EL TRANSPORTE SIN RIESGOS DE MATERIALES RADIACTIVOS

El transporte de los materiales radiactivos tiene una vital importancia para el pleno desarrollo de la utilización de la energía atómica con fines pacíficos en el mundo entero. El Reglamento del Organismo para el transporte sin riesgos de materiales radiactivos (edición revisada en 1964) se preparó con el fin de fomentar la colaboración internacional en el transporte de dichos materiales, de aprovechar al máximo todos los conocimientos técnicos de que se disponga en esta materia y de facilitar el trabajo de los transportistas. El presente artículo está basado en datos tomados de una conferencia que ante el personal del Organismo pronunció el Sr. George Appleton, de la División de Salud, Seguridad y Eliminación de Desechos Radiactivos.

Si se presta la debida atención a los distintos riesgos que ofrecen, los materiales radiactivos se pueden transportar con la misma facilidad que las mercancías peligrosas «clásicas» cotidianamente expedidas por casi todos los medios de transporte. De ello se desprende lógicamente que si se utiliza al máximo al personal especializado y la pericia del remitente (o del fabricante de los materiales radiactivos), no se requerirá del transportista una atención mayor que la que se presta a las demás mercancías peligrosas. El Reglamento del Organismo se ha redactado con arreglo a esta pauta.

Las precauciones que han de adoptarse en relación con los materiales radiactivos dependen de los efectos perniciosos que sobre los tejidos vivos provocan las radiaciones procedentes de materiales situados fuera del cuerpo humano —riesgo de irradiación externa—, o de materiales alojados dentro del cuerpo —riesgo de irradiación interna. Si bien no existe duda alguna sobre la necesidad de aminorar o suprimir el riesgo citado en primer lugar, debe tenerse en cuenta que el segundo es de una importancia capital, dado el estado crónico a que puede dar lugar. Partiendo del supuesto de que los reglamentos deben permitir lograr un grado de seguridad uniforme, resultaría ilógico aplicar el mismo tipo de control a todos los materiales radiactivos. Por consiguiente, éstos pueden clasificarse con arreglo a los riesgos que entrañen. Este criterio se sigue ya en los laboratorios de radioisótopos del mundo entero.

La mayor parte de los materiales ordinarios contienen vestigios de sustancias radiactivas. Es, pues, necesario definir los «materiales radiactivos» como aquellos que poseen una actividad específica superior a un valor determinado, que se ha fijado en 0,002 μCi/g.

Los peligros que encierran los materiales radiactivos, tal como se acaban de definir, dependen, entre otros factores, de la concentración de la radiac-

tividad por unidad de masa, o sea, de la actividad específica. En general, cuanto más baja es la actividad específica, tanto menor es el riesgo potencial. Así, como primer paso en una clasificación de los materiales radiactivos respecto del riesgo que entrañan, podemos considerar dos clases generales: materiales radiactivos de baja actividad específica y radionúclidos. Como ejemplos de materiales de baja actividad específica, pueden señalarse el uranio natural y el torio, en forma de minerales, concentrados y metales (sin irradiar). A su vez, los radionúclidos pueden subdividirse en grupos que reflejen sus riesgos potenciales relativos; lo ideal sería estudiar cada radionúclido por separado, pero, por razones de orden práctico, se clasifican en ocho grupos.

