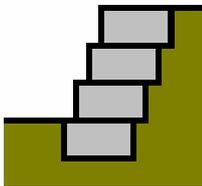


Análisis de estructuras de contención construidas
empleando elementos de concreto, bloques apilados y
gaviones

GGU-GABION

VERSIÓN 2



Última revisión:

Abril 2008

Copyright:

GGU Zentrale Verwaltung mbH, Braunschweig

Complementos técnicos y ventas:

Civilserve GmbH, Steinfeld

Contenidos:

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Introducción | 7 |
| 2 | Propiedades Técnicas | 7 |
| 3 | Protección de la Licencia | 9 |
| 4 | Selección del Idioma | 9 |
| 5 | Primeros Pasos | 10 |
| 6 | Primeros pasos con un ejemplo práctico | 11 |
| 6.1 | Descripción del Sistema2 | 11 |
| 6.2 | Paso 1: Seleccionar opciones de cálculo | 12 |
| 6.3 | Paso 2: Definir la excavación | 13 |
| 6.4 | Paso 3: Definir las cargas del cuerpo | 13 |
| 6.5 | Paso 4: Definir la geometría del cuerpo | 14 |
| 6.6 | Paso 5: Definir material del gavión | 16 |
| 6.7 | Paso 6: Definir berma | 17 |
| 6.8 | Paso 7: Definir suelos | 18 |
| 6.9 | Paso 8: Definir el tipo de empuje de tierras | 19 |
| 6.10 | Paso 9: Cálculo del sistema | 20 |
| 6.11 | Paso 10: Evaluación y visualización de resultados | 21 |
| 7 | Principios teóricos | 22 |
| 7.1 | Cuerpo | 22 |
| 7.2 | Propiedades del suelo | 23 |
| 7.3 | Empuje activo de suelos | 23 |
| 7.4 | Empuje de suelos en reposo | 23 |
| 7.5 | Empuje activo de suelos incrementado | 23 |
| 7.6 | Empuje pasivo de suelos | 24 |
| 7.7 | Bermas | 25 |
| 7.8 | Cargas infinitas confinadas lateralmente | 26 |
| 7.9 | Cargas distribuidas | 27 |
| 7.10 | Cargas lineales | 28 |
| 7.11 | Sistema estructural | 29 |
| 7.12 | Inclinación de la base | 30 |
| 7.13 | Condiciones de apoyo al pie del muro | 30 |
| 7.14 | Condiciones de borde adicionales para cargas y desplazamientos | 31 |
| 7.15 | Redistribución de empuje de suelos | 31 |
| 7.16 | Concepto de verificación | 32 |
| 7.16.1 | Verificaciones | 32 |
| 7.16.2 | Sistemas sin geomallas | 32 |
| 7.16.3 | Sistemas con geomallas | 33 |
| 7.17 | Seguridad al deslizamiento según la norma DIN 1054 | 34 |
| 7.17.1 | Seguridad al deslizamiento en el plano de la base | 34 |
| 7.17.2 | Seguridad al deslizamiento en los planos de contacto entre gaviones | 34 |

| | |
|--|-----------|
| 7.18 Verificaciones para sistemas de tierra armada | 35 |
| 7.18.1 Estabilidad interna | 35 |
| 7.18.2 Estabilidad externa..... | 37 |
| 7.18.3 Seguridad al volteo | 38 |
| 7.18.4 Distribución del empuje de suelos en la pantalla exterior | 39 |
| 7.19 Seguridad para la capacidad portante..... | 40 |
| 7.19.1 Principios de cálculo..... | 40 |
| 7.19.2 Determinación del las propiedades determinantes del suelo..... | 42 |
| 7.20 Asentamientos..... | 43 |
| 7.21 Estabilidad general | 43 |
| 7.22 Verificación de hormigón no reforzado | 44 |
| 8 Descripción de los Menús | 46 |
| 8.1 Menú "File" (Archivo)..... | 46 |
| 8.1.1 "New" (Nuevo)..... | 46 |
| 8.1.2 "Load" (Abrir) | 47 |
| 8.1.3 "Save" (Guardar) | 47 |
| 8.1.4 "Save as" (Guardar como) | 47 |
| 8.1.5 "Print output table" (Imprimir tabla de resultados)..... | 47 |
| 8.1.5.1 Seleccionar el formato de salida | 47 |
| 8.1.5.2 Output as graphics (Resultados como gráficos) | 48 |
| 8.1.5.3 Output as ASCII (Resultados en formato ASCII)..... | 50 |
| 8.1.6 "Export" (Exportar) | 51 |
| 8.1.7 "Printer preferences" (Configurar impresora)..... | 51 |
| 8.1.8 "Print and export" (Imprimir y Exportar) | 51 |
| 8.1.9 "Batch print" (Impresión conjunta)..... | 53 |
| 8.1.10 "Exit" (Salir) | 53 |
| 8.1.11 Menús "1, 2, 3, 4" | 53 |
| 8.2 Menú "Editor 1" | 54 |
| 8.2.1 "Analysis options" (Opciones de cálculo) | 54 |
| 8.2.2 "Excavation" (Excavación)..... | 54 |
| 8.2.3 "Body (general)" (Cuerpo (general)) | 55 |
| 8.2.4 "Body (geometry)" (Cuerpo (geometría))..... | 55 |
| 8.2.5 "Material" (Materiales) | 56 |
| 8.2.6 "Berms (active side)" (Bermas lado activo)..... | 56 |
| 8.2.7 "Berms (passive side)" (Bermas lado pasivo)..... | 56 |
| 8.2.8 "Soils" (Suelos)..... | 57 |
| 8.2.9 "Type of earth pressure" (Tipos de empujes de suelo) | 58 |
| 8.2.10 "Active earth pressure" (Empuje activo de suelos)..... | 59 |
| 8.2.11 "Passive earth pressure" (Empuje pasivo de suelos)..... | 60 |
| 8.2.12 "At-rest earth pressure" (Empuje en estado de reposo) | 61 |
| 8.2.13 "Earth pressure coefficients" (Coeficientes de empuje de suelo) | 61 |
| 8.2.14 "Verifications/Safety factors" (Verificaciones/Factores de seguridad) | 62 |
| 8.2.15 "Verifications/Partial factors" (Verificaciones/Factores parciales) | 63 |

| | | |
|---------|--|----|
| 8.3 | Menú "Editor 2" | 64 |
| 8.3.1 | "Area and line loads" (Cargas distribuidas y lineales)..... | 64 |
| 8.3.2 | "Bounded surcharges" (Cargas infinitas confinadas lateralmente)..... | 64 |
| 8.3.3 | "Lateral pressures" (Presiones laterales)..... | 65 |
| 8.3.4 | "Action boundary conditions" (Cargas puntuales) | 65 |
| 8.3.5 | "Displacement boundary conditions" (Desplazamientos puntuales) | 66 |
| 8.3.6 | "Settlements" (Asentamientos) | 66 |
| 8.4 | Menú de sistema de tierra armada..... | 68 |
| 8.4.1 | "Graphic preferences" (Preferencias gráficas)..... | 68 |
| 8.4.2 | "Verifications" (Verificaciones) | 69 |
| 8.4.3 | "Geogrid by hand" (Geomalla a mano)..... | 69 |
| 8.4.4 | "Generate" (Generar) | 70 |
| 8.4.5 | "Modify" (Modificar) | 71 |
| 8.4.6 | "Generate slip surfaces" (Generar superficies de deslizamiento) | 72 |
| 8.4.7 | "Geogrid forces" (Fuerzas en las geomallas)..... | 73 |
| 8.4.8 | "Sliding, overturning, bearing capacity" (Deslizamiento, volteo y capacidad portante)..... | 73 |
| 8.4.9 | "Calculate earth pressure + weight" (Calcular empuje de suelos + peso)..... | 73 |
| 8.5 | Menú "System" (Sistema) | 74 |
| 8.5.1 | "Info" (Información)..... | 74 |
| 8.5.2 | "Special preferences" (Preferencias especiales) | 74 |
| 8.5.3 | "Depth subdivisions" (Discretización del muro) | 74 |
| 8.5.4 | Menú "Analyse" (Calcular)..... | 75 |
| 8.5.4.1 | Cuadro de diálogo inicial | 75 |
| 8.5.4.2 | "Type of toe pivot" (Tipo de pivote del pie del muro) | 75 |
| 8.5.4.3 | "Special preferences" (Preferencias especiales) | 76 |
| 8.5.4.4 | "Type of redistribution" (Tipos de redistribución de empujes)..... | 77 |
| 8.5.5 | "Graph positioning preferences" (Posición de diagramas) | 80 |
| 8.5.6 | "Graphics output preferences" (Diagramas de resultados) | 81 |
| 8.5.7 | "Labelling preferences" (Opciones de texto)..... | 82 |
| 8.5.8 | "Body pens + colours" (Grafos y colores para el cuerpo) | 82 |
| 8.5.9 | "Dimension lines" (Cotas) | 83 |
| 8.5.10 | "Display system" (Visualizar el sistema) | 83 |
| 8.5.11 | "Display results" (Visualizar resultados) | 83 |
| 8.6 | Menú "Evaluation" (Evaluación) | 84 |
| 8.6.1 | Notas generales..... | 84 |
| 8.6.2 | "Earth pressure redistribution" (Redistribución de empujes de suelo) | 84 |
| 8.6.3 | "Main output summary" (Resultados principales) | 84 |
| 8.6.4 | "Bearing capacity" (Capacidad portante)..... | 84 |
| 8.6.5 | "Settlements" (Asentamientos) | 84 |
| 8.6.6 | "Sliding safety" (Seguridad al deslizamiento) | 84 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 8.7 | Menú "Graphics preferences" (Preferencias) | 85 |
| 8.7.1 | "Refresh and zoom" (Actualizar y zoom) | 85 |
| 8.7.2 | "Zoom info" | 85 |
| 8.7.3 | "Legend font selection" (Selección de letras para la leyenda) | 85 |
| 8.7.4 | "Pen colour and width" (Color y espesor de líneas) | 85 |
| 8.7.5 | "Mini-CAD toolbar" (Barra de herramientas Mini-CAD) y "Header toolbar" (Barra de herramientas del encabezado) | 85 |
| 8.7.6 | "Toolbar preferences" (Opciones de la barra de herramientas) | 86 |
| 8.7.7 | "Soil properties legend" (Leyenda de propiedades del suelo) | 87 |
| 8.7.8 | "General legend" (Leyenda general) | 88 |
| 8.7.9 | "Design legend" (Leyenda de dimensionamiento) | 88 |
| 8.7.10 | "Settlement legend" (Leyenda de asentamientos) | 89 |
| 8.7.11 | "Legend reinforced earth system" (Leyenda sistema de tierra armada) | 89 |
| 8.7.12 | "Geogrid legend" (Leyenda de geomallas) | 89 |
| 8.7.13 | "Quick header" (Encabezado rápido) | 90 |
| 8.7.14 | "Move objects" (Mover objetos) | 90 |
| 8.7.15 | "Save graphics preferences" (Guardar opciones gráficas) | 90 |
| 8.7.16 | "Load graphics preferences" (Cargar opciones gráficas) | 90 |
| 8.8 | Menú "Page size + margins" (Formato de página) | 91 |
| 8.8.1 | "Auto-resize" (Cambio de escala automático) | 91 |
| 8.8.2 | "Manual resize (mouse)" (Cambio de escala por mouse) | 91 |
| 8.8.3 | "Manual resize (editor)" (Cambio de escala por editor) | 91 |
| 8.8.4 | "Font size selection" (Tamaño de fuente) | 91 |
| 8.8.5 | "Page size and margins" (Tamaño de página y márgenes) | 92 |
| 8.9 | Menú ? | 93 |
| 8.9.1 | "Copyright" (Derechos reservados) | 93 |
| 8.9.2 | "Maxima" (Valores máximos) | 93 |
| 8.9.3 | "Compare earth pressure coefficients" (Coeficientes de empuje de suelo) | 93 |
| 8.9.4 | "Help" (Ayuda) | 93 |
| 8.9.5 | "GGU on the web" (GGU en la web) | 93 |
| 8.9.6 | "GGU support" (Soporte técnico de GGU) | 93 |
| 8.9.7 | "What's new?" (Novedades) | 93 |
| 8.9.8 | "Language preferences" (Cambio de idioma) | 93 |
| 9 | Consejos útiles | 94 |
| 10 | Index | 95 |

Lista de figuras:

| | |
|---|-----------|
| <i>Figura 1 Ejemplo de aplicación.....</i> | <i>11</i> |
| <i>Figura 2 Cuerpo del muro de gaviones</i> | <i>22</i> |
| <i>Figura 3 Bermas en el lado activo.....</i> | <i>25</i> |
| <i>Figura 4 Carga infinita confinada lateralmente</i> | <i>26</i> |
| <i>Figura 5 Cargas distribuidas y empujes resultantes.....</i> | <i>27</i> |
| <i>Figura 6 Empuje de suelos en reposo por cargas distribuidas.....</i> | <i>28</i> |
| <i>Figura 7 Sistema estructural de un muro sin geomallas</i> | <i>29</i> |
| <i>Figura 8 Inclinación de la base</i> | <i>30</i> |
| <i>Figura 9 Muro con geomallas</i> | <i>33</i> |
| <i>Figura 10 Mecanismo de falla de cuña de dos partes</i> | <i>35</i> |
| <i>Figura 11 Sistema equivalente para el cálculo de pesos.....</i> | <i>37</i> |
| <i>Figura 12 Sección vertical para la determinación del empuje de suelos</i> | <i>38</i> |
| <i>Figura 13 Superficie de deslizamiento y distribución del empuje de suelos.....</i> | <i>39</i> |
| <i>Figura 14 Espiral logarítmica</i> | <i>42</i> |
| <i>Figura 15 Valor n y ancho para verificación del hormigón.....</i> | <i>44</i> |
| <i>Figura 16 Geometría del cuerpo</i> | <i>55</i> |
| <i>Figura 17 Empuje pasivo de suelos (ep) (superpuesto o separado).....</i> | <i>76</i> |
| <i>Figura 18 Redistribución birectangular de empujes de suelos.....</i> | <i>77</i> |
| <i>Figura 19 Redistribución trapezoidal de empujes de suelo.....</i> | <i>78</i> |
| <i>Figura 20 Redistribución de empujes de suelo en un cuadrilátero</i> | <i>78</i> |
| <i>Figura 21 Redistribución de empujes de suelo personalizada</i> | <i>79</i> |

1 Introducción

El programa **GGU-GABION** permite el análisis de estructuras de contención construidas empleando elementos de concreto, bloques apilados y gaviones.

La base del análisis es la Ficha Informativa 555 de la **FGSV** (Marzo 2003)(*Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen/Sociedad de Investigación para Carreteras y Tráfico*). El programa puede utilizar adicionalmente el **concepto de factores globales de seguridad** de la Norma DIN 1054 (Antigua) así como el **concepto de factores parciales de seguridad** de la nueva Norma DIN 1054 (Enero 2005).

La aplicación está diseñada para permitir el fácil ingreso de datos y su modificación. El ingreso de datos se realiza en concordancia con las convenciones de WINDOWS, lo que permite el aprendizaje del programa prácticamente sin la necesidad de los manuales. La presentación de los gráficos de resultados utiliza la herramienta True-Type-Fonts existente en WINDOWS, de tal forma que se garantiza una excelente exposición de resultados. El programa soporta la salida gráfica en formato BMP, JPG, PSP, TIF, etc. También es posible importar archivos .DXF mediante la herramienta Mini-CAD. (véase el manual "**Mini-CAD**")

El Programa ha sido utilizado y probado de forma exitosa. Nunca se han encontrado errores, sin embargo, no es posible garantizar en su totalidad la perfección del programa y de los manuales de uso, o asumir responsabilidad por los daños que posibles errores puedan causar.

2 Propiedades Técnicas

El programa **GGU-GABION** tiene las siguientes propiedades (y valores máximos):

- Casi cualquier tipo de cuerpo de gaviones puede ser definido
- Inclinación de la base del cuerpo de gavión
- Modelación hasta 50 estratos de suelo
- Modelación hasta 5 bermas en el lado activo del empuje de tierra
- Modelación hasta 5 bermas en el lado pasivo del empuje de tierra
- Cálculo con empujes activos, empuje activo mayorado y empuje en estado de reposo
- Coeficientes del empuje activo según la norma DIN 4085, Mohr/Coulomb, o valores definidos por el usuario
- Coeficientes del empuje pasivo según la norma DIN 4085, DIN 4085 (Nueva), Mohr/Coulomb, Streck, Caquot/Kerisel y valores definidos por el usuario.
- Cálculo de asentamientos de acuerdo a la norma DIN 4109
- Verificación de estabilidad externa
- Verificación de estabilidad interna de acuerdo a la norma DIN 1045 (Antigua y Nueva)
- Conveniente interfase con el programa de análisis de estabilidad **GGU-STABILITY**, para la determinación rápida de factores de seguridad contra falla general.
- Modelación hasta 50 distribuciones adicionales de empuje de tierras
- Modelación hasta 20 cargas distribuidas a cualquier profundidad

- Cálculo estructural del muro mediante un módulo de barras en dos dimensiones basado en métodos de elementos finitos.
- Especificación de hasta 10 condiciones de borde adicionales (rotación, desplazamientos en las direcciones x o y) para desplazamientos en cualquier lugar
- Opciones alternativas para el diagrama de distribución de empujes de tierra:
 - sin redistribución
 - rectangular
 - 2 rectángulos
 - triangular (el valor máximo puede ser opcionalmente ubicado en la parte superior, al medio o en la parte inferior)
 - trapecoidal- cuadrilátero con el valor máximo ubicado en los puntos de anclaje o en cualquier otro punto
 - polígono definido por el usuario.
- Empuje pasivo puede ser sobrepuesto (*concepto de factores de seguridad global*) o ubicado delante del muro.
- Los cálculos del sistema: presión de tierras, presión de poros, momentos, fuerzas horizontales, fuerzas verticales y la relación $\mu * V/H$ son presentados automáticamente en pantalla. La visualización puede ser variada dentro de amplios límites.
- Representación de la curva de empujes, el 1er y 2do ancho de núcleo y el eje centroidal.
- En la pantalla se presentan leyendas con las características del suelo, información general de cálculo, información requerida para el cálculo de asentamientos e información principal de diseño. Prácticamente, toda la información requerida para el cálculo se muestra en la pantalla.
- **GGU-GABION** tiene una interfaz de usuario basada en el principio WYSIWYG (*What You See Is What You Get*), que significa, que lo que usted ve en pantalla es virtualmente lo mismo que se imprime. Usted puede de igual forma imprimir la hoja en cualquier estado del diseño.
- El uso de tipos de letra estándar (true-type fonts) garantiza una excelente presentación gráfica.
- Presentación a colores de virtualmente todas las geometrías del sistema. Los colores pueden ser determinados libremente por el usuario. En especial, los estratos de suelo pueden llevar los colores propuestos por la norma alemana DIN 4022.
- Función de Zoom.
- Sistema Mini-CAD (Textos adicionales, líneas, rectángulos, círculos, gráficos, etc.)
- Haciendo clic en el icono "**Copy area**"  (copiar área) puede copiar cualquier área de un gráfico en el portapapeles o guardarla como archivo .EMF (Enhanced Metafile-Format). Utilizando la barra de herramientas de "**Mini-CAD**" o los módulos de "**Header toolbar**" (Barra de herramientas de encabezados) usted puede pegar archivos .EMF en sus gráficos. Por ello, resultados tales como análisis de falla de talud o granulometría del suelo, pueden ser fácilmente importados a sus gráficos.

3 Protección de la Licencia

Para garantizar el mejor nivel de calidad, el programa **GGU-GABION** utiliza un sistema de protección contra copias mediante un hardware externo.

El software de GGU está protegido por el sistema de protección contra copias **WIBU-KEY**, el mismo que solo funciona en acompañamiento del componente **WIBU-BOX** o **WIBU-Codemeter** (Hardware externo o "**WIBU dongle**" que se conecta a la PC por el puerto paralelo o USB). Debido a la configuración del software, el mismo solo funcionará si se encuentra conectada la llave WIBU dongle al computador. Esta dependencia crea una conexión directa entre la licencia del software y el hardware de protección WIBU dongle, por lo que el software correspondiente de WIBU-BOX o. WIBU-Codemeter deberá estar de igual forma instalado en su computador.

Al momento de iniciar el programa y durante el uso del mismo, éste realiza un chequeo de la conexión del hardware WIBU dongle al computador. Si se quita la llave de seguridad no se podrá seguir ejecutando el programa.

Para la Instalación y el consiguiente Registro del Software de GGU por favor revise las recomendaciones contenidas en la hoja informativa: "**Indicaciones para la Instalación de GGU-Software Internacional**" que se le entregará junto con el programa.

4 Selección del Idioma

GGU-GABION es un programa bilingüe.

Las preferencias del idioma pueden ser cambiadas en cualquier momento en el menú "?", usando el ítem "**Spracheinstellung**" (en Alemán) o "**Language preferences**" (en Inglés).

5 Primeros Pasos

Después de iniciar el programa usted verá dos menús en la parte superior de la ventana:

- File (Archivo)
- ?

Ingresando al menú "**File**"(Archivo), un sistema previamente calculado puede ser cargado mediante el ítem "**Load**"(Cargar), o se puede crear uno nuevo utilizando el ítem "**New**"(Nuevo). Después de hacer clic en el ítem "**New**" se abrirá una ventana de diálogo para especificar las preferencias generales para el nuevo sistema. Al abandonar la ventana usted podrá ver nueve submenús en la barra de menús:

- File (Archivo)
- Editor 1
- Editor 2
- Reinforced earth system (Sistema de tierra reforzada)
- System (Sistema)
- Evaluation (Evaluación)
- Graphics preferences (Preferencias de gráficos)
- Page size + margins (Tamaño de página y márgenes)
- ?

Haciendo clic en uno de los submenús, éstos se abren permitiendo el acceso a todas las funciones del programa.

El programa trabaja bajo el principio de *What you see is what you get*, Esto significa que la presentación en pantalla representa lo que se verá en la impresión. En consecuencia, la presentación en pantalla deberá ser actualizada después de cada alteración que sea realizada. Por razones de eficiencia, pues la actualización en pantalla puede demorar varios segundos para contenidos complejos, la pantalla de **GGU-GABION** no es actualizada después de cada alteración.

Si usted requiere actualizar los contenidos en pantalla, oprima [**F2**] o [**Esc**]. La tecla [**Esc**] lleva adicionalmente la presentación en pantalla hacia el Zoom actual, el cual tiene un valor por defecto de 1.0.

6 Primeros pasos con un ejemplo práctico

6.1 Descripción del Sistema2

Sabiendo por experiencia propia que la lectura de manuales de uso es tediosa, esta sección provee de una breve descripción de las principales funciones del programa. Después de estudiar esta sección usted estará en la posición de llevar a cabo cálculos. Usted puede obtener los detalles del programa en los capítulos siguientes de este manual.

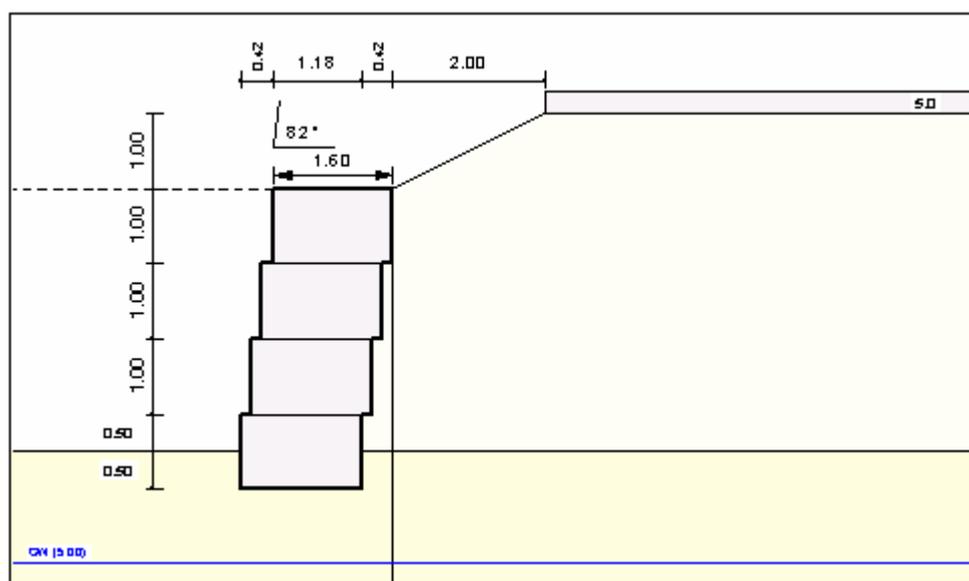


Figura 1 Ejemplo de aplicación

Una banquina de 3 m de alto con una berma de 1 m alto, con una inclinación 1 : 2 tiene que ser sostenida. Una carga vertical de 5 kN/m² actúa sobre la berma. El ángulo de reposo de los elementos del gabión es 82°. El nivel freático se encuentra 1,5 m bajo el nivel de fundación (b NF). El relleno es una grava arenosa. Por debajo se encuentra un estrato de arena semi densa. Van a ser utilizados 4 elementos de gabión con una altura uniforme de 1,0 m y un ancho de 1,6 m cada uno. Las propiedades del material son presentadas a continuación:

- **gabión**
 - peso específico $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
 - coeficiente de fricción en las juntas $\mu = 0,6$
 - valor equivalente de cálculo para la resistencia a compresión de los elementos de concreto β_r (DIN 1045) = 0,3 MN/m²
- **grava arenosa**
 - ángulo de fricción interna $\varphi = 35^\circ$
 - cohesión $c = 0 \text{ kN/m}^2$
 - peso específico húmedo $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
 - ángulo de fricción muro-suelo (lado activo) = $2/3 \varphi$

- **arena**
 - ángulo de fricción interna $\varphi = 32,5^\circ$
 - cohesión $c = 0 \text{ kN/m}^2$
 - peso específico húmedo $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
 - peso específico del suelo sumergido o peso boyante $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$
 - ángulo de fricción muro-suelo (lado activo) = $2/3 \varphi$
 - no se usará empuje pasivo
 - módulo edométrico $E_S = 60 \text{ MN/m}^2$

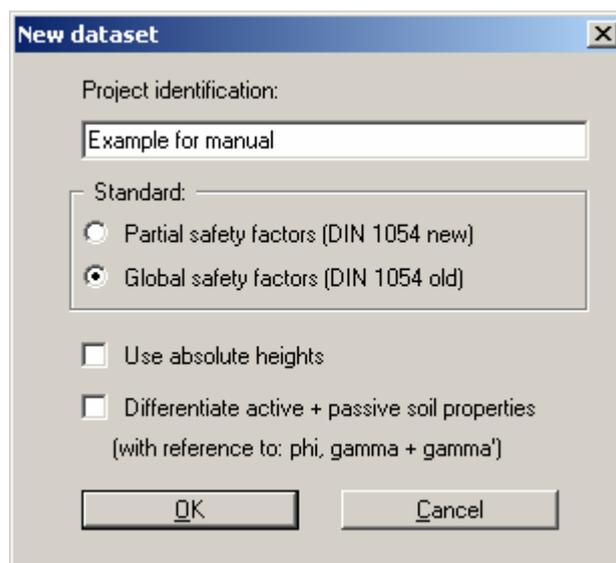
Para la verificación de la capacidad portante del suelo, los coeficientes. T_c and T_d deben ser considerados adicionalmente:

$$T_c = T_d = 1.0 + 0.35 * t/b \leq 2.0$$

t = profundidad de fundación
b = ancho de fundación

6.2 Paso 1: Seleccionar opciones de cálculo

Luego de iniciar el programa aparecerá el logo. Seleccione el menú "File/New"(Archivo/Nuevo). Aparecerá el siguiente cuadro de diálogo:

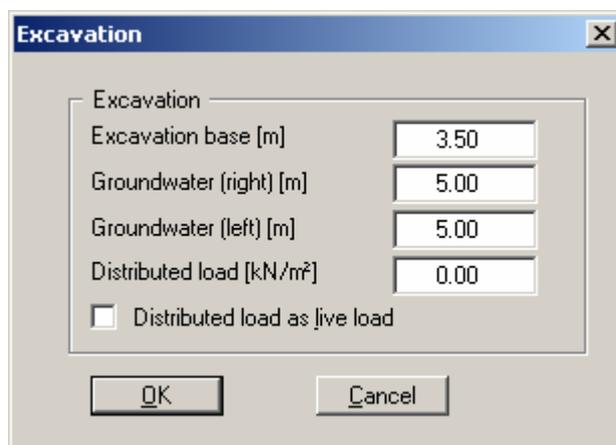


Si selecciona la opción "Use absolute heights" (Usar alturas absolutas) podrá ingresar todas las profundidades o alturas en **m** (hacia arriba es el sentido positivo). Si deja esta casilla sin marcar, para la corona del muro se asume una altura o profundidad de **0.0** (altura/profundidad) y el sentido positivo es hacia abajo. Si de todas maneras se desea trabajar con alturas absolutas, ingrese las profundidades apropiadas modificadas correspondientemente, Gracias al sistema **WYSIWYG** (Lo que usted ve, es lo que usted obtiene) no hay riesgo de usar datos incorrectos, dado que éstos son inmediatamente mostrados en pantalla. En este ejemplo la casilla "Use absolute heights" no será seleccionada.

Para este ejemplo, use la configuración mostrada en el cuadro de diálogo mostrado arriba y haga clic en "OK". Un nuevo sistema será mostrado en pantalla y aparecerá la barra de menús completa.

