



**Manual del operario de maquinaria de arranque, carga y viales, en actividades extractivas de exterior:**

**Pala Cargadora y Excavadora Hidráulica**



# **Manual del operario de maquinaria de arranque, carga y viales, en actividades extractivas de exterior Pala Cargadora y Excavadora Hidráulica, ITC. 02.1.02. ET 2001-1-08**

Financiado por:



SECRETARIA GENERAL DE ENERGÍA  
DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA Y MINAS  
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE MINAS

Manual realizado por:



**EN CATALUÑA**

**Pso. Maragall, 48-50, 1º, 1ª  
08041 – Barcelona  
Tel. 934 500 173  
e-mail: [info@tecmina.net](mailto:info@tecmina.net)**

**EN ARAGÓN**

**C/Domingo Lobera, 1, Local  
50008 - Zaragoza  
Tel. 976 133 230  
e-mail: [zaragoza@tecmina.net](mailto:zaragoza@tecmina.net)**

Primera Edición: Marzo de 2.009



## ÍNDICE

---

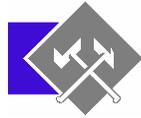
<b>CAPITULO I: DEFINICIÓN DE LOS TRABAJOS.....</b>	<b>03</b>
1.- MAQUINARIA DE ARRANQUE, CARGA Y VIALES	04
2.- PALA CARGADORA	08
3.- EXCAVADORA HIDRÁULICA	12
<b>CAPÍTULO II: TÉCNICAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN ESPECÍFICAS AL PUESTO DE TRABAJO DE CADA MÁQUINA EN PARTICULAR.....</b>	<b>17</b>
1.- PELIGROS ASOCIADOS ANTES DE COMENZAR A TRABAJAR.	18
2.- PELIGROS ASOCIADOS DURANTE EL TRABAJO.	38
3.- PELIGROS RESIDUALES ASOCIADOS A ESTAS MÁQUINAS, A LAS OPERACIONES CON ELLAS Y LAS MEDIDAS PREVENTIVAS A TOMAR.	52
4.- MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN INDICADAS POR LOS FABRICANTES DE LOS EQUIPOS PARA LA REALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO.	71
5.- POSIBLES PRESCRIPCIONES O LIMITACIONES IMPUESTAS POR LOS TALLERES DE REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO A CADA MÁQUINA EN PARTICULAR.	79
6.- MEDIDAS INCORPORADAS A LA MÁQUINA EN PARTICULAR EN CASO DE ADECUACIÓN A LAS DISPOSICIONES ESTABLECIDAS EN EL ANEXO I DEL REAL DECRETO 1215/1.997.	80
7.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA, INDIVIDUAL Y SEÑALIZACIÓN.	81
8.- PRIMEROS AUXILIOS.	108
9.- PLAN DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN	148



<b>CAPÍTULO III: ELEMENTOS, HERRAMIENTAS O MEDIOS AUXILIARES DE CADA MÁQUINA EN PARTICULAR.....</b>	<b>161</b>
1.- CONOCIMIENTO GENERAL DE LA MÁQUINA Y DE SUS ACCESORIOS	162
2.- LIMITACIONES TÉCNICAS EN EL USO PREVISTO DE LA MÁQUINA, SEGÚN ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE	172
3.- ELEMENTOS Y SISTEMAS DE SEGURIDAD ASOCIADOS A LA MÁQUINA.	180
4.- MANUAL DE INSTRUCCIONES	199
<b>CAPÍTULO IV: CONTROL Y VIGILANCIA SOBRE EL LUGAR DE TRABAJO Y SU ENTORNO.....</b>	<b>201</b>
1.- CONOCIMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA MÁQUINA.	202
2.- CONTROL Y VIGILANCIA DEL LUGAR DE TRABAJO SEGÚN PROCEDIMIENTOS INTERNOS	208
<b>CAPÍTULO V: INTERFERENCIAS CON OTRAS ACTIVIDADES.....</b>	<b>225</b>
1.- PROTOCOLOS/PROCEDIMIENTOS ESTABLECIDOS CUANDO SE EJECUTEN TRABAJOS DE FORMA SIMULTÁNEA.	226
<b>CAPÍTULO VI: NORMATIVA Y LEGISLACIÓN.....</b>	<b>243</b>
1.- LEY 31/1995, DE 8 DE NOVIEMBRE DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES: DERECHOS Y OBLIGACIONES.	244
2.- LEGISLACIÓN MINERA.	250
3.- INSTRUCCIONES DE TRABAJO.	273
4.- DISPOSICIONES INTERNAS DE SEGURIDAD	275
<b>PREGUNTAS PARA EVALUACIÓN.....</b>	<b>287</b>



