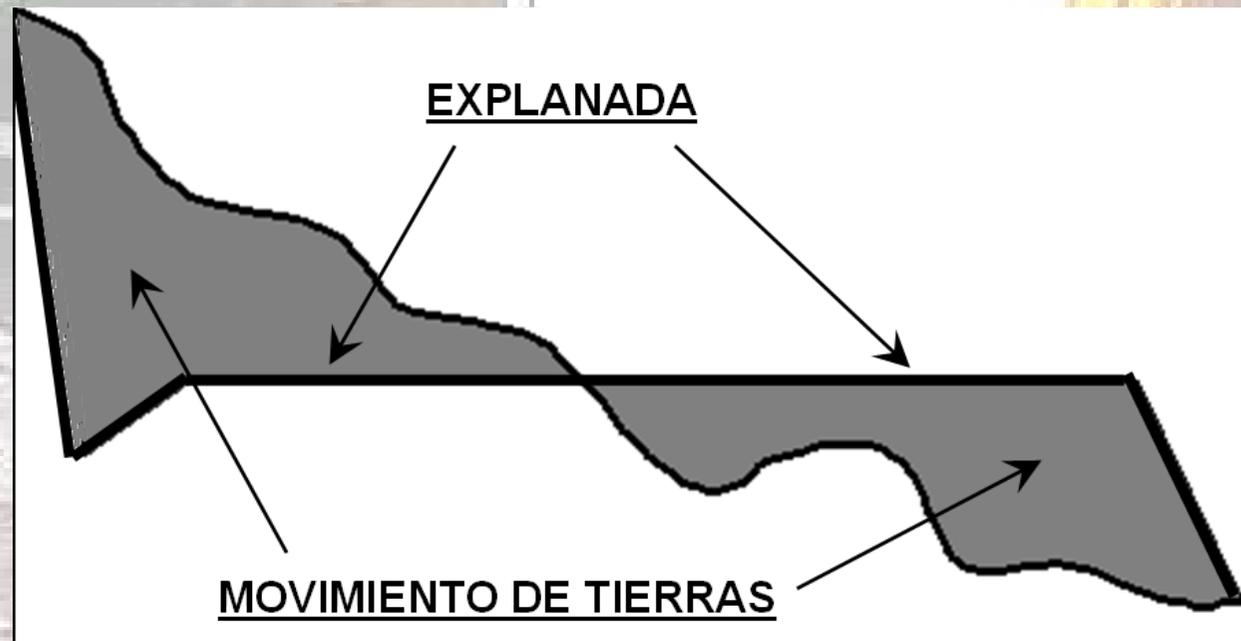


OPERACIONES, TIPOS DE MOVIMIENTOS DE TIERRAS Y CAMBIOS DE VOLUMEN

MOVIMIENTO DE TIERRAS

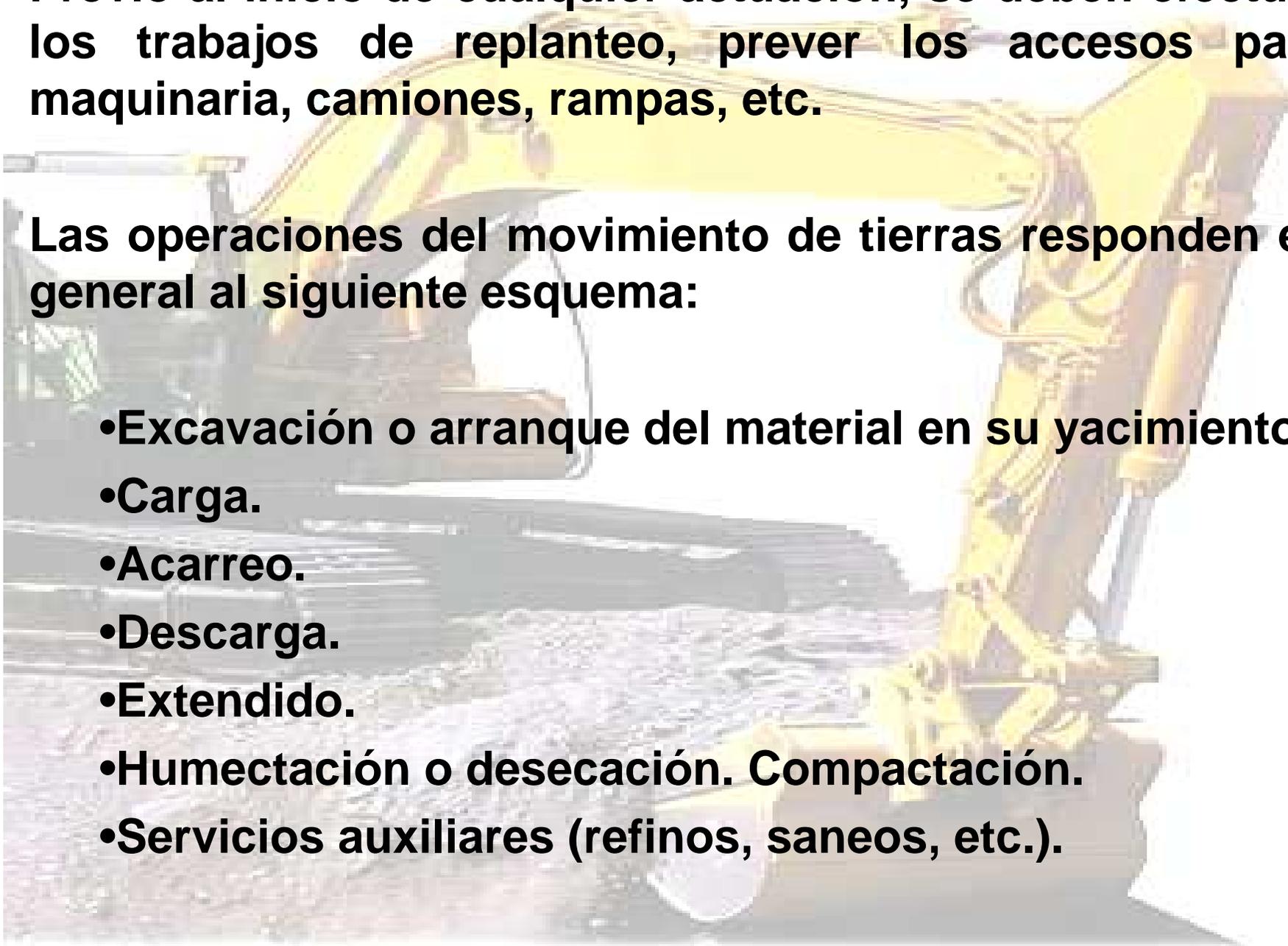
Se entiende por Movimiento de Tierras al conjunto de actuaciones a realizarse en un terreno para la ejecución de una obra. Dicho conjunto de actuaciones puede realizarse en forma manual o en forma mecánica.



