



Adenda en Norma E.060

Edificaciones con Muros de Ductilidad Limitada

EMDL



Norma E.060-Adenda

1 MATERIALES

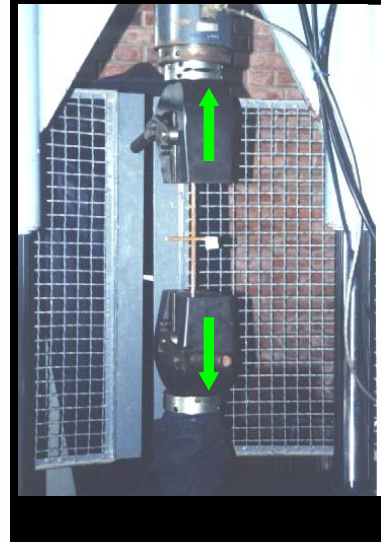
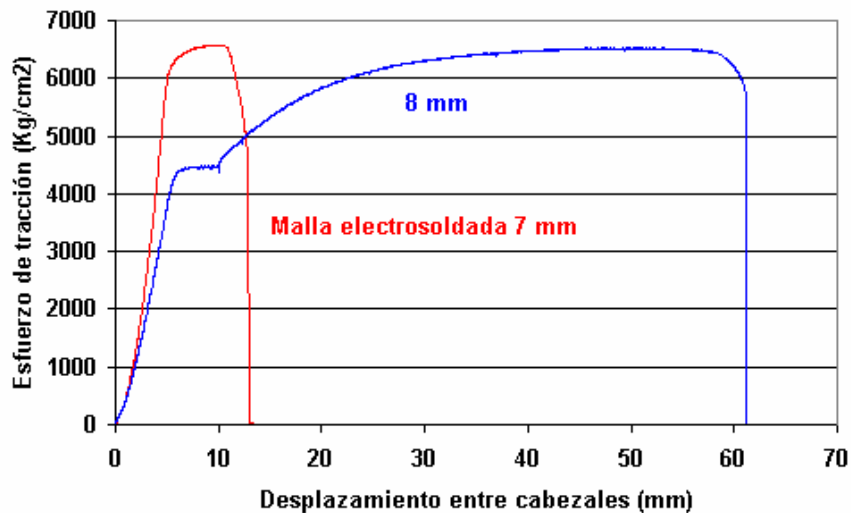
- 1.1 La resistencia a la compresión del concreto en los EMDL, debe ser como mínimo $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, salvo en los sistemas de transferencia donde deberá usarse $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.
- 1.2 El diseño de mezclas para los muros de espesores reducidos, deberá tomar en cuenta las consideraciones de trabajabilidad.



Concreto rheoplástico
Slump = 10''
 $f'c > 175 \text{ kg/cm}^2$

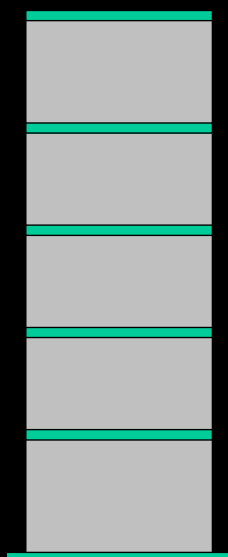
- 1.3 El acero de las barras de refuerzo en los muros, deberá ser dúctil, de grado 60 siguiendo las especificaciones ASTM A615 y ASTM A706.
- 1.4 Se podrá usar malla electrosoldada corrugada con especificaciones ASTM A496 y A497 con las limitaciones indicadas en 2.2.

Ensayo de Tracción de Varillas



2 DISEÑO DE MUROS

- 2.1 El espesor mínimo de los muros de ductilidad limitada deberá ser de 0,10 m.
- 2.2 Se podrá usar malla electrosoldada como refuerzo repartido de los muros de edificios de hasta 3 pisos y, en el caso de mayor número de pisos, se podrá usar mallas sólo en los pisos superiores, debiéndose usar acero que cumpla con 1.3 en el tercio inferior de la altura.

