



## Documentación

# NTP 127: Estación de trituración primaria

Precrushing plant  
Station de concassage primaire

### Redactor:

Pedro Sabaté Carreras  
Facultativo de Minas

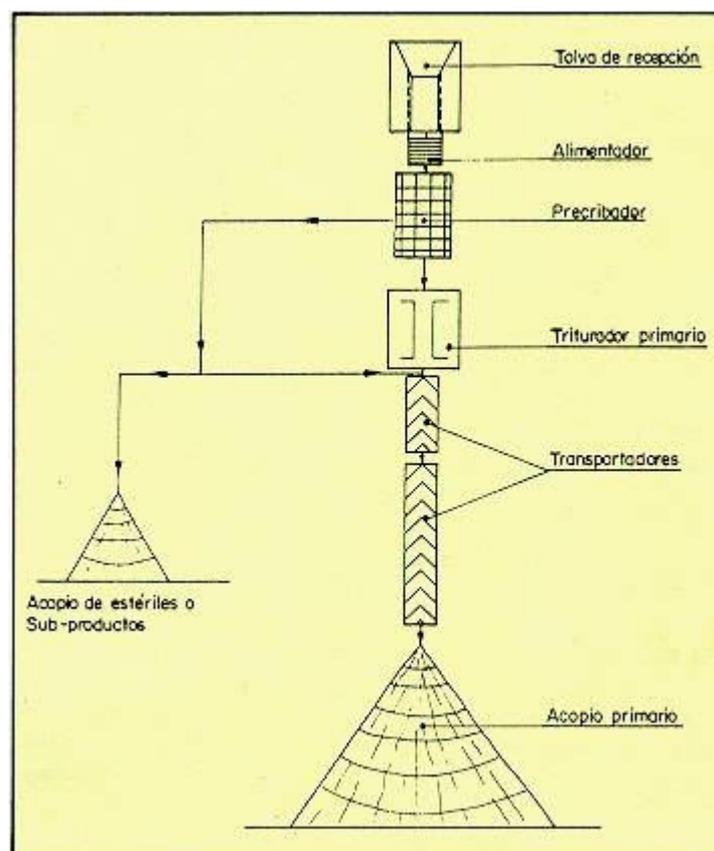
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA - BARCELONA

## Objetivo

En la presente NTP, se exponen diversos riesgos que pueden presentarse en los grupos primarios de trituración, a la par que se ofrecen posibles medidas encaminadas a su prevención.

## Descripción del proceso

El esquema Tipo de grupo de trituración primaria, se presenta en la figura 1. De forma genérica el proceso es como sigue:

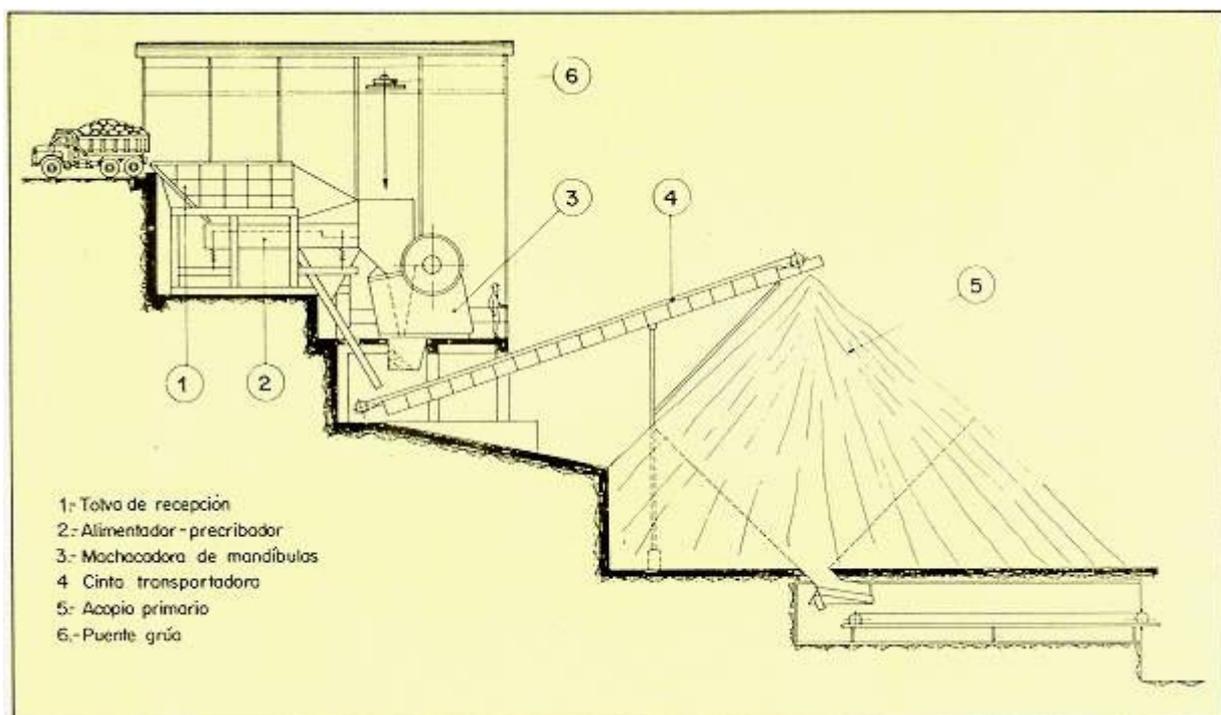


**Fig. 1: Esquema tipo de un grupo primario de trituración**

El todo-uno (bloques, menudos y tierras) procedente del frente de extracción se vierte en la tolva de recepción, de la que se extrae mediante un alimentador que lo vierte a un precribador, el cual separa una cierta granulometría de menudos, por ser productos no aptos o sub-productos o por ser materiales de granulometría adecuada que no precisan de trituración primaria y que posteriormente se incorporan al circuito general. Los sub-productos y los no aptos se disponen para su comercialización o tratamiento especial o bien pasan a escombrera.

Los bloques rechazados por el precribador caen directamente al triturador primario. Tras la fragmentación el material es recogido por el transportador primario y conducido a un gran acopio primario, generalmente en montón sobre el suelo. Este material es extraído posteriormente para alimentar los grupos de trituración y clasificación hasta obtener las granulometrías finales.

La elección de los tipos de cada uno de los componentes, así como su ensamblaje y proceso viene determinado por muy diversos condicionantes, tales como: tamaño de los bloques, contenido de estériles, abrasividad de la roca, perfil del terreno, etc. En la figura 2 se representa una instalación formada por un alimentador-precibador y machacadora de mandíbulas.

**Fig. 2: Grupo primario de trituración**

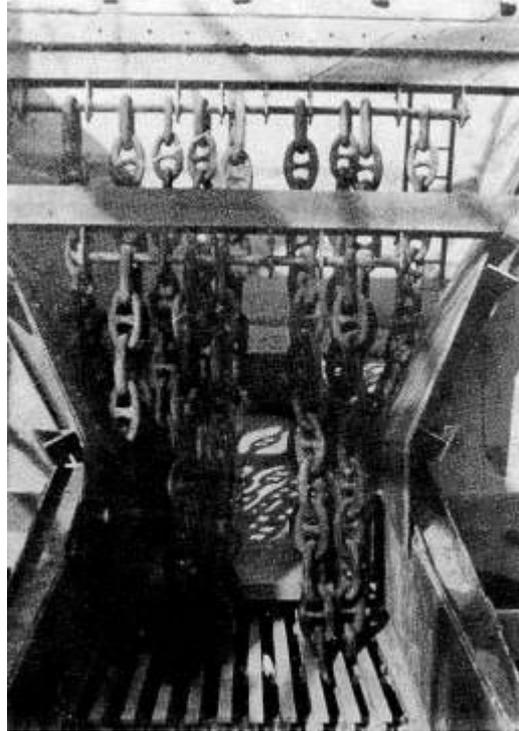
## Situaciones de riesgo y actuación preventiva

Seguidamente se reflejan los distintos riesgos que de forma más común suelen presentarse en los equipos o máquinas, y sus entornos:

### Tolva de recepción

Es el receptáculo en el que se vierte el todo-uno procedentes de la zona de extracción.

Para la retención de los grandes bloques suelen disponerse elementos suspendidos a modo de cortina en la zona de la boca de descarga. Estos elementos de retención acostumbran a ser gruesas cadenas, o cubiertas de ruedas, de palas o dumpers, suspendidas mediante cables o cadenas (Foto 1).