Previo al inicio de cualquier actuación, se deben efectuar los trabajos de replanteo, prever los accesos para maquinaria, camiones, rampas, etc.

Las operaciones del movimiento de tierras responden en general al siguiente esquema:

- **Excavación o arranque del material en su yacimiento.**
- **Carga.**
- **Acarreo.**
- **Descarga.**
- **Extendido.**
- **Humectación o desecación. Compactación.**
- **Servicios auxiliares (refinos, saneos, etc.).**



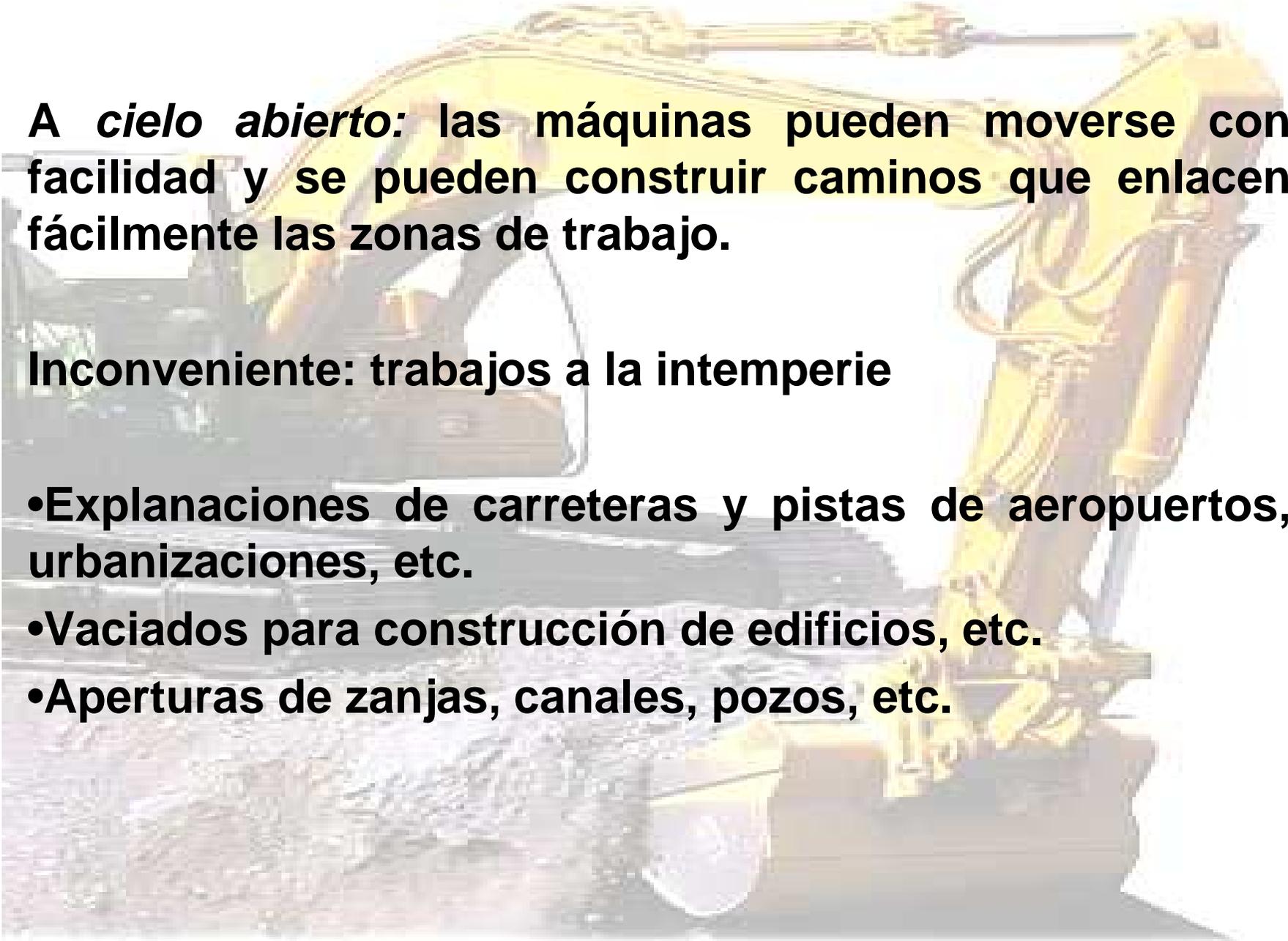


Los materiales se encuentran en la naturaleza en formaciones de muy diverso tipo, que se denominan bancos, en perfil cuando están en la traza de una obra, y en préstamos cuando están fuera de ella. La excavación consiste en extraer o separar del banco porciones de su material.

