



Recomendaciones

Diseño y ejecución de plataformas de trabajo

PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS

Este documento se publica bajo licencia **Creative Commons** de tipo



“Reconocimiento- NoComercial- SinObraDerivada”, se permite su copia y distribución por cualquier medio siempre que mantenga el reconocimiento de sus autores, no haga uso comercial de las obras y no realice ninguna modificación de ellas.

La licencia completa puede consultarse en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/es/legalcode.es>

Presentación

La Asociación **AETESS** fue constituida en 1977 con el objetivo de dar soporte a un mercado emergente de empresas dedicadas a las **cimentaciones especiales, mejora y tratamientos del terreno**, desde entonces ha mantenido su apuesta inicial por dotar al sector de una Asociación que representara los elevados niveles de calidad, seguridad y profesionalidad que se dan cita en sus empresas asociadas, líderes en la industria de las cimentaciones especiales e ingeniería del terreno.

AETESS es una organización donde se aúnan los esfuerzos de sus asociadas para dar a conocer, divulgar y mejorar el estado del arte así como los nuevos avances en las técnicas de cimentaciones especiales, mejora y tratamiento del terreno.

Para conseguirlo desde **AETESS** se han establecido sólidos y permanentes vínculos de colaboración con los principales organismos públicos, asociaciones profesionales y entidades de normalización del sector con los que se promueven acciones y proyectos conjuntos destinados a favorecer la industria y dar a conocer la extensa experiencia con que cuentan las empresas especialistas, las cuales alcanza los niveles técnicos más elevados del sector en el mercado internacional.

AETESS desarrolla sus actividades por medio de **Comités de Trabajo** que suponen un espacio común donde las empresas trabajan conjuntamente para la mejora continua de los campos: Técnico, Seguridad, Laboral, Formación, Sostenibilidad y Comunicación, ellos son los encargados de desarrollar e implementar todos los proyectos desarrollados por la Asociación en sus organizaciones, promoviendo redes de colaboración y dando continuidad al trabajo.

Todo ello hace de **AETESS** un espacio común donde las empresas trabajan conjuntamente con el fin de lograr los más elevados niveles de calidad, seguridad y respeto al medio ambiente que requieren en sus proyectos.

Comité técnico

El Comité Técnico es el encargado de promover, realizar y/o supervisar los proyectos técnicos de la investigación desarrollados por la Asociación y quien ha llevado la carga de este documento sobre el **Diseño y ejecución de plataformas de trabajo en obras de cimentaciones especiales**.

Entre las actividades desarrolladas por el grupo técnico en los últimos años se encuentran:

Recomendaciones técnicas.

Recomendaciones para la ejecución e interpretación de ensayos de integridad de pilotes y pantallas “in situ”. (CEDEX 2006)

Recomendaciones para la ejecución del hormigonado de pilotes y pantallas “in situ” (CEDEX 2011)

Estudios

Diseño de la unión de armaduras de micropilotes (Fundación Agustín de Betancourt – ETS de CICCYP) (Madrid, 2010).

Asesoramiento. El Comité Técnico ha actuado como entidad asesora en la **Guías de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento** de:

Diseño y ejecución de anclajes al terreno en obras de carreteras (2001)

Guía para el proyecto y ejecución de micropilotes en obras de carreteras (2005).

Normalización.

Presidencia del **Subcomité 3 del CTN-103 de Geotécnica de AENOR** encargado de la *Ejecución de trabajos geotécnicos especiales* y representación en Europa a través de AFNOR en el TC/288.

Internacional

European Federation of Foundation Contractors (EFFC)

Colaboraciones con otras Asociaciones

Sociedad de Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica, **SEMSIG**,

Asociación Española de Túneles y Obras Subterráneas, **AETOS**

Sociedad Española de Mecánica de Rocas, **SEMR**

Comité Nacional Español de Grandes Presas, **CNEGP-SPANCOLD**, etc.

1. Introducción y objeto del procedimiento.....	7
2. Definiciones.....	7
3. Diseño y ejecución de accesos y plataformas.....	8
3.1. Causas de fallo.....	8
4. Factores de diseño.....	8
4.1. Situación de la obra y condiciones de contorno:.....	8
4.1.1. Personal, vehículos, maquinaria de construcción, equipamiento, instalaciones fijas y acopios: 8	
4.1.2. Existencia de servicios afectados y obstáculos:.....	8
4.1.3. Aptitud del terreno natural:.....	9
4.1.4. Posición del nivel freático:.....	9
4.1.5. Duración de los trabajos:.....	9
4.1.6. Climatología.....	9
4.2. Especificaciones de accesos y plataformas.....	9
4.2.1. Reconocimiento de las plataformas y zonas de accesos.....	9
4.2.2. Drenaje.....	9
4.2.3. Taludes.....	10
4.2.4. Especificaciones particulares.....	10
4.2.5. Secciones tipo de plataformas.....	11
4.2.6. Material de relleno.....	13
4.3. Cálculo de plataformas.....	13
4.3.1. Método de cálculo propuesto.....	13
4.3.2. Limitaciones del método de cálculo empleado.....	15
5. Controles de las plataformas.....	15
5.1. Controles previos a la llegada de los equipos.....	15
5.2. Controles en el momento de la descarga de los equipos.....	15
5.3. Mantenimiento y control de la plataforma durante su funcionamiento.....	19
6. Resumen de las recomendaciones.....	19
7. Documento de acreditación de plataformas.....	19
8. Biografía.....	19
ANEJO 1. Presiones transmitidas por la maquinaria. Situaciones de cálculo.....	20
1. Introducción.....	20
2. Situaciones de cálculo.....	20
2.1. Caso 1.....	20
2.2. Caso 2.....	21
3. Pesos y presiones medias transmitidas por equipos convencionales.....	22
ANEJO 2. Capacidad portante de las plataformas de trabajo.....	24
1. Introducción.....	24
2. Base granular densa sobre suelo cohesivo.....	26
3. BASE GRANULAR DENSA SOBRE SUELO GRANULAR FLOJO.....	27

4. Refuerzo con geomallas	28
5. Diseño de una plataforma de trabajo sobre un suelo cohesivo	29
6. Diseño de una plataforma de trabajo sobre suelo granular flojo.....	31
ANEJO 3. Ábacos.....	33
1. Caracterización del terreno.....	33
2. Evaluación de las presiones que transmitirán al terreno la maquinaria	33
3. Utilización de los ábacos	33
ANEJO 4. Hoja de cálculo para la determinación de las presiones transmitidas al terreno.	44
ANEJO 5. Documento reducido	56
ANEJO 6. Documento de acreditación de plataformas de trabajo.....	57

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL PROCEDIMIENTO

El diseño y ejecución de plataformas de trabajo necesarias en obra, así como de los accesos desde el exterior o entre tajos, se deberá llevar a cabo con la máxima precisión, de forma que se garantice el desarrollo de todas las actividades posteriores con seguridad, calidad y productividad. Desde el punto de vista de la seguridad es un hito importante. En general la probabilidad de ocurrencia de un accidente es baja, pero las consecuencias pueden ser muy graves.

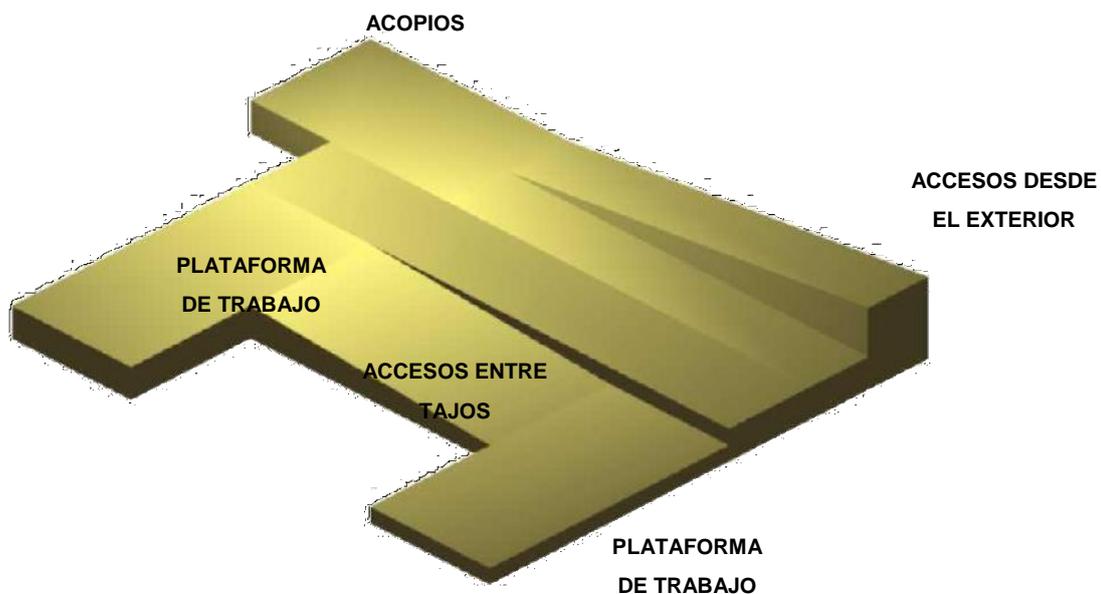
El aspecto que puede resultar más importante en el diseño de una plataforma es una correcta caracterización geotécnica del terreno que disponemos. Hay que tener en cuenta que se trata de cargas móviles por lo que además de una campaña de ensayos adecuada, la inspección visual por parte de un técnico competente se hace muy necesaria.

El objeto del presente procedimiento es establecer las condiciones de diseño y ejecución de accesos y plataformas de trabajo en obras de cimentación para grandes máquinas sobre orugas. Los elementos proyectados deberán permanecer estables durante toda la obra y tendrán las dimensiones suficientes para que se lleven a cabo las actividades vinculadas a los mismos.

2. DEFINICIONES

Son objeto de este procedimiento los elementos que se citan a continuación:

- **Accesos desde el exterior y caminos para vehículos**, formados por las entradas y salidas a la obra, y por los caminos en plataformas y entre tajos, cuya característica común es la ausencia de tráfico de maquinaria pesada de construcción.
- **Accesos entre tajos**, con tránsito de maquinaria pesada.
- **Plataformas de trabajo**, en las que se llevan a cabo las actividades de construcción.
- **Plataformas para instalaciones fijas o acopios de material**, en las que no existe tránsito de vehículos ni maquinaria pesada, y se ubican instalaciones de personal, plantas de fabricación y tratamiento de lodos, y acopios de materiales.



3. DISEÑO Y EJECUCIÓN DE ACCESOS Y PLATAFORMAS

3.1. Causas de fallo

Identificar las principales causas de fallo es un punto muy importante para el diseño de las plataformas. Se puede garantizar la seguridad sin excesivos gastos identificando los riesgos más importantes. De otra forma se pueden desperdiciar recursos mejorando aspectos innecesarios.

Las causas principales de fallo en las plataformas de trabajo son las siguientes:

- Insuficiente capacidad portante del terreno natural.
- Mala calidad, espesor o ejecución deficiente del relleno de plataforma seleccionado.
- Problemas localizados.
- Falta de mantenimiento.
- Inexistencia de zonas de resguardo en taludes.

El hecho de ejecutar una plataforma de trabajo con un relleno adecuado no elimina el riesgo puntual de colapso, por lo que es imprescindible hacer una exploración de toda la superficie de la obra para detectar y resolver posibles anomalías de carácter local.

Estas anomalías pueden ser:

- Rellenos de excavaciones mal ejecutados. Conviene sanear y compactar adecuadamente.
- “Blandones”. Cuando no sean zonas muy extensas es preferible eliminarlos a diseñar una plataforma más potente en toda la superficie de la obra.
- “Zonas duras”, causadas por cimentaciones preexistentes. Es recomendable eliminarlos y colocar un relleno en su lugar.

Por otro lado es esencial el mantenimiento de las plataformas, ya que es previsible su degradación parcial.

4. FACTORES DE DISEÑO

Los factores a tener en cuenta a la hora de diseñar accesos y plataformas son los siguientes:

4.1. Situación de la obra y condiciones de contorno:

Se estudiará la ubicación de los distintos tajos, la comunicación entre ellos, y la influencia de las tareas de construcción en el entorno.

Por norma general los ambientes urbanos presentarán mayores dificultades a la hora de proyectar los accesos a la obra, pero en cualquier caso deberán respetarse las especificaciones de seguridad mínimas reflejadas en este procedimiento.

El mantenimiento de una plataforma de trabajo estable minimizará el riesgo de afección a los edificios colindantes.

4.1.1. *Personal, vehículos, maquinaria de construcción, equipamiento, instalaciones fijas y acopios:*

Los accesos y plataformas deberán adaptarse al tipo de obra que se va a llevar a cabo, por lo que se estudiarán a la hora de su diseño todos los elementos que vayan a intervenir en los trabajos para que las operaciones se ejecuten con total seguridad. Es imprescindible conocer las dimensiones, el peso, y la carga que cada elemento va a transmitir al terreno de apoyo en cada actividad que realicen.

4.1.2. *Existencia de servicios afectados y obstáculos:*

Los servicios que se vean afectados deberán ser trasladados, y todos los obstáculos retirados, de manera que no existan elementos que entorpezcan el tránsito y el trabajo de personal, vehículos y maquinaria de construcción.

4.1.3. *Aptitud del terreno natural:*

Se analizará si el terreno natural posee una capacidad portante suficiente para soportar las cargas que le van a ser transmitidas. En caso de no ser resistente, se proyectará y ejecutará una plataforma con el material adecuado tal y como se indica en este procedimiento.

4.1.4. *Posición del nivel freático:*

El nivel freático intervendrá en el diseño del drenaje, marcará la cota mínima de la plataforma de trabajo en las tareas de perforación, e influirá decisivamente en las propiedades resistentes del terreno natural de cara a decidir si es necesario su refuerzo.

4.1.5. *Duración de los trabajos:*

Los accesos y plataformas deberán mantener sus características a lo largo de toda la obra, por lo que la durabilidad será factor clave de diseño, y se establecerá un plan de mantenimiento para evitar la degradación de todos los componentes.

4.1.6. *Climatología*

La climatología de la zona influirá de forma determinante en la durabilidad de los elementos ejecutados, por lo que se estudiará su efecto y se dispondrán los medios necesarios para evitar contratiempos durante la obra. Se cuidará en especial que el drenaje se ajuste a la pluviometría local.

4.2. **Especificaciones de accesos y plataformas**

Se reflejan a continuación las condiciones mínimas que deben cumplir accesos y plataformas. Las especificaciones indicadas constituyen recomendaciones generales basadas en las circunstancias típicas de las obras de cimentación, si bien los casos especiales deberán ser analizados con mayor precisión y podrán necesitar elementos de seguridad extraordinarios.

4.2.1. *Reconocimiento de las plataformas y zonas de accesos*

Para cualquier elemento que se proyecte será necesario realizar un reconocimiento de la totalidad de la superficie afectada, y deberán conocerse al menos las características en profundidad de los 2,00 primeros metros del terreno natural.

Se retirarán todos los obstáculos y cualquier zona blanda susceptible de producir asientos, procediendo a su sustitución por el material de relleno que se empleará en la plataforma. Del mismo modo, los puntos especialmente duros deberán estudiarse y reemplazarse en el caso de que se estime que representan una sección de peligro dentro de la plataforma.

4.2.2. *Drenaje*

Todos los elementos tendrán una pendiente tal que garantice el drenaje y que evite que se produzcan encharcamientos en el área de trabajo. Esta tarea es especialmente importante cuando la permeabilidad de las capas superiores es baja.

El drenaje superficial deberá proyectarse como una red que recoja la escorrentía superficial de toda la plataforma y de los márgenes que viertan hacia ella, y la conduzca hacia un desagüe. El diseño del drenaje incluirá el tratamiento de las aguas subterráneas que lleguen a la superficie.

Deberán tenerse en cuenta los factores topográficos, climatológicos, hidrológicos y geotécnicos a la hora de proyectar el drenaje, y se adoptarán soluciones eficientes, sencillas y de fácil mantenimiento.

Durante las obras se extremará la limpieza de los elementos de drenaje superficial (cunetas y zanjás), evitando su contaminación, y dejando los pasos provisionales necesarios para la circulación de los equipos. En el caso de que se prevean erosiones en los elementos de desagüe, se deberán revestir de hormigón o proteger con algún elemento que evite su deterioro.

4.2.3. Taludes

Los taludes que se ejecuten, tanto en desmonte como en terraplén, serán estables. Salvo que se realice un estudio de estabilidad que justifique valores diferentes, los taludes tendrán una inclinación máxima de 45° en terrenos de consistencia media arcillosos o limosos, y suelos arenosos y gravas, y de 35° en terrenos blandos arcillosos o rellenos antrópicos de estructura abierta. En suelos arcillosos muy blandos, con resistencias a compresión inferiores a 0,25 Kg/cm², se llevará a cabo un análisis específico para establecer las pendientes máximas compatibles con las características del material existente.

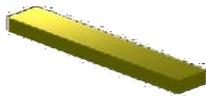
La altura de los taludes será inferior a 6 m, y será obligatorio mantener libre de circulación una zona de resguardo de entre 1,50 y 2,00 m dotada de topes de seguridad que impidan el acceso de vehículos y maquinaria pesada. Del mismo modo no estará permitido el acopio de tierras o material en las secciones definidas como resguardo.

Es conveniente dotar a la coronación del talud de cunetas protectoras que impidan la circulación de agua por los espaldones y las consiguientes inestabilidades.

4.2.4. Especificaciones particulares

- **Accesos desde el exterior y caminos para vehículos.**

Tramos **RECTOS**



Anchura mínima: 5,00 m.
Pendiente mínima: que garantice el drenaje.
Pendiente máxima: 12,00%.

Tramos en **CURVA**



Anchura mínima: 7,50 m.
Pendiente mínima: que garantice el drenaje.
Pendiente máxima: 8,00%.

- **Accesos entre tajos de maquinaria pesada.**

Anchura mínima: 7,50 m.
Pendiente mínima: que garantice el drenaje.
Pendiente máxima: 5 %

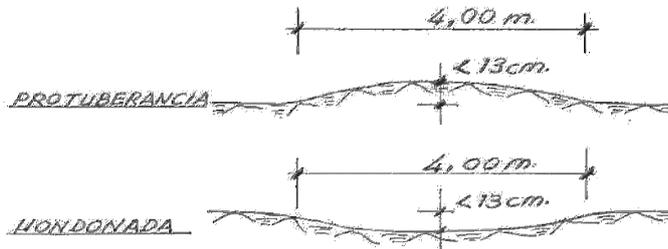
- **Plataformas de trabajo.**

Anchura mínima: 15,00 – 20,00 m.
Pendiente mínima: que garantice el drenaje.
Pendiente máxima: 2 %

La plataforma de trabajo estará situada siempre por encima del nivel freático, al menos 1,50 m. si se utilizan lodos de perforación para garantizar la presión positiva de los mismos sobre la carga de

agua. Este valor podrá reducirse en el resto de actividades en función de las características del terreno y del uso al que esté destinada la plataforma.

Las hondonadas o protuberancias máximas admisibles serán de 13,00 cm en una longitud de 4,00 m. tal y como se indica en la figura siguiente.



La plataforma de trabajo deberá ser estable ante las cargas que le sean transmitidas, por lo que será necesario comprobar la capacidad portante del terreno natural y compararla con la presión ejercida por la maquinaria. En caso de no ser el terreno suficientemente competente se estudiará la solución de plataforma más adecuada.