**Foto 1: Cortina de cadenas dispuesta a la salida de la tolva de recepción, para la retención de los bloques gruesos**

### Riesgos y su prevención:

- a. Caída de vehículos al interior de la tolva al efectuar la maniobra de marcha atrás para descargar

### Medidas preventivas:

1. Construir, a todo lo largo de la zona de descarga, un murete de hormigón que sobresalga unos 35 cms. del nivel del suelo para que actúe de tope de las ruedas traseras del vehículo. Al construir el murete o realce en el lado de descarga de la tolva, debe considerarse la altura mínima que, respecto del suelo, alcanza la caja del camión al bascular.
2. Mantener limpio y en su nivel primitivo el piso junto al murete o realce, de forma que no quede cubierto por la acumulación de materiales derramados.

- b. Caída de personas al interior de la tolva

### Causas:

- Existencia de la abertura de la tolva al mismo nivel del suelo, o a escasa altura.
- Existencia de zonas de tránsito de personas, junto a la abertura de la tolva.

### Medidas preventivas:

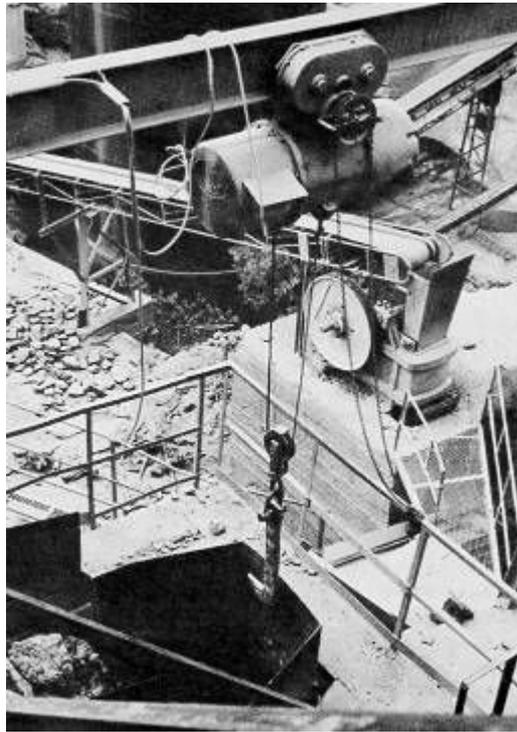
1. Establecer el cerramiento de la abertura, mediante la construcción de un paramento resistente de obra, en todo el perímetro de la tolva salvo en la zona de descarga de los vehículos, que impida la caída accidental al interior de la tolva, de las personas que circulen en su proximidad.
2. Colocar barandillas rígidas, de una altura mínima de 90 cms., y cuya resistencia mínima sea de 150 Kg/m lineal, en todo el perímetro de la tolva, salvo en el lado o zona de la descarga de los vehículos.
- c. Aplastamiento durante el desatasco de bloques

### Causas:

- Vertido incontrolado de un vehículo, estando algún operario situado en el interior de la tolva.
- Desprendimiento de algún bloque dispuesto en forma inestable en la tolva, estando algún operario situado en su interior.

### Medidas preventivas:

1. La medida básica es la de evitar, en todo lo posible, que los operarios deban situarse en el interior de la tolva para realizar alguna manipulación; a tal fin debe mecanizarse al máximo las operaciones de desatasco, mediante el empleo de ganchos u otros implementos suspendidos que eviten el tener que situar a los operarios en el interior de la tolva.
2. Instalar un sistema de señalización mediante luces, accionado desde el pupitre de mandos para indicar a los conductores de los vehículos, la posibilidad o prohibición de realizar la maniobra para descargar.
3. Al realizar la carga del todo-uno a los vehículos, debe prestarse una especial atención en separar los bloques de dimensiones excesivas que puedan dar lugar a la formación de atascos o de bóvedas.



**Fig. 2: Gancho suspendido, dispuesto para el desatasco de los bloques y para las operaciones de mantenimiento**

## Alimentador

Su función es la de extraer y regular el caudal de todo-uno que sale de la tolva. Existen de diversos tipos y sistemas siendo los más frecuentes: los alternativos, los vibrantes y los de orugas o placas.

### Riesgos y su prevención:

- a. Atrapamiento por los elementos en movimiento, tales como:
  - o Entre placas.
  - o Entre ruedas y la pista de rodadura.
  - o Entre espiras de los muelles.
  - o Entre la bandeja y la tolva.
  - o En los volantes.
  - o Etc.