TIPOS DE MOVIMIENTOS DE TIERRAS

Se pueden considerar tres grandes tipos de movimientos de tierra :

- Movimientos de tierras a cielo abierto
- Movimientos de tierras subterráneos
- Movimientos de tierras bajo agua

A yellow excavator is shown in a construction setting, with its arm extended and bucket lowered. The background is a bright, overexposed outdoor area. The excavator is the central focus, with its mechanical components and hydraulic lines visible.

***A cielo abierto:* las máquinas pueden moverse con facilidad y se pueden construir caminos que enlacen fácilmente las zonas de trabajo.**

Inconveniente: trabajos a la intemperie

- **Explanaciones de carreteras y pistas de aeropuertos, urbanizaciones, etc.**
- **Vaciados para construcción de edificios, etc.**
- **Aperturas de zanjas, canales, pozos, etc.**

Los trabajos de movimientos de tierra a cielo abierto pueden ser clasificados en:

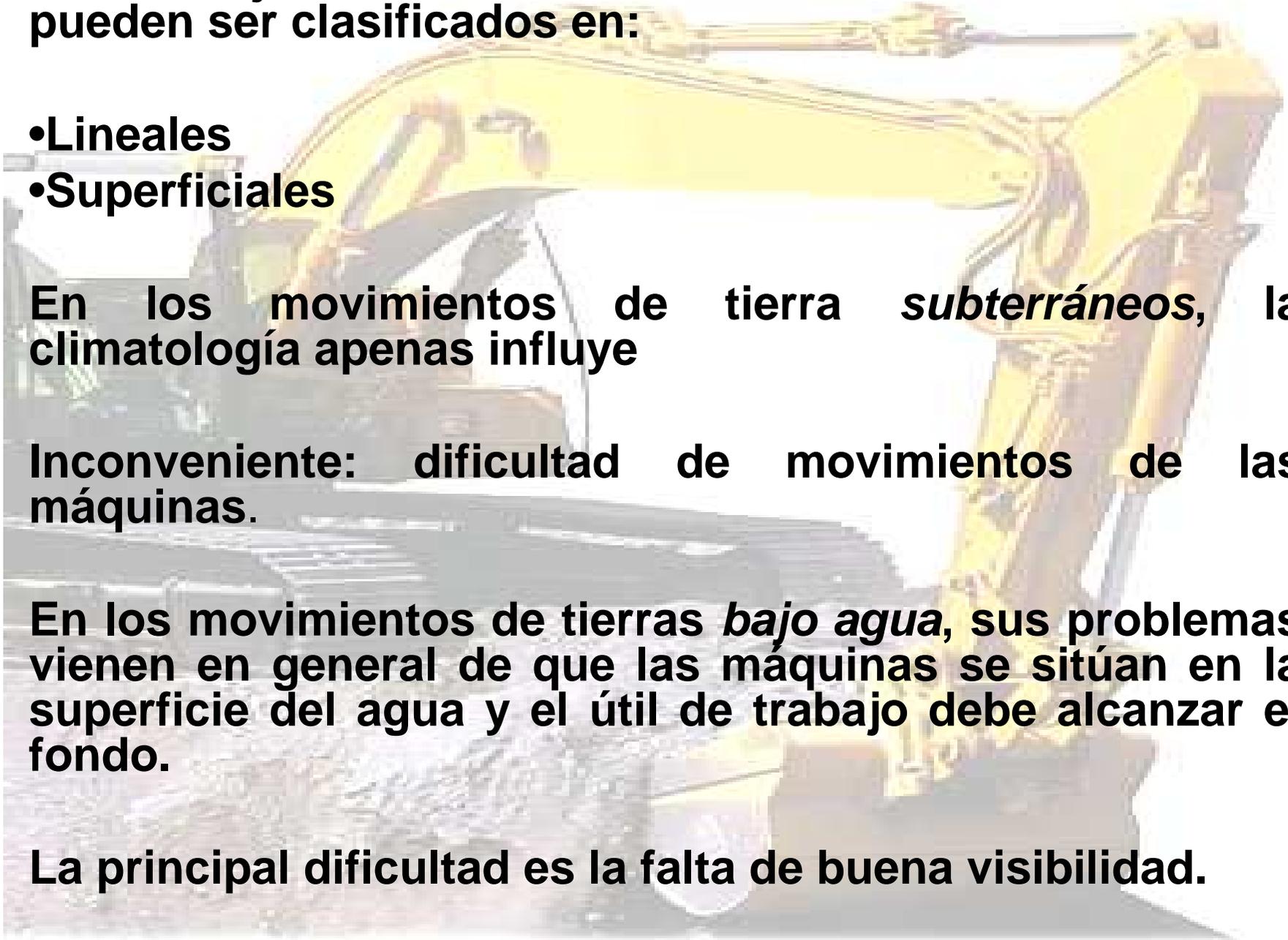
- **Lineales**
- **Superficiales**

En los movimientos de tierra *subterráneos*, la climatología apenas influye

Inconveniente: dificultad de movimientos de las máquinas.

En los movimientos de tierras *bajo agua*, sus problemas vienen en general de que las máquinas se sitúan en la superficie del agua y el útil de trabajo debe alcanzar el fondo.

La principal dificultad es la falta de buena visibilidad.



