



Centro de  
Especializaciones  
Noeder

*Diploma de Especialización Internacional*

# **SUPERVISOR DE TRABAJOS DE ALTO RIESGO**

**CLASE 06**

**TRABAJOS DE EXCAVACIÓN Y  
DEMOLICIÓN**

**Ing. Jorge Arzapalo Barrera**



# EXCAVACIONES



**ING. JORGE ARZAPALO BARRERA**





# INTRODUCCION



*La actividad de la construcción no solo es una de las actividades más importantes para el desarrollo del país, sino que además ocupa un gran número de trabajadores que están expuestos a diversos factores de riesgo.*



*Los procesos normales en el desarrollo de un proyecto, genera riesgos potenciales a los que se enfrentan los trabajadores, siendo necesario reconocer aspectos básicos de mecánica de suelos que permitan evaluar y detectar condiciones propias de los terrenos.*



*En las excavaciones y en los trabajos que en ellas se realizan, el riesgo principal, se origina en los movimientos accidentales del terreno que provocan deslizamientos, desprendimientos y hundimiento de las obras, con el consiguiente sepultamiento de personas.*



## DEFINICIONES



**Persona competente** significa una persona que sea capaz de identificar y predecir peligros existentes en sus alrededores, o condiciones de trabajo que son antihigiénicas o peligrosas para los empleados, y que tienen autorización de tomar medidas correctivas para eliminar estos peligros.



**Apoyos cruzados** significan los miembros horizontales de un sistema de soporte instalado perpendicularmente a los lados de la excavación, contra los extremos de los soportes o relieves.



**Excavación** significa cualquier corte, cavidad, zanja, o depresión artificial en una superficie de la tierra, formada por el retiro de la tierra.



**Caras o Lados** significan las superficies verticales o inclinadas de la tierra formadas como resultado del trabajo de excavación.





## DEFINICIONES



**Falta o Perdida** significa la fractura, la dislocación, o la deformación permanente de un miembro estructural.



**Atmósfera peligros:** Atmósfera que por ser explosivo, inflamable, venenoso, corrosivo, oxidante, irritable, deficiente de oxígeno, tóxico, o de otra manera peligroso, pueda causar muerte, enfermedad, o lesiones.



**Sistema protector** significa un método de proteger a empleados contra derrumbamientos, contra el material que podría caer o rodar de una cara de la excavación o en una excavación, o contra el derrumbamiento de estructuras adyacentes. Los sistemas protectores incluyen sistemas de soporte, sistemas de inclinación y sistemas de protección, y otros sistemas que proporcionen la protección necesaria.



## DEFINICIONES



**Rampa** significa una superficie inclinada para caminar o de funcionamiento que se utilice para acceder de un punto a otro, y se construye de tierra o de materiales estructurales tales como acero o madera.



**Láminas** significa a los miembros de un sistema de soporte que conservan la tierra en la posición y que alternadamente son apoyados por otros miembros del sistema de apoyo.



**Escudo (sistema protector)** significa una estructura que pueda soportar las fuerzas impuestas ante un derrumbamiento y de tal modo que proteja a los empleados dentro de la estructura. Los protectores usados en fosos se refieren generalmente como el "cajas de zanjas" o los "protectores de zanjas."





# DEFINICIONES



**ING. JORGE ARZAPALO BARRERA**





## DEFINICIONES



**Inclinación (sistema de inclinación)** significa un método para proteger a empleados contra derrumbamientos excavando para formar los lados de una excavación que estén inclinados lejos de la excavación para prevenir derrumbamientos.



**Rampa estructural** significa una rampa construida de acero o de madera, utilizando generalmente para acceso de vehículos. Las rampas hechas de suelo o de roca no se consideran rampas estructurales.



**Sistema de soporte** significa una estructura para apoyar, soportar, o reforzar, que proporciona el soporte a una estructura adyacente, a una instalación subterránea, o a los lados de una excavación.





## REFERENCIA LEGALES Y NORMATIVAS

-  **Ley N° 29783, Ley de seguridad y salud en el trabajo y su modificatoria Ley N° 30222.**
-  **D.S. N° 005 - 2012 - TR (D.S. 006 - 2014 - TR) Reglamento de seguridad y salud en el trabajo.**
-  **D.S. N° 024-2016 EM, Reglamento de SSO en Minería y su modificatoria (D.S. 023-2017 EM).**
-  **D.S. 011 – 2019 - TR, Reglamento de SST para el sector Construcción.**
-  **Norma G.050 Seguridad durante la construcción.**
-  **D.S. 42F Seguridad en la industria.**
-  **R.M. 111 - 2013 RESESATE**
-  **NTP 278: Zanjias: prevención del desprendimiento de tierras**
-  **OSHA\_29\_CFR\_1926\_Subparte\_P\_Excavaciones**



**ART. 129.-** *Todo titular de actividad minera establecerá estándares, procedimientos y prácticas como mínimo para trabajos de alto riesgo tales como:*

- 1. Trabajos en espacios confinados.*
- 2. Trabajos en caliente.*
- 3. Excavaciones mayores o iguales de 1.50 metros.***
- 4. Trabajos en altura.*
- 5. Trabajos eléctricos en alta tensión.*
- 6. Trabajos de instalación, operación, manejo de equipos y materiales radiactivos.*
- 7. Otros trabajos valorados como de alto riesgo en los IPERC*





**ART. 133.-**



*Para realizar trabajos en excavación por las características del terreno como: compactación, granulometría, tipo de suelo, humedad, vibraciones, profundidad, entre otros; se debe instalar sistemas de sostenimiento, cuando sea necesario, de acuerdo a estándares establecidos.*



*En toda excavación, el material proveniente de ella y acopiado en la superficie deberá quedar a una distancia mínima del borde que equivalga a la mitad de la profundidad de la excavación.*



# DS N° 024-2016-EM.

Reglamento de Seguridad y Salud ocupacional en minería.

## ART. 133.-

 En el caso de suelos bastante deleznales, esta distancia será mayor o igual a la profundidad de la excavación.

 En los casos que se realicen trabajos en taludes o cerca de las excavaciones de profundidad mayor o igual a uno punto ochenta metros (1.80 m), los trabajadores deberán contar con un sistema de prevención y detención de caídas.







## 23. EXCAVACIONES

### 23.1 Requisitos generales



*Se ejercerá una supervisión frecuente por parte del profesional responsable de la obra con experiencia, que garantice que se ha tomado las medidas de seguridad indicadas.*



*Antes de empezar la excavación el perímetro de la superficie se limpiará de materiales sueltos. Se eliminarán todos los objetos que puedan desplomarse y que constituyen peligro para los trabajadores, tales como: árboles, rocas, rellenos, etc.*



*Si se encontrara una tubería, línea de servicios públicos u otra instalación durante la excavación, se suspenderá inmediatamente el trabajo y se informará al prevencionista sobre el incidente. Se suspenderá todo tipo de trabajo.*



### 23. EXCAVACIONES

#### 23.1 Requisitos generales



*Se prohíbe la excavación mecánica cerca de líneas eléctricas, tuberías, y otros sistemas a menos que se les hubiera desconectado la energía y cerrado el acceso a las mismas.*



*Se deberá prevenir los peligros de caída de materiales u objetos, o de irrupción de agua en la excavación; o en zonas que modifiquen el grado de humedad de los taludes de la excavación.*



*No se permitirá, por ningún motivo, la presencia de personal en una excavación durante la realización de operaciones con equipo mecánico, durante la operación de relleno de la zanja ni bajo la vertical del equipo o tubería a instalarse.*





## 23. EXCAVACIONES

### 23.1 Requisitos generales



*En los momentos de nivelación y compactación de terreno, el equipo de colocación del material de relleno, trabajará a una distancia no menor de 20 m de la zona que se esté nivelando o compactando.*



*Las tareas para efectuar taludes y apuntalar se harán cumpliendo con el siguiente procedimiento:*

- ✓ *En excavaciones donde el personal trabaje a 1,20 metros o más de profundidad, se deberá proporcionar una escalera de mano u otro medio de acceso equivalente. Se deberá proporcionar una escalera adicional por cada tramo de (7,60 metros) en zanjas y excavaciones. Dichas escaleras deberán sobresalir por lo menos (1,00 metro) sobre la superficie del terreno y deberán sujetarse para evitar movimientos.*



### 23. EXCAVACIONES

#### 23.1 Requisitos generales



*Las tareas para efectuar taludes y apuntalar se harán cumpliendo con el siguiente procedimiento:*

- ✓ *Cuando hubiera personal trabajando en excavaciones circulares o rectangulares definidas como Espacios Confinados (ver 6.21), se le deberá proporcionar un medio seguro de entrada y salida conforme a los Procedimientos para Espacios Confinados.*
- ✓ *Se deberá contar con un asistente en la superficie de la excavación, quien estará en contacto con la(s) persona(s) dentro de la excavación.*



*Antes de entrar a una excavación se verificará que se pueda renovar la atmósfera dentro de la misma.*





## 23. EXCAVACIONES

### 23.1 Requisitos generales



*El personal que trabaje en excavaciones deberá usar el equipo de protección personal mínimo y en casos especiales de acuerdo a los riesgos evaluados por el prevencionista.*



*Durante las interrupciones del trabajo de excavación, el operador del equipo de excavación hará una inspección visual en torno al equipo para detectar la existencia de condiciones de riesgo.*



*Las excavaciones que crucen caminos y vías de acceso deberán cubrirse con planchas de metal de resistencia apropiada u otro medio equivalente, a menos que la excavación sea de tal magnitud que represente un peligro para los vehículos y equipos. En tales casos se deberá poner barreras en el camino.*



## 23. EXCAVACIONES

### 23.1 Requisitos generales



*Las vías públicas de circulación deben estar libres de material excavado u otro objeto que constituye un obstáculo.*



*En los casos en que las zanjas se realicen en terrenos estables, se evitara que el material producto de la excavación se acumule a menos de 2 m del borde de la zanja.*



*La determinación y diseño de un sistema de soporte de la tierra se basará en un análisis detallado de los siguientes factores: profundidad del corte, cambios previstos del suelo debidos al aire, sol, agua, y movimiento del terreno por vibraciones originadas por vehículos o voladuras, y empuje de tierras.*





## 23. EXCAVACIONES

### 23.2 Instalación de barrera



Se deben instalar los entibamientos, apuntalamientos o tablaestacados para evitar riesgos en la zona de trabajo y en zonas colindantes (edificaciones, vías públicas, etc.) de acuerdo al análisis de trabajo (estudio de suelos).



Las excavaciones y zanjas deberán ser apropiadamente identificadas con señales, advertencias y barricadas.



Las barreras de advertencia y protección deberán instalarse a no menos de 1.8 m. del borde de la excavación o zanja.



Si la excavación se realiza en la vía pública, la señalización será hecha con elementos de clara visibilidad durante el día, y con luces rojas en la noche, de modo que se advierta su presencia.



## 23. EXCAVACIONES

### 23.2 Instalación de barrera



*Si una excavación estuviera expuesta a vibraciones o compresión causadas por vehículos, equipos o de otro origen, las barreras de protección deberán instalarse a no menos de tres metros del borde de la excavación.*



*Si la excavación tuviera más de tres metros de profundidad, esa distancia desde el borde se aumentará en un metro por cada dos metros de profundidad adicional.*



*Si la excavación se realiza en zona adyacente a una edificación existente, se preverá que la cimentación del edificio existente esté suficientemente garantizada.*





### 23. EXCAVACIONES

#### 23.2 Instalación de barrera



*El constructor o contratista de la obra, bajo su responsabilidad, propondrá, si lo considera necesario, modificaciones al proceso constructivo siempre y cuando mantenga el criterio estructural del diseño del proyecto.*



#### *Casos especiales (niveles freáticos)*

*Antes de iniciar la excavación se contará por lo menos con el diseño, debidamente avalado por el responsable de la seguridad de la obra, de por lo menos:*

- ✓ *Sistema de bombeo y líneas de evacuación de agua para mantener en condiciones de trabajo las zonas excavadas. Las operaciones de bombeo se realizarán teniendo en cuenta las características del*



### 23. EXCAVACIONES

#### 23.2 Instalación de barrera

*terreno establecidas en el estudio de mecánica de suelos, de tal modo que se garantice la estabilidad de las posibles edificaciones vecinas a la zona de trabajo. En función de este estudio se elegirán los equipos de bombeo adecuados.*

- ✓ *Sistema de tablestacado o caissons, a usarse durante la excavación. En el caso del empleo de tablestacado o ataguías, el apuntalamiento y/o sostenimiento de los elementos estructurales se realizará paralelamente con la excavación y siguiendo las pautas dadas en el diseño estructural. El personal encargado de esta operación, contará con los equipos de protección adecuados a las operaciones que se realicen.*





