

CAPÍTULO 3

MOVIMIENTO DE TIERRAS

El movimiento de tierras hace referencia a la modificación del terreno natural mediante el uso de diferentes actividades con aras de aportar al desarrollo de una obra civil, minera o cualquier otro tipo de industria.

De esta forma, las fases que ocurren durante un movimiento de tierra son:

1. Desbroce: es la fase inicial del movimiento de tierras donde se retira la capa vegetal, incluyendo arbustos, raíces, malezas y partes de árboles, etc.

Figura 26. Bulldozer



Fuente: elaboración propia

2. Excavación del terreno: consiste en extraer el material hasta el nivel deseado, teniendo en cuenta consideraciones como ubicación de tuberías, delimitaciones perimetrales y la información del replanteo realizado en obra.

Figura 27. Excavación con retroexcavadora



Fuente: elaboración propia

3. Carga del material retirado: es la fase del movimiento de tierras donde se utilizan diferentes tipos de maquinaria, según las condiciones del terreno y la magnitud del proyecto, para cargar los vehículos que transportaran el material.

Figura 28. Carga de material excavado



Fuente: elaboración propia

4. Transporte del material: es la fase que hace referencia al desplazamiento geográfico del material; este se puede desplazar hacia vertederos, rellenos o incluso, dependiendo de la calidad del mismo, se puede utilizar o vender.

Figura 29. Transporte de material



Fuente: elaboración propia

5. Descarga del material: en esta fase se ubica y deposita el material.

Figura 30. Deposición final del material



Fuente: elaboración propia

6. **Extendido del material:** es la acción de extender el material mediante capas para su posterior humectación y compactación.

Figura 31. Extendido del material



Fuente: elaboración propia

7. **Humectación:** consiste en aplicar cierta cantidad de agua con el fin de facilitar la compactación.
8. **Compactación:** es una operación en la que se genera presión sobre el material mediante un apisonado energético, mejorando el comportamiento mecánico de suelo.

Figura 32. Compactadora manual tipo rana



Fuente: elaboración propia

Los materiales dentro del movimiento de tierra pueden ser catalogados según su Velocidad de onda Sísmica (v_s); este valor se obtiene a partir de ensayos de refracción sísmica. Por lo tanto, según el rango del valor, el material debe ser excavado por diferentes métodos:

- vs menor de 1000 m/s: este movimiento hace referencia a suelos blandos, como arcillosos, limos y tierra en general.
- vs entre 1000 y 2000 m/s: este tipo de material es el que se encuentra en las obras de tránsito y puede ser pavimento rígido o flexible; sin embargo, necesita de una escarificación previa para poder excavarse.
- vs superior a 2000 m/s: este tipo de excavación se realiza por medio del uso de explosivos, perforadores o tuneladoras, debido a la dureza del material.

Excavaciones y carga del material

Tipos de excavaciones

Existen tres tipos principales de excavaciones:

- A cielo abierto: se realiza en seco y con nivel freático por debajo del nivel de excavación; se utiliza maquinaria convencional para excavar, transportar, explanar y compactar.

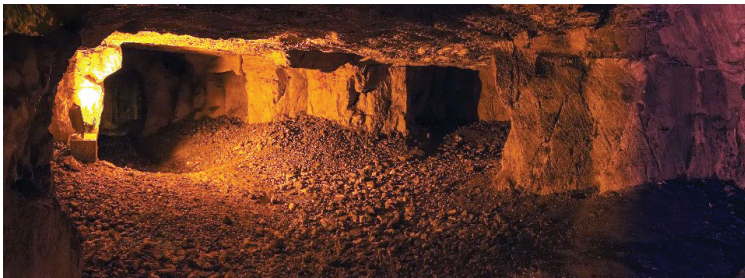
Figura 33. Excavación a cielo abierto



Fuente: elaboración propia

- Subterránea: se realiza para la construcción de túneles o pozos y el nivel de la excavación es por debajo del nivel de terreno; se pueden llegar a utilizar tuneladoras, voladuras y rozadoras.

