

# NTP 733: Criterios de selección de equipos de protección individual (EPI) en minería a cielo abierto

Critères de sélection d'équipements de protection individuelle en industrie minière à ciel ouvert  
Criteria for selection of PPEs in open pit mining

Vigencia	Actualizada por NTP	Observaciones	
Válida			
ANÁLISIS			
Criterios legales		Criterios técnicos	
Derogados:	Vigentes:	Desfasados:	Operativos: <b>SI</b>

## Redactor:

Jesús Portillo García-Pintos  
Ingeniero de Minas  
Doctor Ingeniero Industrial

CENTRO NACIONAL DE MEDIOS DE PROTECCIÓN

*Se pretende en esta NTP fijar los criterios que permitan hacer una correcta selección de EPI frente a los riesgos, de distinta tipología (mecánicos, eléctricos, químicos,...) habitualmente presentes en tareas de minería a cielo abierto*

## Objetivo

Esta Nota Técnica de Prevención tiene por objetivo fundamental guiar al prevencionista en la tarea de selección de los equipos de protección individual necesarios para hacer frente a los riesgos remanentes habitualmente existentes en los puestos de trabajo más representativos de la industria extractiva a cielo abierto.

En este sentido, los contenidos de la misma deben valorarse bajo una óptica flexible, entendiendo que constituyen recomendaciones orientativas extractadas de la práctica preventiva habitual en este sector de actividad, pero que, en última instancia, cada situación concreta requerirá una valoración específica con una solución particularizada para la misma.

Para dar cumplimiento a estos objetivos, la Nota Técnica se estructura en tres grandes bloques temáticos, a saber:

- En primer lugar se hace una somera descripción de la actividad laboral, focalizada especialmente hacia la identificación de los puestos de trabajo más característicos de la misma.
- A continuación se procede a identificar los riesgos remanentes presentes en cada puesto de trabajo y que pueden requerir la utilización de EPI. Complementariamente se indican los EPI habitualmente utilizados para combatirlos.
- Finalmente se presentan los criterios de selección que se estiman más indicados para los EPI reseñados en el apartado anterior. Tras la enunciación de una serie de criterios generales aplicables a todos los equipos de protección individual, se presentan los criterios específicos para los EPI utilizables en cada puesto de trabajo. Así, para cada tipo de EPI, se indica en primer lugar un "equipo tipo" que se entiende adecuado para los riesgos presentes en la mayoría de los puestos de trabajo y complementariamente se introducen indicaciones específicas para situaciones particulares de algunos puestos de trabajo así como referentes orientativos (normas técnicas, etc.) para ayudar a completar la selección en aquellas situaciones más complejas.

## Descripción de la actividad. Puestos de trabajo característicos

La actividad minera tiene como misión fundamental poner al servicio de la sociedad las materias primas accesibles en la corteza terrestre.

Dependiendo del enclave geológico en el que se encuentren estas materias primas se utilizarán unas técnicas de explotación u otras. Básicamente se pueden distinguir dos grandes tipos de técnicas de explotación:

- Minería de interior, en la cual existen unos pozos y galerías de acceso al yacimiento. Suele ser una técnica empleada para la explotación de minerales energéticos y metálicos.
- Minería de exterior o a cielo abierto, en la cual no existen labores subterráneas. Sus ámbitos de aplicación fundamentales se centran en la minería metálica, la piedra natural y los áridos, arenas y arcillas.

La minería a cielo abierto se basa en el movimiento, arranque y transporte de rocas y tierras, fundamentalmente mediante el empleo de explosivos y maquinaria pesada y el tipo de técnicas mineras posibles es muy diverso dependiendo de la configuración geológica del yacimiento, pudiendo tener desde explotaciones relativamente sencillas, como puede ser el caso de una gravera o una cantera de áridos hasta otras mucho más complejas como puede ser el caso de una descubierta o una corta.

En cualquier caso, todas las explotaciones a cielo abierto se caracterizan por el desarrollo fundamental de tres operaciones mineras: arranque, carga y transporte.