# NORMA G050

## 23. EXCAVACIONES

### 23.2 Instalación de barrera

- ✓ *En el caso de empleo de caissons, en que se requiera la participación de buzos u hombres rana, se garantizará que el equipo de buceo contenga la garantía de la provisión de oxígeno, y que el buzo u hombre rana esté provisto de un cabo de seguridad que permita levantarlo en caso de emergencia.*



REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

**NORMA G.050**

**SEGURIDAD DURANTE LA  
CONSTRUCCIÓN**

LIMA – PERÚ  
2010

PUBLICACIÓN OFICIAL



# NTP 278:

Tabla 1: Determinación de la altura máxima admisible para taludes libres de solicitaciones

| Tipo de terreno                                                       | Ángulo de talud $\beta$ | Resistencia a compresión simple $R_u$ en $\text{kg/cm}^2$ |       |       |       |              |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------|
|                                                                       |                         | 0,250                                                     | 0,375 | 0,500 | 0,625 | $\geq 0,750$ |
| Arcilla y limos muy plásticos                                         | 30                      | 2,40                                                      | 4,60  | 6,80  | 7,00  | 7,00         |
|                                                                       | 45                      | 2,40                                                      | 4,00  | 5,70  | 7,00  | 7,00         |
|                                                                       | 60                      | 2,40                                                      | 3,60  | 4,90  | 6,20  | 7,00         |
| Arcilla y limos de plasticidad media                                  | 30                      | 2,40                                                      | 4,90  | 7,00  | 7,00  | 7,00         |
|                                                                       | 45                      | 2,40                                                      | 4,10  | 5,90  | 7,00  | 7,00         |
|                                                                       | 60                      | 2,40                                                      | 3,60  | 4,90  | 6,30  | 7,00         |
| Arcilla y limos poco plásticos, arcillas arenosas y arenas arcillosas | 30                      | 4,50                                                      | 7,00  | 7,00  | 7,00  | 7,00         |
|                                                                       | 45                      | 3,20                                                      | 5,40  | 7,00  | 7,00  | 7,00         |
|                                                                       | 60                      | 2,50                                                      | 3,90  | 5,30  | 6,80  | 7,00         |
|                                                                       |                         | (H máx. en m)*                                            |       |       |       |              |

\* Valores intermedios se interpolarán linealmente

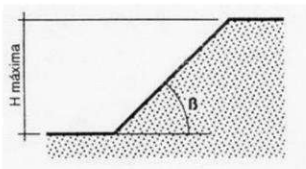


Fig. 3

La altura máxima admisible  $H_{\text{máx}}$  en cortes ataluzados del terreno, provisionales, con ángulo comprendido entre  $60^\circ$  y  $90^\circ$  (talud vertical), sin solicitud de sobrecarga y sin entibar podrá determinarse por medio de la tabla 2 en función de la resistencia a compresión simple del terreno y del peso específico aparente de éste. Como medida de seguridad en el trabajo contra el "venteo" o pequeño desprendimiento se emplearán bermas escalonadas con mesetas no menores de 0,65 m y contramesetas no mayores de 1,30 m (Fig. 4).

Tabla 2: Altura máxima admisible  $H_{\text{máx}}$  en m\*

| Resistencia a compresión simple $R_u$ en $\text{kg/cm}^2$ | Peso específico aparente $\gamma$ en $\text{g/cm}^3$ |      |      |      |      |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------|------|------|------|
|                                                           | 2,20                                                 | 2,10 | 2,00 | 1,90 | 1,80 |
| 0,250                                                     | 1,06                                                 | 1,10 | 1,15 | 1,20 | 1,25 |
| 0,300                                                     | 1,30                                                 | 1,35 | 1,40 | 1,45 | 1,50 |
| 0,400                                                     | 1,70                                                 | 1,80 | 1,90 | 2,00 | 2,10 |
| 0,500                                                     | 2,10                                                 | 2,20 | 2,30 | 2,45 | 2,60 |
| 0,600                                                     | 2,60                                                 | 2,70 | 2,80 | 2,95 | 3,10 |
| 0,700                                                     | 3,00                                                 | 3,15 | 3,30 | 3,50 | 3,70 |
| 0,800                                                     | 3,40                                                 | 3,60 | 3,80 | 4,00 | 4,20 |
| 0,900                                                     | 3,90                                                 | 4,05 | 4,20 | 4,45 | 4,70 |
| 1,000                                                     | 4,30                                                 | 4,50 | 4,70 | 4,95 | 5,20 |
| 1,100                                                     | 4,70                                                 | 4,95 | 5,20 | 5,20 | 5,20 |
| $\geq 1,200$                                              | 5,20                                                 | 5,20 | 5,20 | 5,20 | 5,20 |

\* Valores intermedios se interpolarán linealmente

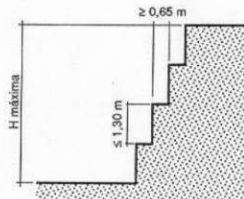


Fig. 4

Dado que los terrenos se disgregan y pueden perder su cohesión bajo la acción de los elementos atmosféricos, tales como la humedad, sequedad, hielo o deshielo, dando lugar a hundimientos, es recomendable calcular con amplios márgenes de seguridad la pendiente de los tajos.

En las excavaciones de zanjas se podrán emplear bermas escalonadas, con mesetas no menores de 0,65 m y contramesetas no mayores de 1,30 m en cortes ataluzados del terreno con ángulo entre  $60^\circ$  y  $90^\circ$  para una altura máxima admisible en función del peso específico aparente del terreno y de la resistencia simple del mismo.

Si se emplearan taludes más acentuados que el adecuado a las características del terreno, o bien se lleven a cabo mediante bermas que no reúnan las condiciones indicadas, se dispondrá una entibación que por su forma, materiales empleados y secciones de éstos ofrezcan absoluta seguridad, de acuerdo a las características del terreno: entibación cuajada, semicujada o ligera.

La entibación debe ser dimensionada para las cargas máximas previsibles en las condiciones más desfavorables.

Las entibaciones han de ser revisadas al comenzar la jornada de trabajo, tensando los cordales que se hayan aflojado. Se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o de alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas.

Los productos de la excavación que no hayan de retirarse de inmediato, así como los materiales que hayan de acopiarse, se apilarán a la distancia suficiente del borde de la excavación para que no supongan una sobrecarga que pueda dar lugar a desprendimientos o corrimientos de tierras en los taludes, debiéndose adoptar como mínimo el criterio de distancias de seguridad indicado en la Fig. 2.

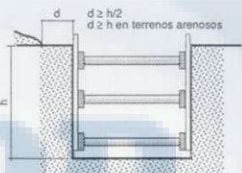


Fig. 2

Cuando en los trabajos de excavación se empleen máquinas, camiones, etc. que supongan una sobrecarga, así como la existencia de tráfico rodado que transmita vibraciones que puedan dar lugar a desprendimientos de tierras en los taludes, se adoptarán las medidas oportunas de refuerzo de entibaciones y balizamiento y señalización de las diferentes zonas.

Cuando las excavaciones afecten a construcciones existentes, se hará previamente un estudio en cuanto a la necesidad de apoos en todas las partes interesadas en los trabajos, los cuales podrán ser aislados o de conjunto, según la clase de terreno y forma de desarrollarse la excavación, y en todo caso se calculará y ejecutará la manera que consoliden y sostengan las zonas afectadas directamente, sin alterar las condiciones de estabilidad del resto de la construcción.

En general las entibaciones o parte de éstas se quitarán sólo cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, comenzando por la parte inferior del corte.

En zanjas de profundidad mayor de 1,30 m, siempre que haya operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno de retén en el exterior, que podrá actuar como ayudante de trabajo y dará la alarma caso de producirse alguna emergencia.

En la obra se dispondrá de palancas, cuñas, barras, puntales, tabloneros, etc. que no se utilizarán para la entibación y se reservarán para equipo, de salvamento, así como de otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer a los operarios que puedan accidentarse.

Si al excavar surgiera cualquier anomalía no prevista, se comunicará a la Dirección técnica. Provisionalmente el contratista adoptará las medidas que estime necesarias.

## Cortes sin entibación: taludes

Para profundidades inferiores a 1,30 m en terrenos coherentes y sin solicitud de viales o cimentaciones, podrán realizarse cortes verticales sin entibar.

En terrenos sueltos o que estén solicitados deberá llevarse a cabo una entibación adecuada.

Para profundidades mayores el adecuado ataluzado de las paredes de excavación constituye una de las medidas más eficaces frente al riesgo de desprendimiento de tierras.

La tabla 1 sirve para determinar la altura máxima admisible en metros de taludes libres de solicitaciones, en función del tipo de terreno, del ángulo de inclinación de talud  $\beta$  no mayor de  $60^\circ$  y de la resistencia a compresión simple del terreno (Fig. 3).

## NTP 278: Zanjas: prevención del desprendimiento de tierras

Tranchées: prevention des éboulements de terres  
Trenches: prevention of earth collapses

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

### Redactor:

Angel Luis González Borrego  
Arquitecto Técnico

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

### Introducción

En los trabajos llevados a cabo en zanjas se producen con frecuencia accidentes graves o mortales a causa del desprendimiento de tierras. Por ello es necesario adoptar aquellas medidas que garanticen la seguridad de los trabajadores que tienen que llevar a cabo labores en el interior de las mismas.

Se entiende por zanja una excavación larga y angosta realizada en el terreno.

Esta NTP contempla la excavación de zanjas realizadas con medios manuales o mecánicos que cumplan las siguientes características:

- Anchura  $\leq 2$  m.
- Profundidad  $\leq 7$  m.
- Nivel freático inferior a la profundidad o rebajado.
- No se incluyen los terrenos rocosos ni blandos o expansivos.

Con carácter general se deberá considerar peligrosa toda excavación que, en terrenos corrientes, alcance una profundidad de 0,80 m y 1,30 m en terrenos consistentes.

### Medidas de prevención

En todos los casos se deberá llevar a cabo un estudio previo del terreno con objeto de conocer la estabilidad del mismo. La experiencia en el lugar de ubicación de las obras podrán avalar las características de cortes del terreno.

En general se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos, según la naturaleza y condiciones del terreno.

Las excavaciones de zanjas se ejecutarán con una inclinación de talud provisional adecuadas a las características del terreno, debiéndose considerar peligrosa toda excavación cuya pendiente sea superior a su talud natural. (Fig. 1)

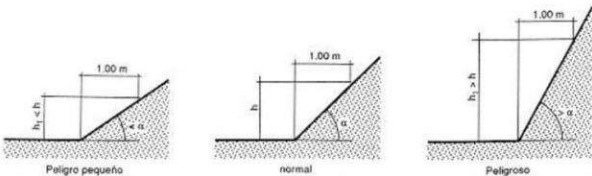


Fig. 1: Talud natural de  $\alpha^\circ$





# NTP 278:

El corte de terreno se considerará solicitado por cimentaciones, vias y acopios equivalentes, cuando la separación horizontal "S" (Fig. 5), entre la coronación del corte y el borde de la solicitud, sea mayor o igual a los valores "S" de la tabla 3.

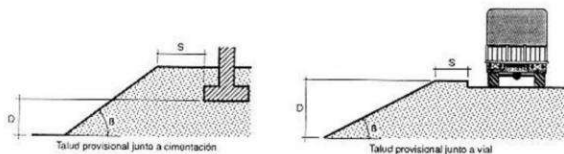


Fig. 5

Tabla 3: Determinación de la distancia de seguridad (S en fig. 5) para cargas próximas al borde de una zanja

| Tipo de solicitud           | Angulo de talud    |                       |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|
|                             | $\beta > 60^\circ$ | $\beta \leq 60^\circ$ |
| Cimentaciones               | D                  | D                     |
| Vial o acopios equivalentes | D                  | D/2                   |

En excavaciones junto a cimentaciones enrasadas o más profundas, se deberá comprobar si existe peligro de levantamiento del fondo. En general no existe peligro siempre que se verifique (Fig. 6) que:

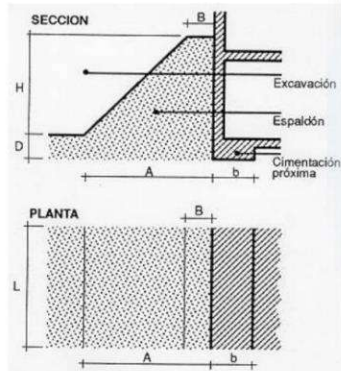


Fig. 6

$$q_s \leq 0.9 (m R_w + n)$$

siendo:

$q_s$  = Tensión de comprobación que transmite la cimentación al terreno en su plano de apoyo en Kg/cm<sup>2</sup>.