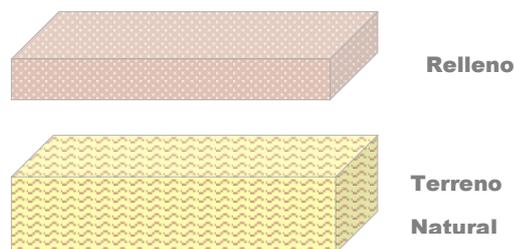
4.2.5. Secciones tipo de plataformas

1. Terreno natural.

Las plataformas en las que la capacidad portante del terreno es suficiente para soportar las cargas de obra.

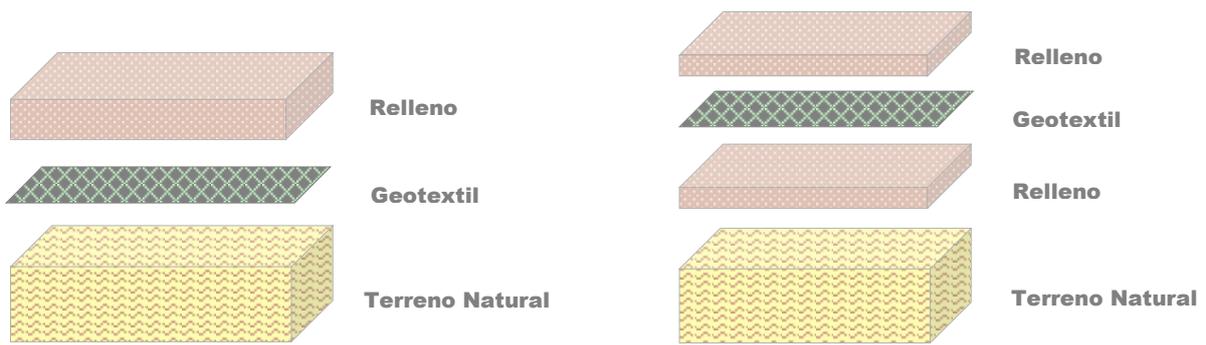
2. Relleno simple.

Las plataformas en las que el terreno natural por si solo no puede resistir la presión de la maquinaria de obra y debe sustituirse o reforzarse con un relleno de material y espesor adecuados.



3. Relleno y geomalla o geotextil de refuerzo.

En Plataformas en terreno natural de menor consistencia que el correspondiente al caso anterior, en las que se requiere un aumento de capacidad portante mediante la incorporación de un geotextil para evitar un espesor excesivo del material de relleno. Como normal general, en los casos en los que el espesor obtenido en el cálculo supere 1 m., deberá incluirse un geotextil cuya capacidad portante permita reducir dicho valor.



Configuración 1:

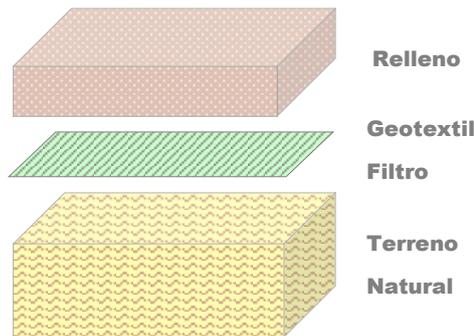
Geotextil entre sub-base y relleno

Configuración 2:

Geotextil entre capas de relleno

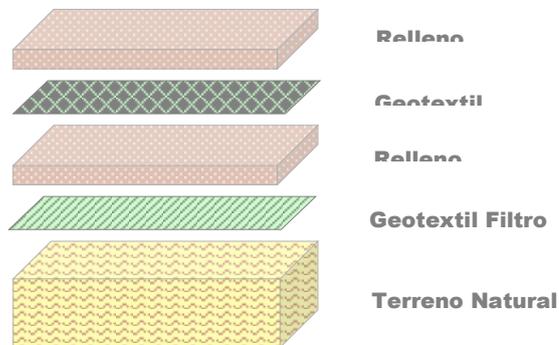
4. Relleno y geotextil filtro.

En plataformas en las que el relleno se asienta sobre una sub base cohesiva de baja consistencia y alto contenido de finos, la migración de estos últimos hacia el relleno puede llegar a producir asentamientos inadmisibles, por lo que será preciso intercalar entre ambas capas un geotextil que actúe como filtro y elimine este efecto.



5. Relleno, geotextil de refuerzo y geotextil filtro.

En Plataformas en las que se combinan las soluciones 3 y 4 y es necesario tanto un geotextil de refuerzo como uno de filtro.



6. *Mejora del terreno natural.*

En último caso, en plataformas en las que la calidad de la sub base es deficiente en profundidad, y en las que los diseños anteriores no son efectivos, deberá proyectarse un tratamiento de mejora global del terreno: inyecciones, precarga, compactación dinámica, columnas de grava, etc.

4.2.6. *Material de relleno.*

El material de relleno deberá cumplir las siguientes especificaciones:

- Pertenece como mínimo al grupo **TOLERABLE** según la clasificación del PG-3.
- Será granular y de buena calidad.
- El contenido de materia orgánica será inferior al 2%, y el contenido de yeso inferior al 5%.
- Del mismo modo se limitará el contenido de elementos que puedan dañar a la estructura que sobre él se asiente: sulfatos, etc.
- El contenido de finos será inferior al 15%. La plasticidad estará restringida por el límite líquido, que deberá ser inferior al 65%.
- El tamaño máximo de partículas será inferior al mínimo de los dos valores siguientes:
 - 150 mm.
 - 2/3 del espesor de cada tongada.
- Si este tamaño se considera excesivo para la ejecución de determinados trabajos como pilotes de pequeño diámetro, el valor podrá reducirse hasta 75 mm.
- El ángulo de rozamiento efectivo será superior a 35° para obtener una solución óptima desde los puntos de vista técnico y económico. Se recomienda un valor de 40°.
- El material de relleno permitirá el drenaje de forma natural.
- La puesta en obra se llevará a cabo en tongadas sucesivas de espesor uniforme (inferior a 25 cm) que permita con los medios disponibles obtener el grado de compactación exigido, que será al menos el 95% del ensayo Proctor Modificado.
- En la mayoría de los casos, un material granular bien graduado (gravas arenosas o arenas con gravas) con coeficiente de uniformidad D_{60}/D_{10} mayor que 6, proporcionará unos resultados satisfactorios, ya que facilitará la compactación, será estable y reducirá la intrusión de los finos de la subbase.

4.3. **Cálculo de plataformas**

4.3.1. *Método de cálculo propuesto*

El método de cálculo propuesto en este documento es de aplicación a las plataformas de trabajo y a los caminos de acceso entre tajos (donde circule la maquinaria pesada).

Para el cálculo de la capacidad portante de una plataforma de trabajo se pueden utilizar las hojas de cálculo que se adjuntan en el Anejo 4 o, directamente, los ábacos que se adjuntan en el Anejo 3. Las hojas de cálculo y los ábacos están desarrollados a partir del método de cálculo que se incluye en el Anejo 2. Se asume una rotura de la plataforma por punzonamiento seguida de una rotura global del estrato inferior.

Se han desarrollado dos hojas de cálculo, una para terrenos cohesivos y otra para terrenos granulares (ver anejo 4). Los datos de entrada de las hojas de cálculo son:

Las características del terreno

Para suelos granulares se introducirá el ángulo de rozamiento y el peso específico. En el caso de suelos cohesivos se introducirá la resistencia al corte sin drenaje. Estos parámetros geotécnicos deberán ser los de diseño, tomándose el valor característico de los mismos.

La presión transmitida por la máquina al terreno

Las hojas de cálculo presentadas en el anejo 4 incluyen el cálculo de la presión transmitida por la maquinaria al terreno. Se necesitará para ello los pesos de todos los elementos, las fuerzas desarrolladas durante el trabajo y los brazos de momento de los pesos y fuerzas. (Ver anejo 1)

De una manera preliminar se pueden obtener unas presiones medias a partir de los datos que se adjuntan en el apartado 3 del anejo 1. Si se van a introducir estos valores directamente en la hoja de diseño de plataforma se deberá introducir este valor mayorado por 1,5 y sólo considerar el caso 1 de carga (ver anejo 1).

Características del relleno para la plataforma

Se introducirán los valores del ángulo de rozamiento y del peso específico del material seleccionado.

En el anejo 3 se han incluido dos familias de ábacos, una para suelos granulares y otra para suelos cohesivos. Cada una de estas familias se ha clasificado para distintos rellenos de plataformas, para rellenos con ángulo de rozamiento de 35°, de 38° y de 40°. En el caso de suelos granulares se han elaborado ábacos considerando anchos de oruga de 0,7 m y de 1 m (ver anejo 3). Además se han contemplado las dos situaciones de cálculo que se explican en el Anejo 1. Los datos de entrada de los ábacos serán:

Las características del terreno

Se entra en los ábacos con los valores de diseño de los parámetros geotécnicos. Ángulo de rozamiento para suelos granulares y resistencia al corte sin drenaje para suelos cohesivos.

La presión transmitida por la máquina al terreno

Se obtendrá de una forma precisa utilizando la hoja de cálculo del anejo 1 para las dos situaciones de cálculo descritas en el mismo. Para cada uno de los dos casos de carga se seleccionará el ábaco correspondiente y se operará con ellos utilizando las cargas sin mayorar.

De una manera preliminar se pueden obtener unas presiones medias a partir de los datos que se adjuntan en el apartado 3 del anejo 1. En este caso se hará el prediseño utilizando sólo el ábaco para el caso 1 de carga y entrando en el mismo con la carga media tomada del anejo 1, mayorada 1,5 veces.

Características del relleno para la plataforma

Se considera que el rango de ángulo de rozamiento interno de los rellenos a utilizar estará comprendido entre 35° y 40°. Se presentan los ábacos clasificados en función del ángulo de rozamiento del relleno : 35°, 38° y 40°.

Para el cálculo del espesor de material de relleno para los accesos entre tajos se seguirá lo mismo que para las plataformas de trabajo pero teniendo sólo en cuenta el caso 1 de carga.

4.3.2. Limitaciones del método de cálculo empleado.

El mecanismo de fallo por punzonamiento, proporciona la base para un método simplificado de diseño del espesor de una plataforma de trabajo. No obstante, este método presenta las limitaciones que se enumeran a continuación, las cuales pueden hacer que el mismo no sea aplicable en algunos casos y que haya que recurrir a métodos más sofisticados:

- El mecanismo de rotura por punzonamiento es aplicable cuando la plataforma de trabajo es significativamente más resistente que el terreno situado por debajo de ella. Al menos un 20%-30%.
- No es aplicable cuando el terreno situado por debajo de la plataforma de trabajo no tenga prácticamente resistencia, tal y como es el caso de suelos cohesivos muy blandos con $C_u < 20$ kPa.
- No es aplicable en terrenos cohesivos con $C_u > 80$ kPa ni en terrenos granulares con $F > 35^\circ$
- No es aplicable cuando la relación entre el espesor de la plataforma y el ancho de las orugas o carriles de los equipos es superior a 1,5 ($H/B > 1,5$).
- Es aplicable sólo a terrenos horizontales o con pendientes inferiores al 10%. Para pendientes mayores el espesor de la plataforma deberá ser superior al hallado con este método.
- El espesor de la plataforma será siempre mayor o igual a 300 mm ó a $B/2$. Siendo B el ancho de la oruga.
- Se comprobará que la capacidad portante calculada con este método no sea superior a la capacidad portante del material de la plataforma considerándolo indefinido en profundidad.

5. CONTROLES DE LAS PLATAFORMAS

Las plataformas deben ser inspeccionadas y controladas por personal competente antes de su utilización y también durante su servicio. Es conveniente establecer un programa de control y mantenimiento de la plataforma.

5.1. Controles previos a la llegada de los equipos

Previamente a la llegada de los equipos a la obra y al comienzo de los trabajos, se llevará a cabo una visita a obra en la que se comprobarán todos los elementos relacionados con las plataformas de trabajo de acuerdo con el presente procedimiento. En caso de no cumplirse cualquiera de las especificaciones requeridas se realizarán las modificaciones oportunas antes de que se produzca la llegada de la maquinaria.

Se comprobará entre otros aspectos lo siguiente:

- Espesor y calidad del relleno de acuerdo con el diseño.
- Geometría de accesos y plataformas.
- Compactación.
- Hondonadas y protuberancias admisibles.
- Drenaje y posición del nivel freático.
- Taludes.
- Servicios afectados.

5.2. Controles en el momento de la descarga de los equipos

Una vez descargados los equipos en el tajo, y antes de disponerlos en la configuración definitiva, se hará circular la maquinaria pesada por las diferentes zonas de la plataforma de trabajo con el equipo en posición estable de transporte, tanto las grúas con la pluma desmontada, como los equipos de perforación con el mástil horizontal y las orugas cerradas.



Reconocimiento de toda la superficie
Retirada de obstáculos y servicios
Taludes: 35° - 45° / < 6 m / resguardo 2 m
Drenaje



Comprobación
ACCESOS Y CAMINOS
 para vehículos

Rectas
 Anchura > 5,00 m
 Pendiente < 12 %
 Drenaje
Curvas
 Anchura > 7,50 m
 Pendiente < 8%
 Drenaje

Comprobación
ACCESOS ENTRE TAJOS
 para maquinaria pesada

 Anchura > 7,50 m
 Pendiente < 5 %
 Drenaje

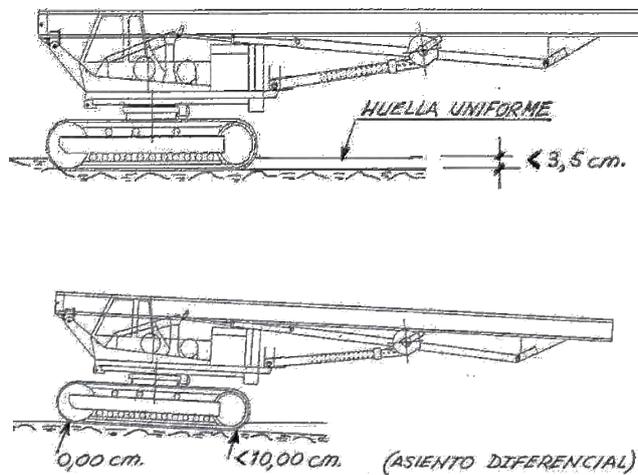
Comprobación
PLATAFORMAS DE TRABAJO

 Cota
 Anchura > 15,00 m
 Pendiente < 2 %
 Hondonadas < 13 cm
 Protuberancias < 13 cm
 Drenaje
 Capacidad portante

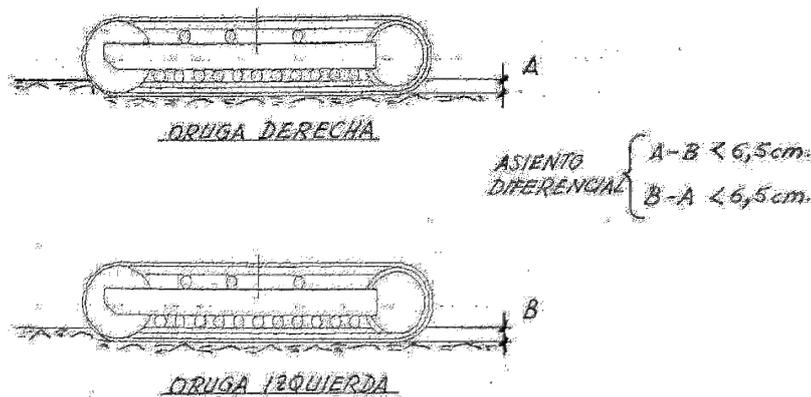
Comprobación
PLATAFORMAS
 Instalaciones y acopios

 Dimensiones suficientes
 Pendiente < 2 %
 Drenaje

La huella dejada en el suelo deberá ser uniforme y no sobrepasará 3,5 cm, llevando a cabo la medida en la parte plana de la teja sin contar la huella de la nervadura. Si la huella no fuera uniforme, se limitará su valor máximo a 10 cm.



Por último, la diferencia de asientos entre las dos orugas deberá ser inferior a 6 cm.

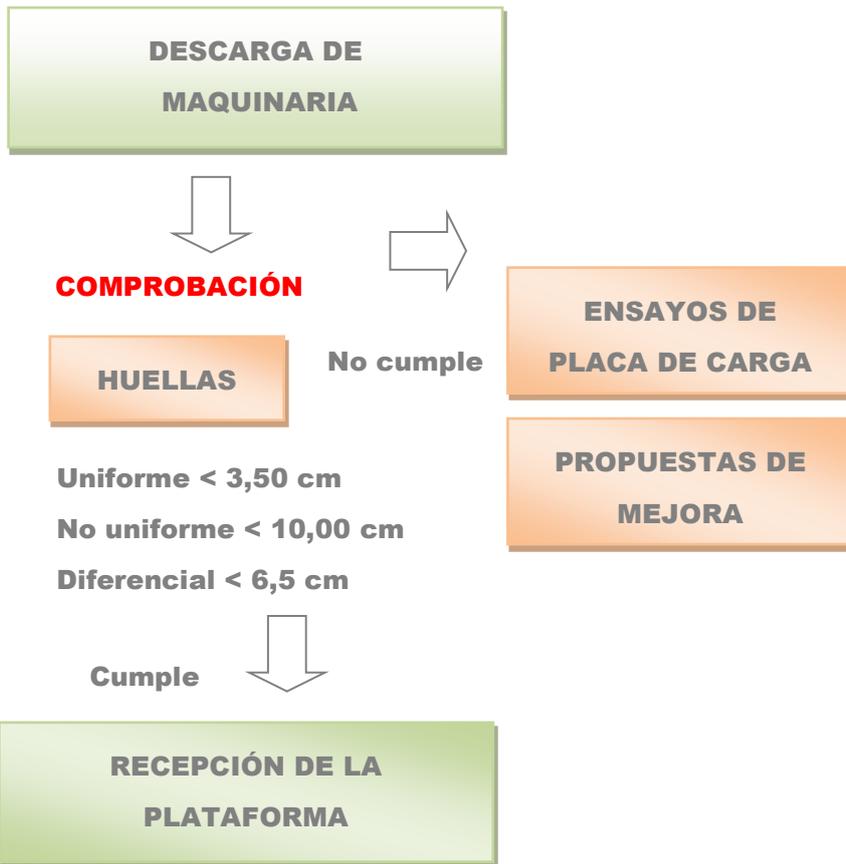


Si existen dudas acerca de la capacidad portante de la plataforma en cualquier sección de la plataforma se llevarán a cabo placas de carga.

Las placas de carga servirán para cuantificar las deformaciones de la plataforma de trabajo, y se ajustarán a los siguientes criterios:

- El ensayo se realizará sólo en caso de que la fiabilidad de la plataforma no sea suficiente, según lo referido en los apartados anteriores.
- Si las dudas acerca de la calidad de la plataforma son generales se realizará un primer estudio en base a una placa de carga cada 200 m².
- En caso de ser los resultados dispares se establecerán mallas más pequeñas para afinar el análisis.
- Si la zona problemática es localizada, se llevarán a cabo uno o dos ensayos en dicha sección dependiendo de su superficie.

En cualquier caso será necesario realizar una placa de carga en una zona resistente de la plataforma de trabajo para que se puedan contrastar los resultados obtenidos en las secciones desfavorables



FALTA DE FIABILIDAD DE LA PLATAFORMA



5.3. Mantenimiento y control de la plataforma durante su funcionamiento

El mantenimiento de las plataformas de trabajo es una tarea esencial que debe realizarse de forma continua durante la ejecución de los trabajos. Es imprescindible que se mantengan las condiciones iniciales de las plataformas, por lo que cualquier deterioro que se produzca deberá ser rectificado de forma inmediata para recuperar las características originales.

