

MANUAL DE USUARIO

Propiedades Elementales del Suelo

Versión 1

Datos de entrada:

Pesos (N)	Volúmenes (cm3)
Wt (N) 1.00	Vt (cm3) 1.00
Wa (N) 1.00	Vv (cm3) 1.00
Ww (N) 1.00	Vw (cm3) 1.00
Ws (N) 1.00	Vs (cm3) 1.00

Propiedades elementales:

Peso específico seco, γ_d (kN/m³) 0.00 Índice de huecos, e 0.00

Peso específico húmedo, γ_h (kN/m³) 0.00 Porosidad, n 0.00

Peso específico saturado, γ_{sat} (kN/m³) 0.00 Grado de saturación, Sr (%) 0.0

Peso específico sumergido, γ' (kN/m³) 0.00 Contenido de humedad, w (%) 0.0

Peso específico de las partículas sólidas, γ_s (kN/m³) 0.00

Peso específico relativo de los sólidos, Gs 0.00

Nota: Aplicación desarrollada con fines académicos (sin fines comerciales). Por favor, cualquier error detectado o sugerencia haría llegar por correo electrónico.

Entradas: 1) e, 2) e, Gs, 3) e, Gs, Sr

Salidas: 1) n, 2) n, γ_d , γ_s , γ_{sat} , γ' , 3) n, γ_d , γ_s , γ_{sat} , γ' , w

Prof. José Gregorio Gutiérrez Chacón
E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos.
Dpto. de Ingeniería y Morfología del Terreno
Laboratorio de Geotecnia
✉ jg.gutierrez@upm.es ☎ +34 910 67 42 71
web: <https://blogs.upm.es/gutierrez-ch/>

Abril, 2025

Desarrollado por: Gutiérrez-Ch, José G.

Profesor Permanente Laboral

E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos

<https://blogs.upm.es/gutierrez-ch/apps/>



© 2025 Gutiérrez-Ch, J.G. Manual de Usuario – Propiedades Elementales del Suelo. Este contenido está bajo una Licencia CC BY-NC-SA 4.0



ÍNDICE

1	Introducción	4
1.1	<i>¿Qué es la App de Propiedades Elementales del Suelo?</i>	4
1.2	<i>¿A quién está dirigida la App?</i>	4
1.3	<i>Instalación</i>	4
1.4	<i>Acceso la App</i>	8
2	Fundamento teórico	9
2.1	<i>Ecuaciones de cálculo</i>	9
3	Navegación general en la App	11
4	Ejemplos de cálculo	14
5	Soporte técnico y contacto	17





ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema trifásico: modelo idealizado de las fases constituyentes de un elemento de suelo y su nomenclatura. Unidades volumen en cm³ y pesos en Newton.....	9
Figura 2. Modo 1 de la interfaz de cálculo.....	11
Figura 3. Modo 2 de la interfaz de cálculo.....	12
Figura 4. Ejemplo de aplicación del Modo 1 de cálculo de la App.....	14
Figura 5. Resultados del ejemplo de aplicación del Modo 1 de cálculo de la App.....	15
Figura 6. Ejemplo de aplicación del Modo 2 de cálculo de la App.....	16
Figura 7. Resultados del ejemplo de aplicación del Modo 2 de cálculo de la App.....	17



1 Introducción

1.1 ¿Qué es la App de Propiedades Elementales del Suelo?

Es una aplicación desarrollada con el objetivo de proporcionar una herramienta de apoyo a estudiantes de la asignatura de Mecánica de Suelos y Rocas de la E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos – UPM. De esta forma pueden obtener de forma rápida las propiedades elementales del suelo y contrastar los resultados con los ejercicios propuestos en la asignatura.

1.2 ¿A quién está dirigida la App?

