

Maquinaria de movimiento de tierras

**Procedimientos y técnicas
operativas**

3ª edición

Miguel Ángel Morlanes López
Miguel Santamaría Villascuerna
Martín Orna Carmona
José Alberto Andrés Lacasta

3ª edición: octubre 2023

© Miguel Ángel Morlanes López
© Miguel Santamaría Villascuerna
© Martín Orna Carmona
© José Alberto Andrés Lacasta
© Fundación Laboral de la Construcción
© Tornapunta Ediciones
ESPAÑA





Edita:

Tornapunta Ediciones
C/ Rivas, 25
28052 Madrid
Tel.: 900 11 21 21
www.fundacionlaboral.org

«Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)»

ISBN: 978-84-18632-38-9
Depósito Legal: M-30998-2023

ÍNDICE

		Presentación	4
		Objetivos generales	5
UD1		Procedimientos generales	6
UD2		Mantenimiento	54
UD3		Procedimientos operativos	118
UD4		Tareas accesorias	186
		Bibliografía	204
		Referencias legislativas	206



PRESENTACIÓN

Con este texto se pretende abarcar tanto el manejo de las principales máquinas empleadas en el movimiento de tierras como las operaciones necesarias para su adecuado mantenimiento.

La persona que maneja cada máquina tiene que ser capaz de llevar a cabo, entre otras, las tareas siguientes:

- Interpretar correctamente las instrucciones de trabajo.
- Operar con la máquina de la manera más eficiente, óptima y segura en cada situación y de acuerdo con sus características.
- Realizar el mantenimiento básico de la máquina y cumplimentar los partes de estado o de avería.
- Llevar a cabo las tareas según el procedimiento establecido para cada operación, evitando situaciones temerarias que conlleven peligro tanto para el operador como para la propia máquina y/o los trabajadores del entorno.

Por este motivo, y siendo conocedores del ambicioso proyecto y de la extensión que conllevaría tratar todas las máquinas existentes en el mercado empleadas en obras de movimiento de tierras, en este volumen sólo se desarrollan las siguientes:

- Excavadora.
- Pala cargadora.
- Retrocargadora.



OBJETIVOS GENERALES

Al finalizar el curso el alumnado será capaz de:

- Interpretar de manera efectiva las operaciones básicas de actuación de las retrocargadoras, palas cargadoras y excavadoras.
- Ser capaz de seleccionar para cada operación y cada unidad de obra la maquinaria que ofrezca más prestaciones desde el punto de vista de la seguridad y la efectividad operativa.
- Clasificar, organizar y sistematizar los procedimientos operativos que cada una de las máquinas es capaz de ejecutar.
- Conocer los documentos que integran un proyecto de construcción.
- Identificar los objetivos de los planes de organización, control de calidad y seguridad y salud.

Unidad didáctica 1.
Procedimientos generales



UD1





INTRODUCCIÓN

En numerosas ocasiones la persona que maneja la máquina debe asumir la ejecución de trabajos de pequeña entidad sin tener a su lado una dirección y unos equipos técnicos de apoyo para indicarle en cada momento cómo ha de llevar a cabo cada tarea, por lo que es importante que él mismo disponga, aparte de los conocimientos precisos para el manejo de las máquinas, de otros de tipo general y relativos a las clases de terrenos, organización y replanteo de los tajos.

En esta Unidad se estudian los aspectos fundamentales relacionados con el terreno, los replanteos y los aspectos que se deben conocer en relación a la organización de la obra y la planificación de los trabajos de movimiento de tierras.

UD1. Procedimientos generales

CONTENIDOS

1. Análisis de excavabilidad y geología	10
2. Señalización topográfica e interpretación de planos	21
3. Señalización de la zona de trabajo y circulación y zona de carga y descarga	29
4. Señalización básica de las conducciones enterradas	39
5. Señalización de replanteos	45
6. Planificación del trabajo	48
 Resumen	51
 Terminología	52



OBJETIVOS

- Al finalizar esta unidad didáctica, el alumnado será capaz de:
- Conocer las propiedades que caracterizan los terrenos y los tipos de comprobaciones y estudios previos que se pueden realizar para obtener información sobre ellos.
 - Adquirir conocimientos básicos de interpretación de un plano topográfico.
 - Conocer los tipos de señales que se pueden encontrar dentro de la obra.
 - Saber en qué consisten los trabajos de replanteo y cómo se señalizan.
 - Entender la importancia de determinar las fases del trabajo y coordinar el trabajo de la máquina con el de otros oficios.



