

MOVIMIENTO DE SUELOS

TERRAPLENAMIENTOS

ETAPAS

Ing. Alejandro Cantú

Se denomina movimiento de suelos a todos aquellos trabajos que se relacionan con la modificación del relieve o perfil del terreno.
(excavación, carga, traslado y disposición final)

- Desmonte: retiro de suelo natural por encima del nivel necesario para realizar la obra.
- Excavación: retiro de terreno en profundidad.
- Terraplén: relleno que permite alcanzar un nivel superior.

Etapas al realizar un terraplén

1. Extracción de árboles y malezas
2. Transporte
3. Escarificado del terreno natural
4. Excavación del terreno natural
5. Aporte del material de relleno
5. Distribución del material de relleno
6. Regado del material de relleno
7. Compactación del material de relleno



- 1. Extracción de árboles y malezas: retiro de suelo hasta la profundidad en la que se puede verificar que éste no contenga raíces, material orgánico o rellenos no deseados. Tarea realizada con pala cargadora, retroexcavadora o topadora.**



- 1. Extracción de árboles y malezas: retiro de suelo hasta la profundidad en la que se puede verificar que éste no contenga raíces, material orgánico o rellenos no deseados. Tarea realizada con pala cargadora, retroexcavadora o topadora.**

TOPADORA



1. **Extracción de árboles y malezas: retiro de suelo hasta la profundidad en la que se puede verificar que éste no contenga raíces, material orgánico o rellenos no deseados. Tarea realizada con pala cargadora, retroexcavadora o topadora.**



2. Transporte: retiro del material mediante camiones



2. Transporte: retiro del material mediante camiones



2. Transporte: retiro del material mediante camiones



3. Escarificado del terreno natural: rotura del suelo naturalmente compactado para facilitar el retiro de capas duras y la posterior compactación del suelo de aporte. Este trabajo se realiza con rastras (uñas) tiradas por tractor o por medio de un implemento de la motoniveladora.

MOTONIVELADORA



3. Escarificado del terreno natural: rotura del suelo naturalmente compactado para facilitar el retiro de capas duras y la posterior compactación del suelo de aporte. Este trabajo se realiza con rastras (uñas) tiradas por tractor o por medio de un implemento de la motoniveladora.



4. Excavación del terreno natural: retiro del material y perfilaje del terreno para lograr el nivel deseado y el nivel final con el material de aporte.

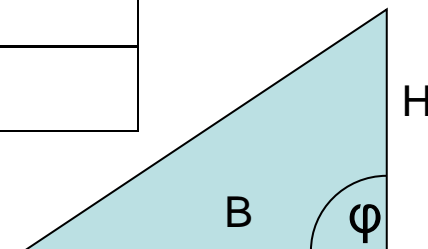


4. Excavación del terreno natural: retiro del material y perfilaje del terreno para lograr el nivel deseado y el nivel final con el material de aporte.

Relación H/B para distintos tipos de suelos

Al realizar el perfilaje del terreno se debe contemplar el tipo de suelo para dejar el talud natural máximo en la excavación, de tal manera que no se produzca un desmoronamiento del terreno. Esto se debe tener en cuenta para el caso de taludes en canales de riego o trabajos de excavación, por ejemplo, en submuraciones por trincheras.

	Talud de excavación en terrenos naturales. Terrenos secos	Talud de excavación en terrenos transportados. Talud de terraplenes
Naturaleza del terreno	$Tg \Phi$	$Tg \Phi$
Roca dura	5/1	1/1
Roca blanda o fisurada	3/2	1/1
Tierra adherente mezclada con piedra y tierra vegetal	1/1	2/3
Tierra arcillosa, arcilla	4/5	2/3
Grava, arena gruesa no arcillosa	2/3	2/3
Arena fina no arcillosa	1/2	1/2





Talud natural al realizar la excavación en función del tipo de suelo

Desmoronamiento o lavado del suelo





5. Aporte del material de relleno: se trae material “estabilizado”, suelo con granulometría completa y controlada, para así disminuir los vacíos y facilitar la compactación. En este caso se realiza el aporte mediante un tractor y trailla, equipo que va depositando el material en el sentido de avance, mediante la apertura de una compuerta inferior.