Se pondrá especial atención en el mantenimiento de las zonas singulares de la plataforma, tales como los accesos a la obra, las secciones con un tráfico continuo de maquinaria pesada, y en general todas las rampas que existan en el tajo.

Es conveniente establecer una rutina de inspecciones en plataformas y accesos por personal competente de la obra. La frecuencia de estas inspecciones dependerá entre otros de los siguientes factores:

- Tipo de maquinaria utilizada.
- Frecuencia de pasadas de maquinaria pesada.
- Frecuencia de pasada de camiones hormigonera.
- Drenaje, contaminación de la plataforma y degradación del material de plataforma.

6. RESUMEN DE LAS RECOMENDACIONES

Se presenta en el **anexo 5** el “**Documento Reducido**”. Documento donde se resumen todas las recomendaciones anteriormente descritas. Se hace referencia en este documento a las actuaciones comunes en el diseño y ejecución de las plataformas de trabajo y accesos. También se incluye un resumen de características geométricas de taludes, caminos de accesos y plataformas. Por último se resumen las características del material de relleno y el control inicial de la plataforma.

7. DOCUMENTO DE ACREDITACIÓN DE PLATAFORMAS

En el anexo 6 se incluye el “Documento de Acreditación de Plataformas de Trabajo”. El documento representa la confirmación por parte del contratista principal de que el diseño y ejecución de accesos y plataformas de trabajo se han realizado correctamente y permiten el desarrollo de los trabajos de forma segura.

8. BIOGRAFÍA

- Building Research Establishment (BRE). Working Platform for Tracked Plant. Watford. 2004. 53 p.
- DAS, M. BRAJA. “Shallow Foundations. Bearing Capacity and Settlement”. 2a de. Boca Raton: CRC Press, 2009. 344 pag.
- DIAZ, S. “Análisis de Estabilidad de plataformas de trabajo para grandes máquinas sobre orugas” Septiembre 2012. 90 p. Tesina del máster “Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica” del CEDEX.
- HANNA, A.M. “Design charts for ultimate bearing capacity of foundations on sand overlying soft clay”. *Canadian Geotechnical Journal*. Volume 17 : 300-303, 1980.
- HANNA, A.M. “Foundations on strong sand overlying weak sand”. *Journal of Geotechnical Engineering, ASCE* Volume 107 (GT7): 915-927. 1981.
- HANNA, A.M. & MEYERHOF, G.G. “Ultimate bearing capacity of foundations on a three-layer soil, with special reference to layered sand”. *Canadian Geotechnical Journal*. Volume 16 : 412-414, 1980

ANEJO 1. PRESIONES TRANSMITIDAS POR LA MAQUINARIA. SITUACIONES DE CÁLCULO

1. INTRODUCCIÓN

No es fácil determinar la carga que la maquinaria va a aplicar a la plataforma de trabajo. Se recomienda la simplificación de la distribución de presiones para su uso en los cálculos de diseño. Cuando exista excentricidad de la resultante de las acciones respecto al centro geométrico de las orugas se tomará como dimensiones de la oruga unas magnitudes equivalentes. La longitud equivalente será igual a la longitud de la oruga menos dos veces la excentricidad de la resultante de cargas. El ancho equivalente será el mismo que el ancho nominal de la oruga.

Se debe recopilar información acerca de las masas y los brazos de momento de cada elemento de la maquinaria, así como de las fuerzas que va a generar durante su trabajo. Para cada situación de cálculo (parada, desplazamiento, perforando, modo grúa) se deberá obtener la resultante de todas las fuerzas y la excentricidad de esta resultante respecto al centro geométrico de las orugas. Con estos datos se tomará para cada situación de cálculo unas dimensiones efectivas y una presión media sobre el terreno. (Ver hoja de cálculo)

Como se verá en el siguiente apartado, las situaciones de cálculo se agrupan en dos casos. A cada caso se le aplica un factor de seguridad. Se tomará la situación más desfavorable para cada uno de los casos.

Hay que tener en cuenta que puede haber variaciones significativas en las presiones transmitidas por orugas similares. Estas variaciones pueden deberse a diferencias en la fabricación, modificaciones del usuario y en la naturaleza de la operación.

A modo de predimensionamiento se pueden tomar unos valores medios de las presiones transmitidas por la maquinaria. En el apartado 3 de este anejo se detallan algunos valores. El coeficiente de seguridad aplicado a las cargas obteniéndolas de este modo deberá ser superior al detallado en el apartado siguiente.

2. SITUACIONES DE CÁLCULO.

Se va a seguir en este punto las consideraciones del manual del BRE "WORKING PLATFORMS FOR TRACKED PLANT". Se distinguen dos casos de cálculo:

2.1. Caso 1.

Las cargas aplicadas en este caso se dan en una situación en las que el operador de la máquina no puede recuperar la estabilidad de la misma debido a un fallo de la plataforma. Se incluyen en este caso las siguientes operaciones:

- Estacionado o parado.
- Desplazamiento.
- Manipulación en modo grúa.

2.2. Caso 2.

Las cargas aplicadas en este caso se dan en situaciones en las que el operador de la máquina puede controlar la carga con seguridad. Por ejemplo, liberando carga o reduciendo la potencia para evitar el fallo inminente de la plataforma. Se pueden incluir en este caso operaciones como:

- Instalación de entubación.
- Perforación.
- Extracción del taladro.
- Extracción de la entubación.
- Desplazamiento sobre las orugas o giro con mástil fijo con pie o carga fija.

Para cada uno de los dos casos se obtendrá la situación de mayor carga. Además de las cargas hay que hallar la longitud efectiva de la oruga, ya que esto puede determinar la situación más adversa.

Los valores de diseño para las cargas se calculan aplicando un factor de seguridad a las correspondientes valores característicos:

Valor de diseño de la carga para el caso 1.

q_{2d} = Valor de diseño de la carga para el caso 2.

γ_q = Factor de seguridad

q_{1k} = valor característico de la carga para el caso 1.

q_{2k} = Valor característico de la carga para el caso 2.

El valor del factor de seguridad para cada caso va a depender de dos situaciones de plataforma (ver tabla 1):

- El terreno tiene capacidad portante suficiente y no necesita disponer una plataforma.
- Es preciso la construcción de una plataforma ya que el terreno existente no dispone de capacidad portante suficiente.

TIPO DE OPERACIÓN	¿SE CONSTRUYE LA PLATAFORMA DE TRABAJO?	
	NO	SI
Caso 1	2,0	1,6
Caso 2	1,5	1,2

Tabla 1. Valores del factor de seguridad

3. PESOS Y PRESIONES MEDIAS TRANSMITIDAS POR EQUIPOS CONVENCIONALES

A continuación se detallan los pesos medios de los equipos más usados en trabajos geotécnicos:

Equipos de micropilotes (perforadoras):

- Equipos pequeños = 35 Ton.
- Equipos grandes = 50 Ton.

Equipos de pantallas (Grúa + Equipo hidráulico):

- LIEBHERR HS 853 = 85 Ton.
- LINK BELT 318 = 75 Ton.

Equipos de pilotes:

- CM-48 = 35 Ton.
- CM-70 = 61 Ton.
- CM-1200- BG 36 = 140 Ton.

Por su parte, las presiones medias transmitidas por estos equipos al terreno:

Equipos de micropilotes (perforadoras):

1. 2,00 kp/cm² para cualquier equipo.

Equipos de pantallas (Grúa + Equipo hidráulico):

- 2,50 kp/cm² para Grúa tipo LIEBHERR HS 853.
- 2,00 kp/cm² para Grúa tipo LINK BELT 318.

Equipos de pilotes:

- 1,01 kp/cm² para CM-48.
- 1,68 kp/cm² para CM-70.
- 3,90 kp/cm² para CM-1200- BG 36.

ANEJO 2. CAPACIDAD PORTANTE DE LAS PLATAFORMAS DE TRABAJO.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de estabilidad de las plataformas de trabajo para maquinaria pesada guiada por orugas se va a plantear como una cimentación rectangular rugosa apoyada sobre un terreno estratificado. El terreno va a estar compuesto por dos capas de material. La capa inferior (terreno existente) es un suelo más débil que la capa superior. Esta última está constituida por un relleno granular bien compactado.

Meyerhof y Hanna (1980) desarrollaron una teoría para estimar la capacidad de carga última de una cimentación superficial continua y rugosa apoyada en una capa de suelo firme sobre una capa de suelo más débil. Esta teoría es aplicable cuando la relación entre el ancho de la cimentación y el espesor de la capa firme es relativamente pequeña. En estas condiciones consideran que el mecanismo de fallo de la cimentación consiste en una rotura por punzonamiento de la capa superior seguido por un mecanismo de rotura general en la capa inferior. Ver figura 1. Considerando la unidad de longitud de una cimentación en faja, la capacidad de carga última se puede expresar como:

$$q_u = q_b + \frac{2(C_a + P_p \sin(\delta))}{B} - \gamma_1 H \quad (1)$$

donde:

q_u = Capacidad última de carga del suelo.

q_b = Capacidad última de carga del suelo blando.

C_a = Fuerza cohesiva a lo largo de las líneas aa' y bb' (ver figura 1)

P_p = Fuerza pasiva en las caras aa' y bb'

δ = Ángulo que forma la fuerza pasiva con la horizontal.

B = Ancho de la cimentación.

γ_1 = Densidad de la capa de suelo superior.

H = Espesor de la capa superficial de suelo bajo la cimentación.

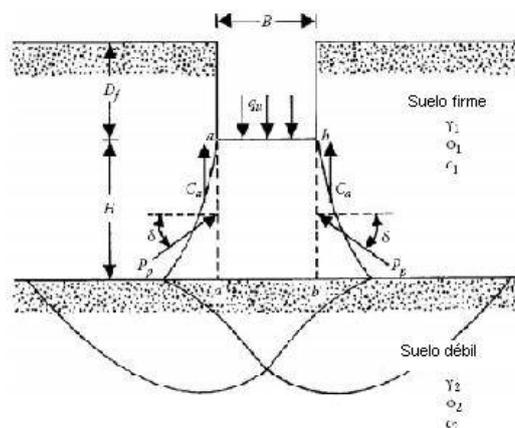


FIGURA 1. Cimentación continua sobre terreno estratificado. Capa superior más firme que la inferior (Das, 2009)

De la ecuación (1), los valores C_a y P_p se pueden obtener a partir de,

$$C_a = c_a H \quad (2)$$

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma_1 H^2 \left(\frac{K_{pH}}{\cos(\delta)} \right) + \gamma_1 H D_f \left(\frac{K_{pH}}{\cos(\delta)} \right) \quad (3)$$

donde

c_a = Adherencia unitaria.

K_{pH} =Componente horizontal del coeficiente de empuje pasivo.

D_f = Profundidad de la cimentación.

En el problema que se está tratando el suelo superior va a ser granular y la cimentación no está empotrada en el terreno. Por esto, a partir de aquí se van a considerar D_f y C_a nulos.

La capacidad última de carga del suelo blando se puede obtener de:

$$q_b = c_2 N_{c(2)} + \gamma_1 H N_{q(2)} + \frac{1}{2} \gamma_2 B N_{\gamma(2)} \quad (4)$$

donde

c_2 = Cohesión de la capa de suelo inferior.

γ_1 = Densidad de la capa de suelo inferior.

$N_{c(2)}, N_{q(2)}, N_{\gamma(2)}$ = Factores de capacidad de carga de la capa de suelo inferior.

De las ecuaciones (1),(3) y (4) se obtiene la expresión de la carga última de hundimiento:

$$q_u = c_2 N_{c(2)} + \gamma_1 H N_{q(2)} + \frac{1}{2} \gamma_2 B N_{\gamma(2)} + \gamma_1 H^2 \left(\frac{K_{pH}}{\cos(\delta)} \right) \left(\frac{\sin(\delta)}{B} \right) - \gamma_1 H \quad (5)$$

$$q_u = c_2 N_{c(2)} + \gamma_1 H N_{q(2)} + \frac{1}{2} \gamma_2 B N_{\gamma(2)} + \gamma_1 H^2 \left(\frac{K_{pH} \tan(\delta)}{B} \right) - \gamma_1 H \quad (6)$$

La expresión anterior se puede escribir también como:

$$q_u = c_2 N_{c(2)} + \gamma_1 H N_{q(2)} + \frac{1}{2} \gamma_2 B N_{\gamma(2)} + \left(\frac{\gamma_1 H^2}{B} \right) K_s \tan(\phi_1) - \gamma_1 H \quad (7)$$

Se obtiene (7) a partir de la consideración que:

$$K_{pH} \tan(\delta) = K_s \tan(\phi_1) \quad (8)$$

donde

K_s = Coeficiente de corte a punzonamiento.

ϕ_1 = Ángulo de rozamiento interno efectivo de la base granular.

La expresión (7) permite obtener la capacidad última de carga para una cimentación rugosa en faja apoyada en un terreno bicapa, donde la capa más superficial es granular y más resistente que la inferior. Para una cimentación rectangular la expresión (7) se puede modificar introduciendo unos factores de forma.

$$q_u = c_2 N_{c(2)} F_c + \gamma_1 H N_{q(2)} F_q + \frac{1}{2} \gamma_2 B N_{\gamma(2)} F_\gamma + \left(1 + \frac{B}{L}\right) \left(\frac{\gamma_1 H^2}{B}\right) K_s \tan(\phi_1) - \gamma_1 H \quad (9)$$

donde

L= largo de la cimentación.

F_c, F_q, F_γ=Factores de forma.

2. BASE GRANULAR DENSA SOBRE SUELO COHESIVO.

Para una subbase compuesta por un suelo cohesivo se realiza un cálculo de estabilidad en condiciones no drenadas. Así, el ángulo de rozamiento de la arcilla se tomará igual a 0°. Como cohesión se adopta el valor de la resistencia al corte sin drenaje. Para los factores de forma y los factores de capacidad de carga se tomarán los siguientes valores:

$$F_c = 1 + 0,2 \frac{B}{L} \quad (10)$$

$$F_q = F_\gamma = 1 \quad (11)$$

$$N_c = \pi + 2 \quad (12)$$

$$N_q = 1 \quad (13)$$

$$N_\gamma = 0 \quad (14)$$

Introduciendo los valores de (8),(10),(11),(12),(13),(14) en (9), se obtiene la capacidad de carga última para una cimentación rectangular apoyada en un estrato granular denso sobre una arcilla blanda (para relaciones de H/B < 1,5).

$$q_u = 5,14 c_2 \left(1 + 0,2 \frac{B}{L}\right) + \left(1 + \frac{B}{L}\right) \left(\frac{\gamma_1 H^2}{B}\right) K_{pH} \tan(\delta) \quad (15)$$

Coeficiente de corte a punzonamiento $K_{p \tan(d)}$

Para el caso de subbase cohesiva se va a tomar en consideración los valores que da el "British Research Establishment" (BRE) en su manual "Working Platform for Tracked Plants" para el coeficiente $K_{p \tan(d)}$. Este manual aporta unos valores que dependen únicamente del valor del ángulo de rozamiento del material de relleno.

Hanna (1980) obtuvo empíricamente el coeficiente de corte a punzonamiento. Obtuvo valores de este coeficiente dependientes no sólo del ángulo de rozamiento interno del estrato superior más competente (material de relleno en nuestro caso), sino también del ancho de la cimentación y de la capacidad portante del suelo cohesivo.

Se opta por tomar los valores que da el BRE ya que simplifica los cálculos y además se ha comprobado que las diferencias en el cálculo utilizando uno u otro coeficiente no son significativas (Diaz,2012).

F_1	$K_p \tan(d)$
35°	3,1
40°	5,5
45°	10

Tabla 1. Valores de $K_p \tan(d)$ en función del ángulo de rozamiento de la plataforma, para el caso de subbase cohesiva.

3. BASE GRANULAR DENSA SOBRE SUELO GRANULAR FLOJO.

Este caso se trata de dos capas granulares. La superior compacta y la inferior floja. La cohesión en ambas capas se considera nula. Los factores de forma y los de capacidad de carga se obtendrán de lo siguiente:

$$F_q = 1 + 1,5 \tan(\Phi) \frac{B}{L} \quad (16)$$

$$F_v = 1 - 0,3 \frac{B}{L} \quad (17)$$

$$N_q = \left(\tan \left(45 + \frac{\Phi}{2} \right) \right)^2 \exp(\pi \tan(\Phi)) \quad (18)$$

$$N_v = 2(N_q + 1) \tan(\Phi) \quad (19)$$

La carga de hundimiento para relaciones H/B pequeñas para una cimentación rectangular apoyada sobre un terreno bicapa granular, donde la capa superior es compacta y la inferior es floja se puede expresar como:

$$q_u = \gamma_1 H N_{q(2)} \left(1 + 1,5 \tan(\Phi_2) \frac{B}{L} \right) + \frac{1}{2} \gamma_2 B N_{v(2)} \left(1 - 0,3 \frac{B}{L} \right) + \left(1 + \frac{B}{L} \right) \left(\frac{\gamma_1 H^2}{B} \right) K_s \tan(\Phi_1) - \gamma_1 H \quad (20)$$

Coefficiente de corte a punzonamiento K_s .

El valor de K_s en el caso de base granular compacta sobre una arena floja lo proporcionó Hanna (1981) a través de un gráfico. Para obtener el valor de K_s es necesario conocer los ángulos de rozamiento de las dos capas. Hanna sugiere utilizar los valores del ángulo de rozamiento interno obtenidos de un ensayo de corte directo. Ver figura 2.

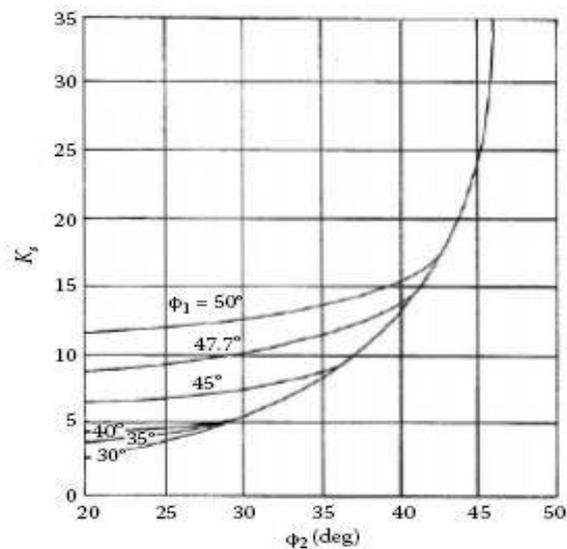


Figura 2. Variación de K_s para una capa de arena compacta sobre una arena floja. (Hanna, 1981).

En este gráfico F_2 se refiere al ángulo de rozamiento de la subbase cohesiva y F_1 al ángulo de rozamiento interno del material de la plataforma.

Para este caso de suelo granular se toma como referencia el artículo de Hanna (1981) en lugar del manual del BRE ya que este último se considera muy conservador.

