga en cuenta lo que sucede en épocas de estiaje cuando apenas se dan las precipitaciones y se produce un gran tiempo de retención del agua residual en el bombeo. Esto puede provocar que la materia orgánica entre en descomposición (además se debe tener en cuenta que estas situaciones se dan en verano cuando la temperatura es más alta y se favorece aún más la descomposición de la materia orgánica) en la cámara húmeda del bombeo generando gases nocivos para los trabajadores.

➤ **Separación adecuada entre la cámara seca y la cámara húmeda en los bombeos con bombas sumergibles en la parte húmeda del bombeo:**

En la cámara húmeda es la cámara que se dispone para recibir el agua residual que llega al bombeo para ser bombeada por las bombas sumergibles existentes. En dicha cámara es donde se suelen acumular gases nocivos y cuando se pretende acceder a la misma se toman las medidas pertinentes (protocolos de acceso a espacios confinados). En el diseño del bombeo se debe evitar la salida de dichos gases a otras partes del bombeo (en cámara seca) donde no se emplean los procedimientos de trabajo en espacios confinados. Es por ello que se debe asegurar en la medida de lo posible la salida de gases de la cámara húmeda a seca:

- Empleo tapas estancas sobre las bombas.
- Sellado de la canalización eléctrica que va desde los cuadros eléctricos hasta las bombas e instrumentación disponible en propio bombeo.
- Empleo de pasamuros en las tuberías de impulsión que salen del bombeo. Este error suele ser muy habitual en el diseño de los pozos de bombeo con bombas sumergibles: Colocar las tuberías de impulsión sin pasamuros para evitar el paso del agua residual de la cámara húmeda a la cámara de válvulas que es en seco. Esto se hace porque se piensa en nunca el bombeo va a llegar hasta ese nivel dado que el alivio se coloca por debajo de la cámara de llaves. El problema suele ser que no se tiene en cuenta que en ocasiones el nivel del pozo sube por encima del nivel de alivio. Esto es bien porque el tubo de alivio no tiene suficiente sección para desaguar todo el caudal que le llega al bombeo, bien porque donde desagua el

aliviadero tiene un nivel por encima del aliviadero (crecidas de los ríos, subida de la mareas en épocas de mareas con grandes coeficientes,...). Esto provoca que se llene de agua residual y fango cámara cuyo cometido era estar secas con el riesgo por los gases generados provoca al personal que vaya a dicho bombeo que dicho fango se descompongan.

- En las cámaras secas se suelen colocar desagües al propio pozo de bombeo para dar salida al agua que pueda caer en esas cámaras. El problema de dichos desagües es que son puntos de comunicación en las cámaras secas y el pozo de bombeo lo que puede provocar la salida de gases del bombeo por esos desagües, la salida del agua residual por esos desagües si el nivel del agua residual en el pozo supera ese nivel,...



Cámara seca donde se ubican las válvulas del bombeo



Cámara seca con agua residual donde se ubican las válvulas antirretorno de las bombas

- **Posibilidad de aislar o dividir la cámara húmeda tanto del bombeo con bombas sumergibles como el bombeo con bombas en cámara seca mediante compuertas:**

La cámara húmeda de un bombeo de aguas residuales debe ser mantenida periódicamente por el personal responsable del mantenimiento. Para ello el personal de mantenimiento debe bajar a la cámara húmeda del bombeo para retirar las arenas acumuladas, puntos con acumulación de sólidos por fallos en el diseño del acceso al bombeo del agua residual,... Dicha labor periódica se realiza con unas mayores condiciones de seguridad si donde se debe acceder se puede evitar la entrada de agua residual mediante el aislamiento de la zona a limpiar con el cierre de compuertas. Esta medida facilita en gran medida las labores de limpieza y mantenimiento de la cámara húmeda del bombeo, disminuye los riesgos dado que antes de bajar se puede hacer una limpieza previa desde fuera momento en el cual se suele remover en gran medida los fangos existentes en el pozo y suele aumentar la concentración de SH₂ desplazando el oxígeno del aire disminuyendo la concentración del mismo.



Pozo bombeo con zonas donde se acumulan los sólidos

➤ **Sistemas de ventilación adecuados para provocar corrientes de aire:**

Es fundamental tanto a nivel de operatividad como de seguridad una correcta ventilación en un pozo de bombeo por diversas razones:

- Evitar corrosión de todos los equipos instalados
- Evitar intoxicaciones con SH₂ de los trabajadores encargados de realizar las labores de mantenimiento.

Tanto en los bombeos con las bombas sumergibles como en los bombeos con las bombas en cámara seca se debe asegurar una adecuada ventilación del bombeo. Con ello se trata de evitar la acumulación de gases en el bombeo. Los problemas que se generan a la hora de diseñar la ventilación de un bombeo son los siguientes:

- Cuanto mejor sea la ventilación pretendida mayores son los costes del bombeo dado que a mayor volumen de aire a mover esto provoca que los equipos de ventilación deben ser más grandes y más costosos. Otro problema que se genera son los olores que se generan. Cuanto mayor volumen de aire se mueva mayores deben ser los equipos de desodorización (en zonas urbanas es necesario que los bombeos de aguas residuales no huelan por las posibles

afecciones) para evitar que el aire que se saca del bombeo provoque malos olores en la zona. En bombeos de aguas residuales ubicados puntos nobles de algunas ciudades el ayuntamiento ha obligado a la empresa responsable del mantenimiento la ventilación con el consiguiente riesgo que ello genera por los problemas de olores generados en la zona.

- En los bombeos con las bombas en cámara seca deben tener especial cuidado a la hora de diseñar la ventilación dado que se disponen de mayor volumen en la cámara seca, la geometría de los pozos provoca la aparición de mayores zonas muertas (sin ventilación) donde se pueden acumular gases. Además la cámara húmeda de dichos bombeos suelen acumular mayor cantidad de sólidos y fangos debido a que la bomba se encuentra fuera del pozo. Generalmente en los pozos de bombeo con bombas sumergibles las propias bombas al impulsar generan una agitación que provoca una menor decantación de sólidos en la cámara húmeda. Esto se traduce que en los bombeos con bombas en cámara seca si no se asegura un correcto sellado de la cámara húmeda puede ocurrir la aparición de mayor cantidad de gases nocivos que si el bombeo se hubiese diseñado con las bombas en cámara húmeda.



Bombeo en cámara seca con puntos con riesgo de presencia de sh2

- **Todos los equipos a instalar dentro de la cámara húmeda del pozo de bombeo con posibilidad de contacto con el agua residual deberán ser IP68 y ser alimentados en la medida de lo posible con 24 voltios (las bombas):**

Dentro de la cámara húmeda se ubican diversos equipos eléctricos IP (aparte de las bombas en los bombeos en cámara húmeda) como por ejemplo los interruptores de nivel por flotación (boyas), medidores de nivel hidrostáticos en contacto con el agua residual, mediante ultrasonidos sin contacto con el agua residual pero susceptibles de ser afectados por la humedad del pozo, medidores en continuo de otros parámetros (conductividad, pH, temperatura,...) que ser mantenidos. Dichos equipos serán manipulados por el personal

encargado del mantenimiento y en muchas ocasiones se hace sin interrumpir el suministro eléctrico de dicho eléctrico. Es por ello que para evitar posibles accidentes en el caso de derivaciones de los equipos es recomendable la alimentación de dichos con 24 voltios.

Por otro lado dentro del pozo de bombeo se hace necesario colocar cableado eléctrico (alimentación bombas, alimentación iluminación,...). El ideal sería conectar los equipos directamente al cuadro sin empalmes si bien en muchas ocasiones esto es muy difícil debido a la distancia entre los CCMs (se suelen o deben colocar en salas aparte de la cámara húmeda para evitar problemas con la humedad de los pozos de bombeo, los gases que provocan corrosión,...) y el pozo de bombeo. Lo que se procura que tanto las conexiones eléctricas, la iluminación sea IP68, evitando las cajas de conexiones dentro del pozo que no sean sumergibles (torpedos o cajas selladas mediante pasta líquida) para poder garantizar una estanqueidad adecuada y que garantice la seguridad del personal de mantenimiento.



