

# Integración de la prevención en el diseño de instalaciones industriales

FRANCISCO MARTÍNEZ GARCÍA

Lograr un elevado nivel de seguridad en la operación de una empresa industrial requiere la integración de las medidas preventivas en la fase de diseño y posterior ejecución y puesta en marcha



## Introducción

La eficacia de cualquier actividad empresarial está supeditada al acierto en el desarrollo de las ideas y planes iniciales del proyecto de empresa. La adecuada definición, diseño, ejecución y puesta en marcha de las condiciones de operación generales influirá sustancialmente en el alcance de los objetivos fijados. Por otro lado, la seguridad constituye una de las condiciones fundamentales para alcanzar estas metas.

El enfoque de este estudio, característico de la seguridad integral, propugna la protección de todos los activos intervinientes –humanos, patrimoniales y sociales– frente a todo tipo de fuentes de peligro –naturales, antisociales y tecnológicos–, con una postura proactiva alineada con los objetivos empresariales.

Las medidas de prevención se clasifican, por su esencia, en las de carácter humano y material: espaciales, constructivas, instalaciones y equipos, metodológicas, orgánicas y operativas. Las medidas de carácter material han de ser definidas e incorporadas en la fase de diseño, teniendo en cuenta las implicaciones que entrañan con los componentes generales del proyecto. De otro lado, las medidas humanas se deben disponer antes de la puesta en marcha de la actividad, teniendo presente la complementariedad recíproca con las de carácter material.

Asimismo, el nivel de las medidas de seguridad ha de cumplir como mínimo lo exigido por la legislación vigente, por encima de la cual es recomendable incrementar dicho nivel con arreglo a lo propuesto por los códigos de buena práctica. En este sentido, se ha de tener presente el principio de proporcionalidad de la protección en relación con la importancia de los riesgos evaluados. Igualmente, se tendrá en cuenta para la determinación de las medidas propias la disponibilidad y capacidad de asistencia de los servicios públicos de socorro: hospitales, policía, bomberos y protección civil.

La adecuada integración de la prevención en el diseño comporta las siguientes ventajas:

- Mejor concepción y definición de los medios de protección.
- Mayor fiabilidad y eficacia.
- Menor coste de ejecución.
- No alteración de la actividad normal.

Asimismo, conviene tener presente las implicaciones de algunas medidas de seguridad en las coberturas aseguradoras, por tratarse de requisitos indispensables o bien porque proporcionen

reducción de las primas de seguros. Igualmente, la consideración de algún tipo de ayudas o subvenciones públicas para la mejora de las condiciones de seguridad y del medioambiente, que faciliten la financiación de ciertas medidas.

## Proceso de definición de la prevención en el diseño

El Sistema de Organización y Gestión de la Seguridad Integral comprende la definición de las políticas, responsabilidades y funciones, las actuaciones y los recursos necesarios. Los recursos materiales preventivos se han de contemplar en el diseño del conjunto del proyecto, considerados como una parte del Sistema Empresarial y, dentro de este, del Sistema de Seguridad, con los que han de estar perfectamente integrados. El proceso de establecimiento del Sistema de Seguridad ha de contar previamente con la convicción plena de la dirección de la empresa de su necesidad y el apoyo efectivo en el liderazgo y dotación de los recursos necesarios. Las etapas que cubren el proceso son las siguientes:

- Identificación de:
  - Fuentes de peligro: naturales, antisociales, tecnológicas.
  - Activos expuestos: personales, patrimoniales y medioambientales.
  - Escenario físico-geográfico de la empresa.
  - Marco legal, social y económico.
- Evaluación de los principales riesgos-peligros identificados, basada en métodos reconocidos.
- Propuesta preliminar del Sistema de Seguridad.
- El equipo de expertos prepara una propuesta previa del Sistema de Seguridad en su conjunto y con más detalles en los elementos de carácter material que interesan para su integración en el diseño, que se somete a la opinión de los componentes de la empresa que posteriormente los van a utilizar:

- Debate, aprobación y definición.
- A la vista de las observaciones y sugerencias planteadas, su debate y cambio de impresiones, se elabora el Sistema de Seguridad definitivo.
- Diseño integrado en el proyecto general.
- Las especificaciones técnicas de diseño de las medidas preventivas materiales se integran en el proyecto general.
- Ejecución de las obras e instalaciones.

Realización y seguimiento y control del cumplimiento de los requisitos establecidos.