$R_w$  = Resistencia a compresión simple del terreno en Kg/cm<sup>2</sup>.

m = Factor de influencia (tabla 4).

n = Sobrecarga debida al espaldón en Kg/cm<sup>2</sup>. (Tabla 5)

Para valores de A < b, debe tomarse en general n = 0

Tabla 4: Cálculo del factor de influencia, m<sup>1</sup>.

| b/L   | D/b  | 0,00 | 0,50 | 1,00 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 | 4,00 | 5,00 | 6,00 |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| < 0,1 | 1,00 | 1,19 | 1,38 | 1,57 | 1,76 | 1,95 | 2,14 | 2,32 | 2,50 | 2,68 | 2,86 |
| 0,1   | 1,04 | 1,23 | 1,42 | 1,61 | 1,80 | 1,99 | 2,18 | 2,36 | 2,54 | 2,72 | 2,90 |
| 0,2   | 1,03 | 1,22 | 1,41 | 1,60 | 1,79 | 1,98 | 2,17 | 2,35 | 2,53 | 2,71 | 2,89 |
| 0,3   | 1,13 | 1,32 | 1,51 | 1,70 | 1,89 | 2,08 | 2,27 | 2,45 | 2,63 | 2,81 | 2,99 |
| 0,4   | 1,17 | 1,36 | 1,55 | 1,74 | 1,93 | 2,12 | 2,31 | 2,49 | 2,67 | 2,85 | 3,03 |
| 0,5   | 1,22 | 1,41 | 1,60 | 1,79 | 1,98 | 2,17 | 2,36 | 2,54 | 2,72 | 2,90 | 3,08 |
| 0,6   | 1,26 | 1,45 | 1,64 | 1,83 | 2,02 | 2,21 | 2,40 | 2,58 | 2,76 | 2,94 | 3,12 |
| 0,7   | 1,30 | 1,49 | 1,68 | 1,87 | 2,06 | 2,25 | 2,44 | 2,62 | 2,80 | 2,98 | 3,16 |
| 0,8   | 1,35 | 1,54 | 1,73 | 1,92 | 2,11 | 2,30 | 2,49 | 2,67 | 2,85 | 3,03 | 3,21 |
| 0,9   | 1,39 | 1,58 | 1,77 | 1,96 | 2,15 | 2,34 | 2,53 | 2,71 | 2,89 | 3,07 | 3,25 |
| ≥ 1,0 | 1,44 | 1,63 | 1,82 | 2,01 | 2,20 | 2,39 | 2,58 | 2,76 | 2,94 | 3,12 | 3,30 |

<sup>1</sup> Siendo (fig. 6):

b = Ancho de la cimentación en dirección normal al corte en m.

L = Largo de la cimentación en dirección paralela al corte en m.

D = Desnivel entre el plano de apoyo de la cimentación y el fondo de la excavación en m.

Tabla 5: Cálculo de la sobrecarga debida al espaldón, n, en Kg/cm<sup>2</sup>

| Peso específico aparente del terreno γ en g/cm <sup>3</sup> | A + B<br>2A · H en m. |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|
|                                                             | 1                     | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    |
| 2,20                                                        | 0,22                  | 0,44 | 0,66 | 0,88 | 1,10 | 1,32 | 1,54 |
| 2,00                                                        | 0,20                  | 0,40 | 0,60 | 0,80 | 1,00 | 1,20 | 1,40 |
| 1,80                                                        | 0,18                  | 0,36 | 0,54 | 0,72 | 0,90 | 1,08 | 1,26 |
| 1,60                                                        | 0,16                  | 0,32 | 0,48 | 0,64 | 0,80 | 0,96 | 1,12 |

Siendo (fig. 6):

A = Ancho en pie del espaldón en m.

B = Ancho en coronación del espaldón en m.

H = Profundidad del corte en m.

## Cortes con entibación

Cuando no sea posible emplear taludes como medida de protección contra el desprendimiento de tierras en la excavación de zanjas y haya que realizar éstas mediante cortes verticales de sus paredes se deberán entibar éstas en zanjas iguales o mayores a 1,30 m de profundidad. Igual medida se deberá tomar si no alcanzan esta profundidad en terrenos no consistentes o si existe solicitud de cimentación próxima o vial.

El tipo de entibación a emplear vendrá determinada por el de terreno en cuestión, si existen o no solicitudes y la profundidad del corte (tabla 6).

Tabla 6: Elección del tipo de cimentación

| Tipo de terreno | Solicitud                | Profundidad P del corte en m. <sup>1</sup> |             |             |         |
|-----------------|--------------------------|--------------------------------------------|-------------|-------------|---------|
|                 |                          | < 1,30                                     | 1,30-2,00   | 2,00-2,50   | > 2,50  |
| Coherente       | Sin solicitud            | *                                          | Ligera      | Semicuajada | Cuajada |
|                 | Solicitud de vial        | Ligera                                     | Semicuajada | Cuajada     | Cuajada |
|                 | Solicitud de cimentación | Cuajada                                    | Cuajada     | Cuajada     | Cuajada |
| Suelto          | Indistintamente          | Cuajada                                    | Cuajada     | Cuajada     | Cuajada |

<sup>1</sup> Entibación no necesaria en general

La Norma Tecnológica NTE-ADZ/1976 "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y pozos", establece el criterio para determinar si el corte en el terreno puede considerarse sin solicitud de cimentación próxima o vial, dándose esta circunstancia cuando se verifique que:

$$P \leq (h + d/2) \text{ o } P \leq d/2 \text{ respectivamente, (Fig. 7)}$$

Siendo:

P = Profundidad del corte.

h = Profundidad del plano de apoyo de la cimentación próxima. En caso de cimentación con pilotes, h se medirá hasta la cara inferior del encepado.

d = Distancia horizontal desde el borde de coronación del corte a la cimentación o vial.

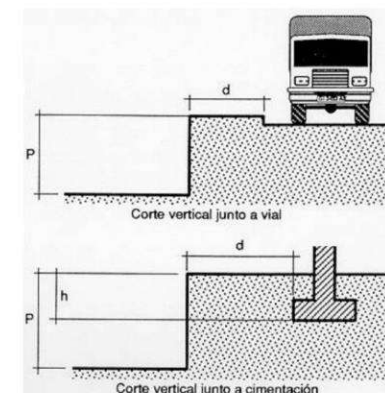


Fig. 7

En algunos casos puede ser interesante emplear una combinación de talud y entibación. (Fig. 8)

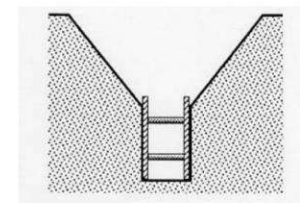


Fig. 8

## Sistemas de entibación

Por entibación se entiende toda fortificación para contención de tierras, realizada generalmente con madera.

### Entibación con tablas horizontales

Se emplea cuando el corte se lleva a cabo en un terreno con suficiente cohesión que le permite ser autoestable mientras se efectúa la excavación. Mediante la alternancia excavación (0,80 m a 1,30 m) y entibación, se alcanza la profundidad total de la zanja. (Fig. 9)



# NTP 278:

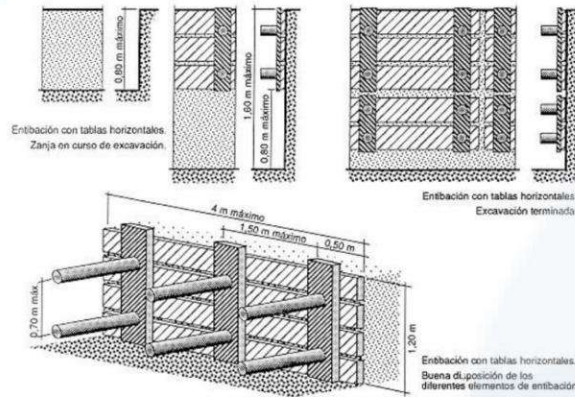


Fig. 9

## Entibación con tablas verticales

Cuando el terreno no presenta la suficiente cohesión o no se tiene garantía de ello, es más aconsejable llevar a cabo la entibación con tablas verticales, que en caso de que el terreno presente una aceptable cohesión y resistencia se excava por secciones sucesivas de hasta 1,50 - 1,80 m de profundidades máximas, en tramos longitudinales variables que en ningún caso deberán pasar de 4 m; y en caso de que el terreno presente poco o ninguna cohesión deberán hincarse las tablas verticales en los citados tramos antes de proceder a la excavación de las tierras alcanzándose la profundidad prevista en sucesivas etapas.

Independientemente de que la entibación se realice con tablas horizontales o verticales, éstas podrán cubrir totalmente las paredes de la excavación (entibación cuajada), el 50% (entibación semicujada) e incluso menos de esta proporción (entibación ligera).

La Norma Tecnológica NTE-ADZ/1976 permite determinar su empleo en función de la profundidad de excavación, del tipo de terreno y de que exista solicitud de cimentación o vial (Tabla 6), mediante las tablas nº 7, 8, 9, 10, 11, 12 puede determinarse la separación y grosores de los distintos elementos que constituyen la entibación de los principales casos.

Tabla 7

Tabla 9

| ENTIBACION SEMICUJADA                          |                                                                                                                                                                                |      |      |      |      |                             | ENTIBACION CUJADA                              |                                                                                                                                                               |      |     |                                   |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|-----------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----|-----------------------------------|
| $\frac{1}{E}$<br>$\rightarrow q \rightarrow S$ | Determinación de la separación vertical S en cm entre ejes de apoyo, en función del grueso mínimo E en mm del Tablero y del empuje total q en kg/cm <sup>2</sup> , o viceversa |      |      |      |      |                             | $\frac{1}{E}$<br>$\rightarrow q \rightarrow M$ | Determinación de la separación horizontal M en cm, en función del grueso mínimo E en mm del tablero y del empuje total q en kg/cm <sup>2</sup> , o viceversa. |      |     |                                   |
| Grueso mínimo del tablero E en mm              |                                                                                                                                                                                |      |      |      |      |                             | Grueso mínimo del tablero E en mm              |                                                                                                                                                               |      |     | Separación horizontal M o A en cm |
| 20                                             | 25                                                                                                                                                                             | 30   | 52   | 65   | 76   | Separación vertical S en cm | 52                                             | 65                                                                                                                                                            | 76   |     |                                   |
| 0,17                                           | 0,27                                                                                                                                                                           | 0,39 | 1,20 | 1,87 | 2,53 | 30                          | 0,21                                           | 0,33                                                                                                                                                          | 0,46 | 100 |                                   |
| 0,06                                           | 0,10                                                                                                                                                                           | 0,14 | 0,43 | 0,68 | 0,92 | 50                          | 0,13                                           | 0,21                                                                                                                                                          | 0,29 | 125 |                                   |
|                                                |                                                                                                                                                                                | 0,06 | 0,19 | 0,30 | 0,41 | 75                          | 0,07                                           | 0,15                                                                                                                                                          | 0,20 | 150 |                                   |
|                                                |                                                                                                                                                                                |      | 0,10 | 0,16 | 0,23 | 100                         | 0,05                                           | 0,09                                                                                                                                                          | 0,15 | 175 |                                   |
|                                                |                                                                                                                                                                                |      |      |      |      |                             | 0,03                                           | 0,06                                                                                                                                                          | 0,10 | 200 |                                   |
| Grueso mínimo del tablero E en mm              |                                                                                                                                                                                |      |      |      |      |                             | Empuje q en kg/cm <sup>2</sup>                 |                                                                                                                                                               |      |     |                                   |
|                                                |                                                                                                                                                                                |      |      |      |      |                             |                                                |                                                                                                                                                               |      |     |                                   |

Tabla 8

Tabla 10

# ENTIBACION SEMICUJADA

$$\frac{1}{F}$$
  

$$\rightarrow q \rightarrow S \rightarrow M$$

Determinación de las separaciones entre codales, vertical S en cm y horizontal M en cm, en función del grueso mínimo F en mm del cabecero y del empuje total q en kg/cm<sup>2</sup>, o viceversa.

Grueso mínimo del cabecero F en mm

| 52   | 65   | 76   | Separación vertical S + 30 en cm | Separación horizontal M en cm |
|------|------|------|----------------------------------|-------------------------------|
| 0,12 | 0,20 | 0,27 | 50                               | 100                           |
| 0,08 | 0,12 | 0,17 | 50                               | 125                           |
| 0,04 | 0,05 | 0,12 | 50                               | 150                           |
|      | 0,05 | 0,09 | 50                               | 175                           |
| 0,10 | 0,16 | 0,22 | 60                               | 100                           |
| 0,06 | 0,10 | 0,14 | 60                               | 125                           |
|      | 0,07 | 0,10 | 60                               | 150                           |
|      | 0,04 | 0,07 | 60                               | 175                           |
| 0,08 | 0,12 | 0,18 | 76                               | 100                           |
| 0,05 | 0,08 | 0,10 | 75                               | 125                           |
|      | 0,08 |      | 75                               | 150                           |
| 0,07 | 0,12 | 0,16 | 80                               | 100                           |
| 0,06 | 0,07 | 0,10 | 80                               | 125                           |
|      | 0,05 | 0,07 | 80                               | 150                           |
| 0,06 | 0,00 | 0,12 | 100                              | 100                           |
|      | 0,00 | 0,08 | 100                              | 125                           |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100                              | 100                           |
|      | 0,00 | 0,00 | 100                              | 125                           |

Empuje q en kg/cm<sup>2</sup>

Diagram illustrating the semicueved shoring system. It shows a cross-section of the shoring with vertical boards of thickness F. The horizontal distance between boards is M, and the vertical distance between boards is S. The diagram is labeled with dimensions M, S, and F.

