



innpulso
Red de ciudades de
Ciencia e Innovación



OSALAN
Laneko Segurtasun eta Osasunerako Euskal Erakundea
Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales

ESCUELA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
DE MAQUINARIA DE OBRA PÚBLICA, MINERÍA,
ELEVACIÓN Y TRANSPORTE
Área de Desarrollo Local
AYUNTAMIENTO DE ERMUA

PROCEDIMIENTOS SEGUROS CON MAQUINARIA DE EXCAVACIÓN

**PROCEDIMIENTOS
SEGUROS CON
MAQUINARIA**



innpulso
Red de ciudades de
Ciencia e Innovación



Laneko Segurtasun eta Osasunerako Eusko Erakundea
Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales

**PROCEDIMIENTOS
SEGUROS**

INDICE

Introducción

Generalidades

S.O.P.

Operaciones básicas

Zanjas

Zapatas

Vaciados



Laneko Segurtasun eta Osasunerako Euskal Erakundea
Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales

PROCEDIMIENTOS SEGUROS

INTRODUCCIÓN



innpulso
Red de centros de
Ciencias Innovación



OSALAN

Laneko Segurtasun eta Osasunerako Eusko Erakundea
Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales

PROCEDIMIENTOS
SEGUROS

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Este manual pretende dar a conocer a formadores y a futuros operadores de maquinaria móvil de arranque/carga, la metodología a aplicar a la hora de ejecutar los trabajos propios de este tipo de maquinaria.

En el primer capítulo se presentan diferentes tipos de definiciones y conceptos, los cuales ayudarán a entender aquellos elementos que toman relevancia en el momento de realizar la excavación, tales como los diferentes tipos de excavación, dividiéndose en cuatro grandes grupos: por su profundidad, su nivel de detalle, por el tipo de material excavado y por su grado de humedad.

En el segundo capítulo se propone un *S.O.P.* (Standard operating proceed) cuyo objetivo principal es asegurarse que toda persona que trabaje operando con estos equipos tenga un claro conocimiento de los procedimientos, obligaciones, controles y buenas prácticas para el manejo seguro de este tipo de maquinaria.

En él se incluyen procedimientos de operación segura para las diferentes fases que componen la actividad diaria, E.P.I.s, y los riesgos y medidas preventivas asociadas a cada una de ellas.

Además se incluye un apartado en el que se muestran una serie de maniobras prohibidas y errores comunes que se cometen con este tipo de maquinaria.

El siguiente capítulo denominado «Operaciones Básicas» describe el funcionamiento básico de una excavadora.

Mediante una serie de ilustraciones, formadas por secuencias de los movimientos de la máquina asociadas a los movimientos de los mandos, se pretende introducir al estudiante en el manejo de ésta.



Laneko Segurtasun eta Osasunerako Euskal Erakundea
Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales

PROCEDIMIENTOS SEGUROS

BIBLIOGRAFÍA ASOCIADA



innpulso
Red de expertos en
Ciencias Empresariales



OSALAN

Laneko Segurtasun eta Osasunerako Eusko Erakundea
Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales

PROCEDIMIENTOS
SEGUROS

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA ASOCIADA

- 2002 Tratado de procedimientos generales de construcción Maquinaria general en obras y movimientos de tierra (P. Galaburu)
- 2010 Maquinaria, Maquinaria de movimiento de tierras: procedimientos y técnicas operativas (Miguel Ángel Morlanes López, Miguel Santamaría Villaescuerna, Martín Orna Carmona, José Alberto Andrés Lacasta)
- 2008 Manual de costes de maquinaria (SEOPAN)
- 2008 Encargado de obra de edificación / Demoliciones y derribos (Pedro Serralta González)
- 2007 Encargado de obra. Parte común / Organización, planificación y control de obras y tajos (Luis García-Amorena García)
- 2007 Encargado de obra. Parte común / Interpretación de planos (María Asunción Salgado de la Rosa)
- 2006 Prevención / Nivel básico de prevención en la construcción
- 2010 Segundo ciclo de formación en materia de prevención de riesgos laborales. Oficio: operador de vehículos y maquinaria de movimiento de tierras (Según el IV Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción)
- 2007 Manual práctico para la formación del operador de dúmper de obra (Manrique Canteli Sánchez)
- 2009 Maquinaria, Maquinaria de movimiento de tierras: mantenimiento (David Domínguez Luengo, María Soledad Gálvez Morena , Eva María Martínez Ramajo)
- 2010 Seguridad minera Maquinaria de transporte, camión y volquete. Formación preventiva para el desempeño del puesto de operador de maquinaria en actividades extractivas de exterior. Manual formativo (LEX NOVA)
- 2010 Seguridad minera Establecimientos de beneficio y puestos comunes. Formación preventiva para el desempeño de los puestos de trabajo en actividades extractivas de exterior. Manual formativo (LEX NOVA)
- 2009 Seguridad minera Maquinaria de arranque, carga y viales, pala cargadora y excavadoras hidráulica de cadenas. Formación preventiva para el desempeño del puesto de operador de maquinaria en actividades extractivas de exterior. Manual formativo (LEX NOVA)
- 2011 Seguridad minera Maquinaria de transporte, camión y volquete. Formación preventiva para el desempeño del puesto de operador de maquinaria en actividades extractivas de exterior. Manual formativo (INREMIN-Ayuntamiento Ermua)



Laneko Segurtasun eta Osasunerako Eusko Erakundea
Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales

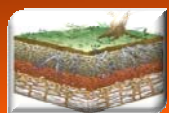
PROCEDIMIENTOS SEGUROS

GENERALIDADES



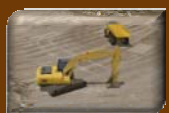
Definición. Tipos de excavación... 1

- Por su profundidad..... 1
- Por su nivel de complejidad..... 2
- Por el tipo de material..... 3
- Por el grado de humedad..... 3



Estudio de suelos..... 4

- Clasificación del suelo..... 4
- Estudio Granulométrico..... 5
- Aprovechamiento del suelo..... 5
- Estratigrafía del suelo..... 6



Maquinaria..... 6

- Tipo de Maquinaria..... 6
- Cantidad de Maquinaria..... 6
- Producción..... 7

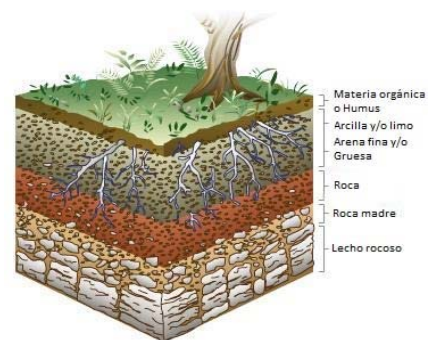
1. EXCAVACIÓN. DEFINICIÓN

Es la operación de cortar y remover cualquier clase de suelo independiente de su naturaleza o de sus características físico-mecánicas, dentro o fuera de los límites de construcción. Su ejecución incluye las operaciones de nivelación y evacuación del material removido a su lugar de disposición final.

2. TIPOS DE EXCAVACIÓN

La excavación se establece de cuatro maneras, siendo estas:

- Por su profundidad
- Por su nivel de detalle
- Por tipo de material excavado
- Por su grado de humedad



2.1 Por su profundidad

• Poco profundas

Son aquellas que se encuentran en el rango de uno a cinco metros de profundidad.

Se puede llevar a cabo ya sea con maquinaria, de una potencia de 80 Hp o menor, como lo son retroexcavadoras, o también con uso de mano de obra de forma intensiva, se da sin construcción de rampas para la salida de camiones, únicamente de aquellas utilizadas por el personal.

A pesar de su poca altura, si se debe tomar en cuenta el uso de sistemas de protección de taludes durante su realización, como lo son las entibaciones, los cuales son los más recomendados, debido a su fácil colocación y desmontaje al finalizar el proceso de excavación.

En su mayoría estas excavaciones, los sistemas definitivos de protección del talud, no son demasiados complejos, esto debido a su poca altura.

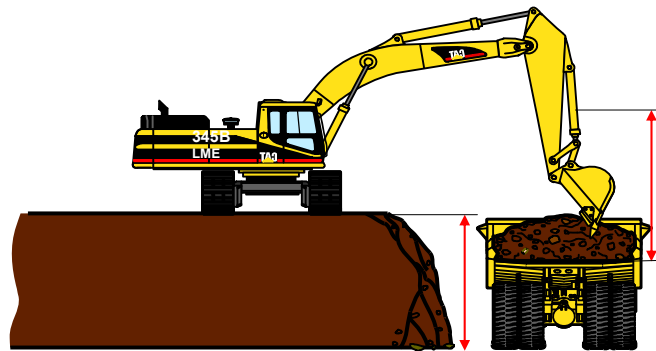
• Profundas

Son aquellas que superan los cinco metros de profundidad, se realizan con maquinaria que supere una potencia de 80 Hp; para su ejecución debe tomarse en cuenta elementos tales como: sistemas complejos de protección de taludes y rampa de salida de camiones.

La construcción de los sistemas de protección de taludes se realiza durante el proceso de excavación o bien se realizan antes de este. Éstos van desde bataches, pantallas, micropilotes, pilotes o tablestacas, entre otros.

- *Carrera:* Se llama carrera al recorrido del cazo una vez efectuada la penetración en el material hasta el momento en que cesa el corte.

Carrera óptima es la carrera en la que se consigue el llenado total del cazo de una sola vez sin que sobre o falte material. Para ello, la capacidad del cazo debe ser proporcional a la altura del banco y viceversa o la altura de banco proporcional al brazo de la máquina.