- Recepción y puesta en marcha.
- Supervisión y pruebas de recepción de los medios preventivos contemplados en el diseño.
- Operación general.
- Desarrollo normal y continuado de la actividad empresarial general e integración en ella del Sistema de Seguridad.

## Medidas de prevención aplicables en el diseño

A continuación se facilita una relación amplia y ordenada por áreas de riesgo y funcionalidad de las diferentes medidas de prevención disponibles para su aplicación en la fase de diseño, de las que se puedan seleccionar las oportunas para cada caso particular. La visión de conjunto del proyecto de empresa va precedida de un análisis previo de la viabilidad y características generales de la zona donde se va a instalar, de las que algunas de ellas pueden tener repercusión sobre las específicas de la prevención, como son:

- Abastecimientos públicos de agua, electricidad, gas y telecomunicaciones, que en caso de no cubrir las necesidades de servicios de seguridad en emergencias (agua contra incendios, electricidad, etc), habrán de contar con fuentes alternativas.
- Transporte y comunicaciones por carretera, ferrocarril, aérea y marítima en la zona y accesos.
- Capacidad de respuesta y tiempo de intervención de servicios públicos de emergencia: hospitales, policía, bomberos y protección civil.
- Garantía de suministros de materias primas, auxiliares y de servicios complementarios –por ejemplo, servicio de vigilancia, consultoría, etc.– proporcionados por terceros en la zona.
- Emplazamiento y ubicación de instalaciones técnicas generales, maquinaria y equipos.

## Prevención de riesgos laborales

La prevención de riesgos laborales se define conceptualmente como el conjunto de políticas, actuaciones y recursos desplegados para garantizar la salud y seguridad de los trabajadores. Las líneas de actuación preventiva a través de medidas materiales a considerar en el diseño de edificios e instalaciones se ordenan como se indica seguidamente.

### Medidas espaciales

Distribución de espacios abiertos, de edificios e instalaciones y espacios interiores con la finalidad de proporcionar

medidas materiales de prevención de riesgos laborales, que faciliten:

- Aislamiento por espacio abierto entre edificios o instalaciones de ocupación de alto riesgo.
- Separación por medios constructivos entre locales con usos de riesgo alto.
- Ubicación de locales, por condiciones propias de riesgo o por relación de proximidad con otros, en zonas específicas (perimetrales, centrales, plantas en altura, etc.) de edificios.
- Mantenimiento de espacios abiertos libres de toda ocupación para el despliegue de servicios de socorro, en situaciones de emergencia: puntos de reunión, vehículos, tiendas de campaña, etc.
- Disposición de accesos y salidas al exterior alternativos a los habituales, para los desplazamientos de servicios de socorro y vías de evacuación.

#### Medidas constructivas

Las principales actuaciones preventivas para la protección de la salud y seguridad y aspectos ergonómicos de los trabajadores, en lo que respecta a medidas de carácter constructivo, que pueden ser necesarias y que se deberán definir en cada caso, se inscriben en las siguientes direcciones:

- Acondicionamiento de lugares de trabajo.
  - Estabilidad de elementos estructurales del edificio e instalaciones.
  - Condiciones seguras e higiénicas de materiales de acabado de suelos, paredes y techos.
  - Condiciones de disposición y protección de escaleras, escalas, puertas, muelles de carga y descarga, etc.
  - Vías de circulación de personas y medios de transporte internos; especial atención a la presencia de minusválidos.
  - Vías y salidas de evacuación en caso de emergencia.
  - Servicios higiénicos de vestuarios, retretes y aseos.
    - Señalización integrada en la construcción. Medidas de señalización de seguridad y salud, que se deben incorporar en el diseño y ejecución de obras.
    - Iluminación natural. Medios constructivos que proporcionen suficiente iluminación en determinados horarios solares y condiciones generales del entorno, mediante la disposición de lucernarios, claraboyas, ventanas.
      - Ventilación natural y artificial. Dotación de condiciones que faciliten la ventilación natural o forzada de espacios en los que la presencia de emisiones contaminantes, calor, frío o humedad excesivos lo hagan necesario

- Aislamiento de locales con actividades de riesgo. Aislamiento por medios constructivos de locales en los que se desarrollen actividades usuarias o generadoras de productos peligrosos, ruidos, vibraciones, radiaciones y otros.

#### Instalaciones

Medidas de protección de instalaciones generales, que se incorporan en las mismas, bien sea en su fabricación en origen o in situ.