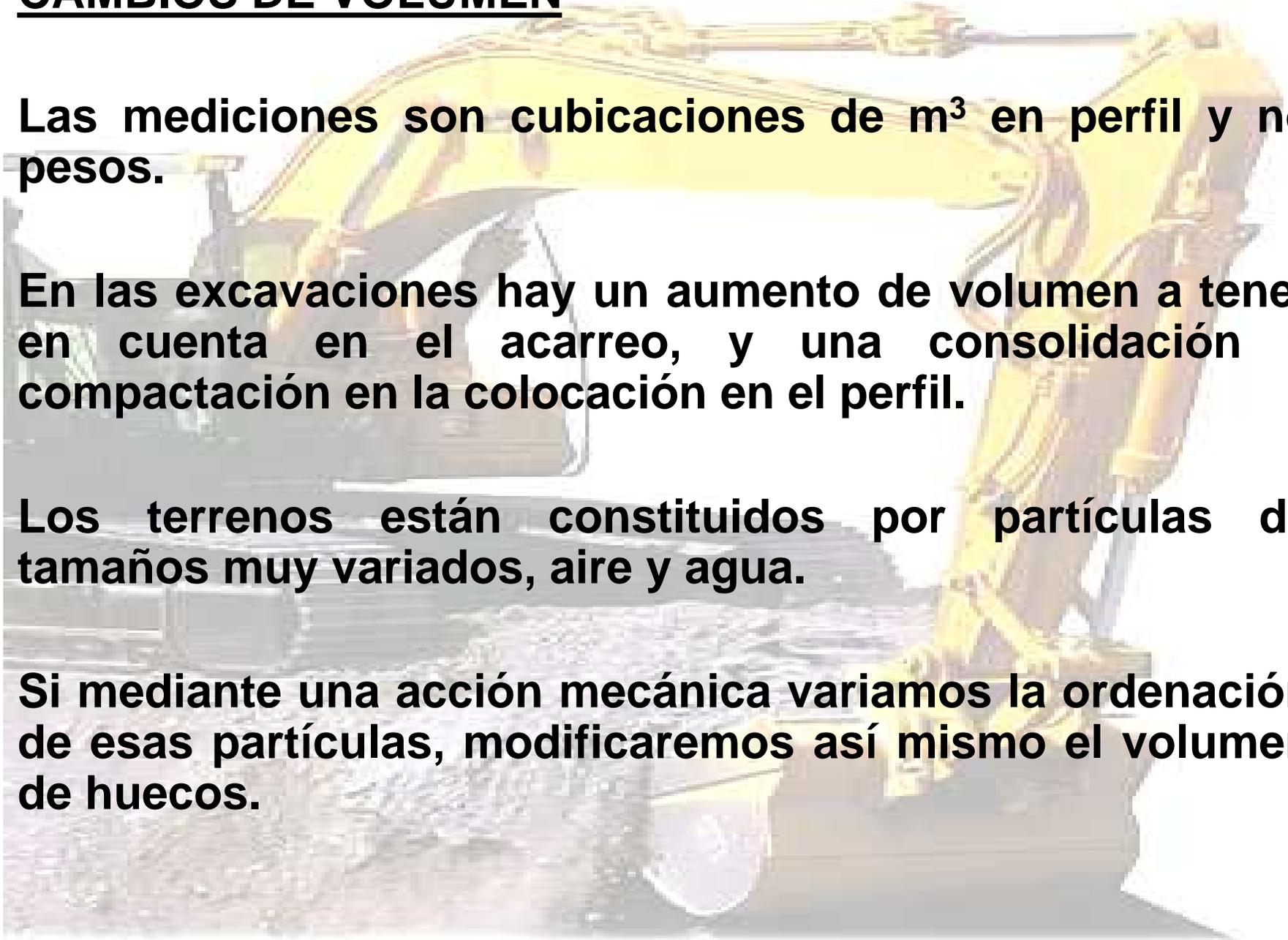
CAMBIOS DE VOLUMEN

Las mediciones son cubicaciones de m³ en perfil y no pesos.

En las excavaciones hay un aumento de volumen a tener en cuenta en el acarreo, y una consolidación y compactación en la colocación en el perfil.

Los terrenos están constituidos por partículas de tamaños muy variados, aire y agua.

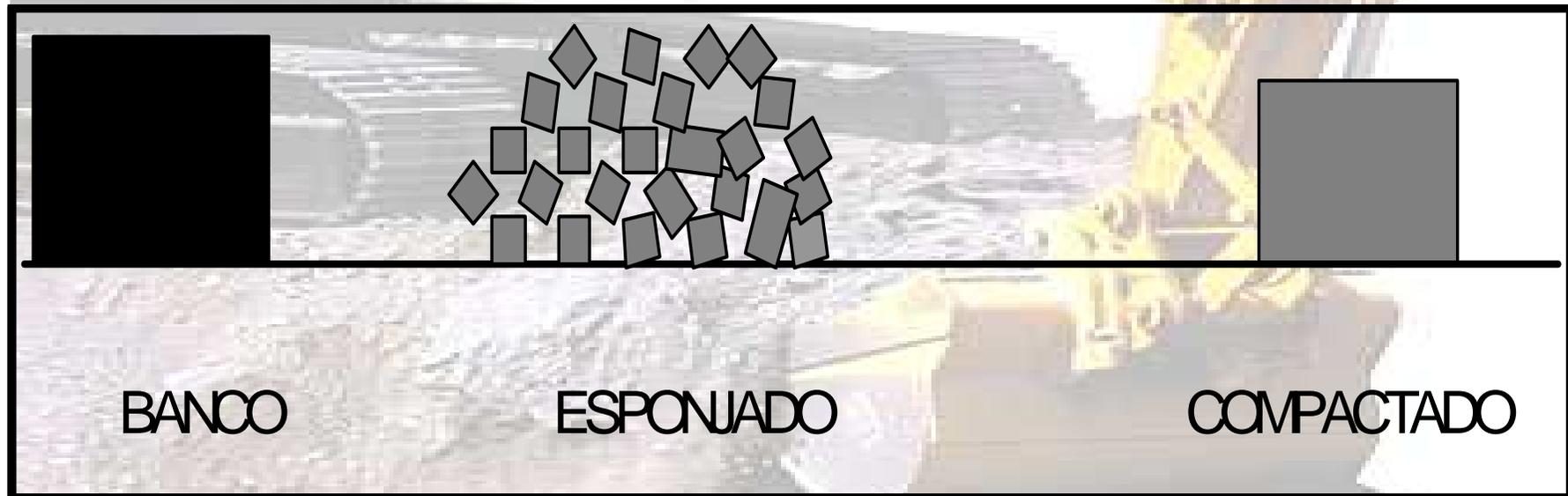
Si mediante una acción mecánica variamos la ordenación de esas partículas, modificaremos así mismo el volumen de huecos.

