14
2018

Energía & Minas

Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Técnicos
de Minas y Grados en Minas y Energía

RELACIÓN DE COLEGIOS OFICIALES DEL CONSEJO GENERAL DE COLEGIOS OFICIALES DE INGENIEROS TÉCNICOS DE MINAS Y GRADOS EN MINAS Y ENERGÍA

COLEGIO DE INGENIEROS TÉCNICOS Y GRADOS EN MINAS Y ENERGÍA DE ARAGÓN
Decano: Emilio Querol Monfil
Pº Mª Agustín, 4-6, ofic. 14 50004 Zaragoza
Tel: 976 442 400
Ámbito territorial: Comunidad autónoma de Aragón.
Sede: Zaragoza.
http://www.coitma.com coitma@coitma.com

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS Y GRADOS EN MINAS Y ENERGÍA DE CATALUÑA Y BALEARES
Decano: Juan Ignacio Navarro Villanueva
C/ Rosellón, 214. 08008 Barcelona
Tel: 93 215 13 59
Ámbito Territorial: Comunidades autónomas de Cataluña y Baleares.
Sede: Barcelona.
http://www.colegiominas.com barcelona@colegiominas.com

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS Y GRADOS EN MINAS Y ENERGÍA DEL ESTE-SUR, ALBACETE, ALICANTE, ALMERÍA, CASTELLÓN, MURCIA Y VALENCIA
Decano: Virgilio Bermejo Vivo
C/ Salitre, 33. 30205 Cartagena (Murcia)
Tel: 968 50 41 10
Ambito territorial: Comunidad Autónoma de Murcia, Comunidad Valenciana, y Provincias de Albacete y Almería.
Sede central: Cartagena.
http://www.coitminas.com cartagena@coitminas.com

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS Y GRADOS EN MINAS Y ENERGÍA DE GALICIA
Decano: Atanasio José Peña Álvarez
C/ Alejandro Novo González, 4 bajo. 15706 Santiago de Compostela (A Coruña)
Tel: 981 534 356
Ambito territorial: Comunidad Autónoma de Galicia.
Sede: Santiago de Compostela
http://www.coitmgalicia.com correo@coitmgalicia.com

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TECNICOS Y GRADOS EN MINAS Y ENERGÍA DE HUELVA, SEVILLA, CÁDIZ, BADAJOZ, CÁCERES Y CANARIAS
Decano: José Luis Leandro Rodríguez
Avda. Martín Alonso Pinzón, 11. 21003 Huelva
Tel: 959 24 82 13
Ambito territorial: Provincias de Huelva, Sevilla, y Cádiz, y Comunidades Autónomas de Extremadura y Canarias.
Sede: Huelva
http://www.cminas.com huelva@cminas.com

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TECNICOS Y GRADOS EN MINAS Y ENERGÍA DE CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Decano: Víctor Aitor Álvarez González
Pza. Sto. Domingo, 4 7º. 24001 León
Tel: 987 23 19 37
Ambito territorial: Provincias de Castilla y León (Norte) y Comunidad Autónoma de Cantabria.
Sede: León
http://www.coitminasleon.com colegio@coitminasleon.com

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TECNICOS Y GRADOS EN MINAS Y ENERGÍA DE LINARES, JAÉN, GRANADA Y MÁLAGA
Decano: Rafael Parra Salmerón
C/ Isaac Peral, 10, 1º. 23700 Linares (Jaén)
Tel: 953 60 63 12
Ambito territorial: Provincias de Jaén, Granada y Málaga.
Sede: Linares
http://www.colegiominaslinares.com colegio@minaslinares.com

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS Y GRADOS EN MINAS Y ENERGÍA DE MADRID, ÁVILA, CUENCA, GUADALAJARA, SALAMANCA, SEGOVIA, TOLEDO, VALLADOLID Y ZAMORA
Decano: Pedro Layna Sanz
C/ Almagro, 28 5º. 28010 Madrid Tel: 91 308 28 42
Ambito territorial: Comunidad Autónoma de Madrid y provincias de Toledo, Guadalajara, Cuenca, Segovia, Ávila, Salamanca, Valladolid y Zamora.
Sede: Madrid
http://www.coitm.org secretaria@coitm.org

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TECNICOS Y GRADOS EN MINAS Y ENERGÍA DEL PAÍS VASCO, NAVARRA, LA RIOJA Y SORIA
Decano: Jonatan Rodríguez Calzada
C/ José Mª Olabarri, 6 2º Dpto. 6. 48001 Bilbao
Tel: 94 423 76 67
Ambito territorial: Comunidades Autónomas de País Vasco, Navarra y La Rioja y la Provincia de Soria.
Sede: Bilbao.
http://www.colminasbi.org colegio@colminasbi.org

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS Y GRADOS EN MINAS Y ENERGÍA DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
Decano: José Augusto Suárez García
C/ Caveda, 14 1ª. 33002 Oviedo
Tel: 98 521 77 47 y 521 77 51 / 98 522 96 74
Ambito territorial: Comunidad Autónoma del Principado de Asturias.
Sede: Oviedo
http://www.colminas.es correo@colminas.es

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS Y GRADOS EN MINAS Y ENERGÍA DE LA PROVINCIA DE CIUDAD REAL
Decano: José Carlos Losilla Rayo
Pza. de la Constitución, 13 - 1º. 13400 Almadén (Ciudad Real)
Tel: 926 710 517
Ámbito territorial: Provincia de Ciudad Real.
Sede: Almadén.
http://www.icoitma.com secretaria@icoitma.com

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS Y GRADOS EN MINAS Y ENERGÍA DE CÓRDOBA
Decano: Antonio Villarreal Pacheco
Pza. Sta. Bárbara, 26. 14200 Peñarroya-Pueblonuevo (Córdoba)
Tel: 957 56 06 95
Ambito territorial: Provincia de Córdoba.
Sede: Peñarroya-Pueblonuevo (Córdoba)
http://www.comincor.com colegio@comincor.com

Energía&Minas

Revista profesional, técnica y cultural de Ingenieros Técnicos de Minas y Grados en Minas y Energía

Edita:
Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Técnicos de Minas y Grados en Minas y Energía
C/ D. Ramón de la Cruz, 88. Oficina 55
28006 Madrid
Tel: 91 402 50 25 / Fax: 91 402 50 63
www.consejominas.org
consejominas@consejominas.org

Comité Ejecutivo:
PRESIDENTE:
José Luis Leandro Rodríguez

VICEPRESIDENTE:
Atanasio José Peña Álvarez

SECRETARIO:
Pedro Layna Sanz

TESORERO:
Víctor Aitor Álvarez González

Consejeros:
Emilio Querol Monfil
Virgilio Bermejo Vivo
Juan Ignacio Navarro Villanueva
Rafael Parra Salmerón
Jonatan Rodríguez Calzada
José Augusto Suárez García
José Carlos Losilla Rayo
Juan Antonio Cruz Romero

Directora de la publicación:
Nuria Yagües Pérez

Fotografía de portada:
Arts&Press

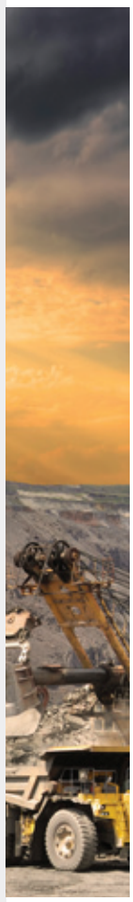
Colaboran en este número:
Miguel Díaz Alcaraz, María de los Remedios Gil Ortega, José Luis Seco de Herrera Ordóñez, José Carlos Losilla Rayo, Manuel Barranco Sánchez, Pablo Zapico Gutiérrez, Alejandro Arenas Fernández, Antonio J. Arenas Quintero, Miguel Díaz Alcaraz

Diseño y maquetación:
Arts&Press

Impresión:
Cofás

ISSN 1699-7743
DEPOSITO LEGAL: AS-3.629/2004

Prohibida la reproducción total o parcial del contenido de esta revista sin previa autorización. Los artículos e informaciones firmadas expresan la opinión de sus autores, con la que Energía y Minas no se identifica necesariamente.



04 editorial

Mujeres y minería 4

06 actualidad tecnológica

MEDIO AMBIENTE
El mercurio y sus aplicaciones en la actualidad 6

FORMACIÓN
El papel de la formación 12

ENERGÍA
Aprovechamiento energético de biomasa mediante cogeneración basada en la tecnología ORC 22

SEGURIDAD Y SALUD
Auditoría de seguridad minera 34

Romper en caso de incendio 40

ENSAYOS
Desclasificación de talleres de pintura de vehículos según el reglamento electrotécnico para baja tensión 52

RESIDUOS
La gestión de residuos en el proyecto de demolición de una nave industrial tipo 74

FORMACIÓN PREVENTIVA
El litio, su minería y sus efectos 86

68 actualidad colegial
Grado de Minas y Energía: una profesión que mira al futuro 90

Libro 1.indb 3 18/1/19 13:37

MUJER Y MINERÍA

José Luis Leandro Rodríguez.
Presidente del Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Técnicos y Grados en Minas y Energía

Desde el Consejo General, estimados compañeros, queremos animaros a transmitir a la Sociedad una realidad seguramente desconocida: la mujer está ya completamente incorporada al mundo minero y energético, al menos en lo que se refiere a los puestos técnicos y directivos, que es mucho más importante aún si cabe, y en menor medida también está presente en muchas de las operaciones mineras habituales.

Aunque pueda parecerlo, no es cuestión de ir a la moda, sino constatar una verdad, para que la opinión publica lo sepa. En un sector –para el que no lo conozca a fondo, claro–, aparentemente muy misógino, las compañeras de profesión a estas alturas se cuentan por decenas y decenas, y creciendo, puesto que las graduadas de las últimas promociones de nuestras Escuelas se van incorporando al trabajo con absoluta normalidad.

Y no es para menos, según los últimos datos que disponemos de matriculación en las Escuelas de Minas, en muchos casos no solo alcanzan a los hombres, sino que son más las mujeres estudiantes. Es decir, en los próximos años saldrán al mercado con toda probabilidad, más mujeres que hombres con la titulación de Grado en Minas y Energía.

Libro 1.indb 4 18/1/19 13:37

El Consejo General consciente de lo que está ocurriendo en la última reunión acordó dedicar el año 2019 a la mujer en la minería. En todos los colegios se destacará este hecho y entre los diversos actos que se llevarán a cabo se va a preparar y celebrar en Huelva, unas Jornadas Técnicas monográficas dedicadas en exclusiva a la presencia de la mujer en el sector minero y energético, coincidiendo con la reunión ordinaria del primer semestre del Pleno del Consejo que se celebrará en dicha ciudad.

Por último debemos transmitir entre todos a la Sociedad y en particular a los padres y madres que oigan tanto a sus hijos como a sus hijas su deseo de estudiar el Grado de Minas y Energía, no los desanimen, no les digan a ellas que eso no es para vosotras, todo lo contrario, les apoyen y ayuden a elegir una profesión de futuro, con una tasa de empleo de las más altas de la comunidad universitaria, una tecnología cada día más avanzada que casi permite automatizar y teledirigir muchas de las operaciones ordinarias del laboreo de una explotación minera.

Una profesión centenaria y de prestigio encontrándonos tanto en los sectores mineros y energéticos, como es natural, como, y con todo el derecho, en sectores tan diversos como las obras públicas, túneles, topografía, explosivos de uso civil, talleres y espectáculos pirotécnicos, geotermia, metalurgia, industria petrolera, sondeos, aguas subterráneas, oleoductos, gaseoductos, renovables, administraciones públicas, medio ambiente, seguridad, salud y un largo etcétera, como cualquier otra rama de la ingeniería.

Para difundir las bondades de nuestra bonita profesión, hemos enviado desde el Consejo por segundo año consecutivo nuestro video de promoción profesional a todos los centros docentes españoles. Por cierto, si todavía no lo has visto, no te lo pierdas, accede a él desde cualquiera de estos enlaces.

https://youtu.be/Uz21-ARfDFE

ESCANÉAME

Libro 1.indb 5 18/1/19 13:37

El mercurio y sus aplicaciones en la actualidad

Miguel Díaz Alcaraz. Perito de Minas y Fabricas Mineralúrgicas y Metalúrgicas Sección Minería.

El merucrio se descubrió hace más de dos mil años. En este articulo se cuenta el uso que ha tenido a lo largo de los siglos y la utilización que se hace en la actualidad del mismo para obtener el oro, con las graves consecuencias para la salud de los mineros y el medio ambiente.

Palabras clave: Mercurio, historia, oro, medio ambiente

Libro 1.indb 6 18/1/19 13:37

1. UN POCO DE HISTORIA

El mercurio era uno de los siete metales clásicos conocidos en la antigüedad, se desconoce quién le asignó el nombre aunque se le puso un nombre mitológico, el del Dios Mercurio.

Es uno de los metales más antiguos, fue empleado por los hombres del paleolítico, el cinabrio lo pulverizaban, y los granos obtenidos eran el bermellón (sulfuro de mercurio y azufre), lo mezclaban con grasa animal y se utilizaba como pintura para decorar las cavernas donde vivían.

También se utilizó en Egipto, era considerado como un metal muy valioso, de hecho se encontró una vasija con mercurio en la tumba de Kuran, entre los 1500 y 1300 antes de Cristo, se utilizaba para fabricar cosméticos.

La primera referencia escrita del mercurio se la debemos a Teofrasto que en sus escritos 300 a C lo describe; incluso explica su obtención, se hacía mezclando el polvo de cinabrio con vinagre dentro de un mortero de latón

Los griegos llamaban al mercurio “plata acuática”, por la forma líquida de este metal, también lo utilizaban como ungüento

El romano Plinio en sus escritos ya percibió la toxicidad de este mineral y recomendó a los que lo extraian la utilización de telas finas sobre la boca y nariz para no aspirar el polvo

Las Minas de Almadén se explotan desde la época de los romanos o quizá incluso antes, fue durante siglos la gran suministradora de bermellón y mercurio.

Era muy demandado el cinabrio ya que las mujeres romanas que se cuidaban mucho, especialmente las de la clase alta utilizaban muchos tipos de cosméticos, querían tener la piel blanca pero los pómulos les gustaba resaltarlos así como los labios, para ello los coloreaban con una mezcla de bermellón (sulfuro de mercurio y azufre), como sabemos este compuesto procede del cinabrio que desprende un polvo rojizo de color rojo intenso.

Este bermellón que utilizaban las romanas procedía de las minas de Almadén, como esta mina estaba muy lejos de Roma era un producto caro que solo lo podían costear las mujeres ricas.

Libro 1.indb 7 18/1/19 13:37

Vista del Bermellón. Se aprecia su color rojo intenso.

Hay datos que indican que los romanos utilizaron el mercurio para amalgamar el oro y después calentando la mezcla se quedaba solo el oro al evaporarse el mercurio.

Durante la Edad Media el mercurio tuvo, además, otros usos, desde la utilización como medicamento para las enfermedades de la piel hasta utilizarlo en brujería; decían que eliminaba "el mal de ojo", también se utilizaba en agricultura para mejorar las cosechas, aunque del éxito de esta utilización no tenemos noticias.

Aun en la actualidad se utilizan compuestos de mercurio en la fabricación de cosméticos y sigue en determinadas prácticas de brujería como espiritismo o santería.

La llamada medicina folklórica que sigue funcionando en algunos países sudamericanos como Puerto Rico se utiliza contra el reumatismo, enfermedades del estomago, mal de amores, obtener protección espiritual, su uso se hace añadiéndolo al agua de baño, frotarlo sobre la piel, mezclarlo con perfumes, etc.

Libro 1.indb 8 18/1/19 13:37

Vista del mineral de cinabrio.

2. USOS DEL MERCURIO EN LA ACTUALIDAD

El uso del mercurio se ha limitado considerablemente en la Comunidad Económica Europea,

La directiva 2006/66/CE relativa a las pilas y acumuladores de mercurio y a los residuos de pilas y acumuladores prohíbe la comercialización de las pilas y acumuladores que contengan mercurio o cadmio por encima de un umbral determinado.

Además, fomenta un nivel elevado de recogida y de reciclado de los residuos de pilas y acumuladores, así como una mejor actuación medioambiental de todos los operadores que participen en el ciclo de vida de pilas y acumuladores, incluso en el momento del reciclado y de la eliminación de los residuos correspondientes

El reglamento de la UE, 2017/852 sobre el mercurio, establece una serie de prohibiciones de uso de este metal, es muy extensa, señalo los dos primeros apartados de las consideraciones generales por su interés.

1. El mercurio es una sustancia muy tóxica que representa una gran amenaza mundial para la salud humana, en particular

Libro 1.indb 9 18/1/19 13:37

en forma de metilmercurio presente en el pescado y el marisco, los ecosistemas y la flora y fauna silvestres. Debido al carácter transfronterizo de la contaminación por mercurio, entre el 40 % y el 80 % de la deposición total de mercurio en la Unión tiene su origen fuera de su territorio. Se justifica, por consiguiente, la adopción de medidas locales, regionales, nacionales e internacionales.

2. La mayor parte de las emisiones de mercurio y de los riesgos de exposición asociados proceden de actividades antropogénicas, como la extracción primaria y el tratamiento del mercurio, el uso del mercurio en productos y procesos industriales, la extracción y tratamiento artesanales y en pequeña escala del oro, la combustión del carbón y la gestión del residuo de mercurio.

Vemos pues que el uso de este metal ha quedado sumamente restringido en el ámbito europeo, pero fuera de Europa el mercurio se sigue utilizando en la actualidad, especialmente para la obtención del oro pues constituye una fuente de ingresos en las comunidades rurales de una serie de países, ya que no tienen otras alternativas para obtener el dinero necesario para su subsistencia.

La causa es muy sencilla y es consecuencia de la gran subida que ha experimentado el oro desde principios de este siglo, antes de 2001 la onza estaba a 260 dólares, en Marzo de 2008 la onza paso a costar más de 1.000 dólares y sigue subiendo.

Esta actividad da trabajo en el mundo a una población minera que oscila entre los 10 y 15 millones de personas, pero como hemos señalado el constante aumento del precio del oro hará también aumentar el número de personas dedicado a esta actividad.

El problema que tiene es la conocida toxicidad del mercurio, mas cuando para separar la mezcla de oro y mercurio se calienta y se evapora, estos gases los respiran los mineros que trabajan en esta actividad.

La mayor parte de las emisiones de mercurio y de los riesgos de exposición asociados proceden de actividades antropogénicas.

El proceso de obtención del oro utilizando el mercurio en pequeña escala de forma artesanal funciona mezclando el mineral de oro triturado con mercurio, se produce la amalgama y después se calienta para que se evapore el mercurio.

Los elementos utilizados son la batea o el barril al que en el mejor de los casos se añade la retorta para recuperar el mercurio y evitar los gases emitidos en el calentamiento, además de los elementos necesarios para triturar y/o cribar el mineral.

Existen dos procedimientos:

Amalgamación de todo el mineral: el mineral se tritura y se le añade el mercurio, se suele hacer con una batea o barril, solo el 10% aproximado del mercurio se amalgama, el resto hay que retirarlo, durante este proceso se producen gases de mercurio muy contaminantes, se calienta después y queda el oro limpio.

Concentración gravimétrica o cribado, el proceso de cribado hace que se concentre en la batea el oro que es más pesado ya que el agua lleva las partículas menos pesadas, después se amalgama con mercurio, este proceso es mejor que el anterior ya que se ha eliminado gran

Libro 1.indb 10 18/1/19 13:37

parte de las partículas ligeras, necesita menos mercurio, después como en el caso anterior se calienta se evapora el mercurio y queda el oro.

La parte más dificultosa y contaminante es el quemado de la amalgama, en los países más pobres y con menos recursos el mercurio gasificado va a la atmosfera y es inhalado por los mineros.

Hay una mejora en estos procedimientos y es el uso de las retortas, estas concentran todos los gases de mercurio dentro de ellas y el mercurio se recupera después y evita los procesos contaminantes e inhalado de sus vapores, las retortas constituyen una tecnología sencilla.

Las consecuencias de esta actividad son importantes, la obtención del oro utilizando el mercurio y más de la forma artesanal libera mucho mercurio lo que produce una extensa degradación del medio ambiente, pues los vapores de mercurio al condensarse caen sobre el terreno y el agua de los ríos y acaban contaminando el pescado,

Las poblaciones que viven en la zona donde se realizan las actividades de extracción están expuestas a graves peligros ambientales y de salud a largo plazo, las mujeres y los niños son los más vulnerables

Para darse cuenta de la magnitud del problema se calcula que el calentamiento sin retorta envía a la atmosfera en todo el mundo alrededor de 300 toneladas métricas de vapores de mercurio.

Esta actividad tan contaminante que se realiza en estos países continúa pues la fiebre del oro no para y por eso es muy difícil erradicarla, mas como hemos señalado, es la única fuente de recursos de ciudadanos de países pobres.

La extracción en estos países se realiza en muchos casos casi sin las medidas mínimas de protección, pero nuestro mundo es así. ■

BIBLIOGRAFÍA

Hoy. Es, 22 Octubre 2014

Directivas de la Comunidad Económica Europea sobre el uso del mercurio

El mercurio y la salud, Universidad Central de Caracas

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) – Proyecto Mundial del Mercurio:

"Manual for Training Artisanal and Small-Scale Gold Miners", autores: Veiga M.M., Metcalf S.M., Baker R.F., Klein B., Davis G., Bamber A., Siegel S., Singo P. (2006)

Comunidades y Minería en Pequeña Escala, sitio web: www.artisanalmining.org/ Norma cero para el oro artesanal:

"Technical measures for incorporation into the U.N. International guidelines on mercury management in artisanal and small-scale gold mining", ONUDI, versión preliminar, junio de 2007.

Organización Internacional del Trabajo (OIT) (1999) Social and Labour Issues in Small-scale Mines. Informe para ser examinado en la Reunión tripartita sobre los problemas sociales y laborales en las explotaciones mineras pequeñas, OIT, Ginebra.

El papel de la formación

The role of training

María de los Remedios Gil Ortega. Ingeniero Técnico de Minas, Ingeniero Técnico de Obras Públicas, Técnico en Prevención de Riesgos Laborales y Coordinador de Seguridad y Salud.

La Prevención de Riesgos Laborales pretende evitar los accidentes dentro del ámbito laboral. En sectores como el minero la elevada tasa de accidentes pone de manifiesto la necesidad de realizar acciones que logren reducir al máximo dicha siniestralidad. Es por ello, que se vuelve necesaria una adecuada formación preventiva, sin perjuicio de la formación requerida en el artículo 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Se trata, en definitiva, de establecer el umbral de conocimientos preventivos, teóricos y prácticos, para cada puesto de trabajo en la actividad minera, que debe poseer el profesional que lo desempeña.

PALABARAS CLAVE: Formación preventiva, puesto de trabajo, normas básicas de seguridad minera, cursos y calidad.
KEY WORDS: Preventative training, workplace, Basic Mining Safety, courses and qualities.

INTRODUCCIÓN

La prevención de riesgos laborales es algo que concierne a empresarios, trabajadores y a la Administración Pública. En este sentido, la Ley 31/1995 constituye un instrumento jurídico indispensable para afrontar eficazmente la lucha contra la siniestralidad laboral, logrando calidad de vida en el entorno del trabajo.

Es obvio que si los trabajadores de una empresa trabajan en unas condiciones óptimas, van a trabajar más y mejor, aumentando por un lado la productividad de la empresa y por otro lado, logrando también la calidad de lo que se está haciendo.

Por tanto, es importante que se tenga claro, que si los trabajadores no poseen una buena formación en prevención de riesgos laborales

Libro 1.indb 12 18/1/19 13:37

(PRL), peligra la existencia de la empresa. Si los trabajadores conocen los riesgos a los que se enfrentan en sus puestos de trabajo, podrán combatirlos de forma más eficiente.

La formación en PRL conduce al desarrollo personal y profesional de los trabajadores y a la vez ayuda a mejorar la productividad de la empresa.

ANÁLISIS DE NECESIDADES FORMATIVAS

Actualmente, las empresas están sometidas a constantes cambios tecnológicos, económicos y organizativos que afectan de un modo directo a sus trabajadores provocando la aparición de necesidades formativas.

Las necesidades formativas son las carencias de conocimientos, habilidades y actitudes que se necesitan para el desempeño de una actividad laboral.

Por tanto, el origen de las necesidades formativas está principalmente, en la propia dinámica de la empresa: cambios, innovaciones, contrataciones del personal, etc.

Cuando una organización detecta carencias en sus trabajadores y, en consecuencia, se genera la necesidad de determinar e identificar las necesidades requeridas por una organización en el presente o en un corto plazo, se deben considerar las siguientes etapas:

- Definir las necesidades de formación.
- Diseñar y planificar la formación.
- Proporcionar la formación.
- Evaluar los resultados.

Las fases de aplicación de las necesidades formativas son:

- Identificar necesidades: el paso inicial es la necesidad de conocer el nivel de desarrollo de las competencias requeridas para desempeñar de manera eficiente los cometidos de cada puesto de trabajo.
- Análisis de necesidades: posteriormente, se deberá analizar el nivel de desarrollo de las competencias de cada una de las personas que

Libro 1.indb 13 18/1/19 13:37

ocupan dichos puestos, con el fin de determinar las necesidades de formación.

• Valoración de las necesidades: es necesario determinar el nivel de desarrollo requerido en el puesto de trabajo, y el que efectivamente tiene la persona que lo ocupa.

La identificación de las necesidades formativas debe llevarse a cabo mediante un análisis integral que comprenda tareas, conocimientos, habilidades, actitudes, perfiles individuales y objetivos finales.

La formación requerida debe estar dirigida a la satisfacción de las necesidades de la organización, valorando siempre que las necesidades de formación de las distintas personas que ocupan un mismo puesto de trabajo probablemente no serán las mismas.

PLANES DE FORMACIÓN

Un plan de formación puede definirse como un conjunto coherente y ordenado de acciones formativas, concretado en un periodo de tiempo determinado y encaminado a dotar y perfeccionar las competencias necesarias para conseguir los objetivos estratégicos determinados.

Las acciones formativas que se incluirán en un plan de formación, han de derivar de un diagnóstico serio sobre las necesidades formativas del personal de la empresa, y ha de evitarse poner en marcha acciones inconexas o aleatorias.

El plan de formación en materia preventiva afecta a toda la plantilla, desde la alta dirección hasta los operarios independientemente de la modalidad de contrato, y debe comprender información relativa a:

• Los riesgos laborales generales existentes en la organización, así como las medidas preventivas y de emergencia implantadas tales como: primeros auxilios, extinción de incendios y planes de evacuación en caso de emergencia.

• Los riesgos específicos para cada puesto de trabajo, medidas preventivas y de protección, procedimientos de trabajo, además de cualquier otra medida que sea de aplicación al trabajador para la seguridad y salud en su puesto de trabajo.

Para que un plan de formación sea útil para los trabajadores y rentable para la organización, habrá que tener en cuenta una serie de aspectos a la hora de elaboración del mismo.

Las pautas en la elaboración del plan de formación son:

• Conocer los perfiles de los empleados y de sus puestos de trabajo, y también las necesidades específicas de formación de cada una de las áreas o departamentos. El objetivo será adecuar las competencias de las personas a las exigencias de los puestos de trabajo.

• Determinar las necesidades formativas, y a partir de estas actuaciones proponer las acciones formativas necesarias estableciendo el grado de prioridad de cada situación.

• Evaluar los resultados obtenidos tanto desde el punto de vista económico como de gestión.

Libro 1.indb 14 18/1/19 13:37

PLANES FORMATIVOS

La estructura básica de un plan de formación corresponde a los programas de formación, que no son más que diferentes parcelas que recogen diversas acciones que inciden en un mismo proceso de aprendizaje.

El tener en un plan de formación todos los programas formativos, da una visión de extensión de la formación a todos los ámbitos y de una penetración multidimensional en los procesos y estructuras de la organización.

Algunos de los programas de formación que una organización podría tener en el ámbito de la prevención de riesgos laborales, son el de incorporación de nuevo personal, de perfeccionamiento, de reciclaje, etc.

Un programa formativo consta de seis etapas claramente determinadas:

- Analizar las necesidades formativas.
- Establecer objetivos de formación para satisfacer las necesidades detectadas.
- Diseñar un programa en términos de conocimientos “saber”, destrezas “saber hacer” y actitudes”saber estar”.
- Seleccionar las técnicas educativas adecuadas.
- Desarrollar el programa de formación.
- Evaluar y realizar un seguimiento del programa formativo

FORMACIÓN EN EL SECTOR MINERO

La actividad minera es una de las actividades de mayor riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores, debido a los riesgos específicos a que se encuentran sometidos estos, y la gravedad de las consecuencias que se producen en caso de accidentes laborales.

Por esto es muy importante tener en cuenta la normativa básica en materia de seguridad y salud laboral del sector minero, constituida por la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (donde corrobora la importancia de que los trabajadores tengan formación en materia preventiva, en los artículos 19 y 20) y sus normas de desarrollo, y de la normativa sectorial, constituida por el RD 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera y el RD 1389/1997, de 5 de septiembre, por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y salud de los trabajadores en las actividades mineras.