- *Organización de la obra (f_m : management factor):* No cabe duda que la producción variará según el grado de organización que exista en la obra y en el trabajo.
- *Desplazamientos de la excavadora:* La producción de la máquina viene sensiblemente afectada por las pérdidas de tiempo producidas en los desplazamientos, sobre todo si estos son frecuentes.
- *Uso correcto de la electrónica:* La electrónica introduce en las excavadoras un microprocesador que controla la posición de las bombas de caudal variable y el régimen de motor, para reducir el consumo, disminuir la fatiga del operador, con lo que aumenta el rendimiento y elimina los errores por distracción.

En cuanto cesa la demanda de potencia, el sistema corta la inyección del motor y reduce el régimen de revoluciones, el cual se recupera al accionar cualquier movimiento de trabajo.

La diferencia entre marcas es el circuito electrónico que controla un dispositivo selector de la potencia en varios escalones. Habrá que adecuar los modos de trabajo a las exigencias de éste (Producción masiva, Económica, Precisión-Lento...).



PROCEDIMIENTOS SEGUROS

S.O.P.



Definición/Objetivos..... 1

Procesos de partida.....1



Procedimientos de operación segura..... 1

Antes de arrancar.....1

Comprobaciones diario.....2

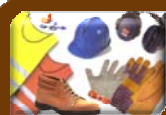
Arranque seguro.....3

En tiempo frio.....3

Después de arrancar.....4

Procedimiento de falla.....4

Trabajo con la máquina.....6



Equipos de protección individual.. 9



Riesgos-Medidas preventivas..... 10

Antes de empezar el trabajo.....10

Al arrancar la máquina.....13

Al circular con la máquina.....15

Durante los trabajos.....17

Al finalizar los trabajos.....20

Control estado de la máquina.....21

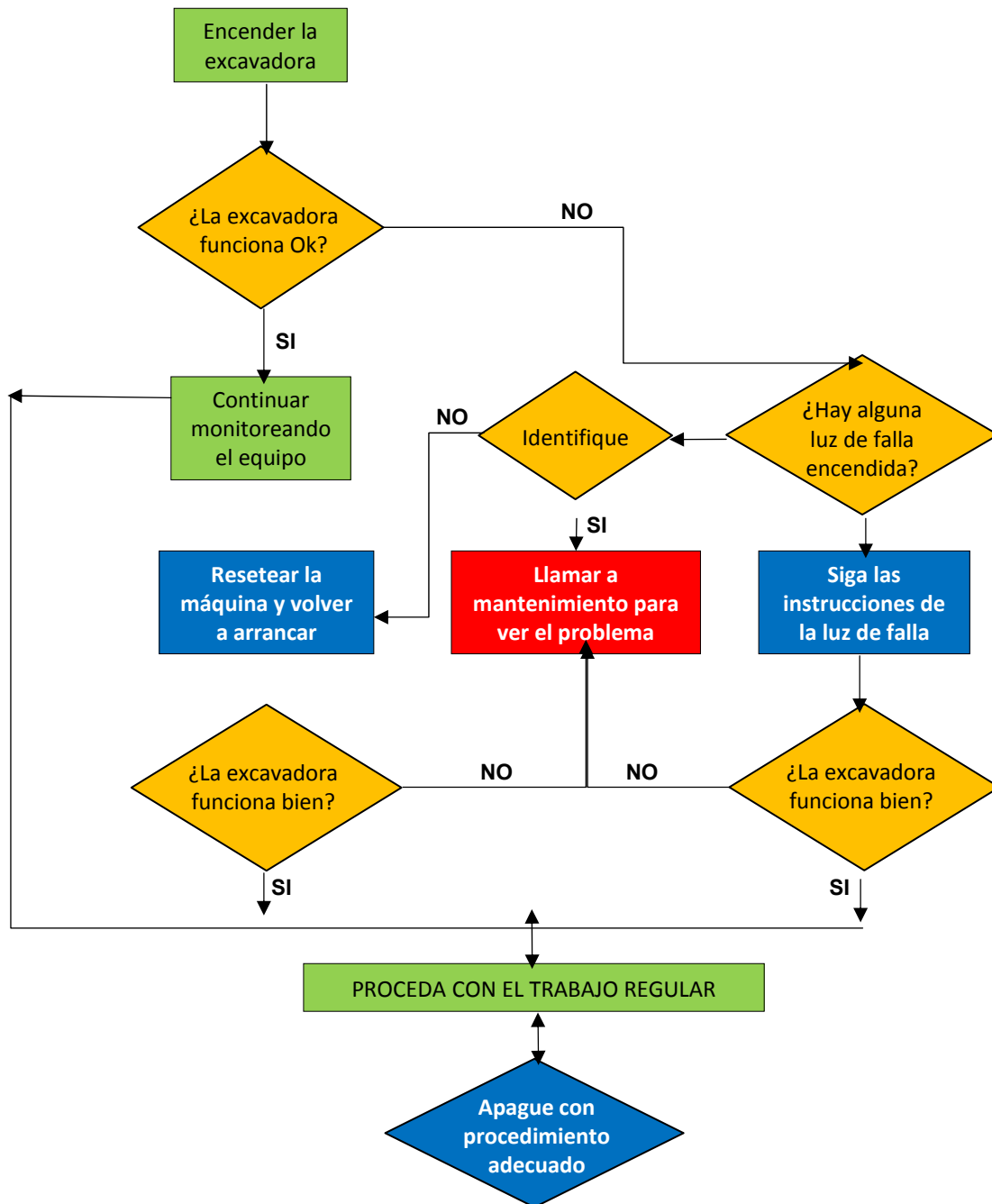


Fig. 1: Mapa de procesos de análisis de falla

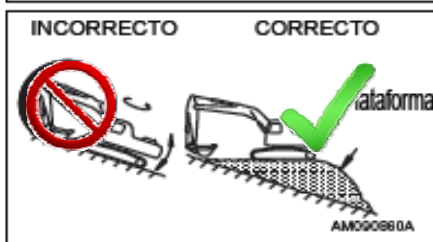
5. RIESGOS-MEDIDAS PREVENTIVAS

A continuación se enumeran los riesgos y las medidas preventivas asociados a las diferentes fases de trabajo que conforman cada jornada laboral.

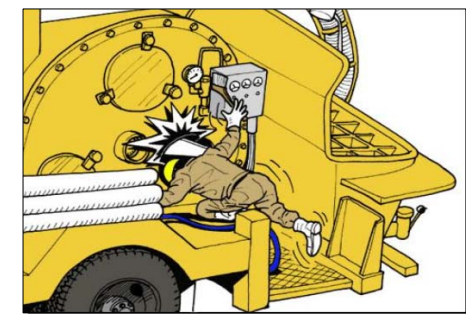
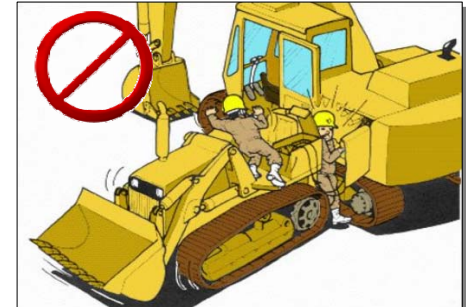
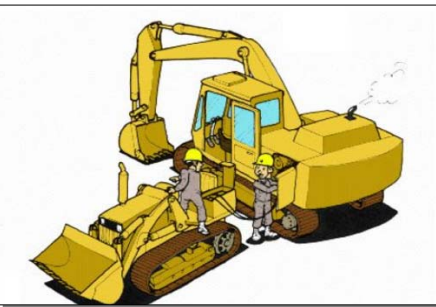
5.1 Antes de comenzar a trabajar:

RIESGOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Atrapamiento del operador por vuelco de la máquina Golpes contra objetos Golpes a otros trabajadores Atropellos Contacto eléctrico	Conocer las instrucciones de seguridad contenidas en el Plan de Seguridad y Salud de la obra para la realización de trabajos con este tipo de máquina. Informarse cada día de otros trabajos que puedan generar riesgos (huecos, zanjas, etc.), de la realización simultánea de otros trabajos y del estado del entorno de trabajo (pendientes, obstáculos, hielo, etc.). Conocer el lugar de trabajo por donde se desplazará o trabajará la máquina. Especialmente, el tipo de terreno, los puntos donde puedan existir restricciones de altura, anchura o peso y la presencia de líneas eléctricas aéreas.
Choques contra otros vehículos Golpes a otros trabajadores Atropellos	Seguir las normas de circulación establecidas en el recinto de la obra y, en general, las marcadas en el Código de circulación. En caso necesario, situar las protecciones adecuadas respecto a la zona de circulación de peatones, trabajadores o vehículos (valladas, señales, etc.). La máquina deberá estar matriculada para poder circular por vía pública y deberá disponer de los preceptivos elementos de seguridad y señalización (luz rotativa, retrovisores, etc.). Para circular dentro de la obra se recomienda que el conductor disponga como mínimo de carné de conducir clase D. Cuando se circule por vía pública, el conductor deberá poseerlo obligatoriamente.