### Medidas preventivas:

1. Situar pantallas que impidan el acceso o que aislen las zonas en que se sitúan los elementos en movimiento, de las zonas o vías empleadas en los desplazamientos normales de los operarios.
2. Cubrir mediante carcasa metálica resistente, de chapa o rejilla, los elementos móviles. Si es de rejilla, ésta debe ser armada y con luz de malla de 1 cm. de lado

como máximo.

3. Prohibición de manipular en los aparatos o dentro del circuito del material estando las máquinas en funcionamiento.

## Precribador

Su función es la de realizar una separación granulométrica del todo-uno; bien sea para la eliminación de tierras y menudos, o bien para eludir el paso por la trituración primaria de los fragmentos con granulometría adecuada.

### Riesgos y su prevención:

- a. Caída de personas al interior del triturador

### Medidas preventivas:

1. Deben extremarse las medidas preventivas, por cuanto al realizar los trabajos de desatascos en el precribador debe mantenerse el triturador en funcionamiento; por ello es plenamente válido lo indicado anteriormente, en el sentido de utilizar ganchos u otros elementos suspendidos que eviten la intervención directa de los operarios situándose en la zona de riesgo.
2. Obligatoriedad de utilizar cinturón de seguridad, cuando se manipule en la proximidad de la boca de la trituradora. Esta operación debe realizarse siempre entre un mínimo de dos personas.
3. Prohibición de que los operarios se sitúen sobre el precribador estando en funcionamiento.
4. Antes de que los operarios se sitúen sobre el precribador, incluso con la instalación totalmente parada, debe procederse a retirar los fragmentos situados en niveles superiores de la tolva y del alimentador que puedan caer o facilitar el desprendimiento de algún bloque en situación inestable.

## Triturador primario

Es el equipo en el que se realiza la primera etapa de la fragmentación. Existen diversos tipos de trituradores pero los más comúnmente utilizados son: las machacadoras de mandíbulas de simple y doble efecto, los trituradores giratorios y los molinos de impactos y de martillos.

### Riesgos y su prevención:

- a. Atrapamiento por volantes de inercia

### Medidas preventivas:

1. Tanto los pasillos como las escaleras y demás zonas de circulación del personal deben establecerse suficientemente separadas de las zonas de riesgo, para que no sean posibles los contactos y atrapamientos fortuitos.
2. Colocar pantallas o elementos de cerramiento, que impidan el acceso a la zona en

que se sitúan los volantes.

3. Cubrir los volantes mediante carcasa metálica resistente, de chapa o rejilla. Si es de rejilla, ésta será armada y la luz de malla será de 1 cm de lado, como máximo (Foto 3).



**Foto 3: Carcasa de chapa y rejilla metálica, para la protección de los volantes y correas de una machacadora de mandíbulas primaria**

- b. Golpes y contusiones con barras metálicas utilizadas para desatascar la boca del triturador

#### Causas:

Los atascos que se producen en la boca de las machacadoras, suelen presentar dificultades para su eliminación. Por ello es frecuente la práctica de situarse sobre la misma boca y aprovechando el movimiento de la máquina actuar con barras metálicas a fin de variar la posición del bloque o bloques que obstruyen la boca.

#### Medidas preventivas:

1. Mecanizar al máximo las operaciones de desatasco, mediante el empleo de ganchos, pinzas, cuñas u otros implementos suspendidos, en sustitución de las barras utilizadas a modo de palanca.
- c. Proyección de fragmentos de roca

#### Causas:

Al caer los grandes bloques, desde el alimentador o el precribador, golpean con las partes metálicas de la trituradora y dan lugar, ocasionalmente, a la proyección de fragmentos.

También se producen abundantes proyecciones de fragmentos de roca, durante la trituración, en los molinos de martillos y de impactos, que ocasionalmente salen al exterior.

#### Medidas preventivas:

1. Situar en una cabina de control los mandos de la instalación de forma que el controlador quede resguardado. La ubicación de la cabina debe ser en un punto en que sean compatibles la necesaria separación de las proyecciones, con la adecuada visualización del proceso.
2. Dotar la boca de los molinos con una espesa cortina, a base de cadenas de eslabón

fino o bien de un babero abatible de goma, deforma que, permitiendo la entrada de los bloques, pueda retener los fragmentos proyectados por la trituración.

