

IMPROVEMENTS IN FIRE SAFETY IN FRUIT AND VEGETABLES PLANTS

Ferrer Gisbert, Pablo S.¹; Ferrer Gisbert, Carlos M.²; Redón Santafé, Miguel²;
Sánchez Romero, Francisco Javier²; Torregrosa Soler, Juan Bautista²;
Ferrán Gozávez, Javier²

¹ Dto Proyectos de Ingeniería (U. Politécnica de Valencia), ² Universitat Politècnica València

In the past XVII International Congress on Project Management and Engineering we presented a paper in which was manifested how loads of packages occasionally stored in the fruit and vegetable plants can lead to a greater risk of fire than usually considered. In addition, it was estimated the actual fire curve for some configurations.

This article brings us back to analyze the most common fire risk factors in this kind of plants and consider possible measures to minimize or eliminate it.

Keywords: *Fire safety; Fruit and vegetable plants; Fire protection facilities*

MEJORAS EN LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN CENTRALES HORTOFRUTÍCOLAS

En el pasado XVII Congreso Internacional de Dirección e Ingeniería de Proyectos presentamos una ponencia en la que se ponía de manifiesto cómo las cargas de envases ocasionalmente almacenadas en las centrales hortofrutícolas pueden dar lugar a un riesgo de incendio mayor del habitualmente considerado, al igual que se calculaba la curva de incendio real para algunas configuraciones.

En el presente artículo retomamos el tema para analizar los factores de riesgo de incendio más comunes en las centrales hortofrutícolas y estudiar las posibles medidas para su minimización o eliminación.

Palabras clave: *Seguridad contra incendios; Centrales hortofrutícolas; Instalaciones de protección contra incendios*

1. Introducción

Debido al elevado número de incendios que con demasiada frecuencia se vienen produciendo en las centrales hortofrutícolas, en el pasado XVII Congreso Internacional de Dirección e Ingeniería de Proyectos, presentamos una ponencia (Ferrer-Gisbert et al., 2013) en la que se ponía de manifiesto cómo las elevadas cantidades de envases ocasionalmente almacenadas en este tipo de industrias, pueden dar lugar a un riesgo de incendio mayor del habitualmente considerado.

2. Factores de riesgo de incendio en centrales hortofrutícolas

Según el “Manual de riesgo y seguro en la industria agroalimentaria” de Mapfre (Mapfre, 2005), los factores de riesgo de incendio para centrales hortofrutícolas pueden agruparse en:

- a) Presencia de combustible:
 - Tipología de los cerramientos (paneles sándwich).
 - Carga térmica muy elevada por embalajes (palets, cajas, madera, cartón y plástico).
 - Atmosferas explosivas en cámaras de desverdización con etileno, acetileno, etc.
 - Refrigerantes inflamables, corrosivos y tóxicos.
 - Enormes daños por humo en los alimentos por siniestros pequeños.
- b) Presencia de fuentes de ignición:
 - Operaciones de mantenimiento (corte y soldadura).
 - Riesgo eléctrico (alta humedad) y rayo.
 - Equipos de frío.
 - Cargadores de carretillas o tubos de escape.
 - Almacén de palets exterior (accidentes de fumador).

Por otra parte y tras analizar numerosos siniestros, en dicho manual se concluye que la falta de mantenimiento o ausencia de instalaciones de protección contra incendios es una deficiencia observada con demasiada frecuencia en éstos.

3. Objetivos

Con estos antecedentes se plantea en la presente ponencia el análisis de dichos factores de riesgo para mejorar en lo posible la seguridad contra incendios en centrales hortofrutícolas, al tiempo que se estudian las posibles medidas para su minimización o eliminación.

4. Almacenamiento de envases

Un denominador común de las centrales hortofrutícolas es la necesidad de un gran espacio para el almacenamiento y manejo de envases, embalajes y cajas de campo. El estudio presentado en la pasada edición del Congreso (Ferrer-Gisbert et al., 2013) puso de manifiesto que las cantidades de envases almacenadas pueden llegar a ser considerables, dando lugar a riesgos mayores a los habitualmente considerados.

La solución de esta problemática mediante la sectorización de estas zonas no es sencilla ya que, desde el punto de vista del diseño y funcionamiento, es recomendable que las centrales hortofrutícolas sean lo más diáfnas posible.

De hecho, en algunos casos se ha optado por restringir el almacenamiento de envases a determinadas naves, dándolas por perdidas en caso de incendio. Si bien puede ser admisible como mal menor, conviene recalcar que será necesario asegurar la independencia estructural de la misma para garantizar que su colapso no afectará al resto de edificios de la planta.