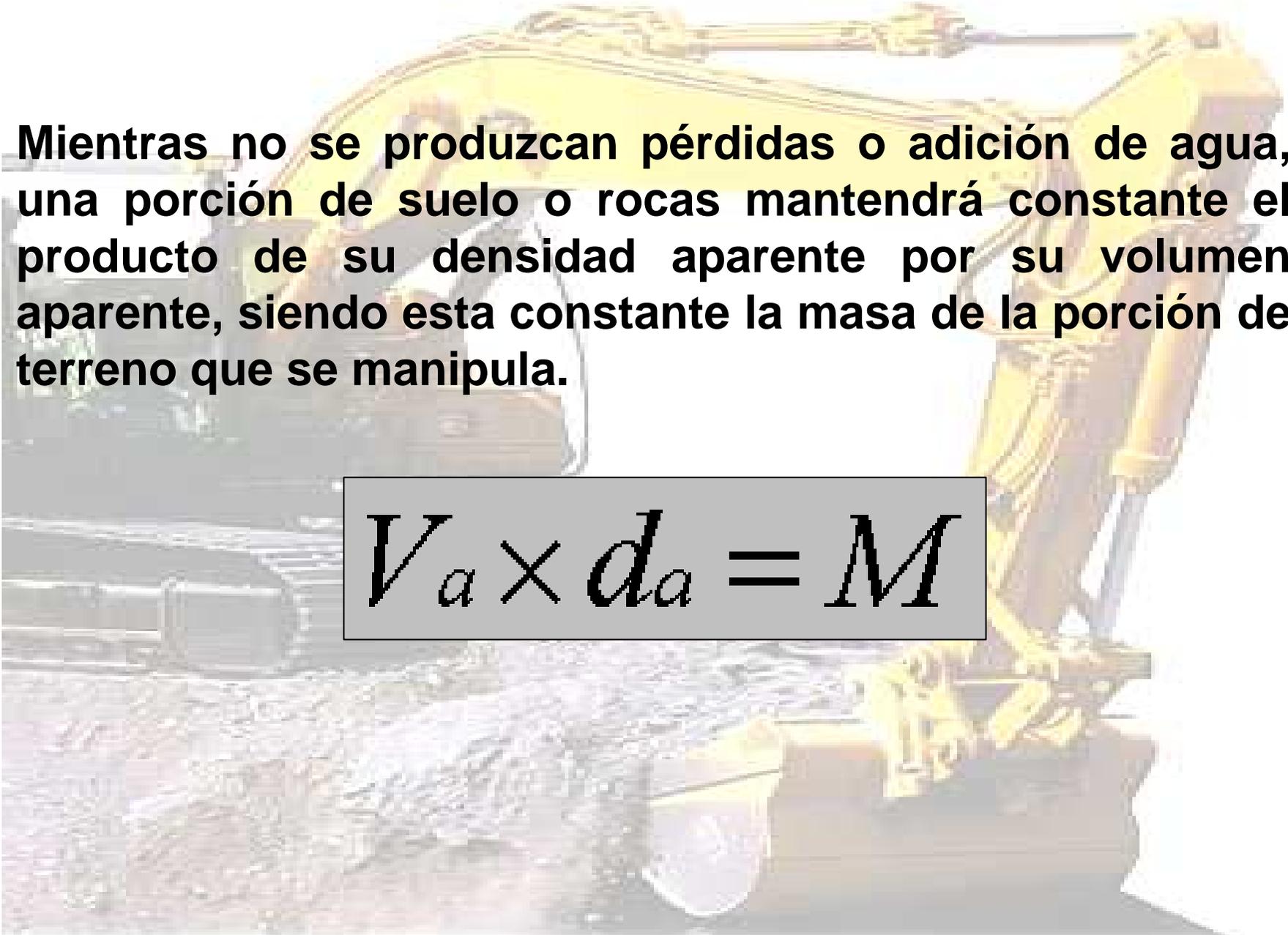


El volumen de una porción de material no es fijo, sino que depende de las acciones mecánicas a que lo sometamos.

Por esta razón, se habla de densidad aparente

$$d_a = \frac{M}{V_a}$$





Mientras no se produzcan pérdidas o adición de agua, una porción de suelo o rocas mantendrá constante el producto de su densidad aparente por su volumen aparente, siendo esta constante la masa de la porción de terreno que se manipula.

$$V_a \times d_a = M$$

ESPONJAMIENTO Y FACTOR DE ESPONJAMIENTO

Al excavar el material en banco, éste resulta removido con lo que se provoca un aumento de volumen.

En todo momento se debe saber si los volúmenes de material que se manejan corresponden al material en banco (B) o al material ya excavado (S).