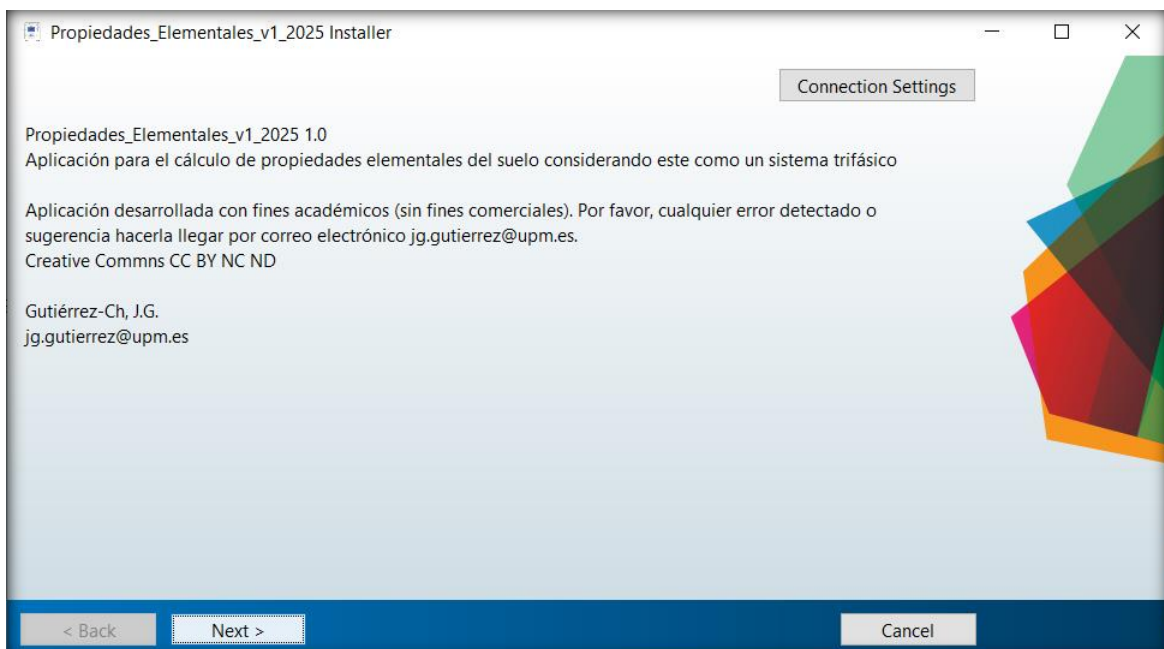
La aplicación está dirigida a:

- Estudiantes de la asignatura de Mecánica de Suelos y Rocas de la E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos – UPM.
- Estudiantes de asignaturas relacionadas con la mecánica de suelos e ingeniería geotécnica.
- Profesionales de la mecánica de suelos e ingeniería geotécnica.

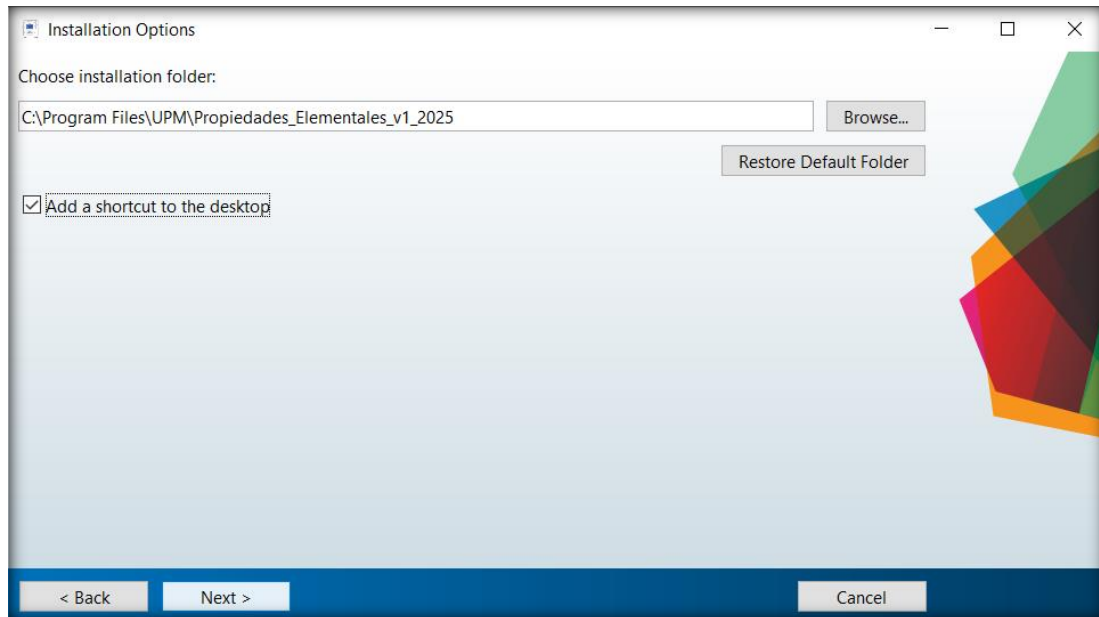
1.3 Instalación

a) Ejecutar el archivo “MyAppInstaller_web.exe”.