La operación de **arranque** consiste en segregar el recurso minero de su enclave geológico. Para ello, se pueden emplear básicamente tres tipos de técnicas:

- a. Mediante perforación y voladura
- b. Con herramientas de corte (hilo diamantado, rozadora de brazo, cuñas, etc.)
  
- c. Por arranque mecánico con maquinaria (bulldozers, excavadoras, dragalinas, etc.)

Puestos de trabajo característicos para esta operación, son:

- Perforista, barrenista, artillero y vigilante de voladura, para el caso de arranque mediante perforación y voladura.
- Operario de corte, cantero y empujador, para el caso de arranque con herramientas de corte.
- Conductor de bulldozer, conductor de retroexcavadora y operador de dragalina, para el caso de arranque mecánico con maquinaria.

La operación de **carga** consiste en la manipulación de los productos del arranque para depositarlos sobre las unidades de transporte. El puesto de trabajo más característico para esta operación es el conductor de pala cargadora.

Finalmente la operación de **transporte** consiste en el traslado del material de arranque desde el tajo hasta la nave de elaboración o la escombrera. El puesto de trabajo más característico para esta operación es el conductor de dúmper de frente.

Adicionalmente, en el desarrollo de la actividad de una explotación minera de las características de las contempladas en esta Nota Técnica de Prevención existen otra serie de actividades de apoyo como son topografía, mantenimiento, etc., pero que por motivos de concreción se van a excluir del alcance de la misma.

## Riesgos presentes en la actividad. EPI de posible utilización

El presente apartado de esta Nota Técnica de Prevención está destinado a identificar los riesgos presentes en los distintos puestos de trabajo, para poder así determinar los EPI necesarios para combatirlos.

Para la consecución de este objetivo, el apartado se estructura en los siguientes términos:

- En primer lugar se establece una codificación de los riesgos habitualmente presentes en una explotación minera a cielo abierto y que pueden requerir la utilización de equipos de protección individual.
- Sobre la base de la codificación anterior se construye una tabla en la que se correlacionan las distintas actividades con puestos de trabajo y a su vez éstos con los riesgos presentes y los EPI de posible utilización.

Abordando la primera de las cuestiones, se establecen diecinueve tipos de riesgo englobados en seis grupos, conforme la codificación que se describe a continuación:

- M: RIESGOS DE ORIGEN MECÁNICO
  - M01 Caída de persona a distinto nivel (desde taludes y maquinaria).
  - M02 Caída de personas al mismo nivel.
  - M03 Caída de objetos por desplome o derrumbamiento (rocas).
  
  - M04 Caída de objetos en manipulación. M05 Caída de objetos desprendidos. M06 Pisada sobre objetos.
  - M07 Golpes, cortes y erosiones por objetos y herramientas.
  
  - M08 Proyección de fragmentos o partículas.
  - M09 Atrapamiento por ó entre objetos.
  - M10 Sobreesfuerzos.
  - M11 Atropellos o golpes con vehículos.
- T: RIESGOS DE ORIGEN TÉRMICO
  - T01 Exposición a temperaturas ambientales extremas.
  - T02 Contactos térmicos.
- E: RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO

- E01 Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Q: RIESGOS RELACIONADOS CON AGENTES QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS
  - Q01 Exposición a agentes químicos (polvo, gases, vapores) y biológicos.
- AF: RIESGOS RELACIONADOS CON LOS AGENTES FÍSICOS
  - AF01 Exposición a radiaciones.
  - AF02 Ruido.
  - AF03 Vibraciones.
- EX: RIESGOS DE EXPLOSIÓN
  - EX01 Explosiones.

La presencia de estos riesgos en los distintos puestos de trabajo es la que se indica en la tabla 1, en la que igualmente se recogen los tipos de EPI de posible utilización para dichos puestos en función de los referidos riesgos.