6. ACCIONES PROHIBIDAS:



- Compruebe que no hay nadie en la zona antes de girar o desplazarse marcha atrás
- Coloque siempre una señalización en los lugares peligrosos o de escasa visibilidad.
- Asegúrese de que no hay nadie dentro del radio de giro o en el camino de desplazamiento del vehículo.
- Antes de comenzar a moverse, haga sonar el claxon o haga una señal para que la gente no se acerque al vehículo.
- Hay puntos sin visibilidad detrás del vehículo. Si es necesario gire la estructura superior para comprobar que no hay nadie detrás del vehículo antes de moverse marcha atrás.
- Es peligroso girar en las cuestas o desplazarse perpendicularmente a la pendiente. Descienda a un firme plano antes de realizar estas operaciones. Tardará más, pero es más seguro.
- Si el vehículo comienza a deslizarse o pierde estabilidad, baje la hoja inmediatamente y frene el vehículo.
- Si se tienen que realizar estas operaciones, apile tierra hasta formar una plataforma en la pendiente, para mantener el vehículo lo más horizontal posible sobre la pendiente.
- No conduzca sobre pendientes de más de 30°, ya que existe el peligro de que vuelque el vehículo.
- Girar o manejar el equipo de trabajo cuando se trabaja sobre un firme inclinado puede provocar la pérdida de equilibrio y el vuelco del vehículo. Es especialmente peligroso girar cuesta abajo con el cazo con carga.



PROCEDIMIENTOS SEGUROS

OPERACIONES BÁSICAS



Fuerzas de excavación..... 1



Centro de gravedad..... 4



Operaciones básicas..... 5

Traslaciones 5

Controles del equipo de trabajo..... 8

Operaciones básicas..... 10

En este capítulo vamos a definir las operaciones básicas a realizar en cuanto al manejo de la excavadora se refiere.

Una combinación de los diferentes movimientos que realice la excavadora será la que determine tanto la seguridad como el rendimiento final en función del trabajo a realizar (tipo de suelo, presencia de instalaciones, presencia de otras máquinas-trabajadores...etc.)

1. FUERZAS DE EXCAVACIÓN

Empezaremos definiendo qué fuerzas están presentes cuando trabajamos con este tipo de maquinaria.

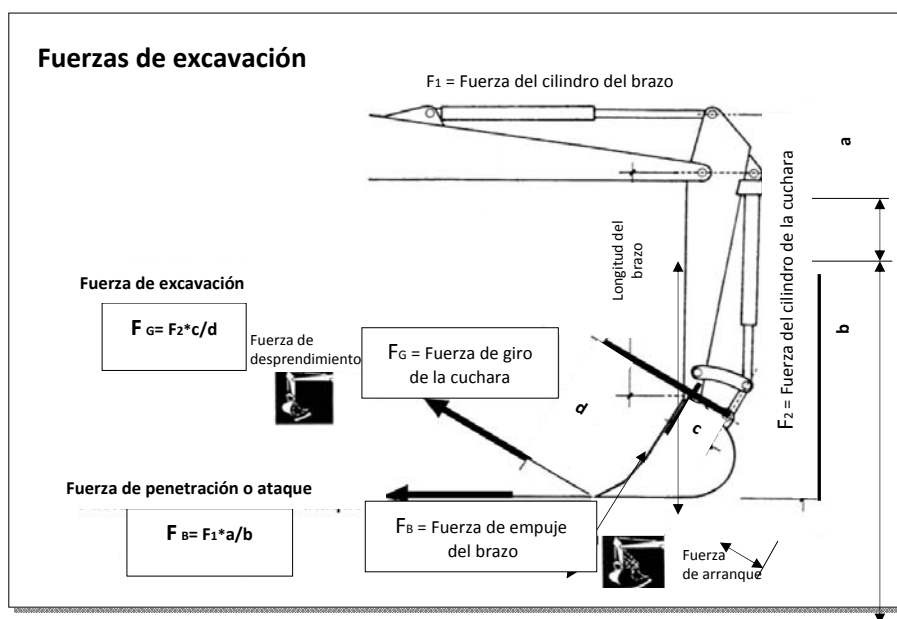


Fig. 1 Fuerzas de excavación

Fuente: Procedimientos generales de construcción. Movimiento de tierras. Juan Tiktin

La penetración del cazo de una excavadora en el material en su estado natural o banco se produce por la acción combinada de las dos fuerzas siguientes:

1.1 La Fuerza de empuje del brazo o balancín de la excavadora que ejerce el cilindro hidráulico que actúa sobre él y que se considera aplicada en los dientes.

Esta fuerza es llamada (en las fichas técnicas de los fabricantes) *Fuerza de Penetración o Ataque*, y es la que se produce cuando se hinca el cazo.

Tiene el valor:

$$F_B = F_1 \cdot a/b$$

Los fabricantes establecen una serie de ángulos de ataque según la configuración del equipo de trabajo para optimizar su eficiencia.

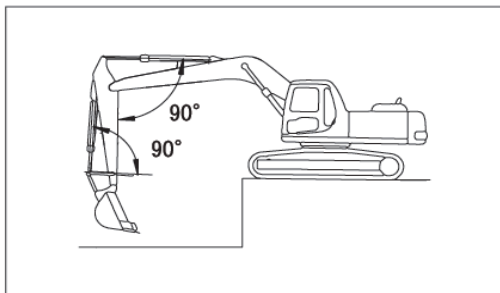
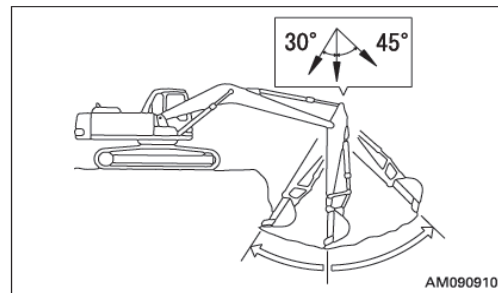
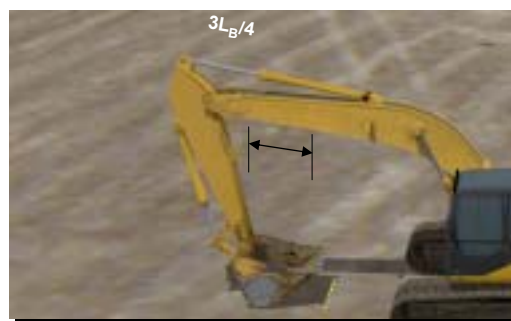


Fig. Ángulos de máxima eficiencia para retroexcavadora
Fuente: Komatsu



Se pueden tomar referencias desde dentro de la máquina observando hasta dónde salen los vástagos de las botellas y establecer el rango para una pasada de cazo óptima, sin llevar estos vástagos nunca hasta el final de carrera, si la exigencia del terreno es dura.



En trabajos de extendido, nivelación... donde no hay grandes esfuerzos se puede aprovechar todo el alcance del equipo de trabajo pero siempre con precaución de no someter a éste a esfuerzos, fatigas innecesarias y priorizando tanto la seguridad como el rendimiento.

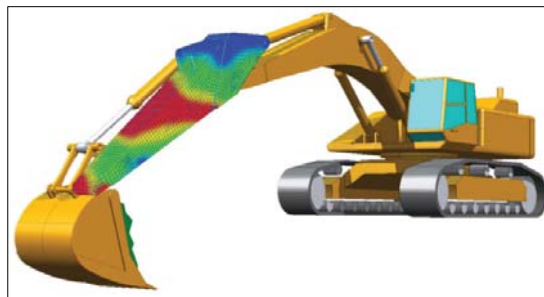
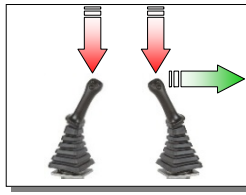


Fig. 2: Esfuerzos que actúan sobre el brazo de excavación
Fuente: MSC Software

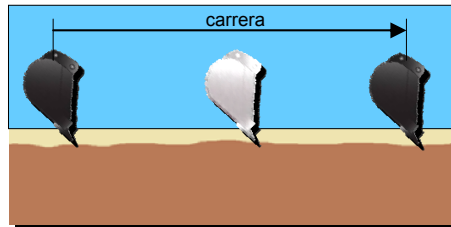
•Operaciones básicas

➤Rastrillado horizontal



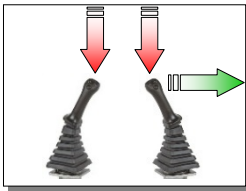
Utilizado en trabajos de :

- desbroce
- ejecución de firmes
- extendido
- acabado final
- ...



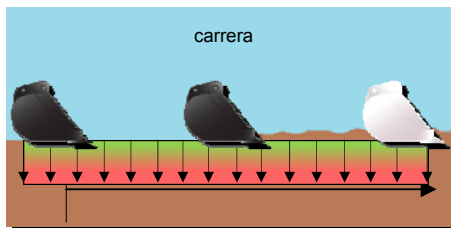
- El cazo debe mantenerse a la misma altura y posición para para lograr dejar repartido el material rastrillado por igual desde el inicio de la pasada hasta el final de la misma (carrera), y conseguir un nivelado/extendido adecuado .

➤Pasada horizontal de enzo



Utilizado en trabajos de :

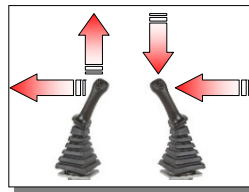
- ejecución de firmes
- fondos de cimentación
- fondos de zanja
- extendido
- ...



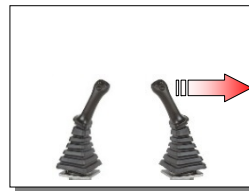
- El cazo debe ejercer la misma presión sobre el terreno para conseguir un buen nivelado y una primera compactación homogénea del terreno durante toda la carrera.

• En camión

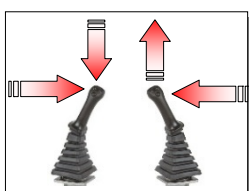
✓ Eje de camión pasa por centro giro de la máquina



- Mediante combinación de subida de pluma (hasta librar la cartola del camión), extensión de balancín, cierre de cazo y giro de la superestructura, posicionamos el cazo en el eje de caja.

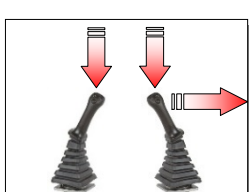


- Descarga directa mediante apertura de cucharón.