6.3 Paso 2: Definir la excavación

Seleccionar el menú "**Excavation**"(Excavación) del menú "**Editor 1**". Aparecerá el siguiente cuadro de diálogo. Ingrese los valores mostrados abajo:

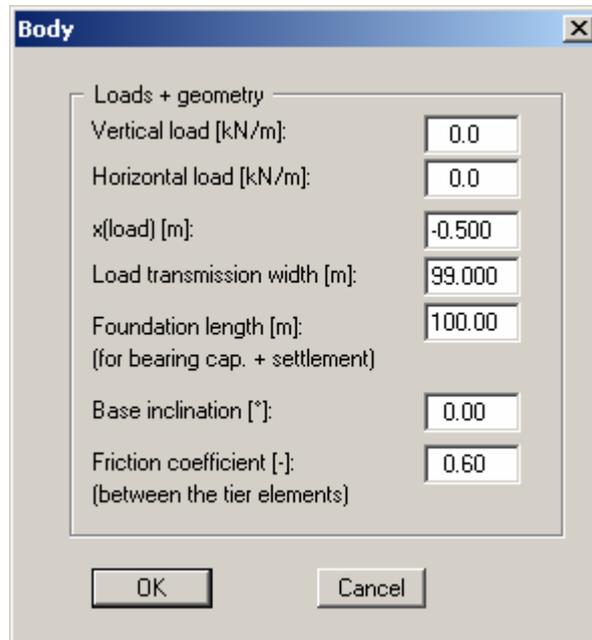


| Excavation | |
|--|------|
| Excavation base [m] | 3.50 |
| Groundwater (right) [m] | 5.00 |
| Groundwater (left) [m] | 5.00 |
| Distributed load [kN/m ²] | 0.00 |
| <input type="checkbox"/> Distributed load as live load | |

La carga viva de 5 kN/m² será ingresada al sistema posteriormente, utilizando para ello el menú "**Editor 1/Berms (active side)**"(Editor 1/Bermas (lado activo)).

6.4 Paso 3: Definir las cargas del cuerpo

Seleccione "**Body (general)**" (Cuerpo del Gavión (general)) del menú "**Editor 1**".



| Body | |
|---|--------|
| Loads + geometry | |
| Vertical load [kN/m]: | 0.0 |
| Horizontal load [kN/m]: | 0.0 |
| x(load) [m]: | -0.500 |
| Load transmission width [m]: | 99.000 |
| Foundation length [m]: (for bearing cap. + settlement) | 100.00 |
| Base inclination [°]: | 0.00 |
| Friction coefficient [-]: (between the tier elements) | 0.60 |

Generalmente los gaviones no están sujetos a cargas verticales ("**Vertical load**") ni a cargas horizontales ("**Horizontal load**") en la corona del muro. Sin embargo, si es que tales cargas existieran deberán ser ingresadas en este paso. Defina la posición de la carga vertical desde el borde superior derecho del muro de gaviones usando "**x(load)**" (x(carga)).

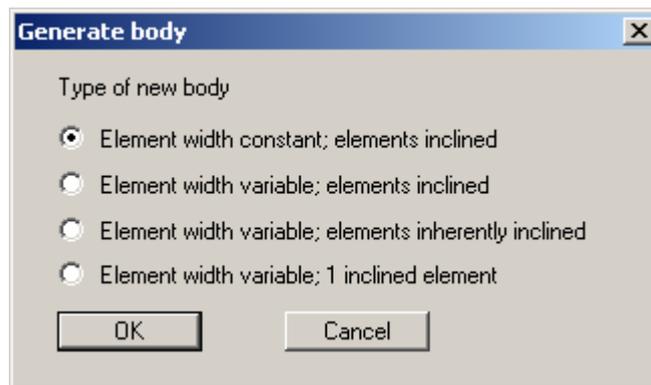
El ancho de transmisión de carga ("**Load transmission width**") es requerido para la verificación de la estabilidad interna del muro de gavión de acuerdo a la norma DIN 1045. Si las cargas no son transmitidas a través de toda la profundidad, defina el valor apropiado, caso contrario, deberá mantener inalterado el valor por defecto de **99.0**.

El largo de la fundación ("**Foundation length**") influye únicamente la verificación de la capacidad portante del suelo y asentamientos. Cualquier inclinación de la base ("**Base inclination**") puede ser definida en el cuadro de diálogo de arriba. El coeficiente de fricción ("**Friction coefficient**") entre los elementos del muro (gaviones) es necesario para la verificación de la seguridad contra el deslizamiento interno del muro de gaviones.

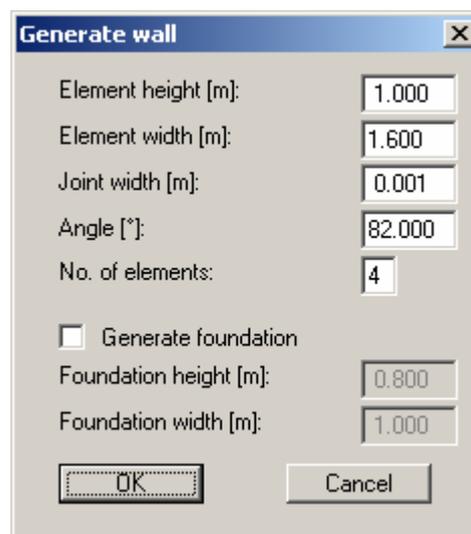
6.5 Paso 4: Definir la geometría del cuerpo

Seleccione el menú "**Editor 1/Body (geometry)**"(Editor 1/Cuerpo (geometría)) para ingresar la geometría del cuerpo del gavión en secciones horizontales. Para ello, defina la profundidad de la sección horizontal y los 2 valores correspondientes para x en el cuadro de diálogo (Sección 8.2.4).

Para casos más prácticos, el ingreso de datos puede ser generado automáticamente utilizando el botón "**Generate**"(Generar). Cuando se hace clic en el botón "**Generate**", el siguiente cuadro de diálogo aparece, permitiendo especificar el tipo de elementos:



Para este ejemplo, confirme la opción por defecto con "**OK**". Se abrirá otra ventana de diálogo:



Una vez ingresados los datos en el cuadro de diálogo de arriba y habiendo cerrado la ventana haciendo clic en "OK", los nuevos puntos generados son aceptados.

| No. | Depth [m] | x(left) [m] | x(right) [m] |
|------------------|-----------|-------------|--------------|
| Wall top = 0.000 | | -1.600 | 0.000 |
| 2 | 1.000 | -1.600 | 0.000 |
| 3 | 1.000 | -1.741 | -0.141 |
| 4 | 2.000 | -1.741 | -0.141 |
| 5 | 2.001 | -1.881 | -0.281 |
| 6 | 3.000 | -1.881 | -0.281 |
| 7 | 3.001 | -2.022 | -0.422 |
| 8 | 4.001 | -2.022 | -0.422 |

La geometría del muro de gaviones ha sido exitosamente ingresada. Después de cerrar el cuadro de diálogo haciendo clic en el botón "Done"(Hecho) verá los elementos del muro de gaviones representados en pantalla.

6.6 Paso 5: Definir material del gavión

Seleccione el menú "Editor 1/Material" e ingrese los valores mostrados en el cuadro de diálogo.

The image shows a software dialog box titled "Outer skin". It is divided into two main sections. The first section, "Material", contains several input fields and checkboxes: "gamma [kN/m³]" with a value of 18.00, an unchecked checkbox for "Use '2. gamma'", "'2. gamma' [kN/m³]" with a value of 23.00, "below [m]" with a value of 9.00, an unchecked checkbox for "'Buoyant gamma' if groundwater in wall", and "Young's mod. [kN/m²]" with a value of 2.5000E+4. The second section, "Unreinforced concrete", also contains input fields and checkboxes: an unchecked checkbox for "Verify unreinforced concrete", "from [m]" with a value of 0.000, "to [m]" with a value of 999.000, "beta(r) [MN/m²]" with a value of 3.500, "n-value for load distribution (see DIN 1045 Table 17):" with a value of 2.000, an unchecked checkbox for "Wall top kept horizontal", and an unchecked checkbox for "No buckling verification for displacement to earth side". At the bottom of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons.

El programa permite adoptar valores de peso específico definidos por el usuario para ser empleados en el cálculo, si, por ejemplo, el muro de gaviones se apoya en una fundación. También es posible considerar el "**Buoyant gamma**" (peso específico sumergido) si el muro de gaviones es construido dentro del nivel freático. "**Young's mod.**" designa el módulo de Young del material gavión. Este valor es requerido para el cálculo estructural del muro.

La estabilidad interna del muro de gaviones generalmente no es verificada en el diseño actual. Sin embargo, casos de colapso estructural muestran que se requieren mejoras en esta área. El boletín técnico contiene el siguiente requerimiento:

"La estabilidad interna de los elementos del muro de gaviones debe ser verificada numéricamente o a través de pruebas de carga.

La estabilidad interna de un elemento es influenciada principalmente por:

- *El material de relleno y*
- *La malla alambrada.*

Una determinación numérica confiable de la estabilidad interna es difícilmente posible, debido a la complejidad de las interacciones entre el material de relleno y la malla de alambre. De ser necesario, el concepto de verificación de acuerdo a la norma DIN 1045 puede ser adoptado, si a través de pruebas de modelación se puede determinar un valor de la resistencia a la compresión de elementos de concreto (β_r para la DIN 1045), que sea equivalente a los elementos del muro de gaviones.”

El programa permite el cálculo de estabilidad interna de acuerdo a la norma DIN 1045, si un valor adecuado de la resistencia a la compresión del concreto puede ser definido. Valores para "**beta(r)**" (resistencia nominal del material) y "**n-value for load distribution**" (Valor *n* para distribución de cargas) son requeridos aquí (remítase a la explicación detallada en la Sección 7.22).

6.7 Paso 6: Definir berma

Seleccione "**Berms (active side)**" (Bermas (lado active)) del menú "**Editor 1**". Haga clic en "**0 berm(s) to edit**" (0 berma(s) para editar) e ingrese **1** como el Nuevo número de bermas.

| No. | Left [m] | Right [m] | Delta h [m] | Surcharge [kN/m ²] | Live Load |
|-----|----------|-----------|-------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 0.00 | 2.00 | 1.00 | 5.00 | <input checked="" type="checkbox"/> |

Ingrese los valores del cuadro de diálogo de arriba y confírmelos haciendo clic en "**Done**" (hecho).

6.8 Paso 7: Definir suelos

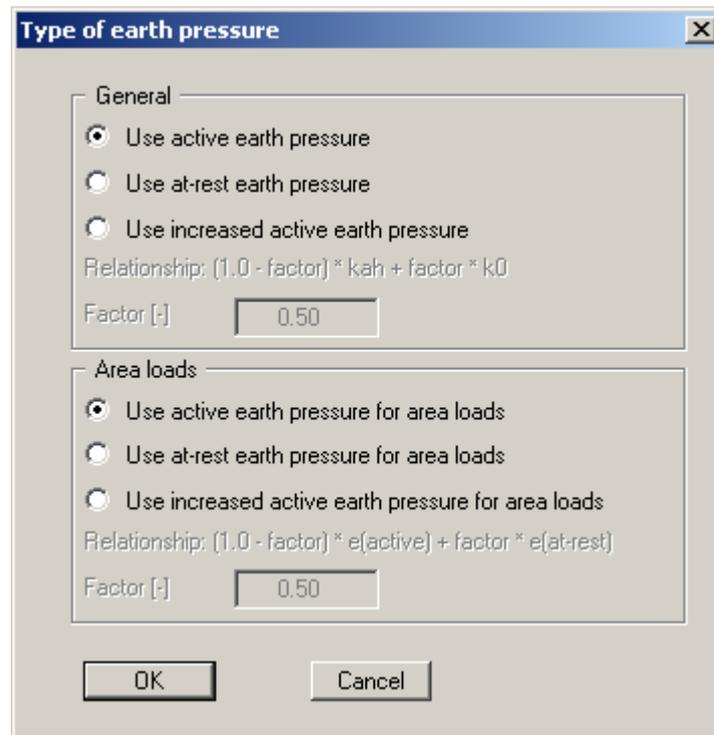
Seleccione el menú "Soils" (Suelos) del menú "Editor 1". Edite el número de suelos seleccionando el botón "Edit no. of soils" (Editar Nro. De suelos) e ingrese el número 2.

| | Designation | Base | gam | gam' | phi | c(a) | c(p) | d(a)/phi | d(p)/phi | Es |
|---|--------------|------|----------------------|----------------------|------|----------------------|----------------------|----------|----------|----------------------|
| | | [m] | [kN/m ²] | [kN/m ²] | [°] | [kN/m ²] | [kN/m ²] | [-] | [-] | [MN/m ²] |
| 1 | Sandy gravel | 3.50 | 18.0 | 10.0 | 35.0 | 0.0 | 0.0 | 0.667 | -0.667 | 80.0 |
| 2 | Sand | 6.00 | 19.0 | 10.0 | 32.5 | 0.0 | 0.0 | 0.667 | -0.667 | 60.0 |

Ingrese los valores datos en el cuadro de diálogo de arriba. Usted puede ingresar diferentes valores para la cohesión y ángulos de fricción interna para los lados activo (a) y pasivo (p).

6.9 Paso 8: Definir el tipo de empuje de tierras

Seleccione el menú "**Type of earth pressure**" (Tipo de empuje de tierras) del menú "**Editor 1**".

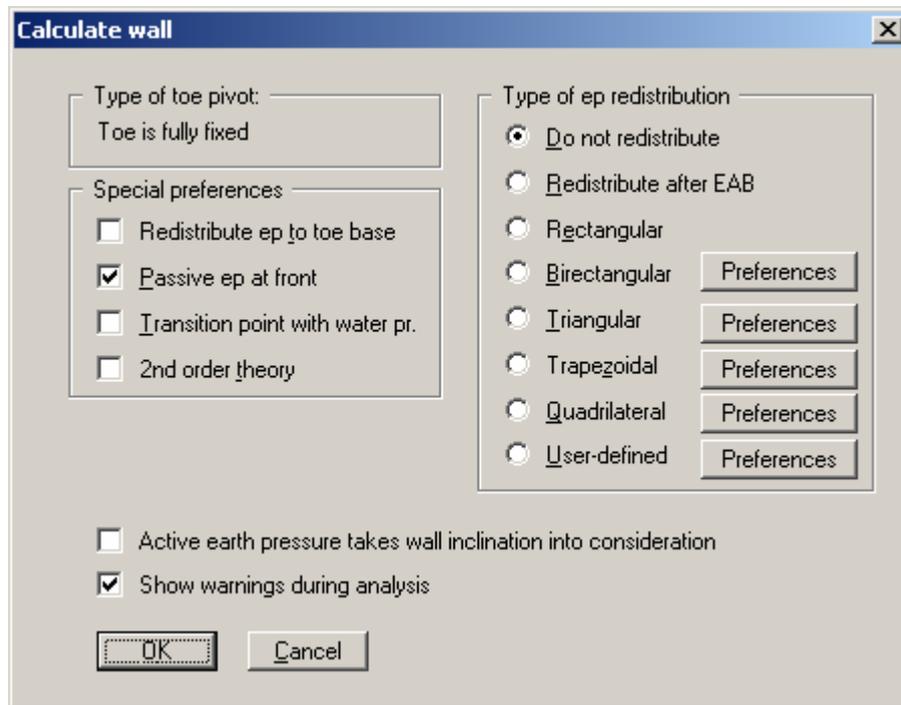


Los botones de comando necesarios ya están seleccionados, de modo que no se necesita modificar nada. Lo último se aplica también a los restantes ítems del menú "**Editor 1**". De todos modos, Usted deberá hacer clic en estos ítems para familiarizarse con ellos.

Con esto se completa el ingreso de datos.

6.10 Paso 9: Cálculo del sistema

Seleccione ahora el ítem "Analyse" (Calcular) del menú "System" (Sistema).



Después de hacer clic en el botón "OK" se da inicio al cálculo. El programa realiza un control intenso de plausibilidad de los datos ingresados. Una vez que termina el cálculo, el sistema completo es presentado en pantalla, junto con los resultados. Además de los esfuerzos resultantes, los siguientes efectos son mostrados:

- Línea de presiones:
Ubicación de las fuerzas resultantes en cada sección
- 1er ancho de núcleo :
Si la línea de presión está dentro del 1er ancho de núcleo, el área está sometida completamente a compresión => carga de compresión únicamente.
- 2do ancho de núcleo:
Si la línea de presiones está fuera del 1er ancho de núcleo pero dentro del 2do, aparece una brecha de contacto en la base de la fundación que se extiende hasta la posición del centroide.
- "n-region" (Región n) :
Ésta designa el área que gobierna el diseño de acuerdo a la norma DIN 1045, la cual resulta del Valor n y del ancho de transmisión de cargas.

6.11 Paso 10: Evaluación y visualización de resultados

Entre otras cosas, tres cuadros de leyendas son mostradas en pantalla, las cuales contienen las propiedades del suelo, la información más importante para el cálculo y los resultados de éste. Adicionalmente se puede mostrar el cuadro con los resultados del cálculo de asentamientos.

Diríjase al ítem "**Settlement legend**" (Cuadro de Asentamientos) en el menú "**Graphics preferences**" (Preferencias gráficas) y active la opción "**Show legend**" (Mostrar leyenda). Si la posición de la leyenda no es de su agrado, ésta puede ser fácilmente modificada. Diríjase al ítem "**Move objects**" (Mover objetos) en el menú "**Graphics preferences**" (Preferencias gráficas) y siga las instrucciones. El tamaño de las leyendas puede ser alterado modificando los tamaños de fuente en los cuadros de diálogo individuales.

Además del sistema, el empuje de tierras, las solicitudes, etc. son mostrados en pantalla para la altura completa del muro. Estas entradas también pueden ser editadas. Diríjase al ítem "**Graphics output preferences**" (Preferencias gráficas de visualización) en el menú "**System**" (Sistema). Otras opciones de evaluación pueden ser mostradas en pantalla, refiérase para ello al menú "**Evaluation**" (Evaluación).

Los diagramas pueden ser impresos seleccionando el menú "**File/Print and export**" (Archivo/Imprimir y exportar). Usted también puede imprimir un protocolo detallado, seleccionando el ítem "**File/Print output table**" (Archivo/Imprimir tabla). La función de zoom le permite magnificar áreas seleccionadas del gráfico, remítase al ítem "**Graphics preferences/Zoom info**" (Preferencias gráficas/ información de zoom). Haciendo doble clic con el botón derecho del ratón en un punto en particular del gráfico causará que aparezca un cuadro conteniendo las correspondientes variables de estado.

Para aclarar con mayor detalle los resultados del cálculo, las gráficas pueden ser complementadas con textos y elementos gráficos utilizando el módulo "**Mini-CAD**". Usted puede guardar su trabajo en un archivo, dirigiéndose al ítem "**Save as**" (Guardar como) del menú "**File**" (Archivo).

7 Principios teóricos

7.1 Cuerpo

El cuerpo del muro de gaviones es definido en secciones horizontales, cada una con tres valores:

- Profundidad de la sección transversal por debajo de la corona del muro;
- Bordes izquierdo y derecho del muro, correspondientemente.

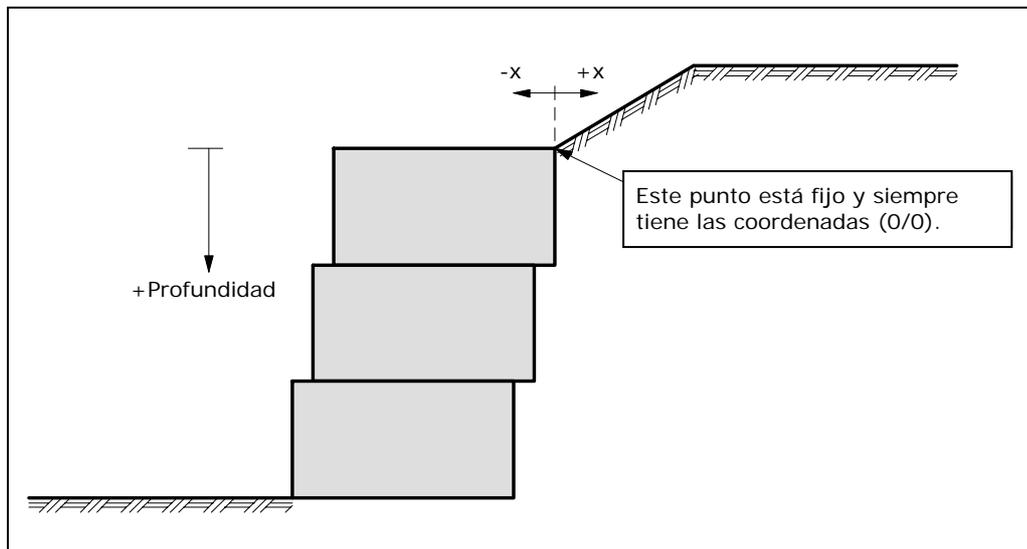


Figura 2 Cuerpo del muro de gaviones

Para definir el cuerpo, se debe ingresar la profundidad y los dos valores de x correspondientes en seis pasos horizontales (vea también la sección 8.2.4). Todos los empujes de suelos (incluyendo los empujes por cargas distribuidas) son calculados en la línea vertical en la posición $x = 0$.

7.2 Propiedades del suelo

Como máximo podrán tomarse en cuenta 50 estratos de suelos. Para cada uno deberán ingresarse los siguientes parámetros:

- Profundidad en metros medida desde la corona del muro, o en altura absoluta
- Peso específico del suelo γ [kN/m³]
- Peso específico del suelo sumergido o peso boyante γ' [kN/m³]
- Ángulo de fricción interna $[\circ]$
- Cohesión del lado activo y pasivo [kN/m²]
- Ángulo de fricción muro-suelo del lado activo expresado con la relación δ_a/φ
- Ángulo de fricción muro-suelo del lado pasivo expresado con la relación δ_p/φ
- Módulo edométrico E_s [kN/m²] (para el cálculo de asentamientos)

Si se activa la opción "**Differentiate active + passive soil properties**" (Diferenciar las propiedades del suelo del lado activo y pasivo) en el menú "**File/New**" (Archivo/Nuevo) o "**Editor 1/Analysis options**" (Editor 1/Opciones de análisis), podrá ingresar ángulos de fricción interna y pesos específicos distintos tanto para el suelo del lado activo como para del lado pasivo.

7.3 Empuje activo de suelos

El empuje activo de suelos será calculado según la DIN 4085. Dicha norma contiene las fórmulas para calcular los coeficientes de empuje k_{ah} (fricción) y k_{ch} (cohesión). Alternativamente existe la opción de determinar el coeficiente de cohesión como $k_{ch} = k_{ah}^{-2}$, un método usualmente encontrado en literatura antigua. **GGU-GABION** también ofrece la opción de ingresar coeficientes de empuje personalizados, que pueden ser ingresados para cada suelo en una tabla.

7.4 Empuje de suelos en reposo

El coeficiente de empuje de suelos en reposo, k_0 , se obtiene de acuerdo a FRANKE (*Die Bau-technik* 1974/No. 1) con la siguiente fórmula:

$$k_0 = 1.0 - \sin \varphi + (\cos \varphi + \sin \varphi) * \beta / \varphi$$

φ = ángulo de fricción

β = inclinación de la superficie

La componente vertical del empuje producto de la fricción muro-suelo se obtiene con la tangente del ángulo de fricción muro-suelo. No obstante, en concordancia con la EAB, se deberá asumir un valor mínimo de 0.5 veces la componente horizontal cuando la tangente del ángulo de fricción muro-suelo sea < 0.5 .

7.5 Empuje activo de suelos incrementado

El coeficiente del empuje activo incrementado, k_{eh} , se obtiene por medio de los coeficientes de empuje activo y de reposo del suelo de la siguiente manera:

$$k_{eh} = (1.0 - f) * k_{ah} + f * k_0$$

$$0.0 \leq f \leq 1.0$$

7.6 Empuje pasivo de suelos

El coeficiente de empuje pasivo puede ser calculado mediante los siguientes métodos:

- DIN 4085
- Streck
- Caquot/Kerisel
- DIN 4085/Caquot/Kerisel
- DIN 4085 (nueva)

Como Weißenbach (1985) ha indicado, los coeficientes corregidos de Streck son los más apropiados por generar los valores mas bajos de empuje pasivo. Por lo tanto **GGU-GABION** tiene la siguiente opción predeterminada:

- Coeficientes de empuje pasivo de suelos según Streck.

Los valores de estos coeficientes así como los de la DIN 4085 están programados en **GGU-GABION**. Dado que los valores de Streck son sólo validos en el caso de superficie horizontal, los valores de la DIN 4085 están disponibles para casos de superficie inclinada. Sin embargo, cuando el ángulo de fricción muro-suelo no es igual al ángulo de la superficie se obtienen valores grandes e irreales. Por ello se encuentran también a disposición los coeficientes de Caquot/Kerisel. En casos de superficie inclinada del lado pasivo **GGU-GABION** aplicará automáticamente los valores de Caquot/Kerisel sin importar las opciones generales seleccionadas para el empuje pasivo. Como no existen fórmulas programables para los coeficientes de Caquot/Kerisel, se adoptarán los valores tabulados de Weißenbach (*Baugruben III, 1977*) y serán interpolados linealmente. Los valores tabulados están en el archivo CAQUOT.TAB ASCII provisto por **GGU-GABION**; este archivo es cargado cuando el programa se inicia. Bajo ninguna circunstancia deberá alterarse este archivo.

Las ecuaciones dadas en la DIN 4085 son suficientemente precisas para ángulos de fricción interna de hasta 35°. Para ángulos > 35° deberán implementarse otros métodos para la determinación de los coeficientes. Activando la casilla "**DIN 4085/Caquot/Kerisel**" se emplearán los valores de la DIN 4085 para ángulos de fricción interna < 35° y los de Caquot/Kerisel para ángulos > 35°, incluyendo el caso de superficie no inclinada.

| |
|--|
| <p>Recomendación: Use los coeficientes de empuje pasivo según "Streck". Cuando trabaje con superficie inclinada, GGU-GABION automáticamente cambiará a "Caquot/Kerisel".</p> |
|--|

Además de coeficientes ya calculados, pueden ingresarse valores definidos por el usuario.

7.7 Bermas

GGU-GABION puede trabajar hasta con 5 bermas en ambos lados del muro. Las bermas pueden incluir sobrecargas. El efecto sobre el empuje de suelos es tomado en cuenta de acuerdo al manual de tablestacados (Sheet Piling Manual, Krupp Hoesch Stahl).

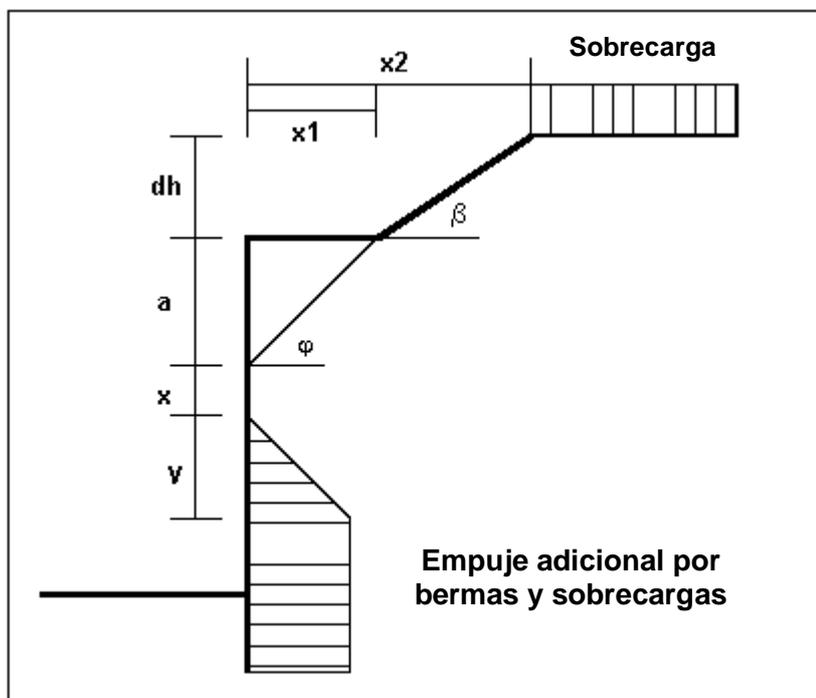


Figura 3 Bermas en el lado activo

Para los parámetros "x" y "y" valen las siguientes relaciones:

$$x = k_{ah0} / (k_{ah\beta} - k_{ah0}) * a$$

$$y = k_{ah0} / (k_{ah\beta} - k_{ah0}) * x$$

$$\Delta e_{ahu} = \gamma * dh + \text{sobrecarga}$$

γ = peso específico del suelo en el área de la bermas

Si el ángulo β es mayor que φ , se asumirá que $\beta = \varphi$ para el análisis. Bermas del lado pasivo serán tratadas exactamente de la misma manera. Los coeficientes de empuje pasivo se determinarán de acuerdo a Caquot/Kerisel, sin importar las opciones generales seleccionadas para el empuje pasivo. En particular para bermas con dh negativos se recomienda ya en las opciones generales seleccionar los coeficientes según Caquot/Kerisel, pues en estos casos, como muestra la Figura 3 Bermas en el lado activo, las sobrecargas negativas de las bermas serían sustraídas del empuje pasivo de suelos. Antes de comenzar un análisis, **GGU-GABION** informa posibles incongruencias. Más aún, las bermas con dh negativos pueden tener pendientes menores o iguales al ángulo de fricción interna del suelo en la bermas, ya que para

$$|\beta| > \varphi$$

no es posible calcular los coeficientes de empuje pasivo.

En realidad se podría haber programado reducir la pendiente a ϕ , como otros programas de geotecnia. Sin embargo, se prefiere mostrar los datos ingresados gráficamente para evitar rechazar una posible realidad que la teoría no contempla. **GGU-GABION** verifica la condición anterior antes de comenzar el análisis.

Si se calcula usando *factores parciales de seguridad*, la sobrecarga sobre la berma del lado del empuje activo se modela como una carga viva infinita confinada lateralmente por la necesidad de diferenciar entre cargas permanentes y variables. De modo de tener las mismas condiciones de borde para un análisis comparativo usando *factores globales de seguridad*, hay una casilla en el cuadro de diálogo de las bermas del lado del empuje activo llamada "**Surcharge via bounded surcharges**" (Sobrecarga como carga infinita confinada lateralmente) (Ver menú "**Editor 1/Berms (active side)**" – Editor 1/Bermas lado activo, sección 8.2.6).

7.8 Cargas infinitas confinadas lateralmente

Hasta 10 cargas infinitas confinadas lateralmente pueden ser ubicadas a cualquier altura en el lado del empuje activo.

