

GRADO EN INGENIERIA MECANICA
TRABAJO FIN DE GRADO

EXCAVADORA DE CANGILONES

MEMORIA

Alumno/Alumna: Mena Rodriguez, Luis Alberto

Director/Directora (1): Lobato Gonzalez, Roberto

Curso: 2018-2019

Fecha: 15-02-2019

INDICE

	Pag
<u>1. Introduccion.</u>	<u>5</u>
<u>2. Objeto del proyecto.</u>	<u>5</u>
<u>2.1. Esquema de la instalación.</u>	<u>5</u>
<u>3. Datos de partida.</u>	<u>5</u>
<u>4. Características generales de las máquinas para movimientos de tierras.</u>	<u>6</u>
<u>4.1. Análisis del rendimiento.</u>	<u>6</u>
<u>4.2. Rendimiento general de las obras.</u>	<u>6</u>
<u>4.2.1. Coeficiente de adaptación.</u>	<u>6</u>
<u>4.2.2. Coeficiente de gestión.</u>	<u>7</u>
<u>4.3. Rendimiento general.</u>	<u>7</u>
<u>5. Factores determinantes de la carga a transportar.</u>	<u>8</u>
<u>5.1. Peso que debe trasladarse.</u>	<u>8</u>
<u>5.2. Volumen que debe desplazarse (Pay-Load).</u>	<u>8</u>
<u>6. Excavadoras de cucharas múltiples.</u>	<u>9</u>
<u>6.1. Generalidades.</u>	<u>9</u>
<u>6.2. Clasificación de las excavadoras de cucharas múltiples.</u>	<u>10</u>
<u>6.3. Descripción de los elementos.</u>	<u>11</u>
<u>6.3.1. Sistema propulsor.</u>	<u>11</u>
<u>6.3.2. Pluma.</u>	<u>11</u>
<u>6.3.3. Tolva de descarga.</u>	<u>12</u>
<u>6.3.4. Brazo de cangilones.</u>	<u>12</u>
<u>6.3.5. Cadena de cangilones.</u>	<u>12</u>
<u>6.3.6. Cangilones.</u>	<u>12</u>
<u>6.3.7. Motor de la cadena de cangilones.</u>	<u>13</u>
<u>6.3.8. Dispositivo de seguridad de la cadena.</u>	<u>13</u>
<u>6.4. Método de trabajo general.</u>	<u>13</u>
<u>6.5. Características, elección y especificación de una máquina.</u>	<u>14</u>
<u>6.6. Campo de aplicación.</u>	<u>15</u>
<u>7. Excavadoras de trincheras.</u>	<u>15</u>
<u>7.1. La excavadora de brazo inclinable.</u>	<u>16</u>
<u>7.1.1. Elementos esenciales</u>	<u>16</u>
<u>7.1.2. Modo de operación y posibilidades.</u>	<u>18</u>

<u>7.2. Excavadora de trincheras de excavadora vertical.</u>	<u>18</u>
<u>7.2.1. Elementos esenciales.</u>	<u>19</u>
<u>7.2.2. Modo de operación.</u>	<u>20</u>
<u>8. Pautas a seguir para el diseño de una excavadora de cangilones.</u>	<u>20</u>
<u>9. Solución adoptada.</u>	<u>21</u>
<u>10. Excavadora de cangilones.</u>	<u>21</u>
<u>10.1 Cadena de cangilones.</u>	<u>22</u>
<u>10.1.1. Eslabones acodados.</u>	<u>23</u>
<u>10.1.2. Eslabones rectos interiores y exteriores.</u>	<u>23</u>
<u>10.1.3. Pasador.</u>	<u>23</u>
<u>10.1.4. Pasador de cierre.</u>	<u>24</u>
<u>10.1.5. Casquillo.</u>	<u>24</u>
<u>10.1.6. Arandelas.</u>	<u>24</u>
<u>10.1.7. Juntas.</u>	<u>24</u>
<u>10.1.8. Cangilones.</u>	<u>25</u>
<u>10.1.9. Dientes.</u>	<u>25</u>
<u>10.2. Rodillos de apoyo.</u>	<u>25</u>
<u>10.2.1. Rodillo</u>	<u>26</u>
<u>10.2.2. Casquillo interior y exterior</u>	<u>26</u>
<u>10.2.3. Eje</u>	<u>26</u>
<u>10.2.4. Chapa</u>	<u>26</u>
<u>10.2.5. Tapa</u>	<u>26</u>
<u>10.2.6. Junta</u>	<u>26</u>
<u>10.3. Brazo de cangilones.</u>	<u>27</u>
<u>10.4. Sistema motor de la cadena.</u>	<u>28</u>
<u>10.4.1. Características del motor hidráulico.</u>	<u>28</u>
<u>11. Maniobras de la excavadora de cangilones.</u>	<u>29</u>
<u>12. Puesta en marcha, servicio y mantenimiento del circuito hidráulico.</u>	<u>30</u>
<u>12.1. Instalación.</u>	<u>30</u>
<u>12.2. Puesta en marcha.</u>	<u>31</u>
<u>12.2.1. Limpieza.</u>	<u>31</u>
<u>12.2.2. Alineación</u>	<u>32</u>
<u>12.2.3. Equipo eléctrico.</u>	<u>32</u>
<u>12.2.4. Rellenado de aceite</u>	<u>32</u>

<u>12.2.5. Dirección de rotación del eje de la bomba.</u>	<u>33</u>
<u>12.2.6. Filtros y mallas filtrantes.</u>	<u>33</u>
<u>12.2.7. Temperatura.</u>	<u>33</u>
<u>12.2.8. Ajuste de presión.</u>	<u>33</u>
<u>12.3. Mantenimiento.</u>	<u>34</u>
<u>12.3.1. Libro de manutención.</u>	<u>34</u>
<u>12.3.2. Nivel de aceite</u>	<u>35</u>
<u>12.3.3. Filtros.</u>	<u>35</u>
<u>12.3.4. Cambio de aceite.</u>	<u>35</u>
<u>12.3.5. Funcionamiento.</u>	<u>35</u>
<u>12.4. Localización de averías.</u>	<u>36</u>
<u>12.4.1. Reglas generales.</u>	<u>36</u>
<u>12.4.2. Ruido excesivo</u>	<u>36</u>
<u>12.4.3. Débil presión - presión insuficiente o irregular.</u>	<u>37</u>

1. Introduccion.

El objeto del proyecto es el diseño y cálculo de una excavadora de cangilones para la excavación de zanjas verticales en terrenos arenosos o arcillosos sin necesidad de entibaciones en las paredes, para la posterior construcción de muros pantalla.

2. Objeto del proyecto.

Rodriguez, Luis Alberto El objeto del presente proyecto es el diseño, cálculo y construcción de una excavadora de cangilones para la excavación de zanjas verticales en terrenos arenosos o arcillosos sin necesidad de entibaciones en las paredes para la posterior construcción de muros pantalla.

La excavadora se diseñará de la forma más compacta posible para que pueda trabajar sin problemas dentro de un casco urbano ya que su principal función serán las excavaciones para realizar cimentaciones sin que se produzca una descompresión del terreno apreciable.

2.1. Esquema de la instalación.

A continuación mostraremos en el siguiente esquema una simplificación del objeto de este proyecto, con el fin de dar una visión general de lo que se pretende realizar con este proyecto.

3. Datos de partida.

El dato principal para iniciar los cálculos de la excavadora de cangilones es la anchura mínima de los muros pantalla que se construyen hoy en día.

Esta anchura oscila entre 0,4 y 1,5 m. En el presente proyecto se construirá una excavadora de cangilones para la anchura mínima y en caso de que fuese necesario realizar zanjas más anchas para albergar un muro pantalla más ancho de 0,4 m la máquina realizaría una serie de pasadas de anchura igual a su anchura máxima hasta conseguir la longitud deseada.

Con lo cual los únicos datos fundamentales de partida serán:

Anchura máxima del brazo vertical de excavación no puede exceder de 0,4 m.

Máxima profundidad de excavación 20 m.