Figura 34. Excavación subterránea



Fuente: elaboración propia

- **Subacuática:** se realiza cuando el nivel de la excavación está por debajo del nivel freático, siendo imposible actuar desde terreno estable. Por lo tanto, se utilizan materiales flotantes y, dependiendo de la dureza del terreno, se utilizan dragas de succión en terrenos blandos. Si los terrenos son duros, se utilizan dragas de rosario y, si hay roca, se utilizan voladuras subacuáticas o martillos romperrocas.

Figura 35. Excavación subacuática



Fuente: elaboración propia

Tipos de maquinaria

- **Bulldozer:** son máquinas hidráulicas diseñadas para empujar o traccionar mediante el uso de una hoja. Pueden ser apoyados en rueda u oruga.

Figura 36. Bulldozer



Fuente: elaboración propia

- Cargadoras de túnel: son máquinas hidráulicas diseñadas para su utilización en túneles, con el fin de acarrear el material a una altura bastante baja.

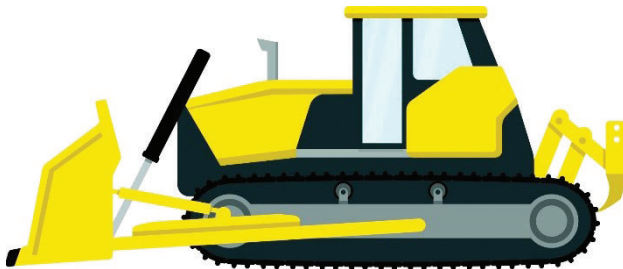
Figura 37. Cargadora de túnel



Fuente: elaboración propia

- Escarificador: son máquinas hidráulicas diseñadas para fragmentar las rocas ripables del terreno y prepararlas para su empuje.

Figura 38. Escarificador



Fuente: elaboración propia

- Excavadora de cable: son máquinas mecánicas que funcionan mediante la utilización de cables en vez de cilindros hidráulicos. Pueden excavar o arrastrar el material dependiendo de la función que deban realizar. Son ideales para la construcción de muros pantallas y colocación de armaduras profundas, etc.

Figura 39. Excavadora de cable



Fuente: elaboración propia

- Excavadoras hidráulicas: son máquinas hidráulicas diseñadas para excavar terrenos mediante rotaciones en su superestructura, desplazándose solo si la excavación se encuentra fuera de su alcance. Se pueden sostener sobre ruedas o sobre oruga.

Figura 40. Excavadora hidráulica



Fuente: elaboración propia

- Miniexcavadoras: son máquinas hidráulicas diseñadas para excavar en espacios reducidos dentro de una ciudad.

Figura 41. Miniexcavadora

Fuente: elaboración propia

- Minicargadoras: son máquinas hidráulicas diseñadas para su utilización en espacios pequeños y de poca altura, principalmente utilizadas para edificaciones.
- Palas cargadoras: son máquinas hidráulicas diseñadas para cargar y transportar el material mediante una cuchara y un sistema de brazos, especialmente en distancias cortas.

Figura 42. Pala cargadora

Fuente: elaboración propia

- Retrocargadoras: son máquinas hidráulicas diseñadas por su versatilidad: poseen una pala cargadora frontal y una retroexcavadora trasera. Adicionalmente, pueden utilizar otros elementos mediante el cambio de sus partes.

Figura 43. Retrocargadora

Fuente: elaboración propia

- Traíllas y mototraíllas: son máquinas hidráulicas diseñadas principalmente para su utilización en obras lineales, realizando actividades de carga, transporte, descarga y nivelación de suelos. Pueden ser autopropulsadas, remolcadas o con doble sistema de empuje.