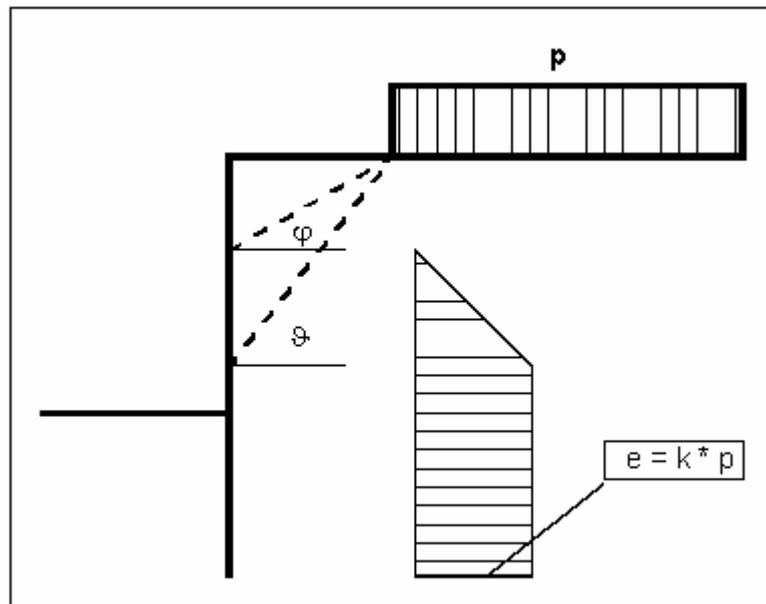


Figura 4 Carga infinita confinada lateralmente

El coeficiente k es igual al coeficiente k_{ah} para el empuje activo de suelos e igual a k_0 para el empuje del suelo en reposo. El empuje resultante será luego redistribuido de acuerdo a la forma elegida, si así lo deseara.

7.9 Cargas distribuidas

Hasta 10 cargas distribuidas pueden ser ubicadas a cualquier altura del lado del empuje activo.

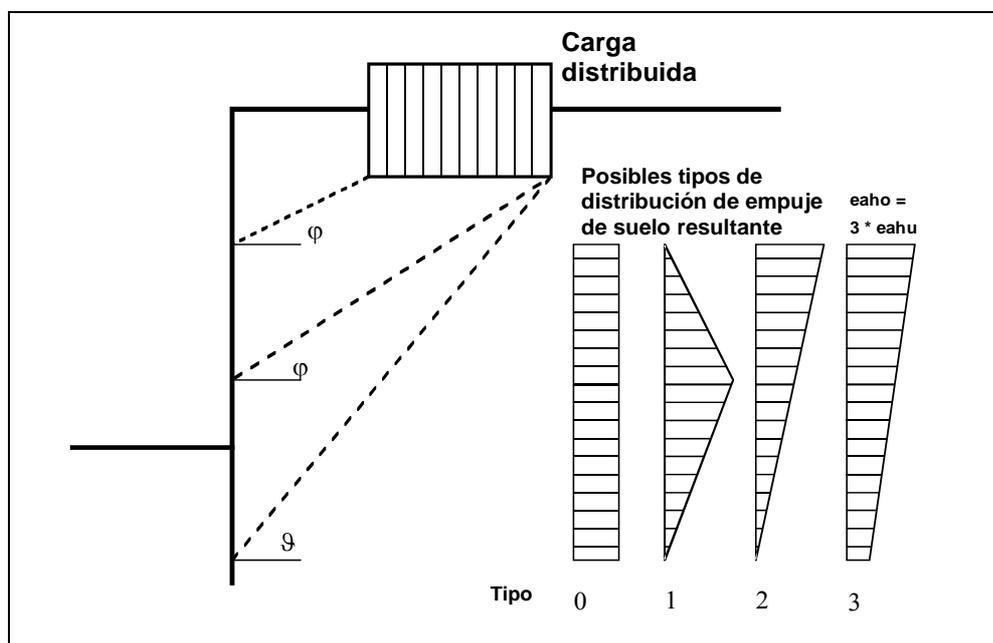


Figura 5 Cargas distribuidas y empujes resultantes

De acuerdo a Weißenbach, el ángulo de la cuña de falla ϑ se obtiene de:

$$\tan \vartheta = 1 / \cos \varphi (\sin \varphi + (\tan \varphi / (\tan \varphi + \tan \delta_a))^{-2})$$

Cuando existan varios estratos de suelo, **GGU-GABION** irá determinando los ángulos de falla para cada estrato aplicando los ángulos de fricción respectivos. El tipo de distribución del empuje resultante puede ser definido de cuatro formas (Figura 6 Empuje de suelos en reposo por cargas distribuidas).

Para el caso de empuje de suelos en reposo, los empujes resultantes sobre el muro debidos a cargas distribuidas se determinarán empleando la teoría del medio elástico. Los factores de concentración a utilizar pueden ser "3" y "4" (Ver también Figura 6 Empuje de suelos en reposo por cargas distribuidas).

- Para suelos cohesivos preconsolidados aplica el factor de concentración "3" donde:
 $e_{op} = q/\pi (\beta_2 - \beta_1 + \cos\beta_1 \sin\beta_2 - \cos\beta_2 \sin\beta_1)$
- Para suelos no cohesivos o suelos cohesivos normalmente consolidados, aplica el factor de concentración "4" donde:
 $e_{op} = q/4 (\sin^3\beta_2 - \sin^3\beta_1)$

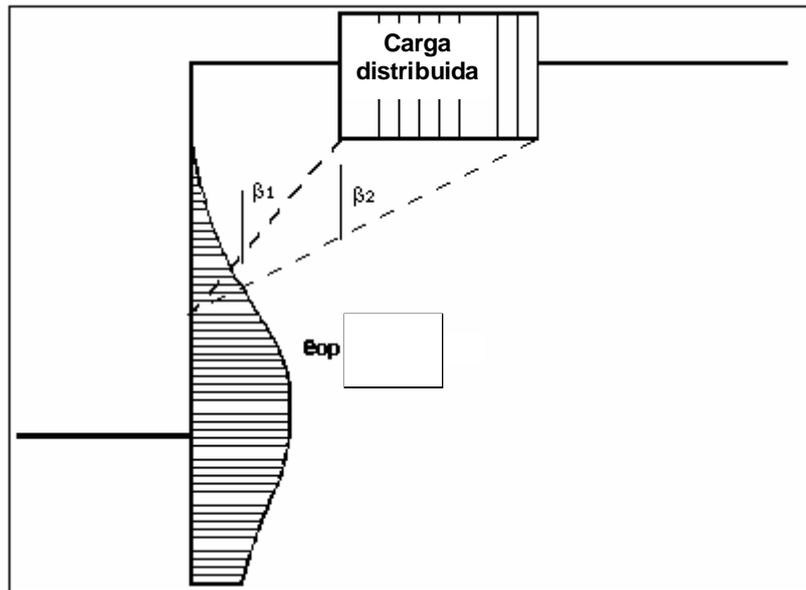


Figura 6 Empuje de suelos en reposo por cargas distribuidas

El tipo de empuje de suelos debido a una carga distribuida puede ser definido independientemente de la opciones generales de empujes (Ver menú "**Editor 1/Type of earth pressure**" – Editor 1/Tipo de empujes de suelo, sección 8.2.9).

7.10 Cargas lineales

Cargas lineales perpendiculares al eje del muro de contención o paralelas al eje longitudinal del muro, (por ejemplo, cargas verticales sobre el muro) serán tratadas como se muestra en la Figura. 4.20 en la página 64 del manual de tablestacados (Sheet Piling Manual). La carga se ingresará como un número de cargas superficiales discretas.

7.11 Sistema estructural

El cálculo estructural requerido para determinar las variables de estado (desplazamientos, momentos, esfuerzos cortantes y esfuerzos normales) se realiza a través de un entramado, el cual trata al muro y a las geomallas como un sistema estructural único. El muro es considerado como un entramado que corre a lo largo de su eje centroidal.

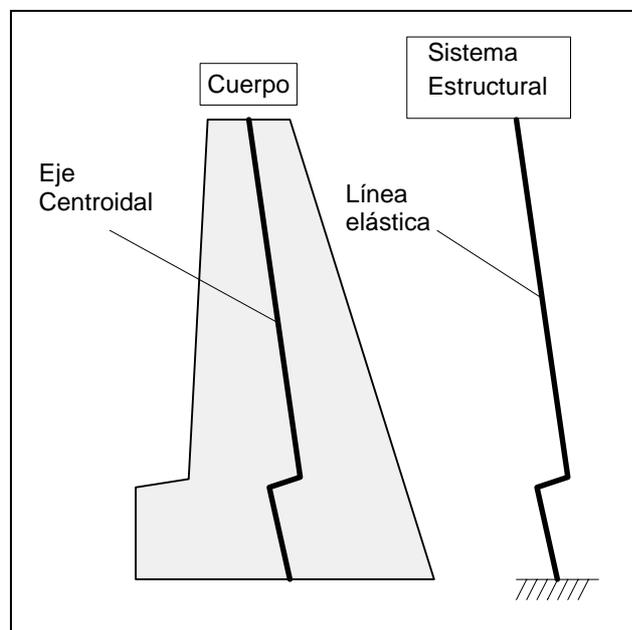


Figura 7 Sistema estructural de un muro sin geomallas

La rigidez EJ del muro es obtenida de la relación $E*d^3/12$, donde d es el espesor horizontal del muro en la sección considerada. La rigidez de cada elemento es asumida constante, donde el espesor considerado es el espesor en el centro de la sección.

Si el sistema incluye geomallas, el punto de acción es automáticamente ubicado en el eje centroidal. Los componentes de las fuerzas actuantes en el frente y detrás del muro, como el peso del suelo, presión de poros, cargas, etc. producen un momento alrededor del eje centroidal, el cual es considerado por **GGU-GABION** como un momento distribuido continuamente en el eje de la barra.

Los principios teóricos del entramado se pueden encontrar en el artículo de Duddeck/Ahrens (*Betonkalender* 1976 (Concrete Calendar), Volumen 2). Básicamente, este es un método de elementos finitos basado en el método de los desplazamientos. La división del muro y de las geomallas en barras (elementos finitos) puede ser controlada por teclado. Ver también "**System/Depth subdivisions**" (Sistema/Profundidad de Subdivisiones) en la Sección 8.5.3).

El método de elementos finitos (FEM) produce sistemas de ecuaciones, en las que el número de incógnitas es función del número de barras. **GGU-GABION** obtiene la solución al sistema de ecuaciones usando el método de Cholesky, que también se emplea en otros programas de GGU por su gran estabilidad numérica. No se han reportado dificultades numéricas en las otras aplicaciones de GGU.

Entre los resultados obtenidos del análisis del entramado están las fuerzas cortantes Q y las fuerzas normales N respecto al eje. En un proceso de cálculo posterior estas fuerzas son convertidas en la fuerza horizontal H y la fuerza vertical V .

7.12 **Inclinación de la base**

La inclinación de la base es generalmente llevada a cabo para incrementar la seguridad contra el deslizamiento hasta el nivel requerido.

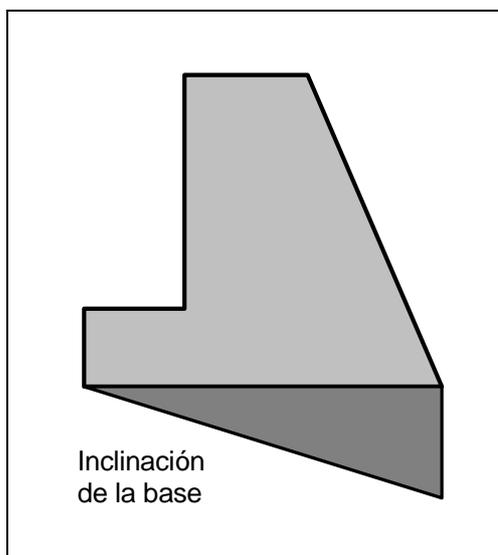


Figura 8 Inclinación de la base

La idealización del cuerpo del muro sin inclinación de la base considerando un sistema estructural equivalente (línea elástica) no presenta problemas, debido a que la rigidez, para los cálculos parciales individuales, puede ser calculada partiendo del espesor horizontal. Sin embargo, la extensión en forma de cuña que se presenta normalmente con la inclinación de la base es contradictoria a las demandas, las cuales son mayores cuando el muro es analizado como una curva elástica.

Para eliminar resultados contradictorios desde el principio, la inclinación de la base **no** es considerada al determinar las solicitaciones. Sólo al verificar la **seguridad al deslizamiento**, los empujes activo y pasivo a la izquierda y derecha de la cuña son acumulados y este componente es adicionado a la fuerza horizontal. Al verificar la **capacidad portante** (ver Sección 7.19), se considera la inclinación de la base. El componente horizontal adicional **no** es incorporado en el análisis, lo que lleva a un resultado más conservador.

7.13 **Condiciones de apoyo al pie del muro**

Para sistemas sin geomallas, el pie del muro es completamente fijo. En sistemas que emplean geomallas, el pie del muro puede ser definido como fijo, con rotación libre o con una base empotrada.

7.14 Condiciones de borde adicionales para cargas y desplazamientos

GGU-GABION establece automáticamente las condiciones de borde descritas en la sección 7.11 (sistema estructural). Es también posible ingresar condiciones de borde adicionales para cualquier punto del muro. Fuerzas y desplazamientos pueden ser definidos como condiciones de borde:

- Desplazamientos a lo largo del eje x
- Desplazamientos a lo largo del eje y
- Rotación
- Fuerzas horizontales
- Fuerzas verticales
- Momentos

7.15 Redistribución de empuje de suelos

De acuerdo a EBGeo no es requerido realizar una redistribución del empuje de suelos. Sin embargo se tiene a disposición un gran número de formas de redistribución. Adicionalmente, al definir un polígono, el usuario puede definir sus propias formas de redistribución de empujes. Las formas posibles de redistribución son:

- Rectángulo
- 2 Rectángulos
- Triángulo, valor máximo arriba
- Triángulo, valor máximo en el centro
- Triángulo, valor máximo abajo
- Trapezoide
- Rectángulo con los valores máximos en los puntos de anclaje u otros.
- Redistribución personalizada a través de un polígono
- Figuras de la EAB

7.16 Concepto de verificación

7.16.1 Verificaciones

Al comenzar el cálculo, el programa requiere las rigideces del muro. La rigidez EJ del muro es obtenida de la relación $E \cdot d^3 / 12$, donde d es el espesor del muro en la sección considerada. La rigidez de cada elemento se considera constante y se asume el espesor en el centro de la sección.

Una vez completado el cálculo estructural, el programa ejecuta las verificaciones necesarias. Si no fuera posible realizar alguna verificación, se verá un aviso adecuado. Las siguientes verificaciones pueden ser diferenciadas:

- verificación de la estabilidad interna;
- verificación de la estabilidad externa;
- verificación de los estados límites de servicio.

Los cuales se diferencian más adelante en:

- sistemas sin refuerzo (geomallas) y
- sistemas con refuerzo (geomallas).

Si por alguna razón, usted desea efectuar alguna de las verificaciones previamente diríjase al menú "**Editor 1/Verifications/Safety factors**" (Editor1/Verificaciones/Factores de seguridad) o al menú "**Editor 1/Verifications/Partial factors**" (Editor1/Verificaciones/Factores parciales) y seleccione las verificaciones deseadas. El cálculo de asentamientos puede ser activado o desactivado en el menú "**Editor 2/Settlements**" (Editor2/Asentamientos).

7.16.2 Sistemas sin geomallas

Estabilidad externa

Las siguientes verificaciones deben ser ejecutadas:

- estabilidad contra el deslizamiento (base plana) (DIN 1054):
La verificación es ejecutada empleando las propiedades del suelo al nivel de la base (ver Sección 7.17.1).
- capacidad portante (DIN 4017):
La verificación es ejecutada empleando las propiedades del suelo por debajo de la base (ver Sección 7.19.1).
- estabilidad general (DIN 4084):
Esta verificación puede ser ejecutada usando el programa **GGU-STABILITY** después de exportar el archivo (ver menú "**File/Export**" (Archivo/Exportar), Sección 8.1.6).

Estabilidad interna

El análisis de la estabilidad interna debe verificar incompatibilidades o la presencia de sobrecargas dentro del muro de gaviones. Las siguientes verificaciones deben ser ejecutadas:

- seguridad al deslizamiento en los planos de contacto (DIN 1054, ver Sección 7.17.2);
- verificación de gaviones (de ser necesario de acuerdo a DIN 1045, ver Sección **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Estado de Servicio

Las verificaciones en estado de servicio consisten en:

- verificación de la máxima excentricidad permitida de la resultante en el plano de la base;
- consideraciones de los asentamientos basadas en la norma DIN 4019 (ver Sección 7.20).

7.16.3 Sistemas con geomallas

Sistemas con geomallas son considerados como muros de tierra armada con un muro exterior de gaviones.

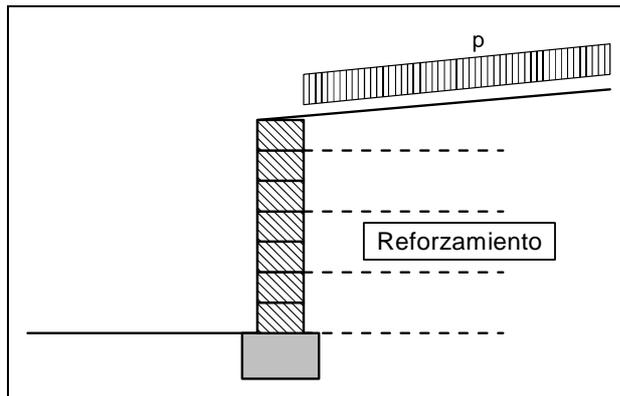


Figura 9 Muro con geomallas

Las verificaciones de sistemas de tierra armada están basadas en la Sección 6.7 de las Recomendaciones para Reforzamiento usando Geosintéticos (*Empfehlungen für Bewehrungen aus Geokunststoffen - EBGEO*). Esto requiere las siguientes verificaciones para sistemas de tierra armada:

Verificación de la capacidad portante de sistemas de tierra armada

- verificación de la estabilidad al deslizamiento (ver también Sección 7.18.2);
- verificación de la capacidad portante (ver también Sección 7.19.2);
- verificación de la estabilidad general (ver también Sección 8.1.6);
- verificación de la conexión del reforzamiento con el muro exterior;
- verificación de la estabilidad interna del sistema de tierra armada (ver Sección 7.18.1).

Verificación del estado de servicio de sistemas de tierra armada

- verificación de la máxima excentricidad permitida de la resultante en el plano de la base para sistemas de tierra armada;
- Consideraciones sobre asentamientos de sistemas de tierra armada basados en la norma DIN 4019 (ver Sección 7.20).

Debido a que el muro exterior puede tener un espesor considerable, en contraste con los sistemas tratados en **EBGEO**, y debido a que el muro puede estar fundado sobre una fundación corrida, la capacidad portante y las verificaciones del estado de servicio son también requeridas:

Estabilidad externa (capacidad portante) del “muro exterior de gaviones”

- seguridad al deslizamiento en el plano de la base (DIN 1054, ver Sección 7.17.1);
- capacidad portante (DIN 4017, ver Sección 7.19.1).

Estabilidad interna (capacidad portante) del “muro exterior de gaviones”

- seguridad al deslizamiento en los planos de contacto (DIN 1054, ver Sección 7.17.2);
- verificación de los gaviones (de ser necesario de acuerdo a DIN 1045, ver Sección 7.22);
- verificación de la conexión del reforzamiento con el muro exterior (gaviones).

Verificación del estado de servicio del “muro exterior de gaviones”

- verificación de la máxima excentricidad permitida de la resultante en el plano de la base;
- consideraciones sobre asentamientos basadas en la norma DIN 4019 (ver Sección 7.20).

7.17 Seguridad al deslizamiento según la norma DIN 1054

7.17.1 Seguridad al deslizamiento en el plano de la base

La seguridad al deslizamiento se calcula usando la relación:

$$\eta = V * \tan \phi / H$$

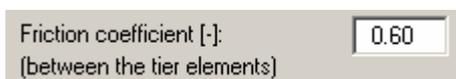
V = fuerza vertical

H = empuje de tierras (componente horizontal)

El ángulo de fricción ϕ se obtiene del tipo de suelo en el plano de la base del muro.

7.17.2 Seguridad al deslizamiento en los planos de contacto entre gaviones

Ingresa el coeficiente de fricción para la verificación de la seguridad al deslizamiento en los planos de contacto entre gaviones en el cuadro de diálogo en el menú "**Editor 1/Body (general)**" (Editor 1/ Cuerpo (general)) :



| | |
|--|------|
| Friction coefficient [-]: [between the tier elements] | 0.60 |
|--|------|

El programa calcula la seguridad al deslizamiento usando la relación:

$$\text{Coeeficiente de fricción} * V/H$$

para todas las secciones horizontales.

7.18.1 Estabilidad interna

La verificación de la estabilidad interna de sistemas de tierra armada está regulada en *EBGEO*. La verificación aplica los métodos descritos en la norma DIN 4084. El programa asume un sistema de falla que consiste en dos planos de deslizamiento (mecanismo de falla de cuña de dos partes).

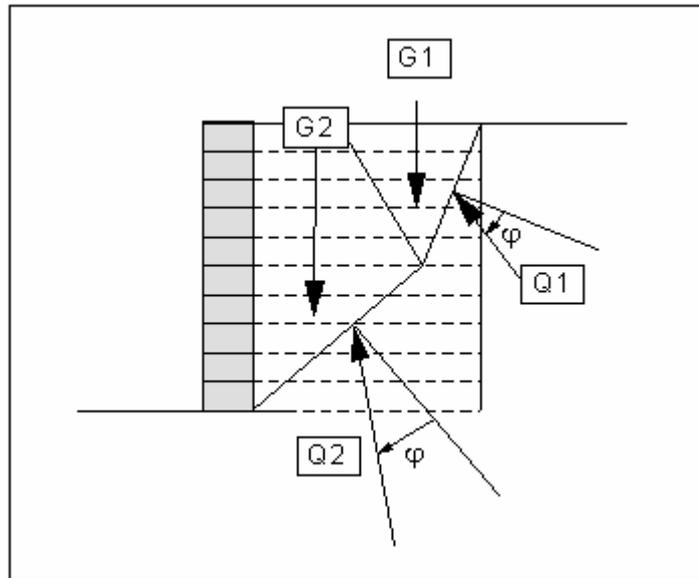


Figura 10 Mecanismo de falla de cuña de dos partes

Si una o más capas de reforzamiento son intersectadas por este mecanismo de falla, la máxima fuerza en una capa de refuerzo debe ser determinada de acuerdo a *EBGEO*, esto incluye la evaluación si:

- la resistencia de diseño F_B de la capa de refuerzo es excedida o;
- la fuerza de tracción hacia la "izquierda" o "derecha" de la superficie de deslizamiento es crítica (F_A).

La **resistencia de diseño F_B** de una geomalla de acuerdo a *EBGEO* (Sección 6.1.3) es determinada usando la relación:

$$F_B = F_K / (A_1 * A_2 * A_3 * A_4 * \eta_G)$$

F_K = resistencia a corto plazo (de acuerdo a la información del fabricante)

η_G = factor de seguridad de geosintéticos = 1.75

A_1 = influencia de la fluencia

A_2 = influencia del transporte, instalación y compactación

A_3 = influencia de las juntas, traslapes, soldaduras y conexiones

A_4 = influencia del medio ambiente

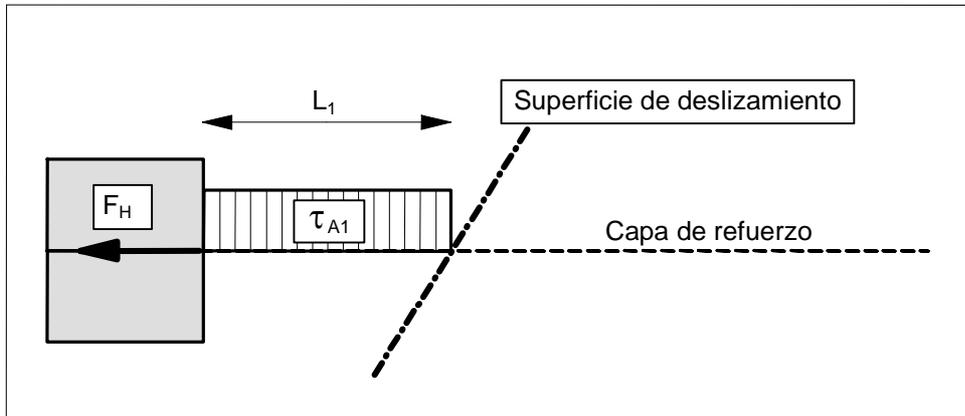
Las siguientes comparaciones tienen que ser consideradas al momento de calcular la **fuerza máxima de tracción F_A** :

- La fuerza máxima de tracción **dentro del cuerpo deslizante** ("izquierda") F_{A1} es obtenida de la fuerza F_H con la cual la geomalla es fijada al muro exterior y la tensión de adherencia τ_{A1} que puede ser activada dentro del cuerpo deslizante.

De acuerdo a **EBGEO** el valor de

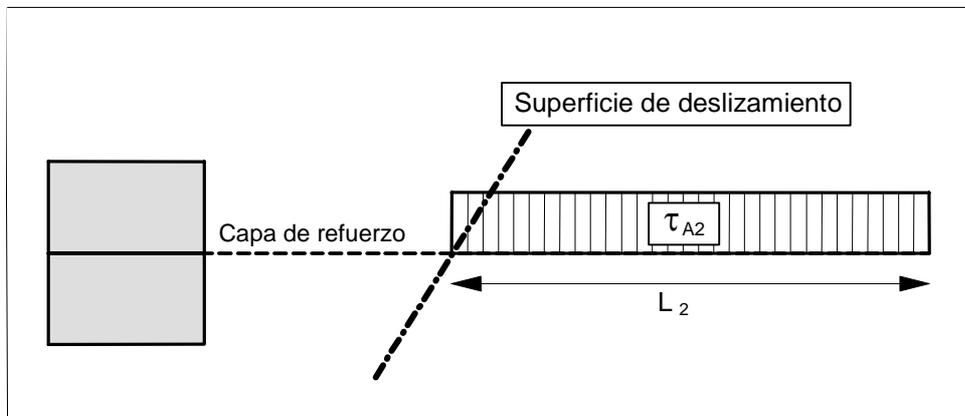
$$F_H = 0,8 * F_B$$

Puede ser adoptado para F_H .



$$F_{A1} = F_H + L_1 * \tau_{A1}$$

- La máxima fuerza de tracción F_{A2} **fuera del cuerpo deslizante** ("derecha") se obtiene de la tensión de adherencia τ_{A2} detrás del cuerpo deslizante.



$$F_{A2} = L_2 * \tau_{A2}$$

- De acuerdo a **EBGEO** la **tensión de adherencia** τ_A se obtiene de la relación:

$$\tau_A = f_A * \sigma_v = \lambda * \tan \varphi' * \sigma_v$$

f_A = coeficiente de fricción entre el geosintético y el material de relleno

λ = relación permitida del ángulo de fricción entre el geosintético y el material de relleno

φ = ángulo de fricción interna del material de relleno

σ_v = esfuerzo normal debido a la sobrecarga de la capa de refuerzo

Los valores mínimos de F_{A1} , F_{A2} y F_B son críticos para los cálculos de estabilidad de acuerdo a la norma DIN 4084.

El análisis del sistema estructural como un sistema entramado resulta en fuerzas de soporte en un sistema con geomallas (fuerzas de tracción en las geomallas). Es por eso que es necesario verificar subsecuentemente que la máxima fuerza admisible en las geomallas sea mayor a las fuerzas de soporte calculadas.

7.18.2 Estabilidad externa

Para verificar la estabilidad externa del sistema de tierra armada deben ser calculados, entre otros, los pesos y empujes de suelo actuantes sobre la masa de tierra. Esto es realizado con sistemas equivalentes. La información en la Figura 11 Sistema equivalente para el cálculo de pesos puede ser usada para el cálculo de pesos.

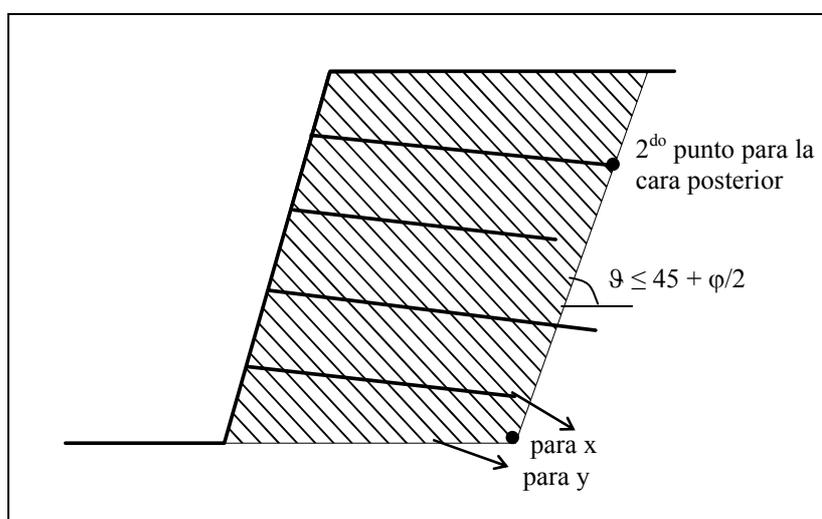


Figura 11 Sistema equivalente para el cálculo de pesos

El peso del área marcada es determinado. El punto derecho inferior del sistema está dado por el valor-x del extremo más bajo de las geomallas y por el valor-y de la base del muro exterior de gaviones. La cara posterior corresponde a la línea que une este punto con el extremo de la geomalla superior (sin tener en cuenta la longitud de ninguna geomalla presente en el sistema). La inclinación de la cara posterior del muro no puede ser más empinada que la inclinación de la cuña de empuje activo (ver más abajo).

La carga horizontal está dada por el empuje activo de suelos. La sección vertical para la cual está determinado el empuje de suelos está representada en la Figura 12 Sección vertical para la determinación del empuje de suelos.