4. Características generales de las máquinas para movimientos de tierras.

4.1. Análisis del rendimiento.

Es prácticamente imposible lograr que una máquina para movimiento de tierras funcione de forma continua, sin interrupciones, durante todo el tiempo de marcha determinado. Generalmente ocurren paros imprevistos, puesta a punto, pequeñas reparaciones, sustitución de las piezas que se desgastan, cambio de dientes, cables, sistema de orugas, etc. Por todo ello, el aparato no puede funcionar sin discontinuidad durante un número indefinido de horas cada día.

Para la realización del presente proyecto asumiremos que la duración del trabajo efectivo por hora es de 50 minutos. Debido a esto será necesario introducir en los cálculos un coeficiente de rendimiento horario igual al 83 %.

$$50/60 = 83 \%$$

4.2. Rendimiento general de las obras.

4.2.1. Coeficiente de adaptación.

Aún en unas obras en las que todos los aparatos se pusieran a punto y se mantuvieran perfectamente y se maniobrasen a la capacidad máxima, son inevitables algunas pérdidas de tiempo, debidas a condiciones independientes de la buena o la mala dirección de las obras.

Estas pérdidas pueden tener por causa condiciones topográficas desfavorables, la naturaleza o superficie de terrenos, la estación durante la cual se trabaja o una mala adaptación del aparato a las condiciones del aparato.

El coeficiente de adaptación será la incidencia de estos factores que dependen del tipo de máquina, del modelo y de sus características.

En ocasiones nos veremos obligados a utilizar una máquina que no conviene exactamente al tipo de trabajo que ha de ejecutarse, bien porque la empresa no dispone de la máquina que se necesitaría o

simplemente porque esta no se encuentra disponible, el resultado de ello será una disminución del coeficiente de adaptación.

En cuanto a la influencia de las estaciones, un tiempo caluroso y seco es ideal para ejecutar trabajos de movimientos de tierras. Los suelos empapados y muy embarrados pueden llegar a impedir los desplazamientos de los aparatos. En este proyecto la influencia de la estación apenas representa una molestia en la excavación debido a que esta se realiza en una zanja inundada.

4.2.2. Coeficiente de gestión.

Se supone que los operadores de las máquinas son experimentados y están animados con la mejor voluntad pero no son excepcionalmente hábiles.

Puesto que la habilidad y experiencia de un operador son determinantes, la dirección de las obras debe seleccionar, formar y dirigir adecuadamente los conductores de las máquinas.

Sin embargo, son inevitables algunas deficiencias, así como pérdidas de tiempo debida a una mala coordinación del trabajo entre máquinas, paros provocados por una circulación mal concebida o por el mal estado del terreno, por un mantenimiento defectuoso de los aparatos, una mala organización de las reparaciones, una organización defectuosa de los servicios de aprovisionamiento de combustible y aceite, o recambios en general.

Todos estos factores dependen de la gestión de las obras, tienen una influencia sobre el rendimiento general. A esta influencia lo denominaremos coeficiente de gestión.

4.3. Rendimiento general.

Resumiendo, el coeficiente de adaptación representa la incidencia sobre el rendimiento de las condiciones locales y del momento para un tipo de máquinas determinado, el coeficiente de gestión concreta la influencia de las calidades del jefe y del personal sobre la marcha de los trabajos, para un tipo de aparatos determinado.

Se llamara rendimiento general de la obra al producto de estos dos coeficientes. La obtención del mejor rendimiento general posible es una necesidad. Todo el beneficio de una empresa mecanizada depende de ese factor.

El valor de 0,8 puede considerarse como una media buena de rendimiento general, este será el valor que se adoptará para los cálculos.

Como hemos citado anteriormente el rendimiento horario engloba los imponderables independientes del lugar, de la época, del tipo de máquinas, de la calidad de la organización, etc. Se considerará el 83 %.

5. Factores determinantes de la carga a transportar.

5.1. Peso que debe trasladarse.

Como base a cualquier cálculo de tracción es necesaria una estimación juiciosa de los pesos que entran en juego. Comprenden la carga útil y la tara de los aparatos de transporte, o sea su peso en vacío. Para la determinación de la carga útil nos es necesario el peso específico de los distintos materiales.

Hay que puntualizar que el peso específico varía con la humedad del material considerado, por ejemplo la madera seca pesa de un 20 a un 50 % menos que la madera verde. De la misma manera el peso específico de un material disgregado depende de la proporción de huecos que contiene.

5.2. Volumen que debe desplazarse (Pay-Load).

Los trabajos de excavación y de transporte confiados a una empresa se valoran en volumen de material “in-situ” o sea, medido en el estado de compacidad que presentaba antes de ser disgregado. Este volumen es el que se designa en America con el nombre de Pay-Load que significa carga efectiva.

Después de la excavación en el momento del transporte la misma materia ha sufrido, en igualdad de peso un aumento de volumen debido a la descompresión. La relación entre el volumen del material hinchado y el del material en estado primitivo es el coeficiente de crecimiento.

En realidad la determinación del grado de crecimiento o de compacidad de los materiales que deben transportarse es compleja. La compacidad de la carga es función del método de carga lo cuál no se debe pasar por alto. Con una pala o dragalina que arrancan de un solo golpe una masa importante de tierra y la dejan caer desde bastante altura, el coeficiente de crecimiento será pequeño.

Generalmente los constructores designan a un aparato por su capacidad nominal; a menos que se indique lo contrario es el volumen geométrico del contenido enrasado hasta el borde al cual se añade el montículo. Como puede verse en esta operación figura un termino constante el volumen contenido y un termino cuyo valor depende del material con el cuál se llena el aparato, el volumen del montículo es función del talud natural que varía de 1:1 a 1:3.

En este caso la existencia de montículo es improbable debido a las condiciones de excavación que se realizan en un medio acuático que dificulta la formación del montículo.

6. Excavadoras de cucharas múltiples.

6.1. Generalidades.

Las excavadoras de cucharas múltiples se encuentran entre las máquinas de excavación más antiguas. Hacia 1860 ya se emplearon excavadoras de cucharas para la construcción del canal de Suez y del ferrocarril de las Ardenas. En Alemania hacia 1880 es donde se perfeccionaron realmente estas máquinas. Las primeras unidades que se construyeron en dicho país se emplearon en los trabajos del Mittelland-Kanal que une el Mar del Norte con el Báltico. Pero realmente el éxito de estas máquinas se debió más que nada a las condiciones especialmente ventajosas que encontraban en las minas del lignito Alemanas a cielo abierto donde de hecho no se emplea otro tipo de máquina para el arranque.

Las excavadoras de este tipo, utilizadas después en las obras, se han beneficiado mucho de las constantes mejoras que su empleo en las minas ha aportado.

Las cucharas de las excavadoras para obras pueden tener una capacidad de 75 a 400 litros. Las excavadoras construidas especialmente para arranque en las minas de carbón superan con creces estas capacidades. Por su construcción y funcionamiento las excavadoras de cucharas múltiples son unas máquinas de gran rendimiento en suelos propicios a la excavación. Suelen reposar sobre orugas o raíles. Pueden excavar tanto en terrenos secos como anegados y funcionan tanto a grandes profundidades como a nivel de suelo.

6.2. Clasificación de las excavadoras de cucharas múltiples.

Las excavadoras de cucharas múltiples se pueden clasificar en dos grandes categorías:
cadena flotante.
cadena guiada.

En el caso de cadena flotante el tramo de la cadena que excava cuelga entre la rueda motriz y la guía. La flecha depende de la inclinación del brazo de cangilones, del peso de estos.

Por tanto el talud que establecen dichas máquinas es curviforme tanto si se trabaja en excavación como en altura.

Esta particularidad de las máquinas de cadena flotante implica la elección de ángulos de talud muy reducidos grave inconveniente no compensado por la facilidad que tiene la cadena flotante de rodear los obstáculos que ocasionalmente se presentan en su línea de excavación.

La reducción del desgaste de la cadena y de los cangilones, no es pues, una ventaja suficiente para justificar la adopción de tal sistema, debido a ello cada vez se construyen menos máquinas de este tipo.