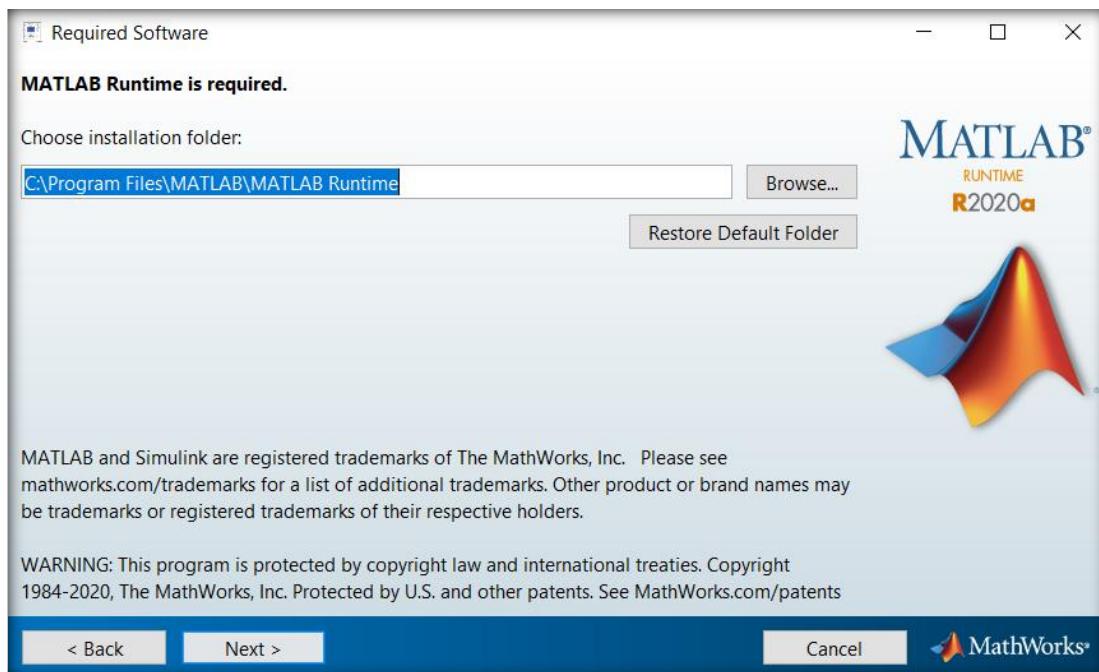
b) En la siguiente ventana hacer *click* en “Next”:



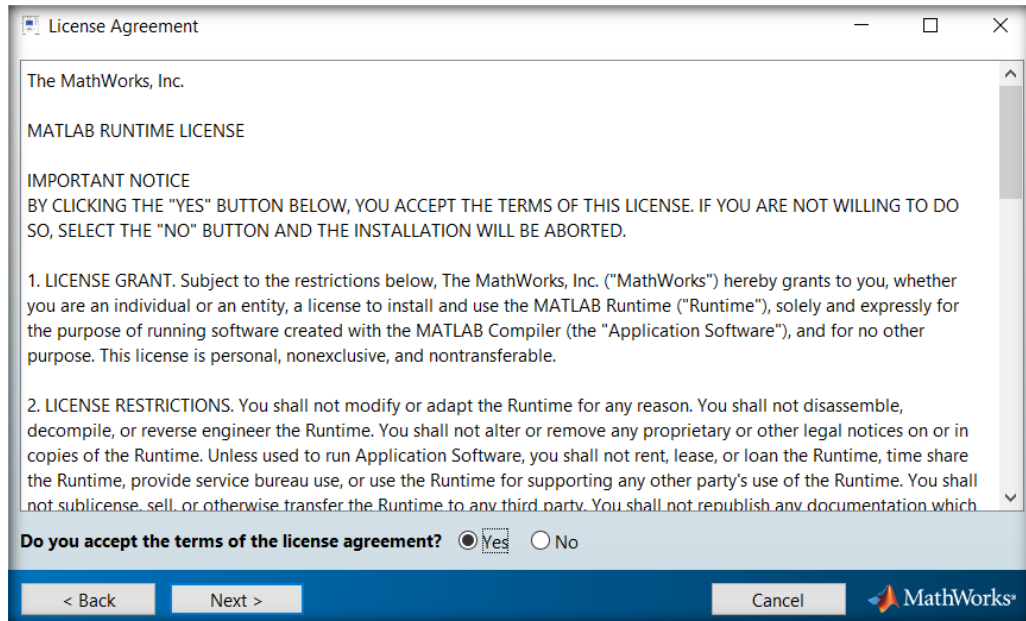
c) Seleccionar la carpeta de instalación y hacer *click* en “Next”