El empleo de sistemas de rociadores plantea de nuevo la dificultad de exigir (AENOR, 2010) la protección de todas las zonas de un edificio o de edificios en comunicación. Ello exigiría bien la sectorización del almacén de envases o la extensión del sistema de rociadores a toda la planta, lo que resultaría económicamente inviable en la mayoría de casos.

Por otra parte, la configuración de almacenamiento habitual de los envases en las centrales hortofrutícolas, según la clasificación de la referida norma de rociadores, es la ST1: almacenamiento libre o en bloques. Y para ella se limita la superficie máxima de los bloques a 150 m² con pasillos de separación mínima entre ellos de 2,4 m, altura máxima de almacenamiento de 7,6 m y un área de operación de los rociadores de 300 m². Las demandas de caudal llegan a ser de 9650 l/min a 5 bar que deben estar asegurados para una duración mínima de 90 min, lo que implicaría la necesidad de un depósito de 868,5 m³ en el caso de un depósito de capacidad íntegra.

Para el caso concreto de los almacenes de paletas vacías, la tabla G.5 (anexo G) restringe las alturas máximas de almacenamiento de 3,8 m y fija la densidad de diseño en 25 mm/min sobre 300 m². Si se trata de paletas de plástico, además el almacenamiento se sectorizará en un compartimento que resista al fuego durante 60 min.

Para el caso de almacenes de contenedores de polipropileno y polietileno las condiciones son aún más restrictivas, restringiéndose la altura máxima de almacenamiento a 3 m y recomendándose el uso de rociadores de respuesta especial o rápida (ESFR). Como la norma española no cubre este tipo de rociadores, debería recurrirse a alguna otra como es el caso de la norma norteamericana NFPA 13 (NFPA, 2013). Ésta posibilita alturas máximas de almacenamiento de 10,7 m con techos de hasta 12,2 m para dicho tipo de rociadores.

Otra norma a tener en cuenta es la NFPA 230 (NFPA, 2033) específica para almacenes. En ella se indica que los palets vacíos de madera o plástico se almacenarán en el exterior o en un edificio independiente, a menos que se dote de un sistema de rociadores de acuerdo con la NFPA 13. Además se deberían establecer pasillos de separación para retrasar el paso del fuego de una pila a otra y para facilitar la separación de cargas en caso de incendio, así como permitir el acceso a los bomberos. Dichos pasillos deberían disponerse frente a ventanas o puertas en las paredes exteriores y su anchura no debería ser inferior a 2,4 m. Por su parte, la anchura de los bloques no debería superar los 15,2 m o 7,6 m si están próximos a una pared.

Respecto a la instalación de sistemas de control de temperatura y evacuación de humos (SCTEH) conviene destacar la advertencia que se realiza en la norma UNE 23585:2004 (AENOR, 2004) respecto a la inadecuación de estos sistemas para almacenamientos de materiales combustibles sin rociadores con altura mayor de 4 m. Se indica expresamente que cualquier incendio severo en estas circunstancias es probable que finalice con la pérdida total del edificio o recinto.

Tras este resumen de exigencias y recomendaciones podemos concluir que, si bien siempre redundará en una mayor seguridad, no resulta ni sencillo ni "económico" proteger con garantías las zonas de almacenamiento de envases en centrales hortofrutícolas mediante sistemas de rociadores convencionales. Sería bueno tener en cuenta como mínimo las

recomendaciones respecto a la organización de los envases por lo general no respetadas tal y como se muestra la figura 1.

Figura 1. Disposición de envases en un almacén



5. Riesgo en cámaras frigoríficas

Las cámaras de desverdización generalmente empleadas en las centrales hortofrutícolas utilizan renovación continua de aire para mantener una concentración de CO₂ del 0,25% y de etileno de 5 ppm. El gas comercial utilizado (Azethyl) contiene solo un 5,5% de etileno y el resto (94,5%) de nitrógeno por lo que no resulta inflamable ni explosivo a ninguna concentración.

En cuanto a la peligrosidad del amoníaco como refrigerante cabe señalar que, aunque resulta difícilmente inflamable, sí que es tóxico por inhalación y resulta corrosivo para los ojos, piel y sistema respiratorio. Por ello el vigente “Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias” (España, 2011) mantiene las exigencias de medidas de prevención y protección personal del anterior (equipos autónomos de aire comprimido, máscaras antigás y trajes de protección en sala de máquinas) e incluye algunas nuevas como la exigencia de sistemas de absorción de amoníaco en caso de fugas en salas de máquinas específicas, a base de agua pulverizada y su recogida en depósito.