La excavadora de cangilones guiados tiene a lo largo de todo el recorrido de excavación los cangilones guiados.

La cadena desliza a través de rodillos guía con lo cuál el perfil del talud excavado es rectilíneo.

6.3. Descripción de los elementos.

Los elementos esenciales en las excavadoras de cangilones son:

Sistema propulsor

Pluma

Tolva de descarga

Brazo de cangilones

Cadena de cangilones

Cangilones

Motor de la cadena de cangilones

Dispositivo de seguridad de la cadena

6.3.1. Sistema propulsor.

Definimos el sistema propulsor como aquel que posibilita el movimiento de avance de la cadena de cangilones durante el proceso de excavación. De igual forma el sistema propulsor se encargará de absorber el momento flector creado por el movimiento de avance durante la excavación y de soportar el peso del brazo de cangilones así como de la cadena de cangilones.

6.3.2. Pluma.

La pluma sirve para sujetar los cables de elevación del brazo de cangilones durante las maniobras previas a la excavación. En el presente proyecto utilizaremos una grúa con brazo telescópico para sostener la estructura soporte de la cadena de cangilones durante la maniobra previa a la excavación.

Esta maniobra comprende todos los procesos necesarios para alcanzar la profundidad de excavación. Dicha profundidad se alcanzará excavando una trinchera solamente con desplazamientos verticales limitados por el cable sujeto a la grúa telescópica.

6.3.3. Tolva de descarga.

La tolva de descarga sirve para canalizar los materiales excavados hasta una cinta transportadora que se encarga de evacuar el material excavado lejos de la trinchera.

El material excavado es vertido en la tolva de descarga desde el punto de descarga.

6.3.4. Brazo de cangilones.

El brazo de la cadena de cangilones es una viga en celosía, de una sola pieza o bien articulada en algunos puntos a fin de formar un perfil poligonal de excavación.

El peso del brazo y los cangilones es un factor importante a tener en cuenta a la hora de diseñar la máquina ya que de estos pesos dependerán la potencia de los motores de accionamiento.

6.3.5. Cadena de cangilones.

La cadena esta constituida por dos filas de eslabones unida mediante casquillos y pasadores. Debe ser muy robusta, capaz de soportar los considerables esfuerzos de tracción que se generan mediante el proceso de excavación, así como el desgaste producido por la abrasión a la que se encuentran sometidas sus piezas. Los cangilones están unidos a los cangilones mediante bulones ordinarios. La velocidad de la cadena depende únicamente de la resistencia a tracción de la misma.

Los ejes, casquillos y eslabones de la cadena deben ser de un acero templado de alta resistencia y su superficie ha de ser cementada.

6.3.6. Cangilones.

Los cangilones estarán separados por un número determinado de pasos de cadena. Para aumentar el rendimiento no se puede aumentar el número de cangilones sin tener en cuenta la eficacia del vertido. Es decir, si los cangilones quedasen demasiado juntos parte de la tierra caería sobre el cangilón siguiente y volvería a la zanja.

Para excavar dentro de una fosa inundada se utilizan cangilones perforados, a fin de que parte del agua se filtre antes de llegar al punto de vertido.

6.3.7. Motor de la cadena de cangilones.

La potencia absorbida por la máquina depende sobre todo de la profundidad de corte y de la consistencia del terreno excavado. En un terreno homogéneo la potencia es casi constante durante la pasada y es más elevado cuando se trabaja en profundidad que cuando se trabaja en altura. Los constructores prevén como potencia disponible, la máxima que podrá ser requerida para las condiciones más duras y para la profundidad máxima que la máquina es capaz de excavar.

El accionamiento del motor diesel suele emplearse en las máquinas destinadas en las obras en tales casos el accionamiento central y la transmisión a los diversos órganos se efectúa por correa trapezoidal, cadena, ruedas dentadas o bien por combinación de dichos sistemas.

6.3.8. Dispositivo de seguridad de la cadena.

Los órganos de transmisión deben constar siempre de un embrague que permita la parada instantánea de la cadena y del movimiento de la máquina en caso de súbita sobrecarga debida a un obstáculo o cualquier otra perturbación.

Además existe un dispositivo de seguridad de acción rápida que desconecta al motor cuando se bloquea la cadena por cualquier motivo. Estos dispositivos son de resorte en las máquinas pequeñas y depresión de aceite en las grandes.

6.4. Método de trabajo general.

La máquina avanza sobre orugas a lo largo de la fosa a excavar. El suelo es arrancado por los cangilones de la cadena y estos transportan el material a lo largo del brazo. Después de pasar por la rueda motora vierten el material arrancado en la tolva de descarga y esta a su vez en la cinta transportadora que evacua los materiales excavados.

Para excavar en profundidad se baja el brazo de la cadena hasta el plano a excavar. Cuando los cangilones inciden en el terreno se ajusta la posición del brazo hasta que aquellos se llenen por completo

y mantengan ante sí un pequeño montón al presentarse a la entrada del canal de cadena. En este momento se deja de actuar sobre el ajuste de posición del brazo colocando la palanca en posición neutra y se pasa a atender la traslación. En general, la profundidad de ataque no supera la altura del cangilón. Al llegar la máquina al terreno de la excavación se invierte la traslación, se reajusta la posición del brazo de cadena y vuelve a empezar el ciclo. Para cada pasada los trozos arrancados son del mismo espesor. El accionamiento independiente de los tres movimientos de la máquina permite modificar el método de trabajo descrito según las circunstancias y los objetivos.

6.5. Características, elección y especificación de una máquina.

Para elegir una máquina es esencial un estudio detallado de las condiciones particulares de los trabajos previstos. En general, los fabricantes se hayan dispuestos a modificar sus modelos normales para adaptarlos a un determinado trabajo. Si tenemos en cuenta todo lo que hemos dicho antes, solo se tratará de adquirir una excavadora sobre orugas, si su empleo exige una gran movilidad, o si se debe escalar en tramos cortos, en varios puntos y según ángulos diversos.

La primera cuestión a considerar en la especificación de una máquina para una oferta es la forma de excavar, ya sea en altura, en profundidad o según ambas modalidades a la vez. La especificación debe designar, por ejemplo:

La profundidad de la excavación medidas verticalmente.

La naturaleza del material a excavar.

Peso específico del terreno en pay-load y teniendo en cuenta el crecimiento.

El ángulo de talud admisible.

El rendimiento necesario, se ha de precisar si es con crecimiento o en el terreno.

La naturaleza y el espesor vertical de la capa de recubrimiento si la hay.

El perfil transversal del corte a efectuar.

La descarga, su situación (a que lado), la distancia deseada, el tipo (banda u otro tipo de transportador).

El accionamiento: motor diesel, eléctrico (especificar la corriente).

Conviene precisar en lo posible las cualidades del material a excavar, el porcentaje de las mezclas, la dureza, la cohesión, la adherencia, el grado de humedad, la existencia o ausencia de piedras, inclusiones, raíces con sus dimensiones aproximadas. Si se debe excavar bajo el agua, se indicará la altura del nivel. Es aconsejable facilitar un croquis del lugar y de los perfiles que se quieren obtener.

6.6. Campo de aplicación.

Se recordará que solamente se recurre a estas máquinas para excavar grandes masas en suelos ligeros o semipesados. Son poco indicadas para los terrenos cuyo relieve es irregular, al menos que previamente otras máquinas hayan trabajado en su preparación. En cambio son muy adecuadas para canteras de arena y de grava y para los yacimientos de arcilla para ladrillos.

Se utilizarán con éxito las excavadoras con cangilones múltiples no solo para abrir canales y para regulación de cauces fluviales, sino también para su limpieza y mantenimiento. En ciertos casos favorables, se han llegado a utilizar para terraplenado de carreteras. Así mismo, han servido para excavar cimientos y cuevas.

Por otra parte, la máquina puede excavar según un perfil transversal determinado y mantener la longitud de corte en la distancia deseada. La pendiente de los taludes resultantes no necesita acabado manual ni trabajos secundarios. El suministro continuo de la máquina presenta numerosas ventajas. La materia sale en pequeños trozos preparada para el terraplenado y en el caso de la arcilla para estancar los canales o los diques de tierra. Por último señalaremos que la máquina mezcla las diferentes capas excavadas.