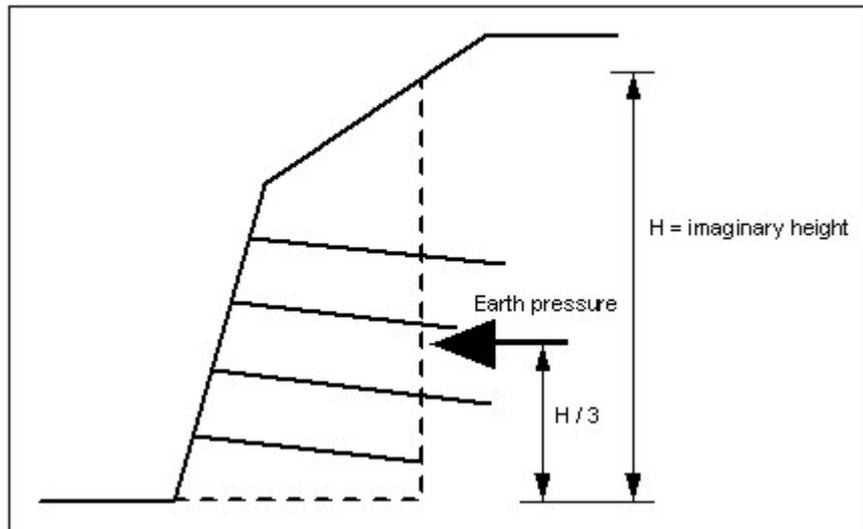


Figura 12 Sección vertical para la determinación del empuje de suelos

El cálculo del empuje de suelos se realiza por medio de la variación de la cuña de empuje de suelos posterior.. Para considerar cualquier inclinación de la cara posterior del muro se lleva a cabo una reducción por medio de los coeficientes de empuje activo kah para una cara posterior vertical ($\alpha = 0$) y para una cara posterior inclinada ($\alpha \neq 0$), después de determinar el empuje de suelos:

$$\text{Factor de reducción (empuje de suelos)} = kah(\alpha)/kah(\alpha = 0)$$

La seguridad al deslizamiento η_G se calcula de la relación:

$$\eta_G = G * \tan \phi / H$$

G = peso

H = empuje de suelos (componente horizontal)

El ángulo de fricción ϕ es obtenido del suelo al nivel de la base del sistema de tierra armada.

7.18.3 Seguridad al volteo

Usando la información provista en la Sección 7.18.2 "**Verificaciones para sistemas de tierra armada/Estabilidad externa**" el momento y la fuerza vertical en el plano de la base son calculados y la excentricidad e se determina a partir de los resultados. El momento resultante del empuje horizontal de suelos es determinado de acuerdo a la Figura 12 Sección vertical para la determinación del empuje de suelos (Sección vertical para la determinación del empuje de suelos) en la sección previa. Por ejemplo, a excentricidad en el Caso de Cargas 1 no deberá ser mayor a $b/6$.

7.18.4 Distribución del empuje de suelos en la pantalla exterior

El conocimiento de la distribución del empuje de suelos en el muro exterior es de vital importancia para ejecutar las verificaciones listadas anteriormente. El factor f_q deberá ser reducido en base a **EBGEO**.

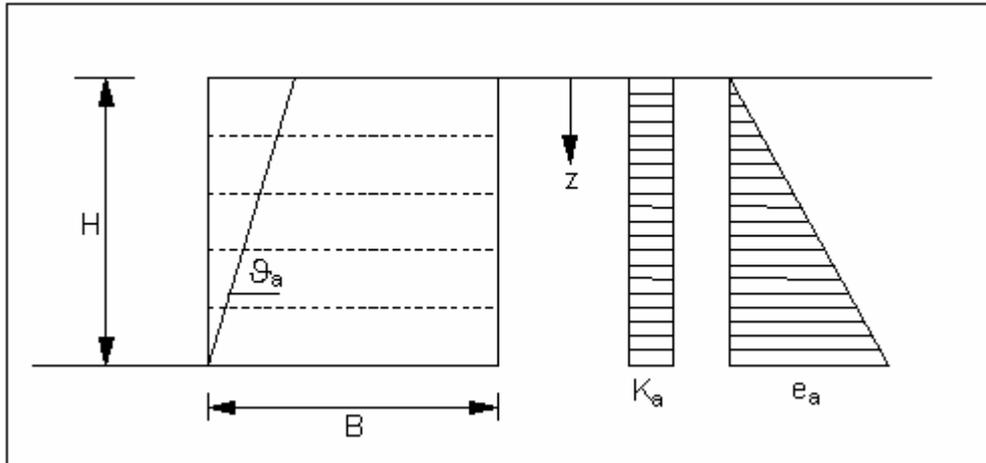


Figura 13 Superficie de deslizamiento y distribución del empuje de suelos

La carga q que actúa sobre el muro exterior se calcula con la relación:

$$q = f_q \cdot k \cdot \gamma \cdot z$$

Muros exteriores sólidos:

$$f_q = 0.8 \text{ para } B/H \geq 0.7 \text{ y } f_q = 1.0 \text{ para } B/H \leq 0.5$$

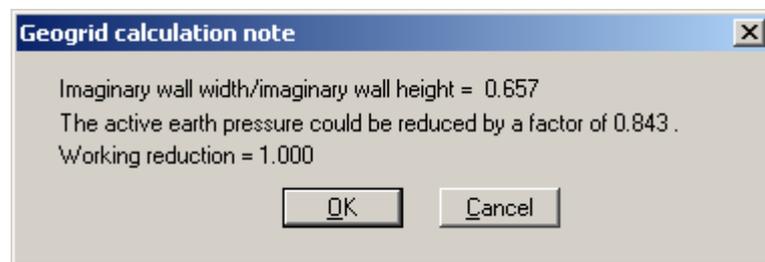
(interpolación lineal)

k = coeficiente de empuje de suelos de acuerdo a Figura 13 Superficie de deslizamiento y distribución del empuje de suelos

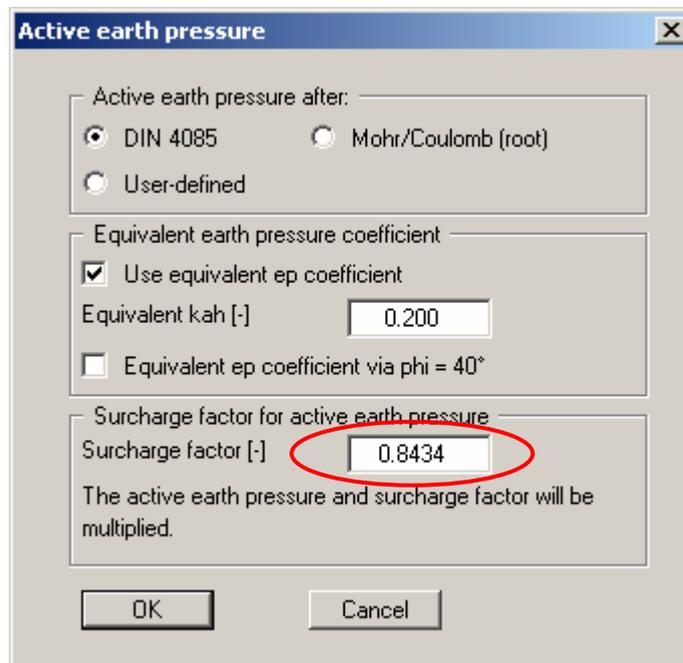
γ = peso unitario del material de relleno

z = ordenada

El factor de reducción f_q puede ser ingresado usando el menú "**Editor 1/Active earth pressure**" (Editor 1/Empuje activo de suelos). En un sistema con geomallas el programa verifica la relación H/B y de ser necesario, informa si la reducción del empuje de suelos es posible o si la reducción asumida es muy grande.



Si usted decide cerrar esta ventana de diálogo haciendo clic en "OK", el programa procede a calcular con los valores ingresados. Sin embargo, si Usted hace clic en el botón "Cancel" (cancelar), se le consultará si el valor permitido, determinado de acuerdo a las estipulaciones anteriormente mencionadas, será utilizado. Si usted confirma esto haciendo clic en "Yes"(Si) el programa acepta este valor para la reducción sin que Usted necesite ir al menú "Editor 1/Active earth pressure" (Editor 1/Empuje activo de suelos).



7.19 Seguridad para la capacidad portante

7.19.1 Principios de cálculo

El programa calcula la seguridad para la capacidad portante de acuerdo a norma DIN 4017. Se aplica la siguiente relación:

$$\text{adm. } \sigma = 1/\eta * (c * N_c + \gamma_1 * d * N_d + \gamma_2 * b' * N_b)$$

- η = factor de seguridad para la capacidad portante
- c = cohesión [kN/m²]
- N_c = coeficiente de capacidad portante para la cohesión
- γ_1 = peso unitario del suelo por encima de la base de la fundación
- d = profundidad de excavación de la fundación
- N_d = coeficiente de capacidad portante para la profundidad de fundación
- γ_2 = peso unitario del suelo por debajo de la base de la fundación
- b' = ancho calculado de la fundación
- N_b = coeficiente de capacidad portante para el ancho de fundación

Coefficientes de capacidad portante N_c , N_d y N_b

- $N_c = N_{c0} * v_c * \kappa_c * \lambda_c * \xi_c * T_c$
- $N_d = N_{d0} * v_d * \kappa_d * \lambda_d * \xi_d * T_d$
- $N_b = N_{b0} * v_b * \kappa_b * \lambda_b * \xi_b$

Los siguientes valores son adoptados:

- N_{c0} , N_{d0} , N_{b0} de acuerdo a la norma DIN 4017 Parte 1 Explicaciones Sección 10
- v_c , v_d , v_b de acuerdo a la norma DIN 4017 Parte 1 Tabla 3 (coeficientes de forma)

El ingreso de la longitud al momento de ingresar los datos de inicio es importante para el cálculo de asentamientos. El programa usa consistentemente los valores para a y b para el cálculo de los coeficientes de forma v_d y v_b para fundaciones corridas, ya que ello otorga valores más favorables.

$$v_d = 1 + 0.2 * b/a \quad (\text{en lugar de 1.0 para fundaciones corridas})$$
$$v_b = 1 + b/a * \sin(\varphi) \quad (\text{en lugar de 1.0 para fundaciones corridas})$$

- κ_c , κ_d , κ_b de acuerdo a la norma DIN 4017 Parte 2 Sección 7.1.1 (coeficientes por inclinación de carga)
- λ_c , λ_d , λ_b = coeficientes por inclinación del terreno
Los coeficientes por inclinación del terreno no se encuentran en la actual versión de la norma DIN 4017. Los valores de DIN 4017 (nueva) son adoptados (ver por ejemplo "Betonkalender" 1994 Parte 2):
 $\lambda_c = (N_{d0} * e^{-0.0349 * \beta * \tan \varphi} - 1) / (N_{d0} - 1)$
 $\lambda_d = (1 - \tan \beta)^{1.9}$
 $\lambda_b = (1 - 0.5 * \tan \beta)^6$
 φ = ángulo de fricción
 β = inclinación del talud
- ξ_c , ξ_d , ξ_b = coeficientes por inclinación de la base
Los coeficientes por inclinación de la base no están incluidos en la versión actual de la norma DIN 4017. Los valores de DIN 4017 (nueva) son adoptados (ver por ejemplo "Betonkalender" 1994 Parte 2):
 $\xi_c = \xi_d = \xi_b = e^{-0.045 * \alpha * \tan \varphi}$
 α = inclinación de la base
- T_c , T_d = coeficientes por profundidad de acuerdo a la Norma Danesa
 $T_c = T_d = 1.0 + 0.35 * t/b \leq 2.0$
 t = profundidad de excavación de la fundación
 b = ancho de la fundación

7.19.2 Determinación de las propiedades determinantes del suelo

De acuerdo a la norma DIN 4017 las propiedades determinantes del suelo del suelo por encima del plano de falla por capacidad portante, el cual está compuesto por los dos componentes lineares de una espiral logarítmica, pueden ser determinadas para un suelo estratificado. Los parámetros que gobiernan el diseño están resumidos en la figura:

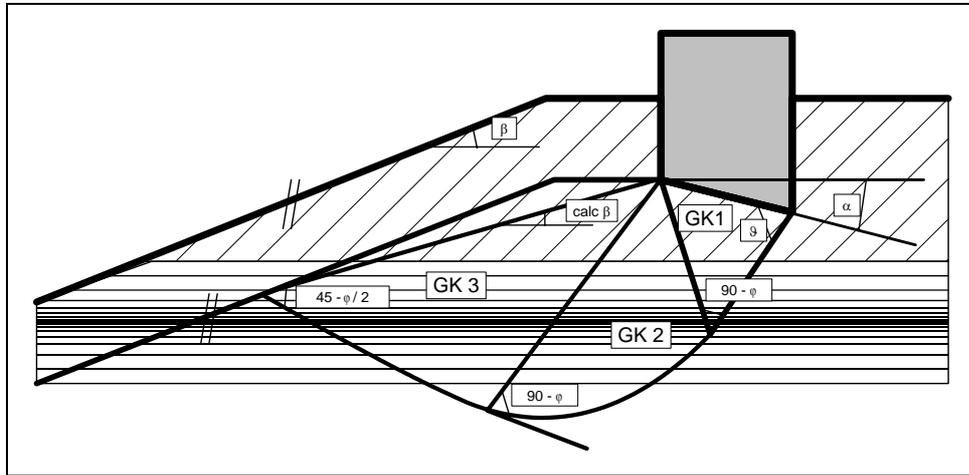


Figura 14 Espiral logarítmica

Las propiedades determinantes del suelo se determinan usando las siguientes relaciones:

$$\text{cal } \tan \phi = \Sigma \tan \phi_i * l_i / \Sigma l_i$$

l_i = longitud dentro de la capa individual

$$\text{cal } c = \Sigma c_i * l_i / \Sigma l_i$$

$$\text{cal } \gamma_2 = \Sigma \gamma_{2i} * A_i / \Sigma A_i$$

A_i = área de la capa individual

La condición para la aplicación de las mencionadas relaciones, es que el ángulo de fricción interna muestre una máxima desviación de 5° respecto a los ángulos verdaderos. Esta condición puede ser verificada por el programa. Si la condición no se cumple, el programa reduce los ángulos que estén por encima del valor medio de manera gradual, hasta que la condición se cumpla.

7.20 Asentamientos

El cálculo de asentamientos se ejecuta en conformidad a la norma DIN 4019 usando las relaciones dadas en Geotechnical Engineering Handbook (Manual de Ingeniería Geotécnica) (1990; Cuarta Edición) (ecuaciones 8 y 14 de la Sección 1.7 Análisis de tensiones). El programa determina las tensiones en intervalos de 0.05 m o en los límites entre estratos y las integra numéricamente.

La profundidad límite puede ser definida de tres maneras diferentes:

- Con un valor fijo, definido por el usuario;
- Como un múltiplo del ancho de la fundación;
- Como la profundidad a la cual el total de tensiones verticales excede la tensión de sobrecarga del suelo natural en x% (generalmente 20%).

Si la base del estrato inferior es excedida durante el cálculo de asentamientos, el cálculo prosigue usando el modulo edométrico de este estrato final.

Para el cálculo de asentamientos, cualquier carga de pre consolidación en kN/m² puede ser sustraída de la presión actual del suelo. El cálculo de asentamientos será ejecutado usando valores reducidos. La tensión de sobrecarga del suelo natural será reducida con éste valor al calcular la profundidad límite.

7.21 Estabilidad general

La estabilidad general (ver EAB, R 10, Párrafo 3) puede ser sencillamente verificada exportando la información desde **GGU-GABION** a **GGU-STABILITY** (Aplicación de estabilidad de taludes GGU).

7.22 Verificación de hormigón no reforzado

La siguiente información es necesaria para la verificación de hormigón no reforzado:

- **beta(r)**
designa la resistencia nominal del material (ver también DIN 1045).
- **valor n**
La norma DIN 1045 define que una distribución de cargas debe tomarse en cuenta hasta una inclinación de 1:2 hacia la dirección de la carga. Dependiendo de la presión del suelo, otros valores n pueden ser usados (ver DIN 1045; Tabla 17). Junto con el ancho de transmisión de cargas, el ancho de la sección, necesario para la verificación del hormigón, puede ser calculado para la altura completa del elemento.

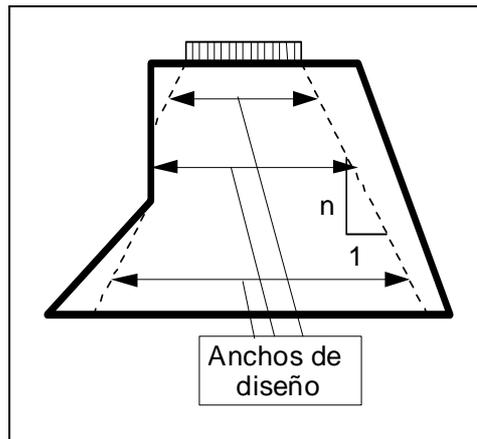


Figura 15 Valor n y ancho para verificación del hormigón

La verificación del hormigón no reforzado es ejecutada usando las siguientes relaciones de acuerdo a DIN 1045:

$$\text{perm. } N = \kappa * 1/2.1 * b * \text{beta}(r) * (1.0 - 2 * e) \text{ [kN/m]}$$

b = ancho de diseño del hormigón
e = excentricidad en relación al ancho de diseño
 κ = reducción por esbeltez del elemento estructural

κ es un coeficiente para la consideración de la esbeltez y la excentricidad involuntaria de acuerdo a DIN 1045 (Ecuación 20). κ es calculada de:

$$\kappa = 1 - \lambda/140 * (1 - m/3)$$

$$m = e/k \text{ (} e = M/V \text{ y } k = b/6)$$

λ = esbeltez (para secciones rectangulares = $s_k/b * \sqrt{12}$)
 s_k = longitud de quiebre

La longitud de quiebre s_k en sistemas sin geomallas está dada aproximadamente por el doble de la separación entre la corona del muro y la mitad de la profundidad de fundación. Para muros horizontalmente restringidos cerca de la corona se adoptará separación sencilla. La restricción horizontal puede ser especificada usando la opción "**Wall top kept horizontal**" (mantener horizontal la corona del muro). En sistemas que incluyen geomallas, s_k se obtiene de la separación doble (sencilla) entre la corona del muro y la capa superior de geomallas, o la separación entre las capas individuales de geomallas. La esbeltez λ es recalculada para todas las secciones usando el respectivo ancho de diseño. El programa trabaja con las selecciones apropiadas con excepción de la configuración "**Wall top kept horizontal**" (mantener horizontal la corona del muro).

La máxima fuerza N calculada de esta manera es comparada con la fuerza normal actuante N . El factor de utilización g se obtiene de la relación:

$$g = N \text{ actuante} / N \text{ permitida.}$$

La verificación del hormigón sin refuerzo puede ser también ejecutada usando una sección parcial.

La siguiente verificación es requerida por *DIN 1045-1*:

$$N_{RD} = -(b \cdot h \cdot f_{cd} \cdot \varphi)$$

Donde:

$$\varphi = 1.14 (1 - 2e_{tot}/h) - 0.02 l_0/h$$

y

$$0 \leq \varphi \leq 1 - 2e_{tot}/h$$

Donde:

N_{RD} = valor de diseño de la fuerza longitudinal aceptable;

b = ancho de la sección;

h = espesor de la sección;

φ = coeficiente para considerar los efectos de la teoría del segundo orden en la capacidad portante de elementos de hormigón no reforzado sujetos a compresión en estructuras apuntaladas inmóviles;

e_{tot} = excentricidad total = $e_0 + e_a + e_\varphi$;

e_0 = excentricidad de cargas de acuerdo a la teoría del primer orden, donde es necesario tomar en cuenta la influencia de niveles adjuntos (por ejemplo: momentos flectores como resultado del empotramiento, transferidos por una losa al muro), así como acciones horizontales de viento e_a , y la excentricidad involuntaria adicional como resultado de imperfecciones geométricas. Si no se tiene información más precisa, e_a deberá ser asumida como = $0.5 l_0/200$;

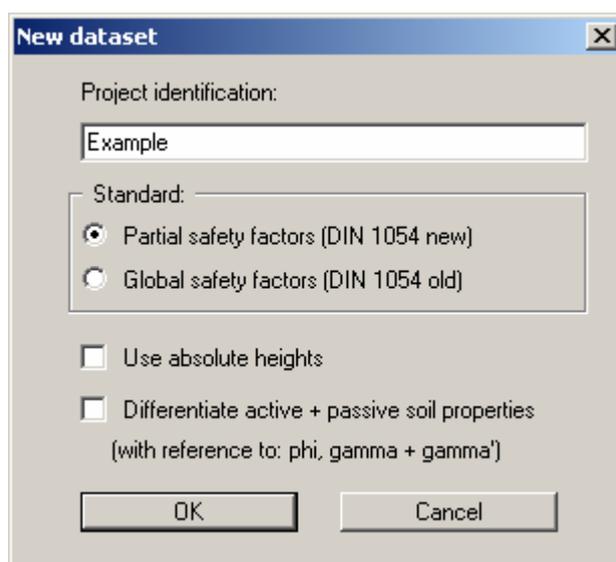
e_φ = excentricidad como resultado de fluencia; generalmente, el componente e_φ puede ser despreciado. Más información puede ser obtenida del Folleto 525 de DAfStb (Deutscher Ausschuss für Stahlbeton - *German Committee for Reinforced Concrete*) (Comité Alemán para Hormigón Armado).

8 Descripción de los Menús

8.1 Menú "File" (Archivo)

8.1.1 "New" (Nuevo)

Usted podrá generar un nuevo sistema utilizando esta opción. Al inicio aparecerá la siguiente ventana de diálogo:



En la casilla superior puede ingresar una descripción del proyecto ("**Project identification**"). Este nombre aparecerá luego como encabezado de la leyenda general (Véase el punto 8.7.8).

En las siguientes opciones puede seleccionar el criterio de seguridad que desea utilizar para el cálculo. Active el botón que se adecúa a sus requerimientos.

Con el botón "**Use absolute heights**" (Usar alturas absolutas) activado, podrá ingresar las alturas del sistema con valores absolutos, es decir, puede ingresar cotas reales y valores negativos. Si por el contrario deja la casilla sin marcar, se asumirá la corona del muro con una cota igual a **0.0** y todas las demás alturas serán positivas hacia abajo.

Si el sistema que desea modelar contiene suelos con parámetros distintos del lado pasivo y activo, deberá activar la casilla "**Differentiate active + passive soil properties**" (Diferenciar propiedades de suelo activo y pasivo). En este caso, podrá ingresar parámetros distintos de suelo tanto para el lado activo como para el pasivo en el menú correspondiente. (Véase 8.2.8).

Si abandona la ventana de diálogo seleccionando un tipo de muro, habiendo activado la casilla "**Partial safety factor concept (DIN 1054 new)**" en la parte superior, aparecerá una nueva ventana en la que podrá especificar los factores parciales para el cálculo. Con el botón "**Standard values**" (Valores estándar), puede seleccionar los valores estándar definidos en la norma DIN 1054 (nueva) para los casos de carga 1-3. Los factores parciales ingresados pueden ser editados en cualquier momento utilizando la opción "**Editor 1/Verifications/Partial factors**" (Editor 1/Verificaciones/Factores parciales) (Véase también el punto 8.2.15).

8.1.2 "Load" (Abrir)

Mediante este comando es posible abrir un archivo existente en su computador. El uso más frecuente de esta herramienta es para editar y continuar los cálculos de modelos previamente guardados.

8.1.3 "Save" (Guardar)

Acá es posible guardar los cambios realizados a un archivo existente o guardar un proyecto completamente nuevo, con el fin de tener el mismo a disposición en una sesión de trabajo posterior. La información es guardada con el nombre del archivo actual sin solicitar un nuevo nombre de archivo. Al abrir nuevamente el archivo, éste genera la misma presentación vigente el momento del guardado.

8.1.4 "Save as" (Guardar como)

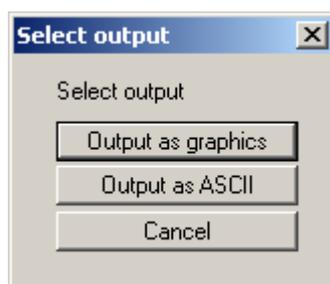
Es posible guardar la información existente con el nombre actual del archivo o guardar la misma como un archivo nuevo. Lo recomendable es utilizar siempre la terminación **".GAB"** al guardar el nuevo archivo, ya que ésta es la terminación que se pide por defecto al abrir un archivo nuevo en **"File/Load"** (Archivo/Abrir). Si no ingresa ninguna terminación al archivo, el programa generará automáticamente la terminación **".GAB"**.

8.1.5 "Print output table" (Imprimir tabla de resultados)

8.1.5.1 *Selecccionar el formato de salida*

Usted puede mandar a impresión la tabla actual de resultados. Los resultados pueden ser enviados a la impresora o a un archivo de texto (para la posterior edición). La salida de datos contiene toda la información del estado actual de cálculo y los datos de ingreso del sistema.

Usted tiene además la opción de imprimir y diseñar las tablas de salida en forma de anexo dentro del programa **GGU-GABION**. Para ello, seleccione la opción **"Output as graphics"** de la siguiente ventana:



Si prefiere simplemente imprimir o procesar la información en una aplicación distinta, tiene la opción de enviar el archivo directamente a impresión o guardar el mismo como un archivo en formato ASCII (**"Output as ASCII"**).

8.1.5.2 Output as graphics (Resultados como gráficos)

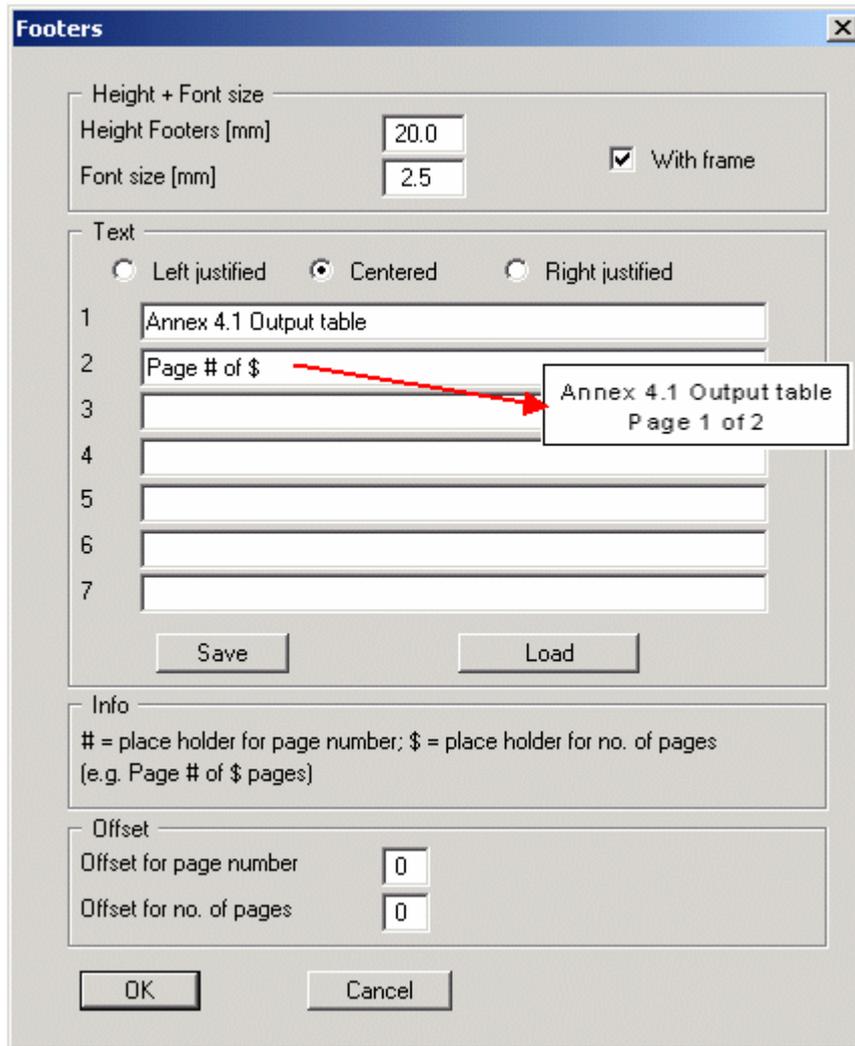
Si seleccionó el botón "Output as graphics" (resultados como gráfico) en la ventana anterior, aparece una nueva ventana donde puede definir otras preferencias para la presentación de resultados.

The image shows a dialog box titled "Graphical table preferences" with the following settings:

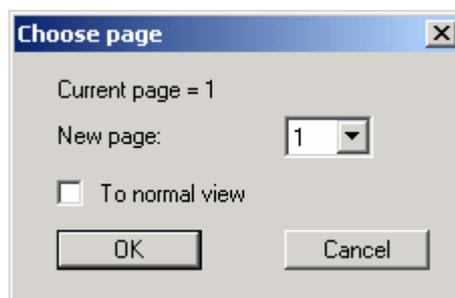
- Page sizes:** Page height [mm] = 297.0, Page width [mm] = 210.0, Borders, Incorporate graphics
- Page margins [mm]:** Left = 25.00, Right = 8.00, Top = 8.00, Bottom = 8.00, Page borders
- Output table margins:** Upper margin [mm] = 12.0, Lower margin [mm] = 12.0, Left margin [mm] = 5.0, Right margin [mm] = 5.0
- Font:** Font size [mm] = 2.5, Line spacing = 1.2
- Header:** With headers, Edit
- Footer:** With footers, Edit

Buttons: OK, Cancel

En las distintas casillas de la ventana de diálogo se pueden definir las preferencias de presentación de la tabla de resultados, como tamaño de página, márgenes, tamaño de letra, etc. Si quiere insertar un encabezado o pie de página (Ej. Numeración de página), debe activar las casillas correspondientes "**With headers**" para encabezados y "**With footers**" para pies de página. Si presiona el botón "**Edit**" (Editar) luego de activar las casillas, podrá editar los textos y propiedades correspondientes.