# ENTIBACION CUJADA

$$\frac{1}{F}$$
  

$$\rightarrow q \rightarrow S \rightarrow M$$

Determinación de las separaciones entre codales, vertical S en cm y horizontal M en cm, en función del grueso mínimo F en mm del cabecero y del empuje total q en kg/cm<sup>2</sup>, o viceversa.

Grueso mínimo del cabecero F en mm

| 52   | 65   | 76   | Separación vertical S en cm | Separación horizontal M en cm |
|------|------|------|-----------------------------|-------------------------------|
| 0,36 | 0,56 | 0,76 | 30                          | 100                           |
| 0,20 | 0,31 | 0,43 | 40                          |                               |
| 0,12 | 0,20 | 0,27 | 50                          |                               |
| 0,09 | 0,14 | 0,19 | 60                          |                               |
| 0,26 | 0,45 | 0,60 | 30                          | 125                           |
| 0,16 | 0,25 | 0,34 | 40                          |                               |
| 0,10 | 0,16 | 0,22 | 50                          |                               |
| 0,07 | 0,11 | 0,15 | 60                          |                               |
| 0,24 | 0,37 | 0,50 | 30                          | 150                           |
| 0,13 | 0,21 | 0,28 | 40                          |                               |
| 0,08 | 0,13 | 0,18 | 50                          |                               |
| 0,06 | 0,09 | 0,12 | 60                          |                               |
| 0,20 | 0,32 | 0,43 | 30                          | 175                           |
| 0,11 | 0,18 | 0,24 | 40                          |                               |
| 0,07 | 0,11 | 0,15 | 50                          |                               |
| 0,05 | 0,08 | 0,11 | 60                          |                               |
| 0,18 | 0,28 | 0,38 | 30                          | 200                           |
| 0,10 | 0,15 | 0,21 | 40                          |                               |
| 0,06 | 0,10 | 0,13 | 50                          |                               |
| 0,04 | 0,07 | 0,09 | 60                          |                               |

Empuje q en kg/cm<sup>2</sup>

Diagram illustrating the cuajada shoring system. It shows a cross-section of the shoring with horizontal boards of thickness F. The horizontal distance between boards is M, and the vertical distance between boards is S. The diagram is labeled with dimensions M, S, and F.

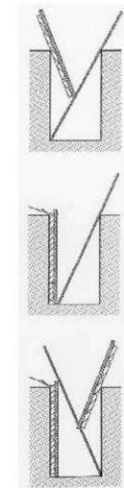


Fig. 10: Colocación de los paneles con ayuda de una pértiga

## Bibliografía

- (1) MINISTERIO DE TRABAJO. Ordenanza de trabajo de la construcción, vidrio y cerámica. Orden de 28.8.1970 (con las modificaciones introducidas por la Orden de 27.7.1973, B.O.E. del 31.7.1973)
- (2) MINISTERIO DE LA VIVIENDA. Norma Tecnológica NTE-ADZ/1976: "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y pozos". Orden de 29.12.1976, B.O.E. nº 7 de 8.1.1977
- (3) MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO. Norma Tecnológica NTE-CCT/1977: "Cimentaciones; contenciones; taludes". Orden de 22.11.1977, B.O.E. nº 289 de 3.12.1977
- (4) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. Centro de Investigación y Asistencia Técnica. TEMAS DOCENCIA: Seguridad e edificación: Zanjas. Barcelona
- (5) MINISTERIO DE TRABAJO. Instituto Nacional de Medicina y Seguridad del Trabajo. Departamento de Seguridad. HOJA DOCUMENTAL D.5-14: Excavaciones y trincheras. Madrid, 1971

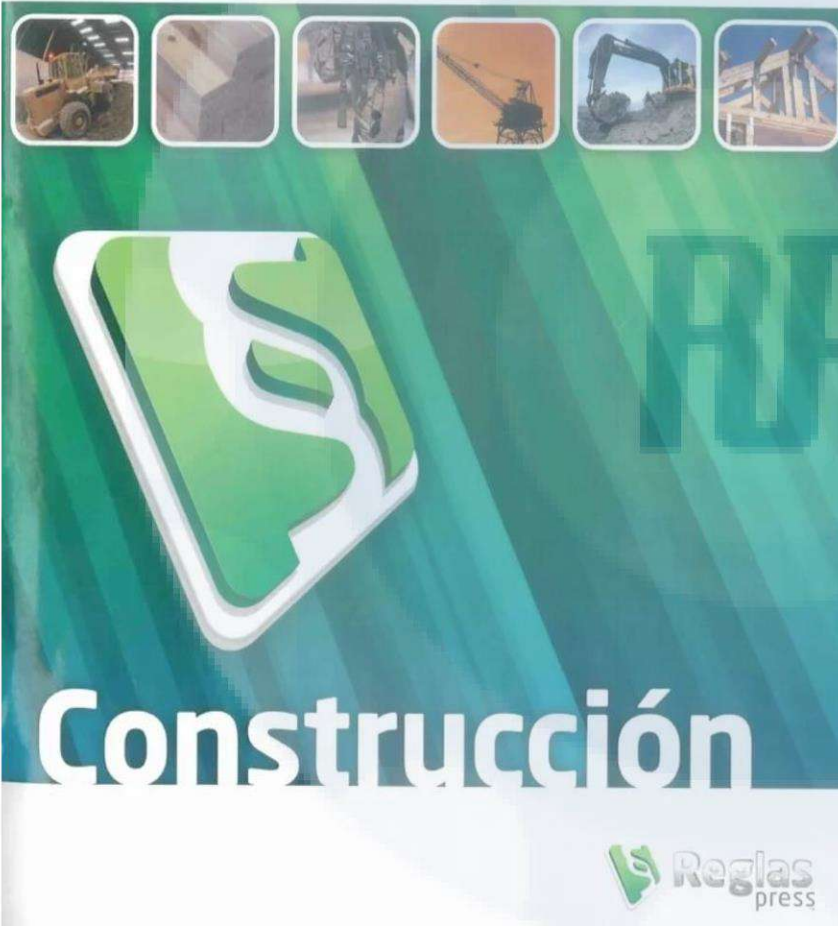
Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 211-92-011-6





# OSHA\_29\_CFR\_1926\_Subparte P Excavaciones

## OSHA 29 CFR 1926 Reglamentos de Construcción de OSHA



SPANISH.OSHA.2007.THE.10.875.WK.SPANISH.qxd 11/20/2007 11:47 AM Page 258

§1926.651

Subparte P - Excavaciones

### Subparte P - Excavaciones

#### 1926.651

##### Alcance, aplicación, y definiciones aplicables a esta subparte

(a) Alcance y aplicación. Esta subparte aplica a todas las excavaciones abiertas hechas en la superficie de la tierra. Las excavaciones están definidas para incluir zanjas.

(b) Definiciones aplicables a esta subparte. Prácticas de ingeniería aceptadas significa los requisitos que son compatibles con los estándares de la práctica requeridos por un ingeniero profesional registrado.

Sistema de soporte hidráulico de aluminio significa un sistema de soporte pre-diseñado abarcado por cilindros hidráulicos de aluminio (abrazaderas cruzadas) usados conjuntamente con los carnes verticales (soportes) o los carnes horizontales (relieves). Tal sistema se diseña específicamente para apoyar las paredes laterales de la excavación y para prevenir derrumbamientos.

Orificio del pilar del fondo de la campana significa un tipo de excavación de eje o de pie, el fondo el cual se hace más grande que la sección transversal de arriba para formar una campana.

Escaros (sistema de escaros) significa un método para proteger a los empleados contra derrumbamientos excavando los lados de la excavación para formar una serie de niveles o de pasos horizontales, generalmente con superficies verticales o casi verticales. Derrumbamientos significa la separación de una masa de material del suelo o de roca del lado de una excavación, o la pérdida de suelo por debajo del sistema protector del soporte de la zanja, y de movimientos repentinos en la excavación, así sea cayendo o resbalando, en cantidad suficiente para que pudiera encerrar, enterrar, o crear daños que inmovilicen a una persona.

Persona competente significa una persona que sea capaz de identificar y predecir peligros existentes en sus alrededores, o condiciones de trabajo que son antihigiénicas o peligrosas para los empleados, y que tienen autorización de tomar medidas correctivas para eliminar estos peligros.

Apoyos cruzados significan los miembros horizontales de un sistema de soporte instalado perpendicularmente a los lados de la excavación, contra los extremos de los soportes o relieves.

Excavación significa cualquier corte, cavidad, zanja, o depresión artificial en una superficie de la tierra, formada por el retiro de la tierra.

Caras o Lados significan las superficies verticales o inclinadas de la tierra formadas como resultado del trabajo de excavación.

Falta o Pérdida significa la fractura, la dislocación, o la deformación permanente de un miembro estructural o de una conexión al punto de reducir su integridad estructural y sus capacidades de apoyo.

Atmósfera peligrosa significa una atmósfera que por causa de ser explosiva, inflamable, venenosa, corrosiva, oxidante, instable, deficiente de oxígeno, tóxica, o de otra manera peligrosa, pueda causar muerte, enfermedad, o lesiones.

Culatazo significa el liberamiento accidental o la falla de un apoyo cruzado.

Sistema protector significa un método de proteger a empleados contra derrumbamientos, contra el material que podría caer o rodar de una cara de la excavación o en una excavación, o contra el derrumbamiento de estructuras adyacentes. Los sistemas protectores incluyen sistemas de soporte, sistemas de inclinación y, sistemas de protección, y otros sistemas que proporcionen la protección necesaria.

Rampa significa una superficie inclinada para caminar o de funcionamiento que se utilice para acceder de un punto a otro, y se construye de tierra o de materiales estructurales tales como acero o madera.

Ingeniero profesional registrado significa una persona que este registrada como ingeniero profesional en el estado donde se esta realizando el trabajo. Sin embargo, un ingeniero profesional, registrado en cualquier estado puede ser "ingeniero profesional registrado" dentro del significado estándar cuando se aprueben diseños para los "sistemas protectores manufacturados" o "tabulación de datos" que se utilizan en comercio de un estado a otro.

Láminas significa a los miembros de un sistema de soporte que conservan la tierra en la posición y que alternadamente son apoyados por otros miembros del sistema de apoyo.

Escudo (sistema protector) significa una estructura que pueda soportar las fuerzas impuestas ante un derrumbamiento y de tal

modo que proteja a los empleados dentro de la estructura. Los protectores pueden ser estructuras permanentes o pueden ser diseñados para ser portátiles y móviles mientras que progresa el trabajo. Además, los protectores pueden ser premanufacturados o trabajados de acuerdo con §1926.652(c)(3), (c)(4). Los protectores usados en fosos se refieren generalmente como el "Cajas de zanjas" o los "protectores de zanjas."

Soporte (sistema de soporte) significa una estructura tal como un sistema hidráulico, mecánico o de madera que apoye los lados de una excavación y que se diseñe para prevenir derrumbamientos.

Lados. Vea Las "Caras."

Inclinación (sistema de inclinación) significa un método para proteger a empleados contra derrumbamientos excavando para formar los lados de una excavación que estén inclinados lejos de la excavación para prevenir derrumbamientos. El ángulo de la pendiente requerida para prevenir un derrumbamiento varía con diferencias en los factores tales como el tipo del suelo, las condiciones ambientales de la exposición, y la aplicación de las cargas de la sobrecarga.

Roca estable significa el material mineral sólido natural que se puede excavar con los lados verticales y que seguirá estando intacto mientras que esta expuesta. La roca inestable se considera estable cuando el material de la roca en el lado o los lados de la excavación sean asegurados contra derrumbamientos-en-o movimiento por los tornillos de la roca o por otro sistema protector que ha sido diseñado por un ingeniero profesional registrado.

Rampa estructural significa una rampa construida de acero o de madera, utilizando generalmente para acceso de vehículos. Las rampas hechas de suelo o de roca no se consideran rampas estructurales.

Sistema de soporte significa una estructura para apoyar, soportar, o reforzar, que proporciona el soporte a una estructura adyacente, a una instalación subterránea, o a los lados de una excavación.