Por el contrario, la excavadora de cangilones múltiples no se adapta a las variadas condiciones de trabajo de una cantera de excavación. Sus elementos están sometidos a un desgaste considerable y carecen de flexibilidad; su transporte es difícil y requieren largo tiempo de montaje y de preparación, sobre todo las grandes unidades. Estas máquinas en su mayoría, se conciben para trabajos determinados. Si las condiciones de utilización son favorables, estas máquinas son económicas y de gran rendimiento.

7. Excavadoras de trincheras.

Estas máquinas (trench cutting machines) se destinan únicamente a cavar trincheras. Su evolución y el desarrollo de su empleo, no han dado todavía lugar a la creación de tipos definitivos, en contra de lo que se observa para otros aparatos de obras. Si en este campo, la fantasía de los constructores continua manifestándose sin trabas, parece ser sin embargo que tres o cuatro tipos de principios diferentes, se desarrollan más particularmente, La excavadora de brazo inclinable y la excavadora de brazo vertical.

7.1. La excavadora de brazo inclinable.

Es el tipo más común de las excavadoras de trincheras y un elevado número de constructores fabrican este modelo. Es parecido, en principio, a una draga de cangilones que excava siguiendo el eje de avance y que vierte el material excavado sobre una cinta en dirección transversal.

7.1.1. Elementos esenciales

Bastidor. Como de costumbre, esta hecho de perfiles, planchas, ángulos, etc. Esta generalmente, remachado en caliente con algunas partes soldadas, o esta enteramente soldado. Numerosos refuerzos contribuyen a asegurar la rigidez del conjunto.

Propulsión. Para este tipo de aparato pesado, la cadena constituye el equipo normal, generalmente con suspensión en tres puntos. Hay una o dos velocidades de crucero en marcha hacia delante, para los desplazamientos fuera de servicio, y una cantidad considerable de velocidades de trabajo, de cuatro a dieciséis o más. Una marcha atrás es necesaria para las maniobras de liberación de las cucharas, en caso de accidente.

Brazo de cangilones. Algunas veces el brazo lleva un sistema telescópico. A veces también se puede hacerle deslizar en toda la anchura de la máquina. El eje de accionamiento de los muñones de cabeza esta entonces acanalado y el brazo desliza sobre un bastidor dotado de una cremallera. Este dispositivo permite excavar una trincheras a proximidad inmediata de un muro, de un árbol o de un poste.

Cadena de cangilones. Es la parte más delicada de la máquina. Una tercera parte de los gastos de mantenimiento van a parar generalmente a este elemento. Por ello, los constructores se han esforzado en darle una gran resistencia, sobreguardando al mismo tiempo la facilidad de desmontaje y de montaje. La cadena es de doble hilera. Los eslabones son de acero al manganeso, los ejes de acero duro tratado.

Cangilones. Están fijados entre las dos hileras de la cadena, sobre la que se apoyan en sus bordes. A cada lado, tienen un ojal que esta atravesado por un bulón de fijación, esto permite su giro al pasar sobre los bulones. Según los modelos, los cangilones tienen del lado de la cadena una pared completa (como los cangilones de una noria), una pared parcial, o carecen de pared.

Los cangilones siempre son de acero especial. Llevan dientes intercambiables también de acero especial, atornillados, en cantidad adecuada. Habitualmente se pueden fijar sobre una misma cadena cangilones de anchos diferentes, de dos, tres o hasta cuatro tipos distintos. Además en los intervalos entre los cangilones, se pueden montar a menudo medios cangilones con dientes que desbordan a un lado y a otro de la cadena.

La mayoría de las máquinas están dotadas de un sistema de limpieza de los cangilones, que consiste en una rasqueta u órgano similar que raspa el fondo del cangilón en el punto de descarga.

Accionamiento de la cadena. La cadena de cangilones esta arrastrada por una transmisión de cadena, dispuesta en uno de los lados de la máquina y tensada por un rodillo tensor. El ramal inferior esta protegido normalmente por un cráter.

El eje del piñón motor está atacado por el reductor del motor mediante un embrague, la transmisión debe comprender siempre un dispositivo de seguridad de rozamiento regulable, para impedir cualquier accidente cuando la cadena queda bloqueada a causa de una piedra grande, de un tubo, o de un tronco. Este dispositivo, muy importante, es objeto de innumerables patentes.

El arrastre solo tiene una o a lo más dos velocidades. El rendimiento horario esta limitado por las condiciones del suelo y por la velocidad de avance de la máquina.

Accionamiento del brazo. El brazo oscila alrededor del muñón de accionamiento de la cadena, excepto en algunos modelos en el que el eje de giro está situado debajo de los muñones o esta dispuesto sobre una deslizadera. El levantamiento del brazo se realiza mediante cable o hidráulicamente. En este último caso, los cilindros están unidos mediante unos refuerzos sólidos fijados al bastidor del brazo. El accionamiento por cables implica normalmente una superestructura y poleas de retorno. El torno de los cables esta accionado por el motor, con embrague y reductor de velocidad.

Transportador de descarga. Esta situado transversalmente y en la mayoría de los tipos puede ser desplazado siguiendo el eje, para verter las tierras a la derecha o a la izquierda a distancia variable.

Es generalmente un transportador de correa. El contenido de los cangilones cae, en la subida o en el descenso, dentro de un pequeño canal de alimentación del transportador.

No es necesario tener varias velocidades, si el transportador esta previsto para transportar el caudal máximo. Pero también se puede arrastrar el transportador mediante el extremo del árbol saliente de la caja de velocidades de la cadena de cangilones, y obtener así velocidades de separación proporcionales a la velocidad de corte.

Motor y transmisión. El motor esta situado frecuentemente en la parte delantera de la máquina y algunas veces transversalmente. Es un motor diesel normal. Es particularmente importante que todas las transmisiones estén dentro de carters estancos.

7.1.2. Modo de operación y posibilidades.

Un solo hombre es suficiente para maniobrar la excavadora. La excavadora se llevará al lugar del trabajo sobre un remolque especial

La máquina empieza excavando sin moverse, para hundir el brazo de cangilones a la profundidad deseada luego arranca y se mantiene a la velocidad de avance máxima compatible con la naturaleza del terreno. La velocidad de los cangilones se regula de la misma manera.

La tierra excavada se deposita en aparatos de transporte o se vierte en un cordón lateral. De los cuatro tipos de excavadores de trincheras tratados el tipo de brazo inclinable es el que permite excavar la trinchera más ancha. Con cangilones normales esta anchura llega hasta los 0,9 m y con cangilones desbordantes, alcanza 1,45 m. Con un bastidor del brazo de deslizamiento lateral, se puede excavar una trinchera cuya pared esta casi en el plano de la arista superior de la cadena, el radio de las curvas que pueden abordarse sin levantarse el brazo es de unos 25 a 50 m.

7.2. Excavadora de trincheras de excavadora vertical.

Este tipo, construido exclusivamente por la casa Barber-Greene, existe en cuatro modelos, tres montados sobre cadenas y uno sobre ruedas de neumáticos. Este último es un modelo ligero para profundidades reducidas y anchos pequeños, en buen terreno.

El brazo esta suspendido entre las cadenas, en la parte trasera del bastidor, lo que hace al aparato muy compacto. El empleo de máquinas sobre neumáticos presenta la ventaja de una gran movilidad, o sea de un desplazamiento rápido de una obra a otra.

7.2.1. Elementos esenciales.

Los elementos de los que se componen el aparato, si bien difieren de la forma, son los mismos que los de la excavadora de brazo inclinable. Solo mencionaremos los que tienen una diferencia digna de mención.

Brazo principal. El brazo es en este caso un cajón con elementos soldados, cerrado en ambos lados, y alrededor del cual circula la cadena. Esta última lleva elementos de excavar o cuchillas comprende naturalmente un tensor de la cadena.