5. Distribución del material de relleno



5. Aporte del material de relleno: se trae material “estabilizado”, con camiones y una motoniveladora lo distribuye.



5. Aporte del material de relleno: se trae material “estabilizado”, con camiones y una motoniveladora lo distribuye.



6. Regado del material de relleno: para poder compactar el suelo, se debe aportar humedad al mismo. El agua hace las veces de lubricante entre partículas, facilitando y mejorando sustancialmente el efecto de la compactación, para lograr así la densidad máxima en obra.



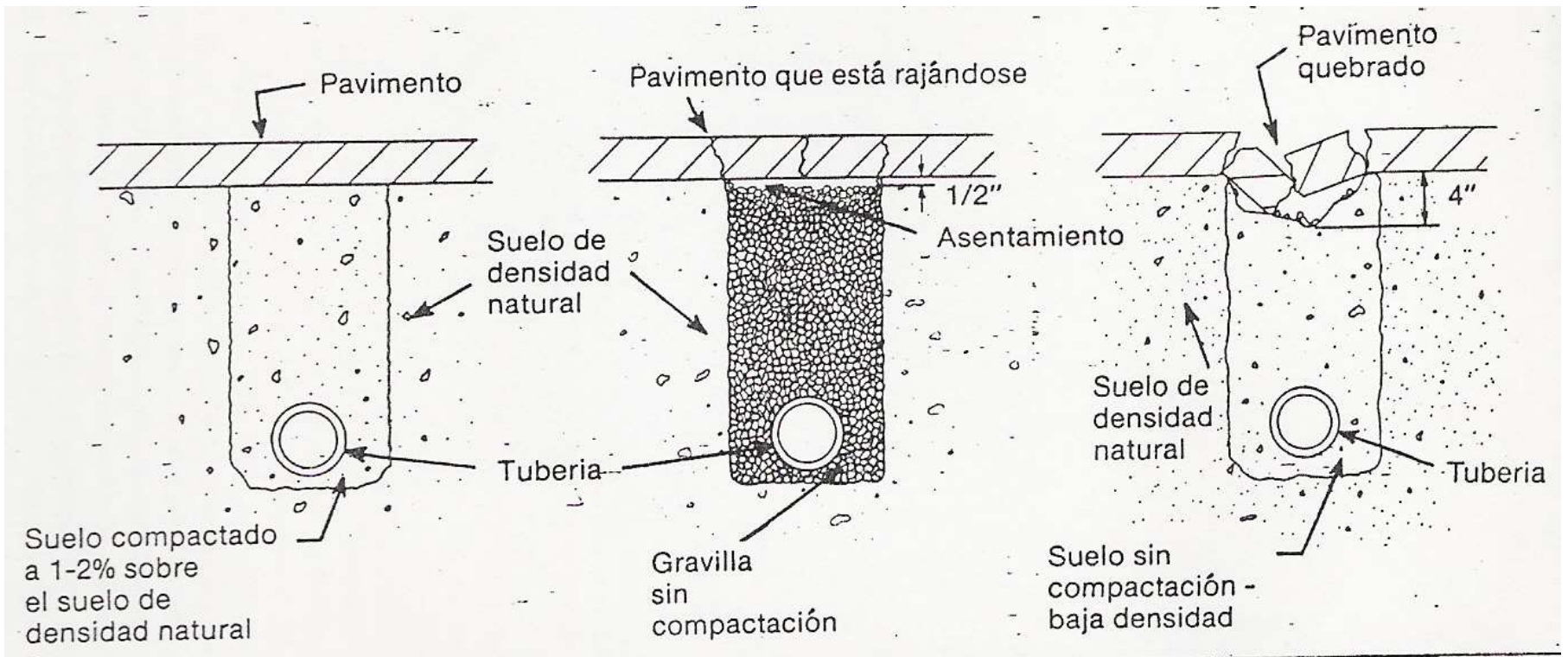
7. Compactación del material de relleno, aporte de energía al suelo para lograr máxima densidad, aumentar capacidad portante, mejorar las condiciones de impermeabilidad, reducir daños por heladas y mejorar el escurrimiento del agua.