- Vuelta al frente combinando los cuatro movimientos descritos en paso 1 (a la inversa).

✓ Eje de camión no pasa por centro de giro de la máquina



Se trata de hacer bascular el cazo de manera que los dientes permanezcan en la misma posición con respecto a la caja del camión. Si efectuamos descarga directa podemos impactar en la cartola exterior (dependiendo del tamaño del cazo y de la caja).



PROCEDIMIENTOS SEGUROS

ZANJAS



Definición/Objetivos..... 1



Consideraciones previas..... 2



Actuaciones preliminares..... 16



Ciclo de trabajo..... 34



Recomendaciones prácticas..... 37

ZANJAS



Definición/ Objetivos

Es una **excavación larga y estrecha** que se hace en el terreno y cuya finalidad es: conducir las aguas, defender los sembrados, la construcción de pilares, cimientos, conducciones subterráneas, etc., que da lugar a la aparición de riesgos con características concretas.

La colocación y renovación de redes de distribución, canalizaciones de agua, desagües, drenajes, conducciones de gas, electricidad y comunicaciones, así como la ejecución de cimentaciones tradicionales y especiales en edificación, exigen la excavación longitudinal o puntual de tierras, más o menos estrecha y profunda bajo la rasante del terreno, recibiendo la denominación de zanja o pozo.

Se trata por tanto de obtener los perfiles y profundidades marcados en proyecto de acuerdo a los ciclos de producción y calidad previstos, aplicando en todo momento las Normas de Seguridad e Higiene Vigentes.

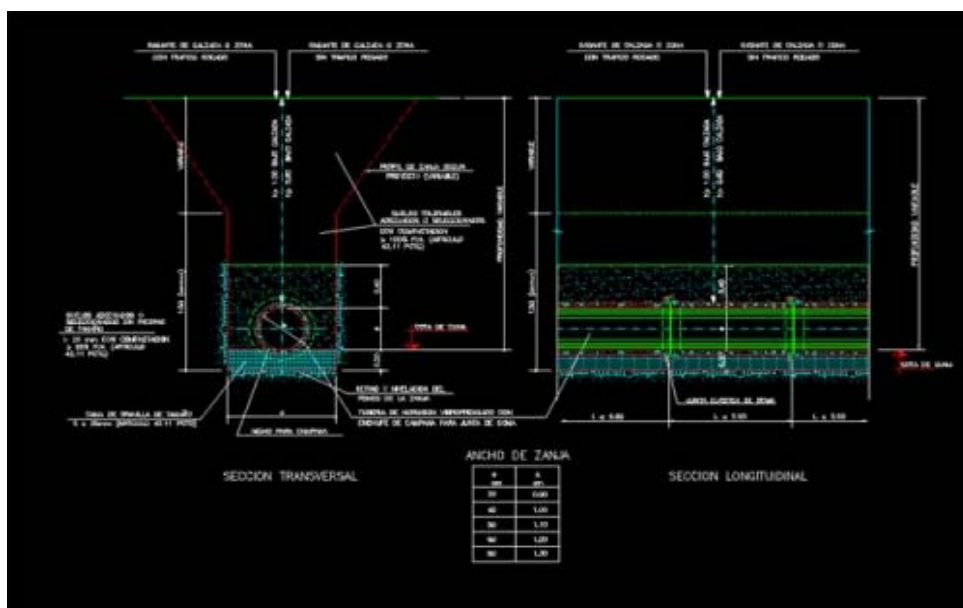


Fig. .: Sección longitudinal y transversal de zanja para alojamiento de canalización

Consideraciones previas

Antes de comenzar con los trabajos habrá que tener en cuenta una serie de parámetros definidos por la normativa vigente recogidos en diferentes documentos tales como NTE (Normas Técnicas de Edificación), NTP (Notas Técnicas de Prevención), RD (Reales Decretos) y sus guías técnicas.

En los trabajos de excavación el tipo de terreno y sus características juegan un papel determinante a la hora de planificar el proyecto de ejecución. A continuación se muestra la clasificación de suelos y sus características principales.

SÍMBOLO	TÍTULO DE SUELO	RIESGO DE ASIENTOS	MODIFICACIÓN RESISTENCIA POR CAMBIOS DE HUMEDAD	COMPACTABILIDAD	CAPACIDAD DE CARGA
GW	Gravas limpias bien guardadas	Muy bajo	Muy baja	Muy buena	Muy alta
GP	Gravas limpias mal guardadas	Muy bajo	Muy baja	Buena	Alta
SW	Arenas limpias bien guardadas	Muy bajo	Muy baja	Muy buena	Muy alta
SP	Arenas limpias mal guardadas	Muy bajo	Muy baja	Buena	Alta
GC	Gravas arcillosas	Bajo	De baja a media	De buena a media	Alta
SC	Arenas arcillosas	Bajo	De baja a media	de buena a media	De alta a media
GM	Gravas limosas	Bajo	Baja	Media	Alta
SM	Arenas limosas	Bajo	Baja	Media	Alta o media
ML	Limos de baja plasticidad	Medio	De media a alta	Mala	Media/Baja
CL	Arcillas de baja plasticidad	Medio	De media a alta	De media a mala	Baja
MH	Limos de alta plasticidad	Alto	Alta	Muy mala	Baja
CH	Arcillas de alta plasticidad	Muy alto	Alta	Mala	Muy baja
O	Suelos orgánicos	Muy alto	Muy alta	Muy mala	Muy baja

Tabla 1: Clasificación SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos). "Clasificación de Casagrande"
(Fuente: "Seguridad Práctica en construcción". OSALAN 2009)

Actuaciones preliminares

Existe un listado bastante amplio en lo que a señales se refiere. A continuación se presentan algunas señales asociadas a trabajos con maquinaria.



Actuaciones preliminares

El usuario es responsable de realizar el mantenimiento, incluyendo todos los ajustes, el uso de los lubricantes, fluidos y filtros apropiados así como del intercambio de componentes debido a su desgaste normal y envejecimiento. La omisión a la hora de cumplir los intervalos y procedimientos de mantenimiento apropiados puede dar como resultado una disminución del rendimiento y/o un desgaste acelerado de sus componentes.



Lo primero que hay que hacer es realizar una inspección visual alrededor de la máquina para detectar alguna posible fuga, anomalía...

A la hora de subirnos a la máquina para realizar dicha inspección tendremos que tener en cuenta las etiquetas de advertencia colocadas en ésta donde se describen los peligros correspondientes.

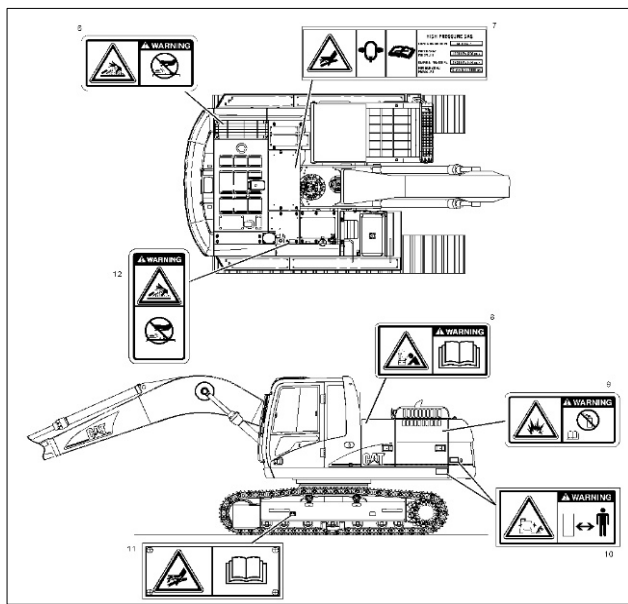


Fig.: Etiquetas de advertencia en máquina
Fuente: Manual Operación y Mantenimiento Caterpillar 320C

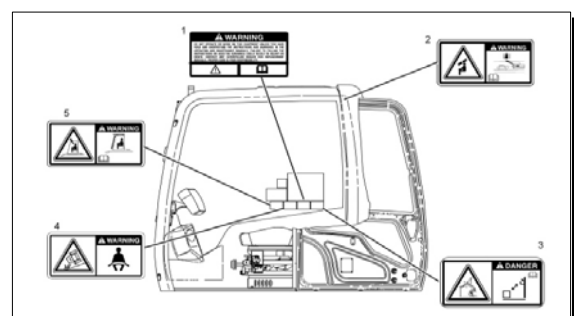
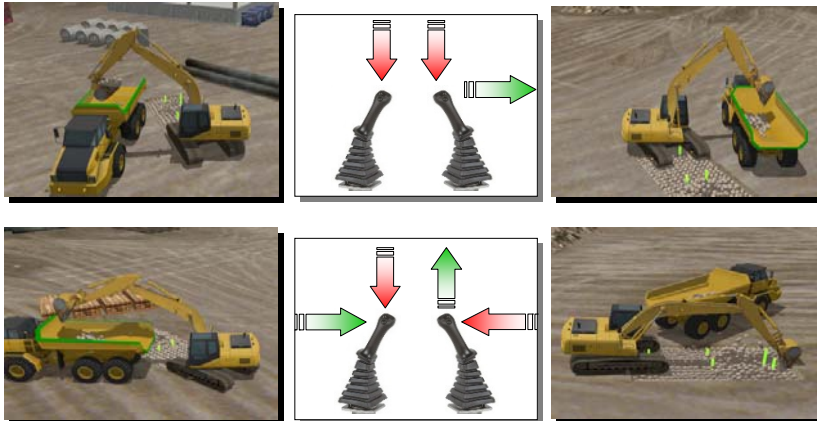


Fig.: Etiquetas de advertencia en cabina
Fuente: Manual Operación y Mantenimiento Caterpillar 320C

Secuencia movimientos

Ejecución



b) Eje del camión NO pasa por el centro de giro de la máquina

Descarga mediante apertura de cucharón, recogida del balancín y subida de pluma para evitar impactar el cucharón contra la cartola más alejada.