La banda transportadora y su canaleja de alimentación forman con el brazo un conjunto suspendido de la máquina por un sistema de palancas articuladas. El dispositivo de descenso y de elevación mantienen el brazo a la altura deseada, en posición prácticamente vertical. El peso del dispositivo transportador se añade por consiguiente al peso del brazo de la cadena de cangilones. El conjunto, aplicado sobre una superficie relativamente reducida, hace más fácil la iniciación del corte. Una vez se ha iniciado la trinchera el peso del brazo transportador ya no tiene ninguna importancia para la penetración, el avance de la máquina y la acción vertical de abajo a arriba de los dientes de los cangilones son los agentes esenciales de la excavación.

Cadena de cangilones. Esta constituida sucesivamente de un eslabón con dientes o un cangilón excavador y de un eslabón de expulsión. En el cangilón excavador al pasar por el muñón de cabeza el fondo móvil se levanta y el material es expulsado enteramente. La velocidad de la cadena es relativamente elevada de 0,9 a 2,3 m/sg. Tiene una manera de actuar comparable a la de una cadena cortadora, lo que permite trabajar en terrenos relativamente duros, por otra parte, al igual que las cortadoras empleadas en las minas de carbón, los dientes están desfasados, lo que da al corte un ancho superior al ancho del brazo, eliminando así cualquier peligro de atasco. Una raedera regulable conduce la tierra fina hasta los cangilones, dejando un fondo de trinchera liso y limpio.

Los cangilones son de acero al manganeso y los dientes de acero al cromo manganeso. La rasqueta esta dotada de un dispositivo de seguridad para evitar la rotura.

Dispositivo de descarga. El material cae dentro de un canal en V invertida, lo cual posibilita que el material se deslice a ambos lados. Unas rejas empujan los cordones formados de este modo a una distancia apreciable de los bordes de la trinchera.

En los modelos grandes, el material cae de los cangilones dentro de una canaleja de alimentación de una cinta transportadora. Esta es corta, reversible, y puede verter a uno u otro lado. La distancia y la altura de distancia son regulables precaución necesaria ya que la distancia del muñón de cabeza al punto de descarga de la banda viene determinada, mientras que el caudal aumenta con la profundidad de excavación.

Por consiguiente debe aumentarse la anchura y el ancho del cordón constituido por el desmonte, a medida que va hundiéndose la cadena excavadora. Por esta razón el transportador tiene a la vez desplazamiento lateral y pendiente regulable.

7.2.2. Modo de operación.

La iniciación se realiza con la máquina parada. Se hunde el brazo hasta la profundidad necesaria, luego se pone en marcha el sistema de propulsión , a la velocidad que corresponde al terreno.

Si la cadena encuentra un obstáculo, el dispositivo de seguridad para el movimiento de traslación. Se puede entonces levantar el brazo a la altura deseada y bajarlo inmediatamente después de pasar el obstáculo. El radio de las curvas que pueden darse a la trinchera es inferior al de las trincheras realizadas con brazo inclinable. El ancho de las trincheras es más bien reducido.

8. Pautas a seguir para el diseño de una excavadora de cangilones.

La elección de una excavadora de trincheras de cangilones dependerá del trabajo que deberá efectuarse.

Para elección técnica la base son las especificaciones técnicas que dan los suministradores. Se les consulta en particular sobre los puntos siguientes:

Dimensiones de las trincheras que la máquina puede excavar: ancho máximo y mínimo, profundidad máxima, radio mínimo de las curvas.

Tipo de cangilones, posibilidad de aplicarles barras cortadoras o cuchillas laterales, ancho de la trinchera resultante.

Brazo de cangilones. Si es telescópico ¿Cuales son los intervalos de alargamiento? Sistema de articulación. Ángulos de inclinación de servio y de carretera.

Velocidad de la cadena de cangilones.

Velocidad de desplazamiento en excavación y en recorrido.

Organos de rodamientos: cadena, medias cadenas, llantas: acero o neumáticos.

Presión por unidad de superficie de apoyo.

Tipo de transportador de descarga. Distancia y altura de descarga máxima y mínima.

Motor: tipo, características, potencia y velocidad.

Organos diversos: embragues, caja de velocidades, lubricación, etc.

Peso de la máquina.

Dimensiones totales en servicio y en desplazamiento.

9. Solución adoptada.

Una vez observadas y analizadas las características que tienen que cumplir la excavadora de cangilones a estudio se ha adoptado por elegir una excavadora de cangilones de brazo vertical.

Este tipo de excavadora ha sido seleccionada en primer lugar debido a la profundidad que va a tener la obra y el lugar en el que va a trabajar, generalmente dentro de los cascos urbanos con limitaciones rigurosas de espacio.

Por otro lado los cangilones estarán perforados para evacuar el exceso de agua antes de llegar al punto de descarga.

10. Excavadora de cangilones.

De todos los elementos de los que consta una excavadora convencional de cangilones, en el presente proyecto nos centraremos solamente en la cadena de cangilones, el brazo de cangilones y el bastidor soporte del brazo de cangilones.

La función principal de la excavadora de cangilones será la excavación de zanjas para la realización de muros pantalla.

Las dimensiones mínimas de la zanja serán 0,4 m y la profundidad máxima será de 20 m.

El brazo de cangilones está compuesto por chapas soldadas entre si para darle la rigidez necesaria para aguantar los esfuerzos de excavación, además está sobredimensionado para dotarle del

peso necesario para realizar la maniobra de inicio de excavación ya que durante esta maniobra el avance se realizará únicamente utilizando el peso del brazo de cangilones y de la cadena.

En los apartados siguientes daremos una explicación más a fondo y detallada de las características y funciones de los diferentes elementos que forman la excavadora de cangilones, que serán los siguientes:

Cadena de cangilones.

Rodillos de apoyo.

Brazo de cangilones.

Sistema motor de la cadena.

10.1 Cadena de cangilones.

La cadena esta formada por dos hileras paralelas de eslabones articulados entre sí que deslizan sobre la superficie de los rodillos guía. Todas las piezas de acero deben estar templadas y cementadas para darles una alta dureza superficial y así evitar los desgastes producidos por el trabajo..

La cadena se ha diseñado siguiendo las indicaciones de la norma UNE18-110-81 PARTE 1 “Cadena de rodillos para maquinaria agrícola y ruedas dentadas”.

La cadena está constituida por los siguientes elementos:

Eslabones acodados.

Eslabones rectos interiores y exteriores.

Pasador.

Pasador de cierre.

Casquillos.

Arandelas.

Juntas.

Cangilones.

Dientes.

10.1.1. Eslabones acodados.

Son piezas alargadas de espesor reducido en relación con su anchura. Los eslabones enlazan los elementos cilíndricos de articulación (ejes, casquillos).

Los eslabones acodados son de acero F1580, templados y cementados.

Tienen dos taladros en sus extremos en los cuales se fija el pasador de unión mediante un ajuste de apriete muy forzado que requiere de la utilización de una prensa de 120 Tn para su montaje y desmontaje.

Tienen un radio de acuerdo de tal manera que puedan enlazar unos con otros igualando la anchura de la fila de eslabones con la anchura máxima del eslabón.

10.1.2. Eslabones rectos interiores y exteriores.

Son igual que los eslabones acodados pero carecen del radio de acuerdo con lo cuál son totalmente planos, su misión es la de unir los cangilones con la cadena mediante unos ojales por los cuales pasa un bulón que realiza la unión. Este bulón se fija mediante un pasador de seguridad.

El eslabón recto interior tiene dos taladros aparte del necesario para unir el cangilón a la cadena en los cuales se fija un casquillo mediante un ajuste de apriete muy forzado.

El eslabón recto exterior tiene dos taladros en los cuales se fija el pasador de unión mediante un ajuste de apriete muy forzado que necesita de una prensa para su montaje y desmontaje.

10.1.3. Pasador.

El pasador es un eje macizo de acero F1560, templado y cementado. Su misión es la de soportar los esfuerzos necesarios para el funcionamiento de la cadena. Como es un pasador estará sometida a un esfuerzo cortante puro. Para asegurarnos su correcto funcionamiento durante toda la vida útil de la máquina se aplicará un coeficiente de seguridad de $n = 12$.