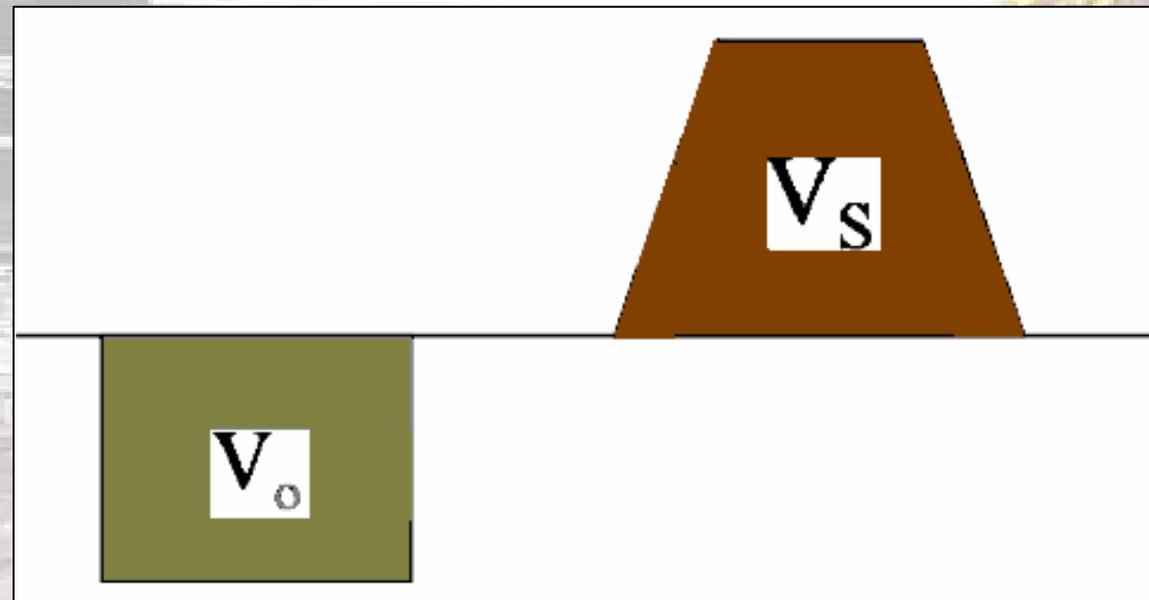
Se denomina factor de esponjamiento (Swell Factor) a la relación de volúmenes antes y después de la excavación.

$$F_W = \frac{V_B}{V_S} = \frac{d_S}{d_B}$$

Otra relación interesante es la que se conoce como porcentaje de esponjamiento. Se denomina así al incremento de volumen que experimenta el material respecto al que tenía en el banco, o sea:

$$S_w = \frac{V_s - V_B}{V_B} \times 100$$

$$S_w = \frac{d_B - d_s}{d_s} \times 100$$



CONSOLIDACION Y COMPACTACION

Las obras realizadas con tierras han de ser apisonadas energicamente para conseguir un comportamiento mecánico acorde con el uso al que están destinadas.

Este proceso se conoce genéricamente como compactación y consolidación del material.

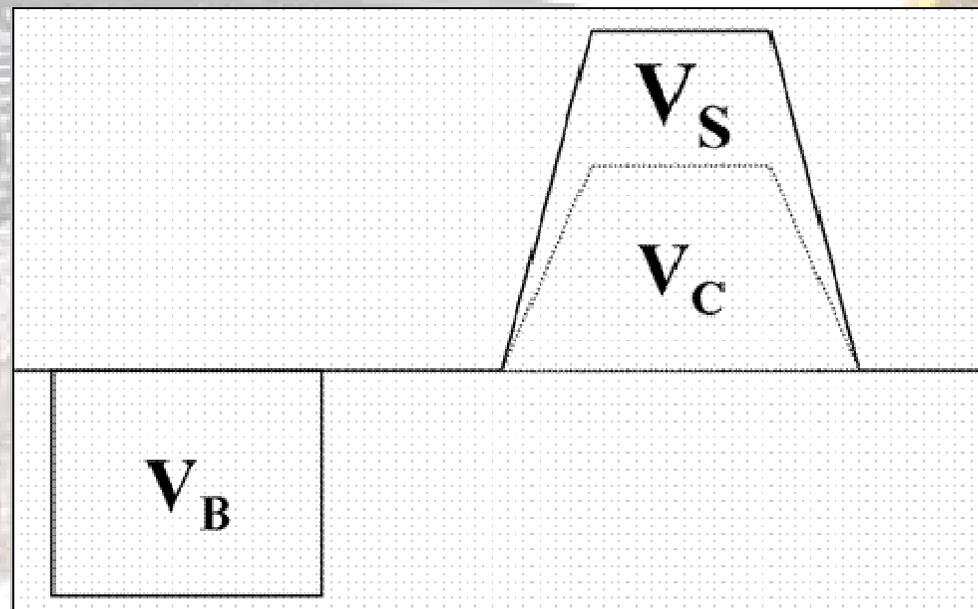
Se denomina factor de consolidación a la relación entre el volumen del material en banco y el volumen que ocupa una vez compactado.

$$F_n = \frac{V_B}{V_C}$$

Otra relación interesante es la que se denomina porcentaje de consolidación (% de consolidación)