Conexión eléctrica de la bomba mediante caja no estanca con problemas de humedad y riesgo de acceso



Conexión eléctrica de la bomba mediante caja no estanca en la parte superior del bombeo pero por debajo del nivel de alivio



Cajas de conexiones no estancas fuera del pozo de bombeo

➤ **Sistemas de elevación:**

Puentes grúa, polipastos eléctricos instalados en el propio bombeo de forma que se pueda realizar la elevación de las bombas cuando sea necesario. Este tipo de sistemas además de incrementar el rendimiento del personal de mantenimiento dado que dispone en el propio los medios necesarios para poder hacer el mantenimiento de las bombas se aumenta la seguridad en los trabajos a realizar dado que ubicará bien el polipasto bien el puente grúa en la posición más favorable para poder extraer las bombas.



Puente grúa en un bombeo

➤ **Sistemas de detección de gases:**

La ausencia de oxígeno, presencia de sulfhídrico o gas metano debe evitarse para poder garantizar la seguridad de todos los trabajadores encargados de realizar las labores de mantenimiento en una estación de bombeo. Por ese motivo es recomendable colocar

medidores de gases en continuo en la cámara seca del bombeo de forma que en todo momento podamos conocer las concentraciones de dichos gases y emita algún de alarma acústica y/o luminosa en el caso que se supere la concentración de alarma de los gases vigilados. Esto mejora la seguridad de los trabajadores ante la posibilidad de presencia de gases nocivos si bien no la asegura por ello es necesario el colocar señales a la entrada del bombeo donde se indique la posibilidad de presencia de gases nocivos por lo que para poder acceder es obligatorio disponer de un medidor de gases portátil aunque el bombeo disponga de medidor de gases en continuo. Esto es necesario dado que los medidores en continuo tiene puntos fijos (donde se ubican las sondas) donde miden si bien el trabajador se puede mover por todo el bombeo. Puede darse el caso que aparezcan bolsas de gas donde no hay ningún medidor en continuo por lo que si el trabajador lleva su propio medidor no sucederá nada más que deberá salir del bombeo y ventilar.

➤ **Equipos de respiración autónoma:**

Los trabajadores deben llevar equipos de respiración autónoma a todas las operaciones que realicen en las estaciones de bombeo, y tenerlos a su disposición para un caso de necesidad. En bombeos de grandes dimensiones y con riesgo de aparición de gases nocivos sería recomendable, como medida adicional, colocar un equipo de respiración autónoma en un punto de la estación de bombeo conocido por todos los trabajadores.

➤ **Barandillas alrededor del propio pozo de bombeo:**

En el diseño de los bombeos se colocan barandillas en los puntos donde hay riesgo de caída a distinto nivel si bien en muchas ocasiones se olvida la colocación de barandillas alrededor de las tapas, trámex,... que hay colocado en los huecos que todo bombeo en cámara húmeda debe tener para poder extraer las bombas. Dicha labor de mantenimiento se realiza de manera periódica e inicialmente lo que se hace para poder sacar la bomba es retirar los trámex, tapas,... de los agujeros. Esto genera un punto muy peligroso cuando se realiza las labores de mantenimiento de las bombas, el propio pozo de bombeo con una profundidad considerable y sin ningún tipo de protección para evitar la caída al mismo. Por ello es óptimo colocar barandillas en todos los puntos en los cuales pueda existir un peligro de caída a distinto nivel de los trabajadores incluyendo alrededor de la cámara húmeda del pozo de bombeo dado que cuando se hacen labores de mantenimiento sobre las bombas se deben retirar las tapas que hay sobre los huecos provocando un grave riesgo de caída al pozo de bombeo. En los casos en que no sea viable la protección colectiva mediante barandillas se deberá dotar de puntos de anclaje fijos.

Es interesante colocar barandillas alrededor de los pozos de bombeo con los pies perfectamente anclados al suelo pero que los barrotes transversales sean desmontables sujetos mediante pestillos de seguridad, ya que si hay que sacar una bomba será necesario quitar una parte de la barandilla para facilitar el trabajo y no tener que subir la bomba por encima de la barandilla, lo que puede provocar un accidente. Además en toda la zona que rodea al pozo de bombeo se deberán colocar puntos de anclaje de la línea de vida que deben colocar los trabajadores antes de retirar las tapas que cubren el bombeo.



Pozo de bombeo sin trámex para extracción de bomba con grave riesgo de caída

➤ **Iluminación:**

Es necesario instalar una correcta iluminación en todos los puntos del bombeo tanto en la parte interior de la cámara húmeda del bombeo que en resto de bombeo. Se debe tener en cuenta que periódicamente se deberá acceder a la cámara húmeda del bombeo, dicha labor de mantenimiento preventivo es compleja debido a se debe trabajar en un espacio confinado por lo que ya en el propio diseño convendría disponer la iluminación suficiente. En esta zona dado que puede haber contacto con el agua residual, toda la iluminación debería ser como mínimo IP65, las conexiones y cableado deberían ir sobre cajas estancas si bien lo preferible para evitar riesgos se deberían evitar las conexiones eléctricas dentro del bombeo.

➤ **Accesibilidad a todos los elementos del bombeo:**

En los pozos de bombeo se debe realizar mantenimiento preventivo y/o correctivo de todos los equipos instalados en el bombeo, esto incluye válvulas antiretorno, válvulas de guillotina, compuertas, ventosas, instrumentación,... Esto implica que cuando se diseñe el pozo de bombeo todos los equipos deben quedar lo más accesible posible y si por las razones que sean no se puede hacer prever plataformas o sistemas de elevación en el propio bombeo para retirarlos con facilidad dado que en muchas ocasiones se tiende a obviar el resto de equipos periféricos del bombeo que también requieren un mantenimiento y se colocan en lugares de muy difícil acceso que provoca graves riesgos al personal.

6.4. Tanques de tormenta

6.4.1. Introducción

Las descargas de los sistemas unitarios son un importante problema de actualidad en el mundo del saneamiento. El continuo aumento de las superficies impermeables, trae consigo que estos reboses de los sistemas unitarios se hagan cada vez más frecuentes e incontrolados, en cantidad y calidad.

En respuesta a esta problemática, desde hace años se ha ido acometiendo importantes proyectos de ejecución de tanque de Tormentas (aliviaderos).

Problemática

En tiempo seco los sistemas unitarios conducen únicamente el agua residual hacia la estación depuradora, y en tiempo de lluvia se conducen las aguas residuales y las de escorrentía. Cuando la capacidad de los colectores que conducen el agua residual es superada se produce las Descargas de los Sistemas Unitarios, comúnmente conocidas como DSU.

El impacto de las DSU puede ser muy negativo si son descontroladas. Las DSU se producen en tiempo de lluvia, un rebose de un sistema unitario en tiempo seco equivaldría a un vertido directo al medio receptor, y su caracterización depende de varios factores:

- Hora de día
- Duración de tiempo entre dos fenómenos lluviosos que producen escorrentía
- Magnitud y características del agua residual en tiempo seco
- Tipo de lluvia
- Características de la red de saneamiento
- Forma y área de la cuenca drenante
- Sedimentos existentes en la red de saneamiento

Estos parámetros determinan la existencia del primer lavado o first flush, que comúnmente se define como el periodo inicial de un suceso de lluvia-escorrentía en la que la concentración de contaminantes es significativamente superior a la observada durante las etapas posteriores del aguacero.

Todo esto está llevando a consideración la funcionalidad de los sistemas existentes y los de futura construcción en vistas a minimizar y controlar las DSU.

Un elemento utilizado para minimizar y controlar los impactos de las DSU en el medio receptor es el **Tanque de Tormentas**.

Los tanques de tormentas son unos elementos de control de la red de saneamiento destinados a limitar el caudal producido en los tiempos de lluvia.

Durante la primera fase del evento lluvioso es donde se concentra la mayor parte de la contaminación, por ello resulta imprescindible conducir esta agua hasta la estación depuradora. Si el fenómeno de lluvia continua el agua sobrante se aliviara directamente al cauce, habiéndose diluido la contaminación del agua dentro del tanque de tormenta.

Los tanques de tormenta pueden colocarse en serie o en paralelo respecto a la red de saneamiento:

1. La colocación en serie implica que las aguas controladas de un tanque se juntarán con las aguas residuales no controladas con la consecuencia de diluciones variables del agua residual en su camino hacia la estación depuradora.
2. Con la colocación del tanque en paralelo se consigue que la dilución sea constante y que los caudales estén controlados.