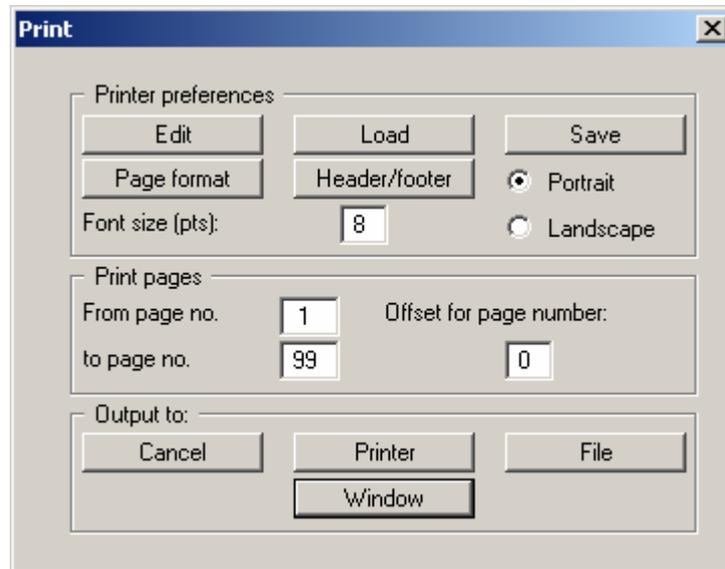


Acá también es posible asignar numeración de página automática y recorrer las páginas con los símbolos que se muestran en la figura ejemplo. Una vez aceptados los cambios con "OK" se muestra la tabla de resultados por páginas en la pantalla. Para pasar de una página a otra utilice los iconos   de la barra de herramientas. Si necesita saltar a una página específica o volver a la representación gráfica, haga clic en el icono . Aparecerá la siguiente ventana:



8.1.5.3 Output as ASCII (Resultados en formato ASCII)

Usted puede enviar sus resultados a impresión sin editar el formato, o puede guardar esta información en un archivo, para el uso en algún otro programa, por ejemplo una aplicación de texto.



En la ventana de diálogo podrá elegir distintas preferencias de salida:

- **"Printer preferences"** (Propiedades de Impresora)
Con el botón **"Edit"** (Editar) se pueden cambiar las preferencias de la impresora o seleccionar una nueva. El botón **"Save"** (Guardar) sirve para guardar las preferencias indicadas en esta ventana de diálogo en un archivo, de tal forma de tenerlas disponibles en otra sesión. Si selecciona el nombre **"GGU-GABION.DRK"** y guarda el mismo en la carpeta del programa (carpeta por defecto), se cargarán automáticamente estas preferencias la próxima vez que utilice el programa.

Utilizando el formato de página (**"Page format"**) se pueden definir, entre otros, el margen de la página y el número de líneas por página. El botón **"Header/footer"** le permite insertar un encabezado o pie de página en cada página. Si se utiliza el símbolo **"#"** entre el texto, se imprimirá el número actual de página (Ej. **"Página #"**). El tamaño de letra se ingresa en unidades **"Pts"**. También es posible cambiar la posición de página tipo **"Portrait"** (vertical) y **"Landscape"** (horizontal).
- **"Print pages"** (Imprimir páginas)
Si no desea que la numeración de página empiece en **"1"**, puede añadir un valor distinto en la casilla **"offset"**. El valor que ingrese será añadido al número de página actual. También puede definir un rango de impresión en las casillas **"From page no."** (desde) **"to page no."** (hasta).
- **"Output to:"** (Enviar resultados a:)
Envíe directamente sus resultados a la impresora **"Printer"** o a un archivo **"File"**. El nombre del archivo puede ser seleccionado o editado en una casilla. Si elige la opción **"Window"** (Ventana), se enviarán los resultados a una ventana nueva (editor de texto). En ésta, es posible editar el texto, así como abrir, guardar o imprimir el documento.

8.1.6 "Export" (Exportar)

La estabilidad general del sistema puede ser fácilmente calculada, exportando el documento desde **GGU-GABION** al programa **GGU-STABILITY** (Programa de estabilidad de taludes). El archivo correspondiente ("*.BOE"), es generado con el botón "**GGU-STABILITY file**". De esta forma es posible generar archivos para distintos estados de construcción.

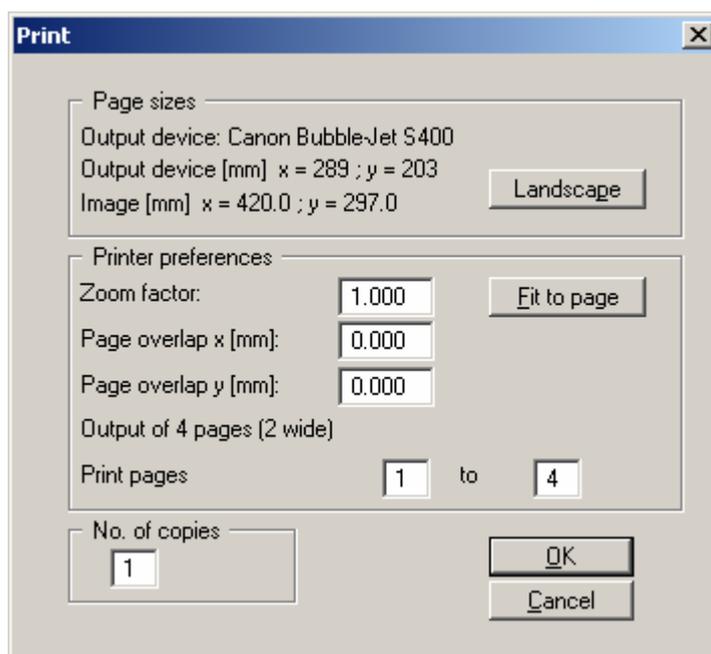
8.1.7 "Printer preferences" (Configurar impresora)

Acá es posible editar las propiedades de la impresora. Por ejemplo puede elegir la posición de la hoja o cambiar la impresora de acuerdo a las convenciones de WINDOWS.

8.1.8 "Print and export" (Imprimir y Exportar)

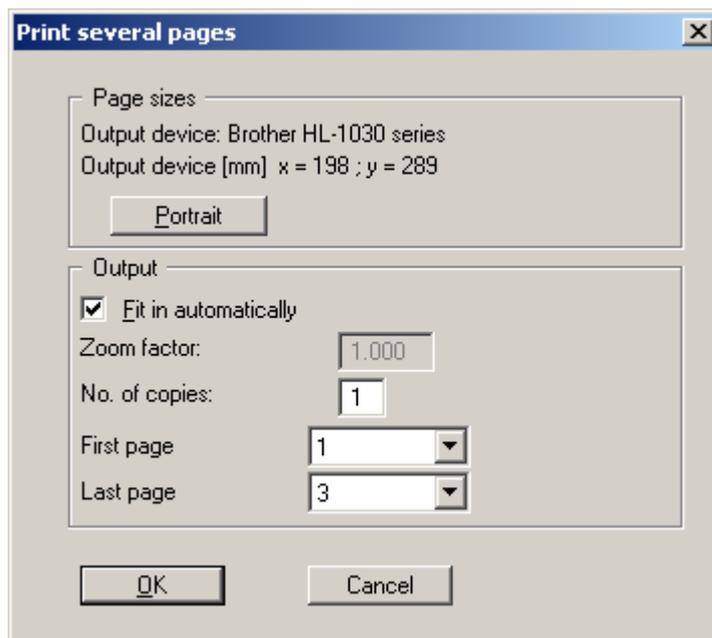
En la ventana de diálogo que aparece puede elegir el formato de salida que desee. Existen las siguientes opciones:

- "**Printer**" (Impresora)
Permite la salida gráfica del contenido actual de la pantalla de acuerdo a las convenciones de WINDOWS a la impresora estándar. Para usar cualquier otra impresora se puede ingresar al menú "**File/Printer preferences**" (preferencias de impresión). Para la impresión directa aparece la siguiente ventana:



En la parte superior de la ventana de diálogo se establecen las dimensiones máximas que acepta la impresora. Abajo de esta indicación, se muestran las dimensiones de la imagen que se enviará a impresión. Si las dimensiones de la imagen son mayores que las máximas permisibles por la impresora, se imprimirá la imagen en varias hojas (en la figura del ejemplo se imprimirán 4 hojas). Para facilitar la posterior unión de las hojas, el programa ofrece la posibilidad de generar traslapes (overlap) en dirección horizontal (x) y vertical (y). Alternativamente se puede elegir un factor de zoom menor al determinado por defecto (1.0), de tal forma de forzar la impresión en una sola página (botón "**Fit to page**"). En la casilla inferior puede determinar el número de copias que se enviarán a impresión ("**No. of copies**").

Si seleccionó la vista de tabla (*tabular representation*) en la pantalla, aparecerá una ventana distinta al elegir la opción "**File/Print and export**" y el botón "**Printer**".



En esta ventana puede elegir las páginas de la tabla que desea imprimir. Para lograr un factor de zoom de 1.0 deberá ajustar el formato de página de tal forma que coincida con el tamaño máximo de la impresora. Para hacer esto, ingrese al menú "**File/Print output table**" (Archivo/Imprimir tabla de resultados) y luego seleccione el botón "**Output as graphics**" (resultados como gráficos).

- "**DXF file**" (Archivo tipo DXF)
Permite el guardado de los gráficos en formato .DXF. Este tipo de archivos son comunes cuando se trata de transferencia de gráficos entre distintos tipos de aplicaciones.
- "**GGUCAD file**" (Archivo GGUCAD)
Permite la impresión de la pantalla actual en un archivo para el procesamiento posterior mediante el programa GGUCAD. Comparado con el tipo de archivo .DXF, este tipo tiene la ventaja de no sufrir pérdidas en la calidad del color durante la exportación.
- "**Clipboard**" (Portapapeles)
El contenido de la pantalla será copiado al portapapeles de WINDOWS. Posteriormente puede pegar el contenido del portapapeles en otros programas de WINDOWS para editarlos, por ejemplo en algún procesador de texto, utilizando la herramienta *Copiar/Pegar*.
- "**Metafile**" (Archivo Metafile)
Permite la representación de los gráficos en un archivo, de tal forma que pueda ser posteriormente procesado con un tercer software. La salida es en el denominado formato estandarizado EMF (Enhanced Metafile format). El uso de archivos en formato Metafile garantiza la mejor calidad posible en la transferencia de gráficos.

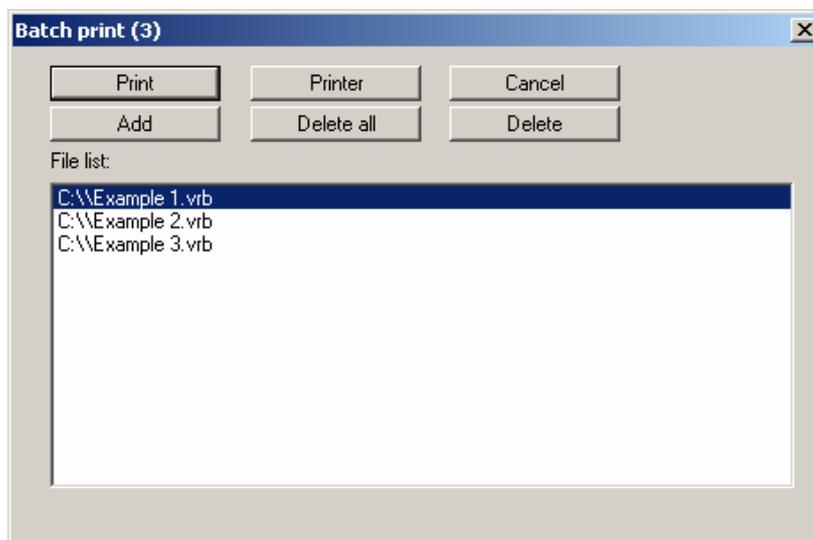
Si presiona en el icono "**Copy area**"  de la barra de comandos, puede copiar sectores de los gráficos al portapapeles o guardarlos como archivo .emf (Enhanced Metafile Format).

Utilizando los módulos "**Mini-CAD**" usted puede importar archivos EMF generados usando otras aplicaciones GGU en su modelo actual.

- **"MiniCAD"**
Permite exportar los gráficos a un archivo, de manera de poder importarlos en cualquier programa GGU con el módulo MiniCAD.
- **"GGUMiniCAD"**
Permite la salida de los gráficos en pantalla en forma de archivo, de manera de que éstos puedan ser editados en el programa GGU-MiniCAD.
- **"Cancel"** (Cancelar)
Se cancelará el proceso de impresión.

8.1.9 "Batch print" (Impresión conjunta)

Si desea imprimir varios anexos conjuntamente puede seleccionar esta opción. La siguiente ventana de diálogo aparecerá:



Con el botón **"Add"** (Insertar) es posible crear una lista de impresión seleccionando los archivos a imprimir. El número de archivos seleccionados se indica siempre en el encabezado de la ventana. El botón **"Delete"** (Eliminar) sirve para eliminar los archivos marcados de la lista. Si desea empezar una lista completamente nueva puede utilizar el botón **"Delete all"** (Eliminar todo). Con el botón **"Printer"** (Impresora) puede seleccionar una impresora y editar sus propiedades para luego enviar la lista a impresión con el botón **"Print"** (Imprimir).

En la ventana subsiguiente se pueden seleccionar las preferencias de impresión, por ejemplo el número de páginas. Las preferencias elegidas se aplicarán a todos los archivos en la lista.

8.1.10 "Exit" (Salir)

Luego de una advertencia de seguridad, podrá abandonar por completo el programa.

8.1.11 Menús "1, 2, 3, 4"

Estos menús muestran los cuatro archivos utilizados más recientemente. Al seleccionar una de estas opciones se cargará el archivo seleccionado. Si guardó su archivo en una carpeta diferente a la utilizada por el programa, podrá ahorrarse el trabajo buscar del archivo en su explorador.

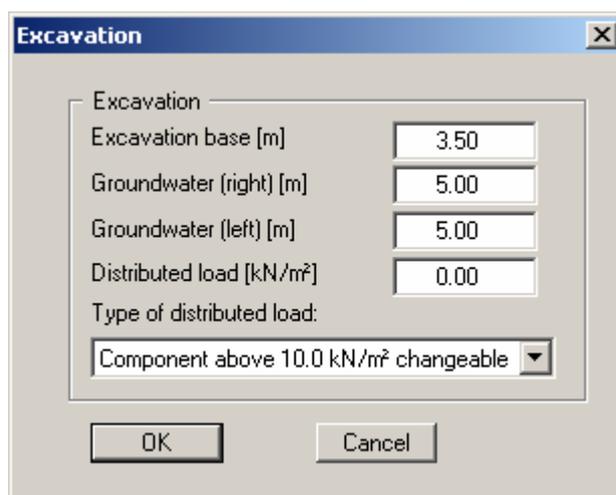
8.2 Menú "Editor 1"

8.2.1 "Analysis options" (Opciones de cálculo)

Con esta opción de menú usted puede editar los valores predeterminados del sistema. La ventana de diálogo corresponde a la mostrada en el menú "File/New" (Véase 8.1.1).

8.2.2 "Excavation" (Excavación)

En la ventana de diálogo se puede definir las dimensiones de la excavación y la carga actuante en la superficie.



En las casillas superiores puede ingresar la profundidad de la excavación y el nivel freático. Si marcó la casilla "Use absolute heights" (Usar alturas absolutas) al definir el sistema, aparecerá una casilla adicional "Top of wall" (Corona del muro). Entonces podrá trabajar con cotas reales. Puede ingresar por ejemplo una altura de la corona igual a 86.42 msnm. Todos los demás valores tendrán referencia directa con la altura ingresada.

En la casilla inferior podrá ingresar además una carga distribuida. Si utiliza el concepto de *seguridad global* verá en esta ventana la opción "Distributed load as live load". Esta alternativa se considera únicamente en la verificación de estabilidad de la cuña profunda. Si la carga distribuida se modela como carga viva ("live load"), ésta se considerará únicamente en el cálculo si actúa de forma desfavorable.

Si está trabajando con *factores parciales de seguridades* según la Norma DIN 1054 (nueva), puede decidir si la carga distribuida es permanente ("Permanent"), variable ("Changeable"), o si únicamente la componente mayor a 10.0 kN/m² es variable ("Component above 10.0 kN/m² changeable"). Esto significa por ejemplo, que si ingresó una carga de 13.5 kN/m², 10 kN/m² se considerarán como carga permanente y 3.5 kN/m² como carga variable.

8.2.3 "Body (general)" (Cuerpo (general))

Ingrese las cargas que actúan sobre los gaviones, la longitud de la fundación, la inclinación de la base y el coeficiente de fricción. Una descripción más detallada se encuentra en "**Primeros pasos con un ejemplo práctico**", Sección 6.4.

Al emplear el *criterio de factores parciales de seguridad*, las cargas deberán ser ingresadas por separado como cargas "**Permanentes (G)**" y "**Variables (vivas) (Q)**".

8.2.4 "Body (geometry)" (Cuerpo (geometría))

El ingreso de la información sobre la geometría del cuerpo es llevado a cabo en secciones horizontales. En el cuadro de diálogo defina las profundidades respectivas de las secciones horizontales y los correspondientes valores x del muro de gaviones. Por ejemplo, si requiere analizar un muro de gaviones consistente en dos elementos (altura = 0.5 m, ancho = 0.8 m) con un desplazamiento horizontal de 0.1 m, deberá definir 4 secciones horizontales.

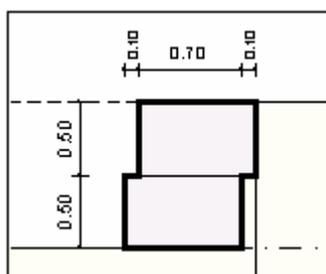


Figura 16 Geometría del cuerpo

El ingreso correspondiente es:

| No | Depth [m] | x(left) [m] | x(right) [m] |
|------------------|-----------|-------------|--------------|
| Wall top = 0.000 | | -0.800 | 0.000 |
| 2 | 0.500 | -0.800 | 0.000 |
| 3 | 0.501 | -0.900 | -0.100 |
| 4 | 1.000 | -0.900 | -0.100 |

En el área de desplazamiento, defina un pequeño salto, por ejemplo 0.001 m.

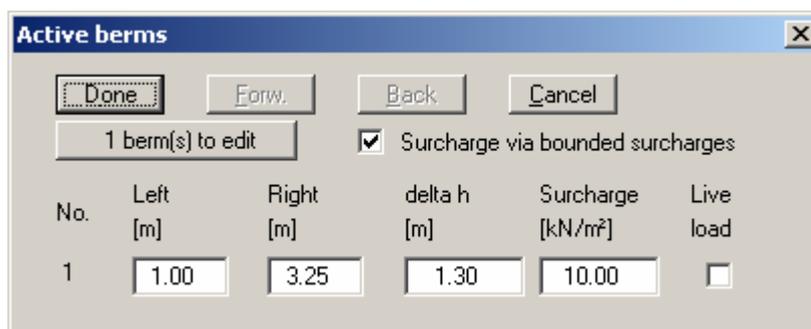
Para la mayoría de los casos, el ingreso puede ser generado automáticamente usando el botón "**Generate**" (Generar) (ver "**Primeros pasos con un ejemplo práctico/Paso 4**", Sección 6.5).

8.2.5 "Material" (Materiales)

Ingrese las propiedades del material del muro de gaviones y para la verificación de hormigón no reforzado. Una descripción más detallada se encuentra en "**Primeros pasos con un ejemplo práctico**" (Sección 6.6) y en "**Principios teóricos**" (Sección 7.22).

8.2.6 "Berms (active side)" (Bermas lado activo)

Usted puede definir un máximo de 5 bermas del lado activo del sistema.



| No. | Left [m] | Right [m] | delta h [m] | Surcharge [kN/m ²] | Live load |
|-----|----------|-----------|-------------|--------------------------------|--------------------------|
| 1 | 1.00 | 3.25 | 1.30 | 10.00 | <input type="checkbox"/> |

Ingrese luego las coordenadas "x" del pie y la corona de la berma. El valor "**delta h**" sirve para definir la altura de la berma, y acepta inclusive valores negativos. Finalmente, puede generar una carga distribuida ("**Surcharge**") a lo largo de la corona de la berma.

Si se utilizan *factores globales de seguridades*, aparecerá una casilla adicional "**Surcharge via bounded surcharges**" (Sobrecarga como carga confinada lateralmente. Véase también los **Principios Teóricos** en 7.7).

Si quiere modelar más de una berma en el sistema, puede elegir la nueva cantidad con el botón "**x berm(s) to edit**" (x berma(s) a editar).

Las bermas no deben traslaparse. El programa verificará esta condición durante el cálculo y enviará una advertencia de seguridad si esto sucede.

8.2.7 "Berms (passive side)" (Bermas lado pasivo)

Las bermas del lado pasivo del sistema se modelan de la misma forma que en el punto anterior.

8.2.8 "Soils" (Suelos)

En la siguiente ventana de diálogo podrá ingresar las propiedades de los suelos existentes:

| | Designation | Base | gam | gam' | phi | c (active) | c (pass.) | d(a)/phi | d(p)/phi | k [m/s] | k [m/s] |
|---|--------------------|------|----------------------|----------------------|------|----------------------|----------------------|----------|----------|---------|---------|
| | | [m] | [kN/m ³] | [kN/m ³] | [°] | [kN/m ²] | [kN/m ²] | [-] | [-] | Left | Right |
| 1 | Sand, medium-dense | 6,5 | 18 | 11.0 | 35.0 | 0.0 | 0.0 | 0.667 | -1.000 | 1.00E-4 | 1.00E-4 |

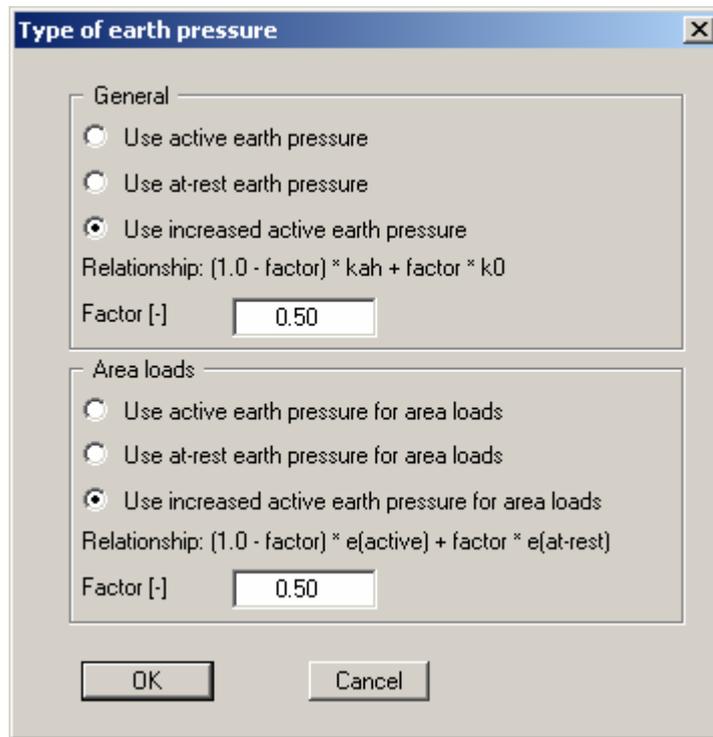
La profundidad de los estratos (excepto cuando se utiliza el módulo de balasto del suelo), está siempre referida a la corona del muro, o bien es una cota absoluta (msnm) si se seleccionó esta alternativa en el menú "**File/New**" (Archivo/Nuevo).

La cantidad de estratos existentes se selecciona con el botón "**Edit no. of soils**" (Editar numero de suelos). Seleccione la opción "**Sort**" (Ordenar) para ordenar los estratos de suelo en función a su profundidad. De cualquier forma, el reordenamiento según las profundidades es realizado de forma automática al abandonar la ventana. Con esta opción se elimina la opción de posibles errores.

También puede usar esta ventana para eliminar un suelo de la tabla. Asigne simplemente al suelo que desea eliminar, la mayor profundidad y luego elija la opción "**Sort**" (Ordenar). El estrato de suelo quedará al final de la lista y puede ser *eliminado* al reducir la cantidad de suelos.

8.2.9 "Type of earth pressure" (Tipos de empujes de suelo)

En esta ventana de diálogo podrá seleccionar el tipo de empuje de suelo a aplicarse en el cálculo.



Las opciones para el caso de *cargas superficiales* (area loads) pueden ser especificadas por separado.

8.2.10 "Active earth pressure" (Empuje activo de suelos)

Las preferencias sobre el tipo de empuje activo que se empleará en el cálculo pueden ser ingresadas en esta ventana:

Active ep according to:

DIN 4085 Mohr/Coulomb (root)

User-defined

Equivalent ep coefficient

Use equivalent ep coefficient

Equivalent kah [-] 0.200

Equivalent ep coefficient above $\phi = 40^\circ$

Surcharge factor for active earth pressure

Surcharge factor [-] 1.0000

The active earth pressure and surcharge factor will be multiplied.

OK Cancel

En la parte superior puede especificarse el método de cálculo del empuje activo. El método por defecto es "**DIN 4085**". Los otros dos métodos son por lo general de interés, si se desea comparar ejemplos de la literatura o revisar ciertos resultados. Los coeficientes de empuje definidos por el usuario pueden ser ingresados en el menú "**Editor 1/Earth pressure coefficients**" (Editor 1/Coeficientes de empuje) – (Véase el punto 8.2.13).

La casilla "**Use equivalent ep coefficient**" (Usar coeficientes ep equivalentes) deberá ser desactivada solo en casos excepcionales (Léase EAB R 4). De igual manera, solo en casos extraordinarios de recomienda elegir un valor del coeficiente de empuje activo equivalente menor a 0.2 (Léase EAB R 4). Solo tiene sentido desactivar esta casilla, cuando se están recalculando sistemas existentes (por ejemplo, todos los ejemplos usados en el manual "Sheet Piling Manual"). La otra posibilidad es conforme a la norma **DIN 1054 (nueva)**, donde el coeficiente de empuje activo equivalente se define mediante un ángulo equivalente $\phi = 40^\circ$. Este proceso considera igualmente el ángulo de fricción definido inicialmente.

Algunas aplicaciones en el mercado ofrecen la opción de incrementar el empuje activo del suelo de forma general, además de ciertas formas de redistribución de empujes. Para poder revisar estos cálculos, **GGU-GABION** ofrece también esta opción.

8.2.11 "Passive earth pressure" (Empuje pasivo de suelos)

Las preferencias con respecto al uso del empuje pasivo pueden ser revisadas en esta ventana:

Passive earth pressure

Passive earth pressure after:

DIN 4085 Mohr/Coulomb (root)

Streck Caquot/Kerisel

User-defined DIN 4085/Caquot/Kerisel

DIN 4085 (new)

Passive ep partial factor (sliding) 1.40

Passive ep factor (bearing cap./pressure line) 0.50

Passive earth pressure calibration factor 1.00

(Calibration factor <= 1.0 see DIN 1054 10.6.3 (4))

Special preferences

Limit passive earth pressure

Max. passive earth pressure [kN/m²]: 0.0

Passive ep <= FACTOR * active ep

FACTOR [-]: 1.000

OK Cancel

En las opciones superiores puede elegirse el tipo de teoría a aplicarse para el cálculo del empuje pasivo. Por lo general se recomienda utilizar el método de "Streck", o según "Caquot/Kerisel". Solamente si se desea revisar ejemplos de la literatura o generar ejemplos específicos tiene sentido que se utilice otro método. Usted puede encontrar más información en los "Principios Teóricos" en el capítulo 7.6. También es posible para el usuario generar coeficientes de empuje pasivo personalizados, utilizando la opción "Editor 1/Earth pressure coefficients" (Editor 1/Coefficientes de empuje pasivo) - (Véase 8.2.13).

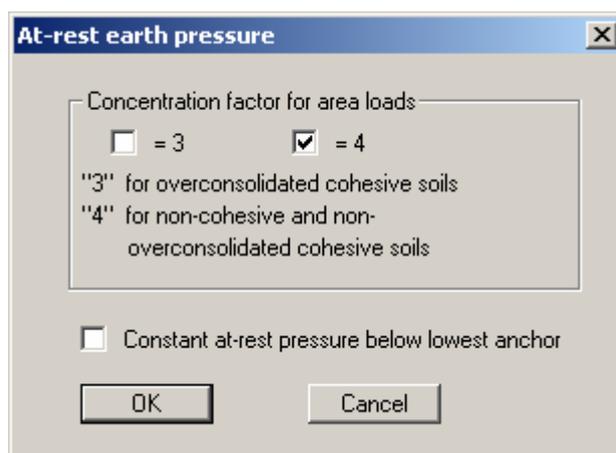
De acuerdo a R 14 y R 19 de EAB, la ubicación de la resultante del empuje de suelos para un apoyo libre puede, bajo ciertas condiciones, adoptarse superior a la ubicación de acuerdo a la teoría clásica de empuje de suelos. Si realiza el cálculo empleando los *factores globales de seguridad*, especifique las configuraciones necesarias en la sección central de la ventana de diálogo. El valor del factor de seguridad para el empuje pasivo puede ser especificado acá.

Si escogió el concepto de seguridad parcial (*partial safety factors*), ingrese el factor para el empuje pasivo en la ventana y luego ingrese el factor de calibración de acuerdo a las indicaciones de la norma DIN 1054 (nueva).

Si se calculan fases intermedias de construcción resultarán grandes profundidades de excavación, con empujes pasivos grandes para pequeños empujes activos. Esto permite desplazar la ubicación de la línea de presiones (en el nivel inferior del muro) hacia el lado del suelo, e incluso fuera del ancho del núcleo. En tales situaciones se puede limitar el valor del empuje pasivo a un valor definido por el usuario en el grupo de ventanas "**Special preferences**" (Preferencias especiales) y con ello, suprimir el desplazamiento de la línea de presiones.

8.2.12 "At-rest earth pressure" (Empuje en estado de reposo)

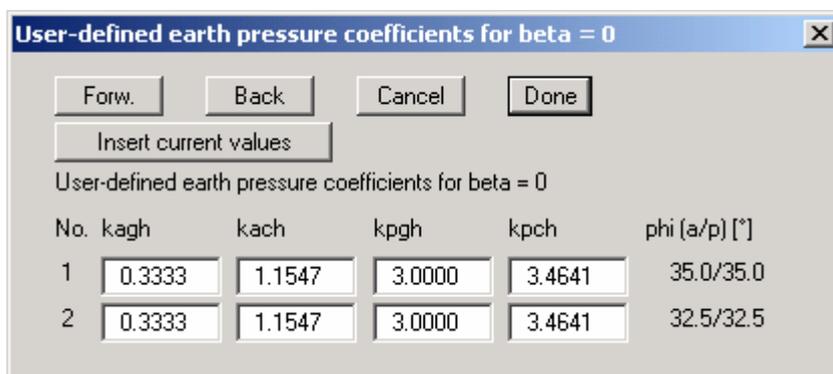
Si se utiliza el empuje en estado de reposo, el empuje sobre el muro debido a cargas distribuidas en la masa de suelo, es determinado de acuerdo a la teoría de la elasticidad. El denominado factor de concentración se determina en la siguiente ventana:



De acuerdo a las recomendaciones en la EAB, R 23 (Párrafo 2), en aquellos muros con por lo menos dos anclajes o arriostres, es posible mantener constante el valor del empuje de reposo por debajo del soporte inferior. Este efecto puede ser seleccionado en la casilla inferior de la ventana.