Con el fin de reducir de forma considerable los índices de siniestralidad en el sector minero, en el seno de la Comisión Nacional de Seguridad Minera, dependiente del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, se han venido discutiendo una serie de normas con el fin de establecer en el sector una formación específica para los trabajadores en razón de cada puesto de trabajo, todo ello sin perjuicio de la formación requerida en el artículo 19 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de

Libro 1.indb 15 18/1/19 13:37

Riesgos Laborales. En el mencionado artículo, se establece la formación de los trabajadores y la obligatoriedad por parte del empresario de que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada en materia preventiva.

Fruto del trabajo de la Comisión Nacional de Seguridad Minera, se publicó en el BOE, con fecha 13 de mayo de 2008, la ORDEN ITC/1316/2008, de 7 de mayo, por la que se aprueba la instrucción técnica complementaria 02.1.02 Formación preventiva para el desempeño del puesto de trabajo, del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, en la que se establecen los itinerarios formativos, de la categorías profesionales existentes en los diferentes subsectores mineros, cuyo contenido formativo se desarrolla a través de Especificaciones Técnicas.

La citada ITC es de aplicación en los centros de trabajo pertenecientes a industrias extractivas a cielo abierto o subterráneas que realicen algunas de las siguientes actividades:

> Extracción de sustancias minerales al aire libre o bajo tierra, incluso dragado.
> Prospección con vistas a dicha extracción.
> Preparación para la venta de las materias extraídas, excluidas las actividades de transformación de dichas sustancias.
> Perforación o excavación de túneles o galerías cualquiera que fuera su finalidad, sin perjuicio de la normativa de construcción.

La formación preventiva establecida en ella tiene carácter habilitante para el desempeño de las tareas propias de cada puesto de trabajo, por lo que tienen carácter obligatorio para el empresario y su incumpliendo podrá ser sancionado de acuerdo con lo previsto en el artículo 121 de la Ley de Minas.

La formación será presencial con una duración mínima de 20 horas, siendo de mínimo 5 horas en el caso de ser una actualización y reciclaje de contenidos que, según el puesto desempeñado, será necesario realizar cada 2 o 4 años. Los contenidos mínimos de la formación se imparten conformes a los contenidos desarrollados en las especificaciones técnicas de cada puesto de trabajo.

> El empresario está obligado a ofrecer a los trabajadores una formación teórica y práctica suficiente y adecuada en materia preventiva.

Dado el numeroso conjunto de puestos de trabajo existentes dentro de la industria minera, y a efectos de poder abordar la definición de sus correspondientes Itinerarios Formativos en Seguridad Minera sin incurrir en una dispersión compleja, se subdivide la actividad minera en los siguientes grupos, para cada uno de los cuales se señalan las denominaciones resultantes de la unificación de puestos de trabajo que desempeñan tareas similares en los diferentes subsectores mineros.

5.1. Investigación.
a) Técnicos titulados.
b) Operadores de geofísica.
c) Operadores de geoquímica.
d) Otro personal.

5.2. Actividades de exterior.
a) Técnicos titulados.
b) Encargados y/o vigilantes.
c) Operadores de maquinaria de arranque/carga/viales.
d) Perforación/Corte/Voladura.

Libro 1.indb 16 18/1/19 13:37

Operarios recibiendo la formación.

e) Operadores de maquinaria de transporte.
f) Operadores de sondeos de agua y/o investigación.
g) Operadores de producción de petróleo o gas.
h) Operadores de mantenimiento mecánico y/o eléctrico.

5.3. Actividades de interior
a) Técnicos titulados.
b) Encargados y/o vigilantes.
c) Operadores arranque/carga.
d) Perforación/Voladura.
e) Operadores de transporte.
f) Operadores de preparaciones.
g) Operadores de mantenimiento mecánico y/o eléctrico.
h) Operadores de servicios generales.

5.4. Establecimientos de beneficio.
a) Técnicos titulados.
b) Encargados y/o vigilantes.
c) Operadores de trituración/clasificación.
d) Operadores de molienda.
e) Operadores de estrío.
f) Operadores de separación y concentración.
g) Operadores de hornos.
h) Operadores de mezclas.
i) Operadores de moldeo y/o sinterización.
j) Operadores de plantas de materiales para la construcción.
k) Operadores de plantas de rocas ornamentales.
l) Operadores de laboratorio.
m) Operadores de mantenimiento mecánico y/o eléctrico.

5.5. Puestos comunes.
a) Dirección.
b) Técnicos titulados que no participan en el proceso productivo.
c) Personal sanitario.
d) Administración y personal de servicios distintos a los de mantenimiento.
e) Varios.

Los contenidos de los diferentes «Itinerarios Formativos en Seguridad Minera» deberán adecuarse a la forma concreta en que el empresario da respuesta a las necesidades preventivas y adaptarse a la siguiente estructura:

1.º Definición de los trabajos.
2.º Técnicas preventivas y de protección específicas.
3.º Equipos, herramientas o medios auxiliares.
4.º Control y vigilancia sobre el lugar de trabajo y su entorno.
5.º Interferencias con otras actividades.
6.º Normativa y legislación.

Y según lo establecido en las siguientes especificaciones técnicas:

Libro 1.indb 17 18/1/19 13:37

• Especificación Técnica nº 2000-1-08: "Formación preventiva para el desempeño del puesto de operador de maquinaria de transporte, camión y volquete, en actividades extractivas de exterior" de la instrucción técnica complementaria 02.1.02 "Formación preventiva para el desempeño del puesto de trabajo", del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.

• Especificación Técnica nº 2001-1-08: "Formación preventiva para el desempeño del puesto de operador de maquinaria de arranque/carga/viales, pala cargadora y excavadora hidráulica de cadenas, en actividades extractivas de exterior" de la Instrucción técnica complementaria 02.1.02 "Formación preventiva para el desempeño del puesto de trabajo", del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera. Esta Especificación Técnica ha sido modificada por Resolución de 16 de octubre de 2014, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se modifica la especificación técnica número 2001-1-08 "Formación preventiva para el desempeño del puesto de operador de maquinaria de arranque/carga/viales, pala cargadora y excavadora hidráulica de cadenas, en actividades extractivas de exterior", de la instrucción técnica complementaria 02.1.02 "Formación preventiva para el desempeño del puesto de trabajo", del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, añadiendo, entre otras cuestiones, una nueva maquinaria: el tractor de cadenas.

• Especificación Técnica nº 2002-1-08: "Formación preventiva para el desempeño de los puestos de operador de arranque/carga y operador de perforación/voladura; picador, barrenista y ayudante minero, en actividades extractivas de interior" de la Instrucción técnica complementaria 02.1.02 "Formación preventiva para el desempeño del puesto de trabajo", del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.

• Especificación Técnica nº 2003-1-10: "Formación preventiva para el desempeño de los puestos de trabajo encuadrados en los grupos 5.1 letras a), b) ,c) y 5.2 letras a), b), d), f) y h)" de la Instrucción Técnica Complementaria 02.1.02 "Formación preventiva para el desempeño del puesto de trabajo", del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera. Esta Especificación Técnica recoge las categorías de Operador de sondeos de agua y/o investigación y operador de perforación/voladura en actividades extractivas de exterior.

Cada itinerario formativo está delimitado en las respectivas especificaciones técnicas.

• Especificación Técnica nº 2004-1-10: "Formación preventiva para el desempeño de los puestos de trabajo encuadrados en los grupos 5.4 (establecimientos de beneficio) letras a) Técnicos titulados, b) Encargados y/o vigilantes, c) Operadores de trituración/clasificación, d) Operadores de molienda, e) Operadores de estrío, f) Operadores de separación y concentración, g) Operadores de hornos, h) Operadores de mezclas, j) Operadores de plantas de materiales para la construcción, k) Operadores de plantas de rocas ornamentales, l) Operadores de laboratorio, m) Operadores de mantenimiento mecánico y/o eléctrico y 5.5 (puestos comunes) letras a) Dirección, b) Técnicos titulados que no participan en el proceso productivo y d) Administración y personal de servicios distintos a los de mantenimiento.

Libro 1.indb 18 18/1/19 13:37

Itinerarios formativos	Normativa	Entrada en vigor	Reciclaje
5.1. Investigación a) Técnicos titulados. b) Operadores de geofísica. c) Operadores de geoquímica. d) Otro personal.	ITC 2003-1-10 BOE 296 de 6 de diciembre de 2010	7 de diciembre de 2010	Cada 4 años
5.2 Actividades de exterior a) Técnicos titulados. b) Encargados y/o vigilantes. c) Operadores de maquinaria de arranque/carga/viales. d) Perforación/Corte/Voladura. e) Operadores de maquinaria de transporte. f) Operadores de sondeos de agua y/o investigación. g) Operadores de producción de petróleo o gas. h) Operadores de mantenimiento mecánico y/o eléctrico.	Puntos a), b), d), f) y h) ITC 2003-1-10 BOE 296 de 6 de diciembre de 2010. Punto c) ITC 2001-1-08 (BOE 163 de 7 de julio de 2008) Punto e) ITC 2000-1-08. BOE 148 de 19 de junio de 2008	Puntos a), b), d), f) y h) 7 de diciembre de 2010. Punto c) 8 de julio de 2010. Punto e) 20 de junio de 2010.	Punto a), b) y f) cada 4 años Punto c), d), e) y h) cada 2 años
5.3 Actividades de interior a) Técnicos titulados. b) Encargados y/o vigilantes. c) Operadores arranque/carga. d) Perforación/Voladura. e) Operadores de transporte. f) Operadores de preparaciones. g) Operadores de mantenimiento mecánico y/o eléctrico. h) Operadores de servicios generales.	Para las letras c) y d) y f) ITC 2002-1-08 BOE 259 de 27 de octubre de 2008	Para las letras c) y d) y f) 28 de octubre de 2008.	Cada 2 años
5.4 Establecimiento de beneficio a) Técnicos titulados. b) Encargados y/o vigilantes. c) Operadores de trituración/clasificación. d) Operadores de molienda. e) Operadores de estrío. f) Operadores de separación y concentración. g) Operadores de hornos. h) Operadores de mezclas. i) Operadores de moldeo y/o sinterización. j) Operadores de plantas de materiales para la construcción. k) Operadores de plantas de rocas ornamentales. l) Operadores de laboratorio. m) Operadores de mantenimiento mecánico y/o eléctrico.	ITC 2004-1-10 BOE 296 de 6 de diciembre de 2010.	7diciembre de 2010	Cada 2 años
5.5 Puestos comunes a) Dirección. b) Técnicos titulados que no participan en el proceso productivo. c) Personal sanitario. d) Administración y personal de servicios distintos a los de mantenimiento. e) Varios.	ITC 2004-1-10 BOE 296 de 6 de diciembre de 2010	7diciembre de 2010	Cada 4 años

Tabla 1: Resumen de Itinerarios Formativos ITC 02.1.02.

Libro 1.indb 19 18/1/19 13:37

EVALUACIÓN DE LA FORMACIÓN

La evaluación de la formación consiste en determinar en qué medida se han logrado cada uno de los objetivos planteados en el programa formativo, analizar la calidad o adecuación de las técnicas de enseñanza utilizada, así como la competencia formativa del profesor.

Algunos instrumentos de evaluación:

- Cuestionario.
- Entrevista.
- Examen oral o escrito de conocimientos.
- Observación directa.

La evaluación es por tanto una de las actividades más necesarias en el proceso de planificación y gestión de la formación en las empresas. Actualmente, se tiende a un concepto de evaluación basado en las siguientes características:

- Es un proceso sistemático de recogida de información: no improvisado sino planificado, es decir, perfectamente organizado en sus elementos, fases y medios.
- Implica un juicio de valor: la meta de toda evaluación es determinar el valor de aquello que se está sometiendo a juicio.
- La evaluación estará orientada a la toma de decisiones: el proceso evaluativo ha de tener una utilidad con el fin de conseguir la mejora continua.

Con la evaluación de la formación se pretende dar cumplimiento a los siguientes objetivos:

- Determinar si los objetivos y contenidos de las acciones formativas son coherentes con las necesidades de formación detectadas.
- Valorar si los objetivos fijados se están consiguiendo de la forma más eficaz y eficiente.
- En el caso de que los anteriores objetivos no se hubieran producido, es necesario identificar los cambios necesarios para su mejora.
- La mejora de los procesos de aprendizaje será la vía de perfeccionamiento de la formación.

Fundación Estatal
PARA LA FORMACIÓN EN EL EMPLEO

MINISTERIO DE EMPLEO Y SEGURIDAD SOCIAL

CUESTIONARIO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS ACCIONES FORMATIVAS EN EL MARCO DEL SISTEMA DE FORMACIÓN PARA EL EMPLEO.
FORMACIÓN DE DEMANDA
(Orden TAS 2307/2007, de 27 de julio)

Para evaluar la calidad de las acciones formativas es necesaria su opinión como alumno/a, acerca de los distintos aspectos del curso en el que ha participado.
LE ROGAMOS RESPONDA A TODAS Y CADA UNA DE LAS PREGUNTAS DE ESTE CUESTIONARIO.

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Los datos aportados en el presente cuestionario son confidenciales y serán utilizados, únicamente, para analizar la calidad de las acciones formativas.

I. DATOS IDENTIFICATIVOS DE LA ACCIÓN FORMATIVA (Preimpresos o a cumplimentar por la entidad beneficiaria)

1. Nº expediente		2. Perfil	Empresa Organizadora	
3. CIF empresa		4. Nº Accion		5. Nº Grupo
6. Denominación acción				
7. Modalidad	Presencial			

II. DATOS DE CLASIFICACIÓN DEL PARTICIPANTE (señale con una X la casilla correspondiente)

1. Edad

2.Sexo
1. Mujer
2. Varón

6. Horario del curso
1. Dentro de la jornada laboral (ir a 6.1)
2. Fuera de la jornada laboral
3. Ambas (ir a 6.1)

6.1 Porcentaje de la jornada laboral que abarca el curso
1. Menos del 25%
2. Entre el 25% al 50%
3. Más del 50%

7. Tamaño de la empresa del participante
1. De 1 a 9 empleados
2. De 10 a 49 empleos
3. De 50 a 99 empleos
4. De 100 a 250 empleos
5. De más de 250 empleos

3. Titulación actual
1. Sin titulación
11. Certificado de Profesionalidad Nivel 1
12. Formación Profesional Básica/Cualificación Profesional
2. Título de graduado E.S.O./Graduado escolar
3. Título de Bachiller
4. Título de Técnico/ FP grado medio
41. Título Profesional enseñanzas música-danza-artes
42. Certificado de Profesionalidad Nivel 3
5. Título de Técnico Superior/ FP grado superior
6. E. universitarios 1º ciclo (Diplomatura-Grado)
7. E. universitarios 2º ciclo (Licenciatura-Máster)
8. E. universitarios 3º ciclo (Doctor)
9. Título de Doctor
10. Otra titulación
1. Carnet profesional
2. Enseñanzas de escuelas oficiales de idiomas
3. Otra titulación no formal (especificar)

4. Lugar de trabajo (indicar PROVINCIA)
1.Lugar del centro de trabajo

5. Categoría profesional
1. Directivo/a
2. Mando Intermedio
3. Técnico/a
4. Trabajador/a cualificado/a
5. Trabajador/a de baja cualificación
6. Otra categoría (especificar)_____

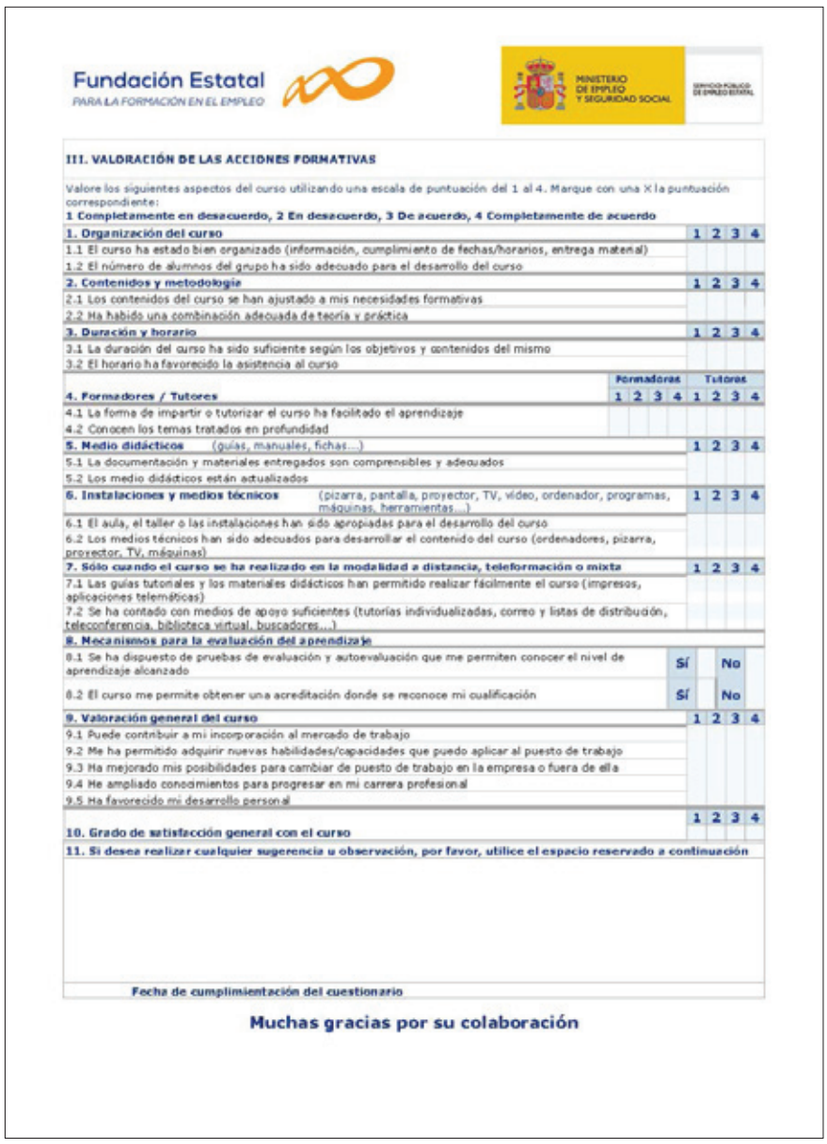
Ejemplo de cuestionario, parte delantera.

Libro 1.indb 20 18/1/19 13:37

CONCLUSIONES

El empresario deber garantizar la formación teórica y práctica suficiente y adecuada a los trabajadores, tanto en el momento de su contratación, cualquiera que sea la modalidad y/o duración del contrato, como cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñe o se introduzcan nuevas tecnologías o equipos de trabajo.

Por tanto, la formación en la empresa no debe impartirse como algo meramente complementario, sino que debe entenderse como una inversión, es decir, como parte integral de las estrategias de la organización, implicando a todos los trabajadores y muy especialmente a los mandos que también están en contacto con el trabajo que se debe realizar. ■



Fundación Estatal
PARA LA FORMACIÓN EN EL EMPLEO

MINISTERIO DE EMPLEO Y SEGURIDAD SOCIAL

III. VALORACIÓN DE LAS ACCIONES FORMATIVAS

Valore los siguientes aspectos del curso utilizando una escala de puntuación del 1 al 4. Marque con una X la puntuación correspondiente:

1 Completamente en desacuerdo, 2 En desacuerdo, 3 De acuerdo, 4 Completamente de acuerdo

1. Organización del curso	1	2	3	4
1.1 El curso ha estado bien organizado (información, cumplimiento de fechas/horarios, entrega material)				
1.2 El número de alumnos del grupo ha sido adecuado para el desarrollo del curso				
2. Contenidos y metodología	1	2	3	4
2.1 Los contenidos del curso se han ajustado a mis necesidades formativas				
2.2 Ha habido una combinación adecuada de teoría y práctica				
3. Duración y horario	1	2	3	4
3.1 La duración del curso ha sido suficiente según los objetivos y contenidos del mismo				
3.2 El horario ha favorecido la asistencia al curso				

	Formadores				Tutores			
4. Formadores / Tutores	1	2	3	4	1	2	3	4
4.1 La forma de impartir o tutorizar el curso ha facilitado el aprendizaje								
4.2 Conocen los temas tratados en profundidad								

5. Medio didácticos (guías, manuales, fichas...)	1	2	3	4
5.1 La documentación y materiales entregados son comprensibles y adecuados				
5.2 Los medio didácticos están actualizados				
6. Instalaciones y medios técnicos (pizarra, pantalla, proyector, TV, vídeo, ordenador, programas, máquinas, herramientas...)	1	2	3	4
6.1 El aula, el taller o las instalaciones han sido apropiadas para el desarrollo del curso				
6.2 Los medios técnicos han sido adecuados para desarrollar el contenido del curso (ordenadores, pizarra, proyector, TV, máquinas)				
7. Sólo cuando el curso se ha realizado en la modalidad a distancia, teleformación o mixta	1	2	3	4
7.1 Las guías tutoriales y los materiales didácticos han permitido realizar fácilmente el curso (impresos, aplicaciones telemáticas)				
7.2 Se ha contado con medios de apoyo suficientes (tutorías individualizadas, correo y listas de distribución, teleconferencia, biblioteca virtual, buscadores...)				

8. Mecanismos para la evaluación del aprendizaje		
8.1 Se ha dispuesto de pruebas de evaluación y autoevaluación que me permiten conocer el nivel de aprendizaje alcanzado	Sí	No
8.2 El curso me permite obtener una acreditación donde se reconoce mi cualificación	Sí	No

9. Valoración general del curso	1	2	3	4
9.1 Puede contribuir a mi incorporación al mercado de trabajo				
9.2 Me ha permitido adquirir nuevas habilidades/capacidades que puedo aplicar al puesto de trabajo				
9.3 Ha mejorado mis posibilidades para cambiar de puesto de trabajo en la empresa o fuera de ella				
9.4 He ampliado conocimientos para progresar en mi carrera profesional				
9.5 Ha favorecido mi desarrollo personal				
10. Grado de satisfacción general con el curso	1	2	3	4

11. Si desea realizar cualquier sugerencia u observación, por favor, utilice el espacio reservado a continuación

Fecha de cumplimentación del cuestionario

Muchas gracias por su colaboración

Ejemplo de cuestionario, parte trasera.

Libro 1.indb 21 18/1/19 13:37

Aprovechamiento energético de biomasa

mediante cogeneración basada en la tecnología ORC

José Luis Seco de Herrera Ordóñez. IIngeniero de Minas y Energía, Master en Ingeniería de la Energía, Ingeniero Proyectos en Gestión Minera y Medioambiental.

RESUMEN

Se presenta a continuación un modelo de planta de cogeneración que aprovecha residuos ganaderos procedentes de un club hípico mediante la combustión directa de los mismos para el calentamiento de un fluido térmico y su posterior uso en un ciclo orgánico de Rankine (ORC). Es un ciclo evaporación-condensación de un fluido orgánico que genera de forma combinada energía eléctrica a través de los bornes de un generador y energía térmica que se va a aprovechar en varias aplicaciones distintas. Por un lado el pretratado de la materia prima mediante deshidratación utilizando un secadero de baja temperatura y por otra la generación de agua caliente para su utilización en aplicaciones convencionales de calefacción y agua caliente sanitaria. La principal característica de esta planta será el aprovechamiento de un residuo para la generación de energía, autoabasteciendo al propio productor. Siendo una atractiva tecnología para el desarrollo de la generación distribuida, la energía de la biomasa y el problema de las emisiones de carbono restringidas.

ABSTRACT

A cogeneration model is presented, using livestock waste as fuel by direct combustion to heat a thermal fluid to be used in an organic Rankine cycle (ORC). The ORC is an evaporation-condensation cycle of an organic fluid that generates electricity and thermal energy to be used in several different applications. The feedstock is pretreated by dehydration using a low temperature drying and generating hot water for use in conventional applications: heating and sanitary hot water.The main feature of this plant is the use of a residual biomass for generating energy to autosupply of the producer. It is an attractive technology for the development of distributed generation, biomass energy and the problem of carbon emissions.

PALABARAS CLAVE: biomasa, cogeneración, Ciclo orgánico de Rakine, energía, medioambiente.

KEYWORDS: biomass, cogeneration, oraganic Rakine cycle, energy, environment.

Libro 1.indb 22 18/1/19 13:37

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de este artículo es proponer un sistema para el aprovechamiento energético de la biomasa residual procedente de un club hípico, en concreto se ha tomado como ejemplo para el estudio el Centro Hípico Buitrago situado en Buitrago de Lozoya (Comunidad de Madrid). Se busca que este aprovechamiento permita reducir el impacto ambiental, el consumo de energía primaria y las emisiones de CO_2.

Para este aprovechamiento se ha escogido, como la más adecuada, la tecnología de Ciclo Orgánico de Rankine (ORC), que se planteó como tecnología central debido al auge a nivel mundial que está teniendo para este tipo de aplicaciones.

2. EL CLUB HÍPICO

En un club hípico de las características del que se realiza este estudio se unen dos factores claves; el consumo de energía y la producción de biomasa propia.

Para calcular la cantidad de materia prima que se produce en cada club se ha preguntado a varios clubs distintos, este dato puede variar considerablemente de uno a otro.

Cada club tiene unas dimensiones de cuadra, que normalmente varían entre 9 m^2 y 16 m^2 y unas costumbres de recogida, una vez cada dos o tres días. También puede variar la altura de la cama que aproximadamente varían entre 7 y 15 cm.

Libro 1.indb 23 18/1/19 13:37

En el de Club de Buitrago se acostumbra a cambiar solo la parte que consideran degradada cada varios días produciendo una media de 5 m^3 diarios.

Muchos de estos clubs son también clubs deportivos, donde se puede encontrar pistas de pádel, tenis, piscinas, restaurantes, etc. Por lo que tienen gran consumo de energía térmica y eléctrica.

Al tratarse de un artículo de investigación se considera la opción del autoconsumo eléctrico y aprovechar el calor resultante para abastecer de calefacción el propio Centro Hípico de Buitrago de Lozoya.

La instalación se dimensiona siempre en función de la biomasa producida. Aquí surge un problema, la viabilidad depende de que el club reúna dos requisitos:

Primero, debe ser una instalación con grandes consumos de energía térmica, por lo que clubs hípicos pequeños y sin otras instalaciones consumidoras energía térmica posiblemente no sea rentable, ya que este tipo de instalación producen entre 4-6 veces más de energía térmica que eléctrica. Y la energía térmica introducida es alrededor de 8 veces superior a la energía eléctrica producida.

La otra condición es el número mínimo de caballos, el club debe tener un número mínimo de caballos a partir del cual sale rentable la producción de energía por la biomasa producida.

El club Hípico de Buitrago, posee cuadras para 100 caballos. Toda la instalación va en función de la biomasa que se produzca para aprovecharla por completo.

3. ESTUDIO DE LA BIOMASA

La materia prima a estudiar es la biomasa producida en los clubs hípicos. En dichos clubs se suelen usar como cama para el animal, o bien serrín o bien paja. La biomasa producida por la mezcla de estos materiales con los desechos producidos por el animal es la materia prima resultante.

Se le han realizado las pruebas correspondientes a la biomasa tradicional a muestras de ambos tipos. Se sometieron a ensayos las muestras para analizar y determinar la validez de la biomasa para uso en combustión directa.

Estudio de la materia prima

Los resultados para el serrín fueron positivos, siendo un combustible de una calidad aceptable para su utilización en combustión directa. Por otro lado, nos determina la no recomendación de la paja como combustible, debido a los problemas que produce el alto contenido en Cl, cenizas y sus efectos perjudiciales para los equipos.

El resto de resultados son muy parecidos a los que podemos encontrar en una biomasa de serrín o astilla estándar.

Ensayo	Paja	Serrín
Carbono (%)	41,51	44,99
Hidrógeno (%)	5,24	5,37
Nitrógeno (%)	2,76	1,52
Azufre (%)	0,13	0,15
Cenizas (%)	11,589	8,5598
Volátiles (%)	73	72,4
Humedad (%)	38,8	62,65
ICP	Normal	Normal
PCS (kcal /kg)	3626,2	4096

Tabla 1: Resumen resultados de los ensayos

Libro 1.indb 24 18/1/19 13:37

4. ANÁLISIS DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DEL CLUB HÍPICO

En las siguientes graficas se observan los consumos energéticos de la instalación. Se observa cómo el consumo varía considerablemente en invierno respecto al verano mientras que el eléctrico se mantiene más estable. Por lo que será necesario estudiar el comportamiento de la instalación en condiciones de verano e invierno extremas. El club tiene una potencia eléctrica contratada de 5 kW y los consumos bimensuales que se observan en la tabla siguiente.