La selección del tipo de maquinaria dependerá del tipo de suelo, y las características propias del sitio de trabajo (espacio físico).

COMPACTACIÓN

Aplicar energía al suelo suelto para consolidarlo y eliminar los espacios vacíos, aumentando su densidad y en consecuencia su capacidad para soportar cargas.

- Aumentar la resistencia
- Mejorar la estabilidad
- Aumentar la protección contra humedad
- Mejorar la vida útil de las estructuras



Compactación: aporte de energía al suelo para lograr máxima densidad, aumentar capacidad portante, mejorar las condiciones de impermeabilidad, reducir daños por heladas y mejorar el escurrimiento del agua.

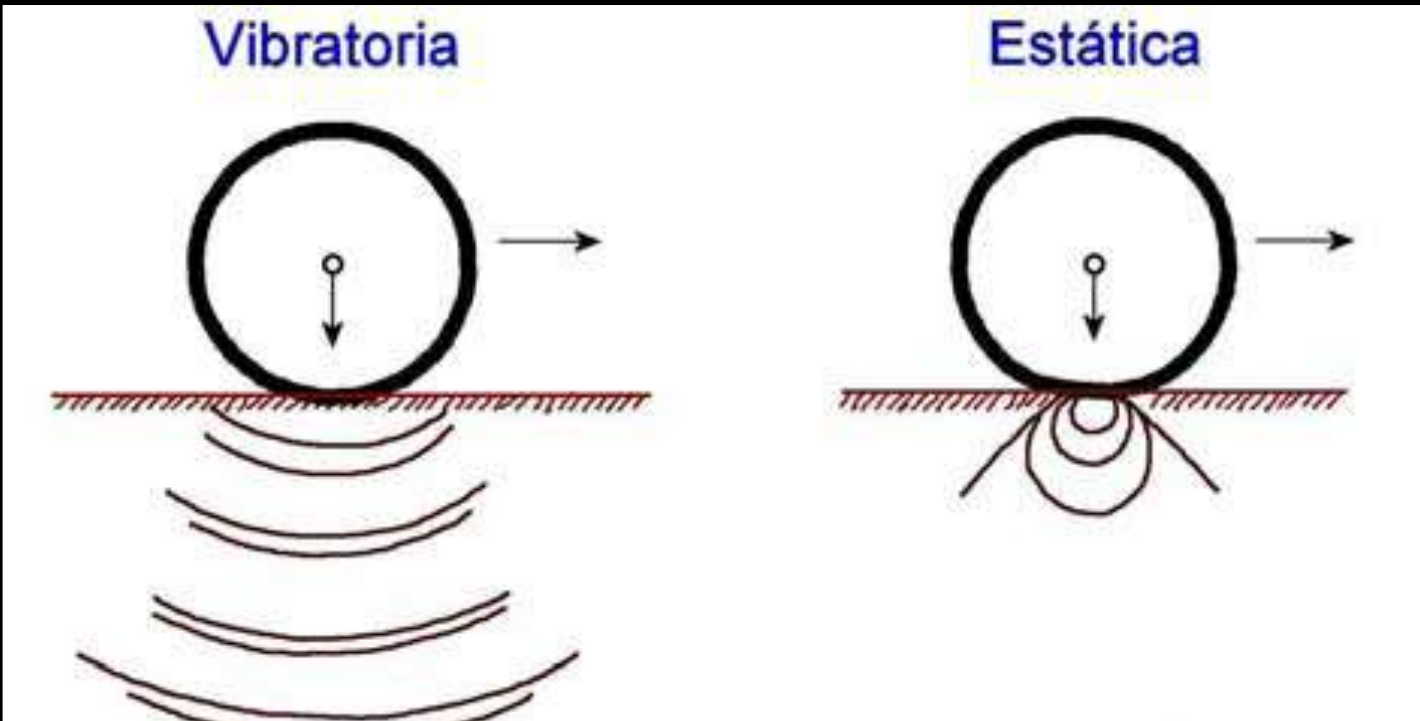
Es usual ver en nuestras calles pavimentos rotos, muchas veces en los lugares donde se ha realizado una conexión de servicios. El suelo mal compactado con el tiempo recibe la carga de los vehículos o humedad debajo de la capa de rodamiento, produciendo deformaciones no previstas y la consiguiente rotura del pavimento.