Por ese motivo la ubicación en paralelo (siempre que sea posible) sea concebida como la manera más aconsejable de situar el tanque en la red de saneamiento.

Partes de un tanque de tormenta

Un tanque de tormenta principalmente consta de 4 partes:

- *Cámara central*, que conduce el agua residual desde la entrada al tanque hasta el elemento regulador de caudal (continuación del colector)
- *Cámara de retención*, donde se almacena la primera fase de la tormenta una vez se ha superado la capacidad de la cámara central.
- *Cámara de alivio*, por donde se conducen los excesos de la tormenta al medio receptor.
- *Cámara seca*, donde se ubica el elemento regulador.



Cámara central.

El agua accede al tanque de tormentas a través de una tubería que entra en la cámara central, el fondo de esta cámara dispone de un canal que se reduce hasta la entrada al elemento regulador de caudal, esta cámara dispone de unas cunas que facilitan la recogida de los sedimentos en el canal central para su posterior conducción hasta la estación depuradora.

Esta cámara suele estar entre la cámara de retención y la cámara de alivio separada por muretes situados a distinto nivel, estando el de la cámara de retención por debajo del de la de alivio.

La cámara central es un depósito en línea, es decir el agua residual pasa continuamente por él, y su capacidad de almacenamiento forma parte del volumen de retención total del tanque de tormentas.

Siguiendo el esquema propuesto, se ubicará en esta cámara una clapeta antirretorno que comunica la cámara de retención con la cámara central y hace que esta primera se vacíe a través de ella para conducir el agua retenida hacia la depuradora. Otra función es la de evitar que pequeños sucesos de lluvia llenen parcialmente la cámara de retención y provoquen limpiezas innecesarias del mismo.

También en este canal y hacia la cámara de alivio se coloca una placa deflectora de flotantes que evita la salida de los flotantes al medio receptor. En la actualidad, a la pantalla deflectora se le añade una reja autolimpiable (tamiz) para evitar que se viertan por el muro de alivios sólidos flotantes de cierto tamaño.

Cámara de retención.

Esta cámara constituye un depósito fuera de línea, que se llena una vez que la cámara central está llena y se supera el muro que separa ambas cámaras. La cámara presenta una pendiente, su vaciado a la cámara central se realiza por gravedad y a través de la clapeta que los comunica colocada en su cota más baja.

Tras el fenómeno lluvioso, una vez eliminada la retención de agua de esta cámara, se produce una sedimentación en el fondo de la misma, sedimentación que debe limpiarse necesariamente a través de unos equipos diseñados expresamente para ello, de los que pasamos a exponer alguno con mayor amplitud.

Limpieza de la cámara de retención

La sedimentación que se produce en estas cámaras se elimina a través de la instalación de un sistema de limpieza, este sistema consiste en un limpiador basculante –entre otros sistemas que mencionaremos más abajo-, que se sitúa a una determinada altura y que una vez lleno bascula generando una ola que arrastra los sedimentos hasta un canal que debe ser capaz de albergar todo el volumen de agua del sistema de limpieza, este canal conduce el agua hacia la válvula de clapeta y tiene una ligera pendiente hacia la misma.

La solera de esta cámara de retención en su parte de mayor cota dispone de una cuna donde se recibe la ola generada por el limpiador de la manera más suave posible, el radio de esta cuna depende de la capacidad del elemento de limpieza y cuyo dimensionamiento, accionamiento y funcionamiento se explicarán en sucesivos puntos.

Diferentes tipos de equipos de limpieza:

- **Cilindros basculantes.** Limpia la sedimentación generando una descarga de agua retenida en un depósito cilíndrico de sección especial y colocado en altura. La caída del agua se acompaña por un acuerdo circular con la solera, lo que genera una descarga de gran velocidad.
- **Sistema de limpieza por vacío.** Limpia la sedimentación generando una descarga de agua retenida en una cámara a través de un sistema de llenado por vacío.
- **Sistema de limpieza por clapetas.** Limpia la sedimentación generando una descarga de agua retenida en una cámara mediante la apertura automática de unas clapetas.
- **Jet.** Mantiene el agua retenida en el interior de la cámara en suspensión mediante la aireación producida por unas bombas sumergibles.

Cámara de alivio.

Por ella es por donde se conducen los alivios al medio receptor. Su solera está dotada de una ligera pendiente hacia la tubería de salida del tanque.

Dependiendo de la ubicación geográfica del tanque y cuando la existencia de mareas o avenidas del medio receptor por encima del labio de vertido es esperada se colocan a lo largo de la ventana de alivio y en esta cámara unas clapetas antirretorno que evitan la entrada de agua a la cámara central y consecuentemente a la red de saneamiento.

Cámara seca.

La existencia de esta cámara depende de la elección del regulador de caudal que se instale en el tanque de tormenta.

Si se instala un regulador de tipo vórtice, esta cámara se instala a continuación del canal central y su dimensión en planta y tapa de acceso deben ser tales que permitan la introducción y salida del regulador así como la correcta instalación del mismo.

Así mismo esta cámara dispone de 2 canales que conducen el agua a la salida de la válvula de vórtice y del bypass, hasta la tubería de salida, estos canales ayudan a mantener la cámara lo más limpia posible.

Cuando el regulador elegido es una compuerta, esta va ubicada dentro de la cámara central en la pared de salida de la misma, no siendo necesaria la construcción de la cámara del regulador o cámara seca.

6.4.2. Criterios a tener en cuenta en el diseño

Accesos al tanque de tormentas:

Se debe tener en cuenta a la hora de diseñar un tanque de tormentas, las necesidades de medios auxiliares (tamaño camión grúa, camión de saneamiento,...) que van a ser necesarios para poder realizar las labores de mantenimiento tanto preventivo como correctivo. En muchas ocasiones los accesos a los tanques de tormentas limitan en gran medida los medios auxiliares a emplear lo que

provoca principalmente que el personal encargado del mantenimiento debe realizar las labores bien con medios inadecuados, bien manualmente en los casos que se hace inaccesible (camiones de saneamiento, camiones grúa...)

Los tanques de tormentas están diseñados para retener el agua residual durante el periodo en el que el caudal es mayor que el máximo admisible. Cuando baje el caudal en los colectores se devolverá el agua retenida al saneamiento. Puede ocurrir que durante varias horas e incluso días el caudal del colector sea alto y no se pueda devolver el agua del tanque. Como consecuencia de tener el agua retenida en el tanque se pueden producir decantaciones en el tanque. Aunque se suelen dotar a los tanques de tormentas de sistemas de lavado periódicamente es necesario el entrar al tanque de tormentas y limpiarlo, comprobar el correcto funcionamiento de los sistemas de limpieza, de los equipos de bombeo si el vaciado del mismo no es por gravedad,....

Si la accesibilidad al tanque no es adecuada labores de mantenimiento se deberán hacer asumiendo riesgos innecesarios. Por otro lado se debe prever que si no se disponen de accesos para el empleo de medios mecánicos de apoyo para las labores de manteniendo en ocasiones debido a los riesgos que deben adoptar dichas labores se dejan de hacer quedando el tanque de tormentas sucio perdiendo una buena parte de su capacidad de diseño.



Tanque de tormentas con accesos que no permiten el empleo de medios mecánicos

Sistemas de ventilación adecuados para provocar corrientes de aire:

Es fundamental tanto a nivel de operatividad como de seguridad una correcta ventilación en un tanque de tormentas (sobre todo si es un tanque cerrado) por diversas razones:

- Evitar corrosión de los equipos instalados.
Evitar intoxicaciones con SH₂ de los trabajadores encargados de realizar las labores de mantenimiento.

Sobre todo en tanques de tormenta cerrados se debe asegurar una adecuada ventilación, ya que con ello se trata de evitar la acumulación de gases en el tanque. Los problemas se generan a la hora de diseñar la ventilación de un tanque de tormentas:

- Cuanto mejor sea la ventilación pretendida mayores son los costes del tanque de tormentas, dado que a mayor volumen de aire a mover esto provoca que los equipos de ventilación deben ser más grandes y más costosos. Otro problema que se genera son los olores que se generan. Cuanto mayor volumen de aire se mueva mayores deben ser los equipos de desodorización (en zonas urbanas es necesario que los tanques de tormentas no huelan por las posibles afecciones) para evitar que el aire que se saca del tanque de tormentas provoque malos olores en la zona. En tanques ubicados en puntos nobles de algunas ciudades el ayuntamiento ha obligado a la empresa responsable del mantenimiento la ventilación con el consiguiente riesgo que ello genera por los problemas de olores generados en la zona.
- Es necesario tener especial cuidado al diseñar la ventilación, dado que si se dispone de mayor volumen del tanque, la geometría del mismo puede provocar la aparición de mayores zonas muertas (sin ventilación) donde se pueden acumular los gases. Además de ser donde se acumula mayor cantidad de sólidos y fangos.