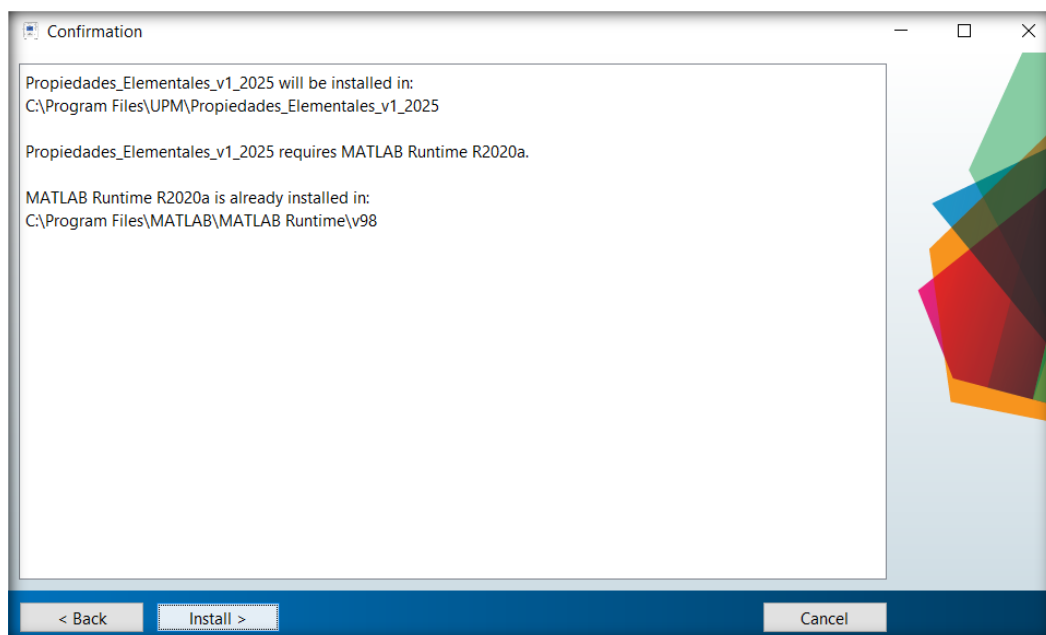
d) En la siguiente ventana hacer *click* en “Next”:



e) En la siguiente ventana hacer *click* en “Yes” y luego “Next”:

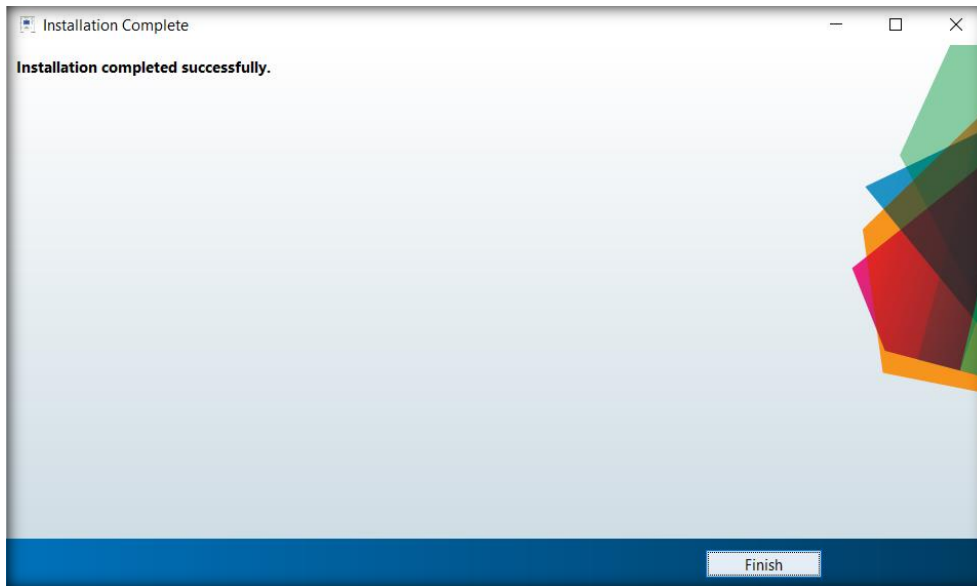


f) En la siguiente ventana hacer *click* en “Install”:



POLITÉCNICA

g) Tras la ejecución de los pasos anteriores habrás completado el proceso de instalación, cuya imagen se muestra a continuación:



POLITÉCNICA

1.4 Acceso la App

a) Dirígete a la carpeta de instalación ubicada en:

C:\Program Files\UPM\Propiedades_Elementales_v25_1\application

b) Ejecuta el archivo “Propiedades_Elementales_v25_1.exe”. Después de unos segundos, se mostrará la ventana principal de la aplicación para su uso:

Datos de entrada:

Pesos (N)	Volúmenes (cm ³)
Wt (N) 1.00	Vt (cm ³) 1.00
Wa (N) 1.00	Vv (cm ³) 1.00
Ww (N) 1.00	Vw (cm ³) 1.00
Ws (N) 1.00	Vs (cm ³) 1.00

Propiedades elementales:

Peso específico seco, γ_d (kN/m³) 0.00 Índice de huecos, e 0.00

Peso específico húmedo, γ_h (kN/m³) 0.00 Porosidad, n 0.00

Peso específico saturado, γ_{sat} (kN/m³) 0.00 Grado de saturación, Sr (%) 0.0

Peso específico sumergido, γ' (kN/m³) 0.00 Contenido de humedad, w (%) 0.0

Peso específico de las partículas sólidas, γ_s (kN/m³) 0.00

Peso específico relativo de los sólidos, Gs 0.00

Nota: Aplicación desarrollada con fines académicos (sin fines comerciales). Por favor, cualquier error detectado o sugerencia hacerla llegar por correo electrónico.