# CAPÍTULO I



## 1.- MAQUINARIA DE ARRANQUE, CARGA Y VIALES

Hay mucha variedad de maquinaria móvil, que son las empleadas en labores de arranque, carga y viales, en actividades extractivas de exterior, aunque por su importancia en el uso y número de personal que trabaja con ellas, éste manual se centrará en la pala cargadora y la excavadora hidráulica,.

No obstante haremos una pequeña explicación de algunas de estas máquinas, aunque sólo sea para el conocimiento de su existencia y características básicas.

### **Pala Cargadora:**

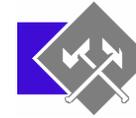
Equipo de carga en canteras y graveras dada su versatilidad: puede realizar labores de carga en camiones y tolvas, carga y transporte a cortas distancias, labores de acopio,... etc.

Según sea su tren de rodaje se pueden diferenciar en:

**Pala cargadora sobre orugas:** Se utiliza para trabajos que requieran pequeños desplazamientos en terrenos más abruptos donde las aristas de las piedras puedan dañar los neumáticos.

**Pala cargadora sobre ruedas:** Puede ser: de bastidor rígido (único), o de bastidor articulado. Tiene mayor capacidad de desplazamiento. Si han de trabajar en el frente, para proteger los neumáticos de terrenos rocosos se les acoplan cadenas para mejorar en fuerza de tracción y adherencia al terreno.





## Excavadora Hidráulica

Se trata de un equipo de excavación y de carga.

Al igual que la anterior hay de dos tipos en función de su tren de rodaje: sobre neumáticos y sobre orugas; y otros dos tipos según su sentido de ataque de los frentes: frontal o retroexcavadora.

La retroexcavadora es la más utilizada, por su versatilidad y variedad de usos y puede ir montada sobre neumáticos y orugas, siendo sobre éstas el uso más normal en minería.

La excavadora de ataque frontal su ele ir montadas sobre orugas. Su uso es menos frecuente en las actividades extractivas de exterior de pequeña y mediana producción, aunque su presencia es mayor que la retroexcavadora en minería de grandes producciones.



## Bulldozer

Es un equipo de gran versatilidad, siendo sus aplicaciones más comunes: Despeje de terrenos, nivelaciones, producción en arranque (escarificado), transporte (empuje) y apilado del material, empuje del material vertido en las escombreras.

El sistema de tracción puede ser sobre orugas (más frecuente) o sobre ruedas, realizándose en ambos casos por medio de motores diesel. El accionamiento de los implementos se realiza por medios hidráulicos





## Dumper

Equipo de transporte más importante en las explotaciones a cielo abierto, transporta el material desde el frente a la tolva del primario. Suelen ser vehículos extraviales, de gran tonelaje y capacidad de carga, no concebidos para circular por carreteras.

Los dúmperes se clasifican de modo general en: Volquetes convencionales y volquetes articulados (tractovagones y volquetes articulados de 2 o 3 ejes).



## Camión

Equipo de transporte utilizado en explotaciones a cielo abierto, para efectuar la distribución de los materiales a los clientes y, en numerosos casos para el transporte del material desde el frente.



## Mototralla

Máquina utilizada en explotaciones a cielo abierto para mantenimiento de pistas, empuje de material y trabajos de escarificado y de explanación de terrenos.





### **Motoniveladora**

Máquina utilizada en explotaciones a cielo abierto para mantenimiento de pistas, nivelados, rasantes y acondicionamiento de taludes suaves.



### **Retropalas**

Muy versátil y de infinidad de usos, desde trabajos de pequeña entidad como pala cargadora o retroexcavadora, a la realización de zanjas, acondicionamiento de pistas y taludes, saneos de frentes, troceo de rocas, y un largo etcétera.



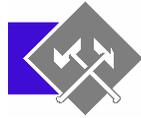
### **Perforadora**

Equipo utilizado en la perforación de barrenos para la voladura. Existen tres tipos de perforadora: Con martillo en cabeza, con martillo en fondo y rotativa. Según sea su tren de rodaje se pueden diferenciar en máquinas sobre orugas y máquinas sobre ruedas.