En el de Club de Buitrago se acostumbra a cambiar solo la parte que consideran degradada cada varios días produciendo una media de 5 m^3 diarios

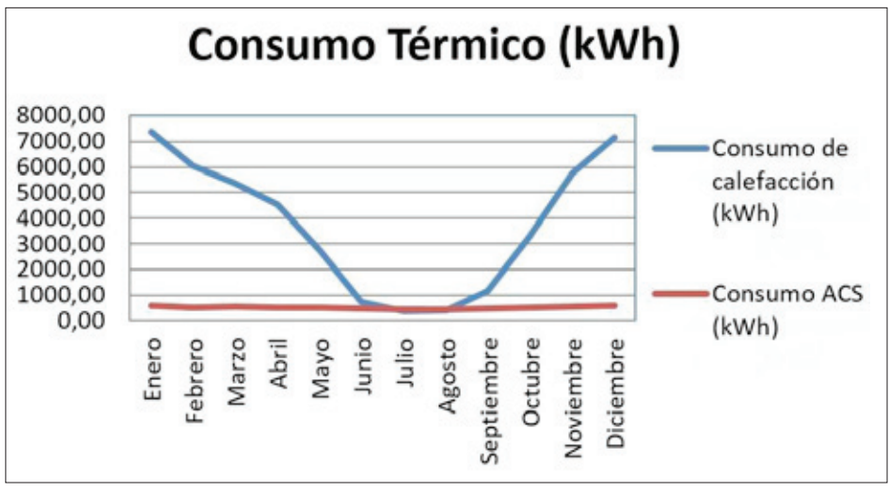


Figura 1: Consumo térmico mensual

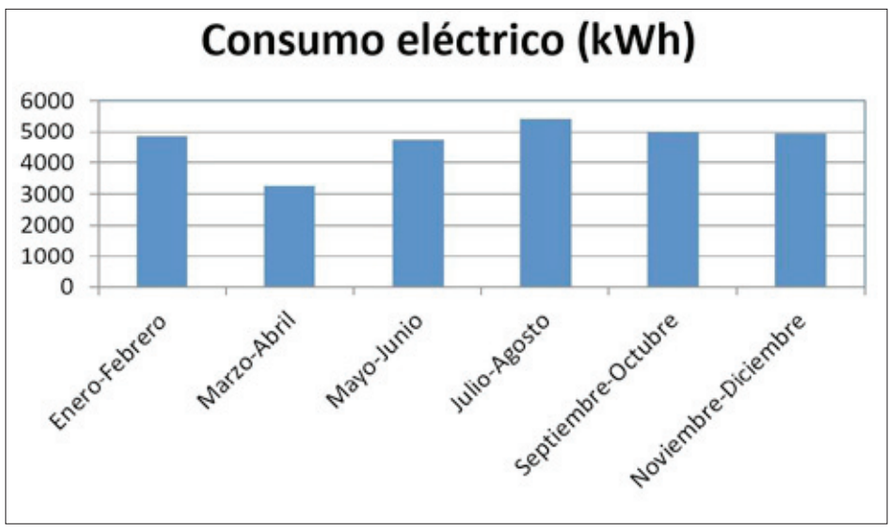


Figura 2: Consumo eléctrico bimensual

Libro 1.indb 25 18/1/19 13:37

5. ANÁLISIS DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DEL CLUB HÍPICO

La instalación propuesta consta de los siguientes elementos:

- Zona de pretratado empleando secado mediante recirculación de gases de combustión.
- Caldera y cámara de combustión.
- Equipo ORC, que a su vez se divide:
  - Evaporador
  - Turbogenerador
  - Regenerador
  - Condensador
- Zona de distribución de calor, consiste en intercambiador de calor para el calentamiento de agua que se emplea en el circuito de calefacción.
- Sistema de control de emisiones se divide en ciclón y ventilador de absorción. Si es necesario también se puede incorporar un filtro de mangas o electrofiltro.

La instalación propuesta consta de los siguientes elementos: zona de pretratado, caldera y cámara de combustión, equipo ORC, zona de distribución de calor y sistema de control de emisiones

En el esquema siguiente se numeran los puntos termodinámicos del sistema.

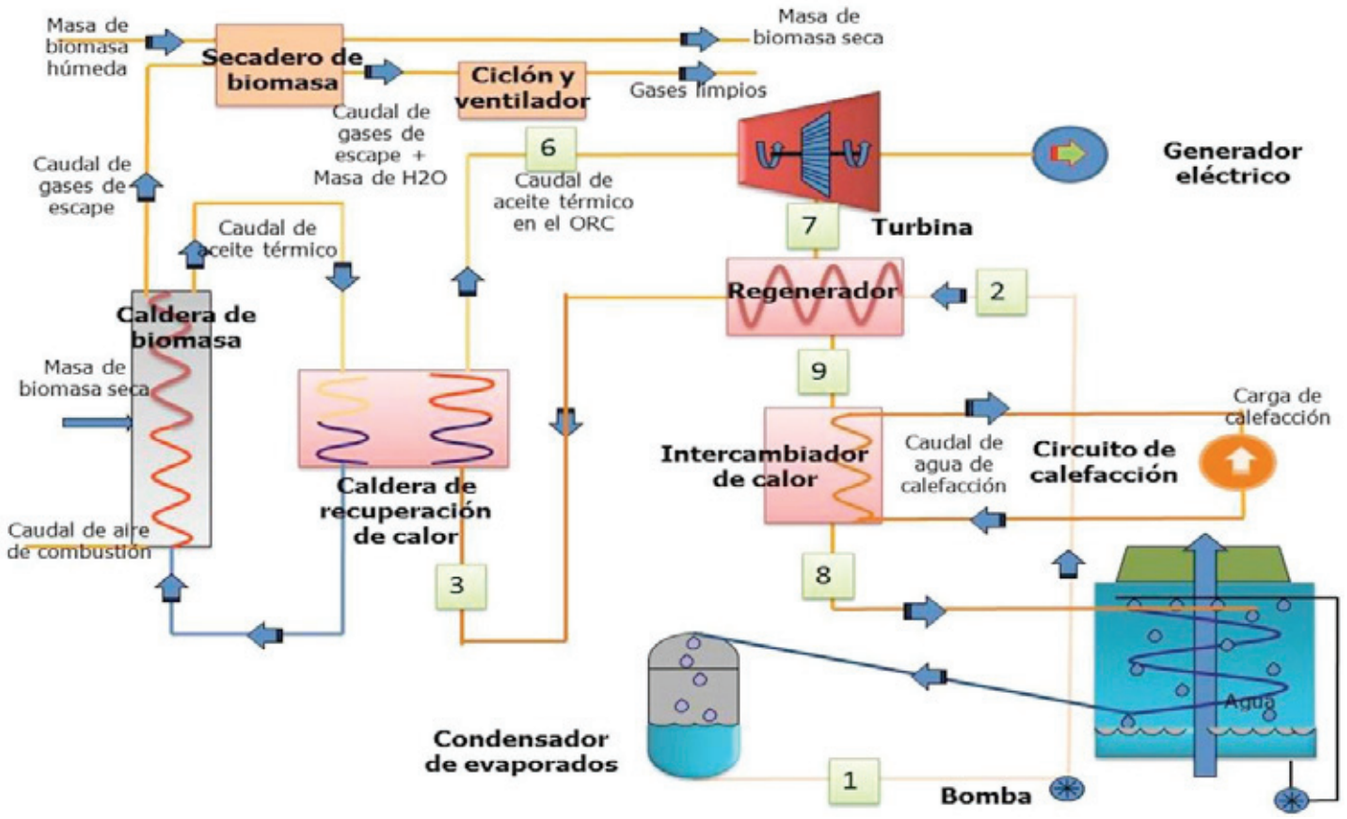


Figura 3: Diagrama de flujos de la instalación

Libro 1.indb 26 18/1/19 13:37

Cámara de combustión

La zona de combustión de biomasa consta de los siguientes sistemas:

- Almacenamiento de combustible.
- Transporte del combustible al equipo de combustión.
- Cámara de combustión.
- Caldera de aceite térmico.
- Recuperadores auxiliares de calor.
- Extracción de cenizas.

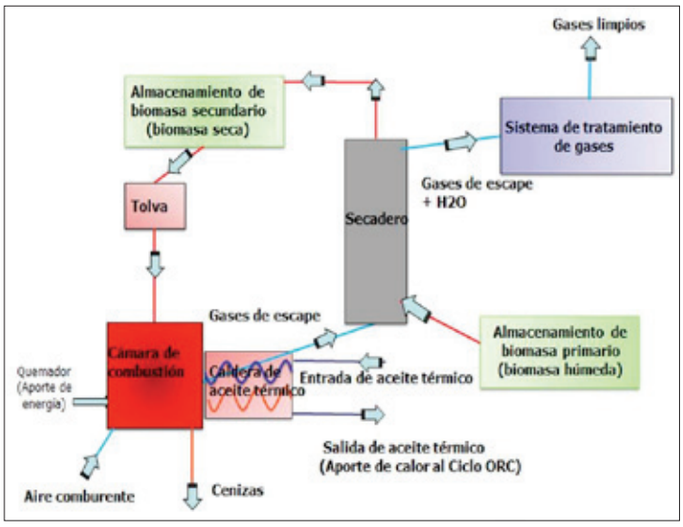


Figura 4: Esquema zona de combustión

El proceso de la biomasa empieza con la biomasa húmeda entrando en secadero donde se consigue la humedad óptima para la combustión, empleando para el secado el calor desprendido por los gases de la combustión. Los gases de la combustión más el vapor de agua eliminada pasaran a un sistema de tratamiento de gases.

La biomasa seca pasara a una tolva que alimenta la cámara de combustión conectada a la caldera de aceite térmico que alimenta el ORC.

6. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

El ciclo de Rankine es un ciclo termodinámico que convierte calor en trabajo. El calor se suministra externamente a un bucle cerrado que generalmente utiliza el agua como fluido de trabajo. El ciclo de Rankine basado en agua proporciona aproximadamente el 85% de la producción de electricidad en todo el mundo.

En el ORC, la energía producida por la combustión de biomasa se transfiere de una caldera de aceite térmico a través de un ciclo de fluido térmico. El fluido térmico se utiliza como un medio de transferencia de calor.

El fluido de trabajo orgánico a presión se vaporiza y ligeramente sobrecalentado en el evaporador por la energía suministrada desde el ciclo térmico. El vapor se expande en una turbina que está directamente conectado a un generador asíncrono. Posteriormente, el fluido expandido pasa a través de un regenerador donde se lleva a cabo la recuperación de calor, lo que aumenta la eficiencia eléctrica antes de que entre en el condensador.

La condensación del medio de trabajo se lleva a cabo a un nivel de temperatura que permite que el calor recuperado sea utilizado como calefacción en el distrito de temperatura de impulsión de agua caliente esta entre 75-35 °C dependiendo del tipo de calefacción que se utilice. Una vez diseñado el ciclo se decide qué tipo de calefacción se adapta mejor con las temperaturas de entrada y salida del intercambiador de calor.

6.1. Cálculo de la energía disponible

Para el diseño del sistema se debe calcular la energía de la que disponemos. Para ello se calcula el poder calorífico de la biomasa disponible.

Se tienen dos tipos de biomasa con PCI diferentes que se almacenan en el mismo emplazamiento en diferentes proporciones.

Se calcula también la cantidad de agua a eliminar para conseguir la biomasa con una humedad óptima para la combustión. Como para ello se emplean los gases de escape de la propia combustión aumentando la eficiencia de la instalación es necesario calcular la energía requerida en este secado.

Libro 1.indb 27 18/1/19 13:37

Tipo de Biomasa	Humedad (base húmeda)	Porcentaje	P.C.I. Base seca (kJ/kg)
Biomasa tipo 1 (Paja)	38,8	80	15182,56
Biomasa tipo 2 (Serrín)	62,5	20	17149,28

Tabla 2: Humedad y porcentajes de la biomasa disponible

Después de realizar diferentes cálculos se concluye que se deben eliminar finalmente 136,875 ton por año de H2O. Para calcular el caudal de vapor de agua de secado se emplea la siguiente expresión:

$$Caudal\ de\ vapor\ de\ agua\ (mH2O) = \frac{Vapor\ de\ agua\ generado}{h.\ funcionamiento\ \times 3600} = 0{,}00475\frac{kg}{s} \quad \text{Eq. [31]}$$

6.2. Análisis de la combustión

Para la correcta elección de la caldera y su dimensionamiento se debe analizar el comportamiento del combustible a partir la composición elemental de la biomasa.

Por un lado, se calcula el caudal de aire comburente que debemos incorporar a la combustión.

Y por otro lado, calcular el volumen de gases de escape que va a producir nuestra caldera. Se supone una buena combustión por lo que no tenemos en los gases de escape O2 y CO.

Cantidad de gases de escape	kg/kg de combustible
CO_2	1,547
H_2O	0,473
SO_2	0,002
Total de gases de escape	2,023

Tabla 3: Cantidad de gases de escape

Con estos datos podemos calcular el caudal de gases de escape en la instalación mediante la siguiente expresión.

$$Caudal\ de\ gases\ de\ escape\ (m_{ge}) = Biomasa\ disponible \times h.\ de\ funcionamiento \times Gases\ totales = 0{,}016\ kg/s$$

Y el caudal de vapor de agua eliminado en el secado más el caudal gases de escape nos proporciona el caudal de gases aproximado que pasan por la zona de tratamiento de gases.

$$Caudal\ de\ gases\ final = mge + mH2O = 0{,}0207 kg/s$$

Con este dato se puede dimensionar la zona de tratamiento de gases.

6.3. Simulación del ORC

Para el diseño de la instalación primero se debe elegir el fluido térmico. Para ello se simula el ciclo con cada fluido en condiciones medias de funcionamiento. En la simulación para la elección del fluido no se tiene en cuenta la energía cogenerada a través del intercambiador de calor para el circuito de calefacción. Realizando el cálculo modelo matemático del ciclo ORC con regeneración para diferentes fluidos térmicos se llegó a la conclusión de que el R600 (Butano) era el más adecuado para el uso en esta instalación.

Existen ORC comerciales con diferentes fluidos térmicos para diferentes potencias y características, el desarrollo de estos equipos

Libro 1.indb 28 18/1/19 13:37

y de los fluidos térmicos puede jugar un papel fundamental en la producción de energía con biomasas residuales.

La simulación partiendo de la cantidad de biomasa seca de la que se dispone. Intentando aprovechar el total de la biomasa residual.

Se parte de las siguientes condiciones para el modelo:

El sistema es estacionario.

El foco de calor se encuentra a 300 ºC.

Un Pinch de al menos 10 ºC en el evaporador, para simular una situación más realista. En esta simulación, el Pinch sirve para establecer una diferencia mínima entre el fluido de trabajo cuando está líquido saturado en el evaporador y la fuente de calor.

Una diferencia entre la salida de los gases de escape y la entrada del fluido de trabajo en el evaporador de al menos 15 ºC

Se suponen los siguientes rendimientos de equipos para esta simulación:

– Rendimiento isentrópico de la turbina: η_{isoent}=0,85

– Rendimiento eléctrico:η_{elect}=0,98

– Rendimiento caldera:$\eta_{caldera}$=0,871 (Rendimiento calculado previamente de tal forma que las pérdidas de calor sensible se usan para el secado de la biomasa)

– Rendimiento evaporador:$\eta_{evaporador}$=0,92

– Rendimiento regenerador: $\eta_{regenerador}$=0,99

– Rendimiento intercambiador de calor de calefacción:η_{IC}=0,95

– En el condensador, la salida del fluido de trabajo estará a diez grados por encima de la temperatura ambiente.

– El agua de refrigeración al tratarse de un condensador evaporativo es la temperatura de bulbo húmedo. Se sitúa la temperatura mínima del agua de condensación a la temperatura mínima de agua de la red que es 8°C.

– El flujo de agua de refrigeración es variable.

- Los dos intercambiadores de calor son del tipo carcasa y tubos.

- Las tuberías se suponen que en toda su longitud son constantes en diámetro.

- Las temperaturas de sobrecalentamiento y subenfriamiento son de 10 ºC en ambos casos.

- Datos de entrada para condiciones ambientales medias:

- Temperatura ambiente media en Buitrago de Lozoya; 13,3°C

- Humedad relativa de 70%

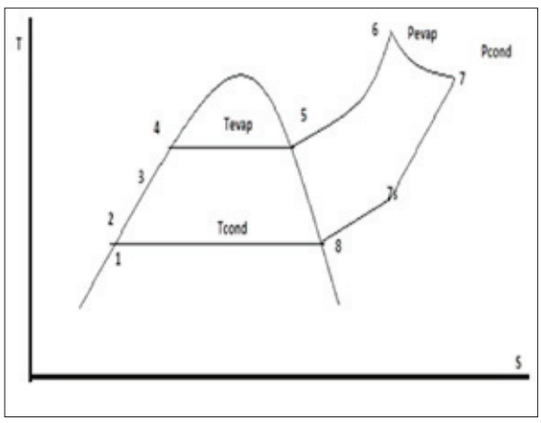


Figura 5: Diagrama T-s del ciclo

Para el diseño del ciclo se debe estudiar los diferentes puntos del ciclo y sus condiciones termodinámicas (presiones, temperaturas y entalpias).

Se simula el ciclo con cada uno de los fluidos seleccionados, con incrementos graduales de presión con su variación de Tevap correspondiente. Se analizan los ciclos subcríticos y supercríticos por separado.

El punto crítico de los fluidos orgánicos se alcanza a menores presiones y temperaturas que el agua.

En todos los fluidos la tendencia es creciente pero algunos con mayor pendiente, se observa en el butano y en el isobutano y más constantes en el R245fa y el R134a.

Se analiza la tendencia entre la potencia efectiva y la presión de entrada. Se puede ver que la tendencia evoluciona de la misma manera que el rendimiento.

Libro 1.indb 29 18/1/19 13:37

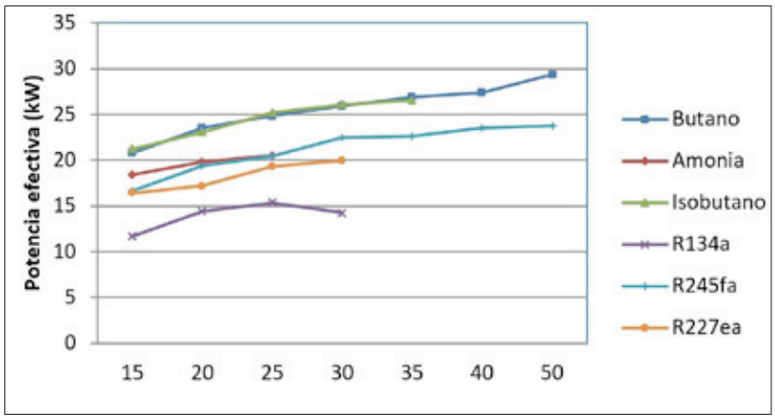


Figura 6: Relación de la potencia efectiva del ciclo con la presión de vapor de la turbina

Se observan que los fluidos con mayores rendimientos y mayor potencia efectiva producidas son el R600, R600a, R717 y el R245fa.

Para nuestro ejemplo, resultó el R600 en un ciclo supercrítico de trabajo a 40 bar como el más conveniente. Pueden existir otros fluidos con mayores rendimientos para instalaciones de diferentes potencias y características.

6.4. Cálculo de la zona de calefacción

Una vez elegido el ciclo que se va a emplear, se incorpora el circuito de calefacción y el intercambiador. Se analiza el nuevo ciclo con el fluido elegido en las condiciones de temperatura media y en condiciones extremas de verano e invierno, analizando cómo se comporta el ciclo a diferentes temperaturas ambientales a lo largo del año. Se realiza el ciclo para las condiciones más extremas en invierno y verano.

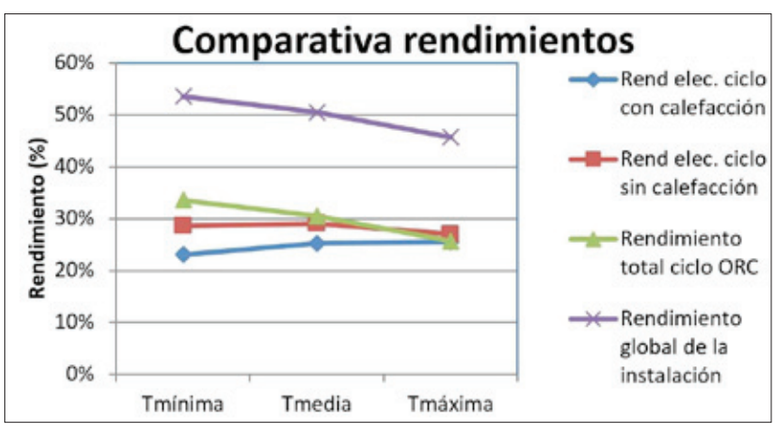


Figura 7: Comparativa de rendimientos y potencia efectiva del ciclo en las diferentes condiciones ambientales

A medida que aumenta o disminuye la temperatura ambiental también varía de la misma manera la temperatura de bulbo húmedo, temperatura del agua que dispongo en el condensador evaporativo, lo que supone una variación en el calor de condensación que se requiere en la condensación. Esta variación afecta a la potencia en el ciclo que a su vez influye en el rendimiento de la caldera de recuperación de calor.

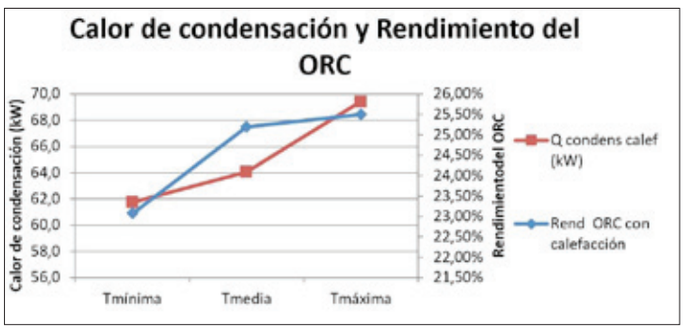


Figura 8: Calor de condensación y rendimiento de la caldera del CRC

Se observan cómo se comportan la potencia del ciclo con calefacción y sin calefacción para las condiciones ambientales medias y de verano e invierno.

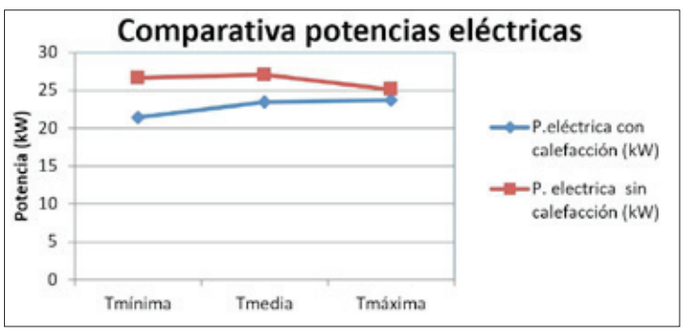


Figura 9: Potencias del ciclo en las diferentes condiciones ambientales

La instalación nos proporciona una media de 21 kW eléctricos que varía dependiendo de la temperatura ambiental y las condiciones de trabajo de la zona de calefacción. Esto nos permitiría suministrar tanto energía eléctrica como térmica al club hípico y si fuera posible vender la energía eléctrica restante.

Libro 1.indb 30 18/1/19 13:37

De estos datos podemos concluir que, a mayor demanda de energía térmica durante todo el año, mayores rendimientos lograremos en la instalación y más rentable será nuestro aprovechamiento.

Lograremos grandes rendimientos en clubs donde dispongamos de mayor cantidad de biomasa y mayor demanda de energía térmica.

6.5. Balance de energía

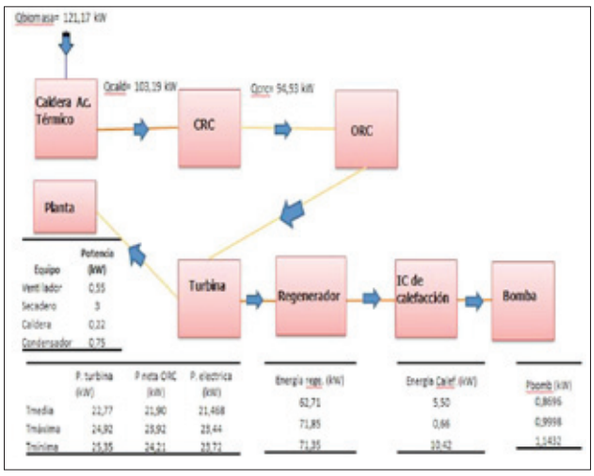


Figura 10: Balance energético general (kW)

A medida que aumenta o disminuye la temperatura ambiental también varía de la misma manera la temperatura de bulbo húmedo, temperatura del agua que dispongo en el condensador evaporativo, lo que supone una variación en el calor de condensación que se requiere en la condensación.

7. AHORRO DE EMISIONES DE CO_2

La instalación puede suponer un gran ahorro de emisiones de CO_2, tanto por electricidad como por energía térmica suponiendo el empleo de gas.

En la siguiente grafica se expone las emisiones ahorradas por electricidad. Se multiplica el consumo eléctrico por las emisiones que se producen con el mix energético actual en la península.

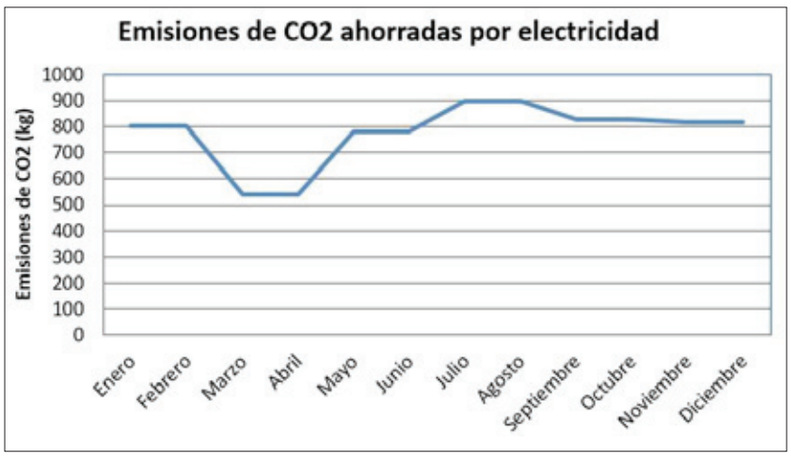


Figura 11: Kilogramos de emisiones de CO_2 ahorradas por electricidad

Se multiplica el consumo térmico de la instalación por las emisiones producidas en caso de realizar el proyecto con una caldera de gas natural. Así se puede analizar el ahorro en emisiones que supone emplear la biomasa residual.

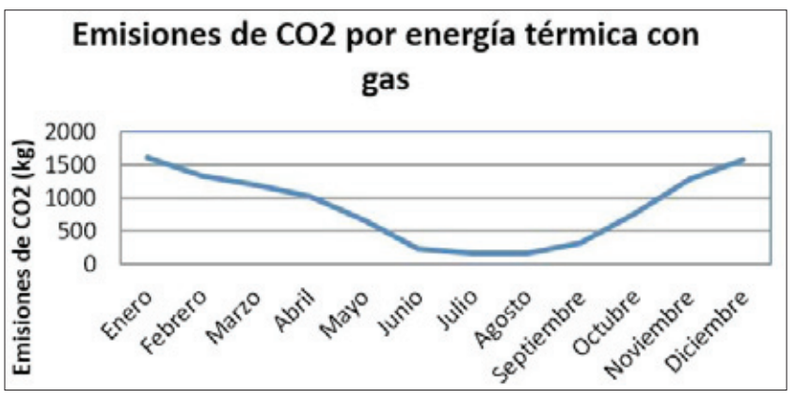


Figura 11: Kilogramos de emisiones de CO_2 ahorradas por electricidad

Libro 1.indb 31 18/1/19 13:37

A estas emisiones hay que añadir las emisiones que estamos ahorrando con la producción de energía eléctrica sobrante y que se vende al sistema.

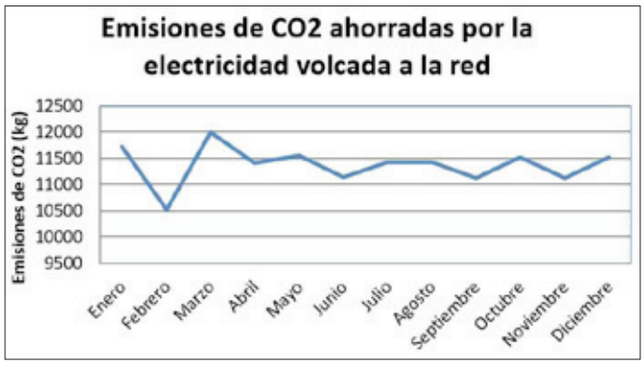


Figura 13: Emisiones de CO_2 ahorradas por la electricidad sobrante volcada a la red.

Los valores de los factores de corrección de las emisiones de CO_2 en biomasa que anteriormente se consideraba neutro. El valor es de 0,018 kg de CO_2 por kWh de energía eléctrica producida por biomasa. Con este dato se calculan las emisiones nuevas producidas.