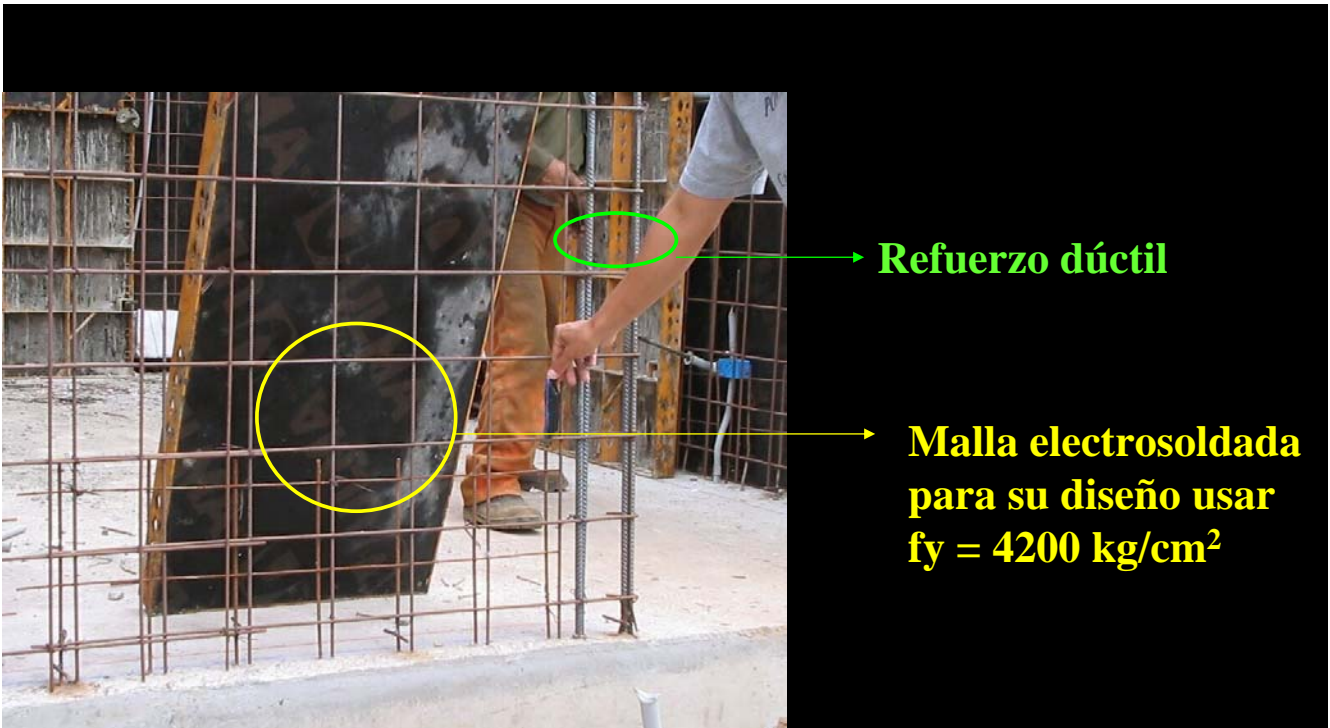


Puede emplearse malla electrosoldada en la parte central del muro

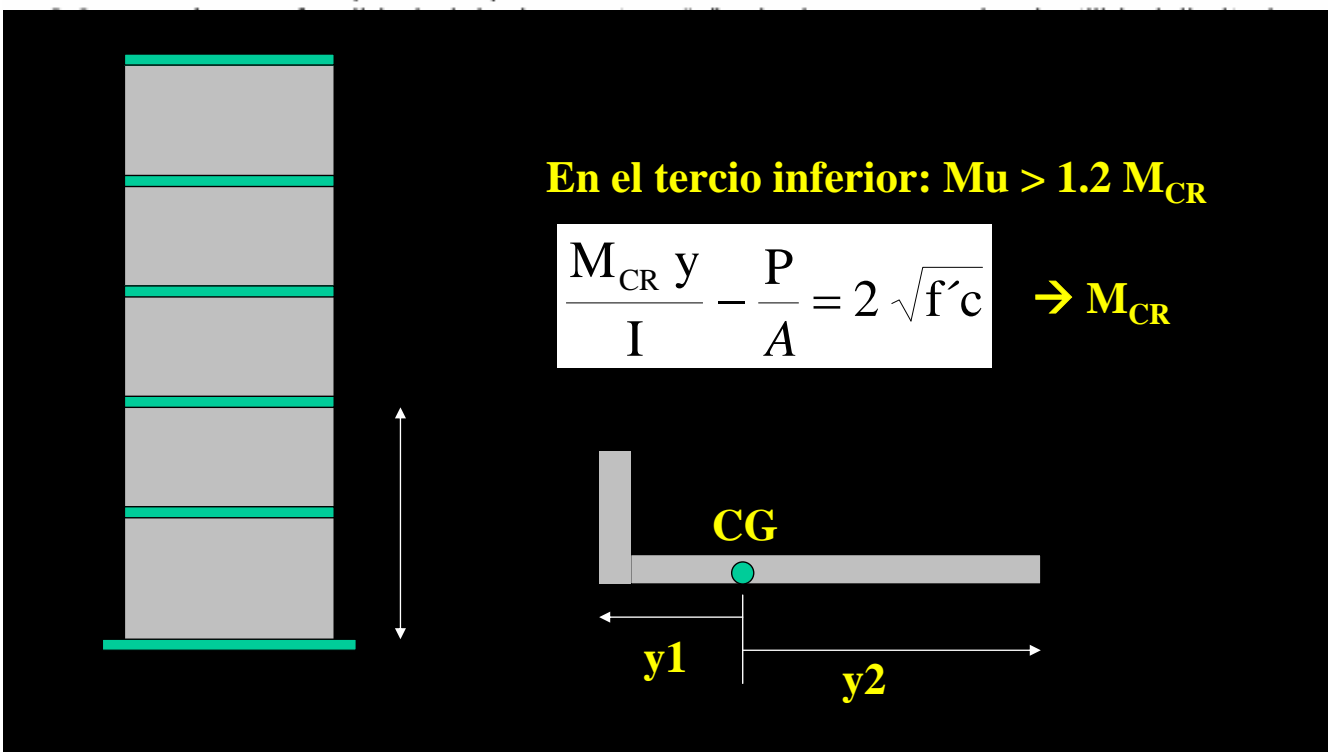
Emplear refuerzo dúctil (vertical y horizontal) en el tercio inferior



- 2.3 En todos los casos el refuerzo concentrado en los extremos de los muros deberá ajustarse a lo indicado en 1.3.
- 2.4 Si se usa malla electrosoldada, para el diseño deberá emplearse como esfuerzo de fluencia, el valor máximo de $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$.



- 2.5 En edificios de más de tres pisos, deberá proveerse del refuerzo necesario para garantizar una resistencia nominal a flexo compresión del muro por lo menos igual a 1,2 veces el momento de agrietamiento de su sección. Esta disposición podrá limitarse al tercio inferior del edificio y a no menos de los dos primeros pisos.