- d. Caída de personas al interior del triturador

#### Causas:

Suele producirse por la situación de personas junto o sobre la boca del triturador para desatascarla de algún bloque que la obstruye.

#### Medidas preventivas:

1. Mecanizar las operaciones de desatasco, mediante el empleo de ganchos, cuñas y otros elementos suspendidos que eviten el que los operarios deban situarse en la boca del triturador.

### Cinta transportadora

Recoge el material ya fragmentado por la trituradora primaria o el procedente del precibado y lo eleva y transporta a acopios o a nuevas etapas de proceso (**NTP 89 sobre cintas**).

#### Riesgos y su prevención:

- a. Atrapamiento entre la banda transportadora y los tambores

#### Causas:

- Limpieza del tambor de "cola", incrustaciones y adherencias, estando la cinta en funcionamiento.
- Manipulación en las proximidades de los tambores con la cinta en marcha, para realizar operaciones de limpieza de canaletas, tolvines, etc.

#### Medidas preventivas:

1. Realizar una eficaz acción de mantenimiento preventivo encaminada a evitar que se produzcan derrames de materiales mojados o pulverulentos que puedan dar lugar a la formación de "crestas" que recubran el tambor de "cola".
  2. Instalar paneles protectores a ambos lados de la cinta, de forma que cubran la zona de atrapamiento. Debe prolongarse a lo largo de la cinta, un metro desde el tambor.
  3. Prohibir la manipulación en la proximidad de los tambores, con la cinta en marcha.
- b. Caída de personas desde los tramos aéreos de la cinta

#### Medidas preventivas:

1. Las cintas transportadoras elevadas deben disponer de pasarelas de visita en toda su longitud y en la zona de los mecanismos de accionamiento. La pasarela debe disponer de barandillas y el piso constituido por materiales antideslizantes y ranurado o perforado, de forma que permita una fácil eliminación de las aguas, polvo, etc.

(Foto 4).

2. Si para realizar, excepcionalmente, alguna operación en el tramo aéreo de una cinta, es preciso colocarse sobre la propia banda, debe utilizarse el cinturón de seguridad, sujetándolo al propio bastidor de la cinta, en un punto que no permita el deslizamiento.



**Foto 4: Pasarela de visita adosada a la cinta transportadora primaria. Sobre la pasarela puede observarse la acumulación de fragmentos de granulometría gruesa, debido a un derrame.**

- c. Caída de materiales transportados

#### Medidas preventivas:

1. Instalar limitadores de carga que repartan a lo largo de la cinta los montones ocasionalmente producidos por irregularidades en la alimentación.
2. Disponer pantallas protectoras debajo de los tramos en que la cinta sobrevuela zonas de trabajo o de posible paso.
3. Establecer el carenado total de los tramos aéreos de las cintas.

#### Riesgos generales

A continuación se consideran aquellos riesgos comunes a todas las máquinas y los atribuibles a las circunstancias en que se desarrolla el proceso y a la disposición de la instalación.

- a. **Contacto eléctrico directo e indirecto**

#### Causas:

Generalmente se trata de instalaciones al aire libre sometidas a un ambiente de polvo, caída de piedras, vibraciones.

#### Medidas preventivas:

1. Los conductores deben estar en perfectas condiciones de aislamiento y situados bajo tubo enterrado o adosado a las paredes, y por ningún concepto sueltos por el suelo.
2. Realizar eficaz acción de mantenimiento sustituyendo aquellos conductores o elementos que presenten roturas o deficiencias de aislamiento, como consecuencia de rozaduras, impactos, etc.
3. Todas las masas metálicas de la instalación, incluso tuberías y estructuras metálicas, estarán conectadas a una red de tomas de tierra. La resistencia de estas tomas será función de la sensibilidad del dispositivo de corte asociado.

#### b. **Atrapamiento por órganos móviles de las transmisiones**

#### Causas:

Presencia de abundantes elementos de transmisión (poleas, correas, engranajes, reductores, ejes, acoplamientos, etc.) de elevada potencia y considerables dimensiones, junto a zonas de tránsito.

#### Medidas preventivas:

1. Colocar elementos de cerramiento que impidan el acceso a las zonas en que se sitúan los elementos en movimiento.
2. Cubrir los elementos móviles con carcasa metálica resistente de chapa o rejilla. Si es de rejilla, ésta será armada y con luz de malla de 1 cm de lado, como máximo.
3. No debe manipularse los aparatos o instalaciones hasta cercionarse que su detención sea total y completa; a tal efecto debe tenerse presente la inercia de sus componentes.