4. REFUERZO CON GEOMALLAS.

Se va a seguir como procedimiento de cálculo el propuesto por el BRE en su manual de plataformas de trabajo para maquinaria sobre orugas. La resistencia de soporte aportada por el refuerzo debe ser evaluado. Proponen un cálculo simplificado basado en el mecanismo de rotura por punzonamiento. La resistencia de soporte se calculará como $2T_d/B$. Se calculará la capacidad última de carga como:

$$q_{UR} = q_b + \left(1 + \frac{B'}{L}\right) \left(\frac{\gamma_1 H^2}{B'}\right) K_s \tan(\phi_1) + 2T_d/B' \quad (21)$$

donde

q_{UR} = Carga última de hundimiento con refuerzo de geomalla.

q_b = Carga última de hundimiento de la subbase. Ver (15) y (20).

T_d = Tensión de diseño del refuerzo.

$$T_d = \frac{T_{ult}}{2} \quad (22)$$

donde

T_{ULT} =Resistencia última de tracción de la geomalla.

En caso de que se diseñe la obra para una larga duración se deberán tener en cuenta unos factores de reducción de la resistencia de la geomalla. Los factores de reducción a aplicar vienen indicados en las fichas técnicas de las geomallas. Estos factores son por daño en la instalación de la geomalla, por el envejecimiento del material y por durabilidad. En cualquier caso, lo más habitual es que las plataformas de trabajo sean provisionales, por lo que no es necesario aplicar factores de reducción a la resistencia de la geomalla.

5. DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DE TRABAJO SOBRE UN SUELO COHESIVO

- Obtención de la resistencia al corte sin drenaje (C_u).

Se tomará como valor de la resistencia al corte sin drenaje para el diseño el valor característico de la resistencia al corte sin drenaje del material arcilloso.

- Cálculo de presiones transmitidas al terreno en función de pesos y dimensiones de la oruga
: $q_{1k}, q_{2k}, B', L'_1, L'_2$. Donde,

B' = ancho efectivo de la oruga.

L'_1 = longitud efectiva de la oruga en el caso 1.

L'_2 = longitud efectiva de la oruga en el caso 2.

q_{1k} = presión característica en el caso 1.

q_{2k} = presión característica en el caso 2.

- Comprobación de la capacidad resistente del terreno.

Si $5,14 c_u \left(1 + 0,2 \frac{B'}{L'}\right) \geq 2 * q_{1k}$ y $5,14 c_u \left(1 + 0,2 \frac{B'}{L'}\right) \geq 1,5 * q_{2k}$ entonces no será necesario construir una plataforma. En caso contrario seguir con los pasos siguientes.

- Comprobación de la capacidad resistente del material de la plataforma.

Deberá satisfacer:

$$\frac{1}{2} \gamma_1 B' N_{\gamma(1)} \left(1 - 0,3 \frac{B'}{L'_1}\right) \geq 1,6 q_{1k}$$

$$\frac{1}{2} \gamma_1 B' N_{\gamma(1)} \left(1 - 0,3 \frac{B'}{L'_2}\right) \geq 1,2 q_{2k}$$

$$\frac{1}{2} \gamma_1 B' N_{\gamma(1)} \left(1 - 0,3 \frac{B'}{L'_1}\right) > 5,14 c_u \left(1 + 0,2 \frac{B'}{L'}\right)$$

$$\frac{1}{2} \gamma_1 B' N_{\gamma(1)} \left(1 - 0,3 \frac{B'}{L'_2}\right) > 5,14 c_u \left(1 + 0,2 \frac{B'}{L'}\right)$$

- Cálculo del espesor de la plataforma.

Se tomará el mayor entre:

$$H \geq 0,30 \text{ m}$$

$$H \geq \frac{B'}{2}$$

$$H \geq \sqrt{\frac{1,6 q_{1k} - 5,14 C_u \left(1 + 0,2 \frac{B'}{L'_1}\right)}{\left(1 + \frac{B'}{L'_1}\right) \left(\frac{Y_1}{B'}\right) K_p \tan(\delta)}}$$

$$H \geq \sqrt{\frac{1,2 q_{2k} - 5,14 C_u \left(1 + 0,2 \frac{B'}{L'_2}\right)}{\left(1 + \frac{B'}{L'_2}\right) \left(\frac{Y_1}{B'}\right) K_p \tan(\delta)}}$$

- Cálculo del espesor de la plataforma utilizando geomalla.

Se deberá verificar:

$$H \geq 0,30 \text{ m}$$

$$H \geq \frac{B'}{2}$$

$$H \geq \sqrt{\frac{1,25 q_{1k} - 5,14 C_u \left(1 + 0,2 \frac{B'}{L'_1}\right)}{\left(1 + \frac{B'}{L'_1}\right) \left(\frac{Y_1}{B'}\right) K_p \tan(\delta)}}$$

$$H \geq \sqrt{\frac{1,05 q_{2k} - 5,14 C_u \left(1 + 0,2 \frac{B'}{L'_2}\right)}{\left(1 + \frac{B'}{L'_2}\right) \left(\frac{Y_1}{B'}\right) K_p \tan(\delta)}}$$

$$H \geq \sqrt{\frac{1,6 q_{1k} - 5,14 C_u \left(1 + 0,2 \frac{B'}{L'_1}\right) - \frac{2T_d}{B'}}{\left(1 + \frac{B'}{L'_1}\right) \left(\frac{Y_1}{B'}\right) K_p \tan(\delta)}}$$

$$H \geq \sqrt{\frac{1,2 q_{2k} - 5,14 C_u \left(1 + 0,2 \frac{B'}{L'_2}\right) - \frac{2T_d}{B'}}{\left(1 + \frac{B'}{L'_2}\right) \left(\frac{Y_1}{B'}\right) K_p \tan(\delta)}}$$

6. DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DE TRABAJO SOBRE SUELO GRANULAR FLOJO

Obtención de la densidad aparente y del ángulo de rozamiento efectivo interno (γ_2, ϕ_2).

Se tomarán para el diseño el valor característico de estos parámetros.

- Cálculo de presiones transmitidas al terreno en función de pesos y dimensiones de la oruga
: $q_{1k}, q_{2k}, B', L'_1, L'_2$. Donde,

B' = ancho efectivo de la oruga.

L'_1 = longitud efectiva de la oruga en el caso 1.

L'_2 = longitud efectiva de la oruga en el caso 2.

q_{1k} = presión característica en el caso 1.

q_{2k} = presión característica en el caso 2.

- Comprobación de la capacidad resistente del terreno.

Si $\frac{1}{2} \gamma_2 B' N_{\gamma(2)} \left(1 - 0,3 \frac{B'}{L'_1}\right) \geq 2 * q_{1k}$ y $\frac{1}{2} \gamma_2 B' N_{\gamma(2)} \left(1 - 0,3 \frac{B'}{L'_2}\right) \geq 1,5 * q_{2k}$ entonces no será necesario construir una plataforma. En caso contrario seguir con los pasos siguientes.

- Comprobación de la capacidad resistente del material de la plataforma.

Deberá satisfacer:

$$\frac{1}{2} \gamma_1 B' N_{\gamma(1)} \left(1 - 0,3 \frac{B'}{L'_1}\right) \geq 1,6 q_{1k}$$

$$\frac{1}{2} \gamma_1 B' N_{\gamma(1)} \left(1 - 0,3 \frac{B'}{L'_2}\right) \geq 1,2 q_{2k}$$

$$\frac{1}{2} \gamma_1 B' N_{\gamma(1)} > \frac{1}{2} \gamma_2 B' N_{\gamma(2)}$$

- Cálculo del espesor de la plataforma.

Se tomará el mayor entre:

$$H \geq 0,30 m$$

$$H \geq \frac{B'}{2}$$

$$H \geq \frac{\gamma_1 (1 - N_{q(2)} f_q) \sqrt{\left(\gamma_1 N_{q(2)} f_q - \gamma_1\right)^2 - 4 \left(f_s \frac{\gamma_1}{B'} K_s \tan(\Phi_1)\right) \left(\frac{1}{2} \gamma_2 B' N_{\gamma(2)} f_\gamma - 1,6 q_{1k}\right)}}{2 \left(f_s \frac{\gamma_1}{B'} K_s \tan(\Phi_1)\right)}$$

$$H \geq \frac{\gamma_1 (1 - N_{q(2)} f_q) \sqrt{\left(\gamma_1 N_{q(2)} f_q - \gamma_1\right)^2 - 4 \left(f_s \frac{\gamma_1}{B'} K_s \tan(\Phi_1)\right) \left(\frac{1}{2} \gamma_2 B' N_{\gamma(2)} f_\gamma - 1,2 q_{2k}\right)}}{2 \left(f_s \frac{\gamma_1}{B'} K_s \tan(\Phi_1)\right)}$$

donde,

f_q = Factor de forma que afecta a N_q . (ver apartado 3 del presente anejo)

f_γ = Factor de forma que afecta a N_γ . (ver apartado 3 del presente anejo)

f_s = Factor de forma que afecta a la resistencia a punzonamiento.

$$f_s = \left(1 + \frac{B}{L}\right)$$

Cálculo del espesor de la plataforma utilizando geomalla.

Se deberá verificar:

$$H \geq 0,30 \text{ m}$$

$$H \geq \frac{B'}{2} \quad H \geq \frac{\gamma_1(1 - N_{q(2)}f_q) + \sqrt{\gamma_1 N_{q(2)}f_q - \gamma_1} - 4 \left(\left(f_s \frac{\gamma_1}{B'} K_s \tan(\Phi_1) \right) \left(\frac{1}{2} \gamma_2 B' N_{\gamma(2)} f_\gamma - 1,25 q_{1k} \right) \right)}{2 \left(f_s \frac{\gamma_1}{B'} K_s \tan(\Phi_1) \right)}$$

$$H \geq \frac{\gamma_1(1 - N_{q(2)}f_q) + \sqrt{\gamma_1 N_{q(2)}f_q - \gamma_1} - 4 \left(\left(f_s \frac{\gamma_1}{B'} K_s \tan(\Phi_1) \right) \left(\frac{1}{2} \gamma_2 B' N_{\gamma(2)} f_\gamma - 1,05 q_{2k} \right) \right)}{2 \left(f_s \frac{\gamma_1}{B'} K_s \tan(\Phi_1) \right)}$$

$$H \geq \frac{\gamma_1(1 - N_{q(2)}f_q) + \sqrt{\gamma_1 N_{q(2)}f_q - \gamma_1} - 4 \left(\left(f_s \frac{\gamma_1}{B'} K_s \tan(\Phi_1) \right) \left(\frac{1}{2} \gamma_2 B' N_{\gamma(2)} f_\gamma + \frac{2T_d}{B'} - 1,6 q_{1k} \right) \right)}{2 \left(f_s \frac{\gamma_1}{B'} K_s \tan(\Phi_1) \right)}$$

$$H \geq \frac{\gamma_1(1 - N_{q(2)}f_q) + \sqrt{\gamma_1 N_{q(2)}f_q - \gamma_1} - 4 \left(\left(f_s \frac{\gamma_1}{B'} K_s \tan(\Phi_1) \right) \left(\frac{1}{2} \gamma_2 B' N_{\gamma(2)} f_\gamma + \frac{2T_d}{B'} - 1,2 q_{1k} \right) \right)}{2 \left(f_s \frac{\gamma_1}{B'} K_s \tan(\Phi_1) \right)}$$

ANEJO 3. ÁBACOS

Se han desarrollado **18 ábacos que permiten el diseño de plataformas de trabajo**. Estos ábacos se pueden dividir en dos familias, una para suelos cohesivos y otra para suelos granulares. En cada una de estas “familias” se han desarrollado ábacos para plataformas con materiales de ángulo de rozamiento de 35°, 38° y 40°. También se han desarrollado para los dos casos de carga explicados en el anejo 1.

En el caso de **subbase cohesiva** puede ser utilizado para cualquier tipo de oruga. La única precaución que hay que tomar es en el caso de que la oruga tenga un ancho menor a 70 cm. En este caso habrá que comprobar que la rotura global de la plataforma (supuesta indefinida en profundidad) es superior a las presiones transmitidas.

$$\frac{1}{2} \gamma_1 B' N_{\gamma(1)} \left(1 - 0,3 \frac{B'}{L'_1} \right) \geq 1,6 q_{1k}$$

$$\frac{1}{2} \gamma_1 B' N_{\gamma(1)} \left(1 - 0,3 \frac{B'}{L'_2} \right) \geq 1,2 q_{2k}$$

Estos ábacos para suelos cohesivos se han elaborado tomando como dimensiones de oruga las siguientes: ancho de oruga de 0,7 m. y longitud de 4 m. Por este motivo se debe hacer la comprobación mencionada anteriormente. Para anchos superiores a 0,7 la rotura global del material de plataforma es superior.

En la formulación utilizada (ver anejo 2 apartado 2) se puede ver que la capacidad portante depende de B/L. Aquí la relación B/L utilizada se considera la más desfavorable posible y además las diferencias con relaciones B/L mayores no son muy significativas y en todo caso del lado de la seguridad.

En el caso de **subbase granular** se presentan ábacos para ancho de oruga de 70 cm y otro para ancho de oruga de 100 cm. Estos ábacos pueden utilizarse en el caso de tener orugas de ese ancho o superior. Los ábacos para orugas de 70 cm se pueden utilizar para anchos menores teniendo en cuenta lo siguiente: hay que comprobar la rotura global de la plataforma y además para espesores de plataforma menores a 60 cm se multiplicará la carga de servicio por 1,1.

En el caso de subbase granular se obtienen ábacos para dos anchos distintos ya que la influencia del ancho de la oruga puede ser más significativa que en el caso de subbase cohesiva. Utilizando el ábaco para anchos superiores a los que indica se está siempre del lado de la seguridad.

Para el diseño de las plataformas utilizando los ábacos los pasos a seguir serán:

1. CARACTERIZACIÓN DEL TERRENO

En los ábacos se entrará con el valor de diseño de los parámetros geotécnicos.

2. EVALUACIÓN DE LAS PRESIONES QUE TRANSMITIRÁN AL TERRENO LA MAQUINARIA

En los ábacos se entrará con el valor de servicio de las cargas, calculadas siguiendo el anejo 1.

3. UTILIZACIÓN DE LOS ÁBACOS

Para poder utilizar los ábacos son necesarios los parámetros geotécnicos de diseño y las cargas de servicio. Estos datos se habrán obtenido en los pasos anteriores. A continuación se elige el tipo de material que se va a utilizar para la plataforma y se seleccionan los ábacos adecuados a nuestro problema.

Una vez que tenemos el ábaco se utiliza como sigue. En el eje de las abscisas vienen representadas las cargas de servicio (sin mayorar) y en el eje de las ordenadas los parámetros geotécnicos de diseño. Las curvas dibujadas representan el límite de aplicación de la plataforma dada. Es decir, la curva que representa una plataforma de un espesor dado nos deja a la izquierda del ábaco todos los casos en los que la plataforma es estable.

Se obtendrá el espesor de plataforma necesario para los casos 1 y 2 de carga y se tomará como espesor de plataforma el más desfavorable.

A continuación se incluyen los 18 ábacos.

Subbase Cohesiva

Plataforma de FI 35°

- Caso 1: Maquinaria estacionada o parada, desplazándose o trabajando en modo grúa.
- Caso 2: Perforación, instalación camisas y extracción.

Plataforma de FI 38°

- Caso 1: Maquinaria estacionada o parada, desplazándose o trabajando en modo grúa.
- Caso 2: Perforación, instalación camisas y extracción

Plataforma de FI 40°

- Caso 1: Maquinaria estacionada o parada, desplazándose o trabajando en modo grúa.
- Caso 2: Perforación, instalación camisas y extracción

Subbase Granular

ANCHO DE ORUGA 0,7 m

Plataforma FI 38°

- Caso 1: Maquinaria estacionada o parada, desplazándose o trabajando en modo grúa.
- Caso 2: Perforación, instalación camisas y extracción

Plataforma FI 40°

- Caso 1: Maquinaria estacionada o parada, desplazándose o trabajando en modo grúa.
- Caso 2: Perforación, instalación camisas y extracción

Plataforma FI 35°

- Caso 1: Maquinaria estacionada o parada, desplazándose o trabajando en modo grúa.
- Caso 2: Perforación, instalación camisas y extracción

ANCHO DE ORUGA 1 m

Plataforma FI 35°

- Caso 1: Maquinaria estacionada o parada, desplazándose o trabajando en modo grúa.
- Caso 2: Perforación, instalación camisas y extracción

Plataforma FI 38°

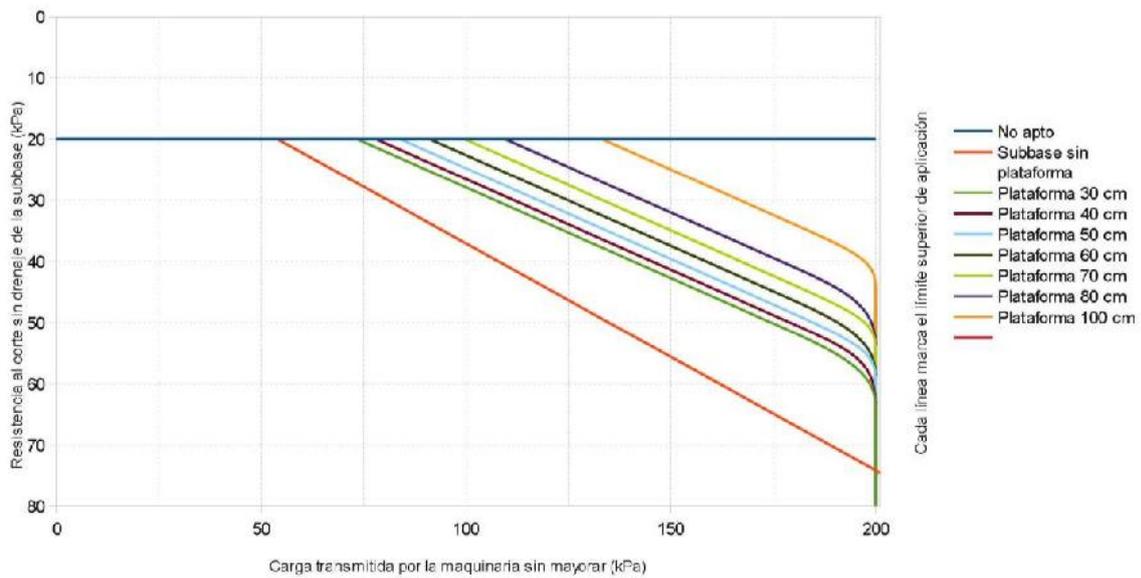
- Caso 1: Maquinaria estacionada o parada, desplazándose o trabajando en modo grúa.
- Caso 2: Perforación, instalación camisas y extracción

Plataforma FI 40°

- Caso 1: Maquinaria estacionada o parada, desplazándose o trabajando en modo grúa.
- Caso 2: Perforación, instalación camisas y extracción

PLATAFORMA GRANULAR DE ANGULO DE ROZAMIENTO 35° SOBRE SUBBASE COHESIVA

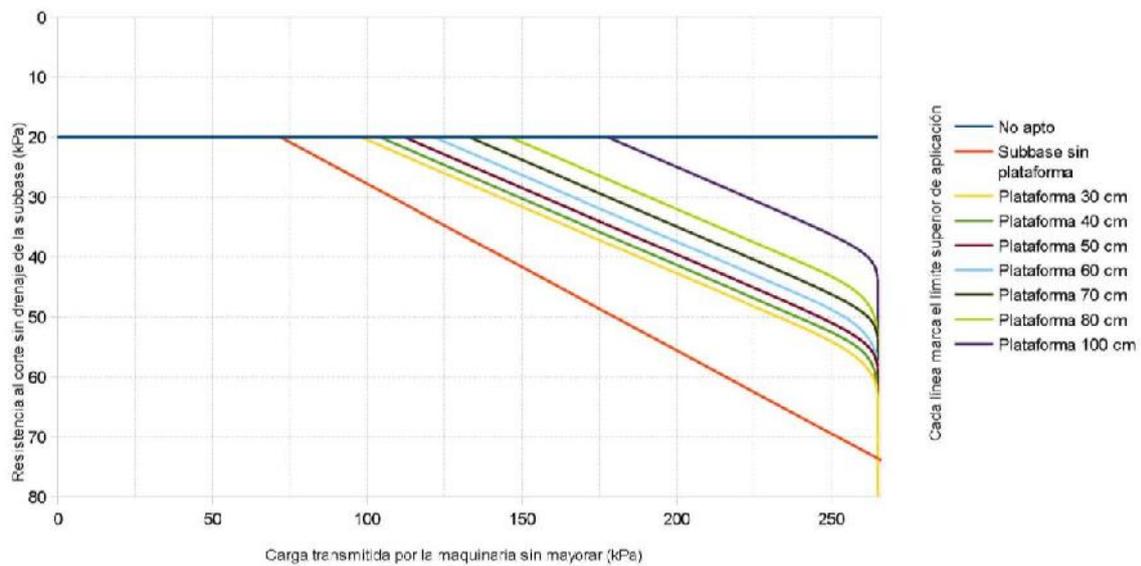
CASO 1: Maquinaria estacionada o parada, desplazándose o trabajando en modo grúa



CASO 1. Plataforma granular de ángulo de rozamiento 35° sobre subbase cohesiva.