Datos tabulados significa las tablas y gráficos aprobados por un ingeniero profesional registrado y usados para diseñar y para construir un sistema protector.

Fosa (excavación de la fosa) significa una excavación estrecha (en lo referente a su longitud) hecha debajo de la superficie de la tierra. En general, la profundidad es mayor que la anchura, pero la anchura de un foso (medido en el fondo) no es mayor de 15 pies (4.6 m). Si las formas u otras estructuras están instaladas o construidas en una excavación para reducir la dimensión medida de las formas o de la estructura al lado de la excavación a 15 pies (4.6 m) o menos (medido en el fondo de la excavación), la excavación también se considera ser un foso.

Caja de la fosa. Vea El "Escudo."

Protector de la fosa. Vea El "Escudo."

Verticales significan los miembros verticales de un sistema de soporte del foso puesto en contacto con la tierra y que generalmente se colocaran de modo que los miembros individuales no entren en contacto unos con otros. Los verticales puestos para espaciar, en contacto con o que se interconectan unos con otros, son llamados a menudo "láminas."

Relieve significa los miembros horizontales de un sistema de soporte paralelo a la cara de la excavación en la cual los lados están contra los miembros verticales del sistema o del sistema de soporte o a la tierra.

#### 1926.651

##### Requisitos específicos de la excavación

(a) Impedimentos superficiales. Todos los impedimentos superficiales que se localizan para crear un peligro a los empleados serán quitados o apoyados, como sea necesario, para salvaguardar a empleados.

(b) Instalaciones subterráneas.

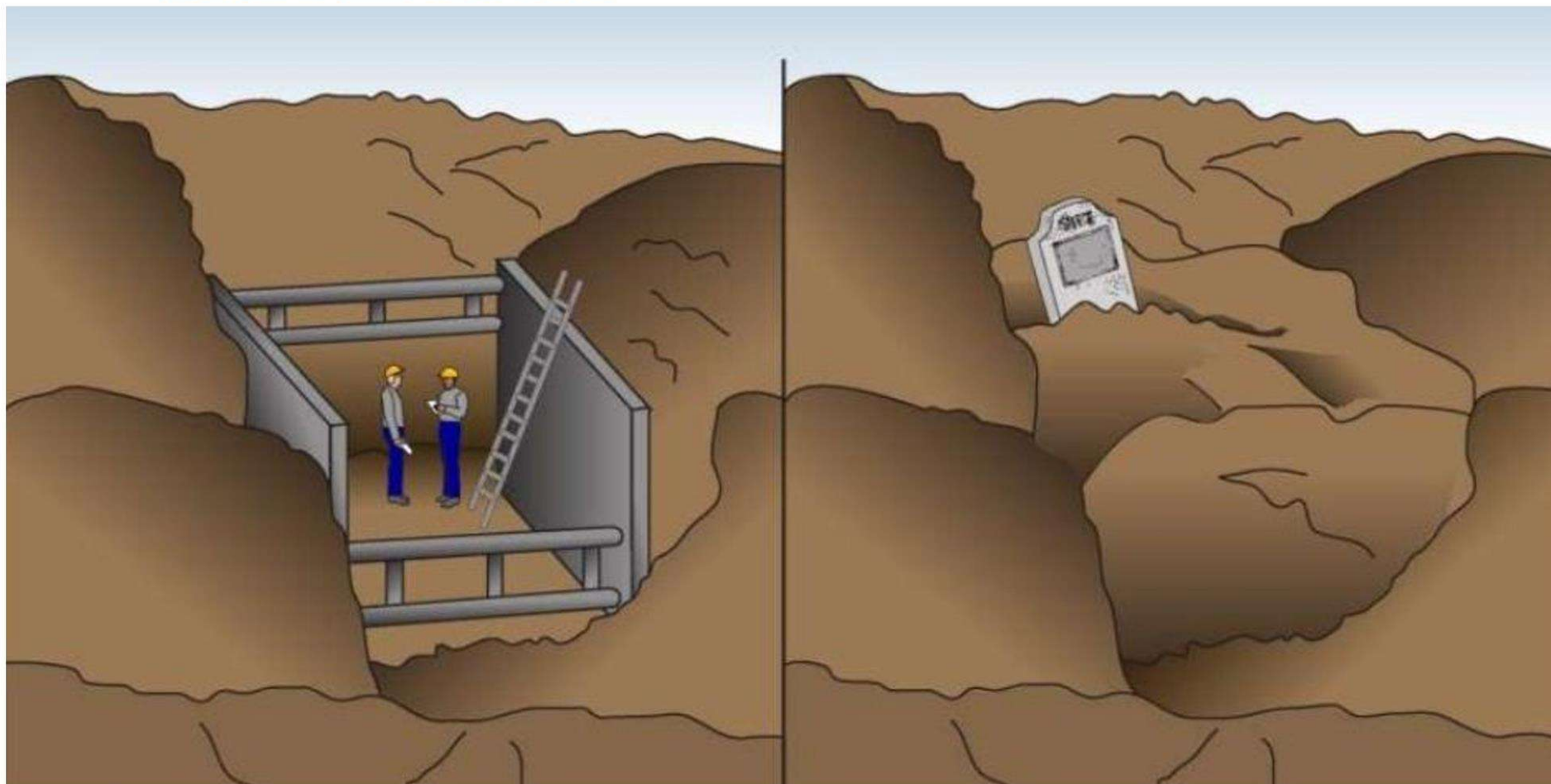
- 1 La localización estimada de instalaciones para uso general, tales como alcantarillado, teléfono, combustible, líneas eléctricas, agua, o cualquier otra instalación subterránea que razonablemente se pueda esperar ser encontrada durante el trabajo de la excavación, será determinada antes de abrir una excavación.
- 2 Las empresas de servicios públicos o los dueños deberán ser contactados dentro del tiempo de reacción local establecido o acostumbrado, haciéndole saber el trabajo propuesto, y pidiéndole el establecimiento y la localización de las instalaciones subterráneas antes del comienzo de la excavación real. Cuando las empresas de servicios públicos o los dueños no pueden responder a una petición de localizar instalaciones para uso general sub-



## TRABAJOS EN:

***UNA ZANJA***

***UNA TUMBA***





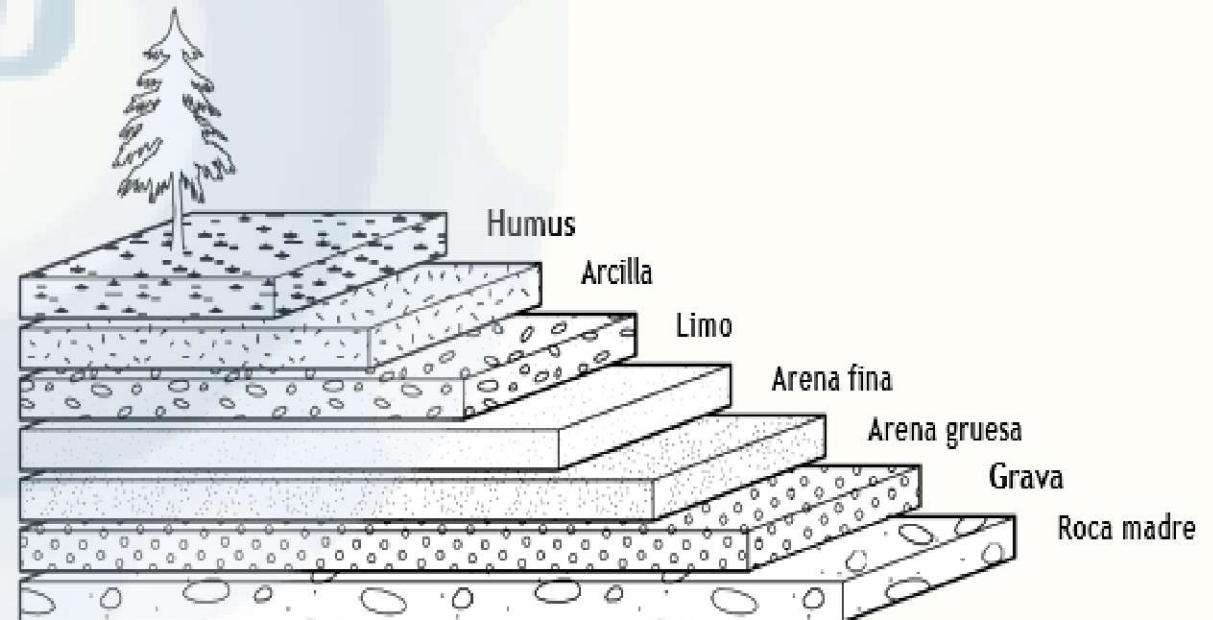


# EXCAVACIONES - SUELO

## SUELO

*Es el estrato o capa superficial de la corteza terrestre, resultante de un proceso natural de desintegración a través de los años, producto de agentes atmosféricos como el viento, la nieve, las heladas, el agua, etc.*

*Es importante conocer el tipo de suelo donde se realizará la excavación y sus propiedades, con el fin de planificar adecuadamente las actividades a realizar, los equipos, maquinarias y herramientas óptimas, y las medidas preventivas a considerar.*





## **ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



*El estudio de mecánica de suelos se realiza para determinar las propiedades mecánicas y/o hídricas del subsuelo y para analizar la estabilidad, deformabilidad y/o conductividad hidráulica del suelo, sometido a solicitaciones estáticas y/o dinámicas por la acción del agua.*



*En este tipo de informe se establece la resistencia del terreno, es decir, la capacidad que tiene el suelo para soportar las cargas que actúen sobre él sin deformarse.*



*Otra de las variables indicadas en el informe de mecánica de suelos es la condición del agua presente en el terreno, agua de infiltración en el subsuelo y el nivel freático (nivel de la napa subterránea).*





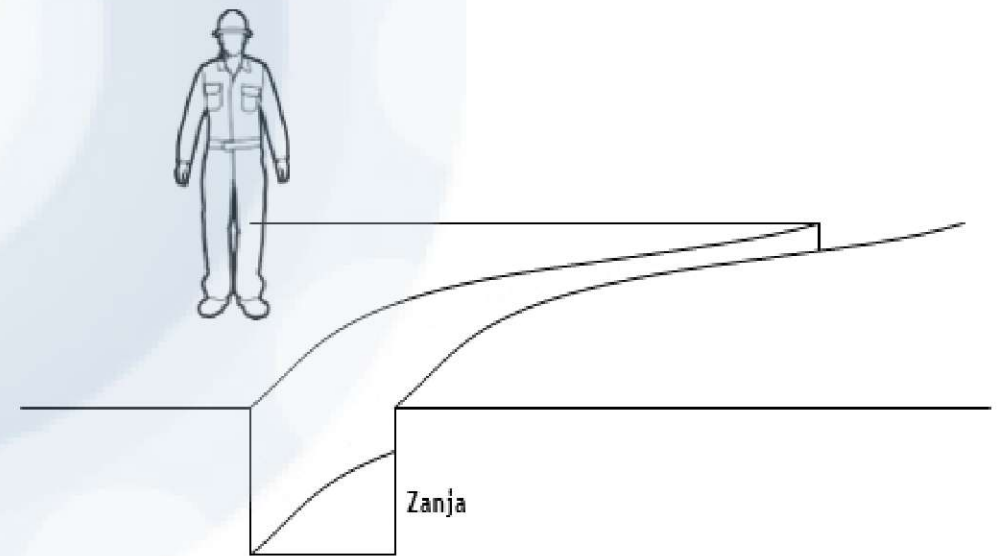
# EXCAVACIONES - TIPOS

## **EXCAVACIÓN:**

*Se define excavación a todo tipo de movimiento de tierra o modificación de la superficie de terreno actual (nivel 0.00), cualquier excavación menor a este nivel se considera como tal.*

## **EXCAVACIONES EN ZANJAS**

*Se entiende por zanja una excavación larga y angosta realizada en el terreno y se utiliza para instalar tuberías subterráneas de aguas, electricidad o gas o para construcción de fundaciones superficiales, entre otros usos.*