- Aparatos y recipientes a presión. Especificaciones relativas a la ubicación, locales y medidas de seguridad intrínsecas de los aparatos y recipientes a presión. Adicionalmente al riesgo preferente de explosión se deben tener en cuenta, simultáneamente, los de incendio, toxicidad, estrés térmico y congelación.
  - Instalaciones eléctricas de alta y baja tensión. Tendido, ubicación, aparatos, instrumentos y materiales y disposición adecuada de las instalaciones eléctricas de alta y baja tensión que atenderá a las protecciones automáticas y físicas contra contactos directos e indirectos que estén requeridas.
    - Depósitos de almacenamiento de productos peligrosos. Ubicación en relación con edificios, instalaciones y otros depósitos y disposición de cubetos, drenajes, sistemas de extinción y señalización.
    - Sistemas de aspiración y extracción locales. Incorporación de sistemas de aspiración y extracción forzadas en operaciones e instalaciones generadoras de emisiones de productos peligrosos o contaminantes: cabinas de pintura, trenes de barnizado, tratamientos térmicos, salas de mezcla, puntos de trabajos de soldadura y corte.
      - Instalaciones de aire acondicionado. Diseño e instalación de aparatos, conductos e instrumentos de uso y mantenimiento, que no generen inconvenientes propios del síndrome del edificio enfermo o contaminaciones biológicas en su interior.
        - Protección de maquinaria. Protección frente a los riesgos mecánicos, acústicos, radiactivos, de incendio y explosión que pueden comportar la maquinaria industrial y que principalmente prevén la dotación en origen o añadida en su instalación en planta de mecanismos, resguardos, recogida de vertidos, aislamientos térmicos o acústicos y señalización, entre otros.
        - Protección de equipos de trabajo. Medidas de seguridad incorporadas en los equipos y maquinaria ligera de trabajo.

#### Equipos de protección

En este apartado se encuadran los equipos de protección móviles o portátiles cuya disposición no necesariamente ha de ser definida en la fase de diseño, pero sí con suficiente antelación a la puesta en marcha de la operación industrial. Los principales equipos de protección a considerar son:

- Equipos de movimiento de cargas. Engloban las carretillas elevadoras, transpaletas manuales, plataformas, puentes grúa, guías torre y bandas transportadoras.
- Equipos de protección individual. Equipos para la protección personal e individual de cabeza, oídos, ojos, cara, tronco, abdomen, manos, pies y vías respiratorias.
  - Equipos de medida en campo. Equipamiento para la medición de ruido, gases, metales, temperatura, humedad, etc.
  - Equipos de toma de muestras y análisis directo o en laboratorio, con el equipamiento correspondiente.
  - Duchas y baños de cuerpo y ojos para contaminación o salpicadura de productos químicos peligrosos.
  - Botiquín con equipamiento instrumental para reconocimientos médicos, intervenciones quirúrgicas y medicamentos básicos.

#### Seguridad contra incendios y explosiones

Los riesgos de incendio y explosión presentan una amplia variedad por las diferentes causas originales, desarrollo y efectos que pueden ocasionar según los medios y circunstancias en que ocurran. A continuación se abordan las actuaciones de seguridad contra incendios y explosiones que han de ser consideradas en el diseño de edificios e instalaciones.

#### Emplazamiento en el entorno general

A la vista de las condiciones generales del emplazamiento territorial caracterizado por las condiciones geográficas, de infraestructuras de servicios y comunicaciones y de actividades vecinas, se adoptarán las medidas pertinentes que eviten o reduzcan la influencia recíproca de incendios, explosiones y otros fenómenos de la naturaleza que pueden interaccionar con ellos o producir daños de forma independiente.

La existencia de infraestructuras de transporte de electricidad, combustibles líquidos o gaseosos, carreteras, ferrocarriles, vías de navegación marítima o flu-

vial y aérea, así como edificaciones urbanas o industriales, explotaciones agrícolas y forestales, requieren la disposición de espacios libres de toda ocupación o medios constructivos con las dimensiones apropiadas para impedir o limitar la propagación de incendios (cortafuegos) y ondas de presión de explosiones.

Con respecto a las condiciones ambientales de dirección y velocidades de vientos, temperaturas extremas –máximas y mínimas–, inundaciones, acumulación de nieve en cubiertas, deslizamientos del terreno, entre otros, se adoptarán las medidas oportunas que eviten los daños directos que puedan producir estos fenómenos y los consecuentes inductores de incendios y explosiones.

### Medidas espaciales

Actuaciones de configuración general de la distribución de espacios exteriores, edificios y aéreas productivas y ocupación de espacios interiores, orientadas a la prevención de incendios y explosiones.

