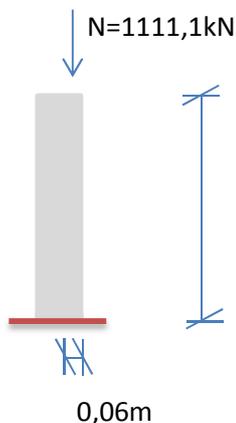


## PROGRAMA PARA LA RESOLUCIÓN DE PILARES POR EL MÉTODO RECTANGULAR SIMPLICADO SOMETIDAS A COMPRESIÓN COMPUESTA SEGÚN LA NORMA EHE-08:

El siguiente ejemplo ilustra el procedimiento a seguir para la resolución de pilares sometidos a flexión compuesta con la calculadora ClassPad 400

Para ello supondremos un pilar cuyo peso propio sea despreciable y la carga de cerramiento sin mayorar, que actúa sobre él borde del voladizo sea:



Lo primero será mayorar la carga de cerramiento, para ello usaremos el coeficiente de mayoración 1,35 por ser una carga permanente, a continuación calcularemos el momento que genera dicha carga sobre la base del pilar.

- $1111,1\text{kN} \cdot 1,35 = 1500\text{kN}$
- $1500\text{kN} \cdot 0,06\text{m} = 90\text{mKN}$

El pilar tiene una sección rectangular de base  $B=0,4\text{m}$  y altura  $H=0,30\text{m}$  los recubrimientos mecánicos de las armaduras  $As1$  y  $As2$  son iguales con valor de  $50\text{mm}$ . Ya que se trata de un ejercicio teórico se ejemplifica con materiales no normalizados y de las siguientes características:

- Acero B-500-S  $\gamma_s=1,15$   $E_s=200000\text{N/mm}^2$
- Hormigón HA-26  $\gamma_c=1,5$   $\epsilon_{cu}=3,4\text{‰}$

Una vez calculado los pasos previos deberemos buscar el programa, para ello nos desplazaremos por el escritorio de la calculadora hasta el icono  una vez se despliegue la opción buscaremos el programa en el desplegable, en nuestro caso "EHE\_Ccom" y pulsaremos la opción  para ejecutarlo. En la siguiente página encontramos las ilustraciones para llegar a ello.

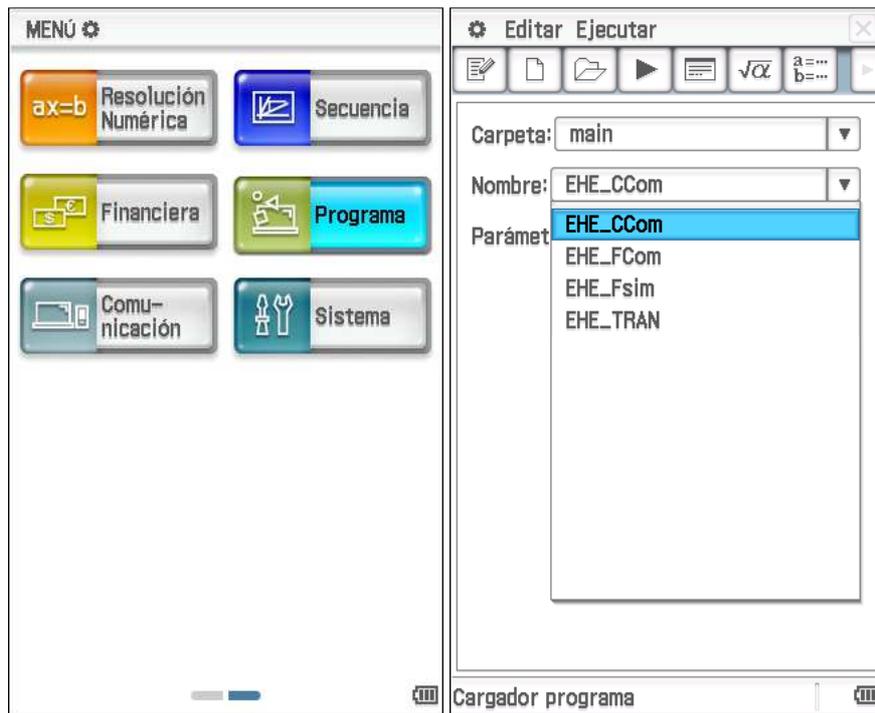


Figura 1: Búsqueda del programa y ejecución

Una vez ejecutado el programa nos aparecerán ventanas emergentes para pedirnos la introducción de datos específicos de nuestra viga: Base, Altura, Recubrimiento mecánico del armado a tracción "d'", recubrimiento mecánico del armado a compresión "d''", el momento flector solicitante y el normal de nuestra sección:

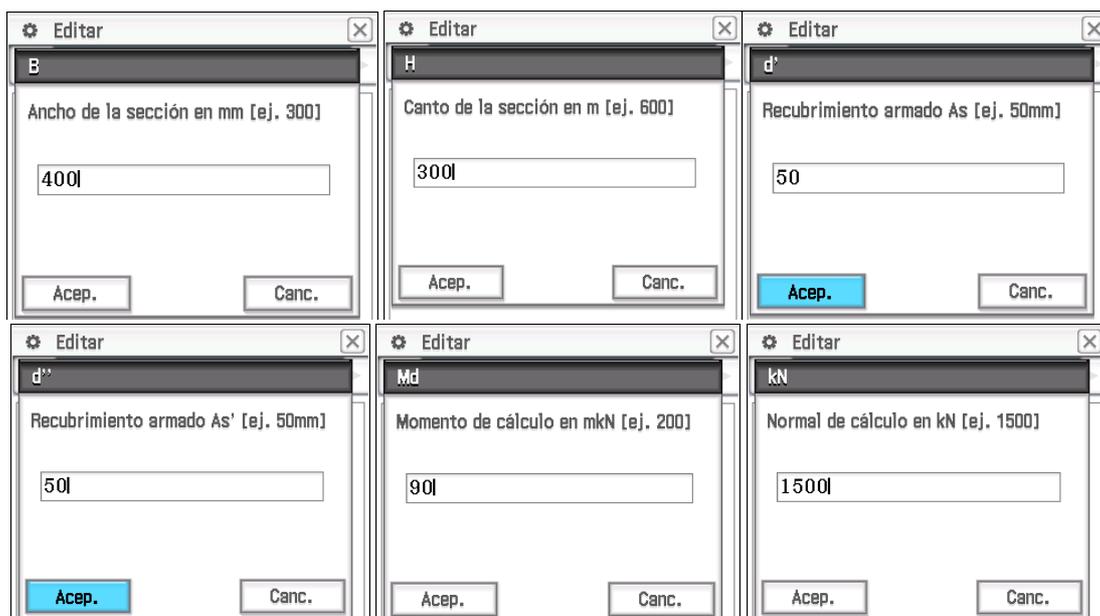


Figura 2: Introducción de datos específicos de la viga.

Aparece un mensaje en el que se nos pregunta si deseamos cambiar las características de nuestros materiales, por defecto el programa utiliza los siguientes materiales normalizados:

- Acero B-500-S  $\gamma_s=1,15$   $E_s=200000\text{N/mm}^2$
- Hormigón HA-25  $\gamma_c=1,5$   $\epsilon_{cu}=3,5\%$

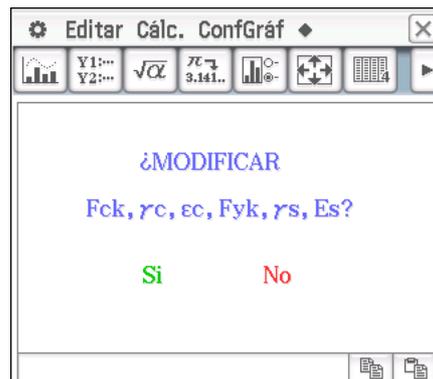


Figura 3: Datos específicos de los materiales.