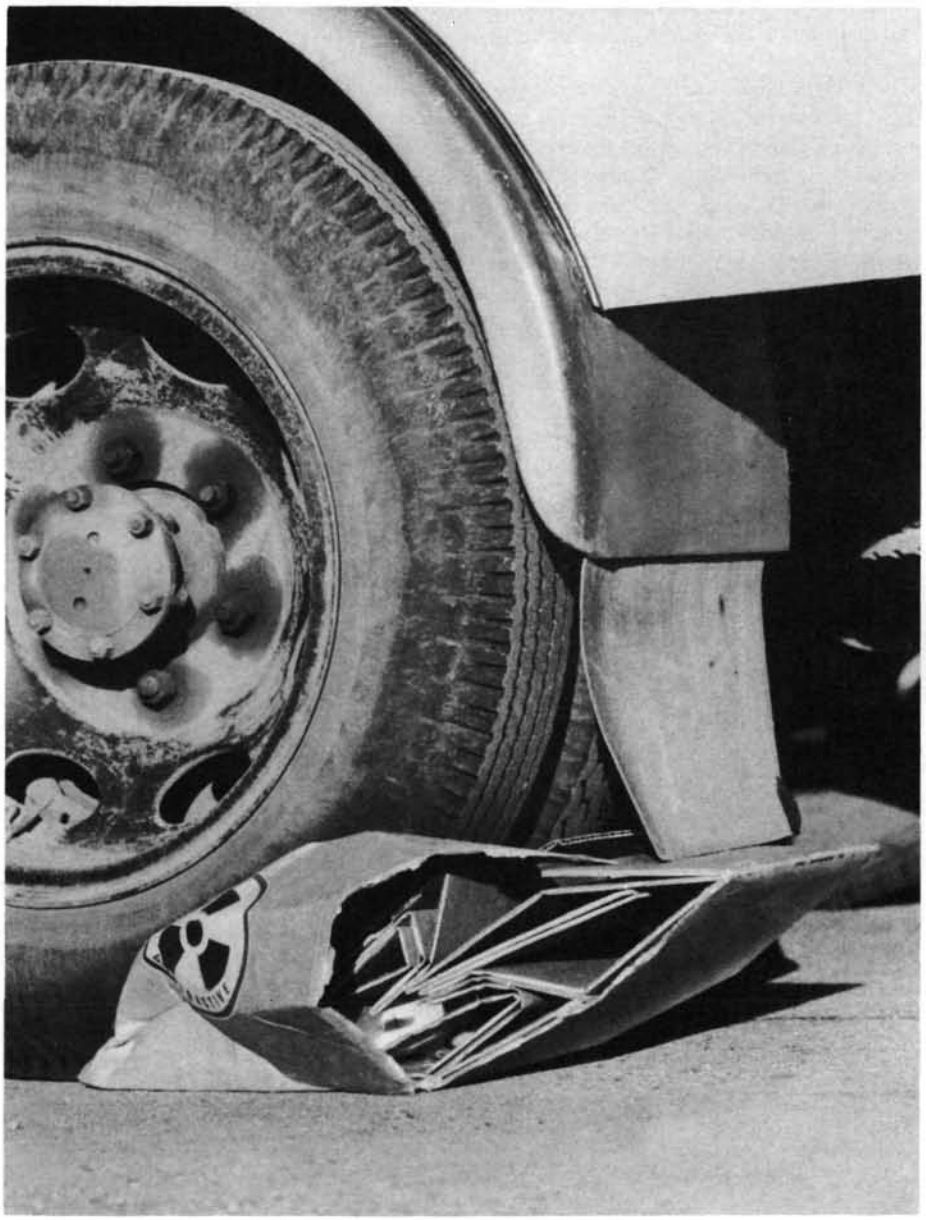
Otra cuestión que se plantea es la de la cantidad de actividad; así, se han establecido unos límites que abarcan desde las denominadas «cantidades exentas» hasta las que exigen la mayor vigilancia, o sea, las denominadas fuentes de radiación de elevada intensidad. En relación con estos límites y en cuanto a los radionúclidos se refiere, debe mencionarse la tolerancia que se practica respecto de aquellos materiales que se presentan en una forma que ofrece pocas probabilidades de dispersión (llamados materiales en forma especial). Estos materiales puede que no sean dispersables y radiactivos per se, o bien ir encapsulados de manera que presenten estas propiedades.

Algunos materiales radiactivos son susceptibles de fisión. En tal caso, el control que ha de ejercerse es independiente por completo del aplicado para

---

Embalajes del tipo A para sustancias radiactivas (de la película del OIEA « Transporte sin riesgos de materiales radiactivos »).