### **Dragalina**

Máquina utilizada para el arranque de materiales en explotaciones a cielo abierto, bajo lámina de agua.



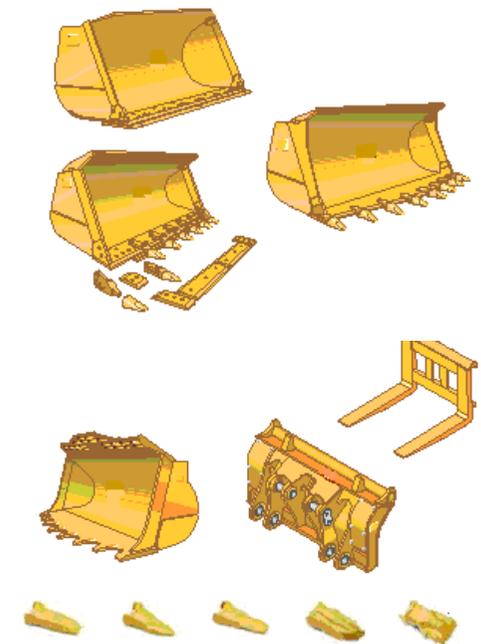
## 2.- PALA CARGADORA

**“Máquina autopropulsada sobre ruedas o cadenas, con un equipo de trabajo montado en la parte frontal cuya función principal son operaciones de carga (utilización de cuchara), con la que carga o excava mediante el movimiento de la máquina hacia delante”. Ésta es la definición que hace la Especificación Técnica 2001-1-08 de este tipo de máquinas.**

Las palas de ruedas son las máquinas más versátiles y también las más extendidas en todo lo relacionado con movimiento de tierras, representando en unidades el 60% de todas las máquinas. Poseen una gran movilidad, fácil maniobrabilidad y, al ser articuladas, tienen un radio de giro pequeño.

Las palas cargadoras son principalmente de dos tipos, según el tren de rodadura que tenga: Palas de Ruedas y Palas de Cadenas (o de oruga). Las primeras son la de mayor uso y más extendidas, montando neumáticos radiales con o sin cámara (tubeless), pudiendo en ocasiones proteger los neumáticos delanteros con una malla de cadenas, para trabajo sobre superficies muy irregulares y con elementos desgastadores o cortantes para los compuestos de caucho.

El equipo de trabajo, situado en el frontal de la máquina, puede ser de muchos tipos diferentes: desde la tradicional pala de carga o cazo, con o sin dientes, que tienen mayor anchura que el resto de la máquina, pasando por: cazos de apertura inferior para extendido; empujadores para roca ornamental; plumas de largo alcance; horquillas para levantamiento de cargas; y un largo etcétera ya que cada día se van incrementando los implementos posibles. Todos ellos suelen ser de fácil intercambio, mediante los dispositivos de acoplamiento rápido, que permite pasar de uno a otro sin que el operario del equipo necesite de otro compañero, e incluso sin bajar del equipo.





Estas características hacen que sean unas máquinas muy versátiles, que pueden ser utilizadas y de hecho lo son, para múltiples actividades, tanto en las actividades mineras como en los establecimientos de beneficio, entre las que cabe destacar:

- Movimientos de tierra: descubiertas y restauración.
- Arranque del material no consolidado.
- Carga en el frente y en el parque de áridos, de volquetes, camiones, tolvas de alimentación, etc...
- Transportes de materiales en distancias cortas, hasta su punto de descarga: tolvas, acopios de materiales nobles, escombreras, estériles, etc...
- Limpieza de los tajos, plataformas de trabajo y pistas de circulación, después de voladuras o desprendimientos.
- Trabajos de saneo.
- Construcción, mantenimiento y limpieza de pistas de circulación, rampas y accesos.

En el manejo de las palas de ruedas hay dos aspectos: en primer lugar, el manejo correcto de la pala, es decir, que palancas y pedales se deben utilizar y en qué momento, a lo largo del ciclo de trabajo de la pala, y también la forma de no cometer errores; en segundo lugar, el orden que debe seguir el palista para llevar bien el tajo o frente de carga, pensando de antemano la forma en que irá realizando el trabajo.