PLATAFORMA GRANULAR DE ANGULO DE ROZAMIENTO 35° SOBRE SUBBASE COHESIVA

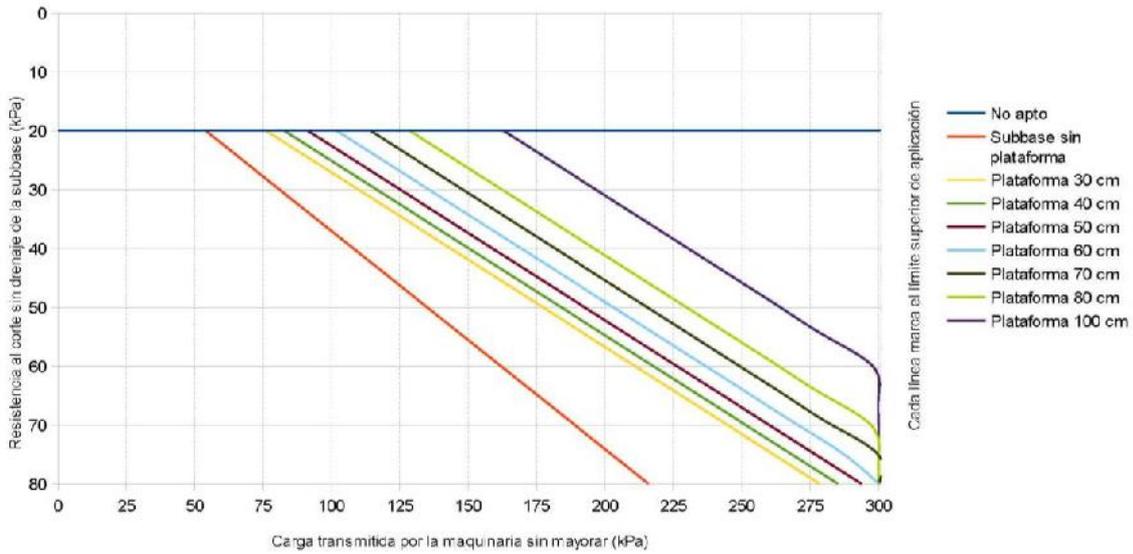
CASO 2: Perforación, instalación camisas, extracción.



CASO 2. Plataforma granular de ángulo de rozamiento 35° sobre subbase cohesiva.

PLATAFORMA GRANULAR DE ANGULO DE ROZAMIENTO 38° SOBRE SUBBASE COHESIVA

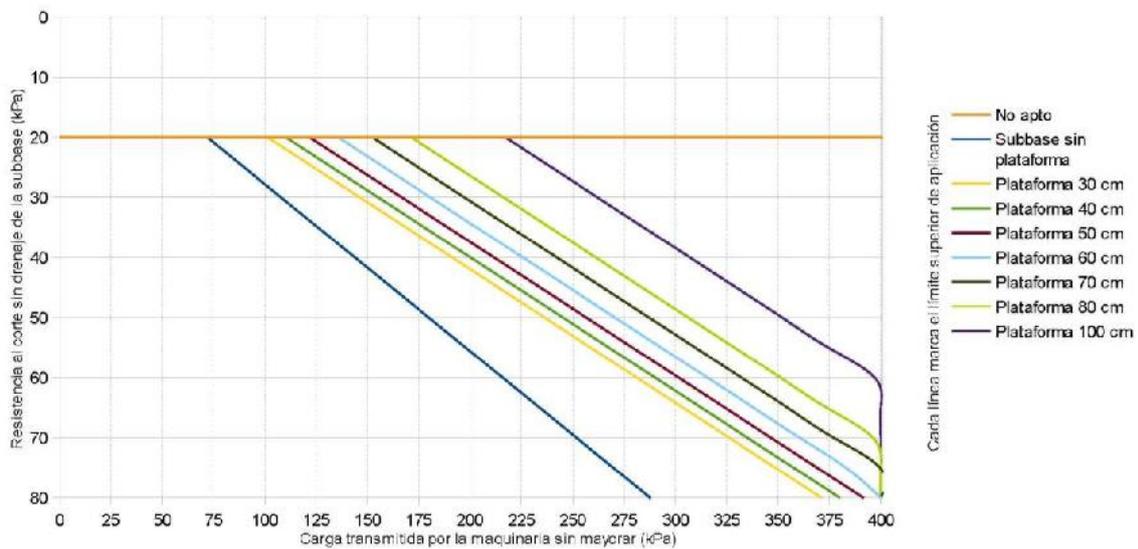
CASO 1: Maquinaria estacionada o parada, desplazándose o trabajando en modo grúa



CASO 1. Plataforma granular de ángulo de rozamiento 38° sobre subbase cohesiva.

PLATAFORMA GRANULAR DE ANGULO DE ROZAMIENTO 38° SOBRE SUBBASE COHESIVA

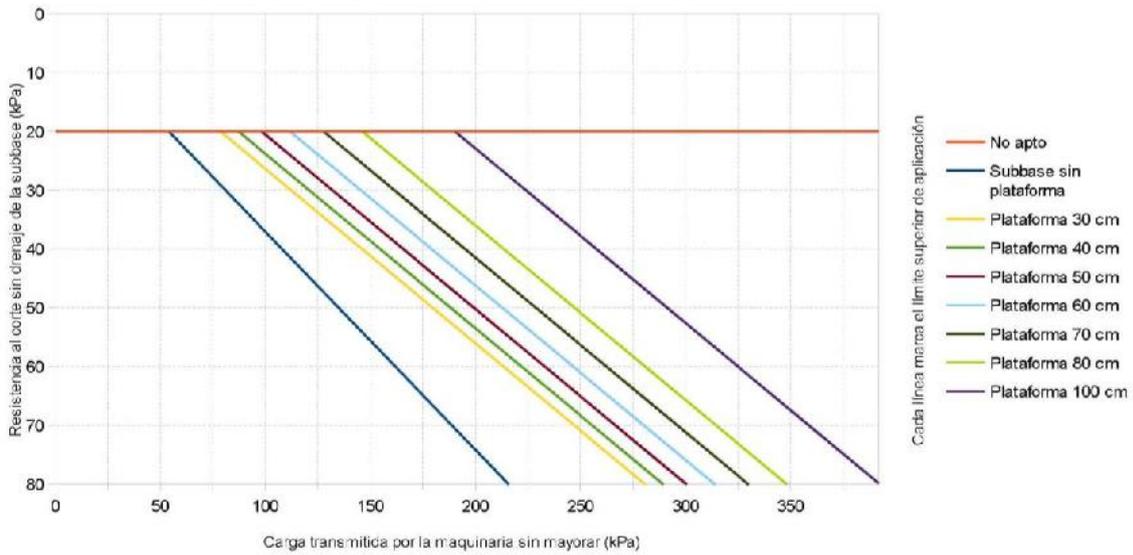
CASO 2: Perforación, instalación camisas, extracción.



CASO 2. Plataforma granular de ángulo de rozamiento 38° sobre subbase cohesiva.

PLATAFORMA GRANULAR DE ANGULO DE ROZAMIENTO 40° SOBRE SUBBASE COHESIVA

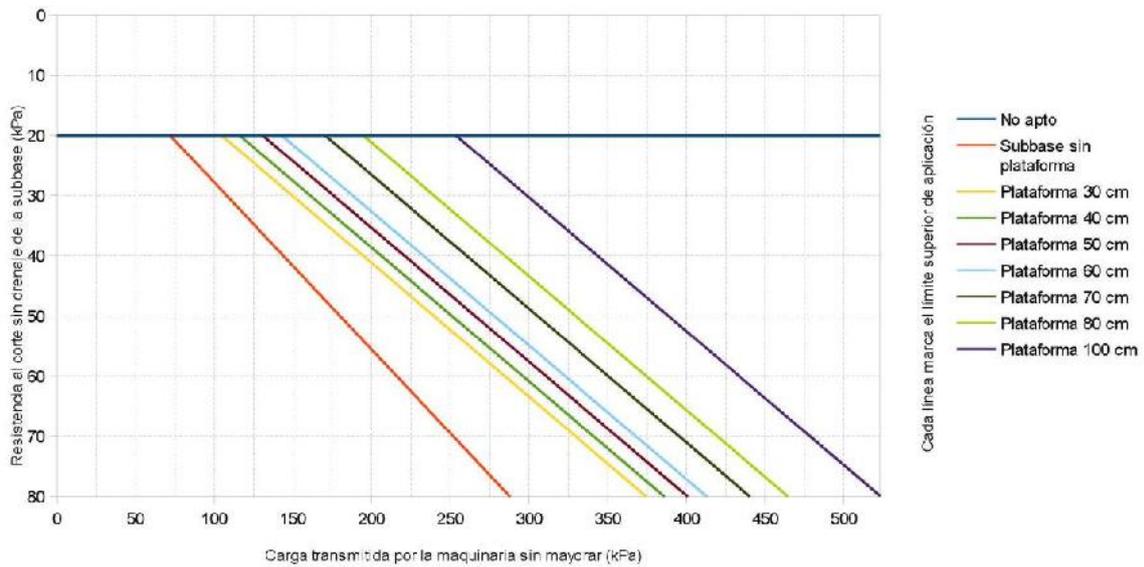
CASO 1: Maquinaria estacionada o parada, desplazándose o trabajando en modo grúa



CASO 1. Plataforma granular de ángulo de rozamiento 40° sobre subbase cohesiva.

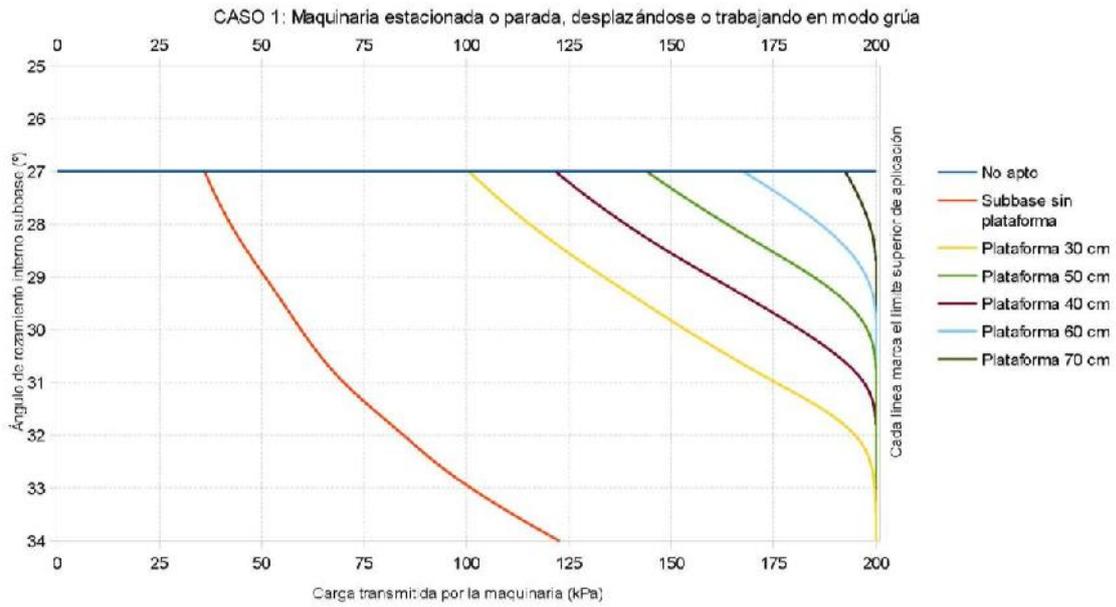
PLATAFORMA GRANULAR DE ANGULO DE ROZAMIENTO 40° SOBRE SUBBASE COHESIVA

CASO 2: Perforación, instalación camisas, extracción.



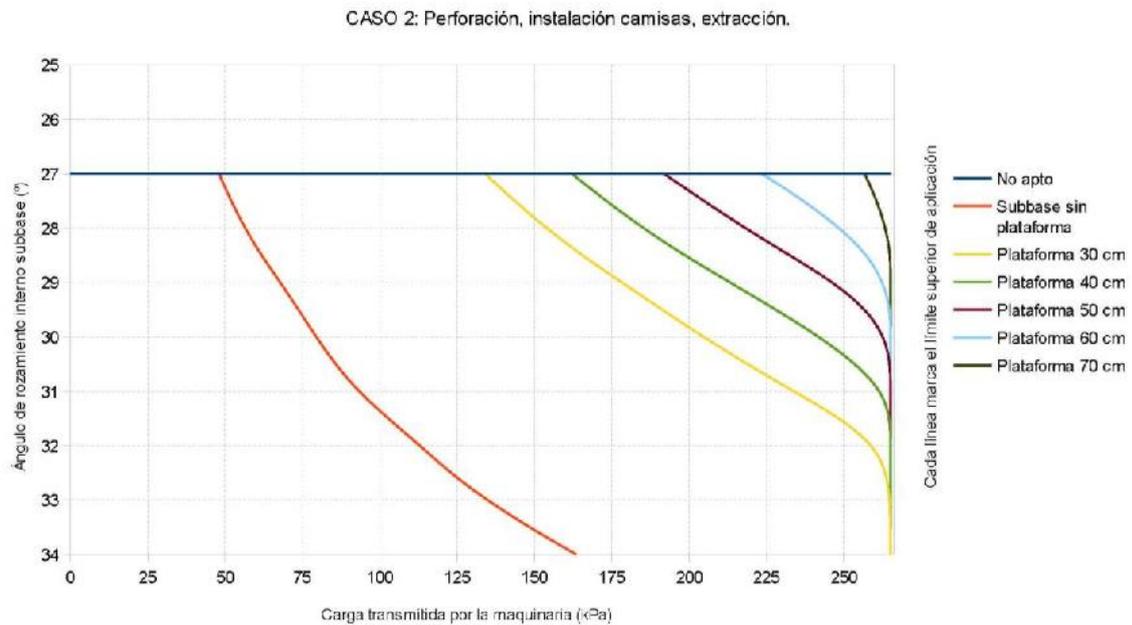
CASO 2. Plataforma granular de ángulo de rozamiento 40° sobre subbase cohesiva.

PLATAFORMA GRANULAR DE ANGULO DE ROZAMIENTO 35° SOBRE SUBBASE GRANULAR. B'=0,7m



CASO 1. Plataforma granular de ángulo de rozamiento 35° sobre subbase granular B'=0,7m

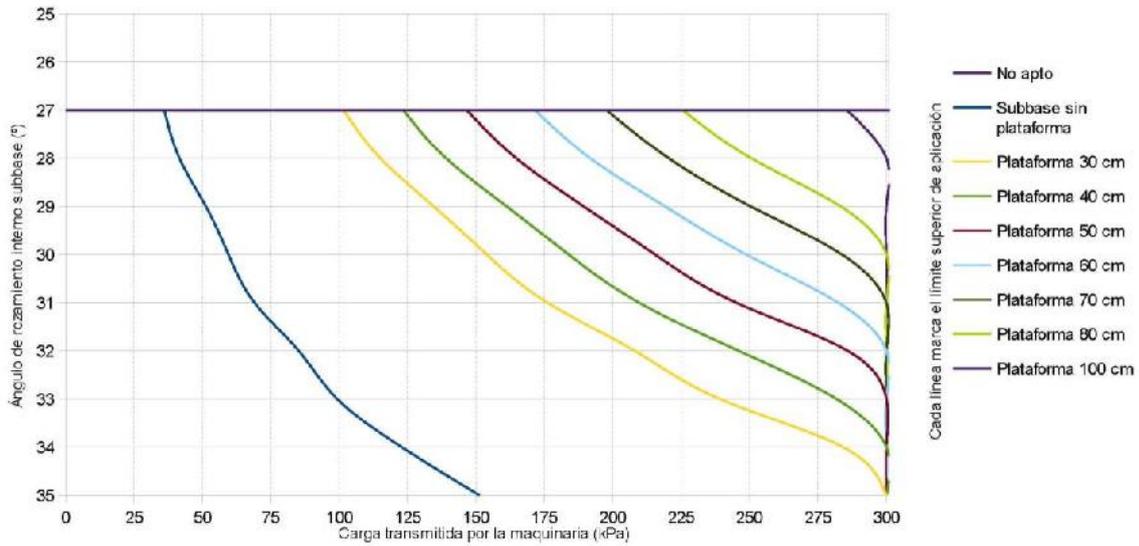
PLATAFORMA GRANULAR DE ANGULO DE ROZAMIENTO 35° SOBRE SUBBASE GRANULAR. B'=0,7



CASO 2. Plataforma granular de ángulo de rozamiento 35° sobre subbase granular B'=0,7m

PLATAFORMA GRANULAR DE ANGULO DE ROZAMIENTO 38° SOBRE SUBBASE GRANULAR. B'=0,7

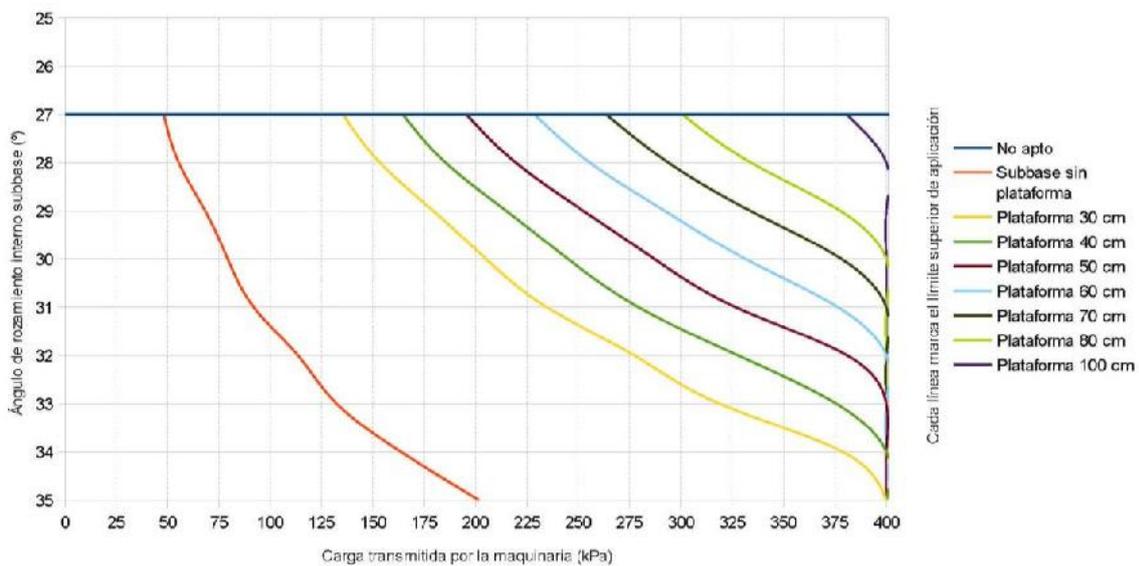
CASO 1: Maquinaria estacionada o parada, desplazándose o trabajando en modo grúa