Fotografía tomada de la película del OIEA « Transporte sin riesgos de materiales radiactivos »: un embalaje del tipo A para radioisótopos es aplastado por un camión. La secuencia a que esta fotografía pertenece muestra las medidas que se han de tomar en caso de accidente.



contrarrestar los riesgos radiológicos, pero, en la medida de lo posible, se observa el mismo criterio. De este modo, se definen pequeñas cantidades de materiales radiactivos, que al mismo tiempo son fisionables, respecto de las cuales no se exige ningún otro control. Se menciona más adelante el transporte de cantidades grandes de sustancias fisionables.

SISTEMAS PARA GARANTIZAR LA SEGURIDAD

Los dos sistemas fundamentales para garantizar la seguridad frente a las radiaciones son el confinamiento y el blindaje. El objeto del primero es impedir la dispersión del material y su absorción por el cuerpo humano; con el segundo se trata de reducir la radiación emitida a un nivel admisible que no presente riesgos. En los centros de trabajo, la protección puede efectuarse por medio de instrumentos y complementando la acción de éstos con procedimientos especiales de manipulación; en cambio, cuando se trata del transporte, es esencial que la protección sea inherente al embalaje. Este deberá ser capaz de resistir las condiciones que puedan darse durante el transporte.

Es relativamente sencillo conseguir un embalaje que resista las condiciones normales de transporte. En caso de accidente, un embalaje puede quedar completamente destruido y su contenido dispersado. La solución más simple consistiría en exigir que todos los materiales radiactivos que hayan de ser transportados lleven un embalaje, muy sólido, capaz de resistir accidentes graves. Sin embargo, puede demostrarse que, aunque se dispersen pequeñas cantidades de radionúclidos en caso de accidente, la posible exposición de las personas quedará dentro de límites admisibles. Además, un porcentaje muy elevado de los envíos de materiales radiactivos ordinarios se efectúan en cantidades pequeñas, lo que hace que la norma que exige un embalaje muy sólido resulte innecesariamente restrictiva y superflua. Por esta razón, en el Reglamento se han definido aquellas cantidades pequeñas de radionúclidos que pueden transportarse en embalajes que sólo han de resistir las condiciones normales y a los que se ha asignado el nombre de embalajes del tipo A. Las cantidades mayores de radionúclidos sólo se podrán transportar en embalajes que puedan resistir accidentes graves, denominados embalajes del tipo B.

Cuando se trata de materiales de baja actividad específica, la pequeña cuantía de la actividad presente, junto con su dilución, justifica una cierta flexibilidad en el empleo de embalajes industriales sólidos, como son los bidones metálicos o los sacos con revestimiento, o bien el transporte de los materiales a granel.

A fin de facilitar la aceptación de un embalaje y su contenido radiactivo (lo que se denomina un bulto) para su transporte internacional, es preciso que cumpla ciertas normas universalmente aceptadas. Esto está previsto en el Reglamento en forma de una serie de principios de diseño para los embalajes del tipo A y del tipo B, complementados por una serie de ensayos mecánicos y físicos, en los que se simulan, en la medida de lo posible, tanto las condiciones normales como las que se darían en caso de accidente. Cualquier bulto, ya sea del tipo A o del tipo B, debe poder resistir la correspondiente serie de ensayos

sin que se produzca ninguna pérdida o dispersión de su contenido de material radiactivo y sin que quede afectada la eficacia del blindaje.

El embalaje debe alojar y servir de blindaje a su contenido radiactivo durante el transporte. No obstante, mientras se llena el embalaje, el material radiactivo puede quedar en contacto con las superficies externas del bulto y permanecer en ellas. El Reglamento fija los valores máximos admisibles de esta contaminación, con los que se puede entregar un bulto para su transporte.