Regresamos al frente de trabajo de manera que posicionemos el equipo de trabajo con la configuración de máximo rendimiento hidráulico.

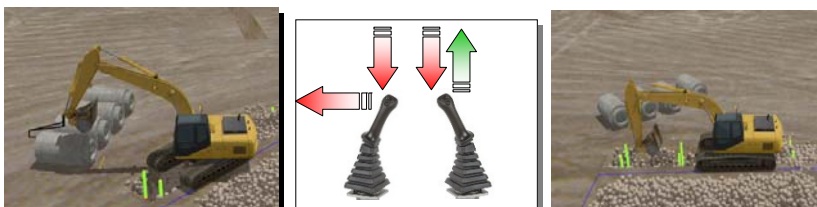
Instalación de servicios

Una vez excavado el material, nos disponemos a introducir al interior de la zanja los elementos que componen la instalación a ejecutar (tuberías, prefabricados, arquetas...) y elementos de protección contra posibles derrumbes (entibaciones).

Secuencia movimientos

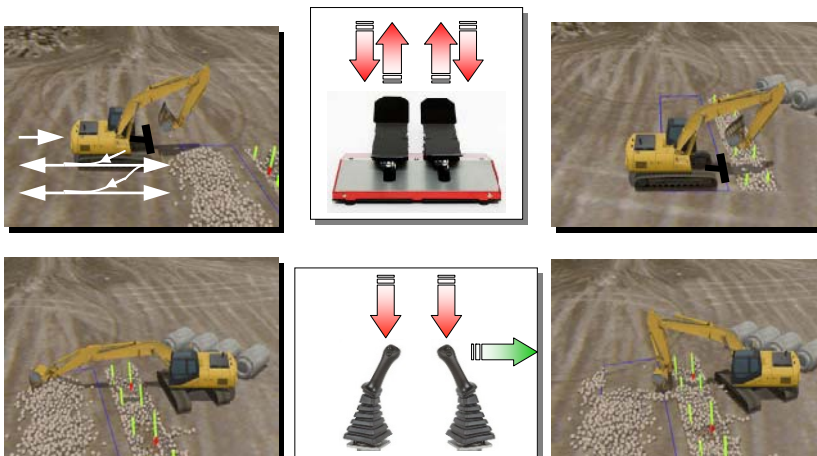
Ejecución

i) Colocación de elementos auxiliares



Cargamos el elemento a colocar mediante útiles de izado adecuados para las características de la carga a manipular, tales como peso, dimensiones, aristas... (eslingas, pinzas de anclaje...) y lo introduciremos a la zanja.

ii) Relleno



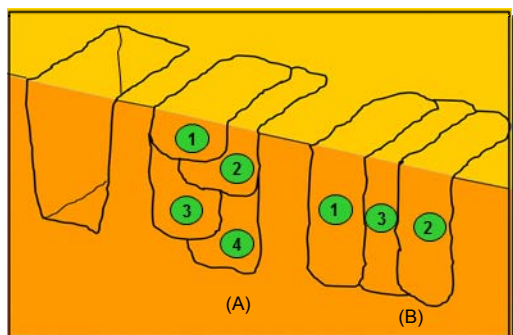
a) Con cuchilla de empuje

Nos colocaremos perpendiculares a la zanja y mediante sucesivas pasadas de cuchilla iremos rellenando la zanja.

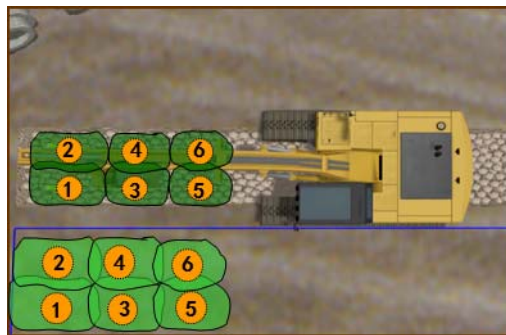
b) Con el cucharón

Nos colocaremos perpendiculares a la zanja y mediante sucesivas pasadas de cucharón iremos rellenando la zanja.

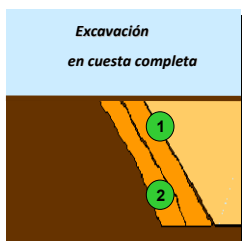
Arranque



- Cuando se excave con un cucharón más pequeño que el ancho de la zanja la realizaremos siguiendo el orden mostrado en la ilustración (A).
- Para zanjas de profundidad mayor excavaremos primero las paredes laterales de ésta y finalmente excavaremos la parte central (B).



- Las siguientes pasadas de cucharón las haremos según la secuencia mostrada y las descargas se harán de manera que el material excavado se mantenga siempre la distancia mínima exigida al borde de la zanja.
- Repartiremos homogéneamente el material a lo largo del borde de la zanja evitando sobrecargas puntuales y favoreciendo el posterior relleno.

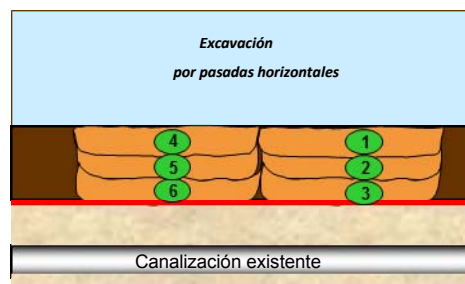


- Si no existen instalaciones afectadas excavaremos de manera escalonada, acortamos el ciclo de trabajo y reducimos el consumo (comparado con la excavación en cuesta completa) ya que evitamos esfuerzos inútiles a la máquina.
- Cuando nos acerquemos al fondo de excavación haremos pasadas de cucharón horizontales para evitar sobreexcavaciones que impliquen rellenos, compactaciones y posibles asentamientos de los elementos a instalar.



Figura :Distancias maximas de seguridad en trabajos de excavación
(Fuente: "Seguridad en los trabajos en zanjas" OSALAN 2012)

- En caso de la existencia de servicios afectados procederemos a excavar realizando pasadas horizontales, si es necesario con la supervisión de un señalista (que tendrá que estar siempre visible) que nos avise de la presencia de los identificadores (bandas señalizadoras, zavorras, arenas o cualquier material distinto al propio de excavación). En el momento que aparezca cualquiera de esos identificadores se continuará la excavación con medios manuales hasta descubrir la canalización existente.





Laneko Segurtasun eta Osasunerako Euskal Erakundea
Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales

PROCEDIMIENTOS SEGUROS

ZAPATAS



Definición/Objetivos..... 1



Consideraciones previas..... 2



Actuaciones preliminares..... 13



Ciclo de trabajo..... 31



Recomendaciones prácticas..... 35

• Distancias de seguridad a líneas aéreas eléctricas

Tanto en los desplazamientos hasta la zona de trabajo como durante los trabajos habrá que tener presente la existencia de líneas eléctricas aéreas. A continuación se muestra tabla donde se establece las distancias mínimas de seguridad (cm) dependiendo de la tensión de la instalación (V).

Un	DPEL-1	DPEL-2	DPROX-1	DPROX-2
≤1.000	50	50	70	300
3.000	62	52	112	300
6.000	62	53	112	300
10.000	65	55	115	300
15.000	66	57	116	300
20.000	72	60	122	300
30.000	82	66	132	300
45.000	98	73	148	300
66.000	120	85	170	300
110.000	160	100	210	500
132.000	180	110	330	500
220.000	260	160	410	500
380.000	390	260	640	700

Un = Tensión nominal de la instalación (V)

DPEL-1 = Distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista el riesgo de sobretensión por rayo

DPEL-2 = Distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo

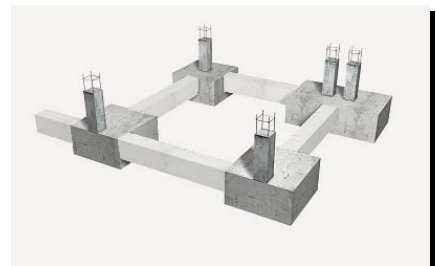
DPROX-1 = Distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión de la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo.

DPROX-2 = Distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión de la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo.