MÉTODOS DE COMPACTACIÓN

- Fuerza estática (rodillos)
- Fuerza de impacto (apisonador)
- Vibración (planchas vibratorias)

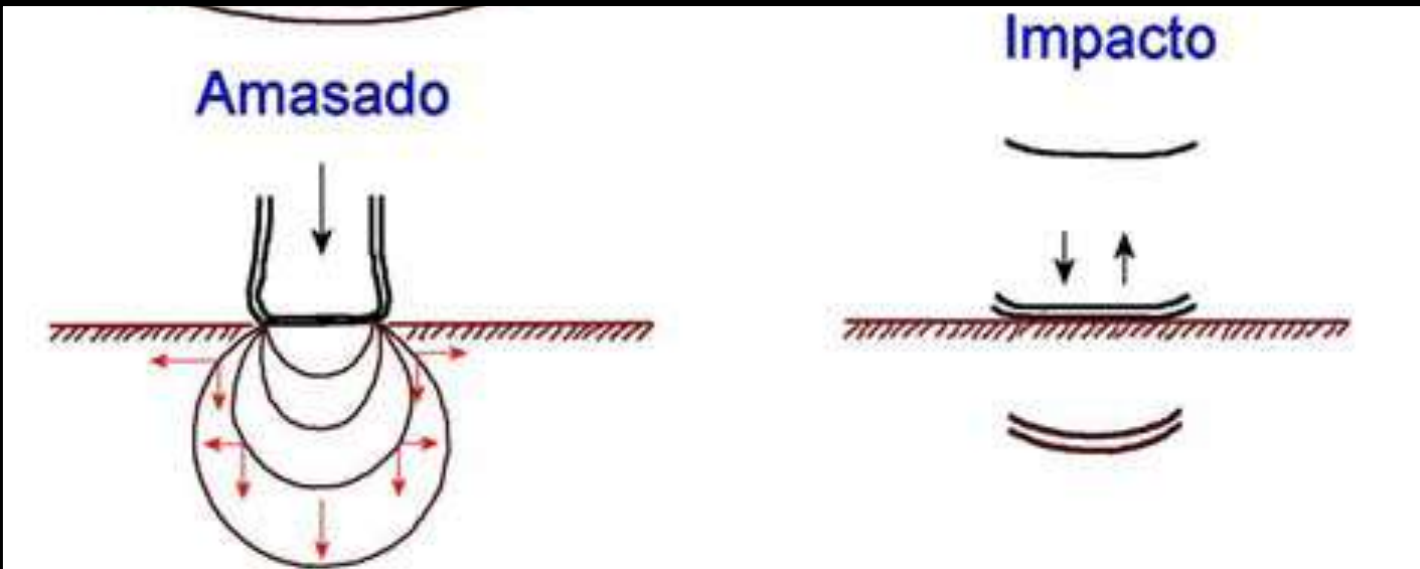
SELECCIÓN DEL MÉTODO CORRECTO

- Suelos granulares: vibración
- Suelos cohesivos: estáticas o impacto



El esfuerzo vibratorio produce una rápida sucesión de impactos y, por lo tanto, de ondas de presión que se propagan en profundidad.