8.2.13 "Earth pressure coefficients" (Coeficientes de empuje de suelo)

Si desea trabajar con coeficientes de empuje de suelo personalizados, en lugar de los determinados por el programa, puede cambiarlos en esta ventana. Ingrese para ello los nuevos coeficientes de empuje horizontal. Si es necesario, **GGU-GABION** convertirá los coeficientes requeridos en terrenos inclinados para determinar k_{ah0} y $k_{ah\beta}$.



Haga clic en el botón "**Update current values**" para actualizar los valores actuales de empuje pasivo y activo en el cálculo.

8.2.14 "Verifications/Safety factors" (Verificaciones/Factores de seguridad)

Si el análisis se realiza con "Factores globales de seguridad (DIN 1054 old)", pueden especificarse las verificaciones a llevarse a cabo por el programa al activar las casillas respectivas como muestra el siguiente cuadro de diálogo.

The image shows a dialog box titled "Safety factors" with a close button (X) in the top right corner. The dialog is divided into three sections, each with a title bar and a "FOS =" input field:

- Sliding safety:** FOS = 1.50. There is a checked checkbox for "Verify" and another checked checkbox for "Verify to DIN 1054".
- 2-part wedge failure mechanism:** FOS = 1.40.
- Bearing capacity:** FOS = 2.00. There is a checked checkbox for "Verify". Below this are several options:
 - Bearing cap. with depth coeff. (with an "Info" button)
 - Check and correct 5° condition
 - Decrement [°]: 0.10 (with an "Info" button)
 - Top of bearing cap. body parallel to slope

At the bottom of the dialog are two buttons: "OK" and "Cancel".

Ingrese los factores de seguridad para verificaciones individuales. Si Usted no desea que el programa ejecute las verificaciones, deberá desactivar la correspondiente casilla.

8.2.15 "Verifications/Partial factors" (Verificaciones/Factores parciales)

Si se está calculando con "Factores parciales de seguridad (DIN 1054 new)", se verá un cuadro de diálogo para la definición de dichos factores .

The dialog box 'Verifications/Partial factors preferences' contains the following settings:

- Actions/Resistance**
 - Permanent actions: 1.35
 - Permanent actions (at-rest earth pressure): 1.20
 - Changeable actions: 1.50
 - Passive earth pressure: 1.40
 - Passive ep factor (bearing cap./pressure line): 0.50
 - Passive earth pressure calibration factor: 1.00
 - (Calibration factor ≤ 1.0 see DIN 1054 10.6.3 (4))
- Partial factors (GED limit state) 2-part wedge failure**
 - Friction angle: 1.25
 - Cohesion: 1.25
 - Changeable actions: 1.30
- Bearing capacity**
 - Verify
 - gamma(bearing cap.): 1.40
 - Bearing cap. with depth coeff. Info
 - Check and correct 5° condition
 - Decrement [*]: 0.10 Info
 - Top of bearing cap. body parallel to slope
- Sliding**
 - Verify
 - gamma(sliding): 1.10

Buttons: OK, Cancel, Default values

Utilizando los "Default values" (Factores por defecto), se pueden aceptar los factores parciales definidos en DIN 1054 (nueva) para el Caso de Carga 1, Caso de Carga 2 o Caso de Carga 3.

8.3 Menú "Editor 2"

8.3.1 "Area and line loads" (Cargas distribuidas y lineales)

Utilizando este menú se definen cargas distribuidas y lineales.

| No. | p(v) [kN/m ²] | p(h) [kN/m ²] | xleft [m] | xright [m] | Depth [m] | Type | Live |
|-----|------------------------------|------------------------------|--------------|---------------|--------------|------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 10.00 | 0.00 | 8.500 | 30.000 | -2.000 | Triangle (max. at top) | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2 | 145.00 | 0.00 | 3.000 | 4.000 | -2.000 | Triangle (max. at top) | <input type="checkbox"/> |
| 3 | 100.00 | 0.00 | 7.500 | 8.500 | -2.000 | Triangle (max. at top) | <input type="checkbox"/> |

El botón "**x load(s) to edit**" (x cargas a editar) permite determinar el número de cargas superficiales a ingresar. A continuación se ingresan el valor de la carga en dirección vertical y horizontal, sus ordenadas y profundidad, así como la forma ("**Type**") de distribución de presiones adicionales generadas sobre el muro debido a la carga (Véase sección 7.9).

Utilizando "**Generate line loads**" (generar cargas lineales), cargas lineales actuando verticalmente sobre el muro serán adoptadas como cargas superficiales (Véase sección 7.10).

8.3.2 "Bounded surcharges" (Cargas infinitas confinadas lateralmente)

En este menú se definen cargas distribuidas que se extienden desde hasta la coordenada x en correspondencia con el canto izquierdo de la carga hasta el infinito.

| No. | p [kN/m ²] | xleft [m] | Depth [m] | Live |
|-----|---------------------------|--------------|--------------|--------------------------|
| 1 | 15.00 | 4.000 | 0.000 | <input type="checkbox"/> |

Apretando el botón "**x bounded surcharge(s) to edit**" (x cargas confinadas lateralmente a editar) se puede determinar el número de cargas de este tipo a ingresar. A continuación se ingresa el valor de la carga, sus ordenadas y profundidad.

8.3.3 "Lateral pressures" (Presiones laterales)

Si, sumado a los empujes del suelo sobre el muro, desea aplicar una presión lateral adicional sobre el lado del empuje activo, deberá usar el siguiente menú:

| No. | Top [m] | Bottom [m] | e (top) [kN/m ²] | e (bottom) [kN/m ²] | as live |
|-----|---------|------------|------------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| 1 | 1.000 | 25.000 | 15.00 | 12.00 | <input type="checkbox"/> |

El número de presiones laterales a ingresar puede ser modificado apretando el botón "**x lateral pressure(s) to edit**" (x presiones laterales a editar). Luego ingrese las coordenadas verticales de cada una, medidas desde la corona del muro o como cota real si trabaja con "absolute heights" (Alturas absolutas), y el valor correspondiente de presión lateral. Si trabaja con factores parciales de seguridad (*partial safety factors*) podrá ingresar la presión lateral como carga viva ("**As live**") en el caso que lo fuese.

8.3.4 "Action boundary conditions" (Cargas puntuales)

En este menú pueden ser introducidas cargas puntuales predefinidas en cualquier punto a lo largo de la altura del muro.

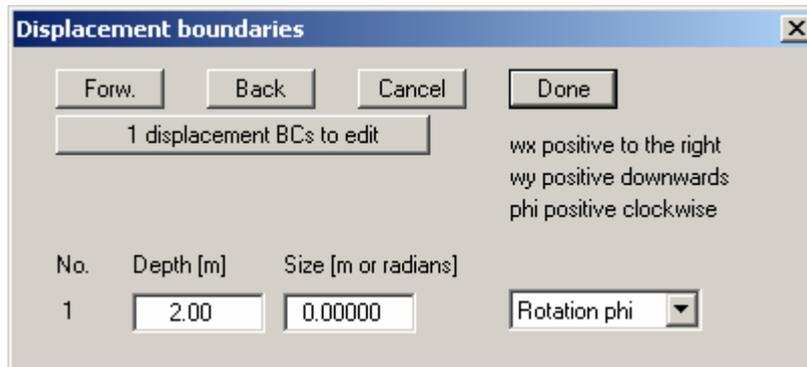
Moment is positive clockwise
Horizontal force is positive to the right
Vertical force is positive downwards

| No. | Depth [m] | M [kN*m/m] | H [kN/m] | V [kN/m] | As live |
|-----|-----------|------------|----------|----------|--------------------------|
| 1 | 0.00 | 0.00 | -15.00 | 0.00 | <input type="checkbox"/> |

La dirección de las fuerzas se define a través de su signo. En el ejemplo se introdujo una fuerza horizontal de 15 kN/m sobre la corona del muro actuando hacia el lado izquierdo.

8.3.5 "Displacement boundary conditions" (Desplazamientos puntuales)

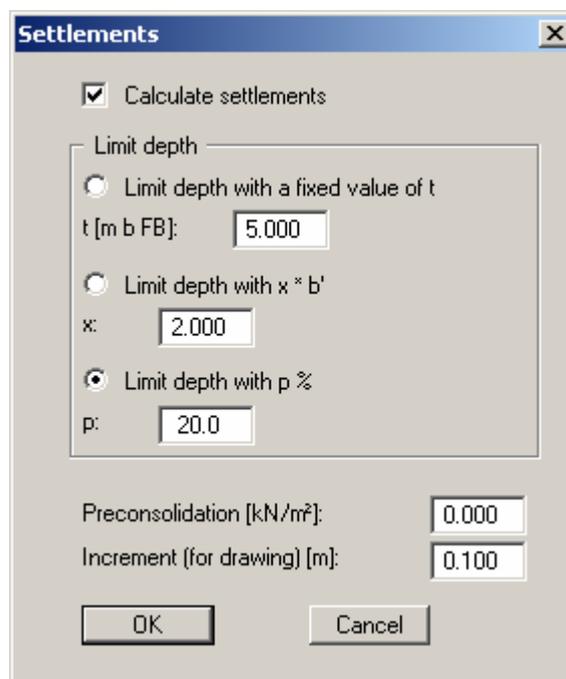
En este menú pueden ser introducidos desplazamientos predefinidos en cualquier punto a lo largo de la altura del muro.



En el ejemplo se introdujo una rotación ("Rotation phi") del muro igual a 0.0 a una altura de 2 m por debajo de la corona del muro. Las opciones "Displ. wx" y "Displ. wy" posibilitan desplazamientos horizontales y verticales respectivamente; la dirección se define a través del signo.

8.3.6 "Settlements" (Asentamientos)

Usando este menú, la profundidad límite para el cálculo puede ser definida de tres maneras diferentes:



De acuerdo a DIN 4019, el cálculo de asentamientos puede ser determinado a una profundidad (profundidad límite) en la cual las tensiones por el peso propio del suelo y sobrecargas del terreno (sobrecarga del suelo natural) son mayores al 20% de las tensiones causadas por el muro. El cálculo de tensiones para la determinación de la profundidad límite se ejecuta para la presión promedio en el punto característico. Las tensiones laterales en el lado activo del muro se adoptan para el cálculo de la profundidad límite. Si la profundidad límite está por debajo de la profundidad del estrato inferior, los valores del estrato inferior se adoptan para el cálculo de asentamientos.

Adicionalmente puede ser definida la "**Preconsolidación**". La preconsolidación en kN/m^2 es sustraída de la presión existente. El cálculo de asentamientos será entonces ejecutado con los valores reducidos. La tensión de sobrecarga del suelo natural también será reducida al momento de calcular la profundidad límite.

Usted puede especificar si se va a ejecutar el cálculo de asentamientos. Los "**Incrementos**" son solo importantes para la visualización gráfica del diagrama de tensiones.

8.4 Menú de sistema de tierra armada

8.4.1 "Graphic preferences" (Preferencias gráficas)

Si se está analizando un muro de gaviones con geomallas se pueden definir las preferencias para la visualización en esta sección.

The image shows a dialog box titled "Reinforced earth system" with a close button (X) in the top right corner. The dialog is organized into several sections:

- Earth pressure wedge:** Contains checkboxes for "Show" and "Label", both checked. Below are input fields for "Line strength [mm]" (0.2), "Font size [mm]" (3.0), and "Dash length [mm]" (3.0). There is a "Pen colour" button with a black color swatch and a "Dashed" dropdown menu.
- Gravity body:** Contains checkboxes for "Display" and "Label", both checked. Below are a "Coloured body" checkbox (unchecked) and a "Body colour" button with a grey color swatch.
- Show what else?:** Contains radio buttons for "None" (selected), "Porewater pressure", "Shear stress", "Normal stress", and "Shear stress/normal stress". Below is a "Scale factor" input field (0.10000) and a "Label slices" checkbox (unchecked).
- Bottom section:** Contains checkboxes for "Failure body with slices" (unchecked), "Label geogrid (friction)" (unchecked), and "Show log. spiral (earth system)" (unchecked). Below is a "Geogrid bonding stress visualisation height [m]" input field (0.20).

At the bottom of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons.

La cuña de empuje de suelos y el cuerpo de gravedad son explicados en la sección 7.18.2. La visualización de estos elementos puede ser influenciada en las dos casillas superiores de la ventana de diálogo.

En el cuadro de grupo "Show what else?" (¿Qué más mostrar?) se define si la visualización del mecanismo de falla (2 cuñas) con el menor factor de seguridad debe incluir información adicional (por ejemplo: tensiones de corte). Los valores para cada porción del cuerpo deslizante son mostrados perpendiculares a la superficie de deslizamiento. La escala está dada usando el campo de ingreso "Scale factor" (Factor de escala).

El cuerpo de falla puede ser visualizado junto con sus porciones. Además, la espiral logarítmica (capacidad portante) del sistema de tierra armada puede ser también representada gráficamente. Las tensiones de vínculo de la geomalla son calculadas automáticamente a partir de las sobrecargas. Lo último puede también ser visualizado. La altura de visualización puede ser ingresada en la casilla del fondo de la ventana de ingreso de datos.

8.4.2 "Verifications" (Verificaciones)

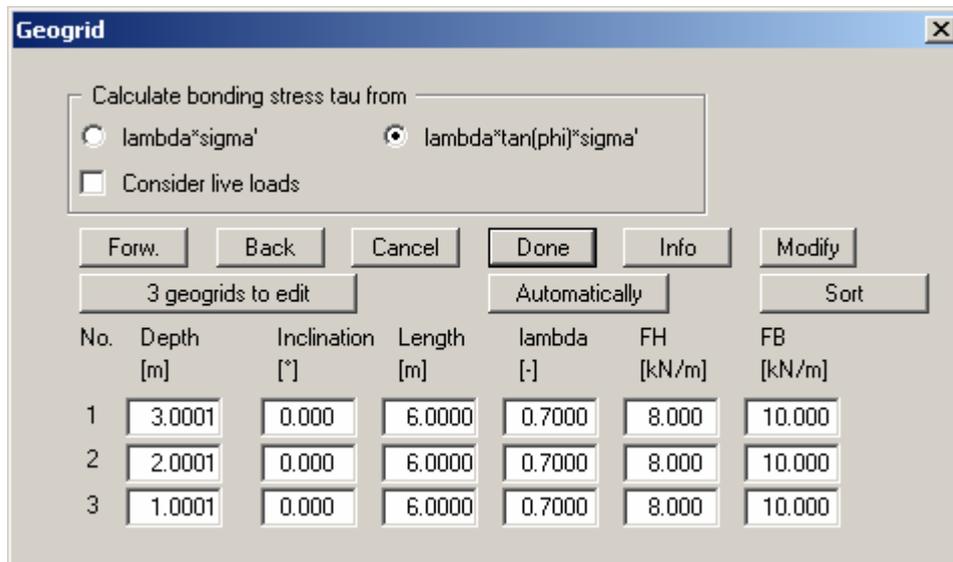
Usando este menú se pueden especificar las entradas para la leyenda y la tabla de salida de información.



Por ejemplo, si no se desea calcular la seguridad a la capacidad portante se puede declinar de realizar la verificación.

8.4.3 "Geogrid by hand" (Geomalla a mano)

Se puede definir la posición y las propiedades del material de la geomalla usando este menú. La geomalla definida es mostrada después de cerrar el cuadro de diálogo.



Donde:

- FB = resistencia de diseño de la geomalla;
- FH = resistencia de diseño de la geomalla en los nodos (generalmente = 0.8 * FB).

La **tensión de vínculo tau** (*bonding stress*) es calculada automáticamente por el programa. Se deben definir las acciones subsecuentes en la casilla superior del cuadro de diálogo. La práctica común es calcular la tensión de vínculo **tau** a partir de la **tensión efectiva (sigma')** (*effective stress*) y de la **tangente del ángulo de fricción interna phi** para luego reducir este valor por medio de **lambda**. La alternativa a este paso es calcular la tensión de vínculo a partir de la multiplicación de la tensión efectiva y un coeficiente de fricción. En este caso lambda ya no representa un factor de reducción, sino un coeficiente de fricción.

Si se prefiere definir personalmente la geomalla, debe hacerse clic en el botón "**x geogrids to edit**" (editar x geomallas) para luego ingresar el número requerido de geomallas. Un máximo de 8 geomallas son mostradas en la lista, las cuales pueden ser seleccionadas usando los botones "**Forw.**" (siguiente) y "**Back**" (anterior).

Usando el botón "**Modify**" (Modificar) es posible asignar simultáneamente valores definidos a todas las geomallas o cambiar los valores ingresados. Esta función está disponible en el menú "**Reinforced earth system/Modify**" (Sistema de tierra armada/Modificar) (ver Sección 8.4.5).

Usando el botón "**Sort**" (Clasificar), se pueden clasificar las geomallas de acuerdo a su profundidad. Por ejemplo, si se desea eliminar de la tabla la geomalla superior se debe asignar simplemente una profundidad muy pequeña (por ejemplo "-1000") y oprimir "**Sort**" (clasificar). La geomalla será movida a la posición más baja de la tabla. Reduzca ahora el número de geomallas por **1**.

El botón "**Automatically**" (Automáticamente) permite generar un sistema completamente Nuevo de geomallas. Esta función está disponible también en el menú "**Reinforced earth system/Generate**" (Sistema de tierra armada/Generar) (ver Sección 8.4.4).

8.4.4 "Generate" (Generar)

Este menú corresponde al botón "**Automatically**" (Automáticamente) en el cuadro de diálogo discutido bajo el menú "**Reinforced earth system/Geogrid by hand**" (Sistema de tierra armada/Geomalla a mano).

| | |
|--|--------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Delete existing geogrids | |
| 1st geogrid (bottom) [m]: (from base of outer skin) | 0.500 |
| Generate to [m] below top: | 0.100 |
| Geogrid vertical spacing [m]: | 1.000 |
| lambda [-]: | 0.700 |
| FB [kN/m]: | 10.000 |
| FH [kN/m]: | 8.000 |
| Length bottom [m]: | 6.000 |
| Length top [m]: | 6.000 |
| Inclination [°]: | 0.000 |

Se puede generar un sistema completamente Nuevo de geomallas usando este menú. Se debe activar la ventana "**Delete existing geogrids**" (Eliminar geomallas existentes). Si esta ventana no está activada se pueden agregar geomallas adicionales a las ya existentes.

8.4.5 "Modify" (Modificar)

Este menú corresponde al botón "**Modify**" (Modificar) del cuadro de diálogo discutido en el menú "**Reinforced earth system/Geogrid by hand**" (Sistema de tierra armada/Geomalla a mano).

The image shows a software dialog box titled "Modify geogrid". It contains several input fields and buttons for modifying geogrid parameters. The parameters and their current values are:

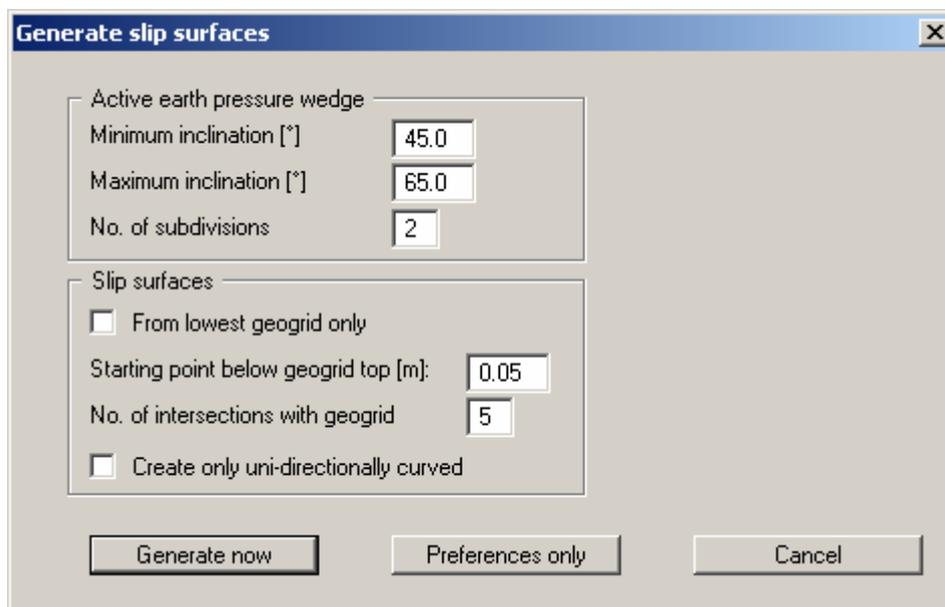
- Lengthen all with factor: Factor: 1.0000
- New length for all: Length [m]: 5.0000
- Align length: Align lengths at bottom
- New lambda for all: lambda [-]: 0.7000
- New FH for all: FH [kN/m]: 8.0000
- New FB for all: FB [kN/m]: 10.0000

Each input field has an "Apply" button next to it. There is also a "Close" button at the bottom of the dialog.

Ingresar el valor y comenzar la modificación usando el botón "**Apply**" (Aplicar) correspondiente a la acción deseada. Solo esta acción será subsecuentemente ejecutada.

8.4.6 "Generate slip surfaces" (Generar superficies de deslizamiento)

Ingresando pocos datos se puede generar un número de superficies de deslizamiento usando este menú. Superficies de deslizamiento con 2 secciones poligonales son generadas (mecanismo de falla, cuña de dos partes).



El mecanismo de falla (cuña de dos partes) consiste en una superficie de deslizamiento correspondiente a la cuña de empuje activo. De acuerdo a la teoría, esta cuña de empuje de suelos tiene una inclinación de $45^\circ + \phi/2$ (ver Sección 7.18.2). Valores menores a 45° no son posibles. Valores mayores a 65° solo resultan si el ángulo de fricción interna del suelo es mayor a 40° . Los valores por defecto en el cuadro de diálogo cubren, por lo tanto, el rango normal de construcción. El ingreso de "**No. of subdivisions**" (Número de subdivisiones) indica el número de *ángulos intermedios* (*intermediate angles*) a ser generados dentro de los dos ángulos límite.

En el grupo inferior de casillas es posible influenciar el lado izquierdo de la cuña de mecanismo de falla. Al activar la casilla "**From lowest geogrid only**" (A partir de la geomalla más baja únicamente) (*no recomendado*), solo son generados mecanismos de falla con *puntos inclinados* (*bending points*) en la geomalla más baja. El valor "**Starting point below geogrid top**" (Punto inicial por debajo del tope de la geomalla) define el punto izquierdo del mecanismo de falla. El valor "**No. of intersections with geogrid**" (Número de intersecciones con la geomalla) define el número de puntos centrales del mecanismo de falla.

Los efectos de los ingresos individuales son difíciles de describir verbalmente. Por lo tanto, solo intente editar el ingreso en el cuadro de diálogo y haga clic en "**Generate now**" (Generar ahora). Inmediatamente se podrá apreciar el mecanismo de falla generado por el programa. Si cierra el cuadro de diálogo usando el botón "**Preferences only**" (Solo preferencias), los resultados del cálculo no serán afectados. Sin embargo, al iniciar un nuevo cálculo incluyendo geomallas, esta configuración será usada para generar el mecanismo de falla apropiado.

8.4.7 "Geogrid forces" (Fuerzas en las geomallas)

Durante el cálculo del mecanismo de falla definido, el programa calcula las fuerzas máximas en las geomallas y las divide por el factor de seguridad del mecanismo de falla respectivo. Usando este menú pueden apreciarse las fuerzas máximas en las geomallas, para cada capa de geomallas.

8.4.8 "Sliding, overturning, bearing capacity" (Deslizamiento, volteo y capacidad portante)

La verificación se ejecuta de acuerdo a las notas en la sección "**Principios teóricos**". Los resultados pueden observarse en los cuadros de diálogo.

8.4.9 "Calculate earth pressure + weight" (Calcular empuje de suelos + peso)

Se puede calcular el empuje de suelos y el peso del sistema independientemente de menús previos. Los resultados son mostrados en cuadros de diálogo.

8.5 Menú "System" (Sistema)

8.5.1 "Info" (Información)

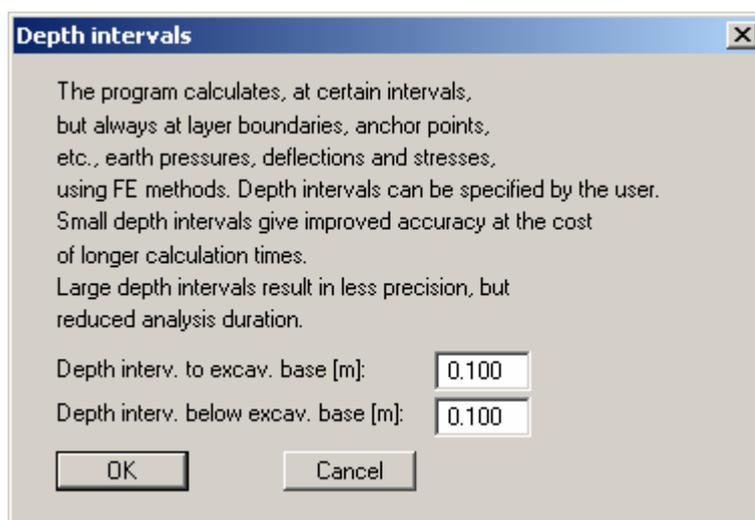
Verá información general del sistema actual en un cuadro de diálogo.

8.5.2 "Special preferences" (Preferencias especiales)

El programa dispone de una variedad de posibles verificaciones. Luego de comenzada la ejecución del cálculo del sistema, las preferencias especificadas por el usuario se muestran en una ventana; para preferencias problemáticas se muestran mensajes separados con informaciones o mensajes de advertencia. Es por eso que se recomienda dejar **"Show warnings in future"** (Mostrar advertencias en el futuro) activado. Si no deseara ver la ventana durante la ejecución del análisis, desactive esta opción simplemente. En esta ventana podrá ver sus preferencias elegidas.

8.5.3 "Depth subdivisions" (Discretización del muro)

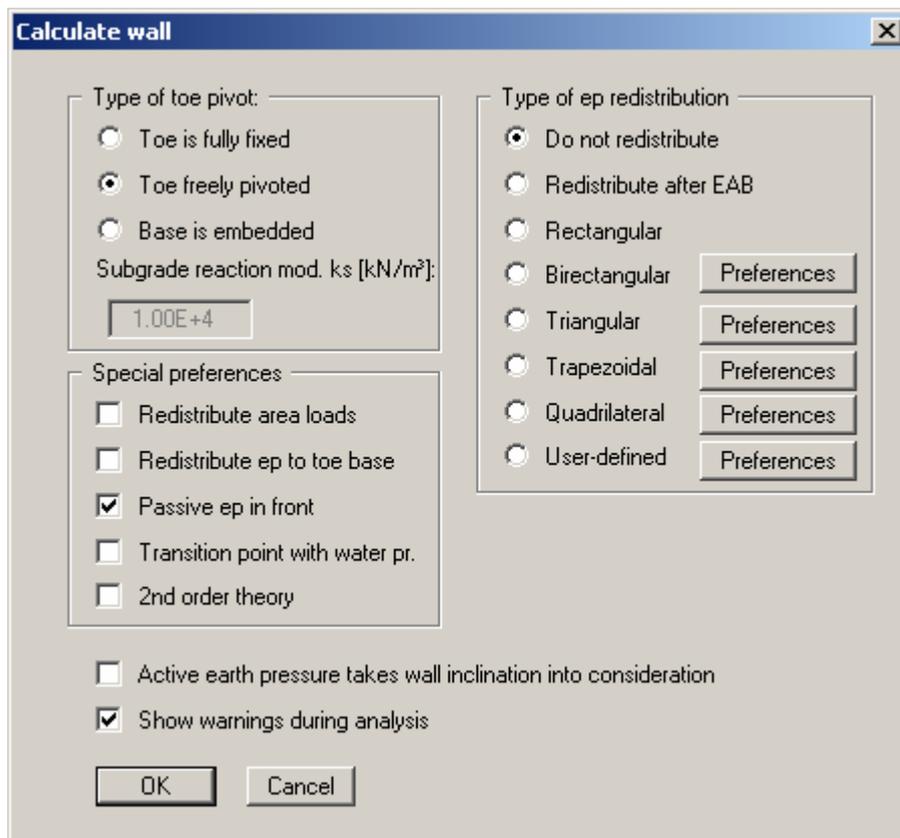
GGU-GABION utiliza el método de elementos finitos que discretiza al muro en un número de elementos específico (Véase sección 7.11). En este menú se tiene la posibilidad de especificar el tamaño de estos elementos para las regiones por encima y por debajo del fondo de la excavación.



8.5.4 Menú "Analyse" (Calcular)

8.5.4.1 Cuadro de diálogo inicial

Una vez ingresados todos los datos requeridos para modelar el sistema, puede ser entonces analizado. Después de ir a "System/Analyse" (Sistema/Calcular) se abrirá un *cuadro de diálogo inicial*, dividido en tres grupos de casillas. El análisis puede ser iniciado también con la tecla [F5] para obtener luego el mismo cuadro de diálogo.



Cuando todas las opciones fueron seleccionadas adecuadamente, puede comenzar el análisis haciendo clic en "OK". Inicialmente, GGU-GABION realiza un análisis de comprensión de los datos ingresados e informa posibles incompatibilidades. Posteriormente tiene lugar el cálculo del sistema.

Una vez concluido el análisis, los resultados son presentados en ventanas de información y luego se visualizan gráficamente en pantalla.

8.5.4.2 "Type of toe pivot" (Tipo de pivote del pie del muro)

En esta sección del cuadro de diálogo inicial del menú "System/Analyse" (Sistema/Calcular) se define el tipo de pivote del pie del muro. Esto, por supuesto, no es posible en sistemas sin anclajes o apuntalamientos. En esos casos, el pie del muro está siempre *completamente fijo* (fully fixed).