Tanque de tormentas con ventilación natural a la derecha, canal central circulación agua residual y aliviadero a la izquierda.

Posibilidad de contacto con el agua residual deberán ser IP68 y ser alimentados en la medida de lo posible con 24 voltios (equipos de limpieza, separación de sólidos...):

Dentro del tanque de tormentas se ubican diversos equipos eléctricos como por ejemplo los interruptores de nivel por flotación (boyas), medidores de nivel hidrostáticos en contacto con el agua residual,... que deben ser mantenidos. Dichos equipos serán manipulados por el personal encargado del mantenimiento y en muchas ocasiones se hace sin interrumpir el suministro eléctrico de dicho eléctrico. Es por ello que para evitar posibles accidentes en el caso de derivaciones de los equipos es recomendable la alimentación de dichos con 24 voltios.

Por otro lado dentro del tanque de tormentas se hace necesario colocar cableado eléctrico (alimentación equipos de limpieza, alimentación iluminación,...). Lo ideal sería conectar los equipos directamente al cuadro sin empalmes si bien en muchas ocasiones esto es muy difícil debido a la distancia entre los CCMs (se suelen o deben colocar en salas aparte para evitar problemas con la humedad del tanque de tormentas, los gases que provocan corrosión...) y propio tanque. Lo que se procura es que las conexiones eléctricas sean IP68, evitando las cajas de conexiones dentro del tanque que no sean sumergibles (torpedos o cajas selladas mediante pasta líquida) para poder garantizar una estanqueidad adecuada y que garantice la seguridad del personal de mantenimiento.

Sistemas de elevación:

Puentes grúa, polipastos eléctricos instalados en el tanque de tormentas de forma que se pueda realizar la elevación de los equipos cuando haya que realizar las labores de limpieza, mantenimientos preventivos y correctivos. En los tanques de tormenta de grandes dimensiones en ocasiones la acumulación de sólidos en el fondo del mismo es alta (si lleva tiempo sin llover cuando hay una tormenta el arrastre en los colectores es importante y una buena parte queda en el tanque de tormentas). Para estos casos se debe prever sistemas de elevación para poder extraer los sólidos con medios mecánicos dado que manualmente sería inviable realizarlo.

Este tipo de sistemas además de incrementar el rendimiento del personal de mantenimiento, aumenta la seguridad en los trabajos a realizar dado que se ubicará bien el polipasto bien el puente grúa en la posición más favorable para poder extraer los equipos necesarios.

Sistemas de detección de gases:

La ausencia de oxígeno, presencia de sulfhídrico o gas metano debe evitarse para poder garantizar la seguridad de todos los trabajadores encargados de realizar las labores de mantenimiento del tanque de tormentas. Por ese motivo es recomendable, como en las estaciones de bombeo, colocar medidores de gases en continuo dentro del tanque de forma que en todo momento podamos conocer las concentraciones de dichos gases y emita algún de alarma acústica y/o luminosa en el caso que se supere la concentración de alarma de los gases vigilados. Sin embargo, dado que las dimensiones de los tanques son grandes es complicado el controlar todo el volumen de aire que hay dentro del tanque, sería necesario poner muchos sensores y tampoco se podría asegurar que está controlado todo el volumen del tanque, teniendo en cuenta que el SH₂ pesa más que el aire y que puede quedar una bolsa retenida en cualquier parte.

Por ello se recomienda la obligatoriedad de disponer de un medidor de gases portátil cada una de las personas que pretendan acceder al tanque.

Barandillas alrededor del tanque de tormentas:

En el diseño de los tanques de tormentas se colocan barandillas en los puntos donde hay riesgo de caída a distinto nivel si bien en muchas ocasiones se olvida la colocación de barandillas

alrededor de las tapas, trámex,... Dicha labor de mantenimiento se realiza de manera periódica e inicialmente lo que se hace para poder sacar los equipos es retirar los trámex, tapas,... de los agujeros. Esto genera un punto muy peligroso cuando se realiza las labores de mantenimiento. Por ello es necesario colocar barandillas en todos los puntos en los cuales pueda existir un peligro de caída a distinto nivel de los trabajadores dado que cuando se hacen labores de mantenimiento sobre los equipos se deben retirar las tapas que hay sobre los huecos provocando un grave riesgo de caída al tanque.

Iluminación:

Es necesario instalar una correcta iluminación en todos los puntos del tanque de tormentas. Se debe tener en cuenta que periódicamente se deberá acceder al interior del tanque, dicha labor de mantenimiento preventivo es compleja debido a se debe trabajar en un espacio confinado por lo que ya en el propio diseño se debería disponer la iluminación suficiente. En esta zona dado que puede haber contacto con el agua residual, toda la iluminación debería ser como mínimo IP65, las conexiones y cableado deberían ir sobre cajas estancas si bien lo preferible para evitar riesgos se deberían evitar las conexiones eléctricas dentro del propio.

6.5. Camiones de limpieza

6.5.1. Introducción

Los equipos más habituales utilizados para realizar los trabajos de operación y mantenimiento de alcantarillado dependerán del tipo de red: visitable o no visitable.

En redes no visitables se utilizaran:

- Vehículos impulsores.
- Camiones mixtos impulsores-succionadores convencionales.
- Camiones mixtos impulsores-succionadores de reciclaje.

En redes visitables además de los anteriores se utilizaran:

- Camiones grúa con caja estanca.
- Maquinaria de movimiento de tierras.

En los siguientes apartados se realizará una breve descripción de todos estos equipos y un detalle de los principales riesgos que conlleva su manejo.

6.5.2. Vehículos impulsores

Son vehículos que utilizan un equipo impulsor para realizar los trabajos de operación y mantenimiento de alcantarillado.

El equipo impulsor dispone de un motor independiente del vehículo de tracción que hace funcionar una bomba de agua a alta presión alimentada por un depósito.

Por lo tanto tienen dos partes claramente diferenciadas:

- El chasis.
- Un motor, la bomba de agua a alta presión y el depósito.



Detalle del equipo impulsor

Tipo de chasis vehículos impulsores

Encontramos en el mercado distintas configuraciones de chasis siendo las más habituales:

- Camión de 3.500 Kg.

- Furgoneta de 3.500 Kg.
- Remolque.

En el caso de un camión de 3.500 Kg. el motor, la bomba de agua a alta presión y el depósito se instalan en la caja abierta posterior a la cabina del camión. En esta configuración el motor del equipo es más accesible para realizar el correspondiente mantenimiento y al estar totalmente ventilado no se generan gases perjudiciales para el personal operario. Por el contrario al no estar cubierto el equipo está directamente expuesto a fenómenos meteorológicos (lluvia, nieve, frío intenso,...).



Equipo impulsor en camión de 3.500 Kg.

En la configuración de furgoneta de 3.500 Kg. el motor, la bomba de agua a alta presión y el depósito se instalan en el interior de la caja cerrada. Es muy importante en esta configuración realizar una correcta conducción de los gases generados por el motor hacia el exterior.



Equipo impulsor en furgoneta de 3.500 Kg.

Finalmente también podemos encontrar este tipo de equipos montados en un remolque para ser arrastrados mediante otro vehículo.



Remolque con equipo impulsor

Existen en el mercado equipos impulsores montados en vehículo de PMA inferior a 3.500 Kg. Como se verá en el capítulo 7, “Criterios para el diseño de instalaciones y equipos”, no se recomienda este tipo de configuración debido a que se debe cumplir estrictamente la limitación de peso establecida por la ficha técnica del vehículo.

Motor, bomba de agua a alta presión y depósito

Podemos encontrar motores a gasolina y diesel. En el caso de motores a gasolina las potencias más habituales están entre 18 y 23 CV. Las potencias en el caso de motores diesel son más elevadas, siendo el rango habitual de 17 a 45 CV.