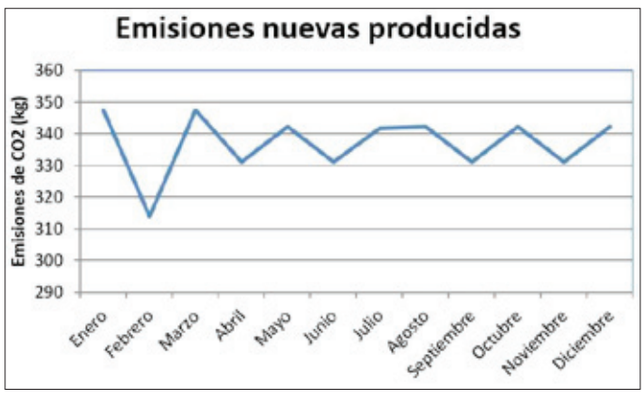


Figura 14: Emisiones nuevas producidas en la planta

Si se unen los tres gráficos se obtienen cantidad total de emisiones que se ahorran como se expone en la siguiente figura.

La suma total de las emisiones ahorradas es de 154.556,8619 kg de CO_2.

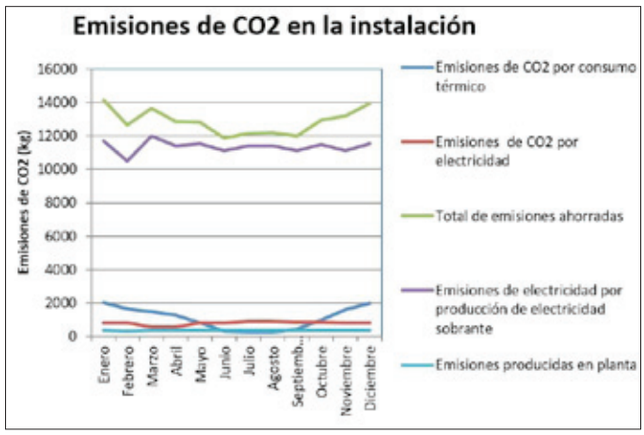


Figura 15: Emisiones totales de CO_2 ahorradas

8. ESTUDIO ECONÓMICO

Finalmente hay que comentar una parte fundamental del estudio, la viabilidad económica. Analizando los costes del club, las inversiones a realizar y los valores económicos que nos proporciona el modelo financiero de proyecto empleado.

En el modelo financiero utilizado para este ejemplo se introducen una serie de condiciones generales:

- Se considera una situación legislativa ficticia donde el autoconsumo no supone un peaje adicional y se puede verter a la red sin penalización alguna.
- Se realiza un autoconsumo de energía eléctrica.
- Se toma el ahorro térmico como un ingreso.
- Se considera los ingresos por la electricidad, la producción de la planta menos lo que se consumó en el club actualmente y el consumo de la planta.
- Se considera un ingreso el coste anual de tratamiento de residuos.

El coste anual del club en la gestión del residuo en este caso es de 27.500 €, un coste de energía eléctrica de 4.300 € y 2.100 € de energía térmica. La inversión a realizar en este ejemplo ronda los 300.000 €.

Libro 1.indb 32 18/1/19 13:37

Modelo financiero

Con estos supuestos los datos resultantes del modelo financiero se observan en la siguiente tabla.

RENTABILIDAD	
Payback Proyecto	5,6
TIR Proyecto 20 años (bt)	16,8%
TIR Accionista 20 Años (bt)	2,4%
Cash Flow Accionista acumulado	383.550

Figura 14: Emisiones nuevas producidas en la planta

A partir de estos datos se puede conocer los requisitos mínimos y las características necesarias de los clubs para que este tipo de instalaciones sea rentable.

9. CONCLUSIONES

El proyecto resulta viable económicamente en las condiciones supuestas, pese a la alta inversión inicial y a la desfavorable legislación energética actual. En clubs con mayores demandas térmicas y mayor producción de biomasa, este proyecto puede llegar a alcanzar mayores rentabilidades. También es importante el desarrollo tecnológico de los ciclos ORC de baja potencia.

No se ha tenido en cuenta posibles subvenciones para el pretratado o para la caldera de biomasa, subvenciones que existen en la actualidad en España y que proporcionan tanto el Gobierno como las diferentes Comunidades Autónomas.

El principal problema que se encuentra el estudio es encontrar consumidores que cumplan con los requisitos necesarios, puesto que en España no existe un gran numero de centros hípicos con grandes consumos de energía térmica, es por eso que se hace complicado enlazar una producción alta de biomasa con un consumo alto de energía térmica.

Desde el punto de vista energético y medioambiental es rentable en grandes proporciones. El ahorro de energía que se consigue es muy grande además del ahorro de las emisiones de CO_2. También hay que añadir el tratamiento de este residuo que supone un problema actualmente.

Este tipo de proyecto y el desarrollo de la tecnología ORC de bajas potencias pueden ser de gran ayuda para la evolución de la generación distribuida y la energía de la biomasa. Puede aportar mucho en el sector industrial, aprovechando el calor residual de la propia industria o en combinación con la energía geotérmica, biomasa o solar, aumentando la eficiencia energética y con grandes ahorros de energía para las empresas. ■

REFERENCIAS

- Guía biomasa, IBERDROLA
- SÁNCHEZ SERRANO, JAIME "Contribución a la implementación de ciclos Orgánicos de Rankine para el aprovechamiento de fuentes térmicas de baja temperatura"
- Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa -www.avebiom.es
- Red Eléctrica de España - www.ree.es
- UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. Contribución a la implementación de ciclos Orgánicos de Rankine para el aprovechamiento de fuentes térmicas de baja temperatura.
- LINARES HURTADO, JOSE IGNACIO "Valorización de calores residuales en aplicaciones industriales mediante ciclos de cola con tecnología ORC"
- National Institute of Standards and Technology: http://www.nist.gov/
- Guía dela Cogeneración fenercom; http://www.fenercom.com.

Libro 1.indb 33 18/1/19 13:37

Auditorías de seguridad minera

José Carlos Losilla Rayo. Ingeniero Técnico de Minas.

RESUMEN

Las auditorías de seguridad minera son una exigencia común a todas las explotaciones mineras preexistentes a la actual normativa sobre prevención de riesgos laborales inaugurada por la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, que se mantiene aunque adaptada a las nuevas disposiciones. Estas auditorías no sustituyen a las inspecciones que habitualmente realiza la autoridad minera competente. Son actuaciones diferentes y, en todo caso, complementarias. En la práctica, la realización de auditorías del sistema de prevención, tal y como establece el R.D. 39/1997, de 17 de enero, ha sustituido la tradicional auditoría de seguridad minera establecida en la OM 20-10-1987, que no está formalmente derogada.

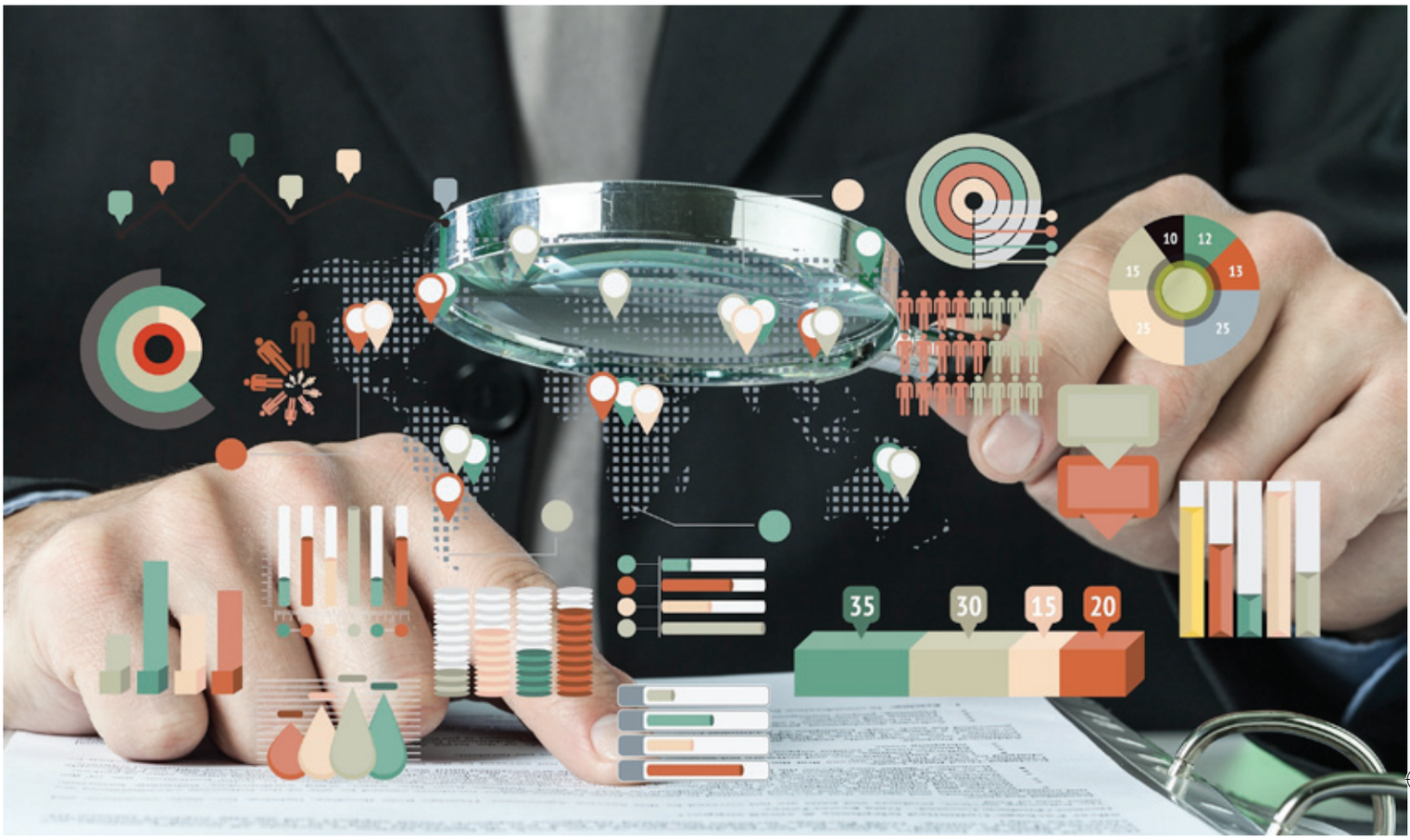
ABSTRACT

Mine safety audits are currently a standard and legal requirement for all types of preexisting mining operations. These audits are not a substitute for the routine inspections carried out by District Mining Authority. They are additional actions in this area. In practice, audits for evaluating the Management System for the Prevention of Occupational Risks are replacing the traditional mine safety audits.

Palabras clave: Auditoría externa, autoridad minera, minería a cielo abierto, minería subterránea, establecimientos de beneficio.

Key words: External audit, Mining Authority, open-pit mine, underground mine, mineral benefit plants.

Libro 1.indb 34 18/1/19 13:37



OBJETIVOS. EMPRESAS AUDITORAS

En su acepción tradicional, que puede asumirse a la vista de la nueva normativa, las auditorías de seguridad minera son inspecciones realizadas a las explotaciones y centros mineros por empresas especializadas, previamente autorizadas por la Administración por reunir una serie de requisitos técnicos específicos.

Las empresas de hasta 50 trabajadores cuyas actividades no estén incluidas entre las consideradas como especialmente peligrosas (R.D. 39/1997, anexo I), que desarrollen las actividades preventivas con recursos propios y en las que la eficacia del sistema preventivo resulte evidente sin necesidad de recurrir a una auditoría por el limitado número de trabajadores y la escasa complejidad de las actividades preventivas, se considera que han cumplido la obligación de la auditoría cuando cumplimenten y remitan a la autoridad laboral una notificación sobre la concurrencia de las condiciones que no hacen necesario recurrir a la misma (según modelo R.D. 39/1997, anexo II).

Por otra parte, la primera auditoría del sistema de prevención debe llevarse a cabo dentro de los 12 meses siguientes al momento en que se disponga de la planificación de la actividad preventiva y ser repetida cada 4 años, excepto cuando se realicen actividades consideradas como especialmente peligrosas (R.D. 39/1997, anexo I), en que el plazo es de 2 años.

Las personas o entidades especializadas que pretendan desarrollar la actividad de auditoría del sistema de prevención han de contar con la autorización de la autoridad laboral competente del lugar donde radiquen sus instalaciones principales.

Libro 1.indb 35 18/1/19 13:37

Según el artículo 30.2 del R.D. 39/1997, las auditorías tienen como objetivos:

- Comprobar cómo se ha realizado la evaluación inicial y periódica de los riesgos, analizar sus resultados y verificarlos en caso de duda.
- Comprobar que el tipo y planificación de las actividades preventivas se ajusta a lo dispuesto en la normativa.
- Analizar la adecuación entre los procedimientos y medios requeridos para realizar las actividades preventivas, así como los recursos de que dispone el empresario.
- Incentivar la adaptación de las explotaciones a las nuevas tecnologías mineras.

Para la elaboración de la auditoría, se debe revisar el cumplimiento de la normativa tanto desde el punto de vista técnico como administrativo e, incluso, desde el punto de vista de la propia cultura empresarial en materia de seguridad. Por ello es referencia obligada toda aquella reglamentación que afecte al proceso minero, en su sentido más amplio, es decir:

- Legislación básica estatal.
- Legislación estatal específica en materia de seguridad.
- Legislación específica de las Comunidades Autónomas.
- Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC).
- Disposiciones Internas de Seguridad (DIS).
- Normas de seguridad.

La empresa auditora o persona que la realice ha de reunir los siguientes requisitos:

- Ser un experto de nivel superior en cualquiera de las cuatro especialidades preventivas.
- Disponer de formación o experiencia probada en gestión y realización de auditorías y en técnicas de auditorías.
- Disponer de materiales y equipos suficientes, en número y calidad, para poder realizar las mediciones, verificaciones y controles correspondientes.

Las empresas interesadas en ser auditoras han de seguir el correspondiente trámite presentando la solicitud con la documentación correspondiente en la Dirección General de Minas, la cual, a la vista de la misma, debe acordar si procede su inscripción en el Registro Especial.

Estas empresas colaboradoras de la Administración tienen que garantizar el mantenimiento de los condicionamientos mínimos de idoneidad con los que fueron inscritas. La legislación prevé la supervisión periódica, y por lo menos una vez al año, de las actividades de las empresas colaboradoras por parte de la Administración.

Libro 1.indb 36 18/1/19 13:37

CONTENIDO DE LAS AUDITORÍAS DE SEGURIDAD MINERA

Con independencia de que se trate de explotaciones subterráneas o a cielo abierto, la práctica exige la elaboración de las auditorías cumplimentando cinco grandes capítulos:

1. Información básica de la empresa

En este primer apartado se debe incluir información sobre:

- Datos generales de la empresa (nombre, domicilio social, centros de trabajo, actividades, etc.).
- Desarrollo de la auditoría (nombres de la empresa auditora y del auditor, fecha de realización de la auditoría, interlocutores por parte de la empresa auditada, etc.).
- Descripción general de la empresa o del centro auditado (situación geográfica, descripción geológica, plantilla de personal, producciones, etc.).
- Documento sobre seguridad y salud, incluyendo una relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de los últimos cinco años.

2. Organización general de la seguridad y de su funcionamiento

En este apartado se audita la organización general de la seguridad y de su funcionamiento en la empresa en tres aspectos diferentes:

- Organización general de la seguridad en la empresa (organigrama general de la empresa, funcionamiento del comité de seguridad y salud, organigrama del servicio de prevención, funcionamiento del delegado minero de seguridad, etc.).
- Funcionamiento burocrático respecto a la Administración (revisión de documentos de obligada permanencia en el centro, auditorías de los sistemas de lucha contra incendios, inundaciones y golpes de techo, etc.).

- Eficacia de la organización (servicios médicos, brigada de salvamento, formación que se imparte en el área de seguridad, prendas y elementos de seguridad, lucha contra el polvo y prevención de silicosis, etc.).

3. Auditoría de las explotaciones

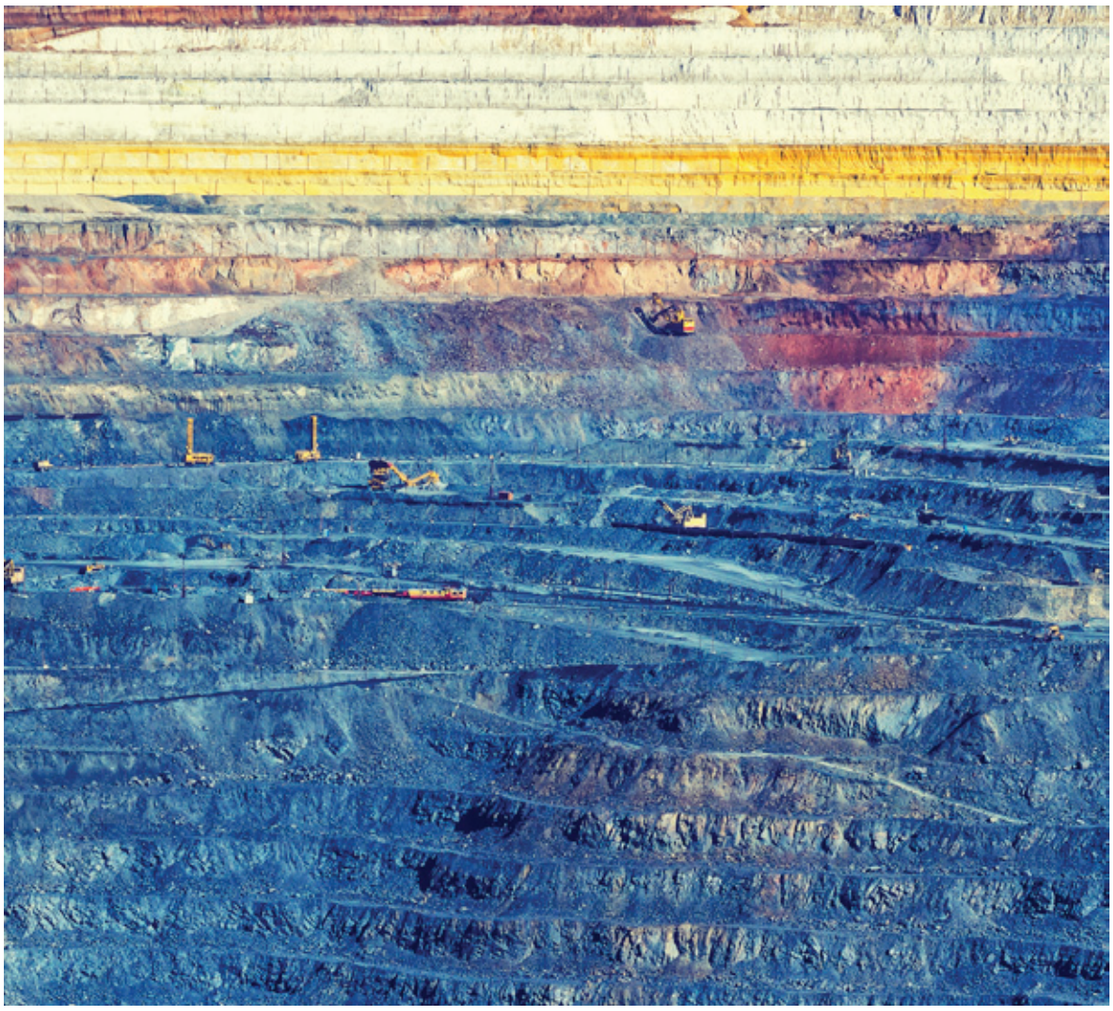
Se debe efectuar mediante visita de las explotaciones, preferiblemente en compañía del director facultativo y del jefe de servicio de prevención.

En este apartado cabe distinguir entre:

- Explotaciones a cielo abierto
- Minería subterránea convencional
- Minería subterránea especial (grisú u otros gases combustibles, polvos inflamables o propensión al fuego).

Con carácter común a todas las explotaciones:

Libro 1.indb 37 18/1/19 13:37



Explotación a cielo abierto

- Cumplimiento de las normas reglamentarias de los equipos, materiales, condiciones mineras, etc.

- Análisis, por muestreo, de la dotación y equipamiento minero en relación con su homologación autorizada a través de certificados, documentación técnica, etc.

- Auditoría del almacenamiento, transporte interno y uso de explosivos y detonadores.

4. Auditoría de las instalaciones

Se extiende tanto a las instalaciones que son específicamente mineras como a los establecimientos de beneficio (lavaderos, concentradores, etc.)

- Instalaciones comunes a toda explotación (escombreras, diques de estériles, talleres, almacenes, vestuarios, oficinas, comedores, polvorines, estaciones de transformación y distribución eléctrica, etc.)

- Propias de la minería a cielo abierto (estación de engrase, estación de reposte de combustible, aparcamiento de maquinaria, suministro de agua, etc.)

- Propias de la minería subterránea (plaza de la mina, máquinas de extracción, compresores, embarque exterior, castillete, pozos y embarques de interior, sala de bombas, ventiladores principales, polvorines de interior, etc.)

Libro 1.indb 38 18/1/19 13:37

5. Juicio crítico, conclusiones y recomendaciones

Como consecuencia de los trabajos y comprobaciones realizadas, se deben destacar:

- Todas las situaciones que no se ajusten a la normativa en vigor, si existen.
- Las situaciones que puedan suponer riesgo de accidente.
- Las situaciones que, mediante su modificación, permitan incrementar las condiciones de seguridad.

Al indicar las acciones o modificaciones necesarias y las recomendaciones que aumenten la seguridad minera, debe indicarse el coste estimado de su realización.

El resultado final, con el alcance y contenido descrito, será el informe de auditoría.

SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

El sector minero es uno de los que cada vez apuesta más por la certificación en OHSAS 18001, una norma perfectamente integrada en la Minería que permite a las empresas mineras gestionar los riesgos operativos y mejorar el rendimiento, teniendo en cuenta, minuciosamente, la prevención de accidentes, la reducción de riesgos y el bienestar de sus empleados.

El borrador final (FDIS) de la ISO 45001 ha sido ratificado en enero de 2018 y la publicación de la norma se espera para el primer semestre de 2018. Supondrá la anulación del estándar OHSAS 18001, por lo que las empresas certificadas tendrán un período de tres años para realizar la migración a la ISO 45001. ■

Explotación subterránea

LEGISLACIÓN Y BIBLIOGRAFÍA

- Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas.
- R.D. 863/1985, de 2 de abril, Reglamento General Normas Básicas Seguridad Minera.
- Orden Ministerial de 20 de octubre de 1987, sobre concesión de ayudas en aplicación de las nuevas líneas de actuación en el sector minero.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 39/1997, de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 1389/1997, de 5 de septiembre, por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y salud de los trabajadores en las actividades mineras.
- J. Herrera Herbert y Fernando Pla Ortiz de Urbina (2008). Seguridad y prevención en explotaciones mineras. Universidad Politécnica de Madrid.
- James R. Amstrong y Raji Menon (2012). Minas y Canteras. Enciclopedia de Seguridad y Salud de la OIT. Tomo 3.
- Memento Práctico de Prevención de Riesgos Laborales 2018-2019. Editorial F. Lefebvre.

Libro 1.indb 39 18/1/19 13:37

Romper en caso de incendio

Manuel Barranco Sánchez. Grado en Ingeniería de Recursos Energéticos e Ingeniero Técnico de Minas.

El número de incendios con fallecidos en viviendas sigue siendo alarmante en lo últimos años. Partiendo de estos datos el autor advierte en este artículo de la importancia de verificar y de comprobar de forma obligatoria, que las instalaciones de protección contra incendios, poniendo ejemplos de deficiencias en los sistemas de protección contra incendios.

Libro 1.indb 40 18/1/19 13:37

Cualquiera, sí cualquiera de nosotros, "tú mismo", puede leer, interpretar y por supuesto dar aplicación a la normativa, a la legislación, o como a mí me gusta llamarla, a la reglamentación, en materia de protección contra incendios. Pero vamos a ser claros al respecto. ¿Quién sabe de esto? No, no me refiero al pequeño cálculo que todos incluimos, como calculistas, diseñadores, proyectistas o instaladores, etc., cuando nos toca abordar el asunto, no. Me refiero a una profesión, que existe, que está presente a diario en cualquier ámbito de nuestras vidas, que nos afecta como usuarios y como técnicos directamente, sí directamente, y que por desgracia para todos, está apartada, separada, olvidada, al margen de nuestra actividad. Es como si no quisiéramos que nos tocara. Pero existe, claro que existe y nos toca de lleno.

A 27 de mayo de 2017, se contabilizaban 43 fallecidos por incendios en lo que va de año, en viviendas, a lo largo y ancho de la geografía española, según un artículo publicado en el Diario Información http://www.diarioinformacion.com/sucesos/2017/05/27/43-muertos-incendios-vivienda-2017/1899313.html. Lo realmente chocante de la noticia, desde el punto de vista de un lector formado técnicamente en protección contra incendios, no es el alcance de la gravedad, que por supuesto la tiene. Ni las 43 desgracias, que desde la distancia se convierten en meros datos. Ni las 43 familias destrozadas, que desafortunadamente engrosan una negra estadística. Lo que llama francamente la atención, es que dicho medio de información, y con buen criterio a mi parecer, encuadra el artículo en la sección de "Sucesos y Tribunales". Sí, compañeros sí. Porque realmente, cuando estos sucesos ocurren, suelen acabar en un tribunal, a la búsqueda del responsable o los responsables.

Dicho medio de información, finaliza dicho artículo con unos datos relacionados a continuación, que hacen pensar a uno: ¿cuándo se va a cruzar en mi vida un suceso de esta magnitud? ¿cómo me afectará? (Son solo la punta del iceberg, existen infinidad de casos).

INCENDIOS GRAVES EN LOS ÚLTIMOS AÑOS

Los incendios más graves –con al menos tres muertos– ocurridos en los últimos cinco años son los siguientes:

- 09.04.2012. Cuatro personas mueren al incendiarse la chabola en la que vivían en un solar de Barcelona.
- 01.11.2012. Tres mujeres de 35, 37 y 58 años de una misma familia mueren en un incendio producido de madrugada en el interior de una vivienda en Sabadell (Barcelona).
- 22.02.2014. Seis personas de una misma familia mueren en un incendio en una casa rural en Tordómar (Burgos).
- 26.03.2014. Cuatro hermanos de 3, 5, 8 y 12 años de edad fallecen a consecuencia de un incendio declarado en un piso en El Vendrell (Tarragona).
- 13.11.2014. Cuatro personas -un niño de 11 años, un joven de 18, y los abuelos de ambos, de unos 70 años- mueren intoxicados por inhalación de humo tras el incendio de una vivienda, en Arahal (Sevilla).

Libro 1.indb 41 18/1/19 13:37

• 30.12.2014. Tres personas –un niño de 4 años, su abuela, de unos 70, y un hijo de esta y tío del pequeño, de 45– fallecen al incendiarse una vivienda del casco urbano de Cehegín, en Murcia.

• 12.07.2015. Ocho ancianos fallecen y otros doce resultan heridos en un incendio registrado en la residencia privada de Santa Fe, de Cuarte de Huerva, a 6 kilómetros de Zaragoza.

• 01.12.2015. Tres personas mueren en un incendio registrado en una vivienda unifamiliar, en la parroquia de San Simón da Costa, en el municipio lucense de Vilalba.

• 28.05.2016. Cinco personas de una misma familia, entre ellas un menor de 5 años y un bebe de cuatro meses, mueren en el incendio de una vivienda en Puente Tablas (Jaén).

Todo ello sin hablar del incendio del pasado junio de 2017 en la Torre Grenfell en Londres, en una metrópoli súperdesarrollada de un país bastante más avanzado que el nuestro en protección contra incendios y cuyos por menores ha sido conocidos debido a la magnitud del suceso.

Estos datos, se refieren única y exclusivamente al entorno residencial, en el que el riesgo potencial para que se produzca un incendio, es pequeño, si lo comparamos con el resto de actividades (industriales y no industriales), que conforman nuestros respectivos espacios vitales, tanto en el ámbito profesional como en el ámbito privado, y que están claramente determinados en la reglamentación nacional, llámese C.T.E D.B.S.I.[1] o R.S.C.I.E.I.[2] y que están definidos en el R.I.P.C.I.[3].

No procede, y no es objeto de este artículo, el hacer una relación de sucesos, desgracias, accidentes, en resumen de incendios, acaecidos recientemente (que los hay y muchos), ni de la inmensa gravedad que los acompañan, en lo humano, en lo material y en lo económico.

En relación a la sopa de letras, acrónimos que diría mi antiguo profesor, citada anteriormente (C.T.E D.B.S.I., R.S.C.I.E.I., R.I.P.C.I.), debo decir, que son un compendio de Reales Decretos, de obligado cumplimiento, que a muchos les suena, que se sabe que existen, y que algunos podríamos discutir ciertas interpretaciones mejor o peor redactadas, (para gustos, los colores), pero que casi nadie aplica correctamente.

> Existen una serie de Reales Decretos de obligado cumplimiento en materia de prevención contra incendios que reflejan el nacimiento de un campo profesional.

Dichos Reales Decretos, son, con mirada de gran angular, el nacimiento, el lento nacimiento, por enfatizar el concepto, de una profesión, de un sector, de una parte del tejido industrial y laboral y de una parte del sector funcionarial, que desafortunadamente va 20 años por detrás de algunos países de nuestro entorno.