Tabla 7 : Distancias límite de las zonas de trabajo

Fuente: Seguridad práctica en Construcción. OSALAN 2.009 (RD 814/2001)

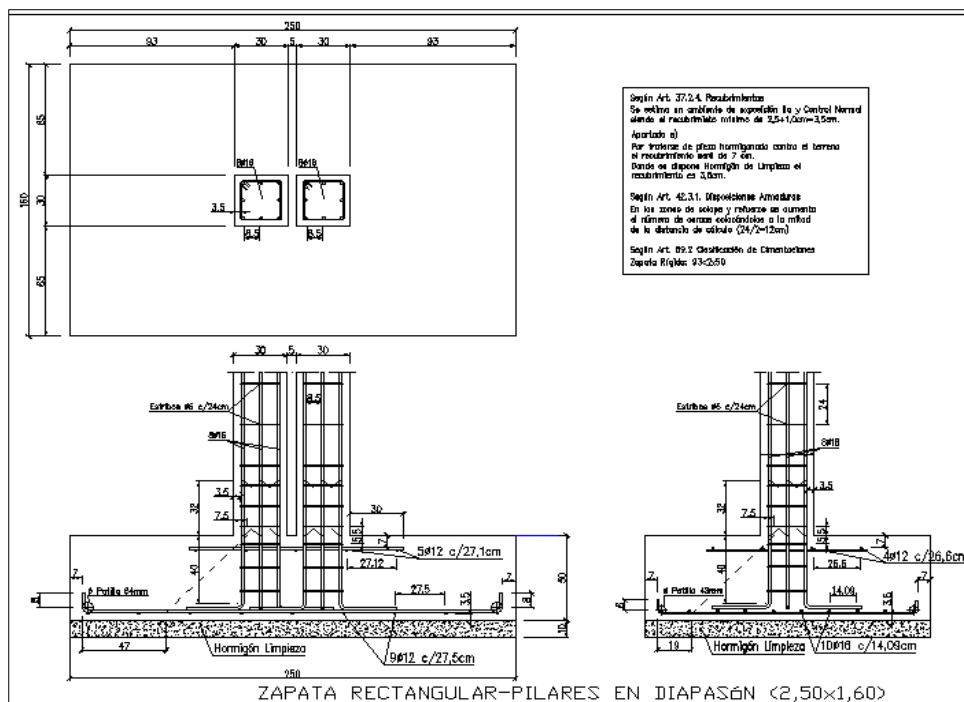
ZAPATAS



Definición / Objetivos

Es un tipo de cimentación superficial que sirve de base a los elementos estructurales puntuales (pilares); de modo que se amplía la superficie de apoyo hasta lograr que el suelo soporte sin problemas la carga que le transmite.

Se trata por tanto de obtener los perfiles y profundidades marcados en proyecto de acuerdo a los ciclos de producción y calidad previstos, aplicando en todo momento las Normas de Seguridad e Higiene Vigentes.



Actuaciones preliminares

Otro factor determinante a la hora de realizar una excavación es la existencia o no de solicitudes externas.

Se consideran solicitudes a las cargas adicionales a las que puede estar sometido un terreno debidas principalmente a la existencia de cimentaciones cercanas y/o viales, tanto internos como externos a la obra.



En el caso de haber estructuras cercanas tendremos que observar la evolución de grietas ya existentes (protocolo de grietas), de nuevas grietas que puedan aparecer, encuentros de paramentos verticales con pavimentos, baldosas/bordillos que se puedan soltar..., y en caso de ser necesario, se colocarán chivatos que determinen la influencia de la excavación sobre dicho elemento.

Otro condicionante a tener presente es la existencia de instalaciones o servicios en la zona de afectación de nuestra excavación. Es un parámetro que va a condicionar el procedimiento de excavación, como se verá más adelante.



Exigiremos la colección de los planos de las diferentes empresas suministradoras donde aparece la localización de cada uno de los servicios. Habrá que tener en cuenta que las cotas reflejadas en esos planos son siempre "aproximadas"; se puede hacer una comprobación «in situ» abriendo arquetas.

Extremaremos la precaución a la hora de realizar las pasadas de cucharón y cesaremos la excavación mecánica dando paso a la manual cuando aparezcan los identificadores (bandas de señalización longitudinales, áridos de cobertura...)

Una vez conocidos todos las características y de la obra a ejecutar (terreno, riesgos, medidas preventivas, solicitudes, servicios afectados...) sólo queda hablar del equipo de trabajo.

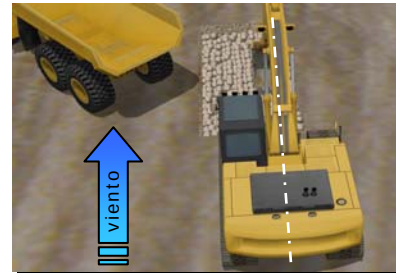


Es obligatorio leer y comprender el *Manual de Operación y Mantenimiento* de la máquina, suministrado por el fabricante, editado en español y de obligada presencia en el interior de ésta.

En el Manual se recoge una información de gran importancia que nos servirá para realizar nuestro trabajo de manera segura y eficiente.

Recomendaciones prácticas

Posicionamiento

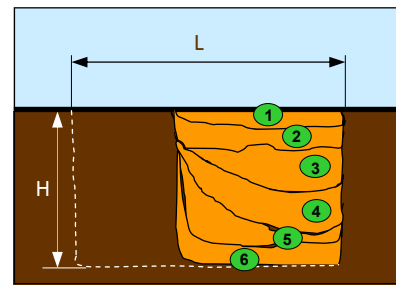


- Antes de iniciar la marcha planificaremos el itinerario a seguir hasta la zona de trabajo teniendo en cuenta la vialidad interna (prioridades de paso, pistas, accesos...) y comprobaremos la ausencia de trabajadores/as y/o maquinaria en las inmediaciones de la máquina.
- No circulemos marcha atrás.
- Anunciaremos la marcha mediante el uso de la bocina.

- Circularemos con el equipo de trabajo ocupando la mínima distancia horizontal para facilitar las maniobras y con el cucharón a 20 - 30 cm del suelo. Evitaremos pasar por encima de obstáculos (piedras, desniveles...), de elementos auxiliares en la obra (cables tendidos, tapas de arqueta...) y se respetarán las distancias a líneas eléctricas aéreas.
- Para desplazamientos usaremos los pedales para avanzar y usaremos las palancas para obtener un control más preciso.

- Posicionaremos la máquina de forma que el equipo de trabajo quede alineado con una de las caras de la zapata a excavar.
- Siempre que las condiciones lo permitan posicionaremos el equipo de carga a la izquierda de la excavación para asegurar una buena visibilidad a la hora de la descarga.
- Si hay viento procuraremos colocarnos de espaldas a él.

Arranque



- Para excavar posicionaremos el equipo de trabajo de manera que obtengamos la máxima fuerza hidráulica.
- Dependiendo de la dureza del terreno y del tipo de máquina (potencia hidráulica) en cada pasada de cucharón profundizaremos un espesor tal que la máquina arranque de manera continua sin que se abra la válvula de descarga del circuito hidráulico.

- Una vez llenado el cucharón elevaremos la pluma lo suficiente para librar la cartola lateral del equipo de carga. Evitaremos subidas innecesarias, acortando el ciclo de trabajo y reduciendo el consumo de la máquina.
- Procuraremos tener el cucharón cargado para hacer la elevación de pluma con el balancín lo más vertical posible.

- Haremos las primeras pasadas de cucharón horizontales para ir definiendo el corte en las primeras capas 1 2
- Las siguientes pasadas las excavaremos de forma masiva (recogida de balancín y cierre de cucharón) hasta que lleguemos a las proximidades del fondo de cimentación. 3 4
- Las últimas pasadas de cucharón serán horizontales para evitar sobreexcavaciones. 5 6

PROCEDIMIENTOS SEGUROS

VACIADOS



Definición/Objetivos..... 1



Consideraciones previas..... 6



Actuaciones preliminares..... 14



Ciclo de trabajo..... 32



Recomendaciones prácticas..... 38

VACIADOS



Definición/ Objetivos

La operación que tiene por objeto la excavación de tierras que quedarán por debajo de la rasante o del nivel del terreno recibe el nombre de excavación en caja o vaciado.

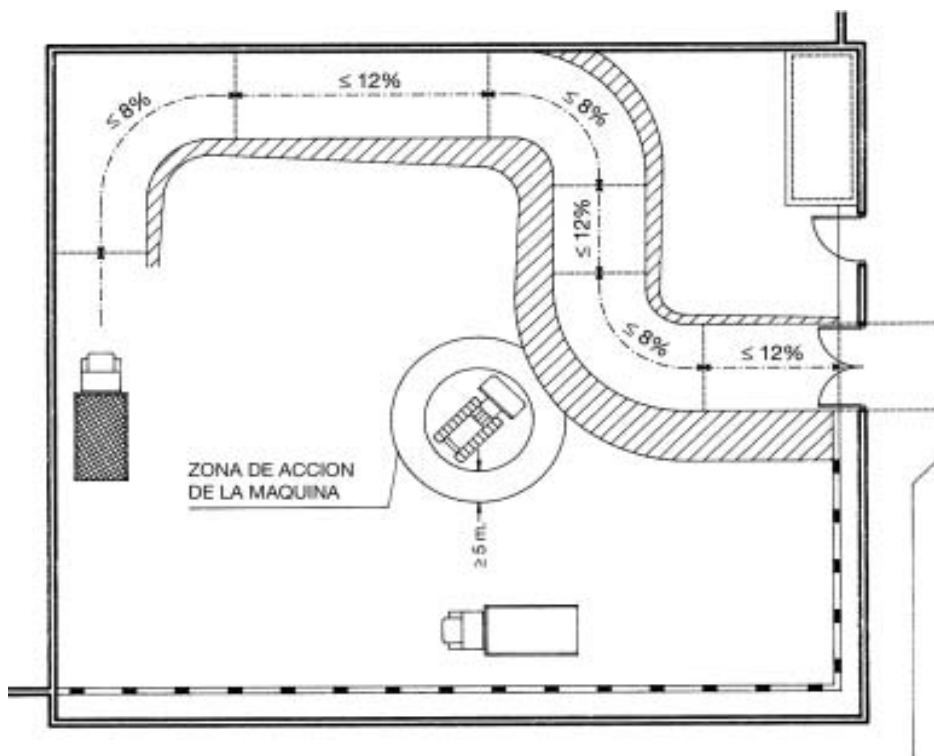


Fig. : Vaciado de cimentación

VACIADOS



Definición/ Objetivos

La operación que tiene por objeto la excavación de tierras que quedarán por debajo de la rasante o del nivel del terreno recibe el nombre de excavación en caja o vaciado.