**Tabla 1**  
**Identificación de riesgos para la selección de EPI en minería a cielo abierto**

ACTIVIDAD		PUESTOS TIPO	RIESGOS QUE PUEDEN REQUERIR EL USO DE EPI	EPI DE POSIBLE UTILIZACIÓN
ARRANQUE	Por perforación y voladura	Perforista / Barrenista / Artillero / Vigilante de voladura	M01, M02, M03, M04, M05, M06, M07, M08, M09, M10, M11, T01, T02, E01, Q01, AF02, AF03, EX01	Calzado. Casco. Guantes. Ropa. Caídas altura. Mascarilla. P. auditiva. P. Ocular
	Con herramientas de corte	Operario de corte / Cantero / Empujador	M01, M02, M03, M04, M05, M06, M07, M08, M10, M11, T01, T02, E01, Q01, AF02, AF03	Calzado. Casco. Guantes. Ropa. Caídas altura. Mascarilla. P. auditiva. P. Ocular
	Por arranque mecánico	Conductor de bulldozer / Conductor de retroexcavadora / Operador de dragalina	M01, M02, M03, M04, M05, M06, M07, M08, M09, M10, M11, T01, Q01, AF02, AF03	Calzado. Casco. Guantes. Ropa. Mascarilla. P. auditiva. P. Ocular
CARGA		Conductor de pala cargadora	M01, M02, M03, M06, M08, M10, M11, T01, Q01, AF02, AF03	Calzado. Casco. Guantes. Ropa. Mascarilla. P. auditiva. P. Ocular
TRANSPORTE		Conductor de dumper de frente	M01, M02, M03, M06, M08, M10, M11, T01, Q01, AF02, AF03	Calzado. Casco. Guantes. Ropa. Mascarilla. P. auditiva. P. Ocular

## Criterios de selección de EPI

### Criterios generales

En este apartado se van a introducir una serie de consideraciones de alcance general relativas a la selección de los equipos de protección individual. Estas consideraciones se derivan de la aplicación práctica de la legislación que regula las cuestiones asociadas a los equipos de protección individual en el sistema jurídico español.

En este sentido, dos son los textos legales de referencia: el Real Decreto 1407/92 por el que se regulan las cuestiones asociadas a la comercialización de los EPI (legislación de seguridad del producto) y el Real Decreto 773/97 por el que se establecen las condiciones para la selección y utilización por los trabajadores en el trabajo de los EPI (legislación de seguridad y salud del trabajador en el trabajo).

La aplicación del primero de los textos legales referidos tiene una serie de implicaciones de índole práctica desde el punto de vista de la selección de los equipos, a saber:

- Todos los EPI deben estar certificados para poderse comercializar. La plasmación física de dicha certificación se materializa en el marcado "CE".
- Todos los EPI, obligatoriamente deben suministrarse con un folleto informativo elaborado por el fabricante. Dicho folleto informativo es un elemento de gran relevancia desde el punto de vista preventivo, en tanto en cuanto constituye el vehículo comunicativo entre el fabricante y el usuario final. En él se recogerán elementos tan importantes como explicación de las marcas que lleve el EPI, indicación de límites de uso del equipo, especificación de los niveles de riesgo para los que está previsto, etc.. En consecuencia, dicho documento debe constituir uno de los pilares básicos en el proceso de selección del EPI.

Por su parte, el Real Decreto 773/97 esencialmente fija cuáles son las obligaciones de empresarios y trabajadores para asegurar que en los procesos de selección y utilización de los EPI se satisfacen unos mínimos que garanticen la seguridad y salud de los trabajadores.

A riesgo de resultar excesivamente sintético, se puede establecer que las implicaciones prácticas de este texto legal desde el punto de vista de la selección los equipos se resumen en el concepto *adaptabilidad*, desplegado a tres niveles:

- En primer lugar, adaptabilidad al riesgo. Los equipos de protección individual tienen que proteger lo justo, pudiendo resultar una sobreprotección, en algunos casos, tan peligrosa o más que una falta de protección (piénsese por ejemplo en un trabajador que tenga que utilizar protección auditiva pero a la vez ser capaz de escuchar señales acústicas de alarma). La adaptabilidad se alcanzará mediante un adecuado contraste entre los niveles de riesgo existentes en el puesto de trabajo y los niveles de rendimiento frente a dichos riesgos ofertados por el equipo, los cuales deben venir reflejados en el folleto informativo. Es por ello, que una completa evaluación de riesgos (constituida por una correcta medición seguida de una valoración por el experto prevencionista) debe ser la base del sistema.
- En segundo lugar, adaptabilidad a la persona. Todos los equipos de protección individual disponen de forma explícita o implícita (piénsese en las tallas, por ejemplo) de una serie de elementos de ajuste para adecuarlos convenientemente al portador. Es muy importante lograr esta correcta adecuación, pues si no los niveles de rendimiento del equipo se ven severamente decrementados, haciendo prácticamente nula su utilización. A este respecto debe prestarse especial atención a situaciones tales como existencia de trabajadores con características físicas especiales, etc.
- Finalmente, adaptabilidad al entorno laboral. La utilización de un equipo de protección individual supone introducir un elemento exógeno en el lugar de trabajo, y en consecuencia, pueden existir problemas de incompatibilidad con las tareas desarrolladas en el mismo. A este respecto, sería muy recomendable probar los equipos de protección individual en condiciones reales de uso previamente a su adquisición definitiva. Para ello, la participación activa de los trabajadores en el proceso de selección desde el inicio del mismo es no solo una obligación legal, sino una necesidad práctica insoslayable de cara al aseguramiento de la aceptabilidad de uso de los equipos.

## Criterios específicos

Como ya se ha indicado en el capítulo 1 (Introducción) de esta Nota Técnica de Prevención, a continuación se van a dar una serie de orientaciones específicas que sirvan de ayuda al prevencionista en la tarea de selección de los EPI para aquellos equipos que se han considerado como de posible utilización en el capítulo 3.

### • Calzado de seguridad

Los riesgos fundamentales que pueden requerir la utilización de calzado de seguridad, son la pisada sobre objetos, la caída de objetos (desprendidos o en manipulación) sobre el pie, los resbalones que pueden dar lugar a caídas al mismo y a distinto nivel y la acumulación de electricidad estática que pudiera dar lugar a la activación involuntaria de los detonadores eléctricos (en su caso) de los explosivos (aunque este riesgo sería bajo dadas las características de seguridad intrínseca de los referidos detonadores y las medidas de seguridad asociadas al manejo de los mismos - picas de descarga para los artilleros, etc. -).

Como equipo básico se recomienda la utilización de una bota de seguridad, de clasificación I (de cuero y otros materiales) marcada como S3. Dicho marcado supone la satisfacción de las siguientes características por parte del calzado: calidad del material mínima, transpiración, resistencia de la puntera al impacto hasta 200 J, resistencia de la puntera a la compresión de 15 kN, zona del talón cerrada, propiedades antiestáticas, absorción de energía en la zona del tacón, resistencia a la penetración y absorción de agua, resistencia a la perforación y suela con resaltes.

Como elemento complementario de referencia para orientar la selección se recomienda la consulta de la norma UNE-EN ISO 20345:2005 "Equipo de protección individual. Calzado de seguridad".

### • Casco de seguridad

El riesgo fundamental que puede requerir la utilización de casco de seguridad es la caída de objetos (por desplome, en manipulación o desprendidos).

En principio, con un casco diseñado para la cobertura de los requisitos básicos contemplados en la norma EN 397:1995 sería suficiente. En la práctica esto supondrá que el casco debe llevar la marca "CE".