En nuestro caso los materiales que vamos a emplear difieren de los empleados por defecto, por lo que pulsaremos Sí, nos aparece el siguiente menú. En él nos iremos desplazando por la columna "list2" cambiando los datos necesarios, una vez acabado pulsaremos la tecla verde  abajo a la derecha de la pantalla:

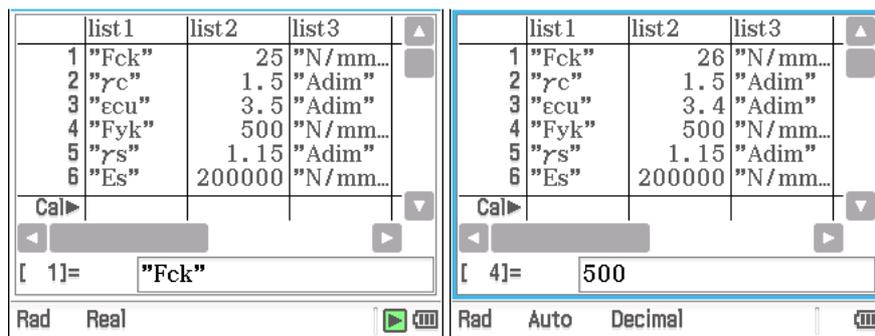


Figura 3: Cambio de los datos específicos de los materiales.

Una vez completado estos pasos, el programa calculará las características de la viga y el armado mostrando en pantalla los siguientes mensajes:

Características:			Armados:		
FCK	17.333	$\frac{N}{mm^2}$	As2	443.843	mm <sup>2</sup>
FYD	434.783	$\frac{N}{mm^2}$	ASmin	187.500	mm <sup>2</sup>
d	250	mm	Asmec	480	mm <sup>2</sup>
MCal	60	mkN			
MMax	208	mkN			

Figura 4: Características de mecánicas y físicas y armado necesario:

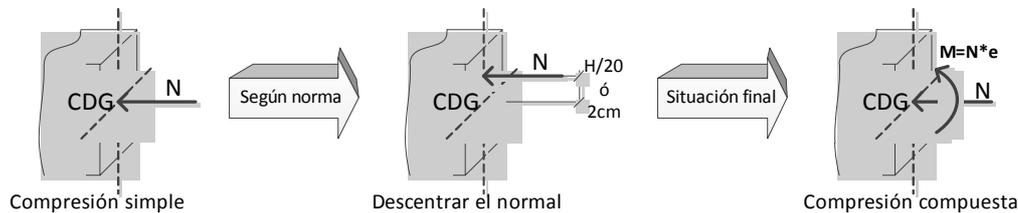
- MCal indica el Momento que genera una vez descentrado del cdg de la sección sobre la armadura de tracción (ver fórmulas en la última página)
- MMax indica el Momento máximo que es capaz de resistir la sección sin armado en la cara menos comprimida As1



Figura 5: Pilar calculado:

## Fórmulas empleadas para la resolución del ejercicio:

Nos encontramos entre los dominios Iva y V, la sección está sometida a un Normal (N) y un Flector (M)  
Si por cualquier cosa en el enunciado nos dan sólo un Normal, deberemos desplazarlo del Centro De Gravedad (CDG) una excentricidad mínima (H/20 ó 2cm, la mayor d las 2).



**PROYECTO:** Nos piden As1 y As2

Hay que tener en cuenta que:

$$\gamma_f \cdot M_o \neq M_d^*$$

$$\gamma_f \cdot M_o = M_d$$

$$M_d^* \neq M_d$$

1) Valores de resistencias as y Nd, Md \*

$$F_{cd} = \frac{F_{ck}}{\gamma_c}; F_{yd} = \frac{F_{yk}}{\gamma_s}$$

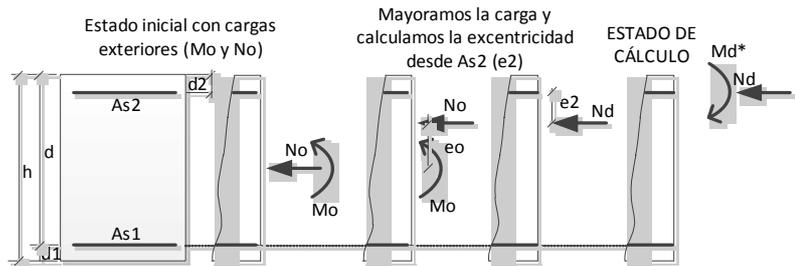
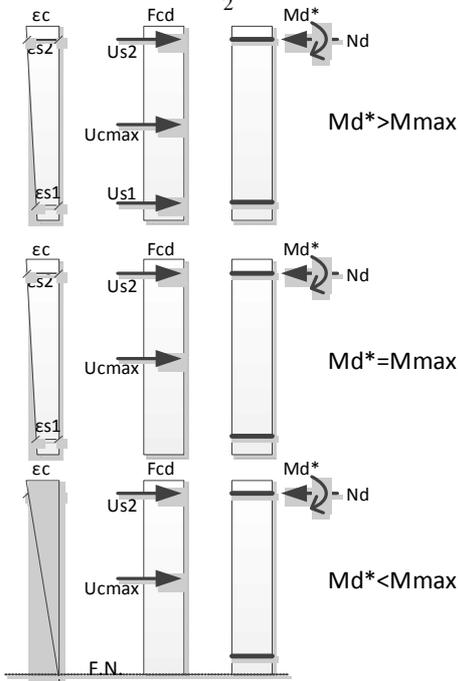
$$M_d^* = N_d \cdot e_2$$