$$S_h = \frac{V_B - V_C}{V_B} \times 100$$

$$S_h = \frac{d_c - d_b}{d_c} \times 100$$

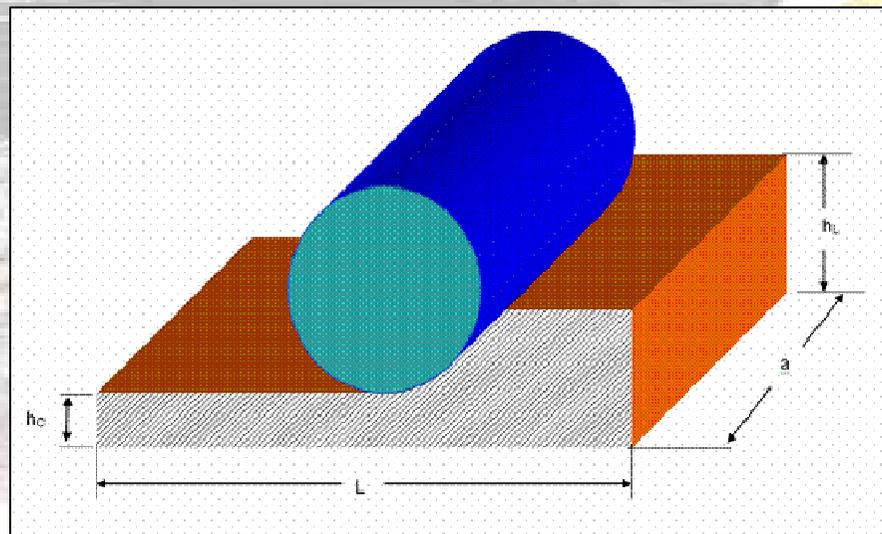


MATERIAL		$d_L(t/m^3)$	$d_B(t/m^3)$	$S_w(\%)$	F_w
CALIZA		1,54	2,61	70	0,59
ARCILLA	Estado Natural	1,66	2,02	22	0,83
	Seca	1,48	1,84	25	0,81
	Húmeda	1,66	2,08	25	0,80
ARCILLA Y GRAVA	Seca	1,42	1,66	17	0,86
	Húmeda	1,54	1,84	20	0,84
ROCA ALTERADA	75% Roca 25% Tierra	1,96	2,79	43	0,70
	50% Roca 50% Tierra	1,72	2,28	33	0,75
	25% Roca 75% Tierra	1,57	1,06	25	0,80
TIERRA	Seca	1,51	1,90	25	0,80
	Húmeda	1,60	2,02	26	0,79
	Barro	1,25	1,54	23	0,81
GRANITO FRAGMENTADO		1,66	2,73	64	0,61
GRAVA	Natural	1,93	2,17	13	0,89
	Seca	1,51	1,69	13	0,89
	Mojada	2,02	2,26	13	0,89
ARENA Y ARCILLA		1,60	2,02	26	0,79
YESO FRAGMENTADO		1,81	3,17	75	0,57
ARENISCA		1,51	2,52	67	0,60
ARENA	Seca	1,42	1,60	13	0,89
	Húmeda	1,69	1,90	13	0,89
	Empapada	1,84	2,08	13	0,89
TIERRA VEGETAL		0,95	1,37	44	0,69
MATERIAL		$d_L(t/m^3)$	$d_B(t/m^3)$	$S_w(\%)$	F_w
TIERRA Y GRAVA	Seca	1,72	1,93	13	0,89
	Húmeda	2,02	2,23	10	0,91
BASALTOS O DIABASAS FRAGMENTADAS		1,75	2,61	49	0,67
NIEVE	Seca	1,96	2,79	43	0,70
	Húmeda	1,72	2,28	33	0,75

CONSIDERACIONES PRÁCTICAS EN EL EXTENDIDO DE CAPAS

La compactación en obra se realiza sobre capas de material, previamente extendido, que se conocen con el nombre de tongadas.

Al compactar una tongada de material su anchura “a” y su longitud “L” no varían, mientras que su espesor h_L pasa a ser, por efecto de la compactación, h_C



Habida cuenta que el proyecto constructivo fija la altura de tongada en perfil, o sea después de la compactación h_C , conviene conocer la relación entre h_C y h_L para extender las tongadas con el espesor h_L adecuado.

Se denomina disminución de espesor a la relación entre la diferencia de espesor producida por la compactación y el espesor inicial, multiplicada por 100:

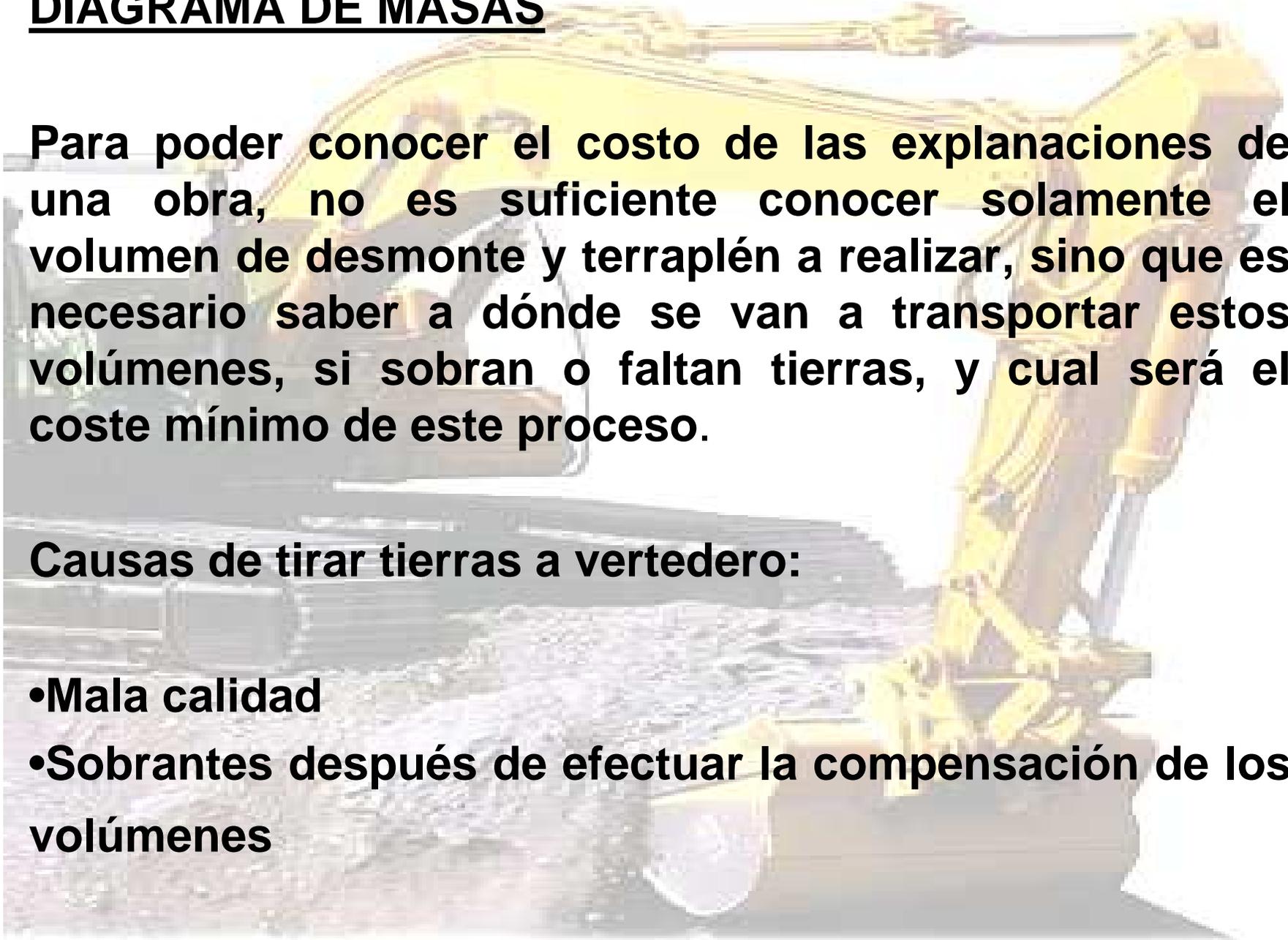
$$S_e = \frac{h_L - h_C}{h_L} \times 100$$