En ambos casos se tratan de motores similares a los de un turismo, en este caso la potencia generada por el motor no se utiliza para desplazarse sino para alimentar una bomba de agua a alta presión.

Las bombas de agua a alta presión comúnmente utilizadas son bombas volumétricas alternativas con 3 pistones, capaces de generar presiones entre 140 y 250 bar y caudales entre 50 y 100 l/min.



Detalle bomba volumétrica alternativa con 3 pistones

Los depósitos utilizados para almacenar el agua limpia que alimenta a la bomba de agua a alta presión son normalmente de material plástico. El volumen está entre 400 – 1000 l.

Siendo las anteriormente descritas las partes más importantes de un equipo impulsor, se detallan a continuación el resto de partes de este tipo de equipos:

- Cuadro de maniobras del equipo.

- Carrete manguera agua a alta presión.
- Manguera agua a alta presión.
- Accesorios para la manguera agua a alta presión.

El cuadro de maniobras será el encargado de poner en marcha la bomba de agua a alta presión, acelerar o desacelerar el motor para conseguir más o menos presión, maniobrar el carrete para conseguir más o menos metros de manguera, entre otras acciones.



Ejemplos de cuadros de maniobras

Todos los cuadros de maniobras deberán disponer de un paro de emergencia para poder detener el motor del equipo en situaciones de riesgo.

Debido a que el personal operario se puede alejar del cuadro de maniobras al realizar las tareas de limpieza es aconsejable equipar el vehículo con un mando con radio control para gobernar las funciones básicas del equipo y poder activar el paro de emergencia en cualquier momento.



Ejemplo de mando con radio control

Para poder transportar la manguera de agua a alta presión esta se enrolla en un carrete. Este puede ser manual o hidráulico siendo aconsejable el de tracción hidráulica para evitar posiciones forzadas o sobreesfuerzos al personal operario. Por el mismo motivo también es recomendable que este no sea fijo sino abatible y así facilitar la posición en el momento de realizar las tareas de limpieza al personal operario.



Detalle carrete manguera agua a alta presión

Teniendo en cuenta el material de fabricación encontramos tres tipos distintos de mangueras de agua a alta presión:

- Trenzado metálico.
- Textil.
- PVC.

El primer tipo es el más habitual, consiste en una manguera con distintas capas de trenzado metálico recubierta de goma negra.



Manguera con 2 trenzados metálicos en su interior

El peso de este tipo de mangueras dependiendo del diámetro está entre 0,76 y 1,07 kg/m.

Las mangueras de tipo textil tienen en su interior capas de tejido textil y están recubiertas también de goma negra.



Manguera con tejido textil en su interior

El peso de este tipo de mangueras dependiendo del diámetro está entre 0,42 y 0,67 kg/m.

Por último las mangueras de PVC permiten su uso para diámetros superiores al ser más ligeros.



Manguera de PVC con fibra sintética en su interior

El peso de este tipo de mangueras dependiendo del diámetro está entre 0,32 y 0,48kg/m.

Para poder realizar las tareas de limpieza de manera más eficaz existen accesorios que se acoplan a la manguera de agua a alta presión tales como toberas o pistolas.

En el caso de la tobera, el diseño geométrico, el tamaño, el peso y la distribución de las salidas de los chorros de agua a presión, permiten el avance de la manguera a lo largo de la conducción y el arrastre de los residuos al recoger la manguera.



Detalle de toberas utilizadas por los equipos impulsores

Por consiguiente las toberas se utilizarán para el interior de las tuberías, en el caso de querer limpiar con agua a presión una superficie utilizaremos las pistolas.



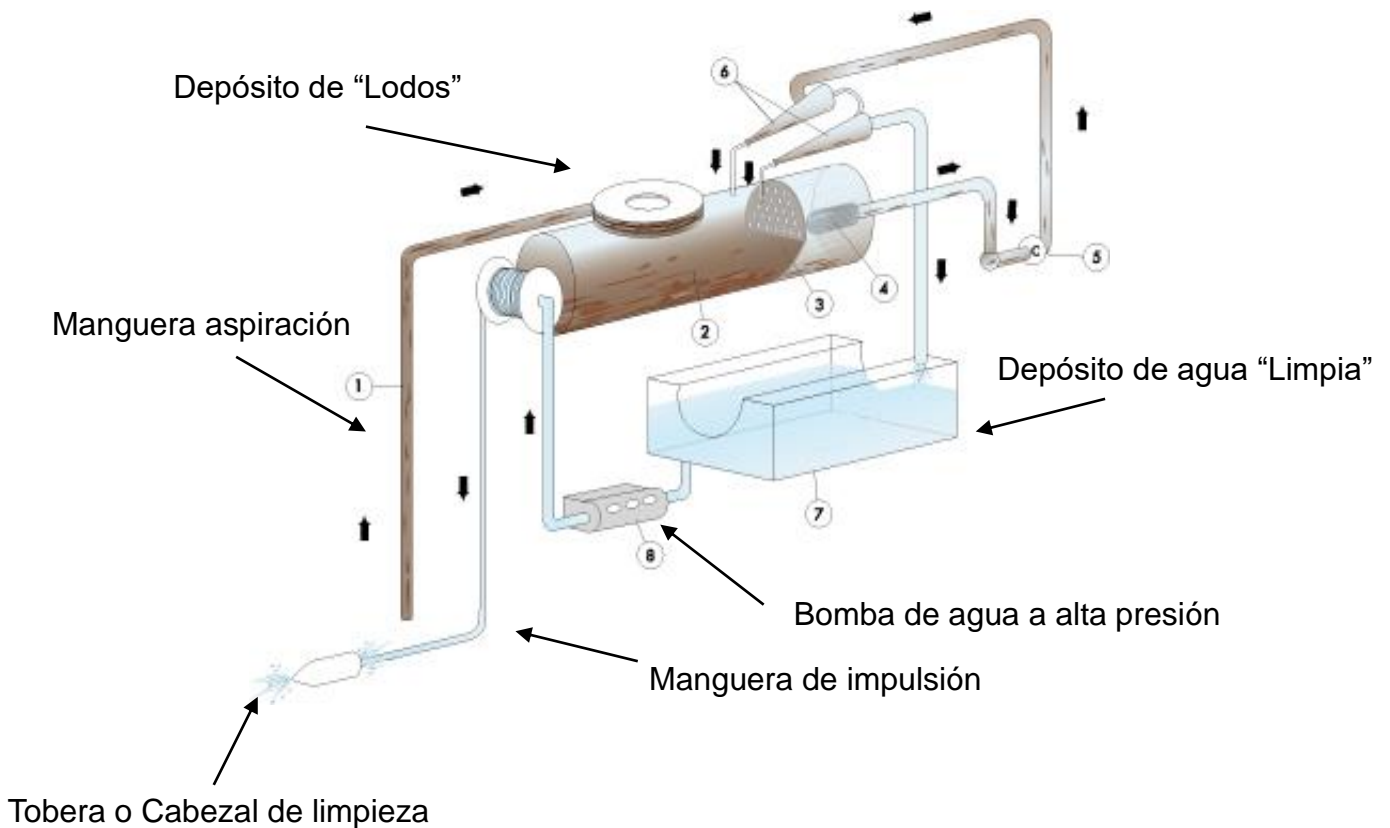
Detalle pistola agua a alta presión

Las pistolas deberán ir provistas de protector de gatillo y seguro de bloqueo.

6.5.3. Camiones mixtos impulsores-succionadores convencionales

Son vehículos que tienen capacidad para impulsar un caudal de agua mediante una bomba de agua a alta presión, y por otra tienen capacidad para aspirar, mediante una bomba de vacío, los residuos acumulados en las conducciones.

Constan de una cisterna dividida en dos habitáculos, uno para agua limpia y otro para los fangos extraídos de la conducción, aunque en algunos modelos el agua limpia se encuentra en unos cartuchos laterales y no en la cisterna.



Esquema básico de funcionamiento de un camión mixto convencional

El funcionamiento de los distintos equipos en los camiones mixtos convencionales puede ser mediante motor auxiliar o mediante la toma de fuerza integrada en el chasis, siendo la más habitual ésta última.

Igual que en el caso de los vehículos impulsores podemos decir que los camiones mixtos convencionales tienen dos partes:

- El chasis.
- El equipo mixto.