– Aislamiento por espacio abierto, libre de elementos combustibles, entre edificios y áreas productivas o de servicios técnicos con riesgo apreciable de incendio o explosión como: salas de calderas, depósitos de gases y líquidos inflamables, transformadores eléctricos, almacenes de inflamables, procesos peligrosos, etc.

– Separación por elementos constructivos entre espacios internos con usos que impliquen riesgos considerables.

– Ubicación de dependencias, en función de usos con riesgos propios o por relación de proximidad con otros, en zonas específicas (perimetrales, centrales, plantas en altura, etc.) de edificios o instalaciones.

– Disposición de espacios abiertos libres de toda ocupación para el despliegue de los servicios de extinción de incendios y salvamento.

### Accesibilidad y movilidad exterior

Aspectos que faciliten la accesibilidad desde vías públicas y desplazamientos en el recinto exterior de la propiedad.

– Disposición de accesos desde zonas públicas alternativos a los habituales para los servicios de socorro.

– Viales de circulación, aproximación y estacionamiento de servicios de socorro en torno a los edificios e instalaciones.

– Definición geométrica de la distribución de edificios que garantice el mayor número de fachadas y cubiertas libres para el acceso de los medios de intervención en emergencias.

### Medidas constructivas

El conjunto de medidas que se podrán disponer en la integración de la prevención en el diseño se estructuran en las líneas siguientes. Los requisitos, especificaciones y soluciones técnicas están recogidos en la reglamentación y normativa correspondiente.

– Vías de evacuación personal. Vías de recorrido garantizado en caso de incendio y otras emergencias para la evacuación de los ocupantes de los edificios.

– Accesibilidad al interior de edificios. Elementos que permitan el acceso de los servicios de socorro al interior de los edificios para el rescate de personas, la extinción de incendios o manipulación de instalaciones y servicios. En este sentido se pueden disponer puertas, ventanas, huecos de escaleras de mano, trampillas y paneles de fachada practicables.

– Resistencia al fuego. Diseño y construcción de estructuras y elementos de separación que resistan la acción de incendios durante un período de tiempo determinado por la reglamentación o la experiencia.

– Compartimentación. Determinación de elementos cortafuegos de separación de sectores de incendio en los grados y superficies establecidas. Interrupción de la continuidad de elementos combustibles de aislamientos, lucernarios, bandas transportadoras, etc.

– Reacción al fuego. Utilización de materiales de construcción que no faciliten el inicio de un incendio, su propagación y la liberación de calor, humos y gases nocivos.

– Ventilación de humos y calor. Dotación de sistemas de ventilación natural o forzada que faciliten la evacuación del humo y calor producidos en incendios.

– Alumbrado de emergencia. Disposición de fuentes de abastecimiento eléctrico de emergencia y puntos de alumbrado.

– Señalización. Incorporación de las señales ópticas, acústicas y luminosas de sistemas de seguridad en los medios constructivos, instalaciones de procesos, recipientes y conducciones.

En la protección frente a explosiones a la hora de incorporar medidas constructivas se ha de considerar el confinamiento y alivio de explosiones.

### Instalaciones de protección contra incendios

Instalaciones de detección y extinción de incendios técnicamente disponibles, que se han de seleccionar para cada caso particular.

– Detección automática. Sistemas de detección automática de incendios, equipados con las cabezas sensoras oportunas –iónicas, de humos, térmicas y de llamas–, central propia de alarma y señalización y posibles complementos de pulsadores manuales de alarma, activación de otras actuaciones, conexión con central receptora de alarmas, etc.

– Sistemas de agua contra incendios. Dotación de los sistemas de agua contra incendios requeridos que cuenten con el abastecimiento suficiente y garantizado para alimentar a:

- Sistemas manuales de mangueras de la red de BIE (Bocas de Incendio Equipadas de 25 y 45 mm) y de CHE (Columnas Hidrantes Equipadas, con tomas de 70 y 100 mm).

- Rociadores automáticos
- Agua nebulizada.

- Sistemas de espuma fijos. Sistemas fijos incorporados normalmente en depósitos de almacenamiento de líquidos combustibles e inflamables.

– Sistemas de gases limpios. Sistemas fijos de agentes extintores gaseosos –anhídrido carbónico, gases inertes, químicos– para la protección de espacios reducidos y partes de instalaciones.

– Sistema de polvo. Sistemas fijos de agentes extintores de polvo para protección de partes de instalaciones.