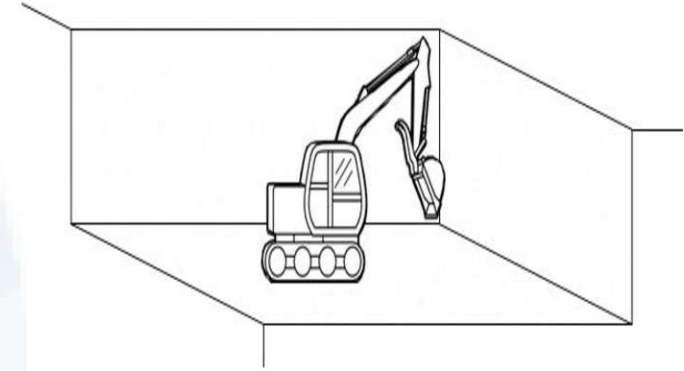




## EXCAVACIONES - TIPOS

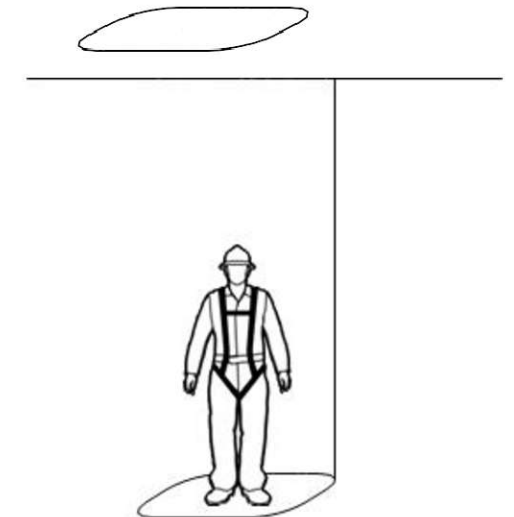
### EXCAVACIÓN MASIVA

*Consiste en la remoción de grandes volúmenes de suelo natural. Se realiza complementariamente de forma mecanizada (excavadoras) y manual en la construcción de subterráneos de edificios, caminos, muros de contención, etc.*



### EXCAVACIÓN EN POZOS

*Excavaciones manuales ejecutadas verticalmente. Pueden ser de sección circular o cuadrada, y por lo general son de gran profundidad. Se utilizan para la construcción de pilas de entibación, para pozos de reconocimiento de suelos o captación de aguas.*







# CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS (OSHA)

*Cada depósito de suelo y roca debe ser clasificado por una persona competente como Roca Estable, Tipo A, B, o C. La clasificación de los depósitos se debe hacer basado en los resultados de por lo menos un análisis visual y un análisis manual. Tales análisis serán dirigidos por una persona competente.*

## SUELOS TIPO B

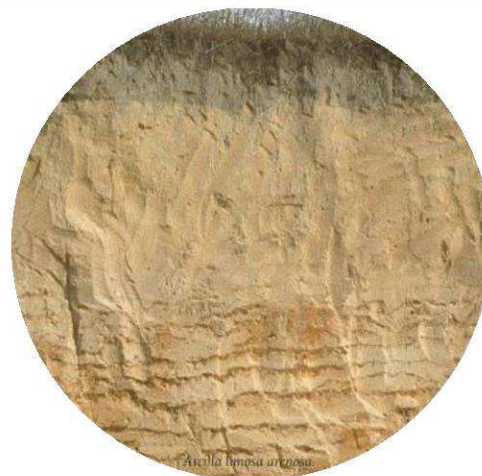
Suelos que presentan alguna de las siguientes condiciones:

- Suelos cohesivos con una resistencia a la compresión confinada mayor a 48 kPa pero menor a 144 kPa
- Suelos granulares no cohesivos tales como grava angulosa, limos, limos arenosos
- Suelos previamente perturbados que no sean clasificados como tipo C.
- Suelos que cumplen con los requisitos de un Tipo A, pero presentan fisuras o están sometidos a vibraciones importantes.
- Roca seca inestable
- Suelo que es parte de un sistema de capas en pendiente, donde las capas entran a la excavación con una pendiente 4H:1V, pero solamente si el material hubiera sido clasificado como tipo A bajo otra condición.

## SUELOS TIPO A

Suelos cohesivos con resistencia a la compresión confinada de al menos 144 kPa. Ejemplos: arcillas, arcilla limosa, arcilla magra y, en algunos casos, arcillas limosas magras, arcillas limosas arenosas y suelos cementicios tales como suelos calizos. Sin embargo, no son considerados tipo A los suelos que:

- Están fisurados
- Están sometidos a vibraciones fuertes, como por ejemplo tráfico pesado.
- Han sido previamente perturbados
- Son parte de un sistema de capas en pendiente donde las capas entran a la excavación con una pendiente 4H:1V
- Están sometidos a otros factores que requieran que se clasifique como un material menos estable.



## SUELOS TIPO C

Suelos que presentan alguna de las siguientes condiciones:

- Suelos cohesivos con una resistencia a la compresión confinada menor a 48 kPa
- Suelos granulares tales como grava, arena, y arena arcillosa
- Suelos sumergidos o suelos donde el agua se filtra libremente
- Rocas sumergidas inestables
- Suelo que es parte de un sistema de capas en pendiente donde las capas entran a la excavación con una pendiente 4H:1V o mayor.





## PROFUNDIDAD CRITICA

*Es la profundidad máxima que se puede excavar en pared vertical estable, sin ningún tipo de refuerzo, es decir, sin que exista riesgo de desmoronamiento. Esta característica dependerá del tipo de terreno, con unos valores de referencia que se indican en la tabla siguiente:*

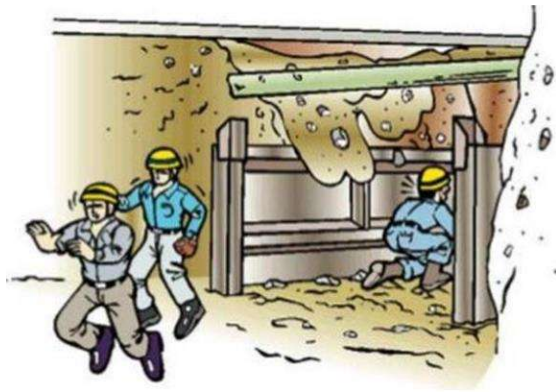
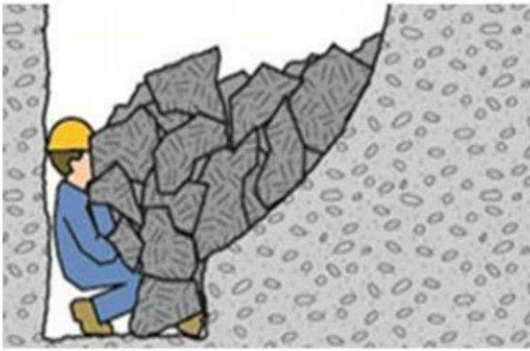


| <b>TIPO DE TERRENO</b>                             | <b>PROFUNDIDAD CRÍTICA<br/>(METROS)</b> |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Arena cohesiva                                     | 1,25                                    |
| Arcilloso                                          | 1,50                                    |
| Muy compacto, sin rocas y con martillos rompedores | 1,80                                    |
| Muy compacto, sin rocas y con picos                | 2,00                                    |
| Compacto, con maquinaria                           | 3,00                                    |





# PELIGROS Y RIESGOS



*El mas importante son los Derrumbes*



*La asfixia por falta de oxigeno.*



*La inhalación de materiales toxicos.*



*Maquinarias en movimiento cerca del borde de excavación.*



*Ruptura accidental de las líneas de servcios subterraneos*



# PELIGROS Y RIESGOS



*Toda excavación o zanja con una profundidad mayor a los 0,30 m. debe contar con el permiso escrito de trabajo*



*Las excavaciones con una profundidad mayor a 1.5 m. deben ser diseñadas y firmadas por un ingeniero de minas, geólogo o civil colegiado y habilitado.*



*Para excavaciones de menor profundidad solo se requieren un croquis o plano firmado por el supervisor responsable del trabajo. (anexado al PETAR).*





## TIPOS DE ACCIDENTES EN EXCAVACIONES

### ***Por derrumbes con atrapamiento de trabajadores.***

*Algunas de sus causas son:*

-  *Efectuar excavaciones no considerando o desconociendo las características técnicas del material a excavar.*
-  *No instalar entibación (estructura de soporte lateral).*
-  *Entibación defectuosa, sin conservación o con materiales inapropiados.*
-  *Cambios en las condiciones climáticas.*
-  *Vibraciones generales creadas por maquinaria y tránsito de vehículos.*
-  *Sobrecarga en el borde de la excavación.*
-  *Exceso de humedad que altera las condiciones del terreno.*
-  *Deshidratación del terreno.*



## TIPOS DE ACCIDENTES EN EXCAVACIONES

### ***Por el uso de máquinas.***

*Sus causas más frecuentes son:*



*Caídas desde la cabina o estructura de la máquina.*



*Atropellos (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, etc.).*



*Contactos con líneas eléctricas aéreas.*



*Vuelco de maquinaria (inclinación del terreno superior a la admisible)*



*Deslizamiento de la maquinaria (terrenos fangosos).*



*Maquinaria en marcha fuera de control (cabina de mando sin bloqueo).*



*Caída de la maquinaria por aproximación excesiva al trabajar al borde de taludes, cortes y similares.*



*Choques con camiones de carga.*





## TIPOS DE ACCIDENTES EN EXCAVACIONES

### **Otro tipo de accidentes en excavaciones son:**



*Intoxicación por presencia de gases en el interior de la excavación.*



*Golpes por caída de materiales o herramientas al interior de la excavación.*



*Caídas de personas al transitar por el borde de la excavación, por pasarelas o escalas.*



*Contacto eléctrico con redes eléctricas subterráneas.*



## EFFECTOS DE ACCIDENTES EN EXCAVACIONES

### **Efectos de atrapamiento por derrumbe en el cuerpo humano**

*Un trabajador atrapado por un derrumbe puede fallecer por asfixia o por el síndrome del aplastamiento.*

**Asfixia:** Se produce cuando deja de fluir oxígeno a los pulmones. La mayoría de las personas muere cuatro o seis minutos después de la detención de ingreso de aire.

**Síndrome del aplastamiento:** Cuadro clínico que, como efecto secundario a la compresión prolongada de los músculos, puede provocar una insuficiencia renal aguda. Se puede producir cuando el aplastamiento es por más de 15 minutos, dependiendo del grado de compresión (un metro cúbico de suelo natural pesa más de una tonelada).





# RIESGOS EN TRABAJOS EN EXCAVACIONES



Desprendimiento de  
tierras



La caída de los trabajadores  
a distinto nivel



Posible contacto con líneas que  
conducen electricidad (áerea o  
subterráneas)



Explosión o emanación de  
cierto tipo de gases tóxicos  
o peligrosos



Vuelco de maquinaria



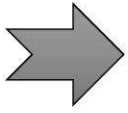
Atropellos con  
vehículos





# TRABAJOS EN EXCAVACIONES

## CAUSAS DE DESPLOMES



- Incremento del peso específico de la humedad.
- Acopio de elementos pesados, como los componentes del sistema de entibación, tuberías, propias tierras de la excavación.

INCREMENTAN TENSIONES EN EL TERRENO



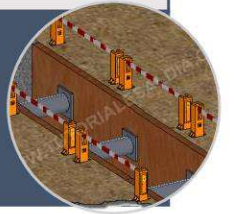
- La absorción del agua.
- Cargas dinámicas como vehículos y maquinaria en movimiento.
- Acción de las heladas y deshielos.
- Obras ejecutados con anterioridad.

DISMINUYEN LA RESISTENCIA DEL TERRENO



- Insuficiente capacidad de sostenimiento de las entibaciones.
- Paneles de entibación mal colocados.
- Material de entibación en mal estado.

INADECUADA ELECCIÓN, MALA COLOCACIÓN DE MEDIOS DE CONTENCION DE TIERRAS



## INTERFERENCIAS DE CONDUCCIONES SUBTERRÁNEAS



ELÉCTRICOS

Contactos eléctricos directos e indirectos.

GASES

Intoxicación por emanaciones.

AGUAS PLUVIALES Y FECALES

Inundaciones







# RIESGOS ASOCIADOS A LAS ZANJAS

- **Ruido** Los trabajadores como las personas afectadas por la obra se ven sometidos a un nivel de ruido, que puede generar afecciones auditiva.
- La existencia de un riesgo higiénico está en función del tiempo de exposición y concentración.