10.1.4. Pasador de cierre.

El pasador de cierre es una pieza única en toda la cadena. Su misión consiste en facilitar la apertura y el cierre de la cadena. Es de acero F1560 templado y cementado para darle una gran dureza superficial. Se mantiene en su posición mediante un pasador de aletas.

10.1.5. Casquillo.

Recubre al pasador de unión de los eslabones y tiene un ajuste giratorio con él. Esta construido de acero F1560 templado y cementado para darle una gran dureza superficial. La misión del casquillo consiste en liberar al pasador de unión de la cadena del rozamiento que se produce cuando la cadena engrana en la rueda motora.

El sentido de giro de la cadena va a ser constante ya que los cangilones solo excavan en un sentido por lo tanto el casquillo solamente se desgastará por el lado que entra en contacto con los dientes de la rueda motora. Con lo cual podemos duplicar la vida útil de cada casquillo simplemente girando 180° el casquillo.

10.1.6. Arandelas.

Son de bronce, material C-313 según UNE 37103. Su función es la de evitar los desgastes laterales en las uniones entre eslabones.

10.1.7. Juntas.

Las juntas evitan que penetre suciedad entre los casquillos y los pasadores de la cadena. Las juntas consisten en anillos que descansan en un rebaje concéntrico al pasador realizado en los eslabones.

Por el otro lado, los anillos de junta se encuentran presionados por los casquillos, con lo cuál obtenemos una junta estanca.

El material utilizado para las juntas es caucho (nitril-butadieno), NB designación según la DIN 3760.

10.1.8. Cangilones.

Están constituidos por chapas soldadas de diferentes espesores para dar al conjunto la rigidez necesaria para realizar los trabajos de excavación. Se sujetan a la estructura de la cadena mediante dos bulones asegurados con pasadores y aletas.

En la arista de corte hay situados 5 dientes de acero duro tratado. Los cangilones tienen unas perforaciones para aliviar el exceso de agua que contenga el material excavado antes de que el cangilón llegue al punto de descarga.

El cangilón del presente proyecto tiene una capacidad de 137 litros.

10.1.9. Dientes.

El material de los dientes es acero F1260 según UNE 36012. Los dientes son intercambiables y se encuentran atornillados a la estructura del cangilón.

El ángulo de ataque de los dientes es aproximadamente 65°.

10.2. Rodillos de apoyo.

La misión de los rodillos de apoyo es la de guiar perfectamente todo el recorrido de la cadena sobre todo por el lado de la excavación. Además los rodillos de apoyo sirven de soporte para la cadena de tal manera que absorben los esfuerzos horizontales durante el proceso de excavación. Su superficie es F1140 templado y cementado para minimizar el desgaste que se produce por el contacto de los eslabones con el rodillo.

Los rodillos están constituidos por las siguientes piezas:

Rodillo
Casquillo interior y exterior
Eje
Chapa
Tapa
Junta

10.2.1. Rodillo

Es de acero F1140 según la norma UNE 36100 está templado y cementado para que la superficie de apoyo sobre los eslabones sea extraordinariamente dura y resistente al desgaste.

10.2.2. Casquillo interior y exterior

Son de bronce C-313 según la norma UNE 37103. Están situados entre el rodillo y el eje, actúan como cojinetes para evitar el desgaste entre el eje y el rodillo. El casquillo interior gira solidario con el eje y el exterior gira solidario con el rodillo. Entre ambos casquillos hay un ajuste giratorio.

10.2.3. Eje

Ha de soportar todos los esfuerzos que le transmita la cadena, está apoyado en el brazo de cangilones mediante dos soportes. Está constituido por acero F1140 según la norma UNE 36011 templado y cementado para otorgarle de una gran dureza superficial.

10.2.4. Chapa

Se tiene dos por cada eje, están atornilladas a los soportes que sujetan el eje de tal manera que impiden el giro de este. Son de acero común F1140 según la norma UNE 36011.

10.2.5. Tapa

Se encuentra atornillada al rodillo, su función es la de presionar la junta para evitar que penetre suciedad entre los dos casquillos de bronce. Está constituida por acero F1140 según la norma UNE 36011.

10.2.6. Junta

Es un anillo de junta situado entre la tapa y los casquillos, su misión es impedir que penetre suciedad entre los dos casquillos. Es de caucho (nitril-butadieno) NB según la norma DIN 3760.

10.3. Brazo de cangilones.

Esta constituido por chapas de 30 y de 40 milímetros soldadas en ángulo mediante cordones continuos. Su misión es la de servir de soporte a la rueda guía y a la rueda motora y a los 55 rodillos de soporte de los que consta la cadena. Además ha de ser capaz de soportar el peso de la cadena y los esfuerzos creados durante la excavación.

Dentro del brazo de cangilones se incluye la rueda motora y la rueda guía.

La rueda motora se encuentra situada en la parte superior del brazo de cangilones de tal manera que la cadena siempre se encuentra tensada por el lado en el que se produce la excavación. La rueda motora esta soportada por el eje motor. Este eje esta nervado en toda su longitud debido a que en sus extremos esta apoyado en el alojamiento de dos motores hidráulicos que se encargan del accionamiento de la cadena.

El perfil de la rueda motora esta calculado conforme la norma UNE 18-149-82. “Cadenas de transmisión de eslabones acodados de alta resistencia”

Para esta rueda elegimos el acero F1560 según UNE 36013 , al elegir este acero se ha aplicado un coeficiente de seguridad igual a 5, naturalmente la rueda esta templada y cementada para minimizar los desgaste.

El eje nervado que soporta esta rueda se ha dimensionado y calculado según la norma DIN 5464. “Uniones de ejes nervados con flancos rectos”.

La rueda guía se encuentra situada en la parte inferior del brazo de cangilones. Esta rueda guía la cadena en el comienzo de su carrera de ataque. Debido a las condiciones de trabajo de la obra, esta rueda trabaja dentro de la zanja excavada la cuál se encuentra llena de agua con una suspensión de arcillas ventolíticas. Para evitar problemas de desgaste colocaremos cojinetes de fricción, ante la imposibilidad de colocar rodamientos en los apoyos del eje de esta rueda ya que los choques frecuentes a los que se verá sometida terminarían por romperlos en un breve espacio de tiempo lo cuál originaría reparaciones constantes.

10.4. Sistema motor de la cadena.

Para accionar la cadena se ha elegido dos motores hidráulicos de la marca Hägglunds-Drives de la serie Compact siendo el motor elegido CA-100.

La elección de este motor se ha hecho en función de la potencia requerida 206 C.V. La máxima potencia continua que nos puede proporcionar estos motores a la velocidad de giro de la cadena es de 356 C.V. trabajando a una presión de 350 bar. Como se puede apreciar esta potencia es más de la que necesitamos para el accionamiento de la máquina .

Luego nuestras condiciones de trabajo serán 206 C.V de potencia a 35,76 r.p.m., la presión de trabajo del motor hidráulico será de 216 bar y necesitará un caudal de aceite de 229 litros/min.

Se ha elegido estos rangos de presión y de caudal basándonos en un criterio económico ya que es más barato trabajar a mucha presión que con mucho caudal.

10.4.1. Características del motor hidráulico.

Los motores hidráulicos tienen una relación potencia-peso muy alta. Los acoplamientos pueden absorber fuerza radial y axial en el eje. El motor está constituido por una serie de pistones hidráulicos situados en situación radial al eje. La rotación del bloque de cilindros es soportada por los rodamientos fijados a la carcasa. Cada pistón está unido a un rodillo guía, este presiona en el anillo que está rígidamente conectado a la carcasa. El rodillo guía transforma la fuerza radial del pistón en una fuerza tangencial al bloque de cilindros presionando sobre el bloque de cilindros.

El aceite se inyecta por los puntos de conexión de los bloques de cilindros, la entrada y salida de aceite es distribuida mediante una válvula de plato la cual mantiene un alto rendimiento volumétrico. No necesitan una caja de cambios para llegar a la correcta velocidad del eje, la velocidad de rotación es constantemente variable desde la inmovilidad hasta la velocidad de rotación máxima todo ello sin comprometer el par tórsor de salida.