CASO 1. Plataforma granular de ángulo de rozamiento 38° sobre subbase granular B'=0,7m

PLATAFORMA GRANULAR DE ANGULO DE ROZAMIENTO 38° SOBRE SUBBASE GRANULAR. B'=0,7

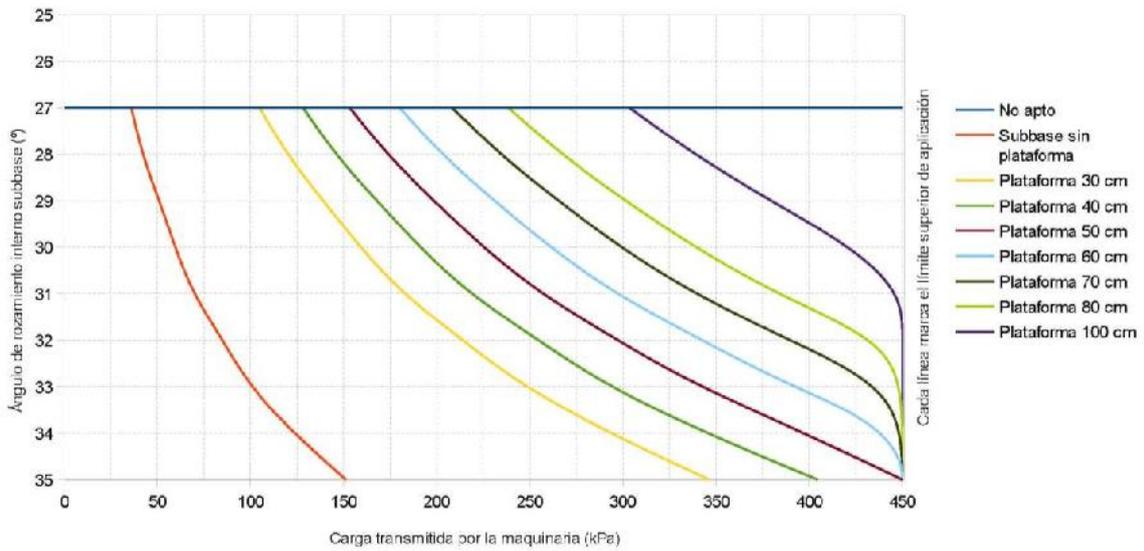
CASO 2: Perforación, instalación camisas, extracción.



CASO 2. Plataforma granular de ángulo de rozamiento 38° sobre subbase granular B'=0,7m

PLATAFORMA GRANULAR DE ANGULO DE ROZAMIENTO 40° SOBRE SUBBASE GRANULAR. B' = 0,7 m

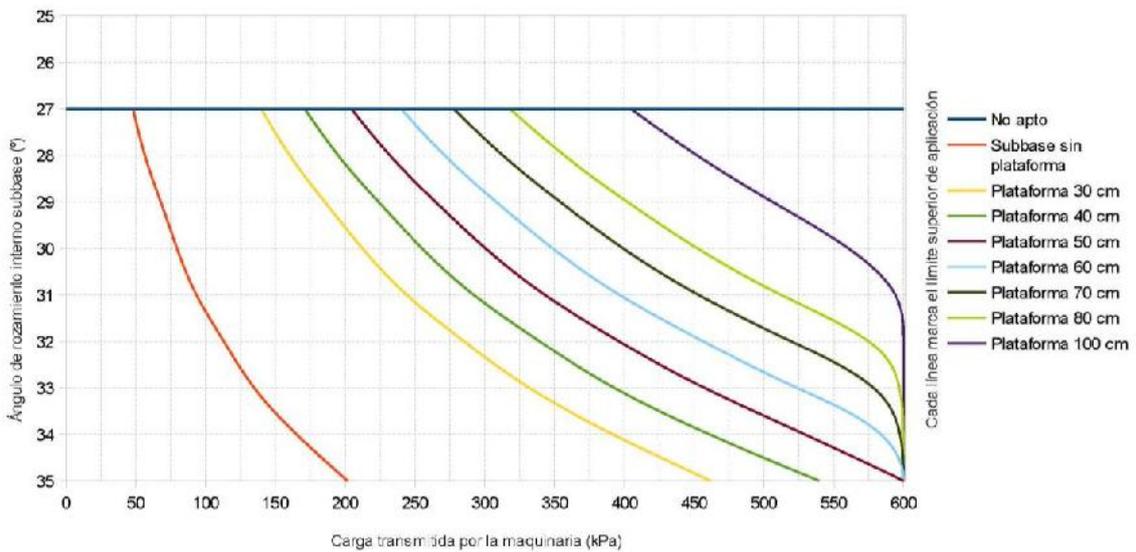
CASO 1: Maquinaria estacionada o parada, desplazándose o trabajando en modo grúa



CASO 1. Plataforma granular de ángulo de rozamiento 40° sobre subbase granular B'=0,7m

PLATAFORMA GRANULAR DE ANGULO DE ROZAMIENTO 40° SOBRE SUBBASE GRANULAR. B'=0,7m

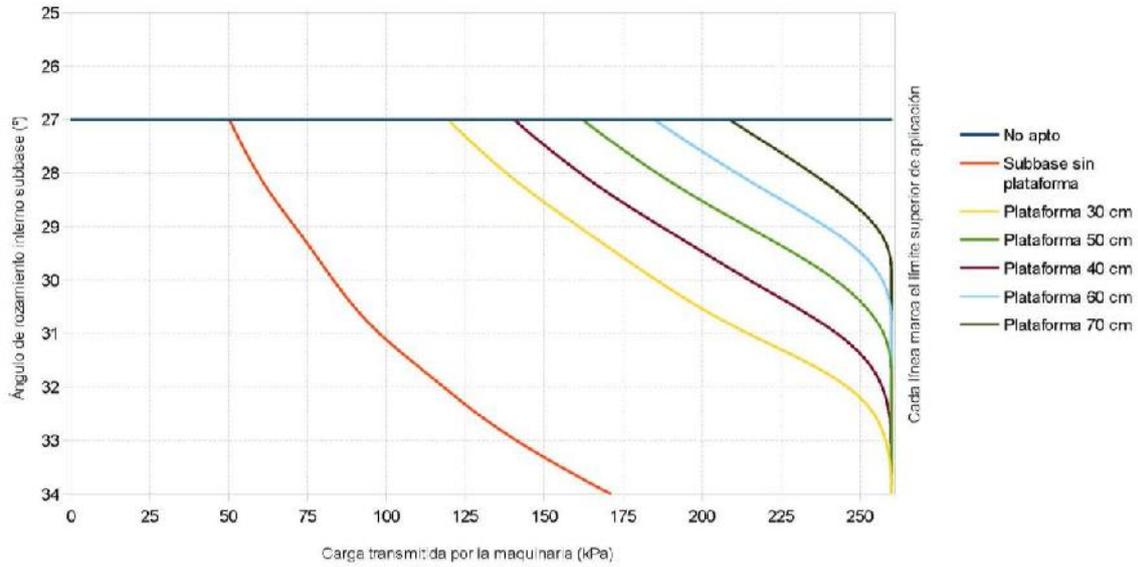
CASO 2: Perforación, instalación camisas, extracción.



CASO 1. Plataforma granular de ángulo de rozamiento 40° sobre subbase granular B'=0,7m

PLATAFORMA GRANULAR DE ANGULO DE ROZAMIENTO 35° SOBRE SUBBASE GRANULAR. B=1 m.

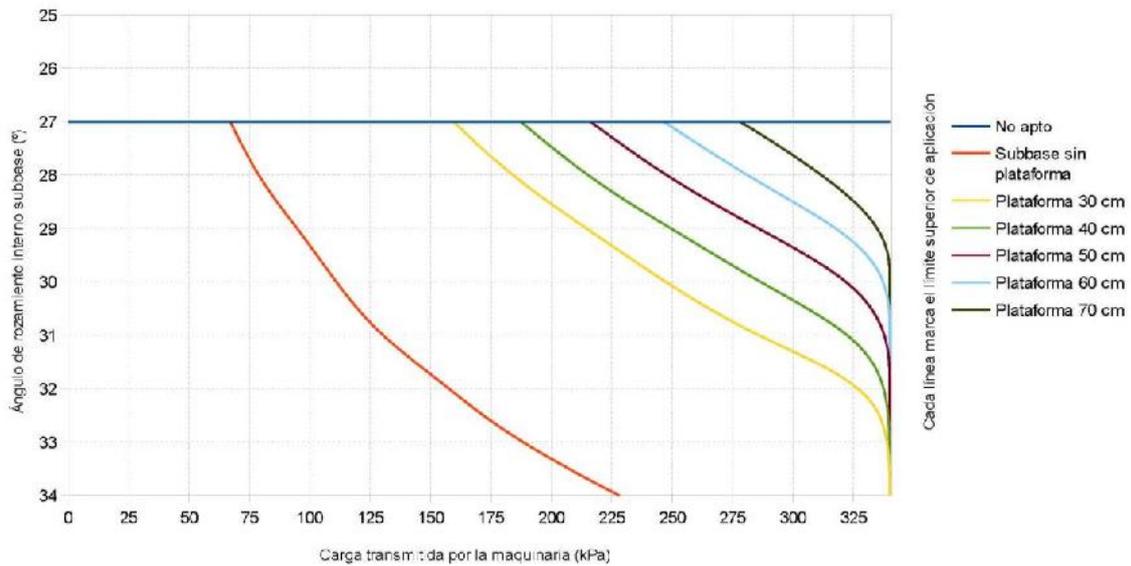
CASO 1: Maquinaria estacionada o parada, desplazándose o trabajando en modo grúa



CASO 1. Plataforma granular de ángulo de rozamiento 35° sobre subbase granular B'=1 m.

PLATAFORMA GRANULAR DE ANGULO DE ROZAMIENTO 35° SOBRE SUBBASE GRANULAR. B= 1 m.

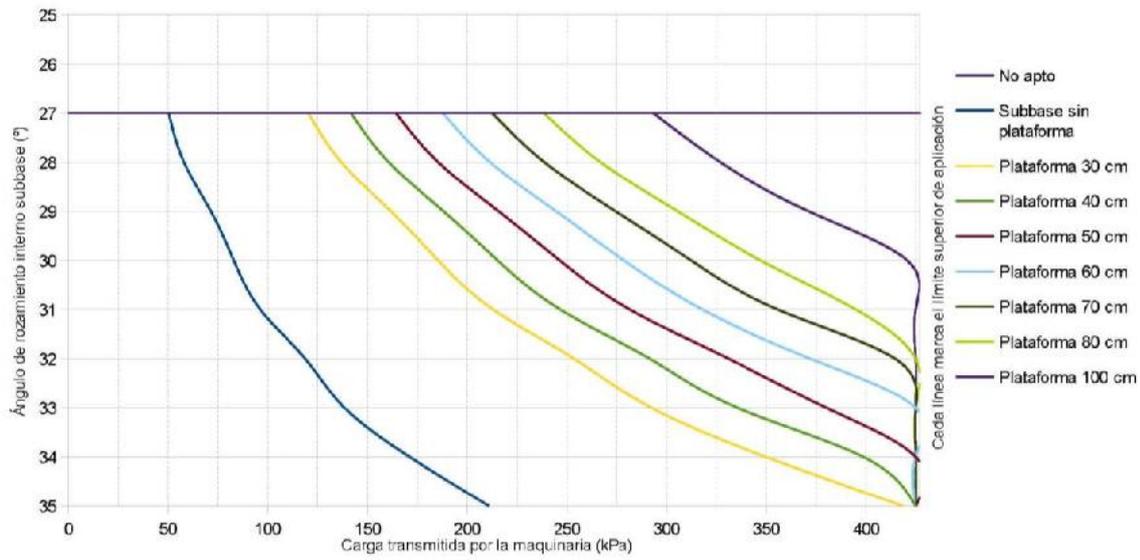
CASO 2: Perforación, instalación camisas, extracción.



CASO 2. Plataforma granular de ángulo de rozamiento 35° sobre subbase granular B'=1 m.

PLATAFORMA GRANULAR DE ANGULO DE ROZAMIENTO 38° SOBRE SUBBASE GRANULAR. B= 1 m

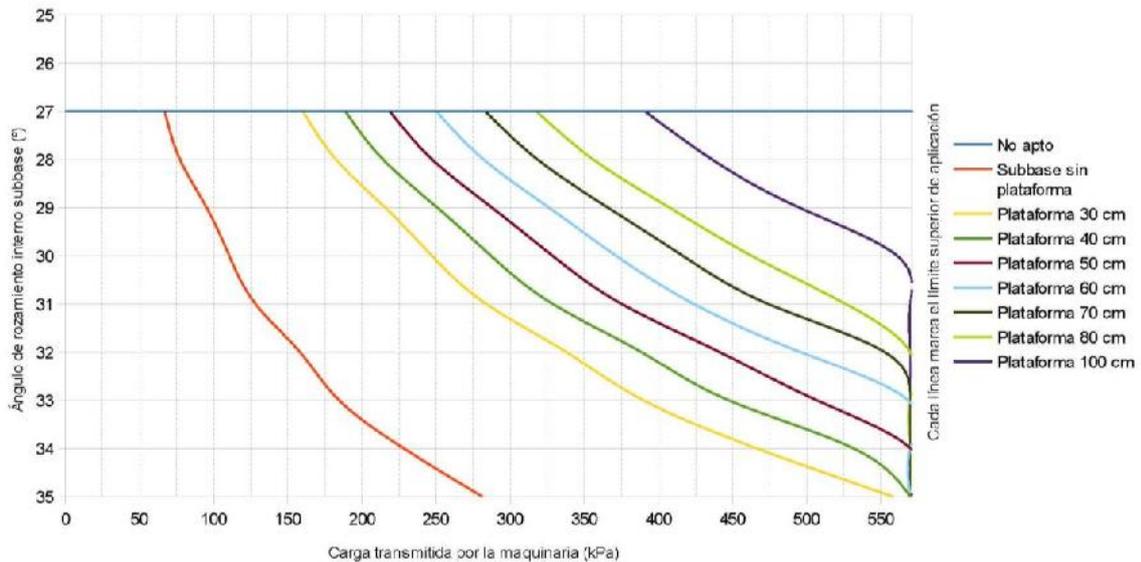
CASO 1: Maquinaria estacionada o parada, desplazándose o trabajando en modo grúa



CASO 1. Plataforma granular de ángulo de rozamiento 38° sobre subbase granular B'=1 m.

PLATAFORMA GRANULAR DE ANGULO DE ROZAMIENTO 38° SOBRE SUBBASE GRANULAR. B = 1 m.

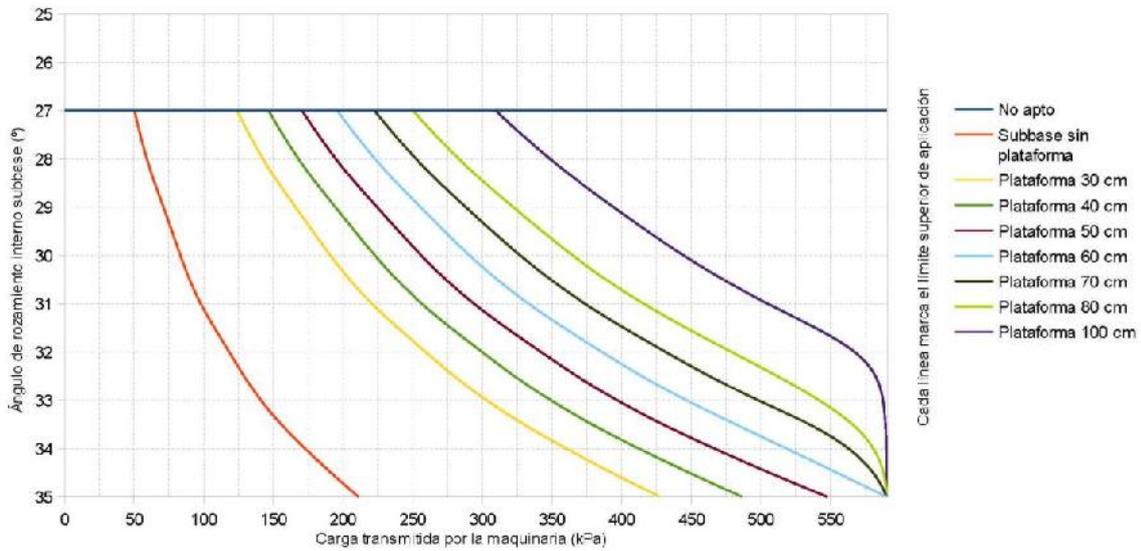
CASO 2: Perforación, instalación camisas, extracción.



CASO 2. Plataforma granular de ángulo de rozamiento 38° sobre subbase granular B'=1 m.

PLATAFORMA GRANULAR DE ANGULO DE ROZAMIENTO 40° SOBRE SUBBASE GRANULAR. B=1 m.

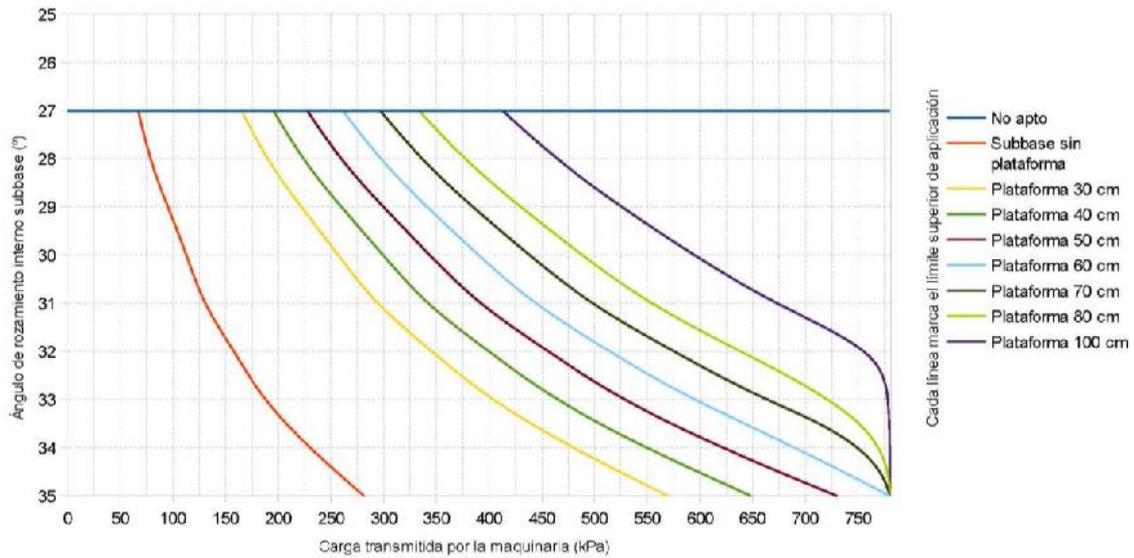
CASO 1: Maquinaria estacionada o parada, desplazándose o trabajando en modo grúa



CASO 1. Plataforma granular de ángulo de rozamiento 40° sobre subbase granular B'=1 m.