– Columnas secas. Dotación de elementos de acople de abastecimiento de agua, conducciones y de toma de agua en determinadas partes, normalmente escaleras o patinillos, de edificios.

En la protección frente a explosiones se cuenta con supresores de reacciones químicas explosivas.

### Equipos de protección contra incendios

Equipos de protección portátiles o móviles, que pueden ser necesarios en el momento de la puesta en marcha de la actividad productiva.

– Extintores portátiles. Dotación de la red de extintores portátiles apropiada en cuanto al tipo de agentes extintores y el número y carga de los aparatos.

– Equipos de protección individual. Equipamiento y vestimenta de protección personal individual para los miembros de los equipos de emergencia, especialmente los de segunda intervención o brigadas de incendios.

– Equipos y herramientas de intervención. Materiales de intervención de brigadas del tipo de pinzas de descaramiento, respiración autónoma, equipos de corte, bombas de achique, grupos electrogeneradores portátiles, etc.

– Equipos portátiles de producción de espuma. Equipamientos de bidones de espumógeno, dosificadores y lanzas especiales para producir espuma de baja, media y alta expansión.

### Seguridad contra intrusión y actos antisociales

El catálogo de riesgos de intrusión y actos antisociales presenta una amplia dispersión de causas originales, consecución y efectos de muy distinta importancia sobre las personas, la sociedad y los patrimonios públicos y privados, por lo que la gama de actuaciones preventivas abarca diversas líneas de acción entre las siguientes.

#### Emplazamiento en el entorno general

Se tendrán en cuenta las condiciones territoriales y de las infraestructuras públicas de servicios de socorro –policía, bomberos–, abastecimientos y vías de comunicación terrestre, aérea o marítima, que impliquen amenazas especiales que puedan requerir la dotación de medios propios de aislamiento, accesos directos, ocultación, cerramientos, etc., al nivel correspondiente.

Al igual, se ha de considerar la existencia de otros recintos vecinos que, por su actividad, límites y geometría arquitectónica generen o agraven ciertos riesgos y aconsejen la incorporación de ciertas medidas de seguridad en la configuración general del recinto necesariamente definida en la fase de diseño.

#### Medidas espaciales

Distribución de espacios abiertos y edificios y espacios cerrados o interiores, que garanticen la prevención de riesgos de intrusión y antisociales, como las siguientes actuaciones:

– Aislamiento por espacio abierto de edificios o dependencias que tengan una ocupación crítica: centros de investigación, centros de control, almacenes de objetos muy valiosos, centros de informática, etc.

– Separación por medios constructivos de locales con ocupaciones de riesgo de intrusión considerable: los anteriores, más cámaras acorazadas y de seguridad, archivos de materiales o información sensibles.

– Ubicación de locales con riesgo de intrusión apreciable en zonas específicas (perimetrales, centrales, plantas de sótanos, etc.) de edificios.

– Disposición de vías de circulación y estacionamiento de vehículos en el recinto externo de la propiedad, que faciliten las labores preventivas –rondas, dis-

tancias de seguridad– y dificulten las agresiones.

– Disposición de pasillos de comunicación interior en los edificios con los mismos objetivos del punto anterior.

#### Accesos al recinto externo propio

Accesos desde las vías públicas al recinto externo de la propiedad, tanto de personas como de vehículos y objetos, en los que se tienen disponibles los siguientes medios de protección.

– Obstáculos en calzada: badenes, pivotes, topes y bolardos practicables o abatibles.

– Puertas y barreras pivotantes.

– Molinetes, torniquetes y puertas giratorias.

#### Medidas constructivas

– Protección periférica. Conjunto de elementos que ofrecen suficiente resistencia a los intentos de intrusión desde espacios exteriores públicos.

• Vallado de obra, metálico y mixto, con posibles refuerzos de tensión eléctrica, alambre, espino y bayonetas.

• Dotación de puertas, verjas y medios mecánicos en accesos integrados en el vallado.

– Protección perimetral. Elementos de protección resistente a la intrusión desde espacios exteriores directos o por intermedio de recintos abiertos propios.

• Muretes y voladizos.

• Puertas y verjas.

• Rejas y contraventanas

• Vidrios reforzados o blindados.

• Molinetes, torniquetes, puertas giratorias, esclusas.

– Resistencia ante ataques técnicos.

• Estructuras, muros y forjados resistentes a ataques mecánicos, térmicos y de plasma.