ROTULOS Y ETIQUETAS

Si se presta la debida atención al material, a la limitación de la cantidad y al empleo de un embalaje adecuado, el bulto en su forma definitiva podrá penetrar en el ámbito del correspondiente medio de transporte como una unidad que ofrece per se una relativa seguridad. La única información que se precisa en su exterior es que el bulto contiene material radiactivo y una indicación, claramente redactada, de la intensidad de la radiación emitida, no en la superficie, para la que están fijados los límites admisibles, sino a 1 m del centro del bulto, lo que se llama el «índice de transporte»; este índice es utilizado por los operarios del transportista para eligir la posición adecuada que debe darse al bulto dentro del vehículo de transporte. Esta información se indica en etiquetas que han de fijarse en dos superficies opuestas del bulto.

Cuando se trate de cantidades pequeñas de radionúclidos, o bien de pequeñas cantidades que vayan incorporadas, como partes integrantes en aparatos o instrumentos, bastará con que el embalaje ofrezca la debida estanquidad en condiciones normales de transporte, o simplemente con que sea suficientemente robusto. No es preciso fijar etiqueta alguna en el exterior del bulto, pero es necesario que la irradiación externa y cualquier contaminación superficial queden por debajo de los límites máximos prescritos.

Por lo que se refiere a los materiales de actividad específica baja, que pueden transportarse en bultos industriales sólidos o a granel, el único requisito es que en condiciones normales, no debe haber escape alguno al exterior de los bultos o del vehículo o compartimientos en que se transporten los materiales a granel. Sin embargo, dado que no existe control alguno de la contaminación sobre las superficies externas de los bultos o al cargar el material a granel, es preciso que todas las expediciones de este tipo sean transportadas como «cargas completas», lo que quiere decir que ha de reservárseles el uso exclusivo del vehículo, bodega o compartimiento, y que han de ser cargadas, descargadas y manejadas de conformidad con las instrucciones del remitente o del destinatario. Una vez terminada la operación de transporte, y si el vehículo o bodega no se va a utilizar de nuevo para estos materiales, el remitente tendrá la obligación de cerciorarse de que el espacio correspondiente se purifica o descontamina por debjao de los valores máximos admisibles prescritos en el Reglamento.

Se prevé también el transporte de ciertos materiales de baja actividad específica, uranio natural y torio sin irradiar en todas sus formas, excepto en

estado gaseoso o líquido, en bultos industriales sólidos, en expediciones que no correspondan a la modalidad de «carga completa». Todo bulto de esta naturaleza deberá ir debidamente etiquetado, no contener una actividad que exceda de los límites fijados para los embalajes del tipo A y satisfacer las normas relativas a la emisión de radiación externa y a la contaminación de las superficies externas.

FUENTES DE RADIACION DE ELEVADA INTENSIDAD Y SUSTANCIAS FISIONABLES

Las fuentes de radiación de elevada intensidad representan de ordinario una actividad de muchos miles de curies y pueden comprender remesas grandes o combustibles irradiados. El Reglamento exige que se utilice un embalaje del tipo B, pero más adelante se establecen disposiciones adicionales referentes a los bultos (embalaje y contenido). Las normas adicionales fundamentales tienen el objeto de cerciorarse de que en el interior del bulto existen unas condiciones satisfactorias de temperatura y presión, especialmente dado que puede hallarse presente un medio líquido u otro medio transmisor del calor, y a limitar la temperatura en los puntos accesibles de las superficies exteriores del bulto.

Con objeto de facilitar su aceptación universal, el Reglamento incluye criterios detallados y aceptados internacionalmente para el diseño de los bultos. Además de la aprobación del diseño de un bulto, se deberá obtener asimismo la aprobación de la expedición concreta de que se trate.