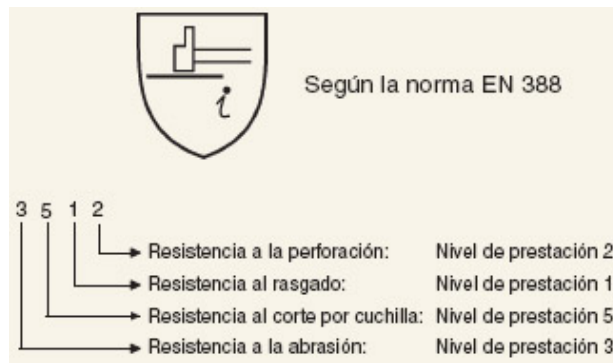
Adicionalmente el caso puede ir equipado con una serie de accesorios (barboquejo, botaaguas, etc.) o dotado de una serie de características (color, p.ej.) que lo hagan idóneo para los usos requeridos. Así por ejemplo, en aquellos puestos o tareas (como pudiera ser la de saneo del frente) en las que haya que inclinar excesivamente la cabeza será necesario dotar al casco de un barboquejo.

### • Guantes de protección

Para los puestos de trabajo contemplados en esta Nota Técnica de Prevención los riesgos que pueden requerir la utilización de guantes de protección son de origen mecánico en su modalidad de golpes, cortes y erosiones por objetos y herramientas.

Los niveles de rendimiento de los guantes frente a riesgos mecánicos vienen regulados por la norma europea EN 388:04. En la práctica dichos niveles de rendimiento se reflejan en un pictograma como el que se presenta en la figura 1, siguiente.

**Figura 1**  
**Pictograma para guantes frente a riesgos mecánicos**



Como puede observarse en la referida figura 1, junto al pictograma aparecen una serie de números que indican niveles de rendimiento frente a diferentes tipos de riesgos de naturaleza mecánica. La interpretación de los mismos es la siguiente:

- El primer número hace referencia al nivel de rendimiento frente al riesgo de abrasión, el segundo al nivel de rendimiento frente al riesgo de corte por cuchilla, el tercero al nivel de rendimiento frente al riesgo de rasgado y el cuarto al nivel de rendimiento frente al riesgo de perforación.
- El valor de los números es un entero entre uno y cuatro (cinco para el caso del nivel de rendimiento frente al corte por cuchilla), correspondiendo el uno al nivel menor de rendimiento y cuatro / cinco al máximo.

Con ello, la elección de los guantes se efectuará en función de los niveles de riesgo más adecuados para los riesgos presentes en los diferentes puestos de trabajo. Por ejemplo, en el caso de un artillero habrá que focalizarse especialmente en los riesgos de corte y perforación, mientras que en el caso de un barrenista pueden ser más significativos los riesgos de abrasión y rasgado, por poner un ejemplo.

En cualquier caso, hay que tener presente que, en general, niveles de rendimiento excesivamente altos van en detrimento de otras propiedades como puede ser la dexteridad (capacidad de habilidad manual para el desarrollo de tareas) y que, previamente a la adquisición definitiva, será necesario probar una batería de guantes preseleccionados en el lugar de trabajo y escoger aquel que mejor se adecúe a las características del puesto.

#### • Ropa de protección

Los principales riesgos que pueden requerir la utilización de ropa de protección son la exposición a temperaturas ambientales extremas (en su caso), el riesgo de explosión (para los artilleros) y el riesgo de atropello por vehículos.

En lo relativo a la exposición a temperaturas ambientales extremas, habrá que tomar en consideración las condiciones ambientales presentes en la zona de emplazamiento de la explotación minera. Básicamente puede darse dos tipos de situaciones: ambientes fríos por combinación de temperatura ambiental, humedad, lluvia y viento y ambientes cálidos como resultado de la exposición a la radiación solar.

Para el caso de los ambientes fríos, pueden existir dos tipos de prendas de protección: ropa de protección contra la lluvia y ropa de protección contra ambientes fríos. La ropa de protección frente a la lluvia viene regulada por la norma europea UNE-EN 343:2004. Los parámetros que determinan los niveles de rendimiento de la prenda son la resistencia a la penetración de agua y la resistencia al vapor de agua. Para cada uno de ellos se definen tres clases de protección, numeradas de 1 a 3. En cualquier caso, habrá que tener presente de cara a la selección, que una clase de protección mayor impone unas mayores restricciones de uso. En la tabla 2, siguiente, se indican los máximos tiempos de uso recomendados en función de la clase de protección (para más información consultar la ya referida norma UNE-EN 343:2004):

Por su parte la ropa de protección frente al frío para los rangos de temperatura habitualmente presentes en las explotaciones emplazadas en la Península Ibérica viene regulada por la norma EN 14058:2004. Los parámetros que determinan el nivel de rendimiento de la prenda son el aislamiento térmico ( $I_{cle}$ ) para el caso de inmovilidad y el aislamiento térmico efectivo resultante ( $I_{cler}$ ) para actividad en movimiento.