Figura 44. Mototrailla

Fuente: elaboración propia

Nivelación

Tipos de maquinaria

- Motoniveladora: son máquinas diseñadas para nivelar el terreno mediante el arrastre de material en pequeñas distancias. Puede cortar, cargar y rellenar, dándole forma al terreno hasta llegar al perfil deseado. Se utiliza principalmente para extender y nivelar terrenos, excavar cunetas y nivelar taludes. Tiene un rendimiento aproximado de 250 m³/h para extender, 1600 m²/h para nivelar y 400 m²/h para refinar.

Figura 45. Motoniveladora

Fuente: elaboración propia

Transporte y descarga

Debido a que el movimiento de tierras requiere de desplazar geográficamente los diferentes materiales, es indispensable la utilización de vehículos especiales para dicho fin.

Tipos de maquinaria

- Camión articulado: son camiones que poseen un eje trídem, son de aspecto alargado y se utilizan principalmente para transporte de áridos y aglomerados asfálticos. Si poseen refuerzo en su caja, pueden transportar rocas. Tienen una capacidad máxima de carga de 17 toneladas.

Figura 46. Camión articulado

Fuente: elaboración propia

- Camión basculante: es un tipo de camión de eje sencillo con cuatro llantas traseras y posee una caja sencilla. Pueden llegar a cargar hasta 11 toneladas.

Figura 47. Camión basculante

Fuente: elaboración propia

- Camión dúmper extravial articulado: poseen una capacidad menor a la del rígido, pero, al ser articulado, transitan de manera más eficaz en terreno fangoso y toleran pendientes más inclinadas, así como poseen una mayor maniobrabilidad.

Figura 48. Dúmper extravial articulado

Fuente: elaboración propia

- Camión dúmper extravial rígido: son camiones utilizados para mover grandes cantidades de tierra dentro de las pistas internas del proyecto, debido a que su gran peso por si solo ya afecta el asfalto. Puede cargar entre 90 y 150 tn dependiendo del volumen del material.

Figura 49. Dúmpер extravial rígido

Fuente: elaboración propia

- Camión dúmpер: son camiones reforzados que poseen una capacidad máxima de carga de 22 toneladas. Son los ideales para transportar material en carretera y para trasladar terreno excavado, esto debido a su facilidad para realizar maniobras en todo tipo de terreno.

Figura 50. Dúmpер

Fuente: elaboración propia

- Camiones de transporte de maquinaria pesada: son vehículos encargados de transportar y repartir maquinaria pesada mediante varios ejes”.

Figura 51. Grúa transporte

Fuente: elaboración propia

Compactación

La compactación es una tarea fundamental que permite darle mayores propiedades mecánicas al suelo, entre estas proporcionarle una mayor capacidad de carga y disminuir los asentamientos.

Para realizar una correcta compactación se necesita conocer la densidad del material y la densidad de compactación, siendo esta obtenida mediante un ensayo Proctor. Por lo tanto, se deben determinar diferentes cantidades de humedad necesaria y el valor total de la energía de compactación mediante ensayos de laboratorio para lograr esta densidad deseada. De modo que dicha energía se consigue por la cantidad de pasadas que realice el compactador sobre el material. Esta energía se consigue por vibración en el caso de suelos granulares y por amasado en suelos plásticos.

Tipos de maquinaria

- Compactadores de suelo plástico: se denominan pata de cabra debido a que poseen una serie de patas o pistones dentro de su superficie. Así mismo, combinan un efecto de amasado por su gran velocidad. También pueden utilizar la vibración para penetrar dentro del material y llegar a las partes más profundas del material, evitando una compactación superficial.

Figura 52. Compactadora pata de cabra

Fuente: elaboración propia

- Compactadores de suelos granulares: en los suelos granulares se utiliza un tambor liso vibratorio que compacta el suelo mediante pequeños saltos, este aumenta la densidad del material por el número de pasadas que realiza.

Figura 53. Compactadora lisa

Fuente: elaboración propia

- Compactadores de pavimento: los compactadores de pavimento utilizan neumáticos, los cuales se encargan de preparar el pavimento para el paso de los vehículos.

Figura 54. Compactador de neumáticos



Fuente: elaboración propia