De todas las funciones que anteriormente hemos nombrado que pueden llevarse a cabo por la Pala Cargadora, la más usual es la que le da nombre a la máquina: la carga de materiales sobre los vehículos de transporte y/o las tolvas de alimentación, por esa razón desarrollaremos en mayor profundidad esta acción en otro capítulo, aquí únicamente haremos una pequeña descripción del “ciclo de carga” .



**Ciclo de carga o ciclo de trabajo de las palas de ruedas** es la serie de operaciones sucesivas que realiza la misma desde que el cazo toca el terreno para llenarlo hasta que vuelve a tocar el terreno para el siguiente llenado. El tiempo que emplea la pala en la secuencia de carga se llama ciclo de carga y está claro que tiene una relación directísima con la producción de la pala: a menor tiempo de ciclo, más producción en  $m^3/h$ .

La pala realiza en el ciclo de carga, los siguientes pasos sucesivos:

- 1) Avance para el llenado del cazo y elevación de éste.
- 2) Recorrido en marcha atrás, inversión de sentido, y recorrido de avance hacia el camión (esta parte del ciclo se llama recorrido en V o camino en V)
- 3) Descarga del cazo sobre el camión.
- 4) Retroceso y recorrido de retorno, y encare en el frente para inicio de ciclo.

El tiempo de ciclo es variable, estando influido principalmente por los siguientes factores:

- Habilidad o experiencia del palista.
- Clase de material que se esté cargando: el tamaño de los granos o bloques o que esté más o menos suelto por haber sido movido varias veces su densidad.
- Tamaño del camión sobre todo la altura de los laterales del mismo. Hay un tamaño de camión que se adaptan mejor a una pala determinada. Tampoco conviene un camión demasiado pequeño porque no puede soportar bien la caída de una cuchara completa y porque en la caja no cabe un número exacto de cucharones con lo que la pala pierde capacidad de trabajo.

Otro uso habitual en las palas cargadoras en las actividades extractivas es el transporte de materiales.





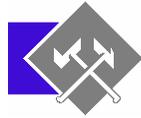
Si hay que mover material a una distancia próxima puede ser más sencillo y rentable el no hacer intervenir unidades de transporte, si no que la misma pala cargadora va transportando el material cazo a cazo.

Es difícil dar límites de distancia para los cuales sea más rentable que la pala haga la carga y transporte; los factores que intervienen para decidirse por una forma u otra de trabajo son:

- Volumen total a mover: para poco volumen se puede utilizar la pala.
- Tiempo disponible para mover el material (con camiones se mueve antes).
- Distancia a transportar (cuanto más distancia, más favorable a los camiones).
- Mayor o menor densidad de vehículos en el camino de transporte y maniobrabilidad de la pala y del camión.
- Disponibilidad de camiones.

Si nos decidimos a hacer el transporte con pala cargadora, tendremos en cuenta:

- Llenar el cucharón al máximo de su capacidad, aunque se tarde en ello algo más de tiempo.
- La presión de las ruedas es importante. Adecuarla a la zona de trabajo.
- El cucharón deberá llevarse totalmente recogido. Para aumentar la carga transportada en cada viaje no se debe llevar el cucharón a media altura, porque esta situación es muy peligrosa, se llevará elevado unos 40-50 cm., es más seguro y rentable.
- La máquina es más estable con la cuchara baja y se tiene más visibilidad, lo que permite al palista desarrollar más velocidad tanto en recta como en curvas. La estabilidad lateral empeora si se lleva el cucharón alto, al subir el centro de gravedad. También la estabilidad longitudinal es mucho mejor con el cucharón bajo, al ir este más cerca de las ruedas delanteras. Al frenar, el cazo pega en el suelo sin peligro, mientras que si va a 1,30 m., sobre el suelo para conseguir máxima capacidad, el cabeceo es peligroso.



### 3.- EXCAVADORA HIDRÁULICA

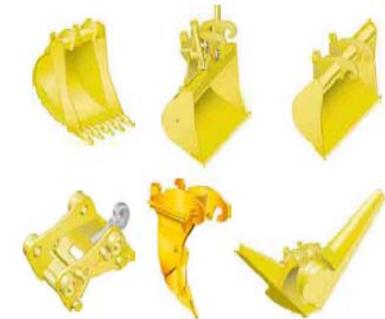
**“Excavadora autopropulsada sobre cadenas, con una estructura superior capaz, normalmente, de efectuar un giro de 360°, cuya principal función es la de excavar mediante una cuchara, sin que la estructura portante se desplace durante un ciclo de trabajo de la máquina y que utiliza un sistema hidráulico para accionar los equipos montados sobre la máquina base”. Ésta es la definición que hace la Especificación Técnica 2001-1-08 de este tipo de máquinas.**

Aunque el contenido de la ET 2001-1-08 las excluye, también existen y se utilizan las excavadoras hidráulicas montadas sobre neumáticos. Su uso en minería es menor que las montadas sobre cadenas, aunque son de gran utilidad cuando es necesario que exista desplazamientos entre distintos frentes con cierta asiduidad. Son de mayor uso en la obra pública y construcción.