PLATAFORMA GRANULAR DE ANGULO DE ROZAMIENTO 40° SOBRE SUBBASE GRANULAR. B=1 m.

CASO 2: Perforación, instalación camisas, extracción.



CASO 1. Plataforma granular de ángulo de rozamiento 40° sobre subbase granular B'=1 m.

ANEJO 4. HOJA DE CÁLCULO PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS PRESIONES TRANSMITIDAS AL TERRENO.

Se presenta en este anejo una hoja de cálculo que permite obtener de una forma “precisa” las presiones transmitidas por la maquinaria al terreno. El archivo consta de 8 hojas:

Datos de maquinaria: En esta hoja se deben introducir las masas (sin mayorar) y los brazos de momento de cada uno de los elementos que componen la maquinaria. También se introducen las dimensiones de las orugas y de apoyos. Por último, las máximas fuerzas de extracción, penetración y auxiliar.

Resumen: Esta hoja recopila todos los datos de la maquinaria y también ofrece un resumen de cargas para el diseño de las plataformas (sin mayorar). Además avisa de posibles errores en el cálculo de las cargas.

Parada, desplazándose, como grúa, perforando, extrayendo y otros: Son hojas donde se detallan los cálculos de las presiones transmitidas al terreno en cada una de las operaciones.

A continuación se presenta un ejemplo de la determinación de las presiones utilizando esta hoja de cálculo.

Fabricante del equipo : PILOTADORAS S.A.		Tipo de equipo : DC 007	
Modo de operación:		Pilote hélice continua	
Rellenado por: EHG	20/01/2015	Revisado por:	GAP
Componentes principales :			
	Item	Masa (Kg)	Brazo de momento (m)
ELEMENTOS EN TRABAJOS EN ELEVACIÓN	Mástil	6000	2,74
ELEMENTOS EN TRABAJOS EN SUPERFICIE	Máquina base	21700	-0,55
ELEMENTOS PARA TAREAS ESPECIFICAS	Hélice	5000	3,41
	Cabeza de rotación	2150	3,41
CONTRA PESO	Contrapeso	4000	-2,45
OTROS	Ninguno	0	0,00
Totales de los componentes principales			
ELEMENTOS EN TRABAJOS EN ELEVACIÓN	6000	2,74	161,28
ELEMENTOS EN TRABAJOS SUPERFICIE	21700	-0,55	-117,08
ELEMENTOS PARA TAREAS ESPECIFICAS	7150	3,41	239,18
CONTRAPESO	4000	-2,45	-96,14
OTROS	0	0,00	0,00
TOTAL	38850	0,49	187,24
Orugas			
Longitud de la oruga (m)	3,814		
Ancho de la oruga (m)	0,7		
Distancia entre los ejes de las orugas (m)	3,30		
Apoyo delantero / apoyo del mástil			
Área del apoyo (m ²)	1,50	Dimensiones reales	1.2 x 1.25 m
Máxima carga del apoyo(KN)	450,00	Forma real	Rectangular
Brazo de momento del apoyo (m)	2,74		
Apoyo trasero			
Área del apoyo (m ²)	0,00	Dimensiones reales	Ninguna
Máxima carga del apoyo(KN)	0,00	Forma real	Ninguna
Brazo de momento del apoyo (m)	0,00		
Fuerzas			
Máxima fuerza de extracción (KN)	392,00		
Máxima fuerza de penetración (KN)	29,40		
Máxima fuerza auxiliar (KN)	10,00	Brazo de momento fuerza auxiliar (m)	4,00
	Notas		
	No hay limites en la práctica del trabajo		

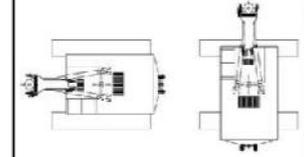
Esquema de las componentes, pesos, dimensiones, fuerzas y presiones del equipo de trabajo			
Fabricante del equipo:		PILOTADORAS S.A.	Tipo de equipo:
		Modo de operación:	Pilote hélice continua
Rellenado por:		20/01/2015	Completado por:
EHG			GAP
Item	Masa (Kg)	Brazo de momento (m)	Momento (KNm)
MÁSTIL	6000,00	2,74	161,28
MÁQUINA BASE	21700,00	-0,55	-117,08
CABEZA DE ROTACIÓN + HÉLICE	7150,00	3,41	239,18
CONTRAPESO	4000,00	-2,45	-96,14
OTROS	0,00	0,00	0,00
TOTAL	38850,00	0,49	187,24
Oruga			
Longitud de la oruga (m)	3,814		
Ancho de la oruga (m)	0,7		
Distancia entre los ejes de las orugas (m)	3,3		
Huellas delanteras			
Área del apoyo (m ²)	1,50	Dimensiones reales	1.2 x 1.25 m
Máxima carga del apoyo(KN)	450,00	Forma real	Rectangular
Brazo de momento del apoyo (m)	2,74		
Huellas traseras			
Área del apoyo (m ²)	0,00	Dimensiones reales	Ninguna
Máxima carga del apoyo(KN)	0,00	Forma real	Ninguna
Brazo de momento del apoyo (m)	0,00		
Fuerzas			
Máxima fuerza de extracción (KN)	392,00		
Máxima fuerza de penetración (KN)	29,40		
Máxima fuerza auxiliar (KN)	10,00	Brazo de momento de la fuerza auxiliar (m)	4,00
Resumen de cargas para el diseño de las plataformas (sin mayorar)			
MODO	Longitud (m)	Ancho (m)	Presión (KPa)
Parada	3,12	0,7	106
Desplazándose	3,12	0,7	106
Como grúa	2,81	0,7	117
Perforando	2,88	0,7	81
Extrayendo	1,85	0,7	208
Otros	N/A	0,7	N/A
MODO	MENSAJES DE ADVERTENCIA	MENSAJES DE ERROR PARA LAS FUERZAS	
Parada	Ninguno	Línea de fuerza auxiliar OK	Fuerza de extracción OK
Desplazándose	Ninguno	Línea de fuerza auxiliar OK	Fuerza de penetración OK
Como grúa	Ninguno	Línea de fuerza auxiliar OK	Fuerza de extracción OK
Perforando	Ninguno	Línea de fuerza auxiliar OK	Fuerza de penetración OK
Extrayendo	Ninguno	Línea de fuerza auxiliar OK	Fuerza de extracción OK
Otros	Ninguno	Línea de fuerza auxiliar OK	Fuerza de penetración OK
MODO	MENSAJES DE ERROR PARA LAS HUELLAS		Notas
Parada	Fuerza en el apoyo delantero / mástil OK	Fuerza en el apoyo trasero OK	<p>¡Solo para las operaciones del equipo en suelo nivelado con un mástil vertical, a menos que se indique abajo!</p> <p>¡Solo se usa donde el equipo está trabajando en un terreno con plataforma!</p> <p>¡Las presiones en la parte delantera de la huella se ajustan para igualar con las presiones de la huella!</p> <p>El equipo se debe utilizar de acuerdo con las instrucciones del fabricante y del jefe de obra</p> <p>No hay límites en la práctica del trabajo</p>
Desplazándose	Fuerza en el apoyo delantero / mástil OK	Fuerza en el apoyo trasero OK	
Como grúa	Fuerza en el apoyo delantero / mástil OK	Fuerza en el apoyo trasero OK	
Perforando	Fuerza en el apoyo delantero / mástil OK	Fuerza en el apoyo trasero OK	
Extrayendo	Fuerza en el apoyo delantero / mástil OK	Fuerza en el apoyo trasero OK	
Otros	Fuerza en el apoyo delantero / mástil OK	Fuerza en el apoyo trasero OK	
			

PILOTADORAS S.A. DC 007	Peso (kg) / Carga (kgf)	Distancia a la línea central de rotación (m)	Momento horizontal (KNm)	Fuerza (kN)		Área del apoyo (m²)	Presión en la parte delantero de la oruga izquierda (KN/m²)	Presión en la parte trasera de la oruga derecha (KN/m²)	Presión en la parte delantero de la oruga derecha (KN/m²)	Presión en la parte trasera de la oruga izquierda (KN/m²)	Presión en la parte trasera de la oruga derecha (KN/m²)	Dimensiones máximas de la carga en las orugas	Sostramiento equivalente L (m)	Q (KPa)	Transformación de una distribución de presiones triangular o trapezoidal a una distribución rectangular equivalente bajo las orugas manteniendo el centro de cargas	
				Max. (kN)	Min. (kN)											
Trabajos en superficie	21700	-0,55	-117	0,00	10,00	0,000	8	98	8	98	8	3,814	2,733	74		
Contrapeso	4000	-2,45	-98	0,00	392,00	0,000	10	104	9	88	9	3,814	2,770	79		
Trabajos en elevación	6000	2,74	161	29,40	29,40	0,000	16	107	12	77	12	3,814	2,878	81		
Otros	0	0	0	0,00	0,00	0,000	26	104	16	65	16	3,814	3,050	81		
Trabajos específicos	7150	3,41	239	0,00	450,00	0,000	39	96	22	54	22	3,814	3,273	79		
Peso de la máquina (kg)	38850	0,481	187	0,00	0,00	0,000	54	85	28	44	28	3,814	3,534	75		
Línea auxiliar (kgf)	0	4,000	0	0,00	0,00	0,000	70	70	35	35	35	3,814	3,814	70		
Fuerza de extracción neta (kgf)	0	3,410	0	0,00	0,00	0,000	Longitud equivalente del apoyo delantero / masill (m) y presión ejercida (KN/m²)									
Fuerza de penetración neta (kgf)	-10147	3,410	-339	0,00	0,00	0,000	Longitud equivalente del apoyo trasero (m) y presión ejercida (KN/m²)									
Carga en el apoyo delantero / masill (kgf)	0	2,740	0	0,00	0,00	0,000	Valores de diseño máximos equivalentes									
Carga en las huellas traseras (kgf)	0	0,000	0	0,00	0,00	0,000	2,143									
Otros	0	0,000	0	0,00	0,00	0,000	0,000									
Carga total de la huella (kgf)	28703	-0,511	-152	0,00	0,00	0,000	2,878									
Centros de los anchos de las orugas (m)																
Ancho de a oruga (m)																



Línea de fuerza auxiliar OK
Fuerza de extracción OK
Fuerza de penetración OK
Fuerza en el apoyo delantero / masill OK
Fuerza en el apoyo trasero OK

PILOTADORAS S.A. DC 007	Peso (kg) / Carga (kgf)	Distancia a la línea central de rotación (m)	Momento horizontal (KNm)	Fuerza (kN)		Área del apoyo (m²)	Presión en la parte delantero de la oruga izquierda (KN/m²)	Presión en la parte trasera de la oruga derecha (KN/m²)	Presión en la parte delantero de la oruga derecha (KN/m²)	Presión en la parte trasera de la oruga izquierda (KN/m²)	Presión en la parte trasera de la oruga derecha (KN/m²)	Dimensiones máximas de la carga en las orugas	Sostramiento equivalente L (m)	Q (KPa)	Transformación de una distribución de presiones triangular o trapezoidal a una distribución rectangular equivalente bajo las orugas manteniendo el centro de cargas	
				Max. (kN)	Min. (kN)											
Trabajos en superficie	21700	-0,55	-117	10,00	10,00	0,000	140	6	140	6	6	3,814	2,652	165		
Contrapeso	4000	-2,45	-98	0,00	392,00	0,000	125	8	150	9	9	3,814	2,692	113		
Trabajos en elevación	6000	2,74	161	0,00	29,40	0,000	108	13	154	18	18	3,814	2,908	117		
Otros	0	0	0	0,00	0,00	0,000	16	15	15	32	32	3,814	2,952	117		
Trabajos específicos	7150	3,41	239	0,00	450,00	0,000	74	28	139	52	52	3,814	3,233	113		
Peso de la máquina (kg)	38850	0,481	187	0,00	0,00	0,000	60	37	12	75	75	3,814	3,513	167		
Línea auxiliar (kgf)	1019	4,000	40	0,00	0,00	0,000	47	47	99	99	99	3,814	3,814	99		
Fuerza de extracción neta (kgf)	0	3,410	0	0,00	0,00	0,000	Longitud equivalente del apoyo delantero / masill (m) y presión ejercida (KN/m²)									
Fuerza de penetración neta (kgf)	0	3,410	0	0,00	0,00	0,000	Longitud equivalente del apoyo trasero (m) y presión ejercida (KN/m²)									
Carga en el apoyo delantero / masill (kgf)	0	2,740	0	0,00	0,00	0,000	Valores de diseño máximos equivalentes									
Carga en las huellas traseras (kgf)	0	0,000	0	0,00	0,00	0,000	2,143									
Otros	0	0,000	0	0,00	0,00	0,000	0,000									
Carga total de la huella (kgf)	38865	0,681	227	0,00	0,00	0,000	2,808									
Centros de los anchos de las orugas (m)																
Ancho de la oruga (m)																



Línea de fuerza auxiliar OK
Fuerza de extracción OK
Fuerza de penetración OK
Fuerza en el apoyo delantero / masill OK
Fuerza en el apoyo trasero OK



**PLATAFORMA DE TRABAJO PARA MÁQUINAS GRANDES SOBRE ORUGAS
DISEÑO PARA SUELO COHESIVO**

DATOS DE ENTRADA		DATOS DE SALIDA	
SUELO EXISTENTE	PLATAFORMA	¿NECESITA PLATAFORMA? MATERIAL PLATAFORMA	SI APTO
Cu (kPa)* 40	Φ (°) 40		
	γ (kN/m ³) 20	ESPELOR (m)	0,36
	Ks*tan(Φ) 5,5	ESPELOR CON GEOMALLA (m)	N/A
GEOMALLA	N γ 109	COMENTARIOS:	
Td (kN/m)* 0			
CARGAS Y DIMENSIONES ORUGA			
CASO 1	CASO 2		
q (kPa)* 117	q (kPa)* 208		
B (m) 0,7	B (m) 0,7		
L (m) 2,81	L (m) 1,85		

COMPROBACIÓN CAPACIDAD RESISTENTE DEL TERRENO			
CASO 1	216	CASO 2	221
qu(kPa)		qu(kPa)	
¿RESISTE?	NO	¿RESISTE?	NO
COMPROBACIÓN CAPACIDAD RESISTENTE DEL MATERIAL DE LA PLATAFORMA			
CASO 1	EL MATERIAL SELECCIONADO PARA LA PLATAFORMA ES APTO		
CASO 2	EL MATERIAL SELECCIONADO PARA LA PLATAFORMA ES APTO		
CÁLCULO DEL ESPELOR DE LA PLATAFORMA SIN REFUERZO			
ESPELOR CASO1 (m)	0,35		
ESPELOR CASO2 (m)	0,36		
CÁLCULO DEL ESPELOR DE LA PLATAFORMA CON GEOMALLA			
ESPELOR EN CASO 1(m)	N/A		
ESPELOR EN CASO 2(m)	N/A		

- * Se tomará como valor de la resistencia al corte sin drenaje el valor característico de la misma.
- * Se tomará como valor de diseño de la geomalla la mitad de la carga última a tracción o la carga para un 5% de deformación
- * Las cargas a introducir serán cargas sin mayorar
- * El caso 1 de carga se refiere a : máquina parada o estacionada, desplazándose, o trabajando en modo grúa.
- * El caso 2 de carga se refiere a: maquinaria perforando, colocando ó extrayendo entubación, armadura.

Fabricante del equipo : PILOTADORAS S.A.		Tipo de equipo : DC 007	
Modo de operación: Pilote hélice continua			
Rellenado por: EHG	20/01/2015	Revisado por: GAP	
Componentes principales :			
	Item	Masa (Kg)	Brazo de momento (m)
ELEMENTOS EN TRABAJOS EN ELEVACIÓN	Mástil	6000	2,74
ELEMENTOS EN TRABAJOS EN SUPERFICIE	Máquina base	21700	-0,55
ELEMENTOS PARA TAREAS ESPECÍFICAS	Hélice	5000	3,41
	Cabeza de rotación	2150	3,41
CONTRA PESO	Contrapeso	4000	-2,45
OTROS	Ninguno	0	0,00
Totales de los componentes principales			
ELEMENTOS EN TRABAJOS EN ELEVACIÓN	6000	2,74	161,28
ELEMENTOS EN TRABAJOS SUPERFICIE	21700	-0,55	-117,08
ELEMENTOS PARA TAREAS ESPECÍFICAS	7150	3,41	239,18
CONTRAPESO	4000	-2,45	-96,14
OTROS	0	0,00	0,00
TOTAL	38850	0,49	187,24
Crugas			
Longitud de la cruga (m)	3,814		
Ancho de la cruga (m)	0,7		
Distancia entre los ejes de las crugas (m)	3,30		
Apoyo delantero / apoyo del mástil			
Área del apoyo (m ²)	1,50	Dimensiones reales	1,2 x 1,25 m
Máxima carga del apoyo(KN)	450,00	Forma real	Rectangular
Brazo de momento del apoyo (m)	2,74		
Apoyo trasero			
Área del apoyo (m ²)	0,00	Dimensiones reales	Ninguna
Máxima carga del apoyo(KN)	0,00	Forma real	Ninguna
Brazo de momento del apoyo (m)	0,00		
Fuerzas			
Máxima fuerza de extracción (KN)	392,00		
Máxima fuerza de penetración (KN)	29,40		
Máxima fuerza auxiliar (KN)	10,00	Brazo de momento fuerza auxiliar (m)	4,00
	Notas		
	No hay límites en la práctica del trabajo		