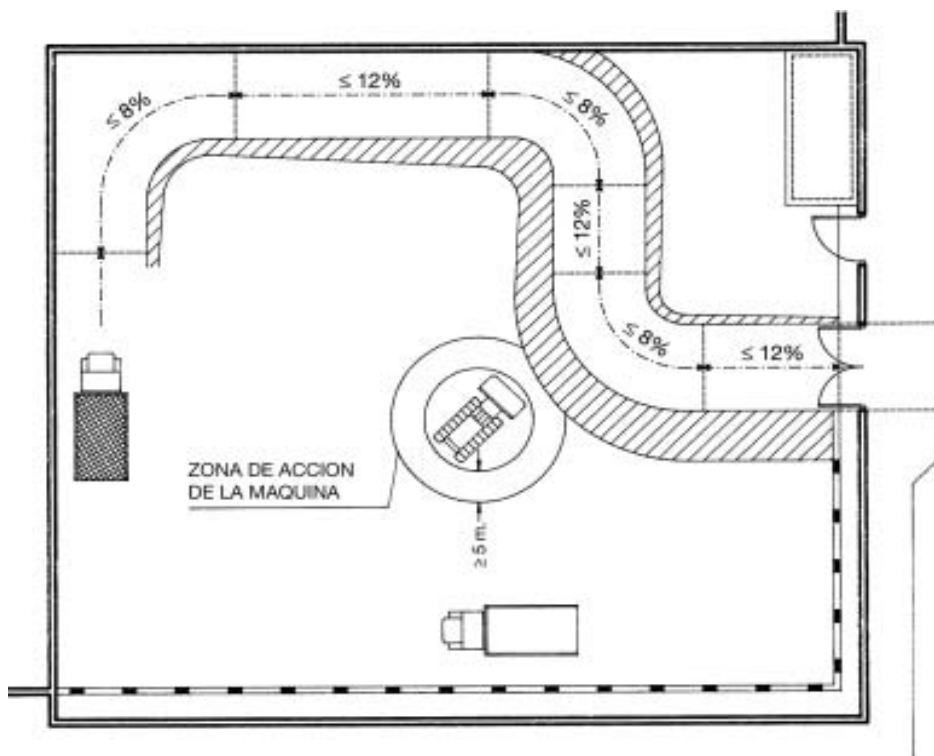


Fig. : Vaciado de cimentación

• Distancias de seguridad

Se considerará corte de terreno sin sollicitación de cimentación próxima o vial, cuando se verifique que $P < (h+d/2)$ o $P < d/2$ respectivamente. En caso contrario se considerará con sollicitación, aunque la intensidad determinada en el cálculo sea nula.

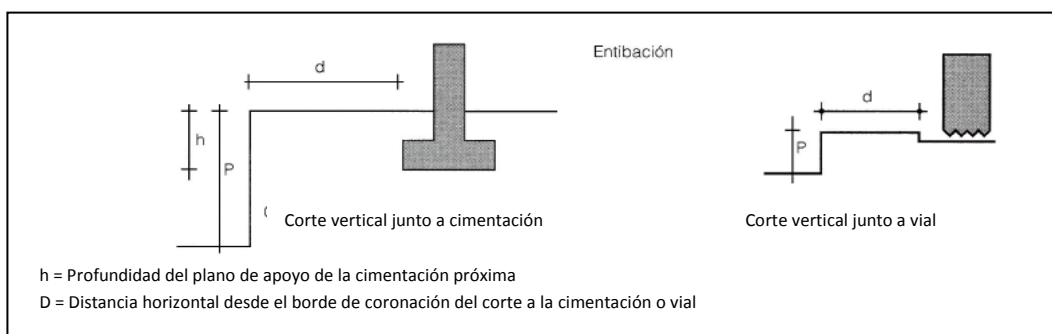


Fig. : Corte vertical con sollicitaciones

Fuente: Norma Tecnológica NTE-ADZ/1976, Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y Pozos

Igualmente, para el caso de cortes con talud, o se considerará el corte solicitado por cimentaciones, viales o acopios equivalentes, cuando la separación horizontal "S" entre la coronación del corte y el borde de la sollicitación, sea mayor o igual a los valores "S" de la tabla B en función del ángulo de talud β , siendo "D" el desnivel entre el plano de sollicitación y el fondo de corte.

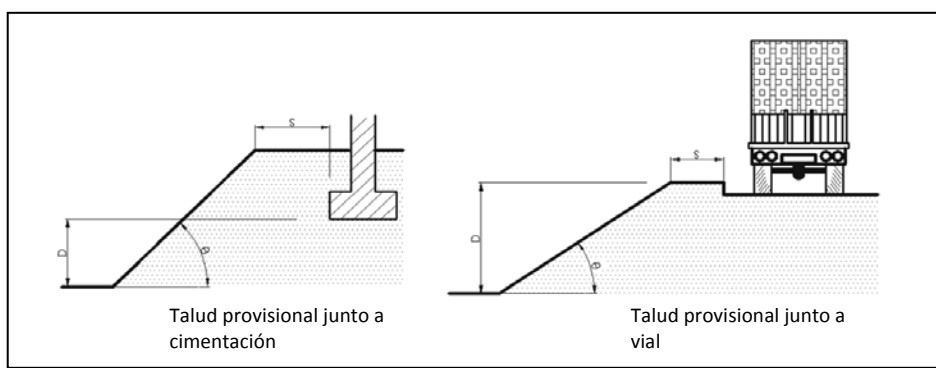


Fig. : Talud provisional con sollicitaciones

Fuente: Norma Tecnológica NTE-ADZ/1976, Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y Pozos

TIPO DE SOLICITACIÓN	MÍNIMO VALOR DE "S"	
	Ángulo de talud $\beta > 60^\circ$	Ángulo de talud $\beta \leq 60^\circ$
Cimentación	D	D
Vial o acopios equivalentes	D	D/2

Tabla 4: Corte vertical con sollicitaciones

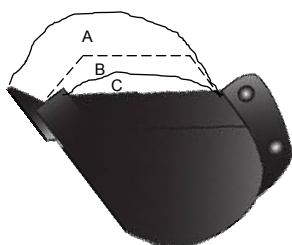
Fuente: Norma Tecnológica NTE-ADZ/1976, Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y Pozos

Actuaciones preliminares

Otro aspecto a tener en cuenta es la capacidad de llenado del cucharón en función del tipo de terreno que estemos excavando.

El volumen del cucharón se considera la capacidad colmada, afectada por los factores de llenado, como se muestra en la siguiente tabla.

La capacidad colmada se estima a partir de la información del fabricante, que asume un acomodo del material con una loma en la parte central y una pendiente hacia los lados. Para las palas y excavadoras esa pendiente es de 1:1.



Este acomodo del material puede variar sus características y condiciones. Una arena suelta seca se acomodará con una pendiente más baja mientras que si esta misma arena está húmeda, es posible que alcance una pendiente mayor.

En la figura se muestran tres líneas de llenado o acomodo del material: A, B y C.

La línea A indica el máximo acomodo del material, ocurrido por lo general con materiales cohesivos o semicohesivos. La línea C indica un pobre acomodo del material en el cucharón, característico por lo general de los materiales granulares sueltos.

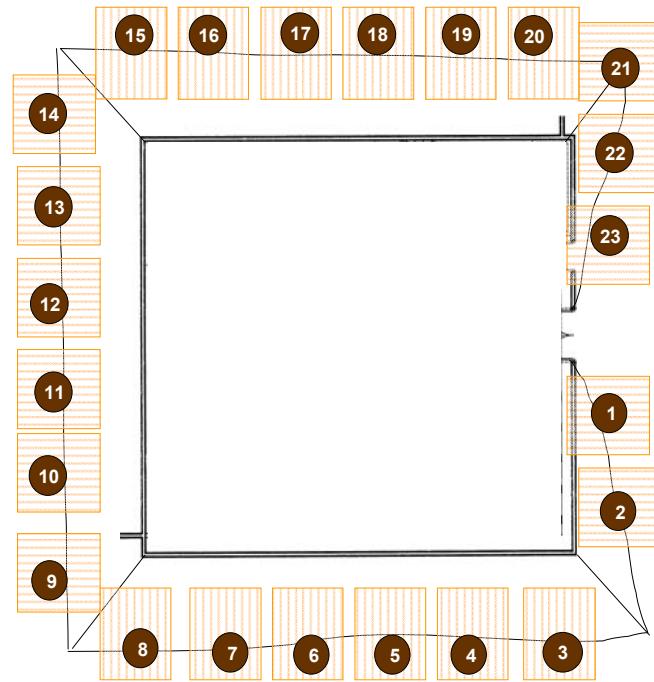
En función de la forma, disposición, granulometría... etc. del material definiremos grado de llenado FLL como el porcentaje mediante el cual podemos obtener el volumen máximo que el cucharón puede cargar en cada pasada.

En la tabla se muestran los factores de llenado según el tipo de material para retroexcavadoras.