#### Instalaciones de protección contra intrusión

– Detección automática. Sistemas de detección automática de presencia de intrusos equipados con los sensores apropiados –infrarrojos, microondas, microfónicos, contactos magnéticos, ultrasonidos etc.–, ubicados en la periferia, el perímetro o el interior, central propia de alarma y señalización y posibles complementos de activación de otras actuaciones, conexión con central receptora de alarmas, etc.

– Circuito cerrado de televisión. CCTV. Instalación de cámaras, elementos estructurales y cableado y monitores de visualización situados en el centro de control.

– Control de accesos. Medios para el control de accesos de personas, vehículos y objetos.

• Puertas y barreras pivotantes.

• Molinetes, torniquetes y puertas giratorias; posible combinación con medios electromagnéticos.

• Esclusas.

• Arcos fijos de detección de metales y explosivos.

• Sistemas de identificación magnéticos, por ondas y biométricos.

– Alumbrado. Alumbrado de seguridad de espacios exteriores e interiores.

– Sistemas de control de rondas. Elementos de validación y mecanismos de registro magnético, por ondas o mecánicos de puntos de control.

– Sistemas de telecomunicaciones internas y con el exterior. Medios de comunicación telefónica, vía radio y otras ondas electromagnéticas fiables.

#### Equipos de protección contra intrusión

Equipos de protección contra intrusión portátiles o móviles que están disponibles y que habrá que seleccionar según las necesidades del caso en cuestión, como los siguientes:

– Equipos de escaneado de metales, explosivos, materiales radiactivos, etc.

– Equipos portátiles de detección de armas, metales y explosivos.

– Equipos y vestimenta de protección personal.

– Armas y defensas del personal de vigilancia.

– Placas y códigos de protección anti-hurto.

– Vehículos de intervención.

– Barreras y conos portátiles.

– Medios de comunicación directa: altavoces, pitos, sirenas.

#### Protección contra riesgos naturales

La ubicación geográfica del edificio a diseñar determina la posible existencia de riesgos derivados de los fenómenos de la naturaleza propios de la zona. En la identificación previa al proyecto de construcción se han de analizar los fenómenos o condiciones meteorológicos/atmosféricos, hidrológicos, geológicos y biológicos, que pueden producir efectos dañinos y frente a ellos decidir las medidas de protección a adoptar en el diseño.

#### Medidas de carácter general

Las medidas de protección dispuestas en la ubicación de terrenos, edificios e instalaciones, para evitar o minimizar los



efectos dañinos de los riesgos naturales, son competencia de la dirección general del proyecto. No obstante, es oportuno que, bajo la óptica de la especialidad de riesgos, se revisen la presencia y consideración de estos riesgos en el proyecto global. Los aspectos principales a tener en cuenta, tanto en el emplazamiento como en la distribución de espacios, construcción o instalaciones se ordenan frente a las siguientes amenazas más frecuentes:

- Inundaciones y avenidas. Desbordamiento de cauces y embalses de agua (a veces secos) y acumulación de aguas de lluvia en terrenos propios, que pueden ser contrapuestas mediante:

- Elevación del terreno donde se ubicará la propiedad.
- Distancias horizontales y verticales (cotas de seguridad) suficientes respecto de cauces de agua.
- Diques de contención permitidos por el ordenamiento público hidrográfico.
- Drenajes y alcantarillado con capacidad suficiente de desagüe.
- Elevación del nivel de altura sobre el suelo de disposición de maquinaria, equipos y mercancías.
- Ubicación de locales con ocupaciones sensibles a agua de inundación en plantas altas, no en bajo rasante.

- Sismicidad y corrimientos del terreno. Ante la posible ocurrencia de terremotos, erupciones volcánicas, hundimientos (subsidiencias) y corrimientos de taludes del terreno, y después de

analizados estos riesgos, se adoptarán medidas de:

- Construcción con arreglo a normas antisísmicas en la zona.
- Distancias de seguridad de cualquier dependencia de terrenos con pendientes pronunciadas y riesgo de corrimiento de tierra o nieve.
- Asentamiento del terreno y evitación de corrientes de agua, superficiales o subterráneas.
  - Vientos fuertes. Los fenómenos de vientos extremos: huracanes, tornados, tormentas, vendavales, que pueden darse en la zona y la dirección dominante pueden hacer aconsejable las siguientes medidas:
    - Refuerzos de la fijación de cubiertas y cerramientos.
    - Fijación de instalaciones y objetos situados a la intemperie.
    - Disposición de instalaciones y almacenamientos con riesgos considerables de incendio o escape tóxico en posiciones relativas no coincidentes en líneas y posiciones con respecto a otros componentes de la empresa o ajenos.
    - Establecimiento de espacios cortafuego frente a explotaciones forestales o agrícolas que pueden sufrir incendios.
      - Temperaturas extremas. Si bien las temperaturas altas pueden ocasionar algunos inconvenientes para almacenamientos, procesos y ambientes y agravar riesgos de incendio y explosión, los trastornos principales pueden venir de las bajas temperaturas que lleguen a congelar los fluidos de tanques y tuberías dis-