Se establecen asimismo otras disposiciones aplicables a la expedición de sustancias fisionables. Su finalidad es garantizar que no se darán aquellas condiciones que pudieren provocar una reacción nuclear en cadena. Los métodos consisten en limitar la cantidad (masa) por bulto, en diseñar éste adecuadamente o en limitar el número de bultos que es permisible reunir. Los bultos se dividen en tres clases: Los bultos de sustancias fisionables de la clase I, que ofrecen seguridad en cualquier número y con cualquier disposición, debido a su diseño: los bultos de sustancias fisionables de la clase II, que no entrañan riesgo alguno en número limitado y con cualquier disposición, y que se controlan en parte por su diseño, y los bultos de sustancias fisionables de la clase III, que sólo pueden transportarse en condiciones especiales. Para determinar el número admisible de bultos de sustancias fisionables de la clase II se utiliza el índice de transporte; limitando el número total de los índices de transporte correspondientes a los bultos permitidos en una posición determinada a la misma cifra que se admite para el control de la radiación externa, el transportista podrá aplicar las mismas reglas de colocación a todos los bultos etiquetados, sin complicación alguna. Se han introducido, por supuesto, unos elevados coeficientes de seguridad para prever el caso de que se reúnan inadvertidamente un número de bultos superior al permitido.

En el Reglamento se incluyen criterios aceptables en el plano internacional para el diseño de bultos de sustancias fisionables de las clases I y II. Es importante llegar a un acuerdo international sobre el diseño de estos bultos,

Transporte de combustible irradiado en Inglaterra (de la película del OIEA « Transporte sin riesgos de materiales radiactivos »).

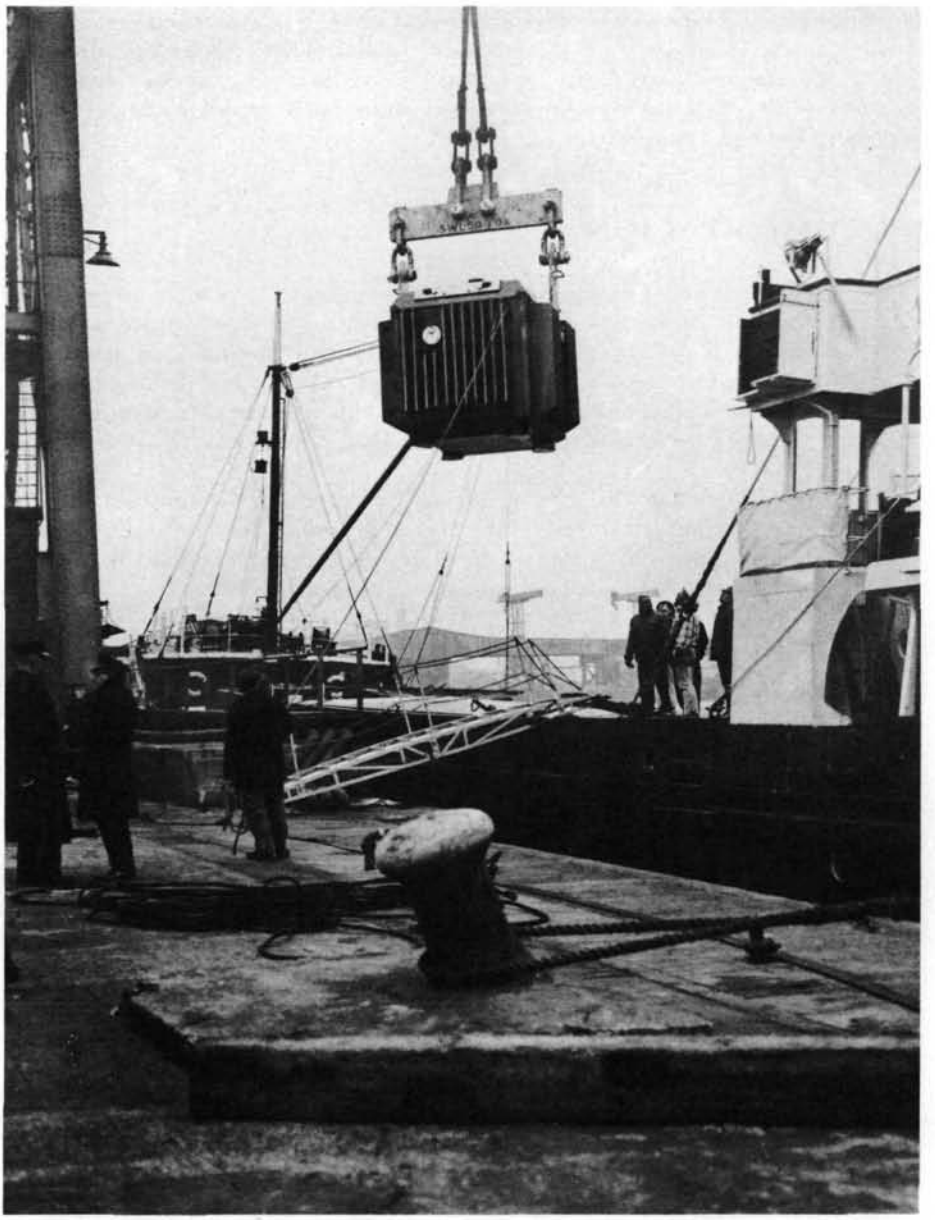
ya que las expediciones que puedan «encontrarse» durante el transporte han de ser compatibles entre sí, es decir, no deben dar lugar a interacciones peligrosas.