En el caso de siniestros en cámaras frigoríficas, la evolución del incendio se ve favorecida por una compartimentación elevada y la existencia de espacios confinados (Mapfre, 2005). Si a este hecho añadimos que, fuera de la campaña de producción, también las cámaras se utilizan con frecuencia para almacenamiento de envases, el riesgo evidentemente se multiplica (figura 2).

Los sistemas de inertización permanente, consistentes en la disminución controlada del nivel de oxígeno mediante la inyección de nitrógeno, pueden ser una opción a considerar en

almacenes frigoríficos de gran altura por ser su ocupación por personas escasa y no permanente, tratarse de recintos relativamente estancos y con aperturas de puertas controladas y rápidas (Cepreven, 2012). Pero no es éste el caso de las cámaras frigoríficas en centrales hortofrutícolas donde las aperturas y cierres son mucho más frecuentes. Además la reducción permanente del oxígeno podría afectar a la calidad de la fruta.

Figura 2. Almacenamiento de envases en cámaras frigoríficas fuera de la campaña de producción



Se plantea de nuevo la posibilidad de instalación de rociadores con la dificultad añadida del entorno refrigerado y húmedo que puede dar lugar a condensaciones indeseables. Para evitar este problema existen rociadores ESFR “secos” (Viking, 2013) que, dotados de un elemento fusible permanentemente unido al manguito de suministro de agua, son abastecidos desde sistemas mojados. Además, incluyen dos anillos pasamuros aislantes para garantizar el aislamiento entre el rociador y el orificio de paso del techo, eliminando las condensaciones en la zona de conexión del rociador.

En el caso de temperaturas por debajo de cero grados se plantea el problema adicional de la formación de tapones de hielo que puede combatirse mediante la utilización de anticongelante o de rociadores secos tipo supresión (Cepreven, 2012), pero este tipo de cámaras no es frecuente en centrales hortofrutícolas.

Para las condiciones de aplicación de los SCTEH en cámaras frigoríficas nos referimos de nuevo a la citada norma UNE. En ésta (tabla 1 del anexo M) se clasifica la categoría de almacenaje correspondiente a alimentos (S1) y embalajes de madera, cartón o plástico (C2) como “SC2”. Y para ella se establece una altura crítica de almacenaje (que diferencia al almacenaje bajo del almacenaje en altura) de 3 m. Para el caso de sobrepasarse, hecho frecuente en las cámaras frigoríficas de centrales hortofrutícolas, la norma indica:

“Es extremadamente poco probable que un almacenaje de gran altura no tenga rociadores automáticos. De todos modos, si éste fuera el caso, el riesgo de incendio sería considerable y la evacuación de humos y calor no representaría más que el tiempo necesario para evacuar a los ocupantes, y muy poco tiempo más para que los servicios de extinción intervengan antes de la ignición generalizada”.

La necesaria aportación de aire para el sistema puede considerarse a través de las puertas frigoríficas debidamente automatizadas y actuadas a través del sistema de detección.

De nuevo el riesgo de condensación es un problema. En la actualidad no existe ningún fabricante de exutorios que garantice un coeficiente de transmisión térmica equivalente al del panel frigorífico. Para salvar el inconveniente en ocasiones se ha optado por situarlos exclusivamente sobre la cubierta del edificio pero, en caso de incendio no controlado y una vez colapsado el techo de la cámara, todo el humo generado debería ser extraído por los mismos lo que no resulta fácil (Ceprevén, 2012).

Por otra parte, se han realizado estudios en los que se comprueba que el humo no siempre alcanza la temperatura suficiente para poder ser eliminado por los aireadores de forma natural. Por eso algunos fabricantes recomiendan la adopción de un sistema mixto de extracción forzada resistente al fuego en la cámara y la conducción del humo hasta un exutorio en cubierta del edificio (Ceprevén, 2012).

6. Paneles sándwich

Los paneles sándwich como cerramiento industrial y de cámaras frigoríficas surgieron en los años sesenta y desde entonces su instalación ha ido en aumento. El aislamiento interior suele ser de poliuretano, más recientemente poliisocianurato, o lana mineral. En el caso del primero, presente en numerosas industrias, se trata de un material que se descompone por la acción prolongada de temperaturas mayores de 250° C, con desprendimiento de gases inflamables a 320° C, que se autoinflaman entre 430° C y 550° C, generando gran cantidad de productos tóxicos. Por ello en la guía de seguridad "Seguridad en instalaciones con paneles aislantes" (Mapfre) se apuntan una serie de conclusiones y recomendaciones de seguridad que sintetizamos aquí.