puestos al aire libre o en locales sin aislamiento o acondicionamiento térmico. La protección en este sentido puede comprender:

- Disposición de instalaciones –especial atención a las de agua contra incendios–, enterradas o a cubierto en espacios climatizados.
- Recubrimiento de instalaciones con aislamiento térmico apropiado.
  - Descargas eléctricas. Disposición de instalación de pararrayos que proteja eficazmente los edificios y otros elementos.
  - Nieve y granizo. La caída abundante de nieve y granizo puede producir sobrepeso en las cubiertas de los edificios y provocar su hundimiento, por lo que se deberán diseñar para soportar pesos de nieve e impacto de grano con un margen de seguridad amplio.

### Protección del medio ambiente

Las emisiones industriales dañinas para el medio ambiente se agrupan, en cuanto al plazo de tiempo en que se pueden producir, en regulares –progresivas y acumulativas– y accidentales. Las segundas se originan a partir de explosiones, incendios o averías mecánicas de instalaciones de proceso o almacenamiento y pueden producir daños a las personas (accidentes), al patrimonio y al medio ambiente; su prevención y tratamiento específico, por tanto, ha de ser abordado en las áreas de Prevención de Riesgos Laborales y de Seguridad contra Incendios y Explosiones, considerando de manera especial las situaciones de empresas afectadas por la reglamentación de accidentes graves o mayores.

Las emisiones regulares de productos que pueden ser agresivos para las personas (enfermedades laborales y comunes) y el medio ambiente se producen en determinadas actividades industriales y su prevención y control ha de ser contemplado en el diseño de los edificios, instalaciones generales y productivas. La variedad de agentes contaminantes se ordenan en su estado físico de utilización: sólidos, líquidos y gases y los efectos dañinos que pueden ocasionar en la atmósfera, aguas y suelos.

La protección del medio ambiente posee numerosos puntos tangenciales con la seguridad, pero su disposición transversal respecto de las fuentes, los activos y la estructura de las empresas aconseja un tratamiento diferenciado desde la perspectiva de la operación industrial, que se aborda en los proyectos de ingeniería productiva. Seguidamente, se plantean los principales aspectos a conside-

rar, preferentemente por su incidencia en daños de carácter accidental.

### **Emplazamiento en el entorno general y medidas espaciales**

En función de los agentes contaminantes identificados y el nivel de riesgo evaluado, así como las condiciones naturales del entorno, se adoptarán las medidas oportunas que eviten o reduzcan los potenciales efectos negativos. Fundamentalmente se establecerán distancias suficientes entre posibles focos emisores y medios naturales expuestos. Igualmente se dispondrá la ubicación más apropiada para contrarrestar los efectos de pendientes del terreno, dirección del viento y condiciones de urbanización que puedan facilitar la propagación de los agentes contaminantes.

### **Medidas constructivas y de instalaciones**

– Construcción de diques, cubetos, conducciones y depósitos de seguridad para la contención de derrames en almacenamientos y procesos productivos.

– Sistemas de captación de partículas sólidas, preferentemente en el foco emisor, o bien en el trazado posterior de la cadena de producción.

– Sistemas de eliminación de contaminantes gaseosos en el foco o instalación de conducción de productos de desecho.

– Sistemas de depuración de contaminantes líquidos.

En este punto se inscribe la definición de los sistemas de depuración de aguas industriales y de uso higiénico.

– Señalización y etiquetado de productos contaminantes y de otros peligros para personas y activos patrimoniales.

### **Equipos de lucha contra la contaminación**

Quedan al margen las contaminaciones específicas en el transporte marítimo, por carretera, ferrocarril, en oleoductos y empresas tipificadas por la reglamentación de accidentes graves, que requieren unos planes de actuación especiales con medios de gran capacidad. En actividades con riesgos discretos de daño al medio ambiente puede ser necesario disponer, entre otros, de los siguientes equipos móviles:

- Equipos de protección personal.
- Equipos de respiración autónoma
- Vehículos de transporte de carga.
- Equipamientos de neutralización de escapes y vertidos contaminantes.