#### c. **Caídas a distinto nivel**

#### Causas:

Este tipo de instalaciones suelen estar montadas en "cascada" aprovechando los desniveles del terreno. Por ello existen una serie de plataformas o pisos enlazados a través de rampas, pasarelas o escaleras, en las que se deposita polvo, fragmentos de piedra, barro, etc.

#### Medidas preventivas:

1. Cerrar el perímetro abierto de las plantas o pisos, pasarelas, rampas y escaleras, mediante la colocación de barandillas reglamentarias.
2. Realizar frecuentes limpiezas de las acumulaciones de polvo, fragmentos pétreos y otros materiales depositados sobre el suelo especialmente en las zonas de paso obligado.

3. Tras las operaciones de mantenimiento dejar el área afectada libre de cuerdas, cables, restos de grasa, aceite, piezas y otros materiales que obstaculicen la circulación.

#### d. **Elevado nivel sonoro**

##### **Causas:**

Las condiciones y sistemas de trituración de que dispone la industria en la actualidad son por su trabajo eminentemente ruidosos.

##### **Medidas preventivas:**

1. Centralizar los mandos de la instalación en una cabina insonorizada, desde la que se pueda visualizar todo el proceso.
2. La utilización de elementos de protección auditiva será obligatoria en los casos en que los operarios deban situarse en puntos con elevado nivel sonoro.

#### e. **Inhalación de polvo**

##### **Causas:**

Al tratarse de procesos de fragmentación, se obtienen partículas de considerable finura que se integran en un circuito que las mantiene en movimiento y con frecuentes saltos en el aire (entrega de canaleta a cinta, entre cintas, etc.).

##### **Medidas preventivas:**

1. Centralizar los mandos de la instalación en una cabina dotada de sistema de renovación de aire filtrado.
2. Carenado total del circuito, e instalación de captaciones localizadas en las propias máquinas y en aquellos puntos en que el material es sometido a saltos en el aire.
3. La utilización de mascarillas con filtro mecánico contra polvo, será obligatoria en los casos en que los operarios deban situarse en puntos conflictivos.

## **Operaciones de mantenimiento**

El mantenimiento de estas instalaciones supone, en muchas ocasiones, el realizar trabajos en condiciones muy extremas, por cuanto debe trabajarse al aire libre y en posiciones dificultosas o inestables, en ambientes de polvo, barro, con bajas temperaturas, etc. y utilizando piezas y herramientas especiales y/o muy pesadas. Para facilitar estas operaciones es básico el disponer de adecuados medios mecánicos de elevación y sustentación, que permitan reducir al mínimo la manipulación manual.

Es igualmente importante establecer un código de señales para estos movimientos.

Puesto que los distintos aparatos de una instalación, frecuentemente, se encuentran distanciados y no siempre son visibles todas sus partes desde la cabina control, debe establecerse un sistema que garantice la imposibilidad de puesta en marcha de algún aparato mientras se realizan trabajos de mantenimiento. Considerando que desde la

cabina generalmente se puede controlar el funcionamiento de todos los aparatos, éstos deberían disponer de un sistema de enclavamiento, de forma que el paro de uno de ellos suponga el paro de todos los anteriores, e igualmente el ciclo de puesta en marcha sea progresivo a partir del último elemento de la instalación. Conjuntamente con el sistema anterior, cada aparato debe disponer "in situ" de un sistema de desconexión del motor en cuestión, mediante llave que debe quedar en poder del operario que efectúe el trabajo y en tanto dure éste.

## Bibliografía

(1) SINGER, F.

**Cerámica Industrial.**

Bilbao, Ediciones Urmo - 1971.

(2) TALGART, ARTHUR F.

**Elementos de Preparación de Minerales.**

Madrid, Ediciones Interciencia - 1966.

(3) F. MIRANDA, E.

**Preparación Mecánica de Minerales y Carbones.**

Madrid, Editorial Dossat - 1958

(4) INSHT

**Preparación de materias primas para la fabricación de cemento.**

Barcelona, I.T.B./5584.78

(5) INSHT

**Estación de trituración primaria mediante quebrantadora giratoria.**

Barcelona, I.T.B./4745.76.