COLOCACION DE LA CARGA COMPLETA EN EL VEHICULO DE TRANSPORTE

En general, la colocación y disposición de una remesa es misión del transportista. Sin embargo, cuando se trata de materiales radiactivos, esto sólo es cierto en parte, ya que existe la condición de colocación como « carga completa » incumbiendo todas las operaciones correspondientes al remitente, al destinatario o a sus representantes.

Puede recurrirse a la colocación en carga completa en el transporte de cualquier expedición, pero existen ciertas cargas para las que es obligatoria. Este último caso se da cuando se presentan circunstancias anormales respecto de las previstas de un modo general en el Reglamento y que, por consiguiente, hacen preciso un cierto grado de acceso restringido. Por ejemplo, cuando se presenta un intenso campo de radiación externa alrededor de un bulto, debido a que el índice de transporte, o el número de miliroentgens por hora a 1 m de su centro, excede de 10; cuando la temperatura de las superficies exteriores

Descarga en un puerto inglés de un recipiente de acero de 50 toneladas que contiene elementos combustibles procedentes de la central nucleoeléctrica de Latina (Italia).



es relativamente elevada (superior a 50°C) o en el caso de una fuente de irradiación de elevada intensidad; o bien, cuando existe un problema de contaminación, como sucede cuando se trata de bultos sin etiquetar de materiales de baja actividad específica o de cargas a granel de dichos materiales.

El transportista facilitará el vehículo, o parte de un vehículo, y el remitente, o su representante en la colocación de los materiales habrán de observar las condiciones establecidas, tanto en lo que se refiere a cualquier restricción de que aquéllos sean colocados junto con otras mercancías, como a la limitación de la intensidad de dosis de la irradiación externa en las superficies límites de los vehículos o sus repuestos y a las distancias especificadas de los mismos o en los espacios que vayan ocupados por el personal de servicio de los vehículos o por pasajeros.

DOCUMENTACION

El nexo entre los compromisos del remitente y la función que ha de desempeñar el transportista reside en el certificado de que el material radiactivo ha sido embalado y marcado con arreglo a las normas pertinentes y se encuentra en perfecto estado para el transporte. Al facilitar dicho certificado, el remitente se hace implícitamente responsable del cumplimiento de todas las disposiciones referentes al embalaje, empacado y etiquetado.

En determinados casos, el remitente ha de obtener la aprobación de un organismo independiente o de la autoridad competente. El certificado del remitente deberá entonces ir acompañado de los certificados, o copias de los mismos, en los que se reflejen las mencionadas aprobaciones.

La aprobación de la autoridad competente será requisito indispensable para los diseños de los embalajes del tipo B y de las cápsulas destinadas a materiales en forma especial, para los diseños de los bultos para materiales radiactivos pirofóricos y para las fuentes de radiación de elevada intensidad y sustancias fisionables de las clases I, II y III, así como para la expedición de fuentes de radiación de elevada intensidad y bultos de sustancias fisionables de la clase III.