MAPA CONCEPTUAL

TRABAJOS GENERALES

ANÁLISIS DE LA EXCAVABILIDAD Y GEOLOGÍA

- Tipos de terreno.
- Comportamiento resistente.
- Orografía.
 - Tipo de máquina.
 - Modelo.
 - Tamaño.
- Cálculos volumétricos y factor de esponjamiento.
- Ángulo de talud.

SEÑALIZACIÓN TOPOGRÁFICA E INTERPRETACIÓN DE PLANOS

- Replanteo de alineaciones.

SEÑALIZACIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO, CIRCULACIÓN Y ZONA DE CARGA Y DESCARGA

- Señalización de seguridad de la obra.
- Comunicaciones verbales.
 - Informar de un riesgo.
 - Complementar a otras medidas de prevención y de protección.
- Señalización de conducciones enterradas.

SEÑALIZACIÓN DE REPLANTEO

- Trasladar la geometría del proyecto representada en los planos al terreno.

PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO

- Tipos de trabajo.
- Identificación de las fases de la obra.
 - Aumentar la eficacia.
 - Prevenir los riesgos laborales.
- Organización y planificación de los trabajos.

1. ANÁLISIS DE EXCAVABILIDAD Y GEOLOGÍA

1.1 Estudio geotécnico

Antes de realizar la planificación y ejecución de los trabajos es conveniente que se lleven a cabo unos estudios previos del terreno que permitan tomar las decisiones oportunas.

Se trata de un conjunto de comprobaciones y ensayos que aportan información sobre el tipo de terreno con el que nos vamos a encontrar en la obra y su comportamiento resistente.

Los medios más empleados para realizar un estudio geotécnico son:

a. Catas, calicatas o pozos

Se trata de excavaciones para observar directamente el terreno. Pueden ser manuales o mecánicas y realizadas habitualmente a profundidades menores de 4 m (el límite lo pone el brazo de la retro o mixta).

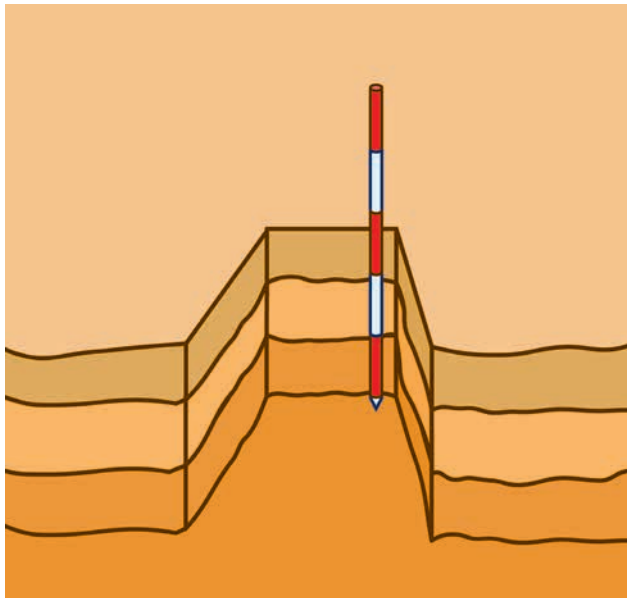


Figura 1. Calicata

b. Sondeos

Son perforaciones de pequeño diámetro que permiten reconocer la naturaleza y localización de las diferentes capas del terreno, así como extraer muestras para realizar ensayos.



Figura 2. Muestras de sondeos. Fuente: manual de "Fundamentos de la carretera y su conservación" de Tornapunta Ediciones S.L.U

c. Pruebas de penetración

Consisten en clavar un penetrómetro metálico de dimensiones conocidas en el **suelo**. El número de golpes necesarios para clavar el penetrador a una determinada profundidad da idea de la capacidad portante del suelo. El más común de este tipo de ensayos es el SPT o "ensayo de penetración estándar".