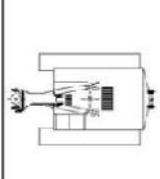
Esquema de las componentes, pesos, dimensiones, fuerzas y presiones del equipo de trabajo				
Fabricante del equipo:		PILOTADORAS S.A.		Tipo de equipo: DC 007
Rellenado por: EHG		Modo de operación:	Pilote hélice continua	
Item		Masa (Kg)	Brazo de momento (m)	Momento (KNm)
MÁSTIL		6000,00	2,74	161,28
MÁQUINA BASE		21700,00	-0,55	-117,08
CABEZA DE ROTACIÓN + HÉLICE		7150,00	3,41	239,18
CONTRAPESO		4000,00	-2,45	-96,14
OTROS		0,00	0,00	0,00
TOTAL		38850,00	0,49	187,24
Oruga				
Longitud de la oruga (m)		3,814		
Ancho de la oruga (m)		0,7		
Distancia entre los ejes de las orugas (m)		3,3		
Huellas delanteras				
Área del apoyo (m ²)		1,50	Dimensiones reales	1.2 x 1.25 m
Máxima carga del apoyo(KN)		450,00	Forma real	Rectangular
Brazo de momento del apoyo (m)		2,74		
Huellas traseras				
Área del apoyo (m ²)		0,00	Dimensiones reales	Ninguna
Máxima carga del apoyo(KN)		0,00	Forma real	Ninguna
Brazo de momento del apoyo (m)		0,00		
Fuerzas				
Máxima fuerza de extracción (KN)		392,00		
Máxima fuerza de penetración (KN)		29,40		
Máxima fuerza auxiliar (KN)		10,00	Brazo de momento de la fuerza auxiliar (m)	4,00
Resumen de cargas para el diseño de las plataformas (sin mayorar)				
MODO	Longitud (m)	Ancho (m)	Presión (KPa)	
Parada	3,12	0,7	106	
Desplazándose	3,12	0,7	106	
Como grúa	2,81	0,7	117	
Perforando	2,88	0,7	81	
Extrayendo	1,85	0,7	208	
Otros	N/A	0,7	N/A	
MODO	MENSAJES DE ADVERTENCIA	MENSAJES DE ERROR PARA LAS FUERZAS		
Parada	Ninguno	Línea de fuerza auxiliar OK	Fuerza de extracción OK	Fuerza de penetración OK
Desplazándose	Ninguno	Línea de fuerza auxiliar OK	Fuerza de extracción OK	Fuerza de penetración OK
Como grúa	Ninguno	Línea de fuerza auxiliar OK	Fuerza de extracción OK	Fuerza de penetración OK
Perforando	Ninguno	Línea de fuerza auxiliar OK	Fuerza de extracción OK	Fuerza de penetración OK
Extrayendo	Ninguno	Línea de fuerza auxiliar OK	Fuerza de extracción OK	Fuerza de penetración OK
Otros	Ninguno	Línea de fuerza auxiliar OK	Fuerza de extracción OK	Fuerza de penetración OK
MODO	MENSAJES DE ERROR PARA LAS HUELLAS		Notas	
Parada	Fuerza en el apoyo delantero / mástil OK	Fuerza en el apoyo trasero OK	;Solo para las operaciones del equipo en suelo nivelado con un mástil vertical, a menos que se indique abajo!	
Desplazándose	Fuerza en el apoyo delantero / mástil OK	Fuerza en el apoyo trasero OK	;Solo se usa donde el equipo está trabajando en un terreno con plataformas!	
Como grúa	Fuerza en el apoyo delantero / mástil OK	Fuerza en el apoyo trasero OK	;Las presiones en la parte delantera de la huella se ajustan para igualar con las presiones de la huella!	
Perforando	Fuerza en el apoyo delantero / mástil OK	Fuerza en el apoyo trasero OK	El equipo se debe utilizar de acuerdo con las instrucciones del fabricante y del jefe de obra	
Extrayendo	Fuerza en el apoyo delantero / mástil OK	Fuerza en el apoyo trasero OK	No hay límites en la práctica del trabajo	
Otros	Fuerza en el apoyo delantero / mástil OK	Fuerza en el apoyo trasero OK		
				

PILOTADORAS S.A. DC 007	Peso (Kg) / Carga (Kgf)	Distancia a la línea central de rotación (m)	Momento horizontal (KNm)	Modo : Pilote hélice continua		Perforando		Transformación de una distribución de presiones triangular o elíptica a una distribución rectangular equivalente bajo las crugas manteniendo el control de cargas			
				Ángulo relativo - Cuerpo superior y crugas (grados)	Presión en la parte delantera de la cruga (KN/m ²)	Presión en la parte trasera de la cruga (KN/m ²)	Presión en la parte delantera de la cruga derecha (KN/m ²)		Presión en la parte trasera de la cruga derecha (KN/m ²)	Dimensiones máximas de la carga en las crugas	Soportamiento equivalente
Trabajos en superficie	21700	-0,55	-117	0	8	98	8	98	2,733	74	
Contratación	4000	-2,45	-96	15	10	104	9	88	2,770	79	
Trabajos en elevación	6000	2,74	161	30	16	107	12	77	2,878	81	
Otros	0	0	0	45	26	104	16	65	3,050	81	
Trabajos específicos	7150	3,41	239	60	39	96	22	54	3,273	79	
Peso de la máquina (Kg)	38850	0,491	187	75	54	85	28	44	3,534	75	
Línea auxiliar (Kgf)	0	4,000	0	90	70	70	35	35	3,814	70	
Fuerza de extracción vela (Kgf)	0	3,410	0	Fuerza (KN) Max. (KN)				Longitud equivalente del apoyo trasero (m) y presión ejercida (KN/m ²)		2,143	0
Fuerza de penetración vela (Kgf)	-10147	3,410	-339	0,00	10,00	392,00	29,40	450,00	0,000	0,000	0
Carga en el apoyo delantero / más allá (Kgf)	0	2,740	0	0,00	0,00	450,00	29,40	450,00	1,500	3,814	0
Carga en las huellas traseras (Kgf)	0	0,000	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0
Otros	0	0,000	0	Longitud de la cruga (m)				Longitud equivalente del apoyo delantero / más allá (m) y presión ejercida (KN/m ²)		3,814	0
Carga total de la huella (Kgf)	28703	-0,541	-152	Centros de los anchos de las crugas (m)				Valores de diseño máximos equivalentes		2,878	81
				Ancho de la cruga (m)							



Línea de fuerza auxiliar OK
Fuerza de extracción OK
Fuerza de penetración OK
Fuerza en el apoyo delantero / más allá OK
Fuerza en el apoyo trasero OK

PILOTADORAS S.A. DC 007	Peso (Kg) / Carga (Kgf)	Distancia a la línea central de rotación (m)	Momento horizontal (KNm)	Modo : Pilote hélice continua		Perforando		Transformación de una distribución de presiones triangular o elíptica a una distribución rectangular equivalente bajo las crugas manteniendo el control de cargas			
				Ángulo relativo - Cuerpo superior y crugas (grados)	Presión en la parte delantera de la cruga izquierda (KN/m ²)	Presión en la parte trasera de la cruga izquierda (KN/m ²)	Presión en la parte delantera de la cruga derecha (KN/m ²)		Presión en la parte trasera de la cruga derecha (KN/m ²)	Dimensiones máximas de la carga en las crugas	Soportamiento equivalente
Trabajos en superficie	21700	-0,55	-117	0	8	98	8	98	2,733	74	
Contratación	4000	-2,45	-96	15	10	104	9	88	2,770	79	
Trabajos en elevación	6000	2,74	161	30	16	107	12	77	2,878	81	
Otros	0	0	0	45	26	104	16	65	3,050	81	
Trabajos específicos	7150	3,41	238	60	39	96	22	54	3,273	79	
Peso de la máquina (Kg)	38850	0,491	187	75	54	85	28	44	3,534	75	
Línea auxiliar (Kgf)	0	4,000	0	90	70	70	35	35	3,814	70	
Fuerza de extracción vela (Kgf)	0	3,410	0	Fuerza (KN) Max. (KN)				Longitud equivalente del apoyo trasero (m) y presión ejercida (KN/m ²)		2,143	0
Fuerza de penetración vela (Kgf)	-10147	3,410	-339	0,00	10,00	392,00	29,40	450,00	0,000	0,000	0
Carga en el apoyo delantero / más allá (Kgf)	0	2,740	0	0,00	0,00	450,00	29,40	450,00	1,500	3,814	0
Carga en las huellas traseras (Kgf)	0	0,000	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0
Otros	0	0,000	0	Longitud de la cruga (m)				Longitud equivalente del apoyo delantero / más allá (m) y presión ejercida (KN/m ²)		3,814	0
Carga total de la huella (Kgf)	28703	-0,541	-152	Centros de los anchos de las crugas (m)				Valores de diseño máximos equivalentes		2,878	81
				Ancho de la cruga (m)							



Línea de fuerza auxiliar OK
Fuerza de extracción OK
Fuerza de penetración OK
Fuerza en el apoyo delantero / más allá OK
Fuerza en el apoyo trasero OK

PILOTADORAS S.A.		Distancia a la línea central de rotación (m)	Peso (Kg) / Carga (Kgf)	Momento horizontal (KNm)	DC 007	
Trabajos en superficie					Trabajos en elevación	Otros
Trabajos en superficie		-0,55	21700	-117		
Contrapeso		-2,45	4000	-96		
Trabajos en elevación		2,74	6000	161		
Otros		0	0	0		
Trabajos específicos		3,41	7150	239		
Peso de la máquina (Kg)		0,451	38550	187		
Línea auxiliar (Kgf)		4,000	0	0		
Fuerza de extracción retia (Kgf)		3,410	32809	1098		
Fuerza de penetración retia (Kgf)		3,410	0	0		
Carga en el apoyo delantero / mástil (Kgf)		2,740	-39587	-830		
Carga en las ruedas traseras (Kgf)		0,000	0	0		
Otros		0,000	0	0		
Carga total de la huella (Kgf)		1,136	-40772	455		

Modo : Pilote hélice continua		Distancias máximas de la carga en las orugas		Soportamiento equivalente de cargas	
Apoyo relativo - delantero superior y orugas (grados)	Apoyo trasero inferior y orugas (grados)	Presión en la parte delantera de la oruga izquierda (KN/m ²)	Presión en la parte delantera de la oruga derecha (KN/m ²)	Presión en la parte trasera de la oruga derecha (KN/m ²)	Presión en la parte trasera de la oruga izquierda (KN/m ²)
0	247	0	247	0	0
15	183	0	277	0	0
30	135	0	277	0	0
45	89	0	257	0	0
60	57	3	225	13	0
75	37	13	182	67	0
90	23	23	127	127	0
Longitud equivalente del apoyo delantero / mástil (m) y presión ejercida (KN/m ²)		1,580		0,000	
Longitud equivalente del apoyo trasero (m) y presión ejercida (KN/m ²)		0,000		3,814	
Centros de los anchos de las orugas (m)		0,000		3,814	
Ancho de la oruga (m)		0,000		3,300	
Ancho de la oruga (m)		0,000		0,700	

Modo : Pilote hélice continua		Dimensiones máximas de la carga en las orugas		Soportamiento equivalente de cargas	
Ángulo relativo - Cuerpo superior orugas (grados)	Presión en la parte delantera de la oruga superior izquierda (KN/m ²)	Presión en la parte trasera de la oruga izquierda (KN/m ²)	Presión en la parte delantera de la oruga derecha (KN/m ²)	Presión en la parte trasera de la oruga derecha (KN/m ²)	Soportamiento equivalente L (m)
0	127	16	127	16	2,831
15	115	17	134	19	2,865
30	101	20	137	27	2,963
45	87	26	134	39	3,119
60	73	33	124	55	3,323
75	61	41	110	74	3,560
90	50	50	93	93	3,814
Longitud equivalente del apoyo delantero / mástil (m) y presión ejercida (KN/m ²)		1,500		0,000	
Longitud equivalente del apoyo trasero (m) y presión ejercida (KN/m ²)		0,000		3,814	
Centros de los anchos de las orugas (m)		0,000		3,814	
Ancho de la oruga (m)		0,000		3,300	
Ancho de la oruga (m)		0,000		0,700	

Línea de fuerza auxiliar OK
 Fuerza de extracción OK
 Fuerza de penetración OK
 Fuerza en el apoyo delantero / mástil OK
 Fuerza en el apoyo trasero OK



PILOTADORAS S.A.		Distancia a la línea central de rotación (m)	Peso (Kg) / Carga (Kgf)	Momento horizontal (KNm)	DC 007	
Trabajos en superficie					Trabajos en elevación	Otros
Trabajos en superficie		-0,55	21700	-117		
Contrapeso		-2,45	4000	-96		
Trabajos en elevación		2,74	6000	161		
Otros		0	0	0		
Trabajos específicos		3,41	7150	239		
Peso de la máquina (Kg)		0,451	38550	187		
Línea auxiliar (Kgf)		4,000	0	0		
Fuerza de extracción retia (Kgf)		3,410	0	0		
Fuerza de penetración retia (Kgf)		3,410	0	0		
Carga en el apoyo delantero / mástil (Kgf)		2,740	0	0		
Carga en las ruedas traseras (Kgf)		0,000	0	0		
Otros		0,000	0	0		
Carga total de la huella (Kgf)		0,451	38550	187		

Modo : Pilote hélice continua		Dimensiones máximas de la carga en las orugas		Soportamiento equivalente de cargas	
Ángulo relativo - Cuerpo superior orugas (grados)	Presión en la parte delantera de la oruga superior izquierda (KN/m ²)	Presión en la parte trasera de la oruga izquierda (KN/m ²)	Presión en la parte delantera de la oruga derecha (KN/m ²)	Presión en la parte trasera de la oruga derecha (KN/m ²)	Soportamiento equivalente L (m)
0	127	16	127	16	2,831
15	115	17	134	19	2,865
30	101	20	137	27	2,963
45	87	26	134	39	3,119
60	73	33	124	55	3,323
75	61	41	110	74	3,560
90	50	50	93	93	3,814
Longitud equivalente del apoyo delantero / mástil (m) y presión ejercida (KN/m ²)		1,500		0,000	
Longitud equivalente del apoyo trasero (m) y presión ejercida (KN/m ²)		0,000		3,814	
Centros de los anchos de las orugas (m)		0,000		3,814	
Ancho de la oruga (m)		0,000		3,300	
Ancho de la oruga (m)		0,000		0,700	

Modo : Pilote hélice continua		Dimensiones máximas de la carga en las orugas		Soportamiento equivalente de cargas	
Ángulo relativo - Cuerpo superior orugas (grados)	Presión en la parte delantera de la oruga superior izquierda (KN/m ²)	Presión en la parte trasera de la oruga izquierda (KN/m ²)	Presión en la parte delantera de la oruga derecha (KN/m ²)	Presión en la parte trasera de la oruga derecha (KN/m ²)	Soportamiento equivalente L (m)
0	127	16	127	16	2,831
15	115	17	134	19	2,865
30	101	20	137	27	2,963
45	87	26	134	39	3,119
60	73	33	124	55	3,323
75	61	41	110	74	3,560
90	50	50	93	93	3,814
Longitud equivalente del apoyo delantero / mástil (m) y presión ejercida (KN/m ²)		1,500		0,000	
Longitud equivalente del apoyo trasero (m) y presión ejercida (KN/m ²)		0,000		3,814	
Centros de los anchos de las orugas (m)		0,000		3,814	
Ancho de la oruga (m)		0,000		3,300	
Ancho de la oruga (m)		0,000		0,700	

Línea de fuerza auxiliar OK
 Fuerza de extracción OK
 Fuerza de penetración OK
 Fuerza en el apoyo delantero / mástil OK
 Fuerza en el apoyo trasero OK



ANEJO 5. DOCUMENTO REDUCIDO

DOCUMENTO REDUCIDO						
ACTUACIONES COMUNES						
<ul style="list-style-type: none"> * Reconocimiento de la totalidad de la superficie afectada de al menos 2,00 m en profundidad * Retirada de todos los obstáculos. * Estudio de anomalías de carácter local: zonas blandas y puntos especialmente duros. * Nivelación y drenaje 						
TALUDES						
<ul style="list-style-type: none"> * Inclinación de talud: <math><45^\circ</math> en gravas, arenas y terrenos arcillosos y limosos de consistencia media <math><35^\circ</math> en terrenos blandos arcillosos o rellenos antrópicos de estructura abierta. * Altura de talud: <math><6\text{ m.}</math> * Resguardo libre de circulación: > 1,50 – 2,00 m., dotado de topes de seguridad y sin acopio de tierras o material. * Coronación del talud: Dotada de cunetas protectoras que impidan la circulación de agua por los espaldones. 						
CAMINOS ACCESOS Y PLATAFORMAS						
ELEMENTO		Anchura mín. (m)	Pendiente máx. (%)	Pendiente mín. (%)		
Accesos y caminos para vehículos	Rectas	5,00	12%	Deberá garantizar el drenaje		
	Curvas	7,50	8%			
Accesos para maquinaria pesada		7,50	5%			
Plataformas de trabajo		15,00 -20,00	2%			
<ul style="list-style-type: none"> * Cota de la plataforma de trabajo: al menos 1,50 m por encima del nivel freático. * Hondonadas y protuberancias: <math><13,00\text{ cm}</math> en una longitud de 4,00 m. * En caso de no ser suficiente la capacidad portante del terreno se procederá a la colocación del material de relleno¹. Se estudiará la posibilidad de utilizar geotextiles de refuerzo cuando resulten espesores excesivos². * Plataformas para instalaciones: 150 – 750 m², estables, niveladas y con drenaje, formadas por el terreno natural o por material de relleno (25-50 cm), o por una solera de hormigón armado (15-25cm) en instalaciones especiales. 						
MATERIAL DE RELLENO³						
<ul style="list-style-type: none"> * Como mínimo del grupo TOLERABLE (PG-3), granular y de buena calidad. * Contenido de materia orgánica <math><2\%</math>, contenido de yeso<math><5\%</math>, sin sustancias perjudiciales para las estructuras. * Contenido de finos <math><15\%</math>, límite líquido <math><65\%</math>. * Tamaño máximo de partículas: 150 mm, ángulo de rozamiento > 35° * Puesta en obra por tongadas sucesivas (<math><25\text{cm}</math>) con compactación de al menos el 95% del ensayo Proctor Modificado. * Espesor del relleno: min 30 cm, máx $H/B=1,5$(H=espesor relleno, B= ancho oruga), en función de la capacidad portante del terreno natural, de las cargas transmitidas y de la calidad del material de relleno⁴. * Relleno recomendado: material granular bien graduado (gravas arenosas o arenas con gravas) con $D_{60}/D_{10}>4$. Ángulo de rozamiento >35°. 						
CONTROL INICIAL DE LA PLATAFORMA						
<ul style="list-style-type: none"> * Se controlará la huella que deja la maquinaria principal cuando se descargue, no debiendo superar 3,5 cm en caso de ser uniforme, o 10 cm en el caso contrario. * Si existen dudas acerca de la calidad de la plataforma se realizarán placas de carga a razón de 1 placa/200 m², y 1 placa en cualquier zona problemática 						

[Apartado 3.4 Cálculo de plataformas.](#) Ver también [anejo 2 Capacidad Portante de las Plataformas de Trabajo.](#)

- 1- La utilización de las geomallas o geotextiles estará condicionado al trabajo que se vaya a ejecutar sobre la plataforma. [Ver apartado 3.4.](#) y anejo 2.
- 2- [Ver apartado 3.3.6 Material de relleno.](#)

ANEJO 6. Documento de acreditación de plataformas de trabajo

DOCUMENTO DE ACREDITACIÓN DE PLATAFORMAS DE TRABAJO

El presente documento debe cumplimentarse antes de descargar los equipos en la obra, y representa la confirmación por parte del contratista principal de que el diseño y la ejecución de accesos y plataformas de trabajo se han realizado correctamente y permiten el desarrollo de los trabajos de forma segura.

Aetess ha elaborado el procedimiento técnico titulado “ Recomendaciones para el diseño y ejecución de plataformas de trabajo”, en el que se incluyen las recomendaciones de proyecto y construcción de accesos y plataformas. Dicho documento puede servir de guía para la realización de los elementos mencionados.

FECHA

DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Denominación	
Localidad	
Cliente	

DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

Empresa de Aetess que ejecuta los trabajos	
Actividades a desarrollar en la obra	
Fecha prevista de inicio de los trabajos	
Descripción de la maquinaria pesada	
Dimensiones necesarias para las instalaciones fijas	

ACREDITACIÓN DE ACCESOS Y PLATAFORMAS DE TRABAJOS

La plataforma de trabajo y los accesos correspondientes a la obra de referencia cumplen con las especificaciones técnicas y con las condiciones de seguridad necesarias para el soporte de la maquinaria pesada descrita y para el desarrollo adecuado de todos los trabajos.

Fdo. Representante del contratista principal