Entradas: 1) e, 2) e, Gs, 3) e, Gs, Sr

Salidas: 1) n, 2) n, γ_d , γ_s , γ_{sat} , γ' , 3) n, γ_d , γ_s , γ_{sat} , γ' , γ_h , w

c) Sugerencia: Crear un acceso directo al archivo “Propiedades_Elementales_v25_1.exe” para facilitar el acceso rápido a la aplicación.

2 Fundamento teórico

La aplicación permite la estimación de las propiedades elementales del suelo considerando este como un sistema trifásico (ver la Figura 1). Las fases que conforman dicho sistema son: fase sólida (compuesta por los granos o partículas), fase líquida (constituida por el agua u otro líquido presente en los huecos o poros), y fase gaseosa (el aire u otro gas en los poros). A partir de dicho sistema, pueden describirse diversas propiedades elementales que permiten caracterizar a una muestra de suelo dada.

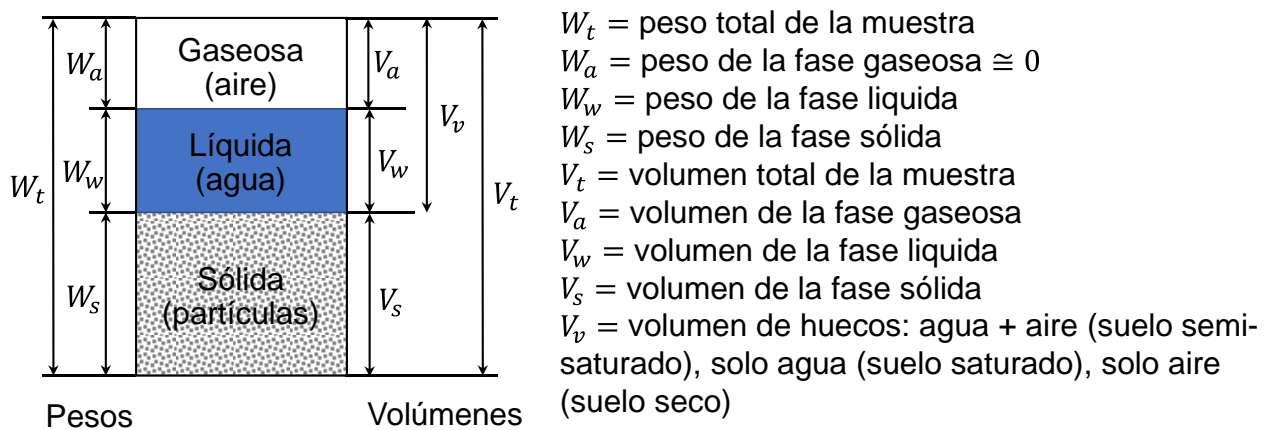


Figura 1. Sistema trifásico: modelo idealizado de las fases constituyentes de un elemento de suelo y su nomenclatura. Unidades volumen en cm^3 y pesos en Newton.

2.1 Ecuaciones de cálculo

- Porosidad, n :

$$n = \frac{V_v}{V_t}$$

- Índice de huecos (o volumen de vacíos, o índice de poros) e :

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

- Grado de saturación, S_r (%):

$$S_r = \frac{V_w}{V_v} \times 100$$

- Peso específico del suelo seco, γ_d (kN/m^3):

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V_t}$$

- Peso específico del suelo húmedo, γ_h (kN/m^3):

$$\gamma_h = \frac{W_s + W_w + W_a}{V_t}$$

- Peso específico del suelo saturado, $\gamma_{sat} (kN/m^3)$:

$$\gamma_h = \frac{W_s + W_w}{V_t}$$

- Peso específico del suelo sumergido, $\gamma' (kN/m^3)$:

$$\gamma_h = \frac{W_s - \gamma_w \cdot V_s}{V_t}$$

- Peso específico de las partículas sólidas, $\gamma_s (kN/m^3)$:

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s}$$

- Peso específico relativo de las partículas sólidas, G_s :

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$$

- Contenido de humedad, w (%):

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

- Propiedades obtenidas a partir de e y G_s :

$$n = \frac{e}{1 + e}$$

$$\gamma_d = \frac{\gamma_s}{1 + e}$$

$$\gamma_s = \gamma_w \cdot G_s$$

$$\gamma_{sat} = \gamma_d + n \cdot \gamma_w$$

$$\gamma_{sum} = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

- Propiedades obtenidas a partir de e , G_s y S_r :