Norma antigua de Concreto Armado, para Muros en Compresión

$$P_u \leq \phi P_n = 0.55 \phi f'_c A \left[1 - \left(\frac{k h}{32 t} \right)^2 \right]$$

$$P_u = 1.5 PD + 1.8 PL$$

t = espesor del muro (mínimo 10 cm)

Ag = área bruta

$\phi = 0.7$, h = altura libre, k = factor de restricción:

k = 2, para muros no arriostrados

k = 1, para muros arriostrados sin restricción a la rotación

- 2.6 La profundidad del eje neutro, "c", de los muros de ductilidad limitada deberá satisfacer la siguiente relación:

$$c < \frac{l_m}{600 \times \left(\frac{\Delta_m}{h_m} \right)}$$

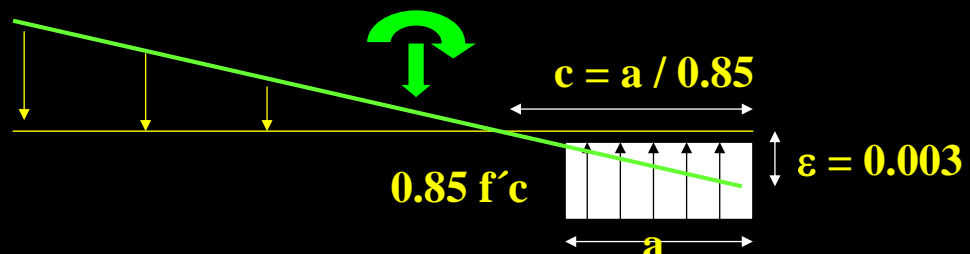
Donde:

l_m es la longitud del muro en el plano horizontal,

h_m la altura total del muro y

Δ_m es el desplazamiento del nivel más alto del muro, correspondiente a h_m , y que debe ser calculado de acuerdo al artículo 16.4 de la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.