Las excavadoras de cadenas pueden ser de dos tipos: de arranque frontal; o de arranque retro. Ésta última es la más utilizada en la minería pequeña y mediana, por lo tanto es el tipo más común en la minería española.

La excavadora es muy flexible a la hora de realizar los trabajos, pudiendo realizar el arranque y la carga desde el mismo nivel o desde un nivel superior al que se sitúe el equipo de transporte. Puede remontar pendientes, incluso elevadas, y adaptarse a diferentes características del terreno.

El equipo de trabajo consistente en un brazo al que usualmente se acopla un cazo o cuchara para el arranque y carga de los materiales, puede además ser usado en otras múltiples operaciones, mediante el acoplamiento de otros implementos, que van desde diferentes tipos de cazos de distintos tamaños y formas, pasando por los martillos hidráulicos para el troceo de bloques de piedra; cizallas para el corte de materiales, muy útil en trabajos de demolición; palas tipo pulpo; incluso machacadoras y un largo etcétera.





La Excavadora tiene diferentes usos dentro de una explotación minera:



- Excavaciones de tierras.
- Arranque de materiales no consolidado, incluso con algún grado de consolidación.
- Retirada de grandes bloques del frente después de efectuar una voladura. Según capacidad de la máquina y accesorios.
- Carga de materiales (tierras, áridos, escolleras, etc...) sobre dúmpers, y camiones. También sobre tolvas aunque en menor medida.
- Trabajos de saneo de los taludes del frente de trabajo.
- Rompimiento de los bloques de piedra (bolos) de mayor tamaño. Es necesario el martillo hidráulico.
- Apertura de zanjas; excavación, arreglo y perfilado de taludes; construcción de cunetas de desagüe; demolición de estructuras; etc...



Aunque la excavadora se puede utilizar únicamente para cargar, y en ocasiones los rendimientos obtenidos son superiores a las palas cargadoras, puesto que aunque la capacidad del cazo puede ser menor, el ciclo de carga es muy inferior, lo cierto es que su uso mayoritario es para el arranque y carga de materiales de dureza media o blanda.

Cómo el ciclo de arranque y carga es similar al de sólo carga, describiremos el primero.

No obstante, por la forma de trabajo de la excavadora en que no se desplaza la máquina sino que el pequeño desplazamiento de la tierra arrancada se consigue girando la superestructura, ofrece una posibilidad interesante como máquina de carga porque la carga sobre camión no supone ningún trabajo extra, sino únicamente elevar algo más la cuchara para depositar la carga sobre la caja del camión. Los tiempos de inmovilización del camión para ser cargado, aumentan bastante si la carga se hace con excavadora con un cazo menor al admitido por el camión.



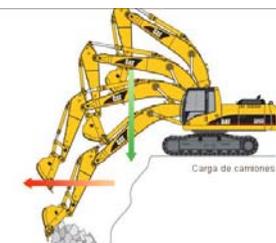
El arranque y carga sobre camión se hace en las siguientes condiciones:

- Camión y excavadora en el mismo nivel o plano. Esto supone una lentitud grande en el trabajo, debido a que hay que elevar la carga a mucha altura (por encima del lateral del camión), además la maniobra de giro es bastante grande (con frecuencia más de 90°) y además por la falta de visibilidad del interior de la caja del camión la maniobra es aún más lenta.
- Para solucionar estos inconvenientes surge el método de carga sobre camión situándose ambas máquinas en dos niveles diferentes del terreno, ocupando la excavadora la plataforma o banco superior.

Con esta forma de trabajo se eliminan los inconvenientes dichos antes: se reduce el giro de la superestructura para descargar a sólo 30 ó 45°, no se estorban mutuamente los camiones y la excavadora, al no estar al mismo nivel, el maquinista tiene visibilidad perfecta de la caja del camión para descargar antes la cuchara y repartir mejor la carga.