Idem. a la anterior

$$\gamma_h = \frac{\gamma_s + S_r \cdot e \cdot \gamma_w}{(1 + e)}$$

$$w = S_r \frac{e \cdot \gamma_w}{\gamma_s}$$

Nota: En todos los cálculos se emplea $\gamma_w = 10 kN/m^3$

3 Navegación general en la aplicación

La aplicación de Propiedades Elementales del Suelo cuenta con una interfaz gráfica sencilla y ofrece dos formas de cálculo:

- a) Modo 1: Permite calcular las propiedades elementales a partir de los datos de entradas correspondientes a pesos y volúmenes de la muestra de suelo del sistema trifásico. Para emplear este modo, el interruptor debe estar en la posición “**On**”, como se muestra en la Figura 2. Nótese que, en este modo de cálculo, no es posible introducir variables distintas a los pesos y volúmenes de la muestra.

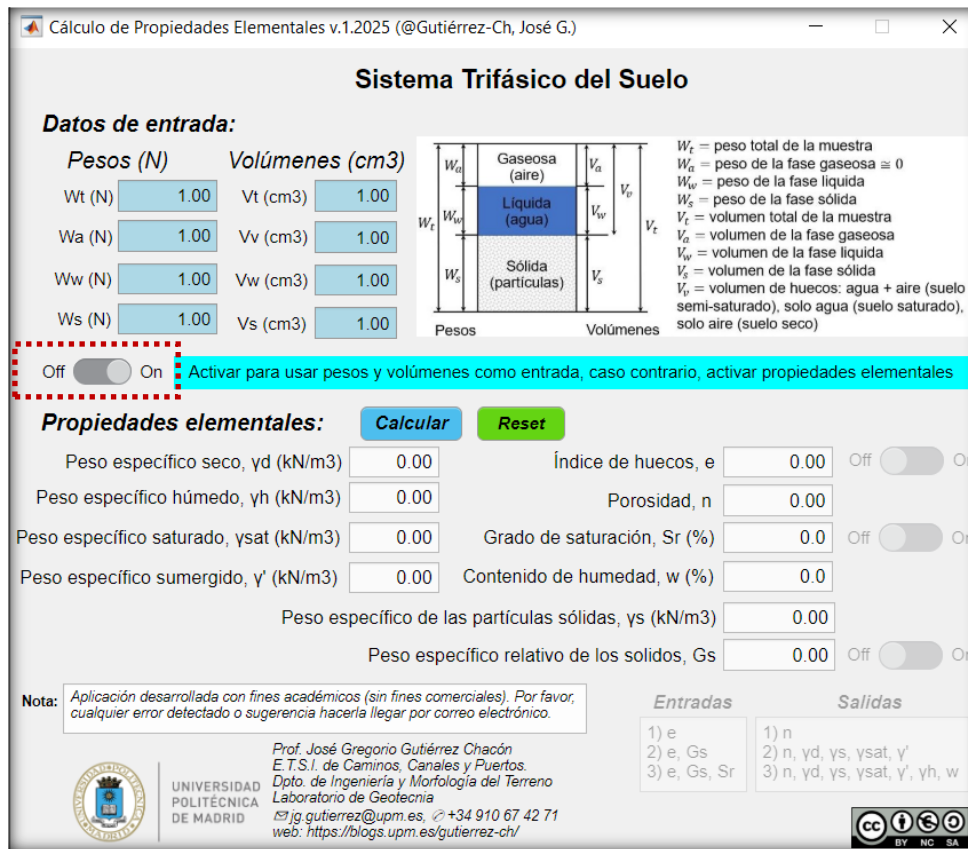


Figura 2. Modo 1 de la interfaz de cálculo.

- b) Modo 2: Permite calcular las propiedades elementales a partir de otras propiedades previamente conocidas de la muestra (como el índice de huecos, e , el peso específico relativo de los sólidos, G_s , y el grado de saturación, S_r). Para usar ese modo, el interruptor de la Figura 3 debe colocarse en la posición “**Off**”, y se debe activar (“**On**”) cada interruptor individual correspondiente a las propiedades que se introducirán como datos de entrada. Nótese que, en este modo de cálculo, se desactiva la posibilidad de dar como datos de entrada los pesos y volúmenes de la muestra de suelo.

Figura 3. Modo 2 de la interfaz de cálculo.