## HIGIÉNICOS



- Alteraciones generadas por la obra, al invadir áreas de tránsito ajeno.
- Accidentes de vehículos, con y sin intervención de personal o maquinaria.
- Atropellos de peatones en áreas de obra

## INTERFERENCIA CON TERCEROS: PEATONES Y VEHÍCULOS



- Agua en la obra debido al alto nivel freático
- Lluvias, inundaciones por aluviones o afluyentes subterráneos.
- Rotura de conducciones

## INUNDACIONES





# RIESGOS ASOCIADOS A LAS ZANJAS

- *Manipulación manual y movimiento de cargas*
- *Uso inadecuado de máquinas y herramientas.*

**SEPULTAMIENTOS,  
ATRAPAMIENTOS,  
CONTUSIONES**



- *Permanecer en posturas forzadas*
- *Mantener una misma postura*
- *Levantar o desplazar cargas pesadas*
- *Realizar movimientos de manos o brazos muy repetitivos.*

**ERGONÓMICOS**







# QUÉ HACER EN CASO DE DERRUMBE/ATRAPAMIENTO



*Solicita ayuda especializada para enfrentar la situación.*



*Evacúa el sector del accidente hasta que exista certeza de que la zona es segura, tanto el perímetro superior como el fondo de la excavación*



*Detén la operación de todo equipo o maquinaria del sector de la excavación.*



*Si algún trabajador queda atrapado en la excavación, aplica el plan de emergencia.*



## **MEDIDAS DE CONTROL DE RIESGOS ENTES DE COMENZAR EXCAVACIONES**



*Tener en obra los planos de instalaciones y construcciones anteriores para conocer los trazados de tendidos subterráneos .*



*El equipo de prevención de riesgos debe analizar las indicaciones del estudio de mecánica de suelos.*



*Capacitar sobre los riesgos a que están expuestos, métodos correctos de trabajo, procedimientos y EPP a utilizar.*



*Instalar la señalización que corresponda en la obra.*



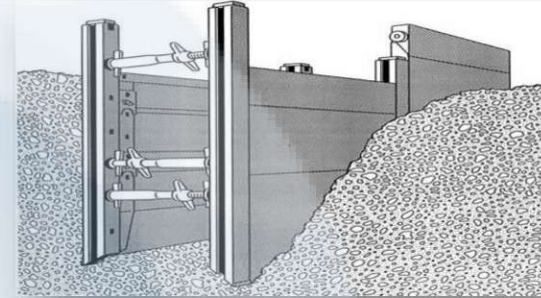
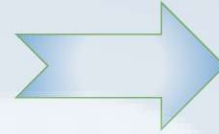
*Redactar un procedimiento de emergencia que permita asistir en forma oportuna la ocurrencia de algún accidente*





# EXCAVACIONES CON ENTIBACION

Conjunto de componentes prefabricados destinados a sostener las paredes verticales de las zanjas.



## CONSIDERACIONES ANTES DE LA EJECUCIÓN DE UNA ZANJA

*La composición del terreno. Los terrenos cuyo origen es material procedente de excavaciones anteriores, rellenos, etc., presentan un especial riesgo de desplome.*

*La acción de las aguas de lluvia, con consideración del nivel freático.*

*Sobrecargas estáticas, por edificaciones próximas influirá en la transmisión de cargas, así como por los acopios de materiales o de las tierras de vaciado.*

*Sobrecargas dinámicas, los vehículos trabajando o circulando en las proximidades pueden provocar agrietamientos o desplome por las vibraciones.*

*Los empujes producidos sobre las paredes de la excavación.*



# EXCAVACIONES CON ENTIBACION

1

Planificar todos los trabajos de alto riesgo e implementar los controles requeridos en el presente procedimiento.

2

Completar antes de iniciar cualquier trabajo de alto riesgo el Permiso Escrito para Trabajos de Alto Riesgo (PETAR), según los formatos indicados para cada uno de ellos.

3

Asegurar que todo el personal que realice trabajos del alto riesgo sea personal competente para dicha actividad.

4

Proporcionar a los trabajadores el adecuado EPP según la actividad que van a realizar.

5

Verificar que se realice la Inspección Pre-Usa de los equipos usados

6

Inspecciones constantemente los Trabajos de Alto Riesgo realizados.







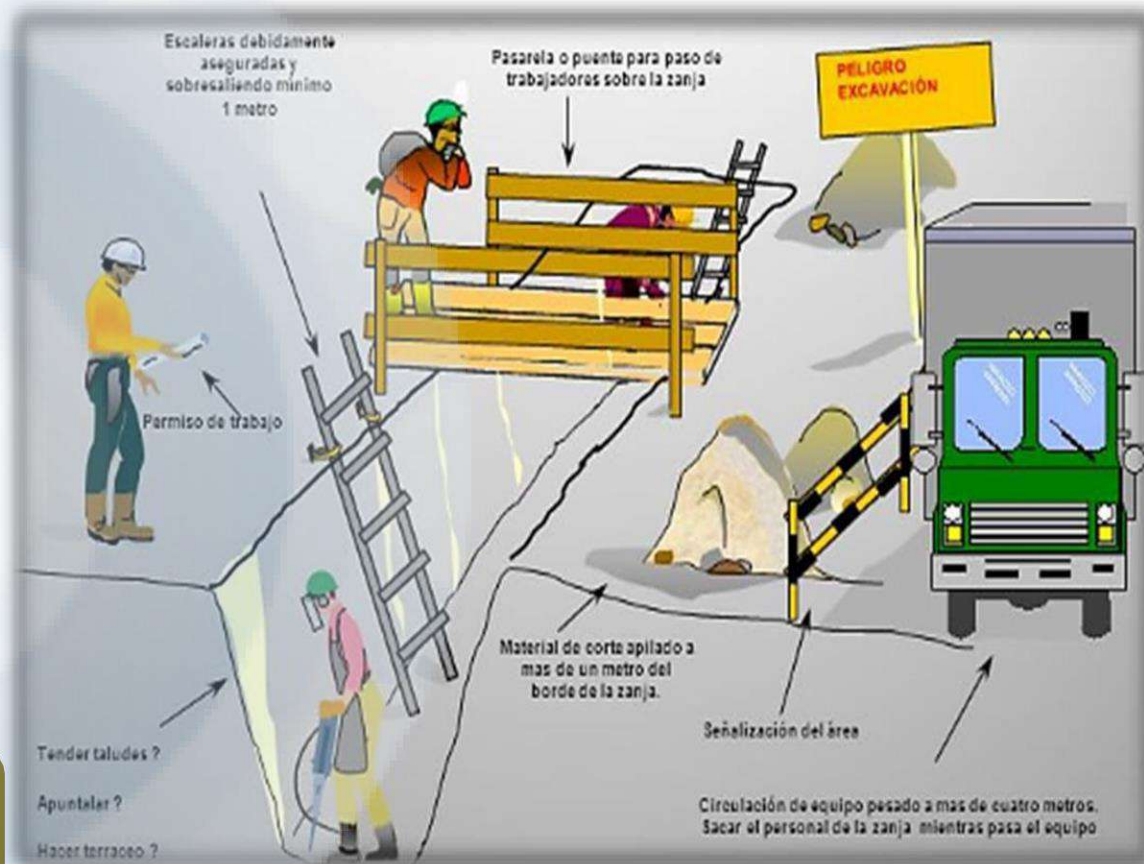
# INGRESO, SALIDA Y CIRCULACIÓN DEL PERSONAL

Las excavaciones y zanjas con una profundidad mayor a 1.50 m. deben contar con escaleras, rampas, escalinatas u otro sistema que garantice un ingreso y salida adecuado del personal.

Las escaleras, rampas u escalinatas no deben estar alejadas más de 20 m entre sí.

En caso se utilicen escaleras lineales estas deben sobresalir de la superficie del terreno 1.0 m. y estar aseguradas para evitar su desplazamiento.

En caso el ancho de la excavación sea mayor a 0.70 metros, se debe contar con pasarelas para evitar que el personal salte sobre las zanjas. Las mismas que deberán ser construidas de materiales resistente (maderos, metal, otros) y deberá contar con barandas.





# DEMOLICIONES



**ING. JORGE ARZAPALO BARRERA**





# INTODUCCION





## INTODUCCION



*Los trabajos de demolición y rehabilitación no se corresponden con un solo oficio. En los primeros se realizan actividades, tales como, derribo o demolición de estructuras, cerramientos, cubiertas, instalaciones, etc.; mientras que en los trabajos de rehabilitación se ejecutan actividades de albañilería (cerramientos, tabiquería, etc.), revestimientos en paredes, suelos y techos, instalaciones, carpintería, pintura, etc.*



*También existen empresas especializadas que se encargan de efectuar los trabajos de demolición de la totalidad de un edificio mediante maquinaria o explosivos.*





## INTODUCCION



*El personal que interviene en los trabajos de demolición y rehabilitación es diverso, afectando a todos los que participan en el proceso de ejecución de una construcción o a una gran parte de ellos (peones, ayudantes, oficiales, encofradores, albañiles, soladores, escayolistas, electricistas, fontaneros, pintores, etc.).*



*Dentro de los trabajos de demolición y rehabilitación se ejecutan diferentes actividades que conllevan cierto grado de especialización.*



*Esta especialización es más evidente en las grandes obras de rehabilitación, ya que en las de tamaño reducido los mismos equipos realizan las diferentes actividades.*



# TRABAJOS DE DEMOLICIONES

## LA DEMOLICION



*Permite un claro deslinde del resto de los trabajos*



*Puede realizarse de manera TOTAL o PARCIAL*



*Es el camino inverso de la construcción:*

**DESCONSTRUCCIÓN**



**DESTRUCCIÓN**



**RECUPERACIÓN**





# TRABAJOS DE DEMOLICIONES

## LA DEMOLICION



Es una **ACTIVIDAD RIESGOSA** que genera **RIESGOS ESPECIALES**.



Presenta numerosas **VARIANTES**, no hay casos idénticos



Es una **TECNICA** en si que requiere **PERSONAL EXPERTO**



Exige **VIGILANCIA** constante y **PROGRAMACIÓN** previa.



*“Para cada tipo de demolición hay una técnica a seguir y las medidas de prevención de riesgos deben adecuarse a dicha técnica”*



# TRABAJOS DE DEMOLICIONES

## MANUAL



## MECÁNICA

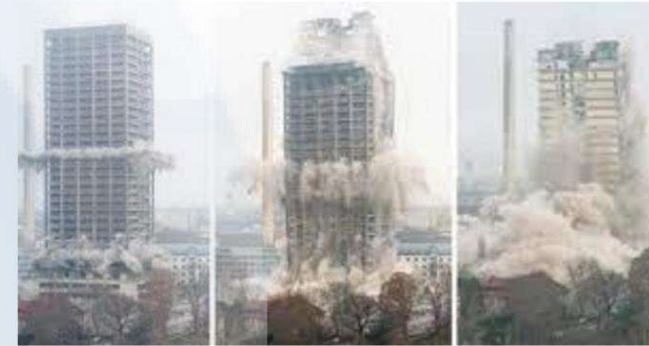


MARTILLO HIDRAULICO  
CIZALLA HIDRÁULICA.  
BOLA.



EMPUJE OTRACCIÓN.  
FRACTURACION.  
CORTE Y PERFORACIÓN

## VOLADURA



## CONTROLADA







# TRABAJOS DE DEMOLICIONES

## ELEMENTOS A DEMOLER



*Estructura.*



*Cerramientos.*



*Cubiertas.*



*Tabiquería.*



*Instalaciones*

## REHABILITACIONES



*De acondicionamiento.*



*De reestructuración.*



*Exteriores.*



*De configuración.*



*De mantenimiento.-*



*Los trabajos de demolición pueden abarcar toda la construcción o determinados elementos de la misma.*



## FASES DE LA DEMOLICIÓN



### RECONOCIMIENTO DE LA OBRA EN LA QUE SE VA A INTERVENIR



*Se estudiará su antigüedad y las técnicas con las que fue construido.*



*Se detectará, mediante la documentación o a través de catas, las características de la estructura de la obra (madera, ladrillo o mampostería, hormigón o metálica e incluso mixtas, por ejemplo, muros de carga y vigas de madera, etc.).*



*Las variaciones que se hayan producido durante su vida útil.*



*Estado en el que se encuentran la estructura, las instalaciones, los muros, etc.*



*Las construcciones medianeras que puedan existir y las características del entorno.*





# FASES DE LA DEMOLICIÓN



## REDACCIÓN DEL PLAN DE DEMOLICIÓN

*Que contemple:*



*El resultado del análisis tanto de las condiciones de conservación como de estabilidad.*



*El uso o los usos anteriores del edificio.*



*Las instalaciones existentes.*



*La técnica de demolición elegida.*



*Las personas y los medios más adecuados para realizar los trabajos.*



## FASES DE LA DEMOLICIÓN



### ACTUACIONES PREVIAS ANTES DE PROCEDER A LA DEMOLICIÓN



*Implantación de las instalaciones de higiene y bienestar de la obra (aseos, vestuarios, comedor, oficina y, en su caso, locales de primeros auxilios, talleres y almacenes), así como de las instalaciones provisionales de suministro de agua y energía (electricidad, aire comprimido, etc.).*



*Desinfección, en su caso, de los locales de la construcción (laboratorios, almacenes de productos químicos o tóxicos, sótanos, cubierta o bajo cubierta, zonas de estabulación de animales, etc).*



*Anulación de las instalaciones: agua, gas, electricidad, etc. afectadas por las tareas de demolición.*





## FASES DE LA DEMOLICIÓN



### ACTUACIONES PREVIAS ANTES DE PROCEDER A LA DEMOLICIÓN



*Colocación de los apuntalamientos o apeos necesarios que serán realizados, en todo caso, desde la planta baja hacia las superiores.*



*Colocación de medios auxiliares, tales como, por ejemplo, un andamio que tendrá que estar arriostrado al edificio.*