Tipo de chasis camiones mixtos impulsores-succionadores convencionales

Existe en el mercado infinidad de marcas y modelos de chasis para camiones mixtos convencionales. Su potencia, dimensiones y pesos dependerá básicamente de:

- El volumen de aspiración y de impulsión.
- El caudal de la bomba de agua a alta presión.
- El caudal de la bomba de aspiración.
- Requerimientos específicos dependiendo del entorno, como por ejemplo:
 - Calles estrechas o zonas peatonales.
 - Limitación de altura.
 - Circulación en terrenos no urbanizados.

Hay que tener en cuenta que según el Anexo IX del Reglamento General de Vehículos aprobado por RD 2822/1998 la masa máxima en vehículos rígidos es:

- 2 ejes = 18 Tm.
- 3 ejes = 26 Tm.
- 4 ejes = 32 Tm.

Siendo el más habitual para los trabajos de operación y mantenimiento de alcantarillado los chasis de 2 ejes, utilizando chasis de 3 y 4 ejes en trabajos puntuales que precisen de un volumen de cisterna elevado (limpieza de estaciones de bombeo, tanques de tormenta,...).

En el capítulo 7, “Criterios para el diseño de instalaciones y equipos”, se establecerán los criterios recomendados a la hora de escoger las prestaciones y características de un chasis para camiones mixtos convencionales.

Equipo mixto

Las partes más importantes que componen el equipo mixto son:

- Motor.
- Cisterna de lodos y agua limpia.
- Bomba de agua a alta presión.
- Bomba de aspiración.

En el caso de disponer de un motor auxiliar este actúa independientemente del motor del chasis del camión y mediante un sistema de transmisión se hace funcionar las dos bombas.

También se puede utilizar la potencia del motor del chasis con el acople de una caja de corte y transferencia y posteriormente mediante un sistema de transmisión se hace funcionar las dos bombas.

En camiones mixtos convencionales básicamente los sistemas de transmisión más utilizados son:

- Transmisión con poleas y correas.
- Transmisión hidráulica hidrostática.

El primer tipo de transmisión consiste en dos poleas situadas a cierta distancia, que giran a la vez por el efecto del rozamiento de una correa con ambas poleas. Las partes de este tipo de transmisión son:

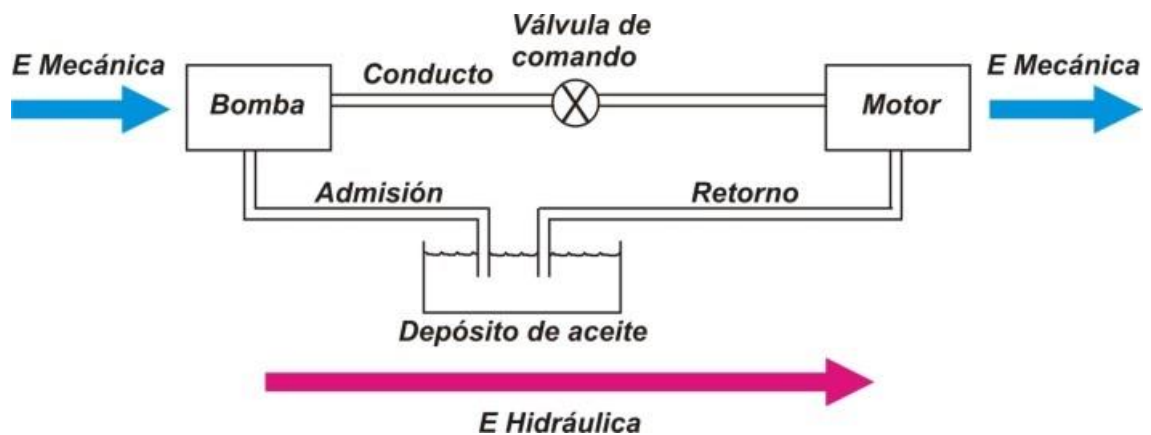
- Polea motriz: también llamada polea conductora: es la polea ajustada al eje motor que tiene movimiento propio (chasis).
- Polea conducida: es la polea ajustada en el eje que deseamos transmitir el movimiento (bomba presión/aspiración).
- La correa de transmisión: es una cinta de caucho u otro material flexible que permite la transmisión del movimiento entre ambas poleas.



Detalle de una transmisión con poleas y correas

La transmisión hidráulica hidrostática consiste en el aprovechamiento de la Energía Potencial del aceite, basándose en el «Principio de Pascal»: "la presión ejercida sobre una superficie cualquiera de un líquido incompresible, se transmite en todas las direcciones y sentidos con la misma intensidad". Las partes de este tipo de transmisión son:

- Bomba.
- Depósito de aceite.
- Motor.



Funcionamiento de una transmisión hidráulica hidrostática

Para almacenar el agua limpia y el lodo aspirado al realizar las tareas de limpieza se monta encima del chasis una cisterna. El volumen, la disposición del tabique de separación del agua limpia y del lodo y el material de ésta cisterna dependerá de las necesidades en cada caso.

El material más usado es el acero al carbono, posteriormente la cisterna se pinta exteriormente con dos capas, la primera de imprimación y la segunda de acabado. Interiormente se recubre con brea epoxi de negro bituminoso para evitar corrosión interna de la cisterna.



Camión con cisterna de acero al carbono

Otro de los materiales usados es el acero inoxidable, apropiado para el transporte de líquidos altamente corrosivos y para incrementar los años de vida del equipo.



Camión con cisterna de acero inoxidable

Las cisternas pueden ser fijas o basculantes. El segundo tipo de cisternas facilitan la descarga de los lodos aspirados después de realizar los trabajos de operación y mantenimiento de alcantarillado.



Camión con cisterna basculante

Existen también camiones con el tabique interior de división entre el agua limpia y la cámara de lodos móvil. El tabique se desplaza neumáticamente a la posición deseada y para realizar el vaciado el tabique empuja los lodos facilitando la descarga.



Camión con tabique móvil y detalle interior tabique

Las bombas de agua a alta presión comúnmente utilizadas son bombas volumétricas alternativas con 3 pistones, capaces de generar presiones entre 140 y 250 bar y caudales entre 75 y 250 l/min.

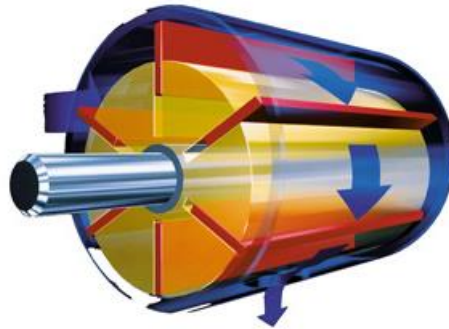


Detalle bomba volumétrica alternativa con 3 pistones

Existen distintos tipos de bombas capaces de efectuar el vacío en la cisterna para poder aspirar los lodos a través de la manguera de aspiración siendo los más utilizados:

- Las bombas de aspiración tipo Paletas.
- Las bombas de aspiración de Anillo líquido.
- Las bombas de aspiración de Lóbulos.

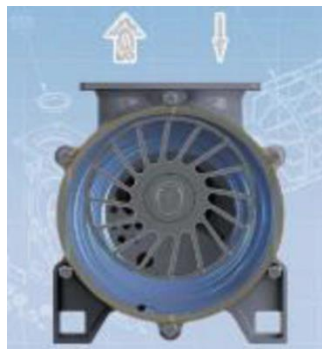
En el interior de las bombas de aspiración tipo Paletas hay montado un rotor con ranuras longitudinales montado excéntricamente en una carcasa cilíndrica, con paletas en el interior de las ranuras. Cuando el rotor gira, las paletas hacen contacto con el orificio de la máquina en virtud de la fuerza centrífuga. El aire se comprime y se entrega a través de la abertura de descarga.



Detalle funcionamiento bomba aspiración tipo Paletas

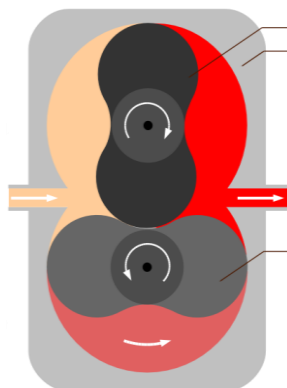
En las bombas de Anillo líquido el gas aspirado por la boca de aspiración se bombea hasta el interior de la bomba, aprisionado entre cada dos palas del impulsor que gira excéntricamente respecto al anillo líquido formado en la periferia del aro de la bomba.