En las tablas 3 y 4, siguientes, se especifican las temperaturas ambientales mínimas a las que el cuerpo puede soportar una velocidad de enfriamiento aceptable en función del aislamiento térmico de la prenda y el tipo de actividad.

Para el caso de ambientes cálidos como resultado de la exposición a radiación solar, se recomienda la utilización de ropa de trabajo constituida por materiales que faciliten la transpiración (p.ej. algodón), conjuntamente con las medidas organizativas y preventivas (establecimiento de periodos de descanso, ingesta frecuente de agua, etc.) habitualmente utilizadas para combatir las situaciones de estrés térmico por calor.

Por su parte, en cuanto al riesgo de explosión (presente en el caso de los artilleros), si la sensibilidad de los detonadores utilizados así lo aconseja, será preciso utilizar ropa antiestática. Las características de los materiales constitutivos de este tipo de prendas vienen reguladas por la norma UNE-EN 1149-3:2004. La ropa se identifica mediante el pictograma que se incluye en la figura 2, siguiente.

**Tabla 2**  
**Tiempos máximos de uso de prendas de protección frente a la lluvia**

Máximo tiempo de uso continuo recomendado para un conjunto completo, compuesto de chaqueta y pantalón, sin forro térmico			
Temperatura del ambiente de trabajo °C	CLASE		
	1 Ret < 40 min.	2 20 < Ret ≤ 40 min.	3 Ret ≤ 20 min.
25	60	105	205
20	75	250	-
15	100	-	-
10	240	-	-
5	-	-	-

“-” significa no existe límite para el tiempo de uso

**Tabla 3**  
Aislamiento térmico efectivo,  $I_{cle}$  de la ropa y condiciones de temperatura ambiente en °C, para el equilibrio térmico con diferentes duraciones de exposición

Aislamiento $I_{cle}$ m <sup>2</sup> K/W	Actividad de pie inmóvil 75 W/M <sup>2</sup>	
	8 h	1 h
0,170	19	11
0,230	15	5
0,310	11	-2

**Tabla 4**  
Aislamiento térmico efectivo resultante de una ropa,  $I_{cler}$  y condiciones de temperatura ambiente en °C, para el equilibrio térmico a diferentes niveles de actividad y duración de exposición

Aislamiento $I_{cler}$ m <sup>2</sup> K/W	Actividad con el usuario moviéndose			
	115 Ligera W/M <sup>2</sup>		Media 170 W/M <sup>2</sup>	
	8 h	1 h	8 h	1 h
0,170	11	2	0	-9
0,230	5	-5	-8	-19
0,310	-1	-15	-19	-32

Finalmente, para aquellos puestos de trabajo en los que exista riesgo de atropello por vehículos en movimiento, será preceptiva la utilización de Prendas de Protección de Alta Visibilidad, habitualmente chalecos.

Este tipo de ropa se agrupa en tres clases, las cuales se determinan en función de las superficies de material visible, correspondiendo los números de clase más altos a niveles de protección más elevados. En el folleto informativo del fabricante, debe indicarse la clase de la prenda, la cual igualmente debe venir marcada en el pictograma que debe acompañar a la prenda. Un modelo de dicho pictograma se presenta en la figura 3, siguiente, en la cual el símbolo que se ha marcado como "x" corresponderá a la referida clase de la prenda.