Adicionalmente, tal como se ilustra en la Figura 3, las propiedades a obtener en el **Modo 2** de cálculo dependen de los datos de entrada proporcionados. En particular:

- Si se ingresa únicamente el índice de huecos (e), se obtiene como resultado la porosidad (n).
- Si se ingresan el índice de huecos (e) y el peso específico relativo de las partículas sólidas (G_s), se obtienen: la porosidad (n), el peso específico de las partículas sólidas (γ_s), los pesos específicos seco (γ_d), saturado (γ_{sat}) y sumergido (γ').
- Finalmente, al proporcionar el índice de huecos (e) y el peso específico relativo de las partículas sólidas (G_s), y el grado de saturación (S_r), se obtienen: la porosidad (n), el peso específico de las partículas sólidas (γ_s), los pesos específicos seco (γ_d), saturado (γ_{sat}) y sumergido (γ'), húmedo (γ_h), además del contenido de humedad (w) de la muestra.



POLITÉCNICA

Finalmente, una vez ingresado los datos de entrada según el modo de cálculo seleccionado (**Modo 1** o **Modo 2**), se debe presionar el botón **“Calcular”** (recuadro de fondo azul en la Figura 2 o Figura 3) para obtener las propiedades elementales de la muestra de suelo.

Para iniciar un nuevo cálculo, se debe presionar el botón **“Reset”** (recuadro de fondo verde de la Figura 2 o Figura 3).



4 Ejemplos de cálculo

Ejemplo 1 (Modo 1 de cálculo de la Interfaz):

En una muestra de suelo parcialmente saturado se conocen: Volumen total (V_t) = 50 cm^3 , Peso total (W_t) = 0.95 N , Peso de la fase sólida (W_s) = 0.75 N , Peso específico relativo de sus partículas (G_s) = 2.68 . Calcular:

- Contenido de humedad, índice de huecos, porosidad y grado de saturación.
- Pesos específicos del suelo seco, húmedo, saturado y sumergido.

Solución:

En este caso, se emplea el **Modo 1** de cálculo de la aplicación. Para ello, es necesario activar el interruptor de cálculo ("**On**") y proporcionar los datos de entrada correspondientes a los pesos y volúmenes de la muestra. Nótese que, todos los campos relacionados con pesos y volúmenes iluminan en color azul claro, lo que indica que han sido seleccionados como datos de entrada (ver la Figura 4). Además, el cálculo de los datos de entrada faltantes no se realiza automáticamente, ya que estos deben ser calculados por el estudiante utilizando las ecuaciones presentadas en clase. Sin embargo, en la Figura 4 se muestran dichos valores con fines de verificación y comprobación.

Figura 4. Ejemplo de aplicación del Modo 1 de cálculo de la App.

Posteriormente, al presionar el botón “Calcular”, se obtienen las propiedades elementales de la muestra de suelo requeridas en el ejercicio, ver la Figura 5.

Cálculo de Propiedades Elementales v.1.2025 (@Gutiérrez-Ch, José G.)

Sistema Trifásico del Suelo

Datos de entrada:

Pesos (N)	Volúmenes (cm ³)
Wt (N) 0.95	Vt (cm ³) 50.00
Wa (N) 0.00	Vv (cm ³) 22.00
Ww (N) 0.20	Vw (cm ³) 20.00
Ws (N) 0.75	Vs (cm ³) 28.00

W_t = peso total de la muestra
 W_g = peso de la fase gaseosa $\cong 0$
 W_w = peso de la fase líquida
 W_s = peso de la fase sólida
 V_t = volumen total de la muestra
 V_g = volumen de la fase gaseosa
 V_w = volumen de la fase líquida
 V_s = volumen de la fase sólida
 V_v = volumen de huecos: agua + aire (suelo semi-saturado), solo agua (suelo saturado), solo aire (suelo seco)

Off On Activar para usar pesos y volúmenes como entrada, caso contrario, activar propiedades elementales

Propiedades elementales:

Peso específico seco, γ_d (kN/m ³)	15.00	Índice de huecos, e	0.79	<input type="checkbox"/> Off <input checked="" type="checkbox"/> On
Peso específico húmedo, γ_h (kN/m ³)	19.00	Porosidad, n	0.44	
Peso específico saturado, γ_{sat} (kN/m ³)	19.40	Grado de saturación, S_r (%)	90.9	<input type="checkbox"/> Off <input checked="" type="checkbox"/> On
Peso específico sumergido, γ' (kN/m ³)	9.40	Contenido de humedad, w (%)	26.7	
Peso específico de las partículas sólidas, γ_s (kN/m ³)	26.79			
Peso específico relativo de los sólidos, G_s	2.68			<input type="checkbox"/> Off <input checked="" type="checkbox"/> On

Nota: Aplicación desarrollada con fines académicos (sin fines comerciales). Por favor, cualquier error detectado o sugerencia hacerla llegar por correo electrónico.

Entradas: 1) e, 2) e, G_s , 3) e, G_s , S_r
 Salidas: 1) n, 2) n, γ_d , γ_s , γ_{sat} , γ' , 3) n, γ_d , γ_s , γ_{sat} , γ' , γ_h , w

Prof. José Gregorio Gutiérrez Chacón
 E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos.
 Dpto. de Ingeniería y Morfología del Terreno
 Laboratorio de Geotecnia
 ✉ jg.gutierrez@upm.es, ☎ +34 910 67 42 71
 web: <https://blogs.upm.es/gutierrez-ch/>

Figura 5. Resultados del ejemplo de aplicación del Modo 1 de cálculo de la App.