Los motores Compact pueden pararse al instante y reactivarse. Pueden operar sin problemas en condiciones duras. Los motores hidráulicos son una de las maneras más eficaces de conseguir un movimiento rotativo, preciso y controlado.

El nivel de eficiencia del motor es muy elevado comparado con las soluciones que hay en el mercado. La eficiencia del conjunto conductor completo es muy alta, no se mal gasta energía. La velocidad se regula inyectando mayor o menor caudal de aceite, esto supone que podemos realizar paradas inmediatas y con un simple juego de válvulas cambiar el sentido de giro.

Independientemente de la velocidad de giro, los motores Compact mantienen casi constante el par transmitido.

Los motores hidráulicos están dotadas de un válvula de seguridad que impide que haya excesivos aumentos de presión en caso de que el eje de salida se vea bloqueado por cualquier motivo. El resultado es una parada inmediata del motor hidráulico.

Gracias a este sistema se simplifica notablemente la estructura de la cadena ya que hace innecesario la existencia de un tensor u otro dispositivo mecánico de seguridad antibloqueos de la cadena.

El motor hidráulico utiliza un aceite de 40 a 150 cSt, para el accionamiento del motor elegiremos una de las bombas suministradas por el propio fabricante. Sus características ya han sido descritas. El resto del circuito hidráulico estaría compuesto por las tuberías y válvulas necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación. La bomba de aceite bombearía el aceite a un deposito sobrepresor y de este partiría hacía los dos motores hidráulicos.

11. Maniobras de la excavadora de cangilones.

La excavadora de cangilones esta diseñada para realizar únicamente dos maniobras, la primera sería la maniobra necesaria para alcanzar la profundidad máxima de excavación y la segunda sería la excavación propiamente dicha.

Antes de comenzar a excavar, el brazo de cangilones esta suspendido de una grúa telescópica fuera del terreno. El brazo esta guiado por la estructura guía unido al conjunto motriz de la excavadora de cangilones.

El brazo de cangilones es introducido en el terreno mediante un movimiento vertical limitado por los cables que lo sujetan a la grúa telescópica. La fuerza necearía para el movimiento de avance de la

excavación la proporciona el propio peso del brazo de cangilones y el peso de la cadena. Una vez que se ha alcanzado la profundidad máxima, la cadena de cangilones sería parada y se invertiría su sentido de giro para desenganchar los cangilones que en ese momento se encontrasen excavando.

El conjunto motriz retrocedería unos centímetros, se desengancharía el brazo de cangilones de la grúa telescópica de tal manera que el peso del brazo pasaría a ser soportado por el conjunto motriz. Una vez liberada la estructura la cadena de cangilones comenzaría a girar en el sentido de excavación y el conjunto motriz comenzaría a avanzar en el sentido del eje de la trinchera a excavar con la velocidad de avance oportuna según el terreno.

Según los cálculos realizados se ha supuesto un terreno arcilloso obteniendo los siguientes resultados:

Velocidad de giro de la cadena es 1,85 m/sg

Velocidad de avance 0,87 m/min.

Esto último constituiría la maniobra de excavación propiamente dicha.

12. Puesta en marcha, servicio y mantenimiento del circuito hidráulico.

12.1.Instalación.

Las tuberías no deben transmitir esfuerzos mecánicos ni a los componentes ni a la central hidráulica; deben estar firmemente sujetas para eliminar vibraciones o movimientos y, además, presentar una apariencia atractiva. Por otro lado, recordar que los racores son elementos de montaje y no sujetadores de tubo.

Los tubos flexibles deben instalarse de acuerdo con las especificaciones dictadas por las normas. Los tubos flexibles no admiten codos de pequeño radio ni esfuerzos torsionales. Por tanto, el radio de curvatura debe ser elegido asegurándose de que el tubo flexible puede moverse libremente.

Las tuberías de drenaje se llevarán hacia el depósito, por encima del nivel de aceite. No deben tener ninguna comunicación con tuberías de presión o descarga, para evitar variaciones en las presiones taradas o retardo en el cambio de posiciones de las electroválvulas.

Antes de conectar la central hidráulica y el panel de válvulas con el resto del sistema se debe realizar una inspección, asegurándose de que las tuberías entre la central hidráulica y los actuadores estén completamente limpios.

Para las válvulas direccionales la posición de montaje es, generalmente, indiferente. Las electroválvulas montadas verticalmente, con el solenoide colgando, acusan un retardo en el tiempo de cambio de posición de servicio y, por ello, se procura elegir la posición horizontal. Las electroválvulas con conexión de drenaje deberán montarse siempre horizontalmente para conseguir un rápido cambio de posiciones.

Las válvulas de presión se montarán verticalmente, con el mecanismo de taraje hacia arriba u horizontal. Para los presostatos, la posición de montaje es indiferente.

Para todos los demás aparatos de control y regulación la posición de montaje es indiferente.

12.2.Puesta en marcha.

12.2.1.Limpieza.

La empresa suministradora garantizará que los componentes entregados están libres de impurezas al ser despachados, pero se debe comprobar que no haya ocurrido ningún daño durante el transporte, por el cual algún cuerpo extraño haya podido introducirse en el sistema, y que las cubiertas, tapones protectores, filtros de aire, etc., que hayan podido ser desmontados durante la instalación, hayan sido colocados correctamente.

En los depósitos pintados por dentro hay que comprobar, cuidadosamente, si el fluido hidráulico que se va a emplear es compatible con la pintura aplicada.

Con fluidos difícilmente inflamables hay que comprobar, en toda la instalación, si los dispositivos hidráulicos están equipados con juntas resistentes al fluido empleado; este control debe extenderse también a manguitos roscados o bridas.

12.2.2.Alineación

Debe ser comprobada la alineación mecánica de la bomba, motores, cilindros, etc. La bomba y el motor eléctrico que fueron alineados cuidadosamente en fábrica pueden haberse desalineado durante el transporte o bien al fijar el grupo sobre una superficie desigual. La alineación debe ser comprobada tal como se muestra en la figura:

Una alineación cuidadosa da larga vida al acoplamiento bomba motor eléctrico. Por tanto, recomendamos que se haga la alineación con una precisión por encima de los valores indicados.

12.2.3.Equipo eléctrico.

Compruebe que el voltaje y la frecuencia corresponde a los de todos los componentes electrohidráulicos.

12.2.4.Rellenado de aceite

Ha de utilizarse solamente el tipo de aceite indicado en el orificio de llenado. La malla del orificio de llenado no debe ser desmontada nunca. El llenado debe efectuarse solamente cuando el pistón del servomotor esté retraído.

Cuando el nivel del fluido descienda durante la puesta en marcha o debido a la purga de aire del circuito, deberá rellenarse a nivel normal de nuevo. Los depósitos standard contienen el volumen nominal de aceite cuando éste llega al nivel superior. El volumen máximo que puede sacarse es el 35 por 100 del volumen nominal.

Mientras que para las bombas la unidad de filtraje la indican los diferentes fabricantes (según se demuestra por experiencia un filtraje de 25 micras es suficiente), para el resto de los componentes instalados en los equipos bastará con una unidad de filtraje de 100 micras. Estos valores no serán válidos para los sistemas con servoválvulas.

12.2.5. Dirección de rotación del eje de la bomba.

Habría que comprobar que la dirección de rotación corresponde a la dirección de la flecha marcada en la bomba. Las bombas normales giran a derechas (en el sentido de las agujas del reloj), observando a la bomba desde el extremo del eje. El giro a izquierdas se suele indicar con una "L" o "LH" en el código de identificación.

12.2.6. Filtros y mallas filtrantes.

Los filtros y mallas filtrantes deben limpiarse frecuentemente durante el periodo de rodaje y después a intervalos dictados por la experiencia, según las condiciones del sistema.

12.2.7. Temperatura.

Cuando el sistema haya funcionando de 6 a 8 horas en condiciones normales de trabajo, compruebe que no se hayan producido recalentamiento de cojinetes, retenes, aceite, motores eléctricos, solenoides, etc.