En sistemas con anclajes o apuntalamientos, en lugar de las opciones "Toe is fully fixed" (Pie completamente fijo) o "Toe freely pivoted" (Pie libremente apoyado) se puede ingresar un módulo de balasto (Subgrade modulus) para la base del muro. Para ello, se debe activar la casilla "Base is embedded" (Base es embebida) e ingresar un módulo de balasto.

8.5.4.3 "Special preferences" (Preferencias especiales)

En el cuadro de diálogo inicial ("System/Analyse") (Sistema/Calcular) se puede especificar si las cargas distribuidas se incluirán en el cálculo de redistribución de empujes de suelo mediante el grupo de casillas "Special preferences" (Preferencias especiales).

Se deberá hacer uso de la opción "**Redistribute ep to toe base**" (Redistribuir ep al pie) y no, como es usual, al punto de transición de cargas (punto neutro). Para el análisis con *factores globales de seguridad* usados en DIN 1054 (antigua), el punto de transición de cargas (punto neutro) se puede calcular con o sin empujes de agua con la opción "**Transition point with water pr.**" (Punto neutro con empuje de agua). Adicionalmente se puede especificar si el programa tiene que ubicar el empuje pasivo al frente (**Passive ep in front**) o, como es usual, sea superpuesto al empuje activo. Si no activa esta casilla, los empujes serán combinados. Dado que según las nuevas normas una superposición de los empujes no está permitida, esta casilla no aparecerá cuando se utilicen *factores parciales de seguridad*.

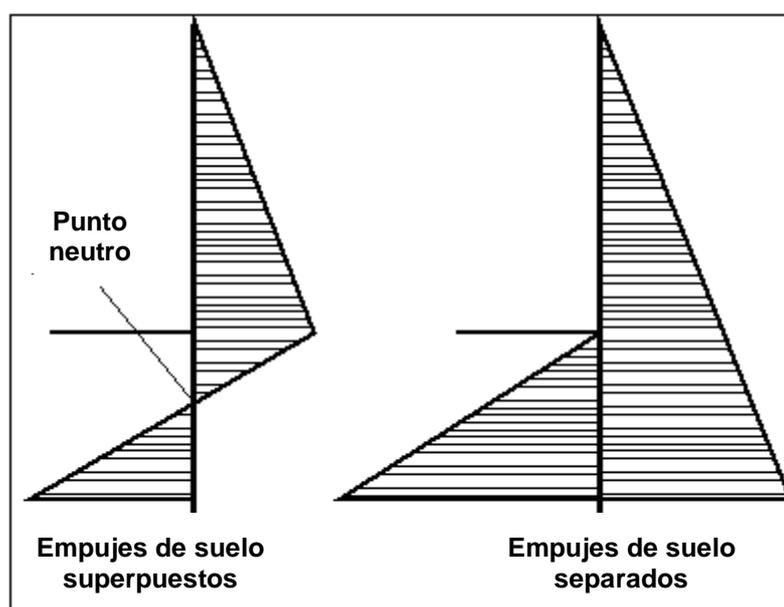


Figura 17 Empuje pasivo de suelos (ep) (superpuesto o separado)

Finalmente tiene la opción de que el análisis se realice con la teoría de segundo orden ("**2nd order theory**"). Esta opción incluye iteraciones que incrementarán el tiempo de cálculo.

8.5.4.4 "Type of redistribution" (Tipos de redistribución de empujes)

En el cuadro de diálogo inicial ("System/Analyse") (Sistema/Calcular) se puede especificar el tipo de redistribución de empujes ("Type of redistribution") (Tipo de redistribución). A disposición se encuentran:

- **"Do not redistribute"** (No distribuir)
El análisis se realiza usando la distribución clásica de empujes.
- **"Redistribute after EAB"** (Distribuir de acuerdo a la EAB)
Para muros de hormigón vaciados in situ, R 70 provee un total de 9 figuras de redistribución, dependiendo de la ubicación de los anclajes. **GGU-GABION** elegirá automáticamente la figura adecuada. Si no se encontrara una figura adecuada, aparecerá un mensaje de error.
- **"Rectangular"**
La redistribución se hará en forma de un rectángulo.
- **"Birectangular"**
La redistribución se hará en forma de dos rectángulos. La relación entre la presión superior e inferior (e_{aho}/e_{ahu}), así como la profundidad de subdivisión pueden ser especificadas.

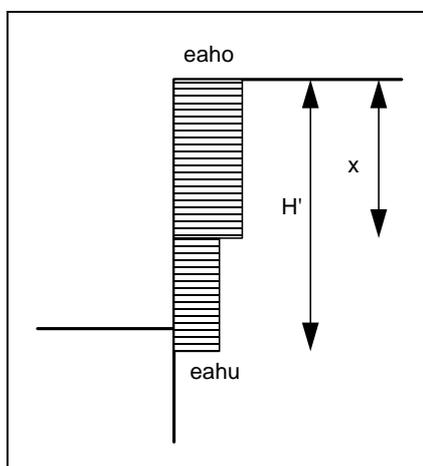


Figura 18 Redistribución birectangular de empujes de suelos

- **"Triangular"**
La redistribución se hará en forma de un triángulo. Con el botón **"Preferences"** (Preferencias) se puede determinar la posición del valor máximo (Top, Central, Bottom) (Arriba, Centro, Abajo).

- **"Trapezoidal"**

La redistribución se hará en forma de un trapecio. Con el botón **"Preferences"** (Preferencias) se puede determinar la relación eahu/eaho.

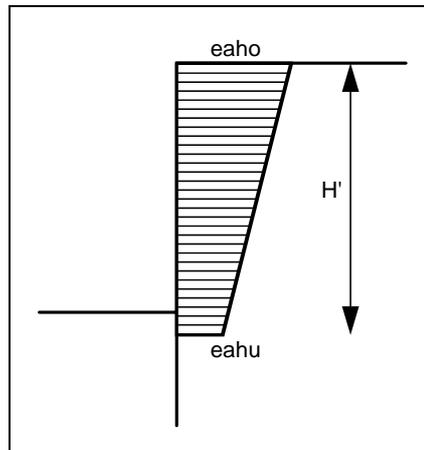


Figura 19 Redistribución trapezoidal de empujes de suelo

- **"Cuadrilateral"** (Cuadrilátero)

La redistribución se hará en forma de un cuadrilátero. Con el botón **"Preferences"** (Preferencias) se pueden seleccionar las ordenadas en donde se encontrará el valor máximo ingresando las profundidades o las posiciones de las líneas de anclaje. La ordenada del punto neutro quedará definida por la relación eaho/eahu.

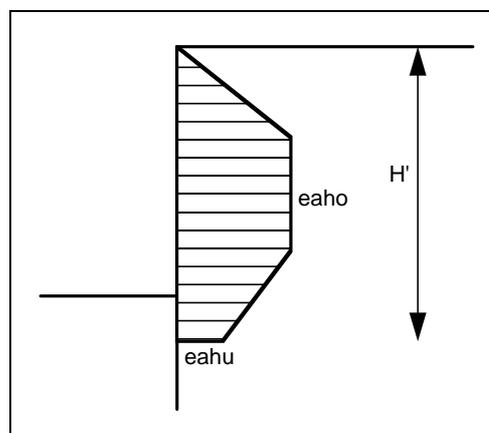


Figura 20 Redistribución de empujes de suelo en un cuadrilátero

- **"User-defined"** (Redistribución personalizada)
Si ninguna de las opciones anteriores cumple sus requerimientos, tiene la opción de crear su propio polígono de redistribución).

User-defined earth pressure redistribution

Done Forw. Back Cancel

6 point(s) to edit Sort

| No | Depth [m] | eah' [-] |
|----|-----------------------|----------|
| 1 | Wall crown | 1.0000 |
| 2 | 1.0000 | 3.0000 |
| 3 | 3.0000 | 3.0000 |
| 4 | 4.5000 | 6.0000 |
| 5 | 5.5000 | 6.0000 |
| 6 | Load transition point | 2.0000 |

Se pueden definir los puntos del polígono, ubicado entre la corona del muro y el punto neutro, ingresando la profundidad y el valor del empuje de cada uno. En los cálculos subsecuentes el empuje será distribuido en el área definida por su polígono. Del ejemplo se obtiene el siguiente diagrama:

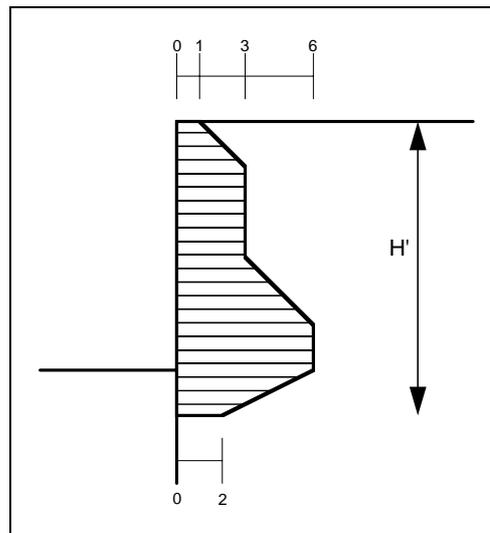
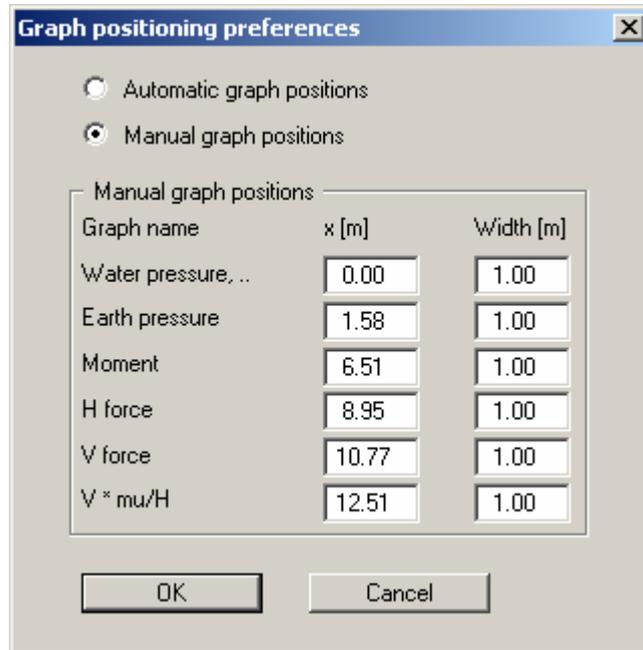


Figura 21 Redistribución de empujes de suelo personalizada

8.5.5 "Graph positioning preferences" (Posición de diagramas)

Si la ubicación automática de los diagramas no es de su agrado, puede alterar y personalizar el orden de los mismos con este menú. Primero active "**Manual graph positions**" (Posicionamiento manual de los diagramas).



Los diagramas aparecerán en forma de lista con su respectiva posición "x" (central) y respectivo ancho ("**Width**").

La forma más rápida de modificar la posición de los diagramas es presionando [F11] y seguidamente arrastrarlos a su nueva posición manteniendo el botón izquierdo del mouse apretado.

8.5.6 "Graphics output preferences" (Diagramas de resultados)

En este menú podrá elegir los diagramas a visualizar, y más aun bajo que variables serán presentados (los diagramas siempre se representarán en función de la profundidad). El siguiente cuadro de diálogo aparecerá:

The dialog box is titled "Graphics output preferences" and contains the following settings:

- Water presentation:** Radio buttons for "None", "Diff. water pressure", "Water pressure pw", "Potential", "Gradient", and "EP + pw" (checked).
- Action effects presentation, etc.:** Checkboxes for "Earth press.", "V * mu/H", "Area loads", "Settlements", "Moment.", "V force", "Soil pressures", "Logarithmic spiral", and "H force" (all checked).
- Load presentation:** Input fields for "Presentation height [m]" (0.300), "Hatch spacing [mm]" (2.0), and "Passive/active earth pressure oversizing [-]" (1.0). A dropdown menu for "Load 'hatching'" is set to "With colour".

Buttons: "Show system", "Show results", "Cancel".

El cuadro de texto se aclara por sí mismo. Por ejemplo, si la casilla "Settlements" (Asentamientos) es activada, las tensiones por debajo de la fundación para el punto característico serán visualizadas. Cuando se seleccione "EP + pw", se representarán en el diagrama de empujes la suma del empuje de suelos y de aguas (pw).

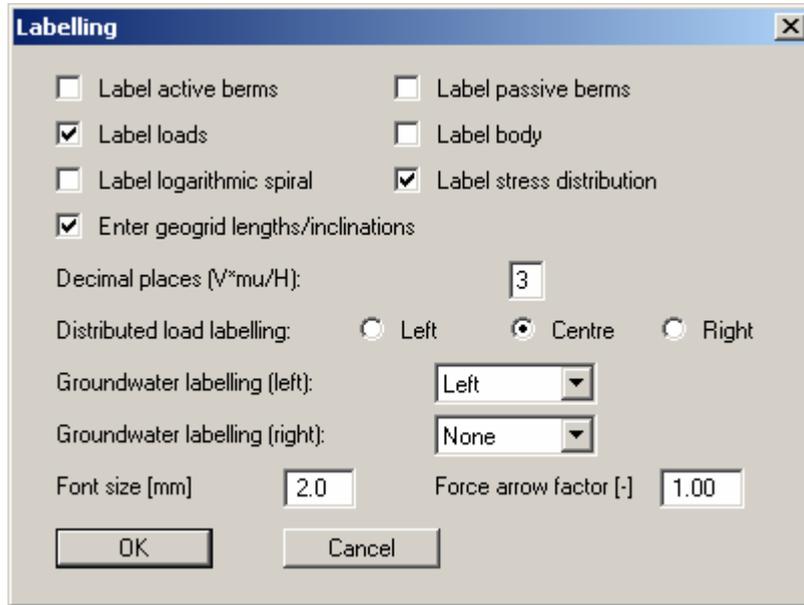
Al hacer el análisis con *factores parciales de seguridad* tendrá disponibles además el grupo de casillas "Display (earth pressure):" (Presentación de empuje de suelos), "Display (state variables):" (Presentación de esfuerzos internos) y "Display (displacement):" (Presentación de desplazamiento), en las que puede activar la visualización de cargas permanentes (G) y/o vivas (Q). Adicionalmente, los valores de diseño (D) pueden ser representados.

Además podrá especificar el sombreado y la altura de cargas en la presentación. Si no activa la casilla "Same height for all" (Igual altura para todas las cargas), la visualización será proporcional al valor de las cargas tomando como referencia la carga de mayor valor.

Abandone el cuadro de diálogo haciendo clic en la opción "Show system" (Mostrar sistema). Si el sistema ya ha sido calculado, puede abandonar el cuadro de diálogo haciendo uso de la opción "Show results" (Mostrar resultados) para luego ver los gráficos en pantalla.

8.5.7 "Labelling preferences" (Opciones de texto)

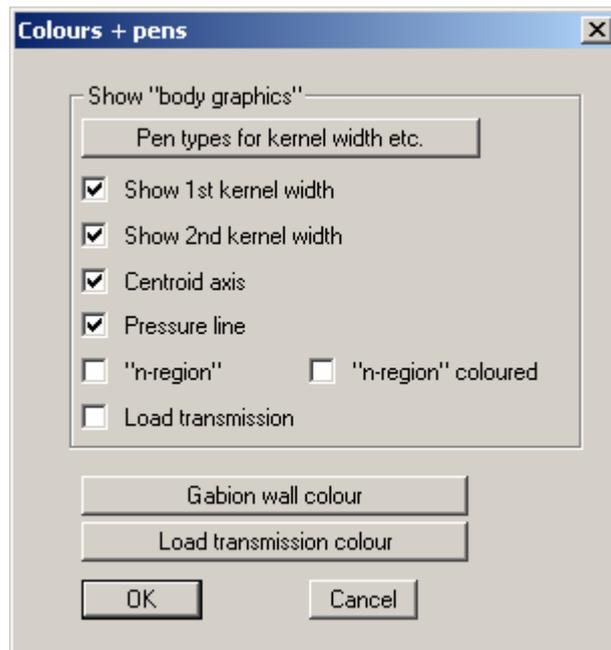
A través de este menú podrá activar y editar anotaciones y designaciones en el sistema visualizado o en los diagramas de resultados.



En el cuadro de diálogo puede activar la visualización de designaciones de, por ejemplo, carga, bermas, anclajes. Así también se puede editar, entre otros, el alineamiento y tamaño de textos.

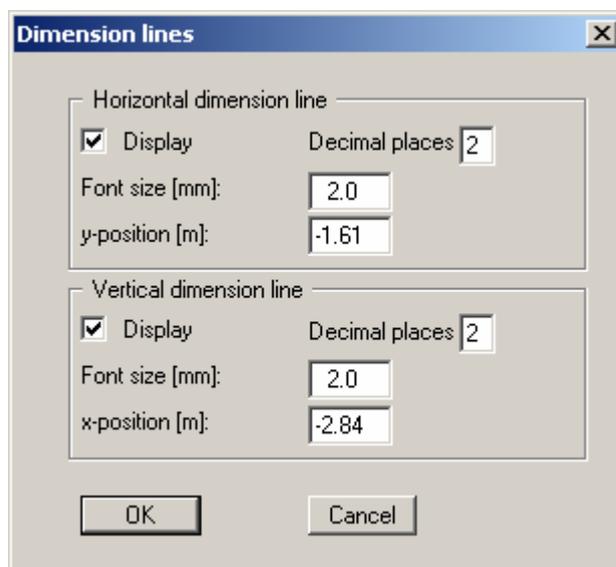
8.5.8 "Body pens + colours" (Grafos y colores para el cuerpo)

El cuerpo del muro de gaviones es dibujado conjuntamente con numerosos elementos gráficos (eje centroidal, ancho del núcleo, línea de presiones, etc.). Usted puede especificar cual de estos elementos deberá ser representado, el tipo de línea (punteada, continua,..) y los colores de relleno.



8.5.9 "Dimension lines" (Cotas)

En este menú se pueden definir cotas en dirección vertical y/o horizontal para los gráficos de manera de poder clarificar las dimensiones del sistema.



La distancia al muro queda definida a través de "**y position**" (Posición en y) para las cotas horizontales y "**x position**" (Posición en x) para las cotas verticales. Valores negativos definen una posición por arriba del muro o a la izquierda del muro. Los valores son en metros en la escala seleccionada (Ver el menú ítem "**Page size + margins/Manual resize (editor)**" sección 8.8.3).

La forma más rápida de modificar la posición de las cotas es presionando [F11] y luego arrastralas a su nueva posición manteniendo el botón izquierdo del mouse apretado.

8.5.10 "Display system" (Visualizar el sistema)

Una vez que un sistema ha sido calculado, serán presentados automáticamente en la pantalla los esfuerzos internos. Para no sobrecargar la pantalla, ciertos elementos del sistema (cargas por ejemplo) no serán mostrados. Si deseara ver todos los datos del sistema sin los diagramas de esfuerzos internos, este menú le facilitará esta opción.

8.5.11 "Display results" (Visualizar resultados)

Luego de que un sistema fue analizado, se presentarán los diagramas de esfuerzos internos automáticamente. Si utilizó el menú "**System/Display system**" (Sistema/Visualizar el sistema) para regresar al modo de visualización del sistema, puede obtener la presentación de los resultados nuevamente sin necesidad de un nuevo análisis regresando a este menú, siempre y cuando el sistema haya sido ya analizado.

8.6 Menú "Evaluation" (Evaluación)

8.6.1 Notas generales

De manera de evitar tener que imprimir los resultados para su evaluación, se incluye el siguiente menú en el programa. Si deseara de cualquier manera imprimirlos, puede hacerlo por medio de la impresora o de un archivo al ir al menú **"File/Print and export"** (Archivo/Imprimir y Exportar) o **"File/Print output table"** (Archivo/Imprimir tabla de resultados).

8.6.2 "Earth pressure redistribution" (Redistribución de empujes de suelo)

Aquí se le proveerá de información relacionada con la redistribución de empujes de suelo. Esta información es de interés cuando se haya realizado el cálculo de acuerdo a la EAB, en cual caso será bueno tener una copia de dicha impresión a mano.

8.6.3 "Main output summary" (Resultados principales)

Un cuadro de información conteniendo los parametros principales del análisis del sistema puede ser inicializado apretando [F6].

Con un doble clic del botón izquierdo del mouse sobre un punto de interés en el sistema, podrá obtener los valores de esfuerzos internos correspondientes.

8.6.4 "Bearing capacity" (Capacidad portante)

En esta sección Usted obtendrá informaciones relacionadas al cálculo de capacidad portante del suelo. Esta función también puede ser iniciada apretando [F7].

8.6.5 "Settlements" (Asentamientos)

En esta sección Usted obtendrá los resultados del cálculo de asentamientos para el muro de gaviones. *CP* significa que los asentamientos fueron calculados para el punto característico. Esta función también puede ser iniciada apretando [F8].

8.6.6 "Sliding safety" (Seguridad al deslizamiento)

La seguridad al deslizamiento calculada es mostrada en una ventana de información.

8.7 Menú "Graphics preferences" (Preferencias)

8.7.1 "Refresh and zoom" (Actualizar y zoom)

El programa trabaja bajo el principio de "*Lo que ve es lo que obtiene*". Esto significa que lo representado en el monitor, en general, es lo que usted verá en la impresión. Consecuentemente toda modificación que usted realice debe de ser actualizada para que se presente en el monitor. Por razones de eficiencia, ya que esto podría demorar varios segundos en contenidos complejos del monitor, la representación en monitor no es actualizada después de cada alteración.

Si por ejemplo, después de utilizar la función zoom (ver más adelante), solo una parte de la imagen es visible, usted puede obtener una visión completa utilizando este submenú. El factor del zoom puede ser definido por el usuario. De cualquier manera, es mucho más sencillo obtener una vista completa usando la tecla [Esc]. Al usar la tecla [F2] usted puede actualizar (**refresh**) la imagen del monitor sin alterar el factor del zoom.

8.7.2 "Zoom info"

Para lograr ver detalles con mas claridad es posible hacer un acercamiento de una sección de la pantalla definida por dos de sus extremos opuestos mediante el mouse. Un cuadro de diálogo provee información sobre la función zoom y las opciones disponibles.

8.7.3 " Legend font selection" (Selección de letras para la leyenda)

Con este submenú usted puede cambiar a cualquier tipo de letra (True-type font). Todos los tipos de letra disponibles se presentan en la ventana de diálogo.

8.7.4 "Pen colour and width" (Color y espesor de líneas)

Con el fin de mejorar la claridad de los gráficos pueden editarse las propiedades de las líneas para varios elementos de los gráficos (ej. momentos flexores, esfuerzos de corte, cargas, etc.). Además se pueden editar el espesor, color y relleno de los elementos mostrados en un cuadro de diálogo.

En *impresoras blanco y negro* (ej. impresoras laser), se verán los colores en correspondencia con la escala de grises. Elementos gráficos que empleen colores muy tenues serán difíciles de reconocer. En estos casos tiene sentido editar los respectivos colores.

8.7.5 "Mini-CAD toolbar" (Barra de herramientas Mini-CAD) y "Header toolbar" (Barra de herramientas del encabezado)

Utilizando este submenú usted puede agregar textos a los gráficos, y añadir líneas, círculos, polígonos, e imágenes (por ejem. Archivos en formatos BMP, JPG, PSP, TIF, etc.). Todos los íconos y el modo de uso están explicados en el manual "**Mini-CAD**". La diferencia entre las barras Mini-CAD y CAD para el Encabezado son las siguientes:

- Los elementos creados con "**Mini-CAD**" están basados en el sistema de coordenadas (generalmente en metros) en el que el dibujo sea realizado. Diríjase a "**Mini-CAD**" cuando desee adicionar información al sistema (por ejemplo, inclinaciones de las bermas o la ubicación de alguna fundación).

- Los elementos creados con la barra de herramientas del encabezado ("**Header toolbar**") se basan en el formato de la hoja (en mm). Esto da independencia del sistema de coordenadas y mantiene a los elementos en la misma posición en la página. Emplee la barra "**Header toolbar**" si desea insertar información general al sistema (logo de la compañía, número de reporte, número de plano, sello, etc.). Una vez guardada la información del encabezado en el disco (Ver el manual de "**Mini-CAD**"), puede volverla a cargar para sistemas totalmente distintos (con sistemas de coordenadas distintos). La información del encabezado aparecerá en el mismo lugar en la página, simplificando así enormemente la necesidad de crear esta información constantemente.

8.7.6 "Toolbar preferences" (Opciones de la barra de herramientas)

Al iniciar el programa usted encontrará una barra de herramientas horizontal estándar en la parte superior. Si usted prefiere, puede cambiar el lugar de esta barra de herramientas y desplazarla por ejemplo para utilizarla como ventana popup de varias columnas, o apagar momentáneamente la barra seleccionando la opción "**Switch off**".

En la parte inferior de la pantalla aparece siempre una barra de estado. Acá puede también activar o desactivar esta función. Las opciones se guardarán en el archivo "**GGU-GABION.ALG**" (ver el menú "**Graphics preferences/Save graphics preferences**") y son activadas nuevamente al iniciar el programa.

Mediante los íconos en la barra de herramientas usted tendrá acceso directo a la mayor parte de las funciones del programa. La función de cada icono aparece al pasar el Mouse ligeramente sobre éste. Algunas funciones pueden ser activadas desde los menús normales.



"**Next page**"/"**Previous page**" (Página siguiente/Página previa)

A través de estos íconos podrá pasar de página en la *presentación tabular*.



"**Select page**" (Seleccionar página)

Si está en la *presentación tabular*, podrá con este icono saltar a una página específica o retornar a la *presentación normal*, osea, a los gráficos.



"**Zoom out**" (Alejar)

Si realizó un acercamiento (*zoom in*) previo en la imagen, presione este icono para volver a la vista completa.



"**Zoom (-)**"/"**Zoom (+)**"

Con estas funciones podrá acercar o alejar partes de la imagen, al hacer clic con el botón izquierdo.



"**Move object**" (Mover objeto)

Haciendo clic en este icono Usted puede mover las leyendas y los elementos gráficos usando el botón derecho del mouse (equivalente al menú "**Graphics preferences/Move objects**" (Preferencias Gráficas/Mover objetos)).



"**Undo move object**"(Deshacer Mover objeto)

Haciendo clic en este icono el ultimo movimiento de un elemento gráfica quedará sin efecto.



"Copy area" (Copiar selección)

Utilice esta herramienta para seleccionar algún sector específico del gráfico y copiarlo en otro documento, por ejemplo en el reporte en Word. La selección es guardada en el clipboard (portapeles de Windows) o en un archivo.

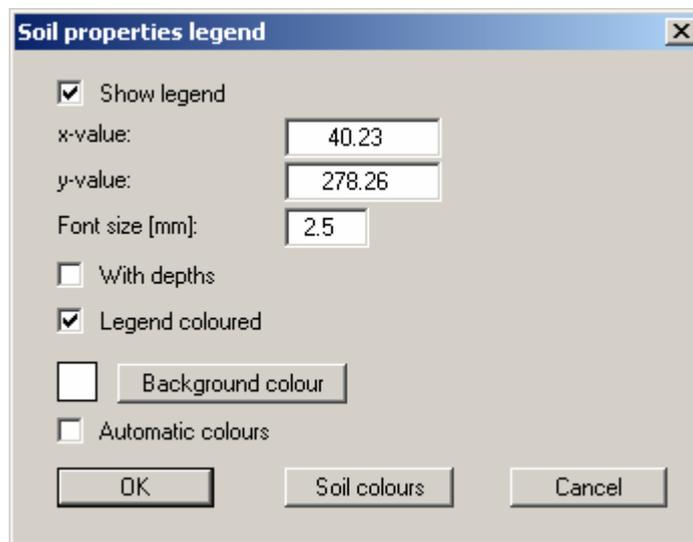


"Colour on/off" (Color si/no)

Si desea quitar el color de la presentación del sistema para obtener una impresión blanco y negro, por ejemplo, use el botón on/off.

8.7.7 "Soil properties legend" (Leyenda de propiedades del suelo)

Si usted ha activado la casilla "**Show legend**" (Mostrar leyenda) una tabla con las propiedades de los suelos de cada estrato se mostrará en la hoja de resultados. Usando este comando se puede alterar la forma y apariencia de la leyenda (Tabla).



Usted puede definir y editar la posición de la leyenda usando los valores "**x**" y "**y**". Se puede controlar el tamaño de la leyenda utilizando "**Font size**" (Tamaño de letra).

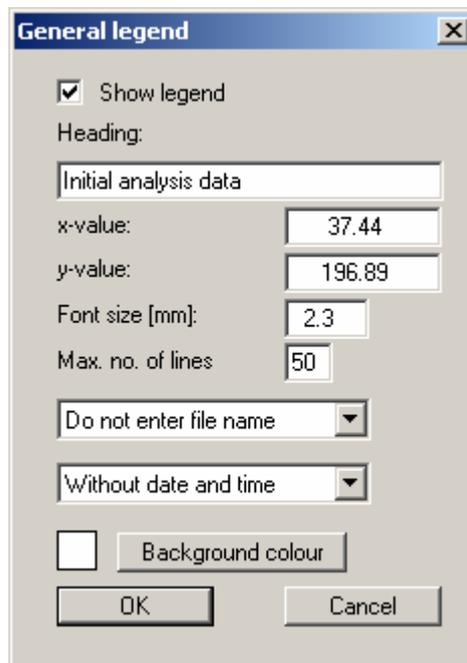
La manera más rápida de modificar la posición de la leyenda es presionando la tecla **[F11]** y luego con el botón izquierdo del Mouse moverla hasta la nueva posición.

- "**with depths**" (Profundidades)
Las profundidades de cada manto de suelo serán mostradas en la leyenda de propiedades del suelo.
- "**Legend coloured**" (Colores en la leyenda)
El color de los suelos será mostrado en la leyenda. De lo contrario se tendrán números .
- "**With permeabilities**" (Permeabilidades)
Los coeficientes de permeabilidad de cada manto serán mostrados en la leyenda.
- "**Automatic colours**" (Colores automáticos)
A los suelos se les asignarán colores automáticamente. Si la casilla no está seleccionada, los colores serán individualmente definidos usando el botón "**Soil colours**" (Colores de suelos).