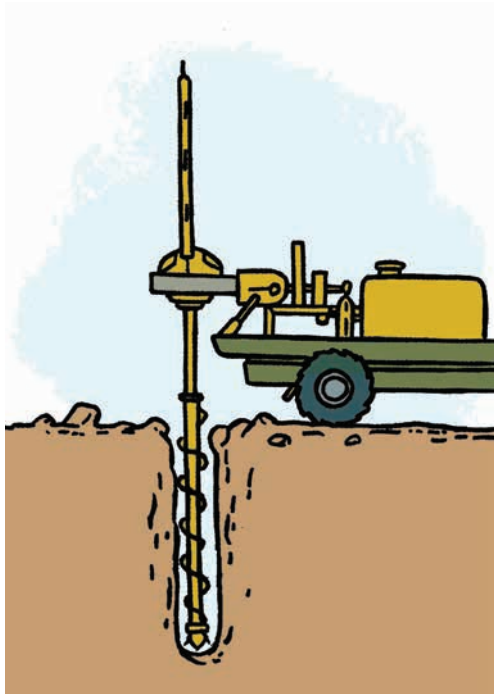


Figura 3. Penetrómetro

d. Métodos geofísicos

Son métodos superficiales que permiten evaluar el terreno existente mediante mediciones de propagación de ondas.

EJEMPLO



El estudio geotécnico es el conjunto de comprobaciones y ensayos que da información sobre el tipo de terreno con el que nos vamos a encontrar en la obra y su comportamiento resistente.

Así como la facilidad o dificultad de excavabilidad, algo importante a la hora de hacer presupuestos.

1.2 Orografía y estudio del terreno

Conocer el tipo de terreno es un factor fundamental a la hora de seleccionar la maquinaria que se va a emplear. Asimismo, la orografía del terreno condiciona en gran medida el modelo y tamaño de la máquina que ha de usarse en función de las pendientes y los desniveles máximos que cada equipo es capaz de superar.

a. Composición y características de los terrenos

Los terrenos están siempre compuestos, en mayor o menor cantidad, por:

- o Materias sólidas: provienen en su mayor parte de la disgregación de rocas.
- o Agua: está contenida en forma de humedad entre la materia sólida.
- o Aire: queda atrapado y mezclado entre los componentes anteriores.

Las cantidades de agua y de aire contenidas en los terrenos influyen en sus distintas propiedades y en su comportamiento (humedad, esponjamiento, etc.).

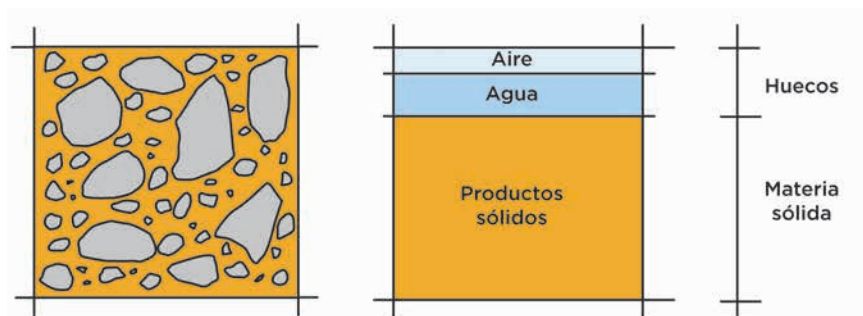


Figura 4. Esquema de la composición de los suelos

El peso específico propio de las materias sólidas y la proporción en la que se encuentran estos tres elementos determinan la **densidad** del terreno con el que se ha de trabajar. Este dato es necesario para la definición de la capacidad de transporte de los volquetes disponibles y, por lo tanto, para el cálculo del rendimiento máximo que se puede lograr con las máquinas utilizadas para la carga.

Se entiende como densidad la magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo y peso específico a la relación entre el peso y su volumen. En la figura 5 se incluyen las densidades correspondientes a los tipos de terreno más habituales.

TIPO DE TERRENO	DENSIDAD (kg/m ³)
ROCAS MUY DURAS (BASALTO, GNEIS, ETC.)	3000
ROCAS DURAS (GRANITO, DIORITA, ETC.)	2800
ROCAS BLANDAS (MÁRMOL, ARENISCA, ETC.)	2600
ARENAS SUELTAS	1500
ARENAS DENSAS	1800
ZAHORRAS	2000
ARCILLAS MUY BLANDAS	1100
ARCILLAS BLANDAS	1200
ARCILLAS SEMICOMPACTAS	1450
ARCILLAS COMPACTAS	1600
ARCILLAS DURAS	1800

Figura 5. Densidad de los tipos de terreno más habituales

EJEMPLO

Si disponemos de una pala cargadora con una capacidad de cuchara de 1 m³, cargará en cada ciclo 1100 kg de arcillas muy blandas o 3000 kg de rocas muy duras, lo que supone que si el medio de transporte disponible tiene una capacidad de 10 m³ y un peso máximo a transportar de 20 Tm, podrá cargar perfectamente 10 m³ de arcilla (11 Tm), pero solamente 6,6 m³ de roca (6,6 m³ × 3000 kg/m³ = 20 000 kg = 20 Tm).

$$d = P/V \rightarrow P = d \times V$$

$$\text{Peso específico} = \text{Peso/Volumen} \rightarrow \text{Peso} = \text{Volumen} \cdot \text{Peso específico}$$

b. Cálculos volumétricos y factor de esponjamiento

En cualquier obra se debe conocer qué cantidad de material hay que retirar, en el caso de las excavaciones, o aportar, en el caso de los rellenos. Para ello se emplean los planos volumétricos, que permiten dimensionar correctamente el número de horas de máquina necesarias, así como los camiones que serán necesarios para su transporte.