**Figura 2**  
Pictograma identificativo de la ropa de protección antiestática



**Figura 3**  
Pictograma identificativo de la ropa de protección de alta visibilidad



Habitualmente en las industrias extractivas se suelen utilizar prendas de Clase 2, aunque siempre será recomendable realizar una prueba "in situ" previa a la selección final del equipo en la que se verifique la correcta visibilidad para las distintas situaciones que se pudieran plantear en los puestos de trabajo considerados (esta prueba "in situ" orientará igualmente acerca del color más idóneo de la prenda de entre los tres posibles - amarillo, rojo y rojo anaranjado - tomando en consideración que dicho color debe ofrecer un contraste suficiente con el entorno en el que se desarrolla la actividad laboral).

#### • EPI frente a caídas de altura

El riesgo de caída de altura se presentará en aquellas tareas que se realicen en la proximidad de los taludes de la explotación (saneamiento de los frentes, por ejemplo) y para combatirlo será preceptiva la utilización de equipos de protección individual frente a las caídas de altura (sistema anticaídas).

Estos equipos básicamente estarán constituidos por dos elementos, a saber: el arnés anticaídas que será la parte del equipo destinada a retener el cuerpo en la caída y asegurar una correcta posición de la persona una vez producida la parada de la caída, y el subsistema de conexión que debe asegurar que la altura recorrida por el cuerpo en la caída sea la mínima posible a la par que transmitir al cuerpo un valor de fuerza en la parada que no resulte dañino.

Adicionalmente, deberán utilizarse los conectores adecuados, los cuales deben disponer de un mecanismo de bloqueo que impida la apertura involuntaria de los mismos.

La variedad de elementos disponibles en el mercado para la constitución del equipo (sistema anticaídas) es muy amplia y a la hora de seleccionar una combinación determinada, dos deben ser los parámetros fundamentales a tomar en consideración: la compatibilidad entre los elementos seleccionados (para asegurarla deben consultarse detenidamente los folletos informativos de los distintos elementos) y las necesidades del trabajador para el desarrollo de la tarea (libertad de movimientos, etc.).

Complementariamente, señalar que tan importante como seleccionar un sistema anticaídas adecuado será el disponer de un punto de anclaje adecuado para el mismo. Dicho punto de anclaje debe tener una solidez suficiente para resistir las sollicitaciones mecánicas a las que puede verse sometido, así como permitir al trabajador una libertad de movimientos suficiente para el desarrollo de las distintas tareas asociadas a su actividad laboral.

#### • Mascarilla

Los contaminantes normalmente presentes en el aire de una explotación minera a cielo abierto serán de tipo particulado, y en concreto polvo. Para combatirlo, el equipo usualmente utilizado será una mascarilla autofiltrante frente a partículas (dichos equipos habitualmente se denotan como FFP, acrónimo de los vocablos ingleses "Filtering Facepiece against Particles"). Para dichos equipos se establecen tres clases, alusivas a su capacidad de filtración. Dicha capacidad de filtración viene determinada por el Factor de Protección Nominal (FPN), el cual indica en múltiplos del Valor Límite Ambiental (VLA) la concentración máxima de contaminante a la que puede enfrentarse el equipo. Los factores de protección nominal para las distintas clases de mascarillas autofiltrantes frente a partículas son los que se indican en la tabla 5, siguiente. Dependiendo de la concentración de polvo presente en los distintos puestos de trabajo de la explotación se utilizará un tipo de equipo u otro. Así por ejemplo, si para un determinado puesto de trabajo la concentración de polvo se encuentra 5 veces por encima del Valor Límite Ambiental (VLA) para dicho contaminante, el equipo a utilizar será una FFP2, ya que permite enfrentarse hasta una concentración de contaminante igual a 12 veces el VLA.

Complementariamente hay que tener en cuenta que es recomendable establecer unos determinados periodos de descanso en la utilización del equipo. Para el caso concreto de los equipos filtrantes se recomienda establecer periodos de descanso de 30 minutos por cada 120 minutos de utilización continuada del equipo.