POLITÉCNICA

Ejemplo 2 (Modo 2 de cálculo de la Interfaz):

Una muestra de suelo tiene un índice de huecos de $e = 0.33$ y el peso específico relativo de sus partículas es de $G_s = 2.6$. Calcular:

- El peso específico del suelo seco.
- El peso específico del suelo húmedo si su grado de saturación es de $S_r = 65\%$.
- El peso específico del suelo saturado.
- El peso específico del suelo sumergido.

Solución:

En este caso, se emplea el **Modo 2** de cálculo de la aplicación, cuyo interruptor debe estar en la posición "Off". Además, se debe activar ("On") cada interruptor individual correspondiente a los parámetros de entrada, en este ejemplo: al índice de huecos, e , el peso específico relativo de sus partículas es de G_s y el grado de saturación, S_r . Nótese que, al colocar ambos interruptores en la posición "On", sus recuadros se iluminan con color azul claro, indicando que han sido seleccionados como datos de entrada (ver la Figura 6).

Figura 6. Ejemplo de aplicación del Modo 2 de cálculo de la App.

Posteriormente, al presionar el botón “Calcular”, se obtienen las propiedades elementales de la muestra de suelo requeridas en el ejercicio, ver la Figura 7.

Cálculo de Propiedades Elementales v.1.2025 (@Gutiérrez-Ch, José G.)

Sistema Trifásico del Suelo

Datos de entrada:

Pesos (N)	Volúmenes (cm ³)
Wt (N) <input type="text" value="1.00"/>	Vt (cm ³) <input type="text" value="1.00"/>
Wa (N) <input type="text" value="1.00"/>	Vv (cm ³) <input type="text" value="1.00"/>
Ww (N) <input type="text" value="1.00"/>	Vw (cm ³) <input type="text" value="1.00"/>
Ws (N) <input type="text" value="1.00"/>	Vs (cm ³) <input type="text" value="1.00"/>

W_t = peso total de la muestra
 W_a = peso de la fase gaseosa $\cong 0$
 W_w = peso de la fase líquida
 W_s = peso de la fase sólida
 V_t = volumen total de la muestra
 V_a = volumen de la fase gaseosa
 V_w = volumen de la fase líquida
 V_s = volumen de la fase sólida
 V_v = volumen de huecos: agua + aire (suelo semi-saturado), solo agua (suelo saturado), solo aire (suelo seco)

Off On **Activar para usar pesos y volúmenes como entrada, caso contrario, activar propiedades elementales**

Propiedades elementales:

Peso específico seco, γ_d (kN/m ³) <input type="text" value="19.55"/>	Índice de huecos, e <input type="text" value="0.33"/>	Off <input type="checkbox"/>
Peso específico húmedo, γ_h (kN/m ³) <input type="text" value="21.16"/>	Porosidad, n <input type="text" value="0.25"/>	
Peso específico saturado, γ_{sat} (kN/m ³) <input type="text" value="22.03"/>	Grado de saturación, S_r (%) <input type="text" value="65.0"/>	Off <input type="checkbox"/>
Peso específico sumergido, γ' (kN/m ³) <input type="text" value="12.03"/>	Contenido de humedad, w (%) <input type="text" value="8.3"/>	
Peso específico de las partículas sólidas, γ_s (kN/m ³) <input type="text" value="26.00"/>		
Peso específico relativo de los sólidos, G_s <input type="text" value="2.60"/>		Off <input type="checkbox"/>

Nota: Aplicación desarrollada con fines académicos (sin fines comerciales). Por favor, cualquier error detectado o sugerencia hacerla llegar por correo electrónico.

Entradas:
 1) e
 2) e, G_s
 3) e, G_s, S_r

Salidas:
 1) n
 2) $n, \gamma_d, \gamma_s, \gamma_{sat}, \gamma'$
 3) $n, \gamma_d, \gamma_s, \gamma_{sat}, \gamma', \gamma_h, w$

Prof. José Gregorio Gutiérrez Chacón
 E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos.
 Dpto. de Ingeniería y Morfología del Terreno
 Laboratorio de Geotecnia
 jg.gutierrez@upm.es, +34 910 67 42 71
 web: https://blogs.upm.es/gutierrez-ch/

Figura 7. Resultados del ejemplo de aplicación del Modo 2 de cálculo de la App.

5 Soporte técnico y contacto

Cualquier error detectado, incidencia o sugerencia hacerla llegar al siguiente correo electrónico: jg.gutierrez@upm.es