En principio, en los transportes de carácter internacional, las aprobaciones habrán de solicitarse de las autoridades competentes de todos los países a través de los cuales haya de pasar y al que esté destinada una expedición de material radiactivo. No obstante, si existe un cuerpo, aceptado internacionalmente, de normas o criterios respecto de los cuales se pueda extender una aprobación, bastará con que una sola autoridad competente declare que se satisfacen los citados criterios; por razones de mera comodidad, dicha autoridad competente será lógicamente la del país de que proceda el diseño de un embalaje o una expedición concreta. Esta es la base sobre la que se ha desarrollado el sistema de aprobaciones de la autoridad competente en el Reglamento de transporte del Organismo. De este modo, en aquellos casos en que se encuentra establecida una serie detallada de normas, como sucede en el caso del diseño

de los embalajes del tipo B, se exige exclusivamente una aprobación unilateral, a saber, la de la autoridad competente del país de origen; cuando tales normas no existen o son incompletas, se exige una aprobación multilateral, esto es, la de las autoridades competentes de todos los países interesados.

Se exige asimismo del remitente que facilite, en el momento de la entrega de la remesa para su expedición, detalles completos acerca de la naturaleza, cantidad y embalaje del material radiactivo. No es absolutamente indispensable que esta información acompañe a la expedición, pero deberá estar disponible cuando se efectúe la carga, descarga y cualquier transbordo.

EL TRANSPORTISTA

La función del transportista en el transporte de materiales radiactivos comienza cuando se le entrega la remesa —debidamente etiquetada y acompañada de los documentos necesarios— en forma de unidad completa, y queda limitada a encargarse de que la misma sea debida y convenientemente colocada en el vehículo para el viaje. Toda la información que el transportista precise en este sentido viene dada en la etiqueta.

Las remesas de materiales radiactivos deberán colocarse en los vehículos alejadas de otras remesas de mercancías peligrosas, que puedan ofrecer el riesgo de reaccionar con los bultos que en sí no ofrecen riesgos. La etiqueta indica la presencia de materiales radiactivos y es necesario mantenerlos alejados de otros bultos que lleven las etiquetas correspondientes a las demás mercancías peligrosas.

Hay que controlar asimismo la intensidad de dosis de la irradiación externa en los espacios ocupados por el personal del transportista o por pasajeros, resultante de la presencia de la remesa de material radiactivo. La etiqueta facilita al transportista la debida información sobre el grado de control necesario: el color blanco —bultos de la categoría I— no precisa de consideración alguna de esta naturaleza, mientras que el color amarillo —bultos de las categorías II y III— exige un grado variable de control. El método de control consiste en colocar la remesa separada por la debida distancia de los espacios ocupados por las personas. Las distancias de separación se obtienen a partir de las tablas preparadas de antemano, en función del número total de unidades de transporte, que se indica en las etiquetas, que constituyen una determinada remesa o carga.

Las normas que anteceden son las únicas obligaciones adicionales de carácter permanente que se imponen al transportista de materiales radiactivos. No obstante, se le exige mantener en el valor mínimo posible la exposición a las radiaciones a que esté sometido el personal encargado del transporte, así como realizar evaluaciones periódicas con el fin de cerciorarse de que no se producen exposiciones excesivas. Análogamente, se le exige comprobar periódicamente la contaminación acumulada en los vehículos o espacios utilizados de un modo regular para el transporte de materiales radiactivos.

Finalmente, es preciso que el transportista reciba instrucciones sobre las medidas que han de adoptarse en caso de accidentes que dañen a los bultos, con el consiguiente riesgo de dispersión del material. Tales medidas consisten fundamentalmente en restringir todo acceso a la zona circundante y en someter a la atención del experto correspondiente, en relación con los bultos que hayan sufrido daños, cualquier material que se haya dispersado y los demás bultos, equipo, personas o espacios que puedan haber quedado contaminados como consecuencia de la dispersión del material radiactivo. En estos casos es cuando será de máxima utilidad la información detallada que se ha examinado anteriormente.