– Contenedores selectivos para depósito de residuos de contaminantes y masas naturales contaminantes.

– Maquinaria general de obras públicas propia o con servicios contratados a terceros.

### **Aspectos económicos**

La consideración de las medidas de seguridad en el momento de diseñar una nueva empresa representa una serie de ventajas económicas que se apreciarán a lo largo de toda la vida del plan empresarial. No hay que olvidar que la inclusión de la protección en esta etapa supone una dedicación inversora importante, que si se ha planificado con antelación podrá ser atendida fácilmente y con mayor grado de confiabilidad y no requerirá un esfuerzo financiero con la empresa en marcha.

La dedicación económica que se requiere en un proyecto de obra nueva para incorporar un buen nivel de seguridad en todas las áreas –laboral, patrimonial y medioambiental–, está en torno al 2-5% del presupuesto total de ejecución en las actividades de riesgo medio. En sectores de alto riesgo, como el nuclear, químico o aeronáutico este porcentaje, como es lógico, se incrementa notablemente.

Por otra parte, la valoración patrimonial de las medidas de seguridad se añade al valor del conjunto de la empresa. La normalmente prolongada duración temporal de los medios de protección ofrece también un aliciente financiero en términos de plazos de amortización contable más cortos que la vida útil de aquéllos.

Al materializarse la seguridad en el proceso de construcción los costes de construcción son mucho menores que si se tuvieran que llevar a cabo en exclusiva durante la operación normal, teniendo en cuenta además las alteraciones inevitables de las actividades productivas con el coste correspondiente.

La repercusión del nivel de seguridad en las primas de seguros proporciona, asimismo, una reducción de costes considerable que incide positivamente en este sentido. Los sistemas de “bonus” de reducción de costes de seguros suponen un incentivo que puede llegar a garantizar la recuperación de la inversión hecha en seguridad en un plazo de tiempo medio.

### **Conclusiones**

Es muy importante subrayar la conveniencia de tener en cuenta las medidas de seguridad en el diseño de los edificios e instalaciones, para conseguir la mayor eficacia y garantía de su protección, junto

con la disminución de costes que supondría llevarlas a cabo con la empresa en pleno funcionamiento. De esta manera se garantiza la integración de la prevención en las dependencias e instalaciones generales y productivas, al igual que con la operación de las actividades industriales una vez en marcha.

Las medidas materiales de seguridad a establecer en la etapa de diseño vendrán orientadas por la reglamentación legal exigida y las recomendaciones de buena práctica, teniendo en consideración el apoyo de los servicios de socorro externos y los medios humanos propios de seguridad. El conjunto de los medios materiales y humanos, las actuaciones y las políticas, responsabilidades y funciones configuran el Sistema de Organización y Gestión de la Seguridad Integral, en el que se integran y coordinan suficientemente las áreas laborales, patrimoniales y medioambientales.

Si bien lo deseable es la aplicación de la prevención en el momento del diseño, esto no excluye que se incorporen medidas de seguridad requeridas por nuevas reglamentaciones o cambios de actividades y riesgos asociados con ellas, aunque la empresa se encuentre en funcionamiento.

### **Bibliografía**

- Factory Mutual. Data Sheets. Record. 1997.
- Fundación Mapfre. *Manual de Seguridad en el Trabajo*. Editorial Mapfre. 1992.
- Manual de Higiene Industrial*. Editorial Mapfre. 1991.
- Manual de Ergonomía*. Editorial Mapfre. 1994.
- Manual de Contaminación Ambiental*. Editorial Mapfre. 1994.
- Fundación Mapfre Estudios. *Instrucciones Técnicas de Seguridad Integral*.
- Fundación Mapfre Estudios. *Manual de Seguridad contra Incendios*. Editorial Mapfre. 1997.
- INRS. *Implantation des lieux de travail*. 1999.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. *Notas Técnicas*.
- Lee, Frank P. *Loss prevention in the process industries*. Butterworth. 1983.
- Ministerio de Fomento. *Normas Básicas de la Edificación*. Códigos Técnicos de la Edificación.

## **AUTOR**

**Francisco Martínez García**  
fmg@mapfre.com  
www.fundacionmapfreestudios.es

Director del Instituto de Seguridad Integral de la Fundación Mapfre Estudios. Director de la revista *Gerencia de Riesgos y Seguros*.