*Instalación de medidas de protección colectiva, por ejemplo: marquesinas o viseras de protección, conductos de evacuación de escombros, etc.*



# FASES DE LA DEMOLICIÓN



## ORDEN DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS



*En orden inverso a como se construyeron. Se tendrán en cuenta:*



*Retirada de la maquinaria o equipos industriales que se encuentren en la construcción (por personal especializado en estas tareas).*



*En el caso de los edificios, retirada del material, comenzando desde la cumbrera (tejas, chapas, tela asfáltica, antenas, chimeneas, etc.).*



*Desmontaje de elementos que son susceptibles de recuperación o que han de ser tratados de manera separada del resto de residuos.*



*Demolición de planta a planta. En primer lugar se eliminarán los tabiques y elementos de cerramiento (si no soportan cargas); posteriormente los techos y los forjados, para luego actuar sobre los pilares y los muros de carga así como sobre las cajas de escaleras.*





# TRABAJOS DE DEMOLICIONES

## OPERACIONES



*Trabajos de preparación y de protección.*



*Derribo, fragmentación o desmontaje de elementos constructivos o construcciones.*



*Retirada del material de derribo.*



*Los trabajos de demolición pueden abarcar toda la construcción o determinados elementos de la misma.*





# TECNICAS DE DEMOLICIÓN

## DEMOLICION MANUAL



*Esta técnica se emplea, principalmente, en derribos de pequeña envergadura o como tarea preparativa de otros métodos de demolición.*



*Dentro de los medios manuales utilizados en las tareas de demolición cabe citar: martillos mecánicos (rompedores y perforadores) de accionamiento hidráulico, neumático o eléctrico; herramientas manuales; y diversos útiles, tales como eslingas, cables, trácteles, etc. Para realizar este tipo de demolición se usan, generalmente, los martillos mecánicos.*





# TECNICAS DE DEMOLICIÓN

## DEMOLICION MECANICA



*En este caso los trabajos de demolición se realizan con máquinas, por ejemplo, retroexcavadora con cuchara o con puntero, martillo hidráulico, cizalla hidráulica, con bola, mediante empuje o tracción, mediante fracturación o por corte y perforación.*



*Las variantes para llevar a cabo las demoliciones mecánicas son:*



# TECNICAS DE DEMOLICIÓN

## DEMOLICION MECANICA

### **MARTILLO HIDRAULICO**



*Este equipo de trabajo, cuya masa oscila entre los 50 y 3.500 kg, se monta sobre maquinaria pesada o sobre minimáquinas.*



*Este método tiene ciertas limitaciones, tales como: que la base sobre la que se apoye la máquina soporte la carga; y que el alcance del brazo sea suficiente. También será necesario tener precaución cuando se aplica a la demolición de muros verticales o pilares de cierta altura, para evitar su desplome sobre la propia máquina.*



*En lugares angostos existen vehículos de diseño especial con control remoto que son muy apropiados en obras de reforma.*





# TECNICAS DE DEMOLICIÓN

## DEMOLICION MECANICA

### CIZALLA HIDRAULICA



*Para el uso de las cizallas o mordazas, que tienen una gran fuerza de tracción y ruptura, se requiere que las máquinas sobre las que vayan montadas tengan una gran estabilidad.*



*Los fabricantes ofrecen distintas formas de las mandíbulas adaptadas al material a derribar y a la función requerida.*



*Las limitaciones de este método las marca, fundamentalmente, la capacidad.*







# TECNICAS DE DEMOLICIÓN

## DEMOLICION MECANICA

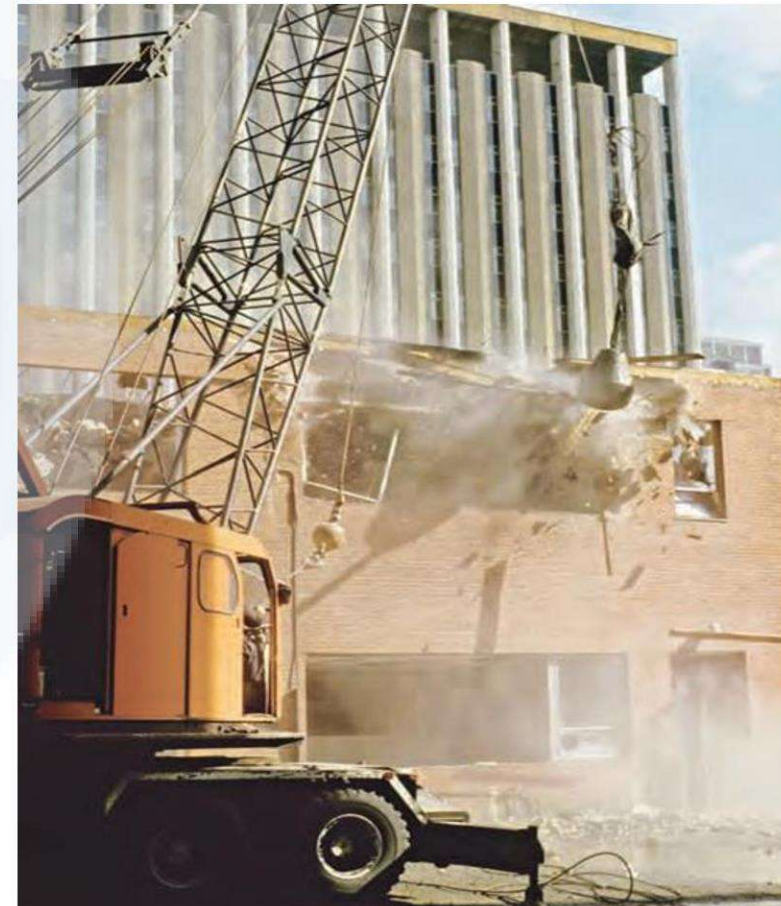
### BOLA



*Es el método más antiguo dentro de los que utilizan maquinaria pesada. La masa del ariete o de la bola puede variar entre los 500 y 5.000 kg, por lo que es muy importante que la capacidad y el tamaño de la máquina estén adaptados a la masa correspondiente.*



*Para este fin se suelen emplear dragalinas o excavadoras hidráulicas que pueden alcanzar hasta los 30 m de altura.*







# TECNICAS DE DEMOLICIÓN

## DEMOLICION MECANICA



### EMPUJE O TRACCION

**Demolición por empuje:** se efectúa empujando lateralmente, en sentido horizontal, con el cucharón de una excavadora. La obra debe, en primer lugar, derribarse hasta la altura apropiada al alcance de la máquina. Es imprescindible que la excavadora tenga una gran estabilidad.

Es un método rápido y de bajo riesgo; además, no requiere la adquisición de accesorios específicos de demolición ya que el derribo se efectúa con el cucharón.

El inconveniente de este método es que al existir una gran distancia de seguridad el control sobre la dirección de desplome es menor.





# TECNICAS DE DEMOLICIÓN

## DEMOLICION MECANICA

### EMPUJE O TRACCION



**Demolición por tracción:** se puede ejecutar cuando la máquina está equipada con un brazo telescópico provisto de una herramienta de demolición con dientes. Alcanza hasta unos 100 metros. En obras de albañilería, principalmente el derribo de estructuras de hormigón de poca resistencia y débilmente armadas es un método muy utilizado que no requiere el montaje de andamios. Sin embargo, el espacio necesario es muy grande y exige una gran distancia de seguridad. Pueden producirse derrumbamientos inesperados.







# TECNICAS DE DEMOLICIÓN

## DEMOLICION MECANICA

### **FRACTURACION**



*Cuando no hay posibilidad de utilizar explosivos para fragmentar grandes masas practican- do barrenos en el hormigón, pueden emplearse las herramientas de fracturación.*



*Este método no produce sacudidas, el nivel de ruido es muy pequeño, no genera polvo y no se proyectan fragmentos, por lo que se generan unas condiciones ambientales aceptables. Este método puede utilizarse como complemento de otros, como la demolición manual.*



# TECNICAS DE DEMOLICIÓN

## VOLADURA CONTROLADA



*consiste en la perforación y voladura de las bases de sustentación de una construcción, de tal manera que, al producirse la detonación de las cargas explosivas, la citada construcción entra en colapso y se autodestroza en su caída siguiendo una dirección de vuelco prefijada de antemano, mediante el adecuado posicionamiento y secuencia de las cargas.*





# TRABAJOS DE DEMOLICIONES

## CONSIDERACIONES

**Previo al comienzo de los trabajos de demolición, debe hacerse un estudio detallado de:**



*La estructura que se ha de demoler.*



*El estado de los elementos estructurales (antigüedad en la construcción, y técnica constructiva empleada).*



*Las características de las cimentaciones, redes de servicios, etc.*



*Las medidas de protección que se han de aplicar.*



*El procedimiento de demolición que se va a utilizar.*



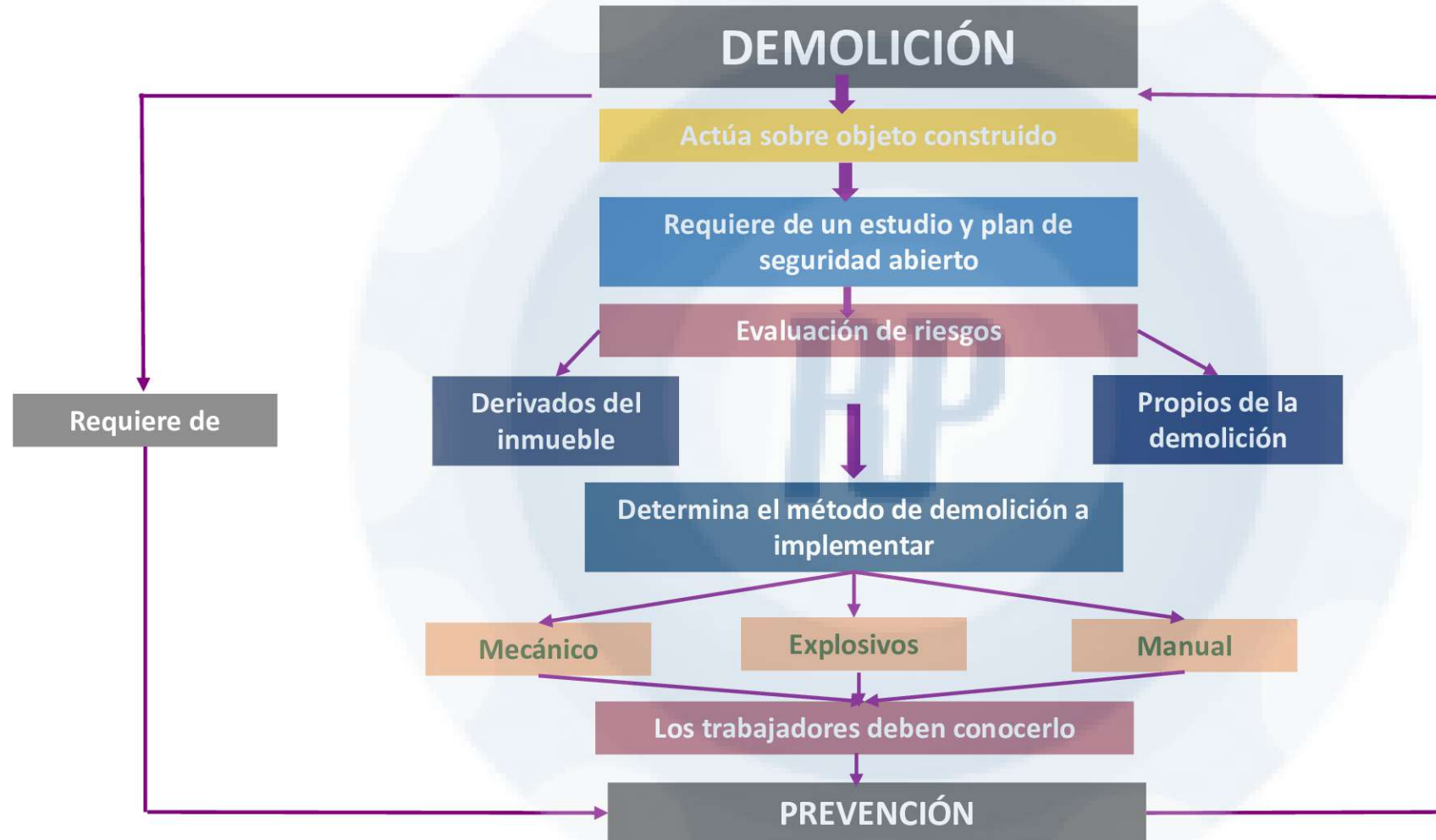
# TRABAJOS DE DEMOLICIONES







# DEMOLICIONES



# ¡Gracias!



Centro de  
Especializaciones  
Noeder

Conócenos más haciendo clic en cada botón

---