Podéis hacer, sin necesidad de recurrir a argumentos más gráficos, un fácil ejercicio, que os va a poner en la línea de lo que quiero transmitir. Todos hemos visto esas películas en blanco y negro, de los años 50 o 60, o incluso más antiguas (de gansters o cualquier otro género), en las que un coche choca con un hidrante en la calle, y sale un chorro de agua a presión, que los niños aprovechan para jugar y refrescarse.

Libro 1.indb 42 18/1/19 13:37

Grave deficiencia en empresa con N.R.I. Alto nivel 8. Hidrante de superficie arrancado por un vehículo. Red de hidrantes contra incendios, totalmente fuera de servicio (protección activa). Deficiencia agravada por el trascurso del tiempo sin solucionar.

O cuando el malo de película aplica fuego para romper la cápsula de un rociador (sprinkler), con el objeto de hacer saltar la alarma de incendios e inundar el lugar para escapar.

Pues eso, eran películas en blanco y negro, del año catapum (perdón por la licencia). Ahora bien, ¿cuándo hemos visto en nuestro país esos sistemas de protección contra incendios? ¿cuándo hemos visto sistemas de detección y alarma de incendio, sistemas de extinción automáticos, columnas secas, etc.? Para la verdad, no hace mucho, en comparación. Esta es la triste realidad.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Estoy hablando de un sector altamente regularizado en lo normativo, con un nivel de especialización muy grande, que con total seguridad es mejorable, como todo en esta vida, que nos afecta de cerca y en cualquier aspecto y que por, no sé qué circunstancias, se encuentra siempre a un lado. Solo tienes que alzar la vista y te verás rodeado de medidas de protección contra incendios.

Ahora bien, vamos al fondo del asunto en cuestión: ¿Nos tenemos que fiar del técnico que diseña y calcula dichas medidas? ¿Nos tenemos que fiar del técnico de la empresa instaladora y de esta, que interpreta el diseño e instala dichas medidas? ¿Nos tenemos que fiar del técnico de la empresa mantenedora y de esta, que mantiene dichas medidas? ¿Nos tenemos que fiar del técnico de la administración que aprueba el diseño, el cálculo y la instalación de dichas medidas? ¿Aplica la administración los mismos criterios reglamentarios, en función de, en qué lugar estemos? ¿Nos tenemos que fiar de la compañía de seguros, que nos cobra una prima en función del riesgo asegurado? ¿Nos tenemos que fiar de los servicios externos de incendios?

Libro 1.indb 43 18/1/19 13:37

El tiempo dedicado a la educación (a cualquier edad), en protección contra incendios es mínimo, por ser prudente y no decir "ningún tiempo". Argumento este, que es fácil de defender: ¿Con cuántos extintores de incendio nos podemos cruzar o encontrar a lo largo del día?.

Y lo que es peor ¿Estamos formados y capacitados para el uso de las medidas de protección contra incendios que nos rodean?

La duda razonable es la que, a criterio del juzgado, da y quita responsabilidades. O dicho de otra forma, la duda razonable es el estándar de evidencia requerida para validar responsabilidades en la mayoría de los sistemas acusatorios. Pero esto que yo planteo, no es una duda razonable, es un mar de dudas. Yo me atrevo a decir, que es una soberbia descoordinación, o una enorme desnormalización o no normalización. Curiosa y contradictoriamente de un sector, que lucha y legisla justo por la normalización y la coordinación.

Todo comienza por la educación en protección contra incendios. Desde muy pequeños nos enseñan muchísimos conceptos en cuestión de seguridad, en todos los aspectos y situaciones que se nos pueden dar. No se puede cruzar si el semáforo está en rojo, no se puede tocar ni manipular elementos eléctricos, no se puede tocar ni manipular gas, no se puede acercar a una sartén en la cocina, se deben tener los elementos tóxicos de limpieza fuera el alcance de los niños, no se pueden usar medicamentos, etc.

Sin embargo, el tiempo dedicado a la educación (a cualquier edad), en protección contra incendios es mínimo, por ser prudente y no decir "ningún tiempo". Argumento este, que es fácil de defender: ¿Con cuántos extintores de incendio nos podemos cruzar o encontrar a lo largo del día?... Correcto, la respuesta es acertada. Con muchos. En el garaje, en el súper, en la escuela, en el hospital. Ahora bien, ¿cuántas personas saben usarlos? Uff, ahora sí se entiende lo de la educación.

EDUCACIÓN SOBRE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

A lo largo de mi vida profesional, he podido comprobar como el elemento más común, más cercano, más cotidiano, más barato y más fácil de usar en protección contra incendios, es un auténtico desconocido. La mayor parte de las personas, no saben cómo cogerlo, no saben cuál es el apropiado según qué situación, no saben cómo usarlo. En muchísimas ocasiones, existe una barrera invisible que impide su uso, por diferentes circunstancias debidas al desconocimiento y la falta de educación, tales como: "¿Quién paga el extintor si lo uso?". "Paso de arriesgarme, mejor salgo corriendo". "¿Cómo se rompe el cristal?" y muchas otras..., la lista es larga.

Existe una máxima no escrita de este sector: "Todo incendio grande, comienza por uno pequeño". No se puede decir más con menos palabras.

La situación se complica o agrava respecto a la educación en el ámbito empresarial. Se hacen grandes inversiones para optimizar, amortizar y/o conseguir mejores rendimientos económicos, siendo estas inversiones inversamente proporcionales a las realizadas en segu-

Libro 1.indb 44 18/1/19 13:37

Grave deficiencia en empresa con N.R.F medio nivel 4. Pintura intumescente (protección pasiva), mal aplicada, mal mantenida y con claros síntomas de deterioro. Deficiencia agravada por el trascurso del tiempo sin solucionar.

ridad. Este es un grave error de concepto, generalizado, y que arrastramos desde siempre, debido a la nula o escasa educación al respecto. Incluso cuando dichas empresas reciben un informe de deficiencias en los sistemas de seguridad contra incendios, elaborado por el ingeniero de la empresa de mantenimiento, (obligatorio según normativa), con la que existe una relación contractual, estas deficiencias se obvian, generalmente por ignorancia. Curiosamente en empresas extranjeras, o nacionales de gran importancia, esto no ocurre. Invierten en seguridad para proteger sus procesos productivos, sus instalaciones y su personal, al que forman y capacitan, conscientes de la importancia de ello.

Pero peor es la situación, en las enseñanzas a nivel medio (nulas) o a nivel universitario (escasas), en materia de protección contra incendios. Y si no, solo hay que mirar las titulaciones. ¿Cuántos títulos de Formación Profesional existen? ¿Existe alguno de Protección Contra Incendios, o alguna asignatura dentro del plan de estudios? La misma pregunta podemos hacernos a nivel universitario, ¿Cuántos títulos universitarios existen? ¿Existe alguno de Protección Contra Incendios, o alguna asignatura dentro del plan de estudios? Hay que sumergirse mucho, para encontrar algo en el panorama nacional.

ALGUNOS INTERROGANTES

Entonces, volvemos a la batería de preguntas, de unos párrafos más atrás.

1. ¿Nos tenemos que fiar del técnico competente que diseña y calcula dichas medidas?

Qué remedio nos queda. Sí, nos tendremos que fiar. Aunque no haya cursado (caso general), ninguna materia específica o relativa a protección contra incendios. Esto no quiere decir que todos los técnicos competentes, calculen

Libro 1.indb 45 18/1/19 13:37

mal, sino que existe un porcentaje alto de técnicos no especializados, o con escaso bagaje en P.C.I.[6]

2. ¿Nos tenemos que fiar del técnico competente de la empresa instaladora y de esta, que interpreta el diseño e instala dichas medidas?

Qué remedio nos queda. Sí, nos tendremos que fiar. Aunque no haya cursado (caso general), ninguna materia específica o relativa a protección contra incendios. Además como las medidas las diseñó un técnico competente (que se supone que está formado en P.C.I.), y se certifica en base a su proyecto, pues solucionado.

3. ¿Nos tenemos que fiar del técnico de la empresa mantenedora y de esta, que mantiene dichas medidas?

Qué remedio nos queda. Sí, nos tendremos que fiar. Además como las medidas a mantener las diseñó un técnico (que se supone que sabe), y se certificó en base a un proyecto, por el técnico de la empresa instaladora, (que se supone que sabe), deben de estar bien, ¿no? Además, las revisiones las hace un trabajador (oficial de 1ª, 2ª…), aunque no haya cursado (caso general), ninguna materia especifica o relativa a protección contra incendios y sin carnet profesional (no existe). Además el técnico competente de la empresa mantenedora, certifica el mantenimiento según el criterio y las actas de revisión, redactadas por el oficial, sin haber estado presente en las operaciones de revisión (casi nunca teniendo en cuenta el elevado número de clientes, y de oficiales, lo que hace imposible estar en todos sitios). Pues nada solucionado también.

Grave deficiencia en abastecimiento de agua contra incendios, para B.I.E.S en aspiración negativa. Concatenación de graves deficiencias, cuyo esperpéntico resultado es un sistema de cebado Made in Spain, conectado en la aspiración, de un equipo fuera de servicio. ¿Quién cometió los errores? ¿El proyectista, el instalador, el mantenedor? Es muy difícil de determinar, pero al final el resultado es el de siempre, la red de agua contra incendios totalmente fuera de servicio, y sin visos de solución, debido a múltiples factores, económicos, desconocimiento y/o dejadez del propietario, etc.

Libro 1.indb 46 18/1/19 13:37

Mis disculpas por el tono irónico, pero a estas alturas existen en España un tanto por ciento altísimo (incalculable), de instalaciones de protección contra incendios que adolecen de problemas debido a la suma de estos supuestos errores.

4. ¿Nos tenemos que fiar del técnico de la administración que aprueba el diseño, el cálculo y la instalación de dichas medidas?

Sí. Generalmente bien formados, pero muy a menudo desbordados y con pocos recursos, por lo que se ven obligados en multitud de ocasiones a confiar en la documentación que obra en su poder. Demasiadas trabas para detectar posibles, y en ocasiones, fatales errores.

5. ¿Aplica la administración los mismos criterios reglamentarios, en función de, en qué lugar estemos?

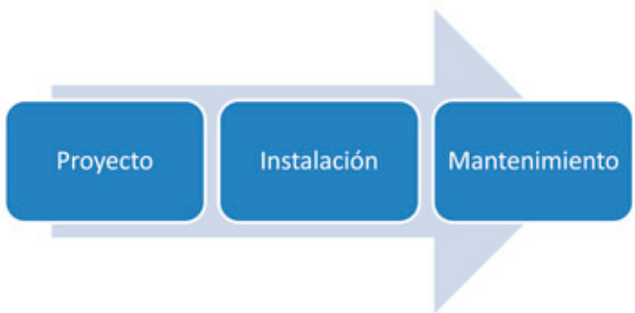
Siendo la normativa de carácter nacional, sin hablar de P.G.O.U´s[4], la respuesta es no. En determinados lugares de España se admiten instalaciones de P.C.I., realizadas por empresas homologadas, con sus epígrafes correctos, certificadas por un técnico competente, con la homologación del fabricante y calculadas en proyecto y en otros lugares no.

6. ¿Nos tenemos que fiar de la compañía de seguros, que nos cobra una prima en función del riesgo asegurado?

En función del riesgo asegurado, es un concepto demasiado amplio. Se suele dar, a menudo, que las compañías de seguros no hacen seguros siguiendo un criterio técnico, generalmente debido, a que el que hace el seguro no entiende de protección contra incendios, solo quiere hacer el cliente y llevarse su comisión. Todo se reduce a rellenar un documento estándar, en el que solo pone si el asegurado tiene este o aquel sistema, sin importar si dicho sistema está bien calculado, bien instalado y bien mantenido. El problema viene cuando se produce un incendio. Si la cuantía a pagar es pequeña no suele haber problemas. Si es grande … Ay, si es grande.

Podéis haceros las siguientes preguntas, si ocurriera un incendio en alguna de las empresas con las deficiencias mostradas en las fotografías de este artículo, con grandes daños, ¿quién sería responsable? y ¿quién pagaría? Pensad… En estos casos, es muy difícil de determinar, pudiendo recaer la responsabilidad en los mismos casos y con los mismos daños, en diferentes sujetos (propietario, proyectista, instalador, mantenedor), en función de la forma de sustanciar y defender el procedimiento, de la documentación existente y del juzgado.

Esto es debido, a lo que yo denomino, linealidad en las instalaciones. Es decir, una instalación de P.C.I. sigue, o debe seguir, la línea establecida reglamentariamente, se proyecta, se instala y se mantiene, algo que está muy bien. Pero esta linealidad, se asemeja a un circuito abierto. Unas líneas más abajo, yo propongo cerrar el circuito, como solución a la problemática situación existente.



Sin embargo, se debe decir que las compañías de seguros fueron, son y seguirán siendo, la vanguardia en materia de protección contra incendios. Determinadas compañías de seguros (algunas) exigen, a veces, a sus asegurados, antes de formalizar el seguro, que cumplan una normativa de P.C.I. con exigencias superiores a la normativa nacional.

La respuesta a esta pregunta sería: “Depende de la compañía aseguradora”.

Libro 1.indb 47 18/1/19 13:37

7. ¿Nos tenemos que fiar de los servicios externos de incendios?

Por supuesto que sí. Generalmente bien formados, pero muy a menudo desbordados y con pocos recursos técnicos, económicos, materiales y de personal. Si bien el primer damnificado es el titular o el dueño de la actividad o instalación, los bomberos son los segundos damnificados. Todos conocemos la magnífica labor que hacen, no me extenderé en esto, no tiene sentido. Pero, el desborde y los pocos recursos que padecen, debidos siempre a temas económicos, se pueden minimizar muchísimo, si se cumplieran bien todos los requisitos que la norma exige.

8. ¿Estamos formados y capacitados para el uso de las medidas de protección contra incendios que nos rodean?

Rotundamente no. Un NO, en mayúsculas, por todo lo expuesto anteriormente. Si a esto le añadimos la componente económica, sería un "no al cuadrado". La contundencia de la respuesta es bestial.

Si somos capaces de entender, que en muchas instalaciones (no en todas) puede haber una suma de factores, que pueden provocar deficiencias y/o anomalías, (de todo tipo y gravedad), que dan como resultado una merma o nula seguridad, en la respuesta a una situación con tanto poder destructivo, ya hemos avanzado bastante.

Pues añadido a esto, hay que agregar este último factor, el humano. Es decir, en el supuesto de una instalación bien calculada y diseñada, bien instalada y bien mantenida, (que ya es suponer), la componente humana tiene un peso específico enorme. Ya no solo en el uso de medios de protección contra incendios, (y voy un paso más allá), también en la formación en protocolos de evacuación. Siempre que digo esto, la respuesta es la misma "en correr". Yo con gesto serio, corrijo en voz alta. "No" es saber hacia dónde y por donde tengo que ir y salir, como lo tengo que hacer, que puertas y/o recorridos debo, o no usar, que puedo y que no puedo hacer, etc.

> Estamos naciendo en protección contra incendios, pero podemos avanzar y dar un paso más. Hace falta un esfuerzo de coordinación importante, y algunas cosas más, que son difíciles (por la magnitud) pero no imposibles.

Y en ese proceso de traslado planificado, debido a una emergencia, que es evacuar, en el recorrido diseñado, calculado y señalizado para ello, que casi nadie usa, (todo el mundo quiere salir por donde ha entrado, no por donde está indicado), me debo encontrar con elementos de protección contra incendios que tengo que romper para usarlos. Hay que reconocerlo y asumirlo, en España nos gusta el riesgo.

Como he dicho anteriormente, estamos naciendo en protección contra incendios, pero podemos avanzar y dar un paso más. Hace falta un esfuerzo de coordinación importante, y algunas cosas más, que son difíciles (por la magnitud) pero no imposibles. Como es de cobardes tirar la piedra y esconder la mano y una vez visualizado el problema, aquí está mi propuesta:

NORMALIZACIÓN EN PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

En primer lugar, haría falta una normalización en protección contra incendios, con unos protocolos de actuación iguales para todos, en

Libro 1.indb 48 18/1/19 13:37

Al igual que existe un seguro obligatorio para vehículos, haría falta un seguro (anual) obligatorio en protección contra incendios, para todas las actividades económicas (no privadas), sin el cual no pudieran ejercer la actividad.

todos los lugares de España, a nivel de la administración. Algo que, con lo que propongo a continuación, es fácil y barato. Se trata de circunvalar la linealidad explicada anteriormente, o dicho de otra forma, cerrar el circuito.

En segundo lugar, al igual que existe un seguro obligatorio para vehículos, haría falta un seguro (anual) obligatorio en protección contra incendios, para todas las actividades económicas (no privadas), sin el cual no pudieran ejercer la actividad.

Pero para la realización de dicho seguro, haría falta un informe favorable (en modelo estándar y con numeración identificativa única), firmado por un técnico titulado, diferente del de la empresa instaladora de P.C.I. y del proyectista inicial (de la CIA aseguradora, de una empresa de P.C.I., de una O.C.A, o de ingeniería independiente), del que se tradujera que la actividad es y está, acorde a la normativa de P.C.I. y acorde al proyecto inicial, debiendo ir acompañado por el certificado del técnico de la empresa instaladora, visado por colegio profesional, acorde al proyecto inicial debiendo indicar, el técnico titulado que realizó el proyecto, nº de colegiado y nº de visado, fecha y colegio profesional, o en su caso los datos equivalentes.

En tercer lugar, para la actualización anual de dicho seguro, bastaría con un informe técnico de deficiencias favorable, o informe de NO deficiencias y anomalías y un certificado de mantenimiento periódico, en base a los puntos c) y e) del R.D. 513/2017 de 22 de mayo, en caso de no variación de la condiciones originales, por las que se concedieron los permisos iniciales, haciendo constar la numeración identificativa única de actividad, para poder adjuntar este al expediente original y que se debería aportar, en todos los casos, para la renovación del seguro.

En último lugar, entrega, para registro y control de dicho informe y seguro de P.C.I., en la administración competente (industria con acceso desde ayuntamientos), poseedora del expediente con numeración identificativa única, por el realizador de dicho informe. A las empresas en actividad, se debería hacer un proceso paralelo y de actualización, ya que todos los documentos existen, con excepción del informe favorable para el seguro obligatorio de P.C.I. y dicho seguro.

Beneficios de dicho proceso de normalización:

1º. Incremento general de la seguridad, en materia de protección contra incendios.

2º. Cobertura oficial (sin grietas ni fisuras), de las CIAS aseguradoras en P.C.I.

3º. Profesionalización del sistema, especialmente en labores correctivas.

4º. Conversión del sistema para un fácil control e inspección, por la administración.

5º. Incremento de puestos de trabajo especializados en el sector. Técnicos titulados universitarios.

6º. Incremento de puestos de trabajo especializados en el sector. Instaladores y/o mantenedores.

Libro 1.indb 49 18/1/19 13:37

7º. Actualización de elementos y sistemas de P.C.I. obsoletos.

8º. Disminución de incendios y por tanto de servicios prestados por los profesionales de servicios externos (bomberos, protección civil, etc.).

9º. Disminución de heridos, daños y costes derivados, al incrementar la seguridad en P.C.I.

10º.- Ampliación y/o implantación de la oferta académica universitaria reglada, en materia de protección contra incendios.

11. Incremento de la educación, a nivel general (población), de los sistemas de protección contra incendios.

En resumen, se trata de cerrar un círculo abierto, es decir, cuando una empresa obtiene los permisos y licencias se olvida de la protección contra incendios, da igual como estén, si bien o mal. Cuando una empresa de mantenimiento le entrega un informe de deficiencias a la empresa, lo más normal es que muera en la papelera (nadie hace caso de esto), mientras el

Libro 1.indb 50 18/1/19 13:37

empresario paga un seguro, no específico de PCI y que la compañía aseguradora solo paga en caso de siniestro si las instalaciones están correctas. Es decir, es un proceso totalmente regulado normativamente, pero tristemente poco o nada eficaz, siempre abierto al criterio del propietario, quien generalmente basa la corrección de dichas deficiencias (que siempre las hay), en criterios económicos y no en la seguridad.

Es decir, el trabajo de cuatro ingenieros, acaba, la mayor de las veces, en la papelera. Todo se reduce a la obtención de la autorización inicial, y luego no me calientes la cabeza con gastos en mi actividad que no producen ningún beneficio, si aquí nunca hay incendios, nunca pasa nada, hasta que sales en las noticias.

El círculo se cierra con el seguro obligatorio y especifico de P.C.I. tras el informe favorable en P.C.I. (recepcionado por el ingeniero de la compañía de seguros), sin el cual no podría hacerse el seguro, regularizando el sector. ■

NOTAS

(1). C.T.E D.B.S.I.: Real Decreto 314/2006 de 17 de Marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y su Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio.

(2). R.S.C.I.E.I.: Real Decreto 2267/2004 de 3 de Diciembre por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales.

(3). R.I.P.C.I.: Real Decreto 513/2017 de 22 de Mayo por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios.

(4). P.G.O.U´s: Planes generales de ordenación urbana.

(5). N.R.I.: Nivel de riesgo intrínseco, según cálculo establecido en el Real Decreto 2267/2004 de 3 de Diciembre.

(6). P.C.I.: Protección Contra Incendios.

(7). B.I.E.: Boca de Incendio Equipada.

Libro 1.indb 51 18/1/19 13:37

Desclasificación de talleres de pintura de vehículos según el reglamento electrotécnico para baja tensión

Declassification workshop car paint by low voltage Electrotechnical Regulations

Pablo Zapico Gutiérrez. Máster Oficial en Energías Renovables. Ingeniero Técnico Industrial. Ingeniero Técnico de Minas.

RESUMEN

Este artículo analiza la desclasificación de los talleres de pintura como entornos con riesgo de incendio y explosión, conjugándolas con la aplicación del Reglamento electrotécnico para baja tensión, de forma que resulten seguras y económicas.

ABSTRACT

painting workshops as environments with risk of fire and explosion, conjugating the application of Electrical Regulation for low voltage, so that they are safe and economical.

PALABARAS CLAVE: Formación preventiva, puesto de trabajo, normas básicas de seguridad minera, cursos y calidad.

KEY WORDS: Preventative training, workplace, Basic Mining Safety, courses and qualities.

Libro 1.indb 52 18/1/19 13:37

En el presente artículo, se analizará la desclasificación, total o parcial, como locales con riesgo de incendio y explosión, de los talleres de reparación de vehículos. Centrándose en los talleres de pintura de automóviles, aunque la mayor parte de lo que se expone es de aplicación general a todo tipo de talleres de automóviles y/o de pintura en general.

La publicación y posterior entrada en vigor, del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, ha supuesto una total modificación en el diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas, y de ventilación de los talleres de reparación de vehículos. La reforma radical del sistema de cálculo e instalación utilizado hasta la aprobación del actual reglamento aconseja hacer un análisis pormenorizado de la nueva regulación y la publicación del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (en adelante CTE), que entró en vigor el 29 de marzo de 2002, hacen indispensable examinar en profundidad ambas normas, analizar los cambios y compararlos con la situación reglamentaria precedente.

Recordemos antes de continuar, que se considera local con riesgo de incendio o explosión aquel en el que puede existir, una mezcla de gases combustibles con aire, en que la combustión, una vez iniciada por un foco de ignición, se propague espontáneamente por su interior con gran velocidad; lo mismo es válido para mezclas de aire con vapores, nieblas o polvo.

Las mezclas explosivas pueden inflamarse, entre otras causas, por la acción de los equipos eléctricos cuando la fuente de ignición (calor, chispa o arco) alcanza una temperatura determinada. La temperatura, a la que la atmósfera potencialmente explosiva puede iniciar una explosión bajo las condiciones establecidas, se denomina temperatura de ignición.

SITUACIÓN ANTERIOR

El Reglamento de 1973, en la Instrucción Técnica MIE-BT 026 clasificaba los talleres de reparación como locales con riesgo de incendio y explosión, y la Instrucción Técnica MIE-BT 027 desarrollaba el sistema y las reglas de instalación eléctrica y de ventilación en estos locales de una forma particular y simplificada. Recogía unas sencillas pautas de diseño que resultaron

Libro 1.indb 53 18/1/19 13:37

útiles y seguras a lo largo de casi treinta años. Eran fáciles de interpretar y su aplicación estaba al alcance de cualquier profesional del sector sin exigir elevados conocimientos técnicos. El punto 9 de la Instrucción MI-BT 027 de ese Reglamento y las hojas de interpretación 12A y 12B, establecían unas indicaciones muy precisas sobre los sistemas de instalación de conductores, conductos, luminarias, pulsadores, ventilación, etc… Por este motivo, la parte relativa a los garajes y talleres de reparación del Reglamento de 1973 no debería haberse derogado, sino únicamente actualizado para adaptarse a los cambios posteriores incluidos en la NBE-CPI 96, referentes a los cables resistentes al fuego e incluir los conductores de baja emisión de humos y libres de halógenos que ya existen desde hace más de un cuarto de siglo. La citada NBE-CPI 96 ha sido derogada por la Disposición Derogatoria Única del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el CTE, en su punto 1 letra g.

El Reglamento de 1973 consideraba que una ventilación estática adecuada, para un garaje o taller de reparación, situado en planta baja, se obtenía dejando una superficie libre de rejillas fijas mínima, equivalente al 0,5% de la superficie en planta del local. Para los emplazamientos situados en sótanos, prescribía una renovación forzada de 15 m^3/h de aire por cada m^2 de su superficie. Esta extracción de aire delimitaba un volumen peligroso máximo acotado por un plano situado a 0,60 metros sobre el nivel del suelo. Las tomas de corriente y las canalizaciones tenían que situarse a una altura superior a 1,5 metros sobre la cota del pavimento. La instalación debía de disponer de un grado de protección adecuado contra la entrada de agua, de polvo y contra los efectos mecánicos, en función de lo establecido en la norma UNE 20324.

El Reglamento de 1973 consideraba que una ventilación estática adecuada, para un garaje o taller de reparación, situado en planta baja, se obtenía dejando una superficie libre de rejillas fijas mínima, equivalente al 0,5% de la superficie en planta del local.

Libro 1.indb 54 18/1/19 13:37

SITUACIÓN ACTUAL

La Instrucción Técnica ITC-BT 28 del nuevo Reglamento para Baja Tensión, sobre instalaciones en locales de pública concurrencia, incluye en su punto 1, titulado "campo de aplicación", a los estacionamientos cerrados y cubiertos para más de cinco vehículos y a los talleres de reparación de vehículos, sin distinguir su uso. Esta mención supone la inclusión de todos los garajes de más de cinco vehículos en la categoría de locales de pública concurrencia sin excepción alguna y correlativamente implica, que se les aplique la Instrucción Técnica ITC-BT 28, que regula ese tipo de instalaciones. Esta catalogación afecta de forma muy importante a los materiales y al sistema de diseño y de instalación de los conductores, circuitos, alumbrado de emergencia, alimentación eléctrica, etc., como se va a detallar más adelante. El nuevo Reglamento establece erróneamente que si se almacenan más de cinco vehículos, los garajes deben considerarse como locales de pública concurrencia. Aparentemente esto no es aplicable a un taller, sin embargo, si pensamos en un concesionario con su respectiva exposición, la cosa cambia. Además el propio taller puede almacenar fuera de la jornada laboral más de cinco automóviles.

El CTE en su Parte I, Anejo III, denominado terminología, considera "recintos no habitables, aquellos no destinados al uso permanente de personas o cuya ocupación por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, solo justifica unas condiciones de salubridad adecuadas. En esta categoría se incluyen explícitamente como no habitables los garajes… y sus zonas comunes".

En el Documento Básico (en adelante DB) SI.1 en su punto 1, tabla 1.1 considera que en general "toda zona cuyo uso previsto sea diferente y subsidiario del principal del edificio o del establecimiento en el que esté integrada debe constituir un sector de incendio diferente cuando supere los siguientes límites:

…

Zona de uso aparcamiento cuya superficie construida exceda de 100 m^2. Cualquier comunicación con zonas de otro uso se deberá hacer a través de vestíbulos de independencia". En la misma tabla in fine, cuando se refiere al uso de aparcamiento prescribe: "Debe constituir un sector de incendio diferenciado cuando esté integrado en un edificio con otros usos. Cualquier comunicación con ellos se debe hacer a través de un vestíbulo de independencia".

Libro 1.indb 55 18/1/19 13:37

En el DB SI sobre seguridad en caso de incendio, Anejo SI A, denominado Terminología, define el uso aparcamiento como "Edificio, establecimiento o zona independiente o accesoria de otro uso principal, destinado a estacionamiento de vehículos y cuya superficie construida exceda de 100 m, incluyendo las dedicadas a revisiones tales como lavado, puesta a punto, montaje de accesorios, comprobación de neumáticos y faros, etc., que no requieran la manipulación de productos o de útiles de trabajo que puedan presentar riesgo adicional y que se produce habitualmente en la reparación propiamente dicha. Se excluyen de este uso los aparcamientos en espacios exteriores del entorno de los edificios, aunque sus plazas estén cubiertas". En conclusión, si consideramos unos 25 m^2 por plaza incluyendo la parte proporcional de los viales, el CTE es aplicable a los aparcamientos de más de cuatro vehículos, lo que supone una modificación de su regulación a nivel de seguridad. Cuando la norma cita 100 m, se supone que son m^2, aunque por error no lo diga expresamente.