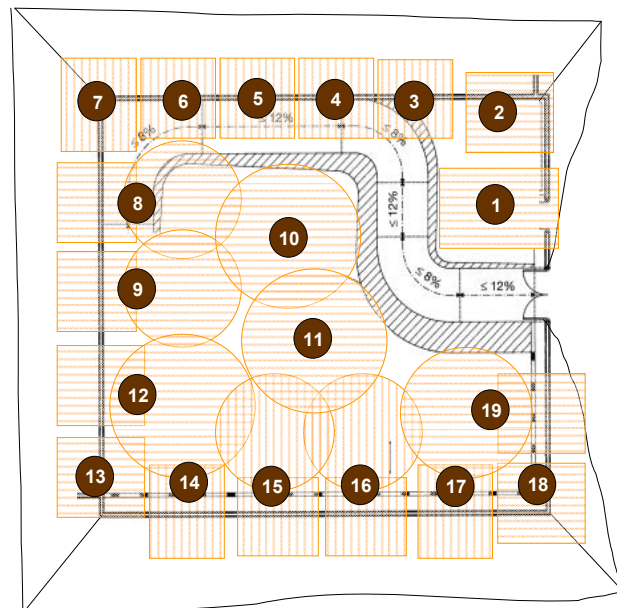
Capacidad nominal del cazo		m³	0,55	0,70	1,12	1,50	1,90	2,25	2,60
Tipo de terreno		Coefficiente de esponjamiento	FLL						
Excavación fácil	Arcilla húmeda o arenosa ligera	1,3	1,15	1,15	1,15	1,16	1,16	1,16	1,2
	Arena y grava	1,13	0,93	0,93	0,96	0,96	0,98	0,98	1,02
Excavación media	Tierra común compacta virgen	1,19	1,00	1,00	1,00	1,04	1,04	1,04	1,06
Excavación dura	Arcilla dura y tenaz	1,49	1,1	1,1	1,1	1,12	1,12	1,12	1,16
	Arcilla blanda y pegajosa	1,43	1,1	1,1	1,1	1,12	1,12	1,12	1,16
Carga	Roca muy bien partida	1,56	0,8	0,89	0,90	0,94	1,00	1,00	1,02
	Escombros comunes con piedra y raíces	1,75	0,87	0,87	0,87	0,90	0,95	0,95	0,96
	Roca mal partida	2,0	0,75	0,75	0,78	0,85	0,91	0,91	1,05

Tabla 9: Factor de llenado FLL
(Fuente: "Procedimientos de Construcción. Ingeniería Técnica de Obras Públicas, Universidad de la Laguna")

En función de lo que llenemos el cucharón y el peso unitario del material extraído obtendremos el peso total aproximado que cargamos en cada pasada de cucharón, dato importante ya que nos permite determinar si excedemos o no de la C.M.U. de la máquina y el P.M.A. del equipo de transporte.



Fase I



Fase II

Figura : Excavación para cimentación

VACIADOS



Definición/ Objetivos

La operación que tiene por objeto la excavación de tierras que quedarán por debajo de la rasante o del nivel del terreno recibe el nombre de excavación en caja o vaciado.

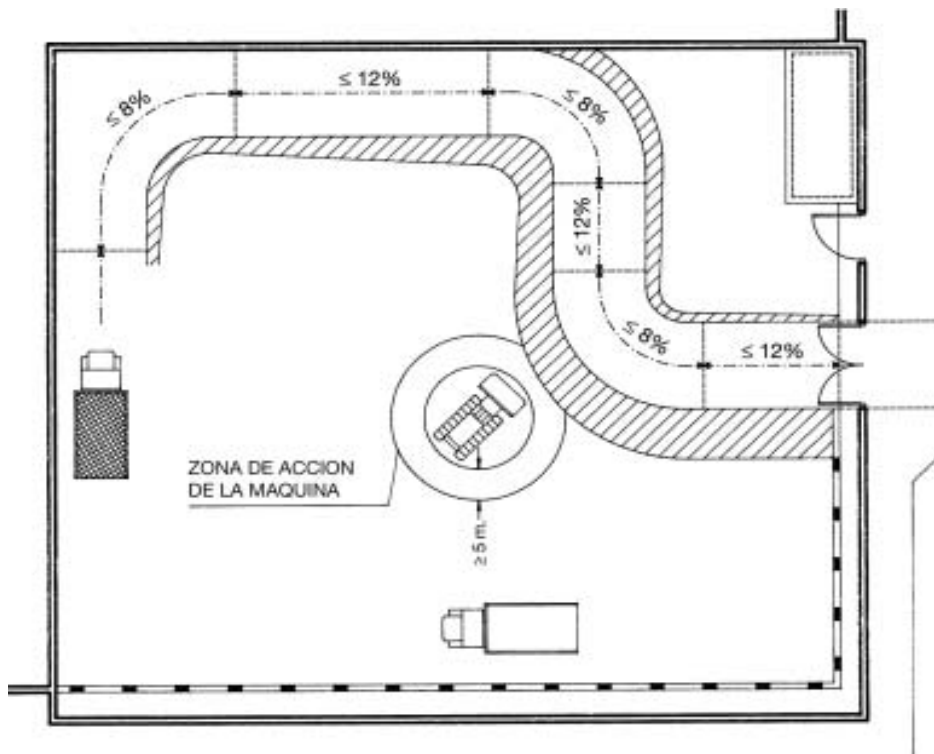
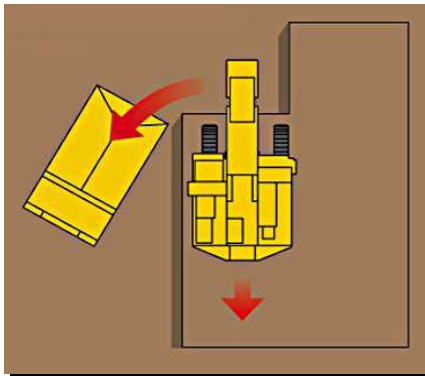
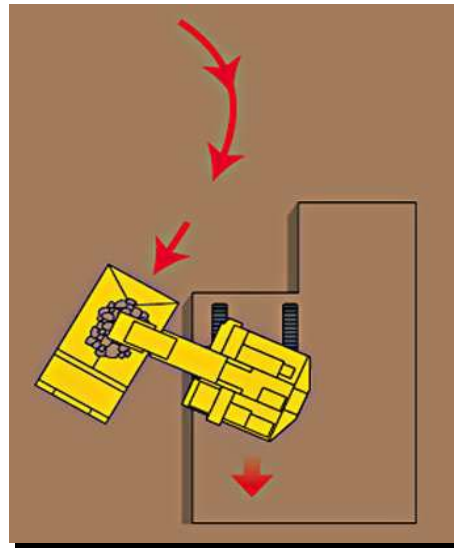


Fig. : Vaciado de cimentación

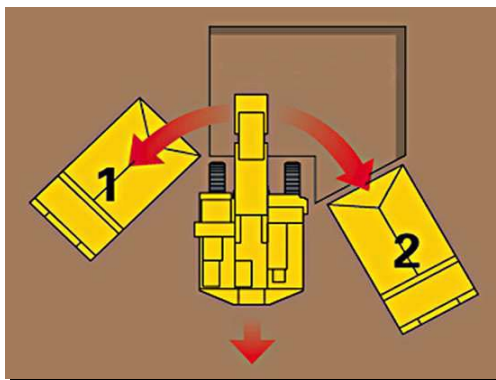
Carga por atrás



- ✓ Es mejor cuando hay limitación de camiones
- ✓ Rotación de 90°

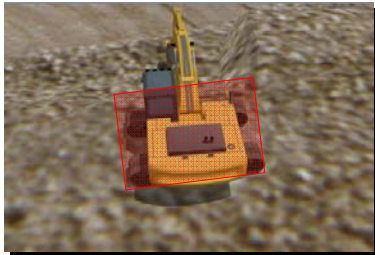


Carga por atrás (Método de corte ancho)



- ✓ Los camiones y excavadora deben estar al mismo nivel
- ✓ Mínima rotación por posición del camión
- ✓ Profundidad de excavación máxima
- ✓ Posiciones de carga alternadas
- ✓ No necesita máquina de apoyo para limpieza

Posicionamiento



- Cuando el terreno ofrezca las garantías de estabilidad ante posibles derrumbamientos a los pies de la máquina nos colocaremos paralelos a la línea de talud.
- Hay que tener en cuenta que en esta posición ($D > d$) ejercemos una presión mayor sobre la zona más cercana al borde del talud con el riesgo de que el material no lo soporte, se produzca un derrumbe y el consiguiente vuelco de la máquina.

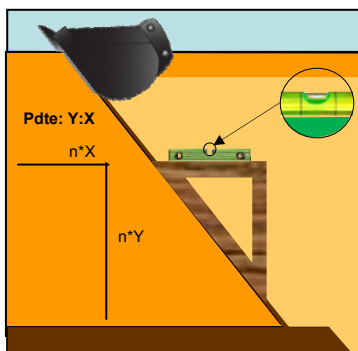
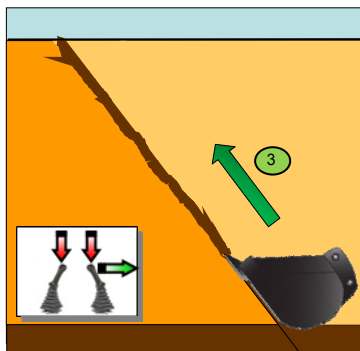


- En este caso conseguimos aumentar el rendimiento con respecto al posicionamiento perpendicular al frente pero sacrificamos una posible escapatoria en caso de que el terreno ceda. Es por ello por lo que se recomienda esta colocación cuando estamos seguros de que el terreno lo va a soportar.
- Controlaremos el comportamiento del terreno mediante observación directa buscando pequeños derrumbes, aparición de grietas de tracción....

Arranque



- Excavaremos de manera escalonada arrancando primeramente la parte superior del corte aliviando el peso a las capas inferiores. De esta manera no someteremos a la máquina a sobreesfuerzos, reduciendo ciclos de carga y consumos aumentando por consiguiente nuestro rendimiento.



- Las últimas pasadas de cucharón las haremos comprobando que la pendiente del talud sea la marcada en proyecto. Es un trabajo que requiere un acabado preciso, más incluso cuando el talud va a ser definitivo.
- Se propone un método sencillo de comprobación mediante escuadra de tabla y nivel.