Los paneles sándwich de material combustible contribuyen a propagar el incendio de forma rápida, generando humos densos y opacos, lo que dificulta la intervención de los equipos de extinción y finalmente provoca el colapso de la estructura. La falta de compartimentación así como la existencia de almacenamientos de productos combustibles (envases y embalajes) contribuyen a la propagación del incendio. La presencia de estos paneles en incendios obliga a la utilización de equipos de respiración autónoma por parte de los bomberos y a alejar a los posibles espectadores o evacuar edificios colindantes por peligro de intoxicación.

La chapa metálica exterior empleada en este tipo de paneles impide que, una vez producido el incendio, el agente extintor tenga una acción eficaz con lo que el fuego se propaga a través del aislante.

Por todo ello la Guía recomienda:

- Reducir el tamaño máximo del sector a un tercio de lo que recomienda el Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales (RSIEI), algo que parece poco conveniente tal y como hemos apuntado en el apartado de almacenamiento de envases.
- Proteger las uniones y juntas de los paneles para evitar la exposición directa del material aislante al fuego.
- Instalar detectores de incendio y central de detección con cobertura de la totalidad de la planta.

Por otra parte, y como contrapunto a lo expuesto, sintetizamos algunas de las consideraciones expuestas en el Manual contra incendios de PU Europe (PU Europe), en el que se argumenta de forma rigurosa y contrastada a favor de la seguridad del poliuretano como aislante.

Respecto a la toxicidad del humo se indica que, tras diversos ensayos, no existen diferencias claras en cuanto a letalidad del humo producido por el poliuretano y otros productos naturales como la madera y la lana, debido a que el humo de un incendio es

siempre muy tóxico con independencia de los materiales en combustión. Además la contribución al incendio del poliuretano en los paneles sándwich será previsiblemente pequeña, al menos durante el período de evacuación del edificio.

Según la vigente Euroclasificación de los materiales de aislamiento, la peor clasificación de un panel sándwich en cubierta sería de B-s3-d0 siempre que el espesor de la chapa metálica sea superior o igual a 0,4 mm.

En cuanto al comportamiento frente al fuego, se trata de un material termoestable que no se funde ni gotea cuando se calienta. La carbonización que se produce en la superficie del aislamiento protege el núcleo de la descomposición, manteniendo su integridad durante un cierto tiempo.

Los productos de aislamiento de poliisocianurato (PIR) por su parte, ofrecen una combustibilidad más reducida, mayores rangos de temperatura de trabajo, un aumento de la formación de carbonización y mayor estabilidad calorífica.

No queremos con estas consideraciones restar importancia a las precauciones que respecto al riesgo de incendio convendría adoptar cuando se utilizan paneles sandwich de poliuretano. Pero sí cuestionar la excesiva facilidad que con frecuencia se le atribuye para propagar un incendio en su interior una vez que se ha producido.

7. Precauciones en las instalaciones eléctricas

Según la Plataforma para la Revisión de las Instalaciones Eléctricas (PRIE), en España se producen 7300 incendios anuales por causas eléctricas.

La probabilidad de participación atribuible a los diversos componentes de una instalación eléctrica de baja tensión en un incendio es:

- 31% en cables y canalizaciones,
- 30% en motores,
- 21% en empalmes, derivaciones y bornes,
- 11% en componentes de las instalaciones y aparatos de utilización,
- 7% en otros elementos.

Por lo que con una correcta protección contra sobrecargas y cortocircuitos y una ejecución esmerada de uniones y derivaciones, se reducirían drásticamente este tipo de incendios (de Montoliu, 2001).

Figura 3. El tendido de cables debe cuidarse para evitar sobrecalentamientos



En las actuales instalaciones todos los cables, reglamentariamente, deberían ser no propagadores del incendio, lo que significa que, una vez inflamados, no desprenden productos volátiles inflamables en cantidad suficiente para provocar un foco de incendio secundario. Además, aunque no obligatorio para las instalaciones industriales, cada vez es más frecuente el uso de cables de alta seguridad (AS), exentos de halógenos y que por tanto emiten muy pocos humos y gases tóxicos (Prysmian).

Cuando dichos cables atraviesan aislamientos más o menos combustibles, o la propia instalación está integrada en los mismos (caso de algunos alumbrados), pueden ser origen de incendios. Por ello implantar un protocolo de realización de pasamuros para paso de instalaciones, evitando que pueda quedar sin protección el material combustible del núcleo del panel, puede ser una práctica recomendable (Mapfre).