Como se puede ver en los párrafos anteriores el CTE contempla los locales destinados a realizar pequeñas reparaciones, pero no la actividad de taller propiamente dicha, que queda fuera de su campo de aplicación; aunque se puede utilizar en muchos puntos como referencia y así se hará en el presente artículo.

El CTE contempla los locales destinados a realizar pequeñas reparaciones, pero no la actividad de taller propiamente dicha, que queda fuera de su campo de aplicación; aunque se puede utilizar en muchos puntos como referencia y así se hará en el presente artículo.

La consideración de los garajes como locales con riesgo de incendio y explosión conlleva que

Libro 1.indb 56 18/1/19 13:37

las instalaciones eléctricas cumplan con los requisitos de las Directivas ATEX 100, relativa a los equipos destinados a utilizarse en atmósferas explosivas y ATEX 137, relativa a la protección de la seguridad y la salud laboral de los trabajadores expuestos a ambientes potencialmente explosivos, transpuestas a nuestro ordenamiento jurídico por los Reales Decretos 400/1999, de 1 de marzo, y 681/2003, de 12 de junio, respectivamente, aplicables a este tipo de emplazamientos. Una interpretación literal de estas normas conduce al absurdo de que sólo puedan acceder a los talleres vehículos preparados para utilizarse en ambientes con riesgo de incendio y explosión (recordemos que un catalizador de automoción alcanza temperaturas superiores a los 500 ºC). Para evitar la aplicación de esta normativa, a todas luces excesiva para un taller, en nuestra opinión la única solución es desclasificar los talleres como locales con riesgo de incendio y explosión.

En un local con riesgo de incendio y/o explosión, antes de diseñar la instalación, hay que delimitar las zonas en las que puede existir un riesgo razonable. Para ello, y aplicando la norma UNE-EN 60079-10, sobre clasificación de emplazamientos peligrosos, se parte de la identificación de las posibles fuentes de escape, susceptibles de generar un ambiente potencialmente inflamable.

Los fabricantes de cabinas de pintura, además de las homologaciones, tienen hechos estudios en función de la ventilación, de forma que el interior de la cabina queda desclasificado respecto al riesgo de incendio y explosión. Estos estudios han recibido el informe favorable de muchas comunidades autónomas, donde se acepta su desclasificación en determinadas condiciones. Todo ello se hizo en base al anterior reglamento de 1973 y ya no tiene validez legal.

Si la cabina está construida in situ (coloquialmente denominada “de obra”), el encargado de realizar esos cálculos es el proyectista siguiendo la norma UNE 60079 y adoptando modos de protección para algunos equipos eléctricos.

Los fabricantes de cabinas de pintura, además de las homologaciones, tienen hechos estudios en función de la ventilación, de forma que el interior de la cabina queda desclasificado respecto al riesgo de incendio y explosión.

Las cabinas deben contar con un automatismo que realice las siguientes funciones:

1. Se deberá realizar un barrido en el momento de la puesta en marcha de la cabina, durante ese barrido no se podrá pintar, por lo que tiene que existir un enclavamiento con la válvula de paso de aire comprimido.

2. Durante el pintado la extracción tiene que estar en funcionamiento.

3. Después del pintado y durante todo el ciclo de secado, se deberá de mantener en marcha la extracción (con caudal reducido), en ese proceso no se debe de pintar a la vez, por lo que la electroválvula de corte del aire comprimido estará en posición de reposo (NC o Normalmente Cerrada).

Dado que los gases de los disolventes tienen una densidad relativa superior a la del aire, se realizará la ventilación por extracción desde el suelo. De esta forma se evacuan los gases que se acumulan en las partes bajas y se forma una corriente de aire hacia abajo que ayuda a que los operarios estén expuestos a una menor can-

Libro 1.indb 57 18/1/19 13:37

tidad de producto y durante menos tiempo. La mayoría de las cabinas comerciales utilizan este sistema. En las cabinas, los objetos grandes no es posible moverlos para realizar el pintado, por lo que es el operario el que se traslada con la pistola, esto produce dificultades para mantener un adecuado flujo de aire en todas las caras del objeto que se va a pintar. En estas circunstancias la ventilación descendente proporciona más protección al operario y le permite una mayor libertad de movimiento. La velocidad del aire para cabinas con operario en el interior, recomendada por la ACGIH (American Conference of Governamental Industrial Hygienists), ANSI (American National Standards Institute) y OSHA (Occupational Safety and Health Administration), varía entre 60 y 100 ft/m (pies por minuto), equivalentes a 18,29 y 30,48 m/min o entre 0,3 y 0,51 m/s.

Las condiciones de ventilación para preservar la salud de los operarios son mucho más exigentes que las necesarias para evitar el riesgo de incendio y explosión. El LIE (límite inferior de explosividad) mínimo de los productos utilizados está en el 0,8% y el mayor TLV en el 0,001%, por lo que cumpliendo la normativa de salud laboral, queda cubierto muy ampliamente el riesgo de incendio y explosión. Es un criterio por lo menos y como mínimo 800 veces más exigente que el del Reglamento Electrotécnico. A esta misma conclusión: "que los requerimientos de control higiénico son muy superiores a los de seguridad por incendio y explosión", llega la ACGIH.

Un cabina de pintura de automóviles tiene unas dimensiones aproximadas de entre 6,6*4*2,8 y 7,2*4*2,85 metros, y se le hacen entre 250 y 300 renovaciones a la hora, lo que da un caudal de 18.480 a 20.520 m^3/h, dado que los extractores típicos de estas cabinas proporcionan unos 24000 m^3/h de caudal máximo, nos encontramos del lado de la seguridad. Hay que comprobar periódicamente el estado de los filtros y cambiarlos en el caso de que su pérdida de carga supere 0,5 mm.c.d.a. Se ha comprobado que entre el 70 y el 80% del disolvente de la pintura se evapora durante el proceso de pintado, el resto se elimina en el secado. La imprimación de un automóvil consume aproximadamente un litro de pintura y el pintado en dos capas unos cuatro litros. La pintura de imprimación tiene típicamente un 53% de volátiles y la de acabado un 57%[1]. El tiempo de pintado es de 25 a 30 minutos para una sola capa y de 40 a 45 minutos para dos capas[2]. La fase de pintura se desarrolla de forma discontinua con proyección intermitente de pintura. El secado en cabina tarda entre 20 y 40 minutos y si se realiza el calentamiento con infrarrojos el tiempo de secado se acorta.

> En los talleres de pintura de automóviles se ha constatado, en la práctica, que la ventilación resuelve el problema de los riesgos derivados de los vapores de disolvente.

En los talleres de pintura de automóviles se ha constatado, en la práctica, que la ventilación resuelve el problema de los riesgos derivados de los vapores de disolvente. El caudal de aire de ventilación mínimo recomendado, en las cabinas, es de 425 Nm^3/minuto con una pistola y de 145 Nm^3/minuto adicionales por cada pistola añadida. La ventilación será como mínimo de 0,5 Nm^3/s por m^2 de sección transversal, no siendo inferior

1 Datos aproximados obtenidos de fabricantes del ramo.

2 ARRIAGA SANZ, J. Mª., *Guía Técnica de medidas correctoras. Ruido. Humos, olores y pinturas. Incendios y Explosiones*; Junta de Andalucía, Consejería de Cultura y Medio Ambiente, Agencia del Medio Ambiente, Sevilla 1988.

Libro 1.indb 58 18/1/19 13:37

En las cabinas de pintura el momento más peligroso se produce en el caso de corte de la alimentación eléctrica a la cabina cuando se está pintando.

a 0,35 Nm^3/s por m^2, ni superior a 0,75 Nm^3/s por m^2. En el caso de cabinas de secado se recomienda un caudal de 0,5 Nm^3/s por m^2, similar, como se puede ver, al caudal de ventilación recomendado para el pintado. Las salas de mezcla se ventilarán con entre 12 y 20 renovaciones hora y la extracción se debe de realizar a nivel del suelo, estas salas deben ser independientes y acondicionadas para tal finalidad.

En las cabinas de pintura el momento más peligroso se produce en el caso de corte de la alimentación eléctrica a la cabina cuando se está pintando. Los extractores dejan de funcionar y aunque exista una electroválvula que cierre el paso de aire comprimido al faltar la tensión, la pistola es susceptible de pulverizar pintura en un pequeño lapso de tiempo, hasta que se acaba la sobrepresión de aire en la manguera. Es poco tiempo, pero no hay ventilación, por lo que se acumula un ambiente potencialmente inflamable procedente de la pintura pulverizada, de los gases preexistentes y del curado de la pintura ya en proceso de secado y sin extracción.

En esta situación, el operario debe de abandonar la cabina de forma inmediata, cerrarla y no volver a ella hasta que se reponga el servicio eléctrico y se haya ventilado convenientemente.

También hay que tener en cuenta que una cabina que no se está utilizando, no presenta en ese momento riesgo de incendio y/o explosión, por lo que en ese intervalo se puede introducir o extraer un vehículo con el motor arrancado de la cabina sin ninguna precaución especial.

Libro 1.indb 59 18/1/19 13:37

PRODUCTO	Nº DE FICHA DEL CAS	TLV (como TWA) ppm	MAK ppm	Pto. de ebullición °C	Densidad relativa del vapor (respecto al aire)	Densidad relativa de la mezcla vapor-aire	I int
ACETATO DE n-BUTILO	123-86-4	150	100	126	4	1,04	
ETANOL	64-17-5	1.000	1.000	79	1,6	1,03	
ETILBENCENO	100-41-4	100	100	136	3,7	1,02	
METANOL	67-56-1	200	--	65	1,1	1,01	
NONANO	111-84-2	200	--	150,8	4,4	1,1	
MESITILENO	108-67-8	25	--	165	4,1	1,01	
TRIMETIL BENCENO (mezcla de isómeros)	25551-13-7	25	20	165-176	4,1	1,01	
TOLUENO	108-88-3	50	50	111	3,2	1,06	
XILENO (*o*, *m*, y *p*)	106-42-3 108-38-3 95-47-6	100	100	138-144	1,02	1,02	
n-BUTANOL				118			
TOTALES				Min. 65	Min. 1,02	Min. 1,01	Mi

Tabla 1. Compuestos químicos presentes en las pinturas y disolventes.

CUMPLIMIENTO DEL REAL DECRETO 379/2001 SOBRE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

La normativa sobre almacenamiento de productos químicos está plasmada en el Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, en la ITC MIE APQ-1, artículo 2, de dicho texto legal, se indica que están exentos los almacenamientos con capacidad inferior a 50 litros de productos de clase B. Los disolventes de la pintura, de acuerdo con la tabla 1 son productos con un punto de inflamación inferior a 55 ºC, y por lo tanto entran dentro de la clase B.

Estos compuestos químicos, se encuentran en los talleres almacenados en recipientes móviles de menos de 3.000 litros por recipiente y que se utilizan con un período de rotación normalmente inferior a 30 días y que se devuelven vacíos al fabricante. Se trata de recipientes móviles metálicos apilables, facilitados por el fabricante y colocados en estanterías metálicas de resistencia mecánica suficiente. Si cumplen la ADR para el transporte por carretera (en cuanto a resistencia mecánica fundamentalmente), no precisan requisitos especiales.

DESCLASIFICACIÓN POR MEDIO DE VENTILACIÓN

Si el local no se desclasifica, sus equipos eléctricos: cuadros, sensores, ventiladores, mecanismos y luminarias deben disponer de un modo de protección para poder utilizarse en un ambiente clasificado legalmente como potencialmente inflamable (modo antideflagrante, seguridad aumentada, relleno pulverulento, seguridad intrínseca, inmersión en aceite, etc…). Resulta curioso que el legislador en la ITC-BT 029.2, cite una serie de modos de protección y otros no. Llama especialmente la atención la inclusión del modo de protección por inmersión en aceite, por tratarse de un método en desuso. No deja de resultar paradójico el hecho de que se omitan el encapsulado (m), la sobrepresión interna (p), la seguridad aumentada (e), la ejecución anti-chispas (n) o el relleno pulverulento (q), que son métodos mucho más habituales en las instalaciones y equipos actuales. Todas estas ejecuciones

Libro 1.indb 60 18/1/19 13:37

Punto de inflamación °C	Autoignición °C	LIE (% en volumen de aire)	Presión de vapor a 20 °C	Velocidad de evaporación (acetato de n-butilo=100)	Clase de temperatura	Grupo de gas
22	420	1,2-7,6	1,2	100	T6	II A
13	363	3,3-19	5,8	340	T6	II A
18	432	1-6,7	0,9		T6	II A
12	385	6-35,6	12,3	610	T6	II A
31	205	0,8-2,9	0,42		T6	II A
44	550	--	0,25		T6	
44-53	470-550	--	0,18-0,25		T6	
4	480	1,1-7,1	2,9	240	T6	II A
27-32	463-528	0,9-7	3,7	63	T6	II A
			<4	45	T6	II A
Min. 4 °C (T6)	Min. 205	0,8-35,6	0,18-12,3		T6	

están avaladas por normas UNE, CEI, CENELEC, etc.; homologadas en base a ellas y disponibles en el mercado.

Un dato a tener en muy cuenta es que una parte importante del parque móvil utiliza gasoleo como combustible. El 60,27% de las matriculaciones de automóviles en España son de vehículos diesel[3]. Recordemos que el gasoleo, aunque se derrame, no es inflamable a temperatura ambiente y su punto de destello, a partir del que empieza a producir vapores potencialmente inflamables, es superior a 60ºC. Los vehículos diesel prácticamente no tienen posibilidades de producir una atmósfera potencialmente inflamable por derrame del combustible, por lo que su peligrosidad a las temperaturas normales es muy baja. Reglamentariamente, no se considera que el gasóleo sea susceptible de desprender, a temperatura ambiente, gases y/o vapores potencialmente inflamables.

Si la instalación eléctrica de un taller se realiza utilizando equipos dotados de modos de protección, el precio de la instalación se multiplica exponencialmente sin aportar un nivel de seguridad que compense respecto al que ofrece la desclasificación del local por medio de la ventilación. Tampoco supone ventaja económica alguna en lo relativo a los equipos y conductos de renovación de aire, pues el CO también hay que diluirlo por su toxicidad. El CO es tóxico para los seres vivos, en cantidades que se inician en partes por millón (ppm.) y su límite inferior de explosividad se sitúa en una concentración mínima del 12,5%, mortal para los humanos, por lo que es imprescindible eliminarlo como veneno mucho antes que como gas potencialmente explosivo. Al ventilar para mantener la concentración de CO por debajo de los límites toxicológicos legales, se consigue una concentración de vapores de gasolina y de hidrocarburos no quemados muy por debajo de los límites peligrosos. El CTE en su Documento Básico (en adelante DB) sobre exigencias básicas de salubridad, HS 3.1.4 prescribe la obligatoriedad de instalar en los aparcamientos de cuatro vehículos, o más; un sistema de ventilación que puede ser natural o forzada. Lo que presupone una disminución apreciable del nivel mínimo de aplicación, ya que el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión lo prescribe para más de cinco vehículos.

3 Fuente: Dirección General de Tráfico, anuario 2007.

Libro 1.indb 61 18/1/19 13:37

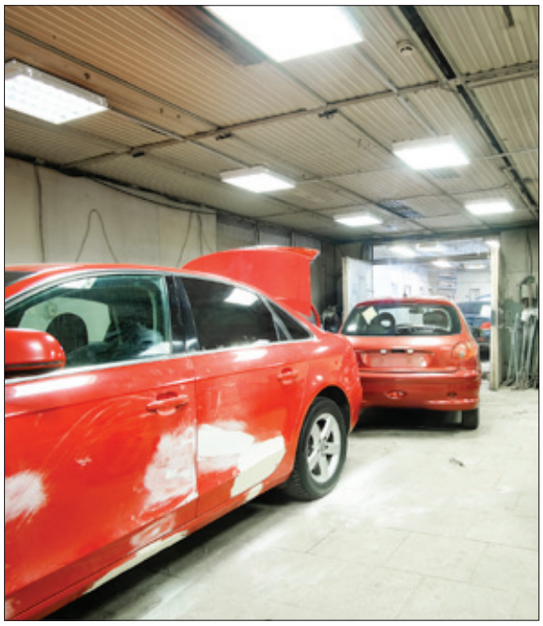
El Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales (SCIEH), no contempla valores mínimos de ventilación, y la norma UNE 23585, sobre sistemas de control de temperatura y evacuación de humos, clasifica la actividad de taller de reparación de partes mecánicas o de carrocerías de automóviles dentro de la categoría de "peligro de incendio normal" N2. Sin embargo esta norma parte de la base de que el incendio ya se ha producido. En este caso se trabajará sobre la hipótesis de evitar que se produzca. Los sistemas de admisión de aire y extracción de humos (SCIEH) que prevé esta norma no son para ser utilizados diariamente.

Las condiciones de ventilación para evitar intoxicaciones son mucho más rigurosas que las necesarias para evitar mezclas explosivas producidas por el monóxido de carbono, los hidrocarburos inquemados, los derrames de combustible y la utilización de disolventes para lavado o pintura. El riesgo de incendio o explosión, producido por estos supuestos, desaparece si el local está correctamente ventilado; excepto en los talleres de pintura, en que la desclasificación no puede ser total, pues la cabina, el almacenamiento y el mezclado de pintura no se pueden desclasificar por completo.

En consecuencia, con independencia de cómo se realice la instalación eléctrica, se debe exigir que estos locales tengan la ventilación adecuada. Una vez garantizada ésta, el proyectista puede fácilmente justificar que no existe el correspondiente riesgo (desclasificación).

La ventilación debe cumplir tres funciones fundamentales:

A) Mantener un ambiente interior con una calidad del aire aceptable para el ser humano durante sus actividades cotidianas, según el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios; las Normas UNE 100011 y 100166 y la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, basados todos ellos en la dilución del CO y de



otros productos. Se garantiza de esta forma la calidad del aire respirado por las personas. Esta exigencia es mucho más restrictiva que las que se exponen a continuación.

B) Diluir o dispersar el gas o vapor que se escapa al aire y que puede dar lugar a la formación de una atmósfera explosiva hasta que su concentración sea más baja que el límite inferior de explosividad (LIE), establecido en las normas UNE 100166 y UNE-EN 60079.

C) Permitir una correcta extracción de humos en caso de incendio, tal y como establecía la Norma Básica de la Edificación NBE-CPI-96[4] y ahora el CTE.

Conviene tomar en consideración que el principal riesgo de los talleres es el de intoxicación de las personas por el monóxido de carbono emitido por los vehículos, de ahí que resulte imprescindible su ventilación. En este sentido, la NBE-CPI 96 exigía una adecuada ventilación y también determinadas resistencias al fuego para las instalaciones que alimentan los servicios de seguridad. De todo ello puede extraerse la con-

4 MORENO CLEMENTE, J.; MUÑOZ GUILLEN, J., *Instalaciones eléctricas en garajes, atendiendo a lo establecido en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión*, 2002, Málaga 2004, inédito.

Libro 1.indb 62 18/1/19 13:37

clusión de que cumpliendo el valor de la ventilación de 15 m^3/h por m^2 que prescribía esta norma, el taller queda desclasificado como local con riesgo de incendio y explosión.

El CTE en su DB sobre exigencias básicas de salubridad HS 3.1.4.1 establece el montaje de la ventilación natural de manera similar a la norma UNE 100166, aunque con menos exigencias. Fija un caudal mínimo de 120 litros/segundo por plaza de garaje. Suponiendo una superficie de 25 m^2 por plaza (incluyendo la parte proporcional de viales), este valor equivale a 17,28 m^3 por m^2 y hora, muy cercano a los valores establecidos en la norma UNE 100166. Si se entra con este dato en la tabla 4.1 del DB HS 3.4.1, se obtiene un valor de superficie de rejillas de aproximadamente un 3,84% de la superficie del garaje, superior al valor prescrito en la norma UNE 100166 que es de un 2,5% de la citada área.

En el caso de ventilación forzada, en el DB HS 3.1.4.2 se prescribe una concentración máxima de 50 ppm de CO cuando haya empleados y de 100 ppm en los demás casos, para ello es preciso instalar detectores enclavados con la ventilación. Esto supone una regulación más orientada a evitar la concentración de contaminantes en el aparcamiento. El CTE obliga además a ejecutar un número mínimo de redes o conductos de extracción acorde con la tabla 3.1 del DB HS 3 que se inserta a continuación.

Número mínimo de redes de conductos de extracción	
P≤15	1
15<P≤80	2
80<P	1+ parte entera de $\frac{P}{40}$
Siendo P el número de plazas de aparcamiento	

Tabla 2. Número mínimo de conductos de extracción s/ DB HS 3.

Todo lo dicho hasta aquí nos lleva a hacernos un planteamiento ¿Era entonces preciso clasificar reglamentariamente los talleres de reparación como emplazamientos peligrosos, para luego tener que desclasificar cada uno de ellos individualmente?

Las condiciones de ventilación para evitar intoxicaciones son mucho más rigurosas que las necesarias para evitar mezclas explosivas producidas por el monóxido de carbono, los hidrocarburos inquemados, los derrames de combustible y la utilización de disolventes para lavado o pintura.

Con independencia de cómo se realice la instalación eléctrica, se debe exigir que los talleres dispongan de una ventilación adecuada. Una vez garantizada esta, el proyectista puede justificar fácilmente la inexistencia del correspondiente riesgo de incendio y/o explosión por acumulación de gases y/o vapores potencialmente inflamables (desclasificación). En el caso de los talleres de pintura, esta desclasificación solo se puede hacer de forma parcial.

Los procedimientos que se pueden utilizar para desclasificar el local son varios:

a) Justificar la ventilación para evitar el riesgo de intoxicación y la ausencia de atmósferas explosivas.

El proyectista puede seguir el modelo que estime oportuno con sus correspondientes cálculos. Se pueden utilizar normas internacionales, nacionales, autonómicas o incluso municipales, pero justificando su idoneidad. El órgano territorial competente en materia de industria de la Comunidad Autónoma correspondiente aceptará o denegará la propuesta, de acuerdo con lo previsto en el artículo 23 del Reglamento Electro-

Libro 1.indb 63 18/1/19 13:37

técnico de 2002. La petición debe realizarse individualmente y con carácter previo al comienzo de cada instalación. Cabe advertir que el silencio administrativo es negativo, con un plazo general para la respuesta de la Administración de tres meses. Por lo que se deberá de tener una respuesta expresa de la Administración competente, antes de comenzar la obra.

b) Excepcionalmente y únicamente como criterio de seguridad equivalente ampliamente contrastado, de acuerdo con el artículo 23.3.b) del Reglamento Electrotécnico de 2002 se podría seguir lo preceptuado el punto 9 de la Instrucción MIE-BT-027 del derogado Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del 1973 y sus hojas de interpretación 12A y 12B, que se considera que proporcionan una seguridad equivalente a la prevista en el actual Reglamento. La larga experiencia en la aplicación de esta norma garantiza la idoneidad de la aplicación de este sistema. Todo ello, como en el caso anterior, previa petición individualizada, de acuerdo con el citado artículo 23 del vigente Reglamento.

Cada Administración competente debería disponer de listados de lo que considera criterio de seguridad equivalente. Como se trata de un acto administrativo dirigido a un número muy elevado e indeterminado de personas, el Ministerio debería publicar en el Boletín Oficial del Estado lo que considera como criterio de seguridad equivalente, de acuerdo con el artículo 59 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común. En caso de que no lo haga, tendría que hacerlo cada Comunidad Autónoma dentro de su ámbito territorial. Lo que sin duda provocaría una cierta confusión y disparidad de criterios.

c) Aplicar la norma UNE 100166, sobre climatización y ventilación de aparcamientos.

La ventilación de los aparcamientos de uso público se regula en la norma UNE 100166, que aplicada a la instalación de un taller, lo desclasifica como local con riesgo de incendio y explosión, en función de la ventilación prevista.

> Dado que la mayoría de los talleres se encuentran a nivel de la calle, se puede solucionar el problema de la ventilación con rejillas fijas en la mayoría de los casos. Esto no es óbice para que se diseñe un sistema de extracción localizada del escape de los vehículos, pero que solo funcionará cuando sea preciso.

En esta norma se contemplan los dos supuestos de ventilación más usuales: la natural y la forzada. En ambos casos se especifican los parámetros mínimos de seguridad que sus redactores consideran adecuados para mantener una correcta ventilación del local. La renovación mínima propuesta está orientada a la dilución del CO y los gases de escape de los vehículos y como ya se ha dicho, establece unos requisitos superiores a la aireación necesaria para evitar el riesgo de intoxicación y por añadidura para eliminar el posible riesgo de incendio y explosión.

El sistema de ventilación propuesto para los aparcamientos públicos es un poco más complejo que el del Reglamento de 1973. Se cambia el caudal mínimo de la ventilación prescrito en 1973 de 15 m^3/h a 18 m^3/h por m^2 de superficie de garaje, con lo que se aumenta un 20 % la capacidad de los ventiladores y la sección de los conductos respecto a la norma anterior.

La norma UNE 100166 prescribe además que una de cada 3 rejillas de aspiración se coloque a un máximo de 30 cm de altura sobre el suelo. Tiene en cuenta que los gases que los vehículos arrojan por el escape son, en su mayor parte, más densos que el aire y se acu-

Libro 1.indb 64 18/1/19 13:37

mulan en las partes bajas. Se trata de la única norma que ha tenido en cuente este detalle. La ventilación tradicional aspirante y cenital no cubre por completo la evacuación de estos gases más pesados que el aire, en cambio las rejillas bajas prescritas por la norma UNE 100166 solucionan perfectamente el problema. Dado que la mayoría de los talleres se encuentran a nivel de la calle, se puede solucionar el problema de la ventilación con rejillas fijas en la mayoría de los casos. Esto no es óbice para que se diseñe un sistema de extracción localizada del escape de los vehículos, pero que solo funcionará cuando sea preciso.

d) Aplicar el CTE.

En el CTE, el documento básico DB SI 4 sobre detección, control y extinción de incendios, prescribe la instalación de un sistema de detección de incendio en todos los aparcamientos con una superficie construida de más de 500 m^2. Lógicamente este sistema tendrá que proporcionar una señal de alarma (interna y externa) y poner en marcha los extractores a su máxima velocidad en caso de siniestro. El punto 8 del DB SI 3 sobre la evacuación de ocupantes, establece un sistema de control del humo del incendio, que además de cumplir lo prescrito en el DB HS 3, debe satisfacer las siguientes especificaciones:

1) El sistema debe extraer 120 litros de aire por segundo y plaza de garaje, lo que equivale aproximadamente a 17,28 m^3/h por m^2 (lo mismo que se prescribía por salubridad en la tabla 2.1 del DB HS 3), activándose automáticamente en caso de incendio mediante una instalación de detección. Las aberturas de extracción de aire más cercanas al suelo, cuando existan, se deben cerrar automáticamente, mediante compuertas E60090 (soportarán 600 ºC durante 90 minutos). El DB HS 3 entra en colisión con el DB SI 4, pues el primero prescribe un sistema de control de humo sin tener en cuenta la superficie del garaje y el segundo solo lo requiere en superficies superiores a 500 m^2. Lo que en mi opinión nos lleva a la conclusión de que es obligatorio instalar un sistema de detección de humos en todos los estacionamientos, independientemente de su superficie.
2) Los ventiladores serán de tipo $F_{400}90$ (soportarán 400 ºC durante un período de 90 minutos), prescripción en la misma línea que lo establecido en la NBE-CPI 96 G18, letra c.
3) Los conductos que transcurran por un único sector de incendio deben tener una clasificación $E_{600}90$. Los que atraviesen elementos separadores de sectores de incendio deben tener una clasificación EI 90 (estables al incendio durante 90 minutos), de forma similar aunque más desarrollada que lo prescrito en la NBE-CPI 96.

e) Aplicar la guía técnica del Reglamento Electrotécnico para baja tensión, GUIA-BT-29, en su edición de febrero de 2015, revisión 2, punto III.3.2.

En este punto concluye el legislador que si se cumplen las renovaciones de aire especificadas en el CTE, Sección HS3, se puede considerar desclasificado el garaje. Con ello intenta desmontar, tarde y mal, el pequeño desaguisado de clasificar, indiscriminadamente, los garajes como locales con riesgo de incendio y explosión.

Libro 1.indb 65 18/1/19 13:37

En los aparcamientos de menos de 100 m^2, si se encuentran por debajo del nivel del suelo, resulta aconsejable, por salubridad de los usuarios, instalar algún tipo de extracción de humos, aunque no sea obligatorio reglamentariamente. Sin embargo los talleres subterráneos deben tener necesariamente ventilación forzada y un sistema de detección permanente de CO que actúe automáticamente sobre el arranque de los extractores. La ventilación forzada se realizará preceptivamente por extracción de aire. Los ventiladores se podrán poner en marcha:

– Manualmente.
– De forma automática temporizada al abrir las puertas.
– Automáticamente, cuando se detecten concentraciones anormales de CO.
– Mediante programación por reloj a unas horas predeterminadas, en función del uso previsto.