El esfuerzo estático produce bajo la carga circulante tensiones con predominio de la componente vertical.



El esfuerzo de amasado produce esfuerzos en dos sentidos, vertical y horizontal, obligando al material a deformarse en más de una dirección.

El esfuerzo de impacto produce una onda de presión que se propaga hacia abajo produciendo movimientos relativos entre partículas. Se alcanza un esfuerzo mayor que el correspondiente al peso estático.

TIPOS DE SUELOS

- COHESIVOS

Arcillas < 0.006 mm

0.006 mm $<$ Limos < 0.076 mm

- GRANULARES

2.03 mm $>$ Arenas > 0.076 mm

76.2 mm $>$ Gravas > 2.03 mm

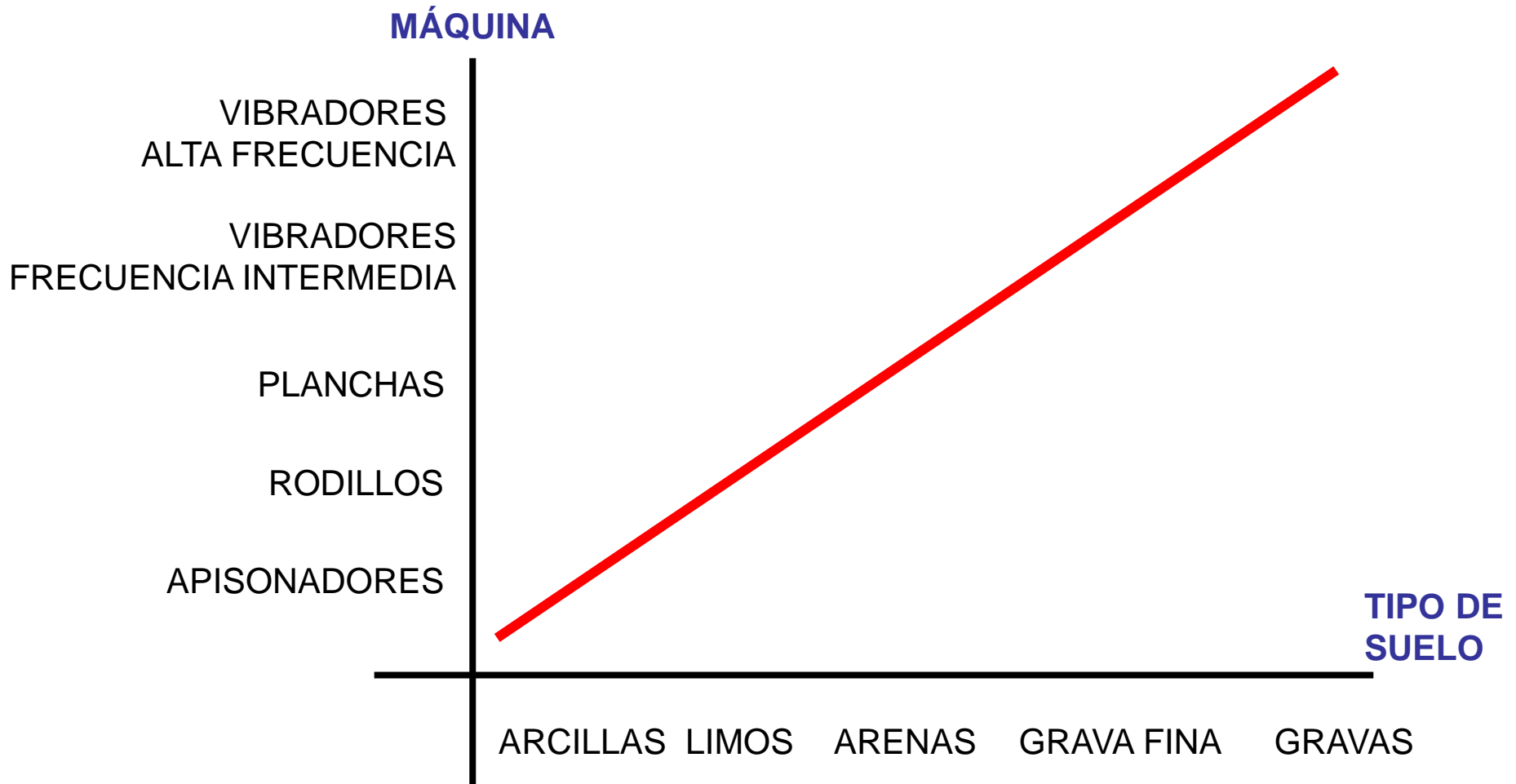
SELECCIÓN DEL TIPO DE MAQUINARIA

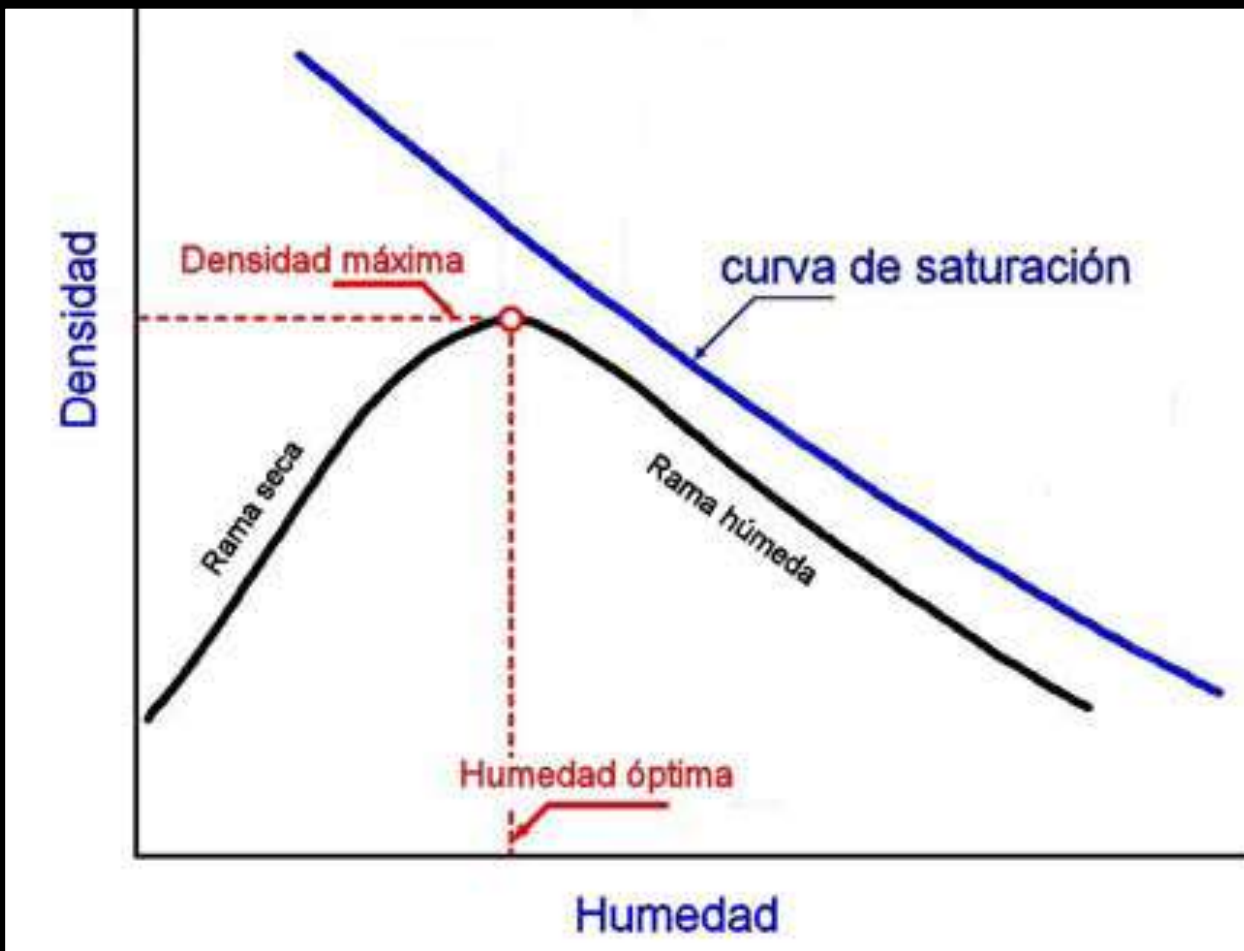
- Del tipo de suelo
- De las condiciones físicas del sitio de trabajo
- De las especificaciones que deben cumplir