Las variaciones progresivas del volumen encerrado entre 2 palas crea primero una depresión y seguidamente una compresión del gas a través de la cámara mezclado con parte de líquido que debe reponerse continuamente.



Detalle funcionamiento bomba aspiración Anillo líquido

Finalmente en las bombas de aspiración de Lóbulos, dos rotores giran sincronizados dentro del cuerpo del soplador, succionando aire o gas por la boca de entrada. El aire es capturado y transportado por la cavidad formadas entre el cuerpo y los rotores, para luego ser comprimido y expulsado libre de aceite por la boca de salida. El volumen de gas expulsado es proporcional a la velocidad de rotación.



Detalle funcionamiento bomba aspiración Lóbulos

Siendo las anteriormente descritas las partes más importantes de un camión mixto impulsor-succionador convencional, se detallan a continuación el resto de partes de este tipo de equipos:

- Cuadro de maniobras del equipo.
- Carrete manguera agua a alta presión.
- Manguera agua a alta presión.
- Accesorios para la manguera agua a alta presión.
- Manguera aspiración.

El cuadro de maniobras será el encargado de poner en marcha la bomba de agua a alta presión y/o la bomba de aspiración, acelerar o desacelerar el motor para conseguir más o menos presión, maniobrar el carrete para conseguir más o menos metros de manguera, entre otras acciones.



Ejemplos de cuadros de maniobras

Todos los cuadros de maniobras deberán disponer de un paro de emergencia para poder detener el motor del equipo en situaciones de riesgo.

Debido a que el personal operario se puede alejar del cuadro de maniobras al realizar las tareas de limpieza es aconsejable equipar el vehículo con un mando con radio control para gobernar las funciones básicas del equipo y poder activar el paro de emergencia en cualquier momento.



Ejemplo de mando con radio control

Para poder transportar la manguera de agua a alta presión esta se enrolla en un carrete. Este puede ser manual o hidráulico siendo aconsejable el de tracción hidráulica para evitar posiciones forzadas o sobreesfuerzos al personal operario. Por el mismo motivo también es recomendable que este no sea fijo sino abatible y así facilitar la posición en el momento de realizar las tareas de limpieza al personal operario.



Detalle carrete manguera agua a alta presión

Estos camiones utilizan los mismos tipos de mangueras mencionados en el apartado de “Vehículos impulsores”

De la misma forma, también existen accesorios que se acoplan a la manguera de agua a alta presión tales como toberas o pistolas.



Detalle de toberas utilizadas por los equipos impulsores succionadores

Situaciones de riesgo en el manejo de vehículos impulsores y camiones mixtos

Durante el manejo de los vehículos impulsores el personal operario está expuesto a las siguientes situaciones de riesgo:

- Atropellos
- Accidentes de tráfico
- Sobreesfuerzos
- Ruido
- Golpes con la manguera
- Cortes con la manguera
- Riesgo biológico

Atropellos

Al realizar las tareas de mantenimiento en vía interurbana en muchos casos el vehículo impulsor invadirá total o parcialmente la calzada, para minimizar al máximo la posibilidad de sufrir atropello por parte de otro vehículo se deberá:

	<p>USAR ROPA REFLECTANTE</p>
	<p>SEÑALIZAR</p>
	<p>USAR LUCES DE EMERGENCIA</p>

En el momento de realizar las maniobras del propio vehículo impulsor se deberá tomar las siguientes medidas para evitar el atropello del propio personal operario o de los transeúntes:

	<p>UTILIZAR EN TODO MOMENTO LOS RETROVISORES</p>
	<p>ASEGURAR EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL AVISADOR ACÚSTICO DE MARCHA ATRÁS</p>
	<p>TENER CONTACTO VISUAL PERMANENTE CON EL COMPAÑERO</p>

Accidentes de tráfico

Las medidas a tomar para minimizar al máximo los accidentes de tráfico serán las siguientes:

	<p>USO OBLIGATORIO DEL CINTURÓN DE SEGURIDAD</p>
---	--

	<p>PROHIBIDO UTILIZAR DISPOSITIVOS DE COMUNICACIÓN DURANTE LA CONDUCCIÓN (MÓVILES, GPS,...)</p>
	<p>CUMPLIR LAS TASAS MÁXIMAS DE ALCOHOL PERMITIDAS: General: 0,5 gr/l en sangre ó 0,25 mg/l en aire espirado Profesionales (MMA>3.500 kg): 0,3 gr/l en sangre ó 0,15 mg/l en aire espirado</p>
	<p>NO SOBREPASAR EL PESO MÁXIMO AUTORIZADO DEL VEHÍCULO</p>
	<p>ORDENAR LA CARGA Y LAS HERRAMIENTAS TRANSPORTADAS</p>
	<p>EN TRAYECTOS LARGOS REALIZAR PAUSAS COMO MÍNIMO CADA 2 HORAS</p>

	<p>COMPROBAR EL BUEN ESTADO DE FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS DE SEGURIDAD (NEUMÁTICOS, LUCES,...)</p>
	<p>ADAPTAR LA CONDUCCIÓN A LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS Y DE VISIBILIDAD RESPECTAR LAS NORMAS DE SEGURIDA VIAL</p>

Sobreesfuerzos

Para evitar al máximo los sobreesfuerzos o malos gestos se deben incidir en las partes del vehículo que pueden ser accionadas por los operarios en su trabajo habitual.

Para minimizar los sobreesfuerzos que se puede causar al personal operario de vehículos impulsores deberemos:

	<p>DISPONER DE CARRETE DE MANGUERA DE ACCIONAMIENTO HIDRÁULICO FORMAR A LOS TRABAJADORES SOBRE LA CORRECTA MANIPULACION</p>
	<p>INTEGRAR ACCESORIOS PARA DESARROLLAR LAS TAREAS HABITUALES</p>

Para el caso de los camiones mixtos deberíamos:



	<p>DISPONER DE CARRETE DE MANGUERA DESPLEGABLE PARA ADAPTARSE AL TRABAJO A REALIZAR</p>
	<p>DISPONER DE CARRETE PARA ENROLLAR EL MANGOTE EN LA ZONA SUPERIOR EVITANDO LA CARGA DIRECTA SOBRE EL OPERARIO</p>
	<p>DISPONER DE CARRETE DE MANGUERA SECUNDARIA DE ACCIONAMIENTO HIDRÁULICO</p>
	<p>INTEGRAR ACCESORIOS PARA DESARROLLAR LAS TAREAS HABITUALES</p>

Ruido

Las medidas a tomar para minimizar al máximo o atenuar la problemática causada por el ruido serán las siguientes:

		<p>USO DE PROTECCIÓN AUDITIVA CON NIVEL DE PROTECCIÓN 87dB(A) - 98dB(A). CON VALOR DE ATENUACIÓN de 27 dB.</p>
		<p>MEDICIONES PERIÓDICAS EN LOS VEHÍCULOS PARA REVISAR LOS NIVELES DE RUIDO</p>

En el caso de los camiones mixtos también tendremos en cuenta:

		<p>INSONORIZAR MEDIANTE PANELES LA BOMBA DE ALTA PRESIÓN Y DE VACÍO</p>
---	--	---

Cortes con la manguera

Como se ha comentado en el apartado anterior las mangueras de agua a alta presión pueden ser de trenzado metálico. Con el paso del tiempo la goma exterior se puede desgastar dejando al descubierto el trenzado metálico.



Detalle de manguera de agua a alta presión con desgaste de la goma

Para minimizar los cortes y/o pinchazos que este desgaste de la manguera de agua a alta presión puede causar al personal operario deberemos:

	<p>REVISAR PERIÓDICAMENTE EL ESTADO DE LA MANGUERA DE AGUA A ALTA PRESIÓN</p>										
	<p>UNE EN 388:2004</p> <p>ABCD</p>	<p>UTILIZAR GUANTES DE PROTECCIÓN DE TIPO EN 388: 4 1 2 1 EN 374: A J K</p>									
		<p>655 / 656 / 657</p> <table border="0"> <tr> <td>EN 388</td> <td>EN 374</td> <td>EN 374</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4 1 2 1</td> <td></td> <td>AJK</td> </tr> </table>	EN 388	EN 374	EN 374				4 1 2 1		AJK
EN 388	EN 374	EN 374									
4 1 2 1		AJK									

		<p>UTILIZAR GUÍAS PARA PROTEGER LA MANGUERA</p>
---	---	---

Golpes con mangueras

Durante las operaciones de uso de la manguera de agua a alta presión, se generan movimientos bruscos de la misma. En todo momento se deberá prestar atención para que la manguera esté siempre controlada.