VENTILACIÓN NATURAL

La ventilación prevista en el proyecto debe mantenerse siempre incluso en el caso de fallo de suministro.

Los talleres cerrados situados por encima del suelo deberán tener ventilación natural o, en caso contrario, forzada, equiparándose entonces a los subterráneos.

La ventilación natural se realizará mediante rejillas permanentemente abiertas. El Reglamento de 1973 prescribía una superficie mínima de aberturas al exterior del 0,5% de la superficie del garaje. La norma UNE 100166 es más exigente y considera una superficie mínima igual al 2,5% de la superficie de cada planta, con aberturas situadas, al menos, en dos paredes opuestas. Cuando las dos dimensiones o ejes mayores del aparcamiento sean superiores a 30 metros, en su centro geométrico se debe practicar una abertura cenital adicional de superficie igual o mayor al 0,5% de la superficie total del garaje, incluyendo todas las plantas. El problema de las rejillas fijas es que el usuario final, que no es consciente de su utilidad, las tapa para evitar el frío o el calor excesivo y las inutiliza.

Aunque se desclasifique el taller, los conductos de ventilación no quedan desclasificados, por lo que si los motores de los extractores se encuentran dentro del flujo de aire, deberán de disponer de modo de protección.

Una vez desclasificado el taller, las instalaciones son casi totalmente convencionales y se diseñarán de acuerdo con las normas genéricas previstas en el Reglamento de 2002, con la salvedad de los requisitos que deben cumplir como locales de pública concurrencia, pues la instrucción técnica ITC-BT 028 en su punto 1, los clasifica como tales si contienen más de cinco vehículos.

Sin embargo aunque se desclasifique el taller, los conductos de ventilación no quedan desclasificados, por lo que si los motores de los extractores se encuentran dentro del flujo de aire, deberán de disponer de modo de protección.

Los talleres de reparación de vehículos deben tener la ventilación adecuada aún cuando no sean desclasificados. No obstante, para que las instalaciones no tengan que cumplir los preceptos correspondientes a los locales con riesgo de incendio o explosión, es necesario que el proyectista desclasifique el local justificando la oportuna ventilación. Los requisitos que se deben de tener en cuenta están más relacionados con las ga-

Libro 1.indb 66 18/1/19 13:37

rantías para mantener una adecuada y suficiente ventilación, que con las características técnicas específicas de los materiales eléctricos.

En los talleres, el caso más normal es que se encuentren al mismo nivel de la calle, por lo que es posible la ventilación mediante rejillas fijas. En este tipo de locales es normal mantener un portón de vehículos abierto durante toda la jornada laboral. Si el taller no es muy grande, normalmente con eso podría ser suficiente para conseguir la ventilación precisa. Aunque la norma UNE 100166 exige que las aberturas de la ventilación natural se sitúen al menos en dos paredes opuestas, por lo que lógicamente debemos de situarnos del lado de la seguridad. Sin embargo si conjugamos la seguridad contra incendio y explosión, la eliminación del CO como tóxico para las personas y la normativa de prevención de riesgos laborales, la cuestión se complica todavía más y nos encontramos con los límites de exposición de la reglamentación laboral.

LEY 31/95 DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

En las normas UNE que se citan, los caudales de renovación que se han establecido fijando el límite superior de CO en 100 ppm en la norma UNE 100011-91 y de 50 ppm en la norma UNE 100166-92, en el primer caso considerando un tiempo límite de exposición de 1 hora y en el segundo un tiempo límite de exposición igual a una jornada laboral de ocho horas.

El CTE en su DB HS 3, sobre calidad del aire interior, establece unos caudales mínimos de aire en su tabla 2.1, sin embargo no cita para nada el contenido de contaminantes, como el CO; aunque a buen seguro que sus redactores lo tuvieron en cuenta.

En el campo de la higiene industrial, dentro de la prevención de riesgos laborales, y a nivel internacional, los criterios de valoración técnica más conocidos y aplicados en la evaluación higiénica son los propuestos por la *American Conference of Governmental Industrial Higienists* (ACGIH) y por

el *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH). El criterio propuesto por la ACGIH se basa en los denominados TLVs (TLV-TWA, TLV-C y TLV-STEL), y es el que recomienda el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo[5].

Estos criterios se definen de la siguiente forma:

– TLV-TWA: Media ponderada en el tiempo. Concentración media ponderada en el tiempo a la que puede estar sometida una persona normal durante 8 horas al día y 40 horas semanales. Los valores de TLV-TWA permiten desviaciones por encima siempre que sean compensadas durante la jornada de trabajo por otras equivalentes por debajo y siempre que no se sobrepasen los valores TLV-STEL.

– TLV-STEL: Límite de exposición para cortos periodos de tiempo. Concentración máxima a la que pueden estar expuestos los trabajadores durante un período continuo de hasta 15 minutos sin sufrir trastornos irreversibles o intolerables. La exposición a esta concentración está limitada a 4 veces por día, espaciadas al menos en una hora, y sin rebasar en ningún caso el TLV-TWA diario.

5 www.mtas.es/insht

Libro 1.indb 67 18/1/19 13:37

En el caso de los garajes, salas de control, despachos o similares, normalmente el trabajador o el personal de servicio suele encontrarse en recintos o cabinas de pequeñas dimensiones. La solución es mantener estos recintos en sobrepresión, de modo que se impida la entrada en los mismos de los posibles gases tóxicos.

– TLV-C: Corresponde a la concentración que no debe ser rebasada en ningún momento.

Para aquellas sustancias de las que no se disponen datos relativos a valores STEL, los niveles de exposición de los trabajadores no deben superar:

– 3*TLV-TWA durante 30 minutos en la jornada de trabajo.

– 5*TLV-TWA bajo ningún concepto.

Los valores fijados para los TLV se modifican a medida que se tienen nuevos conocimientos sobre los efectos que los contaminantes producen para la salud. La ACGIH publica periódicamente la relación actualizada de sus TLVs, para todo tipo de contaminantes, en la que se incluyen concentraciones y tiempos de exposición. Estos valores se pueden consultar en la Ficha Internacional de Seguridad Química (International Chemical Safety Cards), que para cada producto químico elabora la Organización Internacional del Trabajo (OIT) en colaboración con otros organismos, y que se pueden consultar en la página web del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

En el caso del monóxido de carbono, CO, la ACGIH en 1998, estableció un límite de exposición TLV-TWA de 25 ppm, que es inferior a las 50 y 100 ppm que toman como criterio las normas UNE 100166-92 y la 100011-91 respectivamente.

Por tanto, los límites de exposición para CO se deben tomar:

–TLV-TWA: 25 ppm

–75 ppm en exposiciones de corta duración durante un tiempo total de 30 minutos en la jornada de trabajo.

—TLV-C: 125 ppm valor que en ningún momento se debe superar.

Si tomando el valor de TLV-TWA de 25 ppm y los mismos criterios y procedimientos que establece la norma UNE 100-166-92 se realizan nuevamente los cálculos, se obtiene que el caudal necesario de ventilación resulta igual a 23 l/s*m^2, es decir 83 m^3/h*m^2.

- Límite superior de CO 25 ppm
- Producción de CO 0,2 l/s por coche
- Contenido CO del aire 18 ppm
- Superficie por coche 30 m2
- Coches en movimiento 2,4% del nº total de plazas.

Valor que es muy superior a los 18 m^3/h*m^2.

Este caudal de 83 m^3/h*m^2 para todo el recinto del taller llevaría a instalar sistemas de ventilación y conductos de dimensiones inviables, a la vez que antieconómicas, desde el punto de vista de la inversión y del gasto energético. Además de que el volumen de aire en movimiento hace que sea imposible trabajar allí. Existen varias soluciones posibles:

1. En el caso de los garajes, salas de control, despachos o similares, normalmente el trabajador o el personal de servicio suele encontrarse en recintos o cabinas de pequeñas dimensiones. La solución es mantener estos recintos en sobrepresión, de modo que se impida la entrada en los mismos de los posibles gases tóxicos.

2. Aplicar el caudal de ventilación de 83 m^3/h*m^2 únicamente al recinto de trabajo.

Libro 1.indb 68 18/1/19 13:37

3. Realizar turnos de trabajo, de modo que el tiempo de exposición y el valor de la misma no supere los límites de TLV-TWA expuestos anteriormente. Esto puede estar especialmente indicado para personal de limpieza y de seguridad.

4. Realizar extracciones localizadas de los gases de escape de los vehículos en pruebas dentro del taller, de esta forma se evita tener que realizar una ventilación general tan importante y se soluciona perfectamente el problema.

5. En las exposiciones de los concesionarios y/o talleres de compra-venta, no se deben arrancar o tener en marcha los vehículos de las zonas de exposición con las puertas cerradas, existiendo personal trabajando, ni en presencia de público y/o clientes en el interior.

La norma UNE 100166 se dedica a la ventilación de aparcamientos, pero a falta de otra mejor existente, se considera que proporciona un nivel de seguridad suficiente en los talleres que tienen grandes similitudes con los garajes.

Si se cumple la normativa de prevención de riesgos laborales, que considera las cantidades límite en ppm (partes por millón), el taller queda desclasificado como local con riesgo de incendio y explosión. Recordemos que el límite inferior de explosividad se mide en % de concentración del elemento explosivo en el aire y que está entre el 0,8 y el 1%, como mínimo, para los disolventes utilizados en pintura de automoción.

En cualquier caso y, para todos los sistemas de ventilación expuestos anteriormente que basan sus criterios de diseño en la emisión de CO producida por los automóviles, hay que recordar que la legislación es cada vez más restrictiva en este aspecto, reduciendo gradualmente las cantidades autorizadas de emisión de CO, CO_2, NO_x, etc.[6].

La ventilación natural se realizará mediante las puertas permanentemente abiertas y con rejillas en su caso. El Reglamento de 1973 prescribía una superficie mínima de aberturas al exterior del 0,5% de la superficie del garaje. La norma UNE 100166 es más exigente y contempla una superficie mínima igual al 2,5% de la superficie de cada planta, con aberturas situadas, al menos, en dos paredes opuestas. Cuando las dos dimensiones, o ejes, mayores del aparcamiento sean superiores a 30 metros, en su centro geométrico, se debe practicar una abertura cenital adicional de superficie igual o mayor al 0,5% de la superficie total del garaje, incluyendo todas las plantas. Esta norma es mucho más exigente en cuanto a la ventilación natural que el Reglamento de 1973 y la NBE-CPI 96, ha evolucionado hacia una mayor seguridad.

La norma UNE 100166 se dedica a la ventilación de aparcamientos, pero a falta de otra mejor existente, se considera que proporciona un nivel de seguridad suficiente en los talleres que tienen grandes similitudes con los garajes.

Otro punto que hay que citar es el destino de la salida de ventilación del local. En el caso de ventilación natural está claro, pero en la ventilación forzada existe la duda sobre el punto a donde se debe de conducir. La NTE-ISV, Norma Tecnológica de la Edificación. Instalaciones de Salubridad. Ventilación, contempla que la salida de aire se realizará por la fachada al exterior o por medio de conductos verticales con la salida lo más distante posible de las entradas de aire y

6 MORENO CLEMENTE, J.; MUÑOZ GUILLEN, J., *Instalaciones eléctricas en garajes, atendiendo a lo establecido en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión*, 2002, Málaga 2004, inédito.

Libro 1.indb 69 18/1/19 13:37

a no menos de cuatro metros de cualquier ventana. En las tablas 7 y 8, de dicha norma, se determina la altura libre de los conductos sobre la cubierta, que será siempre superior a 1,1 metros. En las tablas 4, 5 y 6, de la citada norma parte de un caudal de 15 $m^3/h*m^2$.

Sin embargo esta norma no es de obligado cumplimiento. La NBE-CPI 96 no decía nada sobre el punto de situación de la salida de evacuación de gases. Los Reglamentos de 1973 y 2002 tampoco contemplan en caso. El CTE en su DB HS 3, en el punto 3.2.4 establece las distancias y alturas libres de la boca de expulsión de gases sobre la cubierta, con lo que deja claro el asunto. Algunas administraciones locales obligan a canalizar las conducciones hasta un metro por encima de la cumbrera del edificio, como por ejemplo la Ordenanza Municipal de Protección del Medio Ambiente Atmosférico del Ayuntamiento de Gijón.

Los garajes o talleres donde entren más de cien vehículos por su carácter de locales de pública concurrencia, salvo que tengan ventilación natural, dispondrán de un suministro complementario al menos para alimentar los extractores de aire (Instrucción Técnica ITC-BT 28.2.3). Dicha fuente de suministro de socorro debe de cubrir como mínimo el 15 % de la potencia total contratada para suministro del local. Dicho término denominado "potencia contratada" es ambiguo y se presta a interpretaciones, que no siempre se hacen en aras de la seguridad. Para los garajes y talleres de capacidad inferior a cien automóviles no se prescribe reglamentariamente el suministro de socorro.

En todos los garajes o talleres donde coincidan más de 25 vehículos simultáneamente, no incluidos en el punto anterior, también se deberá disponer un suministro complementario para este mismo fin o alternativamente de una señal acústica, externa e interna, que indique la falta de corriente o cualquier otro fallo en el sistema de ventilación. Esta señal, a juicio del autor deberá dar una doble indicación óptica y acústica, interna y externa, y para mayor seguridad los equipos de señalización deberán de funcionar de forma autónoma.

La Instrucción Técnica MIE-BT 29 respecto a los cables armados cita que los conductores para la instalación en emplazamientos clasificados, deben ser acordes con la norma UNE 21123 y armados con alambres de acero galvanizado, sin embargo (en opinión de los autores) si se desclasifica el local, esto no es aplicable

Libro 1.indb 70 18/1/19 13:37

El actual Reglamento de Baja Tensión debería modificarse para recoger las particularidades de las instalaciones en talleres de reparación de automóviles desde un punto de vista más práctico y quizá la publicación de alguna modificación del CTE sea una buena excusa para ello.

y se pueden instalar cables armados con fleje de acero o aluminio, más económicos (tipos DZ-1MAZ1 y RZ1MAZ1 de la norma UNE 21123). Si la desclasificación del taller es parcial, estos conductores no podrán discurrir por las zonas clasificadas en ningún punto de su recorrido.

La desclasificación del local supondría que no le sería aplicable el punto 6.3 de la ITC-BT 29, y por lo tanto su titular no está obligado a conservar toda la documentación citada en dicho punto. Pero por ese mismo motivo, a lo que si estaría obligado, es a mantener, durante toda la vida de la instalación, las condiciones de ventilación que sirvieron para su desclasificación, tal y como establece el artículo 20 del Reglamento de 2002. Se recuerda que en caso de que exista foso, cabina de pintura, batería de mezclado de pinturas y/o almacenamiento de pinturas, el local no puede quedar desclasificado en su totalidad.

CONCLUSIONES

El actual Reglamento de Baja Tensión debería modificarse para recoger las particularidades de las instalaciones en talleres de reparación de automóviles desde un punto de vista más práctico y quizá la publicación de alguna modificación del CTE sea una buena excusa para ello. El realizarlo en una guía técnica, de nulo valor normativo, no deja de ser un mal "parche".

El anterior Reglamento de 1973 enfocaba mejor el problema de las instalaciones eléctricas en este tipo de locales. La aplicación de la norma UNE 60079 es excesivamente farragosa para este supuesto, exceptuando los talleres de pintura.

El legislador debería de modificar la ITC-BT 29 y crear una instrucción técnica adicional específica para este tipo de locales que simplifique su diseño e instalación con criterios generales y coherentes con sus potenciales riesgos. Una guía, sin ninguna base legal, no es una norma de rango legal, como para poder utilizarla para modificar un Real Decreto hecho de forma inadecuada.

La desclasificación de los talleres mediante una adecuada ventilación resuelve el problema hasta que se produzca esa modificación normativa. Una vez desclasificado, se puede diseñar una instalación convencional que sería muy similar a la recogida en el Reglamento de 1973 con la excepción de lo relativo a los cables, los extractores y el alumbrado de emergencia, que deben diseñarse siguiendo los criterios del Reglamento de 2002 y siempre disminuyendo un 20% la intensidad máxima admisible de los conductores.

El monóxido de carbono es tóxico en concentraciones mucho menores al límite inferior de explosividad (LIE), por lo que procede desclasificar estos locales mediante una adecuada ventilación y, posteriormente, diseñar una instalación convencional.

La norma UNE 100166 es válida para todos los talleres, y su aplicación supone un incremento sobre el nivel de seguridad que se ha venido manteniendo desde 1973. Su aplicación minimiza los niveles de riesgo de intoxicación, de incendio y de explosión, hasta un nivel que se puede considerar seguro.

Libro 1.indb 71 18/1/19 13:37

El CTE establece unas medidas de seguridad suficientes en el caso de ventilación que permiten igualmente desclasificar el taller y mantener los niveles de toxicidad por debajo de unos límites razonables de seguridad. Las medidas de mantenimiento y su periodicidad son adecuadas también a los talleres de reparación de automóviles y especialmente a los de pintura.

En todos los talleres donde entren cinco o más vehículos, hay que instalar una central de detección de humos interconectada con los extractores.

Se deben de prescribir extracciones localizadas de los humos de escape, sobre todo en el caso de que sea preciso realizar una prueba que precise mantener el motor arrancado durante períodos de tiempo moderados o largos.

La señal de aviso de parada de la ventilación debería de ser óptica y acústica, para mayor seguridad de los usuarios y ser capaz de funcionar de forma autónoma si fallara el servicio eléctrico externo. ■

NOTAS

1. Todo lo dicho hasta aquí no es de aplicación en el caso de que en el taller entren vehículos de propulsión por medio de gases combustibles comprimidos y/o licuados, en dicho caso el local no se puede desclasificar por los métodos propuestos, por lo que todo lo afirmado hasta el momento no le sería aplicable. En el caso particular de que el gas sea propano o butano, el problema se agrava especialmente cuando se trata de un local por debajo del nivel del suelo o que existan fosos donde se puedan producir acumulaciones de gases más pesados que el aire.

2. Este artículo recoge exclusivamente las opiniones del autor.

FUENTES NORMATIVAS

- Orden de 9 de marzo de 1971, por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad de Higiene en el Trabajo.
- Decreto 2413/1973, de 20 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus modificaciones posteriores.
- Real Decreto 2816/1982, de 27 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento General de Policía de Espectáculos Públicos y Actividades Recreativas.
- Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales, subestaciones y centros de transformación.
- Real Decreto 1457/1986, de 10 de enero, por el que se regula la actividad industrial y la prestación de servicios en los talleres de reparación de vehículos, de sus equipos y componentes.
- Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE (BOE 9-II-93).
- Ley 31/1995, de 8 de junio, de Prevención de Riesgos Laborales.
- DIRECTIVA 96/27/CEE, sobre la protección de los ocupantes de los vehículos de motor en caso de colisión lateral, y por la que se modifica la Directiva 70/156/CEE.
- Ordenanza de Protección del Medio Ambiente Atmosférico del Ayuntamiento de Gijón, publicada en el BOPA nº: 154, de 5 de marzo de 2004.
- Real Decreto 400/1996, de 1 de marzo, por el que dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE (LCEur 1994\839), relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.
- Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE-CPI/96, sobre Condiciones de Protección contra Incendios en los edificios.
- Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE), modificado por el Real Decreto 1218/2002, de 22 de noviembre.
- Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de

Libro 1.indb 72 18/1/19 13:37

productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE APQ-1, MIE APQ-2, MIE APQ-3, MIE APQ-4, MIE APQ-5, MIE APQ-6 y MIE APQ-7.

- Real Decreto 614/2001, de 8 de abril, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

- Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre 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 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales.

- Real Decreto 312/2005, de 18 de marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

- Normas UNE 20324, 20460, 211002, 21123, 21157, 23585, 50085, 50086 (derogada y no sustituida en mayo de 2015), 50102, 50200, 50265, 50266, 50267 y 50268, 50362, 60079, 60335, 60742, 100011 y 100166.

- Normas NTP del INSHT, 181, sobre alumbrados especiales y 211, sobre iluminación de los centros de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- ARCOS, E., "*Desclasificación de garajes mediante dispositivos de ventilación forzada*", FIECOV, Madrid, 2004.

- ARRIAGA SANZ, J.M., coordinador, GERVILLA BAENA, J. y otros, "*Guía técnica de medidas correctoras. Ruido. Humo, olores y pinturas. Incendios y explosiones*", Junta de Andalucía, Consejería de Cultura y Medio Ambiente, Agencia del Medio Ambiente, Sevilla, 1988.

- BARROSO, F. J., La Policía Municipal halla un butrón "reciente" en el sótano del Windsor, El País, 23 de febrero de 2005.

- CALVO SAENZ, J.A., Instalaciones y equipos eléctricos en locales con riesgo de incendio y explosión, Profepro, Madrid, 2003.

- DEPARTAMENTO TÉCNICO DE PEMSA, *El incendio del edificio Windsor y los cables libres de halógenos*, Electronoticias nº 123, abril de 2005, págs. 56-60.

- ESCUER IBARS, F.; GARCIA TORRENT, J., *Manual práctico. Clasificación de zonas en atmósferas explosivas*, Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales, Barcelona, 2005.

- *Guía Técnica de aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión*, Ministerio de Ciencia y Tecnología, www.mct.es

- LLORENTE ANTON, M., "*Comentarios al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión*", Profepro, Madrid, 2002.

- MIRET MÁS, L., "*El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y la protección contra incendios*", www.voltimun.es.

- MORENO CLEMENTE, J., MUÑOZ GUILLEN, J., *Instalaciones eléctricas en garajes, atendiendo a lo establecido en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, 2002*, Málaga 2004, inédito.

- NTE-ISV, Norma Tecnológica de la Edificación. Instalaciones de Salubridad. Ventilación. Madrid, 1975.

- PAREJO VALENCIA, G., "*Problemática de la empresa instaladora ante la implantación del nuevo Reglamento de Baja Tensión, 2004*", www.voltimun.es.

- www.mtas.es/insh, página del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

- ZAPICO GUTIÉRREZ, P.; "*Los locales de pública concurrencia en el nuevo Reglamento de Baja Tensión*", rev. Técnica Industrial, nº extra Matelec 2004, septiembre-octubre, pags.: 66-73, Fundación Técnica Industrial.

- ZAPICO GUTIÉRREZ, P.; "*Las instalaciones eléctricas en garajes en el nuevo Reglamento de Baja Tensión*", rev. Técnica Industrial, nº 266, diciembre 2006, pags. 64-74, Fundación Técnica Industrial.

- ZAPICO GUTIÉRREZ, P., "*Las instalaciones eléctricas en talleres de pintura en el nuevo Reglamento para baja tensión*", rev. Técnica Industrial, nº 283, sept-oct. 2009, págs. 56-66, Fundación Técnica Industrial.

La gestión de residuos en el proyecto de demolición de una nave industrial tipo

Alejandro Arenas Fernández. Grado en Ingeniería Mecánica.

Antonio J. Arenas Quintero. Ingeniero Técnico de Minas.

RESUMEN

Según el Protocolo de gestión de residuos de construcción y demolición en la UE los residuos de construcción y demolición (RCD) suponen debido a su volumen el mayor flujo de residuos de la UE: representan aproximadamente un tercio de todos los residuos generados en la Unión. Una gestión adecuada de los residuos de la construcción y demolición y de los materiales reciclados, que incluya una manipulación correcta de residuos peligrosos, puede suponer grandes beneficios en cuanto a la sostenibilidad y la calidad de vida. Asimismo, también puede reportar grandes beneficios para la industria de la construcción y el reciclaje en la UE, ya que potencia la demanda de materiales reciclados de construcción y demolición.

Palabras clave: Gestión, residuos, demolición.

Libro 1.indb 74 18/1/19 13:37

Vista exterior e interior (cuarto almacén) de una nave industrial tipo.

1. DEFINICIÓN DE RESIDUO

Se define como residuo cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de "Residuo" incluida en el artículo 3.a) de la Ley 22/2011, de 28 de julio, del cual su poseedor se desprenda o del que tenga la intención u obligación de desprenderse, se genere en una obra de construcción o demolición.

2. PERSONAL INTERVINIENTE EN EL PROCESO DE DEMOLICIÓN

Durante el proceso de demolición intervienen diferentes personas desempeñando distintas funciones:

2.1. Productor de residuos

Se entiende como productor de residuos a cualquier persona física o jurídica cuya actividad produzca residuos o cualquier persona que efec-

Libro 1.indb 75 18/1/19 13:37

túe operaciones de tratamiento previo, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de esos residuos.

Entre sus principales obligaciones se encentra cumplir con el proyectado estudio de gestión residuos de construcción y demolición y constituir la fianza u otra garantía financiera equivalente ante el ayuntamiento correspondiente, que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en la licencia urbanística, en relación con los residuos de construcción y demolición.

2.2 Poseedor de los residuos

Se entiende como poseedor de residuos al productor de residuos u otra persona física o jurídica que esté en posesión de residuos.

Su principal obligación es entregar los residuos de construcción y demolición a un gestor registrado.

2.3 Gestor de residuos

Es la persona o entidad, pública o privada, registrada mediante autorización o comunicación, que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de estos.

De forma más concreta, se define como gestor de residuos a la persona física o jurídica, o entidad pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones y la de los vertederos, así como su restauración o gestión ambiental de los residuos, con independencia de ostentar la condición de productor de estos.

3. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN LA OBRA DE DEMOLICIÓN (ORDEN MAM/304/2002)

Durante el proceso de demolición se producen los ya definidos residuos, por lo que se procede la identificación de estos. Todos los residuos de construcción y demolición generados en la obra

Se define como gestor de residuos a la persona física o jurídica, o entidad pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos.

se Clasifican según la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos, según la Lista Europea de Residuos (LER) aprobada por la Decisión 2005/532/CE, dando lugar a los siguientes grupos:

Nivel I: Tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

Nivel II: Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

A continuación, se adjunta la tabla completa donde se recoge la lista europea de residuos (LER), Con sus respectivos códigos.

Residuos de la construcción y demolición [incluida la tierra excavada de zonas contaminadas) (LER)

17 01 Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos.

17 01 01 Hormigón.

17 01 02 Ladrillos.

17 01 03 Tejas y materiales cerámicos.

17 01 06* Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que contienen sustancias peligrosas.

Libro 1.indb 76 18/1/19 13:37

17 01 07 Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.

17 02 Madera, vidrio y plástico.

17 02 01 Madera.

17 02 02 Vidrio.

17 02 03 Plástico.

17 02 04* Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.

17 03 Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados.

17 03 01* Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla.

17 03 02 Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.

17 03 03* Alquitrán de hulla y productos alquitranados.

17 04 Metales [incluidas sus aleaciones].

17 04 01 Cobre, bronce, latón.

17 04 02 Aluminio.

17 04 03 Plomo.

17 04 04 Zinc.

17 04 05 Hierro y acero.

17 04 06 Estaño.

17 04 07 Metales mezclados.

17 04 09* Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas.

17 04 10* Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas.

17 04 11 Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.

17 05 Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje.

17 05 03* Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas.

17 05 04 Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.

17 05 05* Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas.

17 05 06 Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05.

17 05 07* Balasto de vías férreas que contienen sustancias peligrosas.

17 05 08 Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07.

17 06 Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto.

17 06 01* Materiales de aislamiento que contienen amianto.

17 06 03* Otros materiales de aislamiento que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas.

17 06 04 Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.

17 06 05* Materiales de construcción que contienen amianto [6].

17 08 Materiales de construcción a partir de yeso.

17 08 01* Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con sustancias peligrosas.

17 08 02 Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01.

17 09 Otros residuos de construcción y demolición.

17 09 01* Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio.

17 09 02* Residuos de construcción y demolición que contienen PCB [por ejemplo, sellantes que contienen PCB, revestimientos de suelo a partir de resinas que contienen PCB, acristalamientos dobles que contienen PCB, condensadores que contienen PCB].

17 09 03* Otros residuos de construcción y demolición [incluidos los residuos mezclados] que contienen sustancias peligrosas.

17 09 04 Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03.

En la siguiente tabla se organizan los códigos LER por niveles y naturalezas..

Libro 1.indb 77 18/1/19 13:37

Material según Orden Ministerial MAM/304/2002
RCD de Nivel I
1 tierras y pétreos de la excavación
RCD de Nivel II
RCD de naturaleza no pétrea
1 Asfalto
2 Madera
3 Metales (incluidas sus aleaciones)
4 Papel y cartón
5 Plástico
6 vidrio
7 yeso
8 basuras
RCD de naturaleza pétrea
1 Arena, grava y otros áridos
2 Hormigón
3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos
4 Piedra
RCD potencialmente peligrosos
1 otros

4. TIPO Y CANTIDAD ESTIMADA DE RESIDUOS GENERADOS EN EL PROYECTO DE DEMOLICIÓN

En la siguiente tabla se indican los tipos y cantidades de residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra de demolición de una nave que se corresponde a la tipología de nave industrial para almacenamiento, con unas dimensiones de 20 m de ancha por 40 m de largo y 6 m de altura de cumbrera, con un cuarto almacén interior en cuya construcción se han utilizado cerramientos y materiales con amianto lo que obliga a la realización de un plan de desamiantado y a la correcta gestión de los residuos peligrosos.