Al ser excavados, todos los terrenos experimentan un aumento de volumen por aireación que se conoce con el nombre de esponjamiento. Es un aumento de volumen de las tierras resultantes, expresado en porcentaje sobre el volumen en **banco**, se llama "esponjamiento".

Por el contrario, todos los terrenos al ser compactados para realizar un relleno experimentan una disminución de volumen. Este, expresado en porcentaje sobre el volumen de tierras necesarias para hacer el relleno, se denomina "asentamiento".

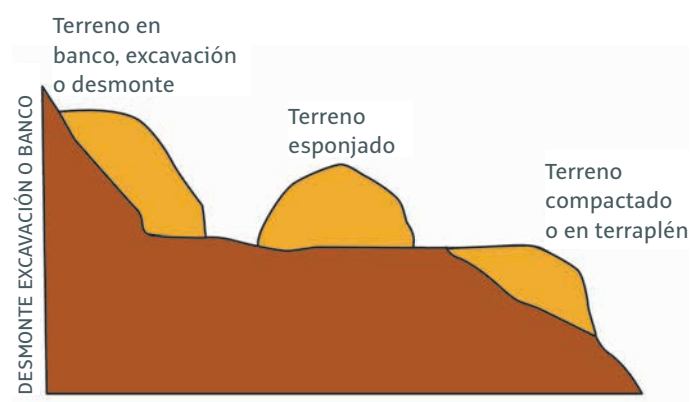


Figura 6. Representación de un terreno en las fases de desmonte, esponjado y terraplén

En la figura 7 se incluyen los valores de transformación para los terrenos más habituales.

TIPO DE MATERIAL	ESTADO ACTUAL DEL TERRENO	TRANSFORMADO A:		
		DESMONTE	ESPONJADO	COMPACTADO
Arena	Desmonte	.....	1.11	0.95
	Esponjado	0.90	.....	0.86
	Compactado	1.05	1.17	.....
Tierra común	Desmonte	.....	1.25	0.90
	Esponjado	0.80	.....	0.72
	Compactado	1.11	1.39	.....
Arcilla	Desmonte	.....	1.43	0.90
	Esponjado	0.70	.....	0.63
	Compactado	1.11	1.59	.....
Roca	Desmonte	.....	1.50	1.30
	Esponjado	0.67	.....	0.87
	Compactado	1.77	0.15	.....

Figura 7. Factores de transformación entre **desmonte**, terreno esponjado y terreno compactado

OTRAS PUBLICACIONES QUE TE PUEDEN INTERESAR



2º Ciclo formativo en
prevención de riesgos laborales
**Vehículos y maquinaria
de movimiento de tierras**



Maquinaria
**Maquinaria de movimiento
de tierras: mantenimiento**

David Domínguez Luengo
María Soledad Gálvez Morera
Eva María Martínez Ramajo



Maquinaria
Dumper
Aurelio Abad San Juan



Encargado de obra civil
**Movimiento de tierras
y firmes**

Javier Baños López
Marc Boixader Rivas

Estos libros los puedes adquirir en:
libreria.fundacionlaboral.org

PERMANECE ACTUALIZADO, CONOCE NUESTROS RECURSOS WEB

Fundación Laboral de la Construcción:
fundacionlaboral.org

Información en materia de PRL:
lineaprevencion.com

Portal de la Tarjeta Profesional de la Construcción (TPC):
trabajoenconstruccion.com

Portal de formación:
cursosenconstruccion.com

Cursos, actualidad y asesoramiento gratuito en BIM:
entornobim.org

Buscador de empleo:
construyendoempleo.com

Observatorio Industrial de la Construcción:
www.observatoriodelaconstruccion.com



AYÚDANOS A MEJORAR

Si tienes alguna sugerencia sobre nuestras publicaciones,
escríbenos a recursosdidacticos@fundacionlaboral.org