Al realizar tareas de limpieza de tuberías deberemos siempre:

	<p>COMPROBAR QUE LAS TOBERAS NO TIENEN LAS SALIDAS DE LOS CHORROS OBSTRUIDAS</p>
	<p>NO INTRODUCIR NUNCA LA MANGUERA A CIEGAS, EN EL MOMENTO DE DAR PRESIÓN DEBE ESTAR COMO MÍNIMO UN METRO DENTRO DEL TUBO</p>
	<p>MANTENER DURANTE TODA LA OPERACIÓN LA MANGUERA LO MÁS TENSA POSIBLE</p>



DISPONER DEL PARO DE EMERGENCIA
CERCA PARA PODER PRESIONARLO EN
CASO NECESARIO

6.6. Medidas para la protección del personal ajeno al servicio.

6.6.1. Introducción

Cada vez es más común que personal ajeno al propio servicio de gestión de las redes de drenaje ‘interactúe’ de una manera u otra con estas líneas tan comunes en el tejido del subsuelo urbano. Por ejemplo, algunas redes de colectores son utilizadas hoy en día para instalar en su interior otras líneas de servicios urbanos, implicando que por tales líneas del sistema de saneamiento discurra y trabaje personal ajeno al referido servicio de gestión del drenaje.

Del mismo modo, la multitud de nuevos servicios urbanos que van surgiendo, que se suman a los más tradicionales y ya existentes en el subsuelo de las ciudades, provoca que sea cada vez más relevante y urgente proteger y asegurar que las líneas de saneamiento no van a verse afectadas por estas otras instalaciones adyacentes.

Existen otros casos que ejemplifican la realidad de esta creciente necesidad de hacer más seguro el sistema de drenaje urbano ante la posibilidad de ser utilizado y manipulado por personas ajenas al servicio.

Tras esta contextualización, el objetivo del presente estudio es marcar unas directrices y reglas de diseño que se tomen en consideración en el momento de llevar a cabo un proyecto de implantación de una red o un sistema –o una parte de los mismos- de saneamiento.

6.6.2. Seguridad ante la interacción red-personal ajeno.

Ante la variabilidad de casos en los que personas no autorizadas pueden interactuar con las redes de saneamiento, y los problemas -tanto a nivel personal como sobre la propia red- que de esta interacción puedan suceder, no es sencillo parametrizar ni discriminar los distintos aspectos relativos a la seguridad que deben considerarse en el diseño de estas redes.

Así, una de las primeras diferenciaciones que se considerarán en el presente estudio es distinguir entre la seguridad de este personal ajeno al servicio, y la seguridad de los propios elementos de la red.

Seguridad del personal ajeno o no autorizado.

En la siguiente tabla se concreta un espectro de interacciones posibles entre personal no autorizado y red de alcantarillado, los riesgos que ello podría conllevar sobre las personas, y los consiguientes efectos (consecuencias).

<i>TIPIFICACIÓN DE SUCESOS POTENCIALES</i>	<i>RIESGOS</i>	<i>CONSECUENCIA</i>
ACCESO no autorizado a la red de personal ajeno al servicio.	<i>Riesgo por exposición a atmósferas peligrosas.</i>	Daños personales.
	<i>Riesgo por agentes biológicos.</i>	
ACTIVIDAD en interior de la red por personal ajeno al servicio.	<i>Riesgos por efectos mecánicos y físicos.</i>	Daños personales / Daños en la red

Ref.	Suceso potencial tipificado	Tipología Riesgo	Directriz de diseño a implementar	Descripción	Elemento / medida específica a considerar	Tipo de medida	Resultado
P1-01	ACCESO NO CONTROLADO a la red de alcantarillado	<p>Riesgo por exposición a atmósfera peligrosa.</p> <p>Riesgo por agentes biológicos.</p>	<p>IMPLEMENTACIÓN DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS PARA EVITAR EL LIBRE ACCESO A LA RED.</p>	<p>Piezas o elementos constructivos que impidan el acceso a la red de personal ajeno al servicio, ubicados en registros, conductos de alivio al medio,</p>	Implementación de compuerta, rejilla, válvula, pantalla, etc. que evite la entrada a la red en cualquier punto de descarga al medio.	Medida activa	
					Sistema de cierre o fijación en tapas/registros de acceso a la red.	Medida activa	
P1-02	ACCESO NO CONTROLADO a la red de alcantarillado	<p>Exposición a atmósfera peligrosa.</p> <p>Riesgo por agentes biológicos</p>	<p>SUPRESIÓN DE ELEMENTOS DE FÁCIL ACCESO A LA RED.</p>	<p>Eliminar de las redes aquellos elementos que permiten el libre acceso al sistema, y facilitan la incursión de cualquier persona ajena a mismo sin control.</p>	Variación del acceso a red mediante escaleras/pates fijos, por escalera 'móvil' de fácil instalación mediante soportes preinstalados en los registros.		

BUENAS PRÁCTICAS EN SEGURIDAD Y SALUD EN TRABAJOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

P1-03	ACCESO NO CONTROLADO a la red de alcantarillado	Exposición a atmósfera peligrosa. Riesgo por agentes biológicos	SEÑALIZACIÓN DE SALIDAS DE EMERGENCIA	Dejar habilitadas ciertas salidas con mayores facilidades para la salida de la red de alcantarillado.	Marcaje/señalización de salidas de emergencia de la red.	Medida pasiva	
P2-01	ACTIVIDAD en alcantarillado de personal ajeno	Riesgos por efectos mecánicos y físicos.	SEÑALIZACIÓN / INDICACIÓN DE TIPOLOGÍA DE TRABAJOS PERMITIDOS Y PROHIBIDOS.	Señalizar en determinadas zonas de la red qué tipo de trabajos pueden llevarse a cabo y cuáles no.	Ubicación de cuadro señalización en bocas de acceso a la red de qué trabajos son factibles y cuáles no.	Medida activa	Poner en conocimiento de manera permanente y repetida de qué trabajos y manipulaciones pueden efectuarse en una red de saneamiento.
P2-02	ACTIVIDAD en alcantarillado de personal ajeno	Riesgos por efectos mecánicos y físicos.	SEÑALIZACIÓN / INDICACIÓN OPERATIVA Y PROCEDIMIENTO EN ALCANTARILLADO	Señalizar en determinadas zonas de la red cómo debe operarse en la red.	Ubicación de cuadro señalización en bocas de acceso a la red de cómo debe operarse en el interior de la red.	Medida activa	Poner en conocimiento de manera permanente y repetida de cómo puede trabajarse y procederse en el interior de en una red de saneamiento.

Seguridad de la propia red ante la acción de personal ajeno.

En la siguiente tabla se concreta un espectro de interacciones posibles entre personal no autorizado y red de alcantarillado, los riesgos que ello podría conllevar sobre la red de drenaje, y los consiguientes efectos (consecuencias).

<i>SUCESOS POTENCIALES</i>	<i>RIESGOS</i>	<i>CONSECUENCIA</i>
ALTERACIÓN EXTERNA de los elementos constituyentes del sistema de alcantarillado.	<i>Riesgos por efectos mecánicos y físicos</i>	Alteración de las propiedades físicas y mecánicas –y por tanto de su rendimiento– de los elementos constituyentes de la red de saneamiento.
SUSTRACCIÓN / HURTO de elementos propios de la red.	<i>Riesgos por efectos mecánicos y físicos</i>	Sustracción / hurto de elementos básicos para el correcto funcionamiento y protección del sistema.

Ref.	Suceso potencial tipificado	Tipología Riesgo	Directriz de diseño a implementar	Descripción	Elemento / medida específica a considerar	Tipo de medida	Resultado	
P3-01	ALTERACIÓN EXTERNA de los elementos constituyentes del sistema de alcantarillado.							
P3-02	ALTERACIÓN EXTERNA de los elementos constituyentes del sistema de alcantarillado.		<i>ALTERACIÓN INSTALACIÓN (RELLENO)</i>				<i>Evitar ALTERACIÓN INSTALACIÓN (RELLENO)</i>	