Debido a que casi todas las pérdidas de rendimiento en un sistema hidráulico se transforman en calor, es natural que el aceite se caliente. Sin embargo, la temperatura del aceite en el tanque no debe sobrepasar los 65 °C.

12.2.8. Ajuste de presión.

La presión se ajusta mediante la válvula de seguridad del sistema u otro dispositivo limitador de presión.

Para evitar accidentes involuntarios durante la puesta en marcha, las válvulas limitadoras de presión deben tararse a un valor bajo (10 bar). Estando funcionando el sistema a esa baja presión, debe purgarse de aire continuamente, observando si el nivel de aceite en el depósito baja del mínimo fijado y rellenarlo a tiempo si fuera preciso.

Cuando la presión de trabajo ha sido alcanzada y la comprobación del funcionamiento del sistema ha sido satisfactoria, se ajustan los presostatos, interruptores flotantes, termostatos, etc. Todas las regulaciones llevadas a cabo deben expresarse en un protocolo de aceptación.

La presión no debe nunca sobrepasar la máxima indicada en el diagrama del circuito. Cuando se ajuste la presión por medio de una válvula de seguridad debe tenerse cuidado en ajustar la presión un poco más alta que la presión de trabajo necesaria del sistema. Si la válvula se ajusta a una presión más alta, el sistema está expuesto a una presión mayor que la necesaria, con el riesgo de una vida más corta.

Por otra parte, la válvula de seguridad nunca debe ajustarse al mismo valor que la presión de trabajo, ya que esto acarrearía pérdidas de aceite, con el consiguiente calentamiento del mismo.

Cuando el ajuste de presión haya sido realizado, se recomienda precintar los tornillos de ajuste para prevenir el que personas ajenas no autorizadas altere el ajuste del sistema.

12.3.Mantenimiento.

Los problemas de mantenimiento y, en particular, los de la conservación preventiva deben ya considerarse en la fase de proyecto. Colocando llaves de cierre delante de la bomba, o de las placas protectoras, se puede evitar que, durante las reparaciones, haya que vaciar todo el depósito de aceite o surjan pérdidas de aceite innecesarias, con las consecuencias ligadas a ellas.

12.3.1.Libro de manutención.

Es recomendable preparar, ya en la puesta en marcha, un libro de manutención que pasará, luego, a cargo del personal de mantenimiento. La información archivada debe contener:

- Descripción de los síntomas detectados y fecha.
- Descripción de la investigación preliminar y sus resultados.
- Explicación de la acción tomada, piezas de repuesto requeridas, fechas en las que las reparaciones fueron efectuadas y tiempo que se invirtió.
- Información sobre fechas de cambios de fluido, cartuchos de recambio para el filtro y limpieza de filtros de aspiración.

Estos informes, si se analizan frecuentemente, indicarán los lugares que requieren atención especial, así como problemas repetitivos que podrán ser anticipados y corregidos antes de que se produzca una avería.

12.3.2.Nivel de aceite

En los periodos iniciales, el nivel de fluido en el tanque debe ser comprobado frecuentemente hasta que la experiencia nos muestre que este control puede espaciarse a intervalos superiores.

12.3.3.Filtros.

Durante la puesta en marcha, los filtros deben comprobarse y limpiarse, si fuera preciso en intervalos de 2 a 3 horas. Después deben limpiarse diariamente y al cabo de una semana, según haga falta. Los filtros de aspiración deben atenderse con especial cuidado. Después de transcurrido el periodo de rodaje, deben limpiarse o comprobarse una vez a la semana, por lo menos. Es necesario que el aceite se mantenga a un máximo de limpieza.

12.3.4.Cambio de aceite.

El primer cambio de aceite dependerá de las condiciones de trabajo y del envejecimiento del aceite. En las instalaciones pequeñas, en las que la relación del caudal de la bomba con el depósito es de, aproximadamente, 1:3, el primer cambio debería hacerse después de 50 a 100 horas de servicio desde la puesta en marcha. En instalaciones grandes, después de 2000 ó 2500 horas de servicio y los posteriores cambios de aceite pueden hacerse entre 3000 ó 5000 horas de servicio e incluso más tiempo si el aceite se va limpiando y supervisando continuamente.

Por último, recordar que el aceite muy envejecido o sucio no mejora añadiéndole aceite nuevo. Es más económico vaciar la instalación en estado caliente y llenarla con aceite nuevo.

12.3.5.Funcionamiento.

Para obtener un funcionamiento satisfactorio de la valvulería es imprescindible que al efectuar una reparación se tengan en cuenta las prescripciones de servicio que acompañan al dispositivo o las indicaciones de la correspondiente hoja de catálogo.

Al montar y desmontar las piezas interiores, éstas deberán mantenerse siempre limpias. El fluido empleado y su grado de limpieza debe ser equivalente al recomendado en las hojas de datos. Las necesidades de mantenimiento y servicio dependerán, fundamentalmente, de las condiciones ambientales bajo las que deban trabajar los sistemas hidráulicos, si bien es interesante que las válvulas sean controladas a intervalos regulares de tiempo en cuanto a su funcionamiento y estanqueidad tras la puesta en marcha.

12.4.Localización de averías.

12.4.1.Reglas generales.

Una bomba suministra caudal, pero debe haber una resistencia a la salida para dar origen a una presión. Comprobar hacia donde se dirige el fluido. Si un receptor no se desplaza o se desplaza con poca velocidad es que el fluido circula en derivación por alguna otra parte del circuito. Seguir este caudal, desacoplar las tuberías si es necesario.

12.4.2.Ruido excesivo

Cavitación

- 1.Filtro de aspiración obturado total o parcialmente.
- 2.Cuerpos extraños en la tubería de aspiración.
- 3.Viscosidad del aceite muy elevada, a la temperatura de funcionamiento.
- 4.Temperatura de funcionamiento demasiado baja (ocasionando exceso de viscosidad) o demasiado alta (ocasionando vaporización).
- 5.Velocidad de rotación excesiva.
- 6.Nivel de aceite demasiado bajo.
- 7.Tubería de aspiración demasiado estrecha, demasiado larga o con irregularidades en su recorrido (codos, cambios bruscos de sección, etc.).
- 8.Válvulas medio cerradas en la tubería de aspiración.
- 9.Depósito con filtro de aire demasiado pequeño o bloqueado.

La bomba aspira aire

- 1.El nivel de aceite demasiado bajo, no cubriendo suficientemente la boca de aspiración.
- 2.Recordage no estanco en la tubería de aspiración.
- 3.Retén de salida del eje estropeado.
- 4.Emulsión del aceite (formación de espuma) por debocar las líneas de retorno por encima del nivel del líquido.
- 5.Tubería de aspiración estropeada.
- 6.Retenes no estancos en los vástagos de los cilindros.

Otros casos

- 1.Paletas desgastadas o pegadas en su alojamiento.
- 2.Anillo u otra pieza sometida a rozamiento, desgastados, o dañados.
- 3.Cuerpo de bomba desgastado o dañado.
- 4.Mal alineamiento del eje.
- 5.Rodamiento desgastado o defectuoso.
- 6.Acoplamiento falto de engrase o averiado.

Ruido excesivo o vibraciones en la válvula de seguridad

- 1.Válvula demasiado pequeña para el caudal que elimina
- 2.Obturador de la tapa -o su asiento- desgastados o defectuosos.
- 3.Presión excesiva en la línea de retorno.
- 4.Tubería de venting demasiado larga o ancha (la adición de un estrangulamiento puede ser útil).
- 5.Taraje de la válvula demasiado próximo al de otra válvula del circuito.

12.4.3.Débil presión - presión insuficiente o irregular.

- 1.Mal funcionamiento de la válvula de seguridad o de otra válvula (reductora o de secuencia), que gobierne la presión del circuito.
- 2.Impurezas en el fluido que tienden a mantener la válvula de seguridad parcialmente abierta.
- 3.Valor del taraje demasiado bajo en la válvula de seguridad.
- 4.Línea de drenaje no conectada abiertamente al depósito, en una válvula reductora.