EQUIPOS PARA COMPACTACIÓN

- Placas vibratorias
- Compactadores
- Rodillos lisos
- Rodillos pata de cabra
- Compactadores a neumáticos

MÁQUINAS vs. SUELOS





Existen numerosos ensayos de laboratorio para poder determinar la densidad máxima que puede llegar a tener el suelo a compactar. Entre estos ensayos el más común es el ensayo Proctor. Este permite obtener una curva donde se relacionan la humedad del suelo compactado con su densidad, la misma tiene un máximo que indica la máxima densidad posible a una determinada energía de compactación. El estar alejado de la humedad óptima, no permite lograr la densidad máxima, ya que la falta de humedad, provoca un suelo seco difícil de compactar. El exceso de humedad en un suelo (barro) tampoco le da la posibilidad de recibir energía.



Placa vibratoria, con motor eléctrico



Placa vibratoria, con motor eléctrico



Compactador manual, con motor a explosión



Placa vibratoria, conectada a brazo hidráulico





Rodillo vibratorio, autopropulsado con motor a explosión



Rodillo vibratorio, autopropulsado con motor a explosión



Rodillo vibratorio liso, autopropulsado



Rodillo vibratorio liso, autopropulsado



Rodillo vibratorio pata de cabra, autopropulsado



Rodillo pata de cabra, tirado por una pala cargadora

RESUMEN

- **Equipos que Entregan la Energía por Compresión y Amasado:**
 - Rodillos cilíndricos metálicos lisos.
 - Rodillos neumáticos.
 - Rodillos con salientes (pata de cabra).
- **Equipos que Entregan la Energía por Impacto:**
 - Placas.
 - Vibropisones.
 - Caída de masa.
- **Equipos que Entregan la Energía por Vibración:**
 - Placas vibratorias.
 - Rodillos cilíndricos metálicos lisos, operados en modo vibratorio.

CONSIDERACIONES GENERALES

- Tener en cuenta el “esponjamiento” del suelo.
- Éste es más elevado cuanto más compacto (denso) es el material natural.
- Varía de 1.1 a 1.5, valor normal 1.3
- Utilizar suelos “estabilizados o bien graduados” con una gran variedad de tamaños de granos.
- Compactar por capas sucesivas de no más de 30 cm (recomendable 15 cm).
- Mantener la humedad óptima del suelo.
- Al realizar terraplenes asegurar la estabilidad del borde o contorno teniendo en cuenta el talud natural del suelo ($3/2$ a $1/2$) o colocar elementos de contención.



FIN TEMA COMPACTACIÓN

¿Preguntas?
Vía mail o
Aulaabierta

La torre de Pisa o torre inclinada de Pisa es la torre campanario de la catedral de Pisa, en la ciudad del mismo nombre, Italia. Presenta un desplome de 3,9 m de la vertical.