**Tabla 5**  
**Factores de protección nominal (FPN) de mascarillas autofiltrantes para partículas**

Tipo de equipo	FPN
FFP1	4
FFP2	12
FFP3	50

#### • Protección auditiva



En una explotación minera a cielo abierto existen diversidad de situaciones en las que los trabajadores se ven sometidos a niveles de presión acústica superiores a los límites legalmente establecidos. La situación es especialmente crítica para las tareas relacionadas con la rotura de las rocas (por ejemplo el taqueo), aunque en el manejo de maquinaria también se aprecian niveles considerables.

A la hora de seleccionar los protectores auditivos adecuados, dos deben ser los criterios tenidos en consideración: los factores de confort y compatibilidad y la atenuación acústica ofrecida por el protector.

En relación con los factores de confort y compatibilidad, hay que tener en consideración que la presencia de polvo puede suponer un foco de infección si se utilizan tapones reutilizables, con lo cual los equipos más recomendables serán las orejeras o los tapones de un solo. El decantarse por uno u otro dependerá de la compatibilidad necesaria con otros EPI (cascos y protectores oculares, por ejemplo) y los tiempos de utilización (las orejeras serán especialmente ventajosas para usos discontinuos).

En cuanto a la atenuación acústica, hay que buscar un compromiso entre protección e inteligibilidad, lo cual supone que el nivel de presión acústica resultante utilizando el protector (nivel atenuado) debe situarse en el intervalo (70-85) dB(A).

Si se dispone de datos de descomposición en frecuencias del ruido se recomienda la utilización del método de las bandas de octava. Si la información disponible acerca del ruido es menor habrá que recurrir a los métodos

H,M,L ó SNR. Información detallada acerca de cómo realizar los cálculos relativos a dichos métodos a partir de la información suministrada por el fabricante en el folleto informativo del EPI puede encontrarse en la NTP 638 (Serie 18ª, volumen 9): "Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos".

## • Protección ocular

El principal riesgo que pueden requerir la utilización de protección ocular en una explotación minera a cielo abierto es la proyección de partículas, así como la presencia de partículas de polvo en suspensión.

Igualmente, en algunos puestos de trabajo (conductores de maquinaria, por ejemplo) puede ser necesaria la utilización de protectores frente a la radiación solar en determinadas circunstancias.

Los riesgos de impacto de partículas (en el rango de baja y media energía, según lo establecido en la norma LINEEN 166:2002) y la presencia de polvo en suspensión, condicionaran el tipo de montura del protector a utilizar. Dicha montura deberá ser de tipo integral, ya que una montura de tipo universal no será válida para impactos de media energía, ni para proteger frente al polvo en suspensión. Como contrapartida a la mayor protección ofrecida, éste tipo de montura presentará una mayor facilidad al empañamiento, el cual puede verse potenciado por las condiciones ambientales presentes en el puesto de trabajo, por lo que puede ser necesaria la utilización de productos antiempañantes.

Un marcado prototípico que puede aparecer en la montura de un protector de estas características, será:

**X 166 4 B**

donde,

- X es la identificación del fabricante.
- 166 es el número de la norma empleada para verificar las prestaciones del protector.
- 4 indica que el protector es apto para su uso frente al polvo grueso (> 5mm).
  
- B indica que es resistente frente a impactos de alta velocidad, media energía.

En lo relativo a los protectores frente a la radiación solar de uso laboral, sus características vienen reguladas por la norma UNE EN 172:1995. Los protectores habitualmente utilizados serán aquellos que ofrezcan un grado de protección 2 ó 2,5, aunque situaciones particulares (por ejemplo trabajadores con fotofobia) requerirán un tratamiento particularizado.

## Referencias bibliográficas

1. ANEFA,  
**"Prevención de riesgos laborales en la industria extractiva de los áridos".**  
*Curso de formación en CD-ROM*
2. ESM,  
**"El libro del minero".**  
*ISBN: 84-605-7975-1*
3. FDP,  
**"Guía de evaluación de riesgos laborales en la industria extractiva de la piedra natural".**  
*Publicación en CD-ROM*
4. Gobierno de Aragón,  
**"Guía para la identificación, evaluación y prevención de riesgos laborales en minería".**  
*ISBN: 84-7753-793-3*
5. UEE,