Los residuos están codificados con arreglo a la lista europea de residuos (LER) publicada por la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero.

Los residuos están codificados con arreglo a la lista europea de residuos (LER) publicada por la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero.

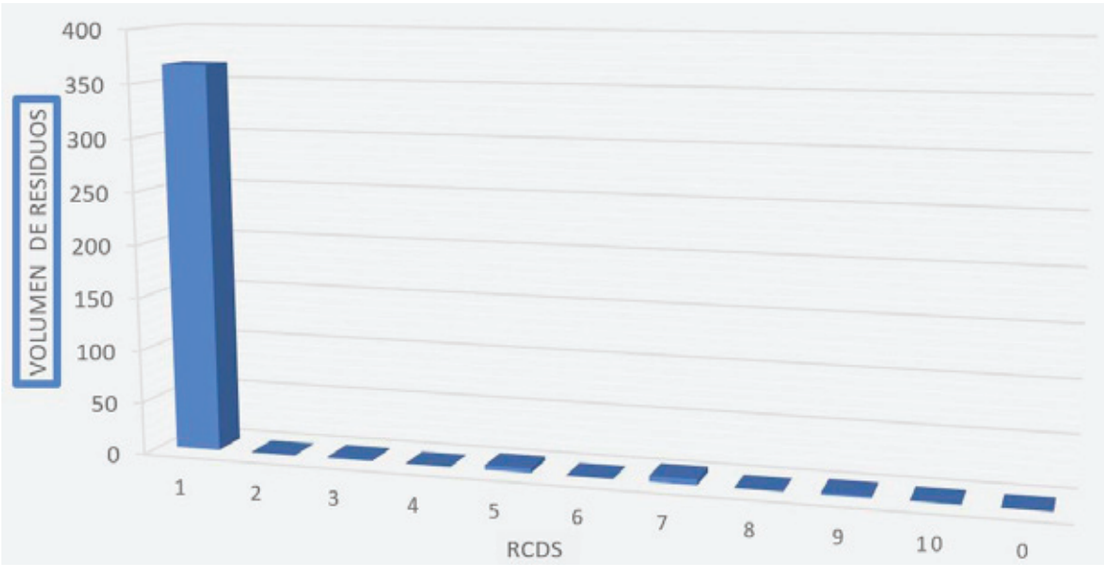
Se ha estimado la cantidad de residuos generados en la demolición, a partir de la medición aproximada de las unidades de obra que componen el edificio a demoler, considerando sus características constructivas y tipológicas, en función del peso de los materiales integrantes de dichas unidades de obra.

Libro 1.indb 78 18/1/19 13:37

Código	RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	Peso (t)	Vol. (m^3)
	De naturaleza pétrea		
17 01 01	Hormigón	878,532 t	366,5 m3
17 01 03	Ladrillos Tejas y materiales cerámicos.	0,496 t	0,396 m3
	De naturaleza no pétrea		
17 02 03	Plástico	0,744 t	1,24 m3
17 02 02	Vidrio	0,125 t	0,125 m3
17 04 07	Metales mezclados	5,22 t	4,17 m3
17 04 11	Cables distintos a los especificados en el código 17 04 10 (6)	0,340 t	0,250 m3
17 04 05	Hierro y aceros	10,562 t	5,38 m3
17 04 02	Aluminio	0,171 t	0,190 m3
	Potencialmente peligrosos y otros		
17 06 05	Materiales de construcción que contienen amianto.	1,2 t	2 m3
20 03 01	Mezcla de residuos municipales (basura)	1,35 t	0,900 m3

NOTAS :
Los tipos de residuos corresponden al capítulo 17 de la citada Lista Europea, titulado "Residuos de la construcción y demolición", y al capítulo 20 titulado "Residuos municipales (residuos domésticos y residuos asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones), incluidas las fracciones recogidas selectivamente" ·

En la siguiente tabla se muestra gráficamente el volumen de residuos generados en la obra de demolición.



Siendo en la tabla:
1. Hormigón.
2. Materiales cerámicos.
3. Plástico.
4. Vidrio.
5. Metales mezclados.
6. Cables.
7. Hierro y aceros.
8. Aluminio.
9. Materiales de construcción que contienen amianto.
10. Mezcla de residuos municipales.

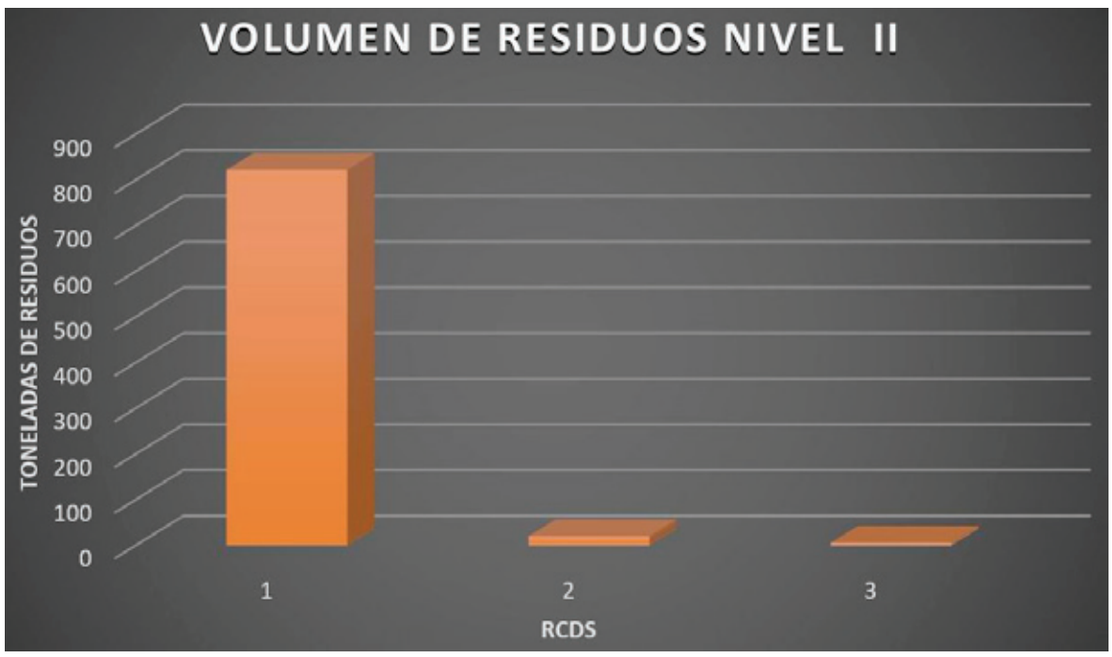
Libro 1.indb 79 18/1/19 13:37

La conclusión que sacamos de la gráfica es que el volumen generado en mayor cantidad es el hormigón con bastante diferencia al resto.

Teniendo en cuenta los datos de volumen generados se llega a la conclusión de que los residuos que se generan en mayor cantidad son los de naturaleza pétrea, seguidos de los de naturaleza no pétrea y de los potencialmente peligrosos en último lugar.

Los residuos que se generan en mayor cantidad son los de naturaleza pétrea, seguidos de los de naturaleza no pétrea y de los potencialmente peligrosos en último lugar.

Vemos estos datos aquí gráficamente:



Siendo en la tabla:
1. Naturaleza pétrea.
2. Naturaleza no pétrea.
3. Peligrosos y otros.

5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA

Con el objetivo de planificar y optimizar la gestión de los residuos generados en la obra se llevan a cabo las siguientes medidas:

– Se optimizará el empleo de materiales en obra evitando la sobredosificación o la ejecución con derroche de material especialmente de aquellos con mayor incidencia en la generación de residuos.
– Se favorecerá el empleo de materiales prefabricados, que optimizan especialmente la generación de residuos.
– En la puesta en obra de materiales se intentará evitar desperdicio de material.
– Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
– Se agotará la vida útil de los medios auxilia-

Libro 1.indb 80 18/1/19 13:37

res propiciando su reutilización en el mayor número de obras para lo que se extremarán las medidas de mantenimiento.
– Todo personal involucrado en la obra dispondrá de los conocimientos mínimos de prevención de residuos y correcta gestión de ellos.

También se realizará un plan de inspecciones periódicas de materiales, productos y residuos acopiados o almacenados para garantizar que se mantiene en las debidas condiciones.

En el caso de que se adopten otras medidas alternativas o complementarias para la planificación y optimización de la gestión de los residuos de la demolición, se le comunicará de forma fehaciente al Director de Obra para su conocimiento y aprobación. Estas no interferirán en el proceso de ejecución de la misma.

6. REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN Y/O ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS Y GESTORES AUTORIZADOS

Las empresas de Gestión y Tratamiento de residuos estarán debidamente autorizadas por la Comunidad Autónoma correspondiente, incluida la gestión de los residuos peligrosos.

La autorización podrá ser otorgada para una o varias de las operaciones que se vayan a realizar, y sin perjuicio de las autorizaciones o licencias exigidas por cualquier otra normativa aplicable a la actividad. Se otorgará por un plazo de tiempo determinado, y podrá ser renovada por periodos sucesivos.

Las empresas de Gestión y Tratamiento de residuos estarán debidamente autorizadas por la Comunidad Autónoma correspondiente, incluida la gestión de los residuos peligrosos.

La autorización solo se concederá previa inspección de las instalaciones en las que vaya a desarrollarse la actividad y comprobación de la cualificación de los técnicos responsables de su dirección y de que está prevista la adecuada formación profesional del personal encargado de su explotación.

Terminología:

RCD: Residuos de la Construcción y la Demolición.

RSU: Residuos Sólidos Urbanos.

RNP: Residuos NO peligrosos.

7. SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS

Según establece el artículo 5.5 del RD 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

En la siguiente tabla se indica el peso total expresado en toneladas, de los distintos tipos de residuos generados en la obra y la obligatoriedad o no de su separación in situ.

Residuo	Total residuo	Umbral según norma	Separación “in situ”
Hormigón	878,532 t	80 t	Obligatoria
Tejas y materiales cerámicos.	0,496 t	40 t	No obligatoria
Vidrio	0,125 t	1 t	No obligatoria
Plástico	0,744 t	0,50 t	Obligatoria
Metales mezclados	5,22 t	2 t	Obligatoria

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

Si por falta de espacio físico en la obra no resulta técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el artículo 5. "Obligaciones del poseedor de residuos de construcción y demolición" del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero.

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma donde se ubica la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

8. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

8.1. Obligaciones Agentes Intervinientes

Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El plan, una vez aprobado por la Dirección Facultativa y aceptado por la Propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

Los Contratistas incluirán, como mínimo, en el Plan de Residuos de Construcción y Demolición que elaboren los siguientes aspectos:

– Política de Medioambiente implantada por el Contratista.

– Organigrama de gestión ambiental.
– Formación y sensibilización ambiental. Curso de formación, el cual debe incluir al menos un módulo de formación y sensibilización en materia de protección ambiental.
– Comunicación interna y comunicación externa. Los requerimientos que se deben establecer para analizar las deficiencias detectadas y acordar acciones correctivas consecuentes con reuniones semanales de progreso.
– Aspectos ambientales. Elemento de la actividad, producto o servicio que puede interactuar con el medioambiente.
– Medidas preventivas.
– Control operacional del seguimiento y medición. Registros y técnico con experiencia que realice el control.
– Situaciones de emergencia. Procedimiento de actuación.
– Normativa ambiental: Normativa estatal y normativa autonómica de Extremadura.
– Relación valorada de los aspectos ambientales.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del

Libro 1.indb 82 18/1/19 13:37

proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización y en última instancia a depósito en vertedero.

Según exige el Real Decreto 105/2008, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición, el poseedor de los residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.

El promotor habrá de obtener del poseedor (contratista) la documentación acreditativa de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y, especialmente, en el plan o en sus modificaciones. Esta documentación será conservada durante cinco años.

Se incluyen los criterios medioambientales en el contrato con contratistas, subcontratistas y autónomos, definiendo las responsabilidades en las que incurrirán en el caso de incumplimiento.

8.2. Gestión de residuos

Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo. El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación. El depósito temporal de los residuos se realizará en condiciones adecuadas a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.

Dentro del programa de seguimiento del Plan de Gestión de Residuos se realizarán reuniones periódicas a las que asistirán contratistas, subcontratistas, dirección facultativa y cualquier otro agente afectado. En las mismas se evaluará el cumplimiento de los objetivos previstos, el grado de aplicación del Plan y la documentación generada para la justificación de este.

Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs, que el destino final (Planta de Reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de Reciclaje de Plásticos/Madera…) sean centros autorizados. Así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados e inscritos en los registros correspondientes. Se realizará un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCDs deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final.

8.3. Separación

El depósito temporal de los residuos valorizables que se realice en contenedores o en acopios, se debe señalizar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado. Los contenedores o envases que almacenen residuos deberán señalizarse correctamente, indicando el tipo de residuo, la peligrosidad, y los datos del poseedor.

Libro 1.indb 83 18/1/19 13:37

El responsable de la obra al que presta servicio un contenedor de residuos adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Igualmente, deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.

El poseedor de los residuos establecerá los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de residuo generado.

Los contenedores de los residuos deberán estar pintados en colores que destaquen y contar con una banda de material reflectante. En los mismos deberá figurar, en forma visible y legible, la siguiente información del titular del contenedor: razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos.

Cuando se utilicen sacos industriales y otros elementos de contención o recipientes, se dotarán de sistemas (adhesivos, placas, etcétera) que detallen la siguiente información del titular del saco: razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos.

8.4 Documentación

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

Se efectuará un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCD presenten los vales de cada retirada y entrega en destino final. En el caso de que los residuos se reutilicen en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

Los residuos que contengan amianto cumplirán los preceptos dictados por la legislación vigente sobre esta materia, así como la legislación laboral de aplicación. Para determinar la condición de residuos peligrosos o no peligrosos, se seguirá el proceso indicado en la Orden MAM/304/2002, Anexo II.

9. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

Por último se recoge la normativa legal de aplicación a los proyectos de demolición.

– Ley de residuos y suelos contaminados.
Ley 22/2011, de 28 de julio, de la Jefatura del Estado.
B.O.E.: 29 de julio de 2011.

– Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 13 de febrero de 2008.

– Criterios y procedimientos de admisión de residuos en los vertederos.
Decisión del Consejo 2003/33/CE, de 19 de diciembre de 2002, por la que se establecen los criterios y procedimientos de admisión de residuos en los vertederos, para su depósito en vertedero para residuos no peligrosos.

– DECRETO 20/2011, de 25 de febrero, por el que se establece el régimen jurídico de la producción, posesión y gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad Autónoma de Extremadura. D.O.E: 3 de marzo de 2011.

– Plan nacional integrado de residuos para el período 2008-2015.
Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático.
B.O.E.: 26 de febrero de 2009.

– Plan nacional de residuos de construcción y demolición 2001-2006.
Resolución de 14 de junio de 2001, de la Secretaría General de Medio Ambiente.
B.O.E.: 12 de julio de 2001.

Libro 1.indb 84 18/1/19 13:37

– Ley de envases y residuos de envase.

Ley 11/1997, de 24 de abril, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 25 de abril de 1997.

Desarrollada por:

Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 1 de mayo de 1998

Modificada por:

Modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 27 de marzo de 2010.

– Real Decreto sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto.

Real Decreto 108/1991, de 1 de febrero, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno.

B.O.E.: 6 de febrero de 1991.

– Real Decreto por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, del Ministerio de Medio Ambiente.

B.O.E.: 29 de enero de 2002.

Modificado por:

Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 13 de febrero de 2008

Modificado por:

Modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 27 de marzo de 2010.

– Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos.

Orden MAM 304/2002, de 8 de febrero, del Ministerio de Medio Ambiente.

B.O.E.: 19 de febrero de 2002

Corrección de errores: Corrección de errores de la Orden MAM 304/2002, de 8 de febrero. B.O.E.: 12 de marzo de 2002. ■

Libro 1.indb 85 18/1/19 13:37

Vista del aspecto del litio y una de las baterías de este metal que se utiliza en telefonía

El litio, su minería y sus efectos

The lithium, its mining and its effects

Miguel Díaz Alcaraz. Ingeniero Técnico de Minas.

El litio es el metal del futuro, se ha convertido en un mineral estratégico pues es pieza claves para las baterías tanto de telefonía como las de los automóviles eléctricos. Hay tres fuentes de obtención, los minerales que lo contienen, las salinas y el agua del mar, los procedimientos para su conversión en forma de carbonato de litio varian según su procedencia. Los mayores yacimientos se encuentran en América Latina.

Libro 1.indb 86 18/1/19 13:37

El litio es un metal alcalino blando de color gris plateado, su densidad es la mitad de la del agua, es un buen conductor del calor y la electricidad, si se le aproxima una llama cambia su color a carmesí aunque si arde a fondo el color se vuelve blanco brillante.

El litio procede de varios minerales: lepidolita, espodumena, petalita y ambligonita, también se obtiene en gran cantidad de las salinas, últimamente se ha establecido un procedimiento para obtener litio del agua de la mar dada su salinidad.

El litio se utiliza para múltiples aplicaciones: fabricar baterías para teléfonos, elementos similares y baterías para automóviles, esmaltes, acondicionamiento de aire, soldaduras especiales, esterilización de aguas de piscinas, como absorbente de CO en vehículos espaciales y en submarinos, etc.

La explotación de los minerales de litio se hace a cielo abierto, el que se obtiene de las salmueras extrayendo la sal y tratándolo como veremos después, y últimamente también se obtiene del agua del mar mediante un procedimiento bastante sofisticado pues se utilizan marcos de metal orgánicos, ("Metal –Organic Framework").

España tiene yacimientos de mineral de litio: ambligonita, en las provincias de Salamanca, Badajoz y Cáceres y hay yacimientos de lepidotita en Pontevedra, si bien nuestra producción es insuficiente para atender la demanda de este metal.

Argentina, Chile y Perú tienen el 85% de las reservas mundiales de este metal, se concentra en el llamado "Triangulo del Litio" (imagen nº 2).

También se encuentra en EEUU, Canadá, China, Congo y Rusia, la demanda de este me-

Triangulo del litio: Argentina, Chile y Bolivia

Libro 1.indb 87 18/1/19 13:37

tal ha hecho que se considere el nuevo “oro blanco”.

La construcción de coches eléctricos ha hecho aumentar su demanda considerablemente, ha pasado de un 5% a un 25% y seguramente seguirá aumentando con el paso de los años.

La construcción de coches eléctricos ha hecho aumentar la demanda de litio considerablemente, pasando de un 5% a un 25% y seguramente seguirá aumentando con el paso de los años.

PROCEDIMIENTOS PARA LA EXTRACCIÓN DEL LITIO

A partir de minerales de litio

Los minerales más aprovechables para obtener litio son la espodumena y la petalita, una vez en la planta en primer lugar se les somete a un proceso de concentración, se le hace un chancado, molienda y flotación.

Después el producto obtenido se somete a una calcinación, tratándolo con acido sulfúrico para tostarlo, el mineral tratado se envía a un estanque donde se extrae la materia soluble mediante lixiviación obteniéndose sulfato de litio.

Posteriormente se purifica el material y se concentra mediante evaporadores, al final se trata con carbonato de sodio obteniéndose carbonato de litio que es el que tiene usos industriales.

A partir de minerales de las salmueras

La salmuera se obtiene mediante perforaciones en las salinas, de ahí se lleva mediante tuberías a piletas de secado para evaporar el agua que trae y eliminar las impurezas y concentrar el litio, las impurezas se devuelven a las salinas, este proceso de evaporación es controlado para evitar que se precipite el litio y deje de ser útil, posteriormente se le mezcla con cal y sulfato de sodio en muy pequeña cantidad.

Finalizadas estas operaciones ya está en condiciones de ser enviado a la planta para producir carbonato de litio, se le añaden diversos productos en función de la composición obtenida y el tipo de sal, en la primera fase pueden ser disolventes, acido clorhídrico, carbonato de sodio, etc... al final el producto obtenido: carbonato de litio que es el que se utiliza mayoritariamente para fabricar baterías.

A partir del agua del mar

Este proceso se basa en las técnicas de desalación del agua del mar, la sal que queda fuera contiene entre otros minerales litio.

El agua pasa por una membrana de densidad desconocida, denominada ((marco de metal orgánico).

El agua del mar se hace pasar esta membrana fabricada en forma de esponja que tiene poros nanométricos que atrapan los iones de litio.

El procedimiento permite prescindir de la elevada presión a que es sometida el agua cuando se quiere desalar, pues como sabemos se efectúa una osmosis inversa para que el agua pase por los filtros y se desale.

Con este tipo de membrana no se hace necesario la gran presión de los otros sistemas, el agua pasa sin problemas, es pues un método ecológico que no altera en absoluto el medio ambiente.

Libro 1.indb 88 18/1/19 13:37

Baterías de teléfonos móviles esperando su recicclaje.

EL PROBLEMA DE LAS BATERIAS DE LITIO

La fabricación masiva de baterías de litio para automóviles lleva aparejados varios problemas:

Cuando se agotan su acumulación puede constituir en el futuro un problema para el medio ambiente.

Las baterías llevan también otros componentes, fundamentalmente níquel y cobalto.

El cobalto se obtiene mayoritariamente en la Republica del Congo que posee el 50% de todo el cobalto del mundo, el otro gran productor es China.

El 25% del cobalto obtenido se utiliza en la fabricación de baterías para telefonía y también para baterías de vehículos eléctricos.

Las condiciones laborales de los mineros son en muchos casos muy penosas, según Unicef más de 40.000 niños entre los tres y siete años trabajan en las minas del sur de este país, la extracción se hace a mano o con herramientas rudimentarias y sin ninguna protección.

A modo de conclusión, el litio se ha convertido en un material estratégico codiciado por las grandes multinacionales. ■

BIBLIOGRAFÍA

- Engadget
- Panorama minero 2016
- http://revistaexactamente.wordpress.com/2011/10/25/extraccion-de-litio-en-el-norte-argentino/
- Litio (Li).
- WebElements.com - Litio.
- EnvironmentalChemistry.com - Litio.

Es Elemental - Litio.

Libro 1.indb 89 18/1/19 13:37

Grado de Minas y Energía: una profesión que mira al futuro

Desde el Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Técnicos y Grados en Minas y Energía de España se ha iniciado una campaña informativa en todas las Escuelas de España donde se cursa el Grado de Minas y Energía para que los estudiantes conozcan las salidas profesionales de esta profesión.

En todas las Escuelas encontraréis carteles como este en el que se anima a los alumnos a conectarse con la profesión a través de un vídeo explicativo colgado en youtube.

Con este vídeo el Consejo invita a los futuros alumnos a que conozcan más de cerca en qué consiste la profesión y los variados campos profesionales que abarca: minas, canteras, explotaciones a cielo abierto, túneles, obras subterráneas, sondeos, captaciones y alumbramientos de aguas subterráneas, excavaciones y demoliciones, usos civiles de explosivos, talleres de pirotecnia y espectáculos pirotécnicos, plantas de beneficio, tratamientos y clasificación de áridos, plantas de hormigón y de asfalto, rocas ornamentales, industrias metalúrgicas y siderúrgicas, investigación geofísica, estudios geotécnicos, estudios hidrogeológicos, estudios medioambientales, direcciones de obras, geotermia, tecnología de hidrocarburos, instalaciones de combustibles, gaseoductos y oleoductos, energías eléctrica, renovables y nuclear, estudios de seguridad y salud, prevención de riesgos laborales, topografía, dictámenes, peritaciones, tasaciones, control de calidad y un largo etcétera.

Además, existen nichos nuevos de trabajo donde los ingenieros de minas tienen mucho que aportar: aplicaciones con drones software de teledetección, investigaciones sobre energías renovables y nuevas tecnologías, etc.

Por su versatilidad estos profesionales ejercen su trabajo en muy diversas empresas, administraciones públicas, universidades, asociaciones, etc.

Y, existe una estrecha conexión entre las escuelas y los colegios profesionales, para que los alumnos cuando entren en el mercado laboral no se encuentren solos. No hay que olvidar que es una profesión colegiada y que para ejercerla hay que estar colegiado.

Por último, y en consonancia con el manifiesto del propio Instituto de Graduados en Ingeniería e Ingenieros Técnicos de España del que forma parte este Consejo, queremos lanzar un mensaje claro a todos los alumnos: los Grados en Ingeniería de Minas y Energía tienen atribuciones plenas para ejercer la profesión; los masteres están concebidos para los alumnos que quieran ampliar conocimientos o especializarse en un campo concreto.

Invitamos a todos los alumnos a que se conecten con esta profesión que, además, cuenta con un nivel de desempleo muy bajo. ■

Libro 1.indb 90 18/1/19 13:37

NORMAS PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS EN LA REVISTA

1. Los artículos enviados para su publicación deberán ser inéditos. No obstante si hubieran sido publicados en algún encuentro científico o profesional deberá indicarse tal circunstancia, a fin de que el comité editorial valore la idoneidad de su publicación.

2. El presentación del artículo será en formato digital en dos tipos de archivo: uno en formato .pdf donde el autor habrá maquetado a su gusto el artículo con la posición de las fotografías, tablas e ilustraciones que lo acompañan; y otro donde irá el texto en formato Word editable. Las fotografías, tablas o ilustraciones, irán en formato .jpg.

3. El título del artículo no sobrepasara los 60 caracteres, contando los espacios. Se podrá hacer un subtítulo de igual extensión. Se valorará positivamente que se adjunte la traducción al inglés del título y el subtítulo.

4. Tras el titulo deberá adjuntarse el nombre y apellidos del autor/autores, con la titulación, empresa o entidad donde trabaja y datos de contacto: teléfono y e-mail. Los datos de contacto no serán publicados en la revista y únicamente son por si el comité editorial debe ponerse en contacto con el/ los autor/es.

5. El artículo irá precedido de un resumen de entre 50 y 150 palabras con una relación de palabras clave. Se valorará positivamente que se adjunte la traducción al inglés.

6. La extensión del texto del artículo no será superior, sin fotografías ni tablas, o ilustraciones, a los seis páginas DIN A4, con tipo de letra Arial 12 y márgenes: superior 2,5 cm; inferior 2,5 cm; derecho 3 cm.; izquierdo 3 cm. El espaciado será 1,5.

7. Si el artículos va dividido en apartados, éstos tendrán un titulo apropiado al contenido, serán concisos, menos de 60 caracteres contando los espacios, y se harán en Arial 14 negrita.

8. Las referencias bibliográficas en el texto se harán con los apellidos del autor y año de publicación. En caso de varios autores se indicará solo el nombre del primero seguido de “et al”.

9. La bibliografía se presentará al final en orden alfabético, indicando apellido e inicial del nombre de cada autor, año, título del trabajo, publicación, número de volúmenes: primera-última página.

10. Los trabajos se acompañarán de, al menos, tantos documentos gráficos (fotografías, tablas, ilustraciones,…), como páginas tenga el artículo. Los pies de fotos, tablas e ilustraciones, estarán perfectamente identificados. En el caso de las tablas, las unidades y símbolos serán los del Sistema Internacional.

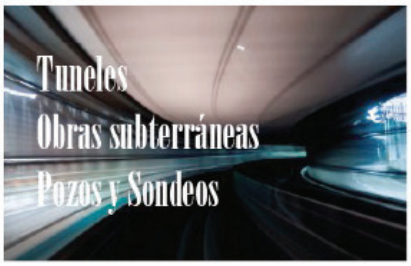
11. Los documentos gráficos tendrán la calidad suficiente para su publicación, y no deberán requerir una reducción mayor del 50% del tamaño que se acompañe.

12. Los artículos se presentarán vía Colegio Territorial al que pertenezca el/los autor/es. En caso de pertenecer a más de un colegio, bastará con la presentación en uno de ellos.

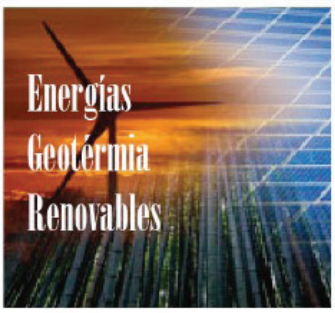
13. Los artículos publicados quedarán en propiedad del Consejo. Los no publicados se devolver al colegio de procedencia.

14. Los autores, con la presentación del artículo para su publicación, aceptan las correcciones de textos y revisión de estilo que decida el comité editorial, así como lo dispuesto en las presentes normas.

¿Aún no sabes qué vas a estudiar?



GRADO DE MINAS Y ENERGÍA



Medio Ambiente, Demoliciones Aguas subterráneas, Administraciones Públicas, Prevención de Riesgos, Geotécnia, Industria petrolera, Seguridad

¿Te atreves?

¿Te interesa?

ESCANÉAME

¡UNA PROFESIÓN QUE MIRA AL FUTURO!
Con muy baja tasa de desempleo

Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Técnicos de Minas y Grados en Minas y Energía

Visita nuestro video explicativo
https://youtu.be/Uz21-ARfDFE