$$e_2 = \frac{H}{2} - e_0 - d_2$$

$$e_0 = \frac{M_o}{N_o} = \frac{M_d}{N_d}$$

$$N_d = N_o \cdot \gamma_f$$

$$M_d^* = N_d \cdot e_2 = N_d \cdot \left( \frac{H}{2} - e_0 - d_2 \right)$$



2) Calcular momento máximo sin As2 :

$$U_c \max = F_{cd} \cdot h \cdot b$$

$$M \max = U_c \max \cdot \left( \frac{h}{2} - d_2 \right)$$

3) Comparar Md\* con Mmax

3.1)  $M_d^* > M \max$

$$Y = H$$

$U_{s1} \neq 0 (\geq 0.05 N_d)$  Rompe el hormigón se debe colocar As2

$$\sum M = 0 \rightarrow U_{s1} = \frac{M_d^* - M \max}{d - d_2}$$

$$\sum F = 0 \rightarrow N_d = U_{s2} + U_c \max + U_{s1}$$

$$U_{s2} = N_d - U_c \max - U_{s1}$$

$$A_{s1} = \frac{U_{s1} (\geq 0.05 N_d)}{F_{yd} (\leq 4000 \text{ kp/cm}^2)}; A_{s2} = \frac{U_{s2} (\geq 0.05 N_d)}{F_{yd} (\leq 4000 \text{ kp/cm}^2)}$$

COLOCAR LA MAYOR DE FORMA SIMÉTRICA.

3.2)  $M_d^* = M \max$

$$Y = H$$

$U_{s1} = 0 (0.05 N_d)$  que es la mínima Rompen a la vez los dos materiales .

$$\sum F = 0 \rightarrow N_d = U_{s2} + U_c \max$$

$$U_{s2} = N_d - U_c \max - U_{s1}$$

$$A_{s1} = \frac{U_{s1} (\geq 0.05 N_d)}{F_{yd} (\leq 4000 \text{ kp/cm}^2)}; A_{s2} = \frac{U_{s2} (\geq 0.05 N_d)}{F_{yd} (\leq 4000 \text{ kp/cm}^2)}$$

COLOCAR LA MAYOR DE FORMA SIMÉTRICA.

3.3)  $M_d^* < M \max$

$$Y < H$$

$U_{s1} = 0 (0.05 N_d)$  que es la mínima Rompe el acero primero.

$$\sum M = 0 \rightarrow M_d^* = F_{cd} \cdot y \cdot b \cdot \left( \frac{Y}{2} - d_2 \right) \rightarrow \text{Obtener } Y$$

$$\sum F = 0 \rightarrow N_d = U_{s2} + U_c$$

$$U_{s2} = N_d - U_c = N_d - F_{cd} \cdot y \cdot b$$

$$A_{s1} = \frac{U_{s1} (\geq 0.05 N_d)}{F_{yd} (\leq 4000 \text{ kp/cm}^2)}; A_{s2} = \frac{U_{s2} (\geq 0.05 N_d)}{F_{yd} (\leq 4000 \text{ kp/cm}^2)}$$

COLOCAR LA MAYOR DE FORMA SIMÉTRICA.

- Asmec Indica la cuantía mecánica mínima a instalar en la viga 5%Nd
- Asgeo Indica la cuantía geométrica mínima a instalar según el acero
  - 4 ‰ b\*h para aceros B-500-S, B-500-SD, B-400-S y B-400-SD