DIAGRAMA DE MASAS

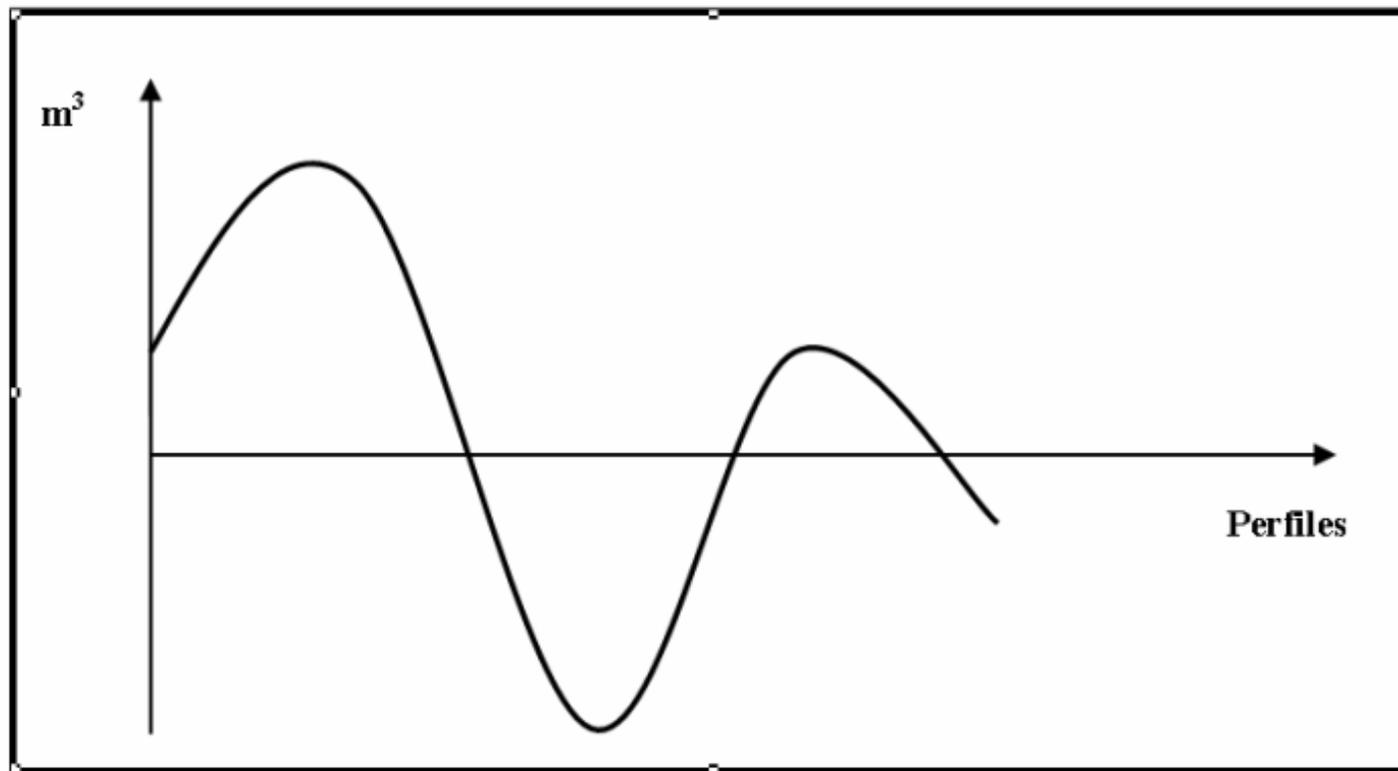
Para poder conocer el costo de las explanaciones de una obra, no es suficiente conocer solamente el volumen de desmonte y terraplén a realizar, sino que es necesario saber a dónde se van a transportar estos volúmenes, si sobran o faltan tierras, y cual será el coste mínimo de este proceso.

Causas de tirar tierras a vertedero:

- **Mala calidad**
- **Sobrantes después de efectuar la compensación de los volúmenes**



Sobre un sistema de ejes cartesianos, se representa en abscisas la distancia a que se encuentran situados los diversos perfiles transversales de la obra y en ordenadas los valores obtenidos de la columna (9)



Un tramo ascendente supone una zona de desmonte, un tramo descendente supone una zona de terraplén

• Los máximos y mínimos del gráfico corresponden a líneas de paso entre desmontes y terraplenes.

• Cualquier línea que tracemos horizontalmente paralela a la línea de situación de los perfiles transversales y en su intersección con la curva de volúmenes acumulados define lo que se denomina cantera de compensación

• Dentro de cada una de las canteras de compensación se pueden estudiar los costos del transporte más conveniente, en función de la maquinaria disponible para el transporte de tierras