En cuanto a los motores eléctricos, el caso particular de los que accionan los ventiladores de evaporadores en cámaras frigoríficas representa un riesgo significativo por su emplazamiento (recintos cerrados y con proximidad de materiales combustibles). Chispas, arcos, cortocircuitos del devanado o pérdida de tierra, o recalentamiento de cojinetes pueden provocar la ignición del aislante del motor (de Montoliu, 2001) por lo que la protección de los mismos debería cuidarse de manera especial.

8. Conclusiones

El elevado almacenamiento de envases, la abundancia de panel sándwich en cerramientos y cámaras frigoríficas y las particularidades que representan éstas últimas constituyen los riesgos de incendio más importantes en las centrales hortofrutícolas.

No resulta sencillo minimizar el primero de ellos pues la sectorización de los almacenes de envases interferirá muchas veces con el óptimo funcionamiento del almacén y, por otra parte, la implantación de sistemas de rociadores requerirá de la misma sectorización además de un coste no siempre asumible. Los SCTEH sin rociadores no aportarán excesivas garantías pero al menos retrasarán la ignición generalizada en caso de incendio. A la espera de mejores soluciones entendemos que como mínimo una organización de la carga que, siguiendo recomendaciones normativas, incremente la seguridad de estas zonas, sería relativamente sencilla y viable. Los trabajos de corte y soldadura en estas áreas suponen un riesgo fácilmente evitable si se toman las debidas precauciones.

Si bien el riesgo de utilización de paneles sándwich de poliuretano no debe ser ignorado, existe información contrastada que cuestiona la excesiva peligrosidad que en ocasiones se le atribuye.

La instalación de rociadores en las cámaras frigoríficas tampoco constituye una práctica habitual en las centrales hortofrutícolas aunque existen materiales específicamente diseñados para resolver el problema de las condensaciones indeseadas en estos recintos. Si se opta por la instalación de SCTEH se recomienda hacerlo en la cubierta, combinados con extracción forzada y canalizada en las cámaras.

Finalmente, la revisión periódica de las instalaciones eléctricas, con la incorporación de tecnologías más recientes como la termografía, redundará en un menor riesgo de incendios.

9. Referencias

- AENOR. (2010). UNE-EN 1.845:2005+A2. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de rociadores automáticos. Diseño, instalación y mantenimiento.
- AENOR. (2004). UNE 23.585:2004. Seguridad contra incendios. Sistemas de control de temperatura y evacuación de humos (SCTEH). Requisitos y métodos de cálculo y

- diseño para proyectar un sistema de control de temperatura y evacuación de humos en caso de incendio.
- Cepreven. (2012). Ponencias de la Jornada sobre "Nuevas Tecnologías de Prevención y Protección ante Riesgos Específicos en Almacenamiento Frigoríficos" celebrada en Valencia el 26 de junio de 2012. <http://www.cepreven.com/Noticia-254.html> (descargadas en septiembre de 2012, ya no disponibles).
- De Montoliu Gili, A. (2001) El fuego y la electricidad en instalaciones de baja y alta tensión. Antonio. MAPFRE.
- Ferrer Gisbert, C. M., Ferrer Gisbert, P. S., Redón Santafé, M., Sánchez Romero, F. J., Ferrán Gozávez, J., Torregrosa Soler, J. B. (2013). Análisis comparativo de las cargas de fuego en centrales hortofrutícolas. 17th International Congress on Project Management and Engineering. Logroño, 17-19th July 2013. AEIPRO.
- Mapfre. (2005). Manual de riesgo y seguro en la industria agroalimentaria. <http://www.mapfre.com/ccm/content/documentos/mapfre/fichero/es/Riesgo-seguro-industria-agroalimentaria.pdf> (abril 2014).
- Mapfre. Guía de seguridad. Seguridad en instalaciones con paneles aislantes. http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1030506 (abril 2014).
- España (2011). Real Decreto 138/2011, de 4 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias. Boletín Oficial del Estado de 8 de marzo de 2011, núm. 57, pp. 25817-26011.
- NFPA 13. (2013). Standard for the installation of sprinkler systems.
- NFPA 230. (2003). Standard for the fire protection storage.
- PU Europe. Manual contra incendios.
- PRIE Plataforma para la Revisión de las Instalaciones Eléctricas. <http://www.plataformaprie.com/nivel02.asp?id03=5>. (Abril 2014).
- Prysmian. <http://www.prysmianclub.es/articulo/seguridad-frente-al-riesgo-incendio-cables-alta-temperatura>. (Abril, 2014)
- Viking. (2013). Catálogo técnico del rociador seco ESFR colgante VK502 (K202). http://www.vikinggroupinc.com/databook/sprinklers/storage/042012_es.pdf