También la misma carga hay que elevarla mucho menos, siendo más bien el camión el que, una vez cargado, efectúa de forma económica el trabajo de sacar la tierra desde abajo. Para este tipo de trabajo, el chofer de camión debe saber que tiene que situar el camión en sentido longitudinal hacia la excavadora, de modo que el maquinista de la excavadora ve perfectamente la caja del camión y abre a la vez el balancín y la cuchara para descargar.

La aplicación de este método de trabajo en minería da lugar a una caracterización especial del trabajo de excavación-carga. Es un trabajo muy especializado para realizar el cual se han preparado versiones de excavadoras llamadas Retro de Excavación en Masa (Mass Excavation Hoe, o MEH) en la que se ha rediseñado el implemento de trabajo: pluma, balancín y cuchara, en función del tipo de camiones a cargar.





La cargadora frontal tiene su máximo campo de aplicación en minería a cielo abierto. Por ejemplo cuando se trata de cargar voladuras de mucha altura en que no se puede realizar desde lo alto con equipo retro o con una pala cargadora.



Una vez que se ha escogido esta máquina, habrá que tener en cuenta las siguientes normas en su manejo:

- Puesto que la pala frontal se va a mover sobre suelo muy duro (normalmente el piso de roca) y con irregularidades y repiés, será difícil que el rígido rodaje asiente bien sobre el terreno.

Interesa por lo tanto que haya algo de material suelto sobre el piso, para que la máquina no cabecee, y para que agarre mejor la cadena y no resbale hacia atrás al empujar.

- La máquina debe estar lo más cerca posible del montón que va a cargar; normalmente se tratará de una prevoladura o voladura; acercándose lo más posible al montón, el cucharón no tiene que alejarse tanto para completar la carga, con lo que la máquina es más estable.
- La mejor altura de banco es algo más de la altura de la propia máquina. Alturas mayores de banco son contraindicadas, porque obligan a trabajar más a la pala frontal al tener que vencer un mayor peso de roca, y además son más difíciles de cargar, al ser más compactos. Alturas menores de carga dificultan el llenado. Claro que la altura de banco es algo que hay que preparar al proyectar la voladura.
- Los dos tipos de cuchara que pueden equipar las excavadoras frontales (el de vuelco frontal y el de descarga por el fondo), dan lugar a ciclos más lentos, con mayor capacidad, en el caso de vuelco frontal. Además, el de descarga por el fondo permite mayor altura de descarga que el de vuelco frontal pero puede obstruirse con más facilidad que el frontal, al recoger bloques de tamaño mayor que el que pueda pasar por el fondo al abrir el cucharón.





Manual confección por:



**Jacinto López Pérez**  
Ingeniero de Minas  
Ingeniero Técnico de Minas  
Máster en Prevención de Riesgos Laborales

**Alfonso Blanco Úbeda**  
Graduado en Ingeniería de Minas  
Ingeniero Técnico de Minas  
Máster en Prevención de Riesgos Laborales

**Jaime Santos Ruiz**  
Graduado en Ingeniería de Minas  
Ingeniero Técnico de Minas  
Máster en Prevención de Riesgos Laborales

**Ana Belén Ruiz González**  
Licencia en Pedagogía  
Máster en Prevención de Riesgos Laborales

#### EN CATALUÑA

Pso. Maragall, 48-50, 1º, 1ª  
08041 – Barcelona  
Tel. 934 500 173  
e-mail: [info@tecmina.net](mailto:info@tecmina.net)

#### EN ARAGÓN

C/Domingo Lobera, 1, Local  
50008 - Zaragoza  
Tel. 976 133 230  
e-mail: [zaragoza@tecmina.net](mailto:zaragoza@tecmina.net)



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE INDUSTRIA, TURISMO  
Y COMERCIO



Pso. Maragall, 48-50, 1º, 1ª  
08041 – Barcelona  
Tel. 934 500 173  
Fax. 934 334 547  
e-mail: [info@tecmina.net](mailto:info@tecmina.net)

C/Domingo Lobera, 1, Local  
50008 - Zaragoza  
Tel. 976 133 230  
Fax. 976 427 510  
e-mail: [zaragoza@tecmina.net](mailto:zaragoza@tecmina.net)