- **"Soil colours"** (Colores de suelos)
En un cuadro de diálogo podrá definir sus opciones. Luego de seleccionar un número se le asignará el color correspondiente al suelo. También podrá reorganizarse los colores con la opción **"Soil colours/Reorganise"**. Sus opciones personalizadas puede guardarlas usando el comando **"Soil colours/Save"** y cargarlas en distintos sistemas mediante el comando **"Soil colours/Load"**. En el grupo de casillas inferior puede transferir sus opciones de colores al administrador de colores de Windows, o viceversa. Mayor información obtendrá presionando el botón **"Info"**.

8.7.8 "General legend" (Leyenda general)

Si usted ha activado la casilla **"Show legend"** (Mostrar leyenda) una leyenda con las propiedades generales se mostrará en la hoja de resultados. Usando este comando se puede alterar la forma y apariencia de la leyenda (Tabla).



Usted puede definir y editar la posición de la leyenda usando los valores **"x"** e **"y"**. Se puede controlar el tamaño de letra de la leyenda (**"Font size"**) y el número máximo de líneas (**"Max. no. of lines"**); donde sea necesario se usarán varias columnas.

La manera más rápida de modificar la posición de la leyenda es presionando la tecla **[F11]** y luego con el botón izquierdo del Mouse moverla hasta la nueva posición.

En la leyenda general podrá, si lo desea, mostrar información del archivo o por ejemplo la verificación de suma de fuerzas verticales (**"Verification of sum V"**). Cualquier identificación del proyecto será también mostrada en esta leyenda (Ver sección 8.1.1).

8.7.9 "Design legend" (Leyenda de dimensionamiento)

Se mostrará en pantalla una leyenda con los resultados principales del dimensionamiento del sistema. Usando este menú puede alterar la forma de la presentación u ocultar la leyenda completamente (Ver sección 8.7.8).

8.7.10 "Settlement legend" (Leyenda de asentamientos)

La leyenda con los principales resultados del cálculo de asentamientos será mostrada en pantalla. Entre otros, el asentamiento para cada estrato individual como una parte del asentamiento total puede ser obtenido de la leyenda. Usando este menú se puede modificar la forma de la presentación u ocultar la leyenda definitivamente (Ver sección 8.7.8).

8.7.11 "Legend reinforced earth system" (Leyenda sistema de tierra armada)

Después de haber ejecutado el cálculo de un sistema empleando tierra armada, la leyenda con las asunciones básicas y los resultados del cálculo puede ser mostrada en pantalla. En el cuadro de diálogo se puede modificar la apariencia de la leyenda si la casilla "Show legend" (mostrar leyenda) está activada, u ocultar completamente la leyenda (Ver sección 8.7.8).

8.7.12 "Geogrid legend" (Leyenda de geomallas)

Si se emplean geomallas en el sistema es posible mostrar una leyenda correspondiente activando "Show legend" (mostrar leyenda) en este cuadro de diálogo.

The image shows a dialog box titled "Geogrid legend". It has a close button in the top right corner. The dialog contains the following elements:

- A checked checkbox labeled "Show legend".
- A label "Heading:" followed by a text input field containing the text "Geogrid".
- A label "x-value:" followed by a numeric input field containing "235.00".
- A label "y-value:" followed by a numeric input field containing "210.00".
- A label "Table width [mm]:" followed by a numeric input field containing "80.00".
- A label "Line height [mm]:" followed by a numeric input field containing "5.00".
- An unchecked checkbox labeled "Background colour" next to a button labeled "Background colour".
- A section titled "Enter what additionally?" containing four checkboxes:
 - Checked: "Length"
 - Checked: "Inclination"
 - Checked: "Corresp. FOS"
 - Unchecked: "FZ"
- At the bottom, there are two buttons: "OK" and "Cancel".

Esta leyenda tiene la forma de una tabla. El tamaño de letra puede ser controlado mediante "Table width" (Ancho de tabla) y "Line height" (Altura de línea). En el cuadro de diálogo es posible seleccionar información adicional para ser incluida en la tabla.

8.7.13 "Quick header" (Encabezado rápido)

Usando esta herramienta es posible mostrar un encabezado sencillo con la información de su empresa. Active "**Display header**" (Mostrar encabezado) e ingrese su información.

The screenshot shows a dialog box titled "Header". It contains the following elements:

- Position, etc. section:**
 - Checkbox: Display header
 - Input field: x [mm]: 247.00
 - Input field: y [mm]: 254.00
 - Button: Background colour
- Texts section:**
 - Input field: Institution: Extravagant & Sons, Consultants
 - Input field: Street address: 64 Zoo Lane
 - Input field: City: EG12 3IE
 - Input field: Telephone: Tel.: 05432 56789
 - Input field: Telefax: Fax: 05432 56780
 - Input field: Project ID: Project: Concrete element wall
 - Input field: Scientist: Scientist: Smith/Bloggs
- Buttons:** OK, Cancel

8.7.14 "Move objects" (Mover objetos)

Seleccione este menú para lograr el posicionamiento deseado de las leyendas, diagramas u otros elementos gráficos en las hojas de resultados. También podrá mover objetos apretando la tecla [F11] y luego con el botón izquierdo del Mouse moverla hasta la nueva posición. En este caso no aparecerá un cuadro de información.

8.7.15 "Save graphics preferences" (Guardar opciones gráficas)

Algunas de las opciones que usted eligió con el submenú "**Graphics preferences menú**" (Menú de preferencias gráficas) pueden ser guardadas en un archivo. Si selecciona "**GGU-GABION.ALG**" como nombre de archivo, y guarda dicho archivo en la carpeta donde se encuentra el archivo ejecutable, los datos serán automáticamente presentados la próxima vez que inicie el programa y no necesitan ser introducidos nuevamente.

8.7.16 "Load graphics preferences" (Cargar opciones gráficas)

Archivos que han sido guardados usando el submenú "**Graphics preferences/Save graphics preferences**" (Opciones gráficas/Guardar opciones gráficas), pueden ser abiertos en el programa. Solamente los respectivos datos serán actualizados.

8.8 Menú "Page size + margins" (Formato de página)

8.8.1 "Auto-resize" (Cambio de escala automático)

Este menú permite un cambio de escala proporcionado de la visualización del sistema y de los resultados en las coordenadas "x" e "y". Si ya alteró previamente las coordenadas de la imagen usando "**Manual resize (mouse)**" o "**Manual resize (editor)**", puede con esta opción obtener una vista completa del sistema y de los resultados rápidamente. A esta función puede también accederse apretando la tecla [F9].

8.8.2 "Manual resize (mouse)" (Cambio de escala por mouse)

Apretando el botón izquierdo del mouse y manteniendo presionadas las teclas [Ctrl] y [Shift], podrá marcar en pantalla las dimensiones del área de la pantalla a cambiar de escala. Las escalas de los ejes "x" e "y" serán ajustadas respectivamente. Si las proporciones anteriores (escala en dirección x e y) deben ser mantenidas, se deberá activar la opción "**Proportional section**" (Sección proporcional) .

Alternativamente podrá redefinir el punto de origen de la visualización con la opción "**Redefine origen**" (Redefinir origen). Las escalas previas no serán afectadas por este comando.

8.8.3 "Manual resize (editor)" (Cambio de escala por editor)

A través del ingreso por teclado podrá cambiar las coordenadas de la visualización. Esto permite un ingreso preciso de la escala. Las coordenadas se referirán al *área de dibujo*, que puede ser definida en el submenú "**Page size and margins**" mediante los márgenes de ploteado (Ver sección 8.8.5).

Las coordenadas ingresadas aquí pueden ser guardadas en un archivo con extensión ".**BXY**" y pueden ser entonces cargadas nuevamente para el mismo sistema u otros también.

Si quisiera recobrar los valores previos, deberá apretar simplemente el botón "**Old values**" (Valores anteriores).

8.8.4 "Font size selection" (Tamaño de fuente)

Los tamaños de fuente podrán ser editados para el nombramiento de los distintos elementos de dibujo.

El tamaño de fuente de las leyendas será editado en el respectivo editor de leyendas. Simplemente haga doble-clic para esto.

8.8.5 "Page size and margins" (Tamaño de página y márgenes)

El programa utiliza como estándar el formato de papel A3. Usted puede editar el formato de página en la siguiente ventana de diálogo .

The dialog box titled "Page size and margins" contains the following settings:

- Page in general:** Height = 297.00, Width = 420.00
- Page margin in mm:** Left = 25.00, Right = 8.00, Top = 8.00, Bottom = 8.00
- Plot margin in mm:** Left = 25.00, Right = 8.00, Top = 50.00, Bottom = 25.00

At the bottom, the "With borders" and "With margins" checkboxes are checked. The "OK" and "Cancel" buttons are also visible.

- **"Page in general"** (Página en general) define el tamaño de la hoja de resultados. El formato de hoja A3 se encuentra como predeterminado. El programa dibuja automáticamente líneas delgadas como bordes de corte en la página, que se requieren en el caso de usar un ploter con rollo de papel. Los bordes pueden ser activados por medio de la casilla **"With borders"** (Con bordes).
- **"Page margin"** (Márgenes de página) define la posición de los márgenes de la hoja como distancia respecto a los bordes de corte. Dentro de este marco se ubicará el área de trabajo. La visualización de este marco puede ser activada por medio de la casilla **"With margins"** (Con márgenes).
- **"Plot margin"** (Márgenes de impresión) define el *área de trabajo* como distancia respecto a los márgenes de la hoja. En esta área se encontrará la evaluación de los resultados.

8.9 Menú ?

8.9.1 "Copyright" (Derechos reservados)

La información de derechos de autor, derechos reservados y la versión del programa puede ser consultada en esta ventana.

El botón "**System**" (Sistema) muestra información de la configuración de su computadora y de las carpetas usadas por **GGU-GABION**.

8.9.2 "Maxima" (Valores máximos)

Aquí puede ver los valores máximos por defecto en el programa

8.9.3 "Compare earth pressure coefficients" (Coeficientes de empuje de suelo)

Aquí podrá calcular los coeficientes de empuje de suelos para valores dados de phi, delta y beta.

8.9.4 "Help" (Ayuda)

Se ingresa a la ayuda online utilizando un explorador local (Ej. MS Internet Explorer). La función "**Help**" puede ser ejecutada directamente con el comando [**F1**].

8.9.5 "GGU on the web" (GGU en la web)

Este es un vínculo directo con la página web de GGU Software: www.ggu-software.com. Acá podrá revisar las últimas versiones de los programas y descargar aquellas que le interesen.

8.9.6 "GGU support" (Soporte técnico de GGU)

Este submenú es un acceso directo al área de soporte técnico [Support area](#) en la página web www.ggu-software.com.

8.9.7 "What's new?" (Novedades)

Usted podrá ver información sobre los últimos cambios al programa en comparación con versiones anteriores.

8.9.8 "Language preferences" (Cambio de idioma)

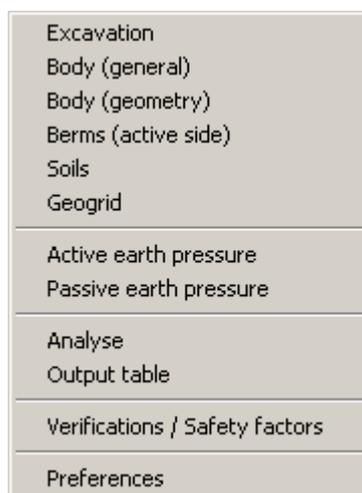
Con este comando es posible cambiar el idioma (de inglés a alemán o viceversa) de los gráficos y de todos los comandos.

En la versión internacional se encuentran por defecto todos los comandos y gráficos en inglés. Para trabajar en alemán desactive las casillas marcadas para la traducción de menús y/o gráficos. De esta manera puede trabajar de forma alternativa con dos idiomas, utilizando por ejemplo los menús en inglés y los gráficos en alemán.

9 Consejos útiles

Usted puede recorrer de una página a otra utilizando los controladores de cursor del teclado o las teclas [**Page up**] y [**Page down**].

Si hace clic derecho en cualquier lugar de la pantalla aparecerá un menú con las principales opciones del programa.



Haciendo doble clic sobre las leyendas o elementos de Mini-CAD, puede acceder directamente al editor correspondiente y editar las propiedades. Haga clic y mantenga presionada la tecla [**Ctrl**] para activar la función de zoom. El programa hará un zoom sobre el área seleccionada.

Si hace doble-clic con el botón izquierdo del mouse sobre los gráficos del sistema verá un cuadro de información con los resultados a la profundidad seleccionada. Esto le da un vistazo de los resultados a dicha profundidad.

Es posible acceder a distintas funciones del programa directamente mediante el teclado. A continuación se indican los comandos asignados:

- [**Esc**] Actualiza el contenido de la pantalla y asigna el tamaño de hoja al formato A3. Este comando es muy útil si usted, por ejemplo, realizó un zoom en un sector determinado y luego quiere volver rápidamente a la vista completa.
- [**F1**] Abre el archivo de ayuda.
- [**F2**] Actualiza la pantalla sin alterar la escala actual.
- [**F5**] Abre el submenú "**Sistem/Analyse**" (Sistema/Calcular).
- [**F6**] Abre el submenú "**Evaluation/Main output summary**" (Evaluación/Resultados principales).
- [**F7**] Abre el submenú "**Evaluation/Bearing capacity**" (Evaluación/Capacidad portante).
- [**F8**] Abre el submenú "**Evaluation/Settlements**" (Evaluación/Asentamientos).
- [**F9**] Abre el submenú "**Page size + margins/Auto-resize**" (Tamaño de página y márgenes/Cambio de escala automático).
- [**F11**] Abre el submenú "**Graphics preferences/Move objects**" (Preferencias/Mover objetos).

10 Index

A

| | |
|---|--------|
| Abrir un archivo | 47 |
| Alturas absolutas | 12, 46 |
| Ancho de núcleo, explicación..... | 20 |
| Ancho de transmisión de carga , definición..... | 14 |
| Ancho de transmisión de cargas, verificación del hormigón | 44 |
| Ancho del núcleo, representación..... | 82 |
| Ángulo de fricción interna | 23 |
| Ángulo de fricción suelo-muro, lado activo/pasivo | 23 |
| Anotaciones, gráficos de sistema/resultado | 82 |
| Archivo Metafile | 52 |
| Área de dibujo, cambio de escala | 91 |
| Área de trabajo | 92 |
| Asentamientos, estratos individuales | 89 |
| Asentamientos, preferencias | 66 |
| Ayuda, ? | 9 |

B

| | |
|--|----|
| Barra de estado | 86 |
| Barra de herramientas..... | 86 |
| Barra de herramientas de encabezados | 8 |
| Bermas, lado activo | 56 |
| Bermas, lado pasivo..... | 56 |
| Bermas, limitación de pendientes | 25 |
| Borrar estrato de suelo..... | 57 |
| Brecha de contacto | 20 |

C

| | |
|--|--------|
| CAD para encabezado | 85 |
| Cálculo de asentamientos, presentación de resultados | 84 |
| Cálculo de asentamientos, profundidad límite.. | 43 |
| Cálculo de asentamientos, sustracción de cargas de pre consolidación | 43 |
| Cálculo de tensiones, profundidad límite | 67 |
| Cambio de idioma..... | 93 |
| Capa de refuerzo, máxima fuerza | 35 |
| Capacidad portante, coeficiente..... | 40 |
| Capacidad portante, plano de falla..... | 42 |
| Capacidad portante, presentación de resultados del cálculo | 84 |
| Caquot/Kerisel..... | 24, 60 |
| Carga de momento, en el eje de la barra..... | 29 |
| Carga horizontal | 13 |
| Carga horizontal, en la masa de tierra | 37 |
| Carga vertical | 13 |
| Cargas distribuidas | 27 |
| Cargas distribuidas, definición | 64 |
| Cargas infinitas confinadas lateralmente | 26 |
| Cargas infinitas confinadas lateralmente, definición | 64 |
| Cargas lineales, definición..... | 64 |
| Cargas lineales, perpendiculares al eje del muro | 28 |
| Cargas puntuales, definición..... | 65 |

| | |
|---|----|
| Cargas vivas, consideraciones | 54 |
| Cargas vivas, sobrecargas en bermas..... | 26 |
| Cargas, formato gráfico | 81 |
| Cholesky..... | 29 |
| Clipboard..... | 52 |
| Coefficiente de fricción, definición | 14 |
| Coefficiente de fricción, para verificación de la seguridad al deslizamiento..... | 34 |
| Coefficientes de empuje de suelo, cálculo | 93 |
| Coefficientes de forma para fundaciones corridas..... | 41 |
| Coefficientes de profundidad..... | 41 |
| Coefficientes por inclinación de carga..... | 41 |
| Coefficientes por inclinación de la base..... | 41 |
| Coefficientes por inclinación del terreno | 41 |
| Coefficiente de fricción, para determinación de la tensión de adherencia..... | 36 |
| Cohesión, activa/passiva..... | 23 |
| Cohesion, coeficiente de empuje activo | 23 |
| Color y espesor de líneas | 85 |
| Colores, activar/desactivar..... | 87 |
| Colores, suelos..... | 88 |
| Colores/Achurado, cargas..... | 81 |
| Colores/Grafos, cuerpo del muro de gaviones .. | 82 |
| Concentración de tensiones, factores..... | 27 |
| Concreto, activar verificación..... | 17 |
| Concreto, resistencia a la compresión..... | 17 |
| Configurar impresora..... | 51 |
| Control de plausibilidad..... | 74 |
| Coordenadas, cambio de escala por editor..... | 91 |
| Coordenadas, cambio de escala por mouse..... | 91 |
| Coordenadas, cambio de escala proporcionado .. | 91 |
| Coordenadas, guardar/cargar | 91 |
| Copiar | 87 |
| Copiar área | 8 |
| Corona del muro, mantener horizontal, consideración | 45 |
| Cotas, definición..... | 83 |
| Cotas, tamaño de texto..... | 83 |
| Criterio de seguridad, elección | 46 |
| Cuerpo (general)..... | 13 |
| Cuerpo de falla, visualización..... | 68 |
| Cuerpo de gavión, geometría..... | 14 |
| Cuerpo de gravedad, preferencias de representación | 68 |
| Cuerpo de muro, definición | 22 |
| Cuerpo del muro de gaviones, colores/grafos... .. | 82 |
| Cuerpo del muro de gaviones, definición de la geometría | 55 |
| Cuña de empuje de suelos, en cálculo de empuje de suelos | 38 |
| cuña de empuje de suelos, preferencias de representación | 68 |

D

| | |
|--|----|
| Datos de proyecto | 86 |
| Datos generales, mostrar..... | 88 |
| Desplazamientos puntuales, definición..... | 66 |
| Desplazamientos, definición..... | 66 |
| Diagramas de resultado, opciones | 81 |

| | |
|--|--------|
| Diagramas, posición | 80 |
| DIN 1045 | 44 |
| DIN 1045-1 | 45 |
| DIN 4017 | 40 |
| DIN 4019 | 43 |
| DIN 4084 | 32 |
| DIN 4085, consideración de | 23, 24 |
| DIN 4085, empuje activo de suelos según | 59 |
| Discretización, definición | 74 |
| Distribución de cargas | 44 |
| Distribución de empujes por sobrecargas, figuras | 27 |
| Distribución del empuje de suelos, en muro exterior | 39 |

E

| | |
|---|----|
| EBGEO, Estabilidad interna, sistemas de tierra armada | 35 |
| EBGEO, reducción del empuje de suelos | 39 |
| Editor 1 | 13 |
| Eje centroidal, en el sistema estructural | 29 |
| Eje centroidal, representación | 82 |
| Elementos de dibujo, tamaño de fuente | 91 |
| Elementos finitos, sistema estructural | 29 |
| Empuje activo | 59 |
| Empuje activo de suelo incrementado | 59 |
| Empuje activo de suelo incrementado, coeficiente | 23 |
| Empuje activo de suelos | 23 |
| Empuje adicional por bermas | 25 |
| Empuje de suelo en reposo, coeficiente según Franke | 23 |
| Empuje de suelo en reposo, componentes vert./horiz | 23 |
| Empuje de suelo en reposo, valor constante | 61 |
| Empuje de suelos, cálculo por medio de la cuña de empuje de suelos | 38 |
| Empuje de suelos, coeficientes personalizados | 61 |
| Empuje de suelos, elección | 58 |
| Empuje de suelos, resultante por sobrecargas | 26 |
| Empuje pasivo de suelos | 24 |
| Empuje pasivo de suelos, cálculo de coeficientes | 24 |
| Empuje pasivo de suelos, terreno inclinado | 24 |
| Empuje pasivo, coeficientes equivalentes | 59 |
| Empuje pasivo, superpuesto o separado | 76 |
| Empuje pasivo, teoría para el cálculo | 60 |
| Encabezados | 48 |
| Esbeltez, elemento estructural | 44 |
| Espiral logarítmica, mostrar debajo del sistema de tierra armada | 68 |
| Espiral logarítmica, plano falla por capacidad portante | 42 |
| Estabilidad interna, Requerimiento FGSV | 16 |
| Estabilidad, sistemas con geomallas | 33 |
| Estabilidad, sistemas sin geomallas | 32 |
| Estado de servicio, sistemas con geomallas | 33 |
| Estado de servicio, sistemas sin geomallas | 33 |
| Estratos de suelo, máximo | 23 |
| Excavación | 13 |
| Excentricidad involuntaria | 44 |
| Excentricidad, determinación | 38 |
| Exportar | 51 |

| | |
|----------------------------------|----|
| Exportar, archivo tipo DXF | 52 |
|----------------------------------|----|

F

| | |
|--|----|
| Factor de concentración de tensiones, definir | 61 |
| Factores de seguridad, definición | 62 |
| Factores parciales de seguridad, definición personalizada | 46 |
| Factores parciales, definición | 63 |
| Falla circular, exportar | 51 |
| FGSV | 7 |
| Formato de hoja general | 92 |
| Formato de hoja, bordes de corte | 92 |
| Formato de hoja, márgenes de impresión | 92 |
| Formato de hoja, márgenes de página | 92 |
| Formato de presentación, cargas | 81 |
| Formato general de página | 86 |
| Formato meta-archivo mejorado | 8 |
| Franke | 23 |
| Fuerza de tracción, máxima | 35 |
| Fuerza horizontal, cálculo del entramado | 30 |
| Fuerza vertical, cálculo en el plano de la base | 38 |
| Fuerza vertical, cálculo del entramado | 30 |
| Fuerzas de soporte, sistema de tierra armada | 37 |
| Fuerzas de tracción, en las geomallas | 37 |
| Fuerzas en las geomallas, máximos | 73 |
| Funciones por teclado | 94 |

G

| | |
|--|----|
| Geomalla, eliminar | 70 |
| Geomalla, ingresar/editar valores individuales | 70 |
| Geomallas, agregar automáticamente | 71 |
| Geomallas, ingresar/editar todos los valores | 71 |
| Geomallas, ingresar/eliminar | 70 |
| GGUCAD | 52 |
| GGUMiniCAD | 53 |
| GGU-STABILITY | 51 |
| Gráficos de sistema/resultado, anotaciones | 82 |
| Gráficos, inserción | 85 |
| Guardar archivo | 47 |
| Guardar como | 47 |

H

| | |
|---------------------------------------|----|
| Hormigón, principios de cálculo | 44 |
|---------------------------------------|----|

I

| | |
|---|--------|
| Identificación del proyecto | 88 |
| Impresión conjunta | 53 |
| Impresora | 51 |
| Imprimir | 52 |
| Imprimir tabla de resultados | 47, 52 |
| Inclinación de la base, consideración durante el cálculo | 30 |
| Inclinación de la base, definición | 14 |
| Inclinación, cara posterior del muro | 37 |
| Inclinación, cuña de empuje activo | 37 |
| Información de la compañía | 90 |
| Instalación | 9 |
| Ir a página | 86 |

L

| | |
|---|--------|
| Lambda, factor de reducción/coeficiente de fricción | 70 |
| Largo de fundación | 14 |
| Leyenda general | 88 |
| Leyenda general, tamaño de fuente | 88 |
| Leyenda, asentamientos | 89 |
| Leyenda, color/numero de suelo | 87 |
| Leyenda, dimensionamiento | 88 |
| Leyenda, editar | 87, 88 |
| Leyenda, geomallas | 89 |
| Leyenda, permeabilidades | 87 |
| Leyenda, propiedades de suelo | 87 |
| Leyenda, sistema de tierra armada | 89 |
| Línea de Presiones, explicación | 20 |
| Línea de presiones, representación | 82 |
| Línea elástica | 30 |
| Logo, inserción | 86 |
| Longitud de quiebre | 44 |

M

| | |
|---|-----------|
| Márgenes | 48 |
| Mecanismo de falla de cuña de dos partes, verificación de estabilidad interna | 35 |
| Mecanismo de falla, cuña de dos partes, generación de superficie de deslizamiento ... | 72 |
| Meta-archivo | 8 |
| Método de los desplazamientos | 29 |
| Mini-CAD | 8, 53, 85 |
| Módulo de balasto, pivote del pie del muro | 75 |
| Módulo de Young, material del gavión | 16 |
| Módulo edométrico, cálculo de asentamientos | 43 |
| Momento, cálculo en el plano de la base | 38 |
| Muro de contención, elección del tipo | 46 |

N

| | |
|---|----|
| Napa freática, color | 85 |
| Nivel freático, ingreso | 54 |
| Norma Danesa | 41 |
| n-region, activate representation | 82 |
| Numeración de página | 49 |

O

| | |
|-------------------------------------|----|
| Opciones de idioma | 93 |
| Opciones gráficas, cargar | 90 |
| Opciones gráficas, guardar | 90 |
| Opciones principales, mostrar | 94 |

P

| | |
|--|----|
| Páginas, numeración automática | 50 |
| Peso específico del suelo | 23 |
| Peso específico sumergido, material del gavión | 16 |
| Peso específico, suelo boyante o sumergido | 23 |
| Pie de página | 48 |
| Pie del muro, condiciones de apoyo | 30 |
| Pivote del pie del muro, definición | 75 |
| Plausibilidad, control del cálculo | 75 |
| Portapapeles | 52 |

| | |
|---|----|
| Posición de página | 50 |
| Preconsolidación, cálculo de asentamientos | 67 |
| Preferencias de Idioma | 9 |
| Presiones laterales, ingreso | 65 |
| Profundidad de excavación, fundación | 40 |
| Profundidad de la excavación, ingreso | 54 |
| Profundidad límite, métodos de definición | 43 |
| Programa, información | 93 |
| Programa, novedades | 93 |
| Propiedades de suelo, diferenciar activo/pasivo | 46 |
| Propiedades de suelo, ingreso | 57 |
| Propiedades determinantes del suelo | 42 |
| Punto característico representación | 84 |
| Punto neutro, cálculo | 76 |
| Punto neutro, determinación para cuadrilátero .. | 78 |

R

| | |
|---|--------|
| Redistribución de empujes de suelo, figuras posibles | 31 |
| Redistribución de empujes de suelo, visualización | 84 |
| Redistribución de empujes personalizada | 79 |
| Redistribución de empujes, figuras | 77 |
| Reducción del empuje de suelos, consideración de muros inclinados | 38 |
| Reducción del empuje de tierras, determinación de posibles factores | 39 |
| Referencias de grafos, cuerpo del muro de gaviones | 82 |
| Región <i>n</i> , explicación | 20 |
| Resistencia a corto plazo | 35 |
| Resistencia de diseño de la geomalla, definición | 69 |
| Resistencia de diseño, de acuerdo a EBGeo | 35 |
| Resistencia nominal, material | 44 |
| Resultados a una profundidad determinada | 94 |
| Resultados como gráfico | 48 |
| Resultados, formato ASCII | 50 |
| Resultados, visualización | 83 |
| Rigidez, muro | 29, 32 |
| Rotación, definición | 66 |

S

| | |
|--|----|
| Saltar de página | 86 |
| Sección vertical para la determinación del empuje del suelo | 37 |
| Seguridad al deslizamiento, consideración de la inclinación de la base | 30 |
| Seguridad al deslizamiento, en el plano de la base | 34 |
| Seguridad al deslizamiento, en planos de contacto | 34 |
| Seguridad al deslizamiento, presentación de resultados del cálculo | 84 |
| Seguridad al volteo, cálculo | 38 |
| Seguridad para la capacidad portante, cálculo .. | 40 |
| Sheet Piling Manual, consideración de cargas lineales | 28 |
| Sheet Piling Manual, efecto de bermas en el empuje de suelos | 25 |
| Sistema de Protección contra Copias | 9 |

| | |
|--|--------|
| Sistema equivalente para el cálculo de pesos ... | 37 |
| Sistema estructural..... | 29 |
| Sistema, calcular..... | 75 |
| Sistema, discretización | 74 |
| Sistema, información..... | 93 |
| Sistema, valores máximos | 93 |
| Sistema, visualización | 83, 86 |
| Streck..... | 24, 60 |

T

| | |
|--|----|
| Tamaño de letra, leyenda de geomallas..... | 89 |
| Tamaño de texto, gráficos de sistema/resultado | 82 |
| Tensión de adherencia, de acuerdo a EBGE0 .. | 36 |
| Tensión de adherencia, dentro del cuerpo deslizante..... | 36 |
| Tensión de sobrecarga del suelo natural | 67 |
| Tensión de vínculo, selección del método de cálculo | 70 |
| Tensiones de vínculo, altura de visualización .. | 68 |
| Teoría de 2 ^{do} orden, cálculo mediante | 76 |

| | |
|-------------------------------|----|
| Teoría de la elasticidad..... | 27 |
|-------------------------------|----|

V

| | |
|--|----|
| Verificacioes, activar (DIN 1054 nueva)..... | 63 |
| Verificación de la capacidad portante, consideración de la inclinación de la base.... | 30 |
| Verificaciones según DIN 1054 antigua, selección..... | 62 |
| Verificaciones, activar (sistema de tierra armada) | 69 |

W

| | |
|------------------------------------|-------|
| Weißbach, cálculo de E_p | 24 |
| What you see is what you get | 8, 10 |
| Wibu-Box | 9 |

Z

| | |
|------------|--------|
| Zoom | 85, 86 |
|------------|--------|