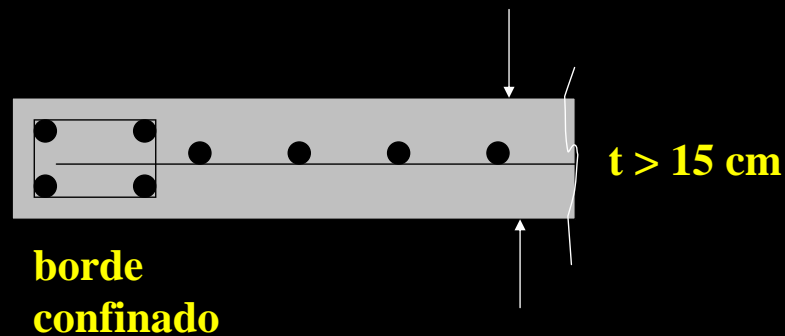
Para el cálculo de "c" se deberá considerar el aporte de los muros perpendiculares (aletas) usando como longitud de la aleta contribuyente a cada lado del alma el menor valor entre el 10 % de la altura total del muro y la mitad de la distancia al muro adyacente paralelo. Deberá usarse el mayor valor de "c" que se obtenga de considerar compresión a cada lado del muro.



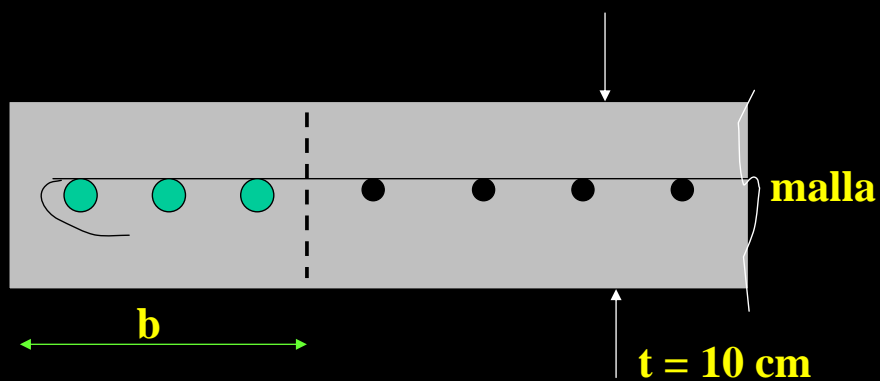
- 2.6 La profundidad del eje neutro, "c", de los muros de ductilidad limitada deberá satisfacer la siguiente relación:

$$c < \frac{l_m}{600 \times \left(\frac{\Delta_m}{h_m}\right)}$$

- 2.7 Cuando el valor de "c" no cumpla con lo indicado en el artículo 2.6, los extremos del muro deberán confinarse con estribos cerrados, para lo cual deberá incrementarse el espesor del muro a un mínimo de 0,15 m. Los estribos de confinamiento deberán tener un diámetro mínimo de 8 mm y un espaciamiento máximo de 12 veces el diámetro de la barra vertical, pero no mayor a 0,20 m.



- 2.8 Cuando de acuerdo a 2.6 no sea necesario confinar los extremos de un muro, el refuerzo deberá espaciarse de manera tal que su cuantía esté por debajo de 1 % del área en la cual se distribuye.



$$A_s / (b t) = 0.01$$

**A_s = área del
acero dúctil**

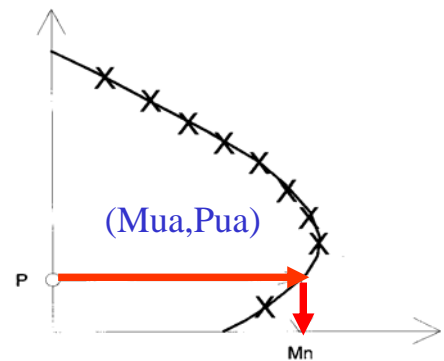
- 2.9 La fuerza cortante última de diseño (V_u) debe ser mayor o igual que el cortante último proveniente del análisis (V_{ua}) amplificado por el cociente entre el momento nominal asociado al acero colocado (M_n) y el momento proveniente del análisis (M_{ua}), es decir:

$$V_u \geq V_{ua} \left(\frac{M_n}{M_{ua}} \right)$$

Para el cálculo de M_n se debe considerar como esfuerzo de fluencia efectivo 1,25 fy

En la mitad superior del edificio podrá usarse 1,5 como valor máximo del cociente (M_n / M_{ua})

Mn se obtiene del diagrama de interacción



- 2.10 La resistencia al corte de los muros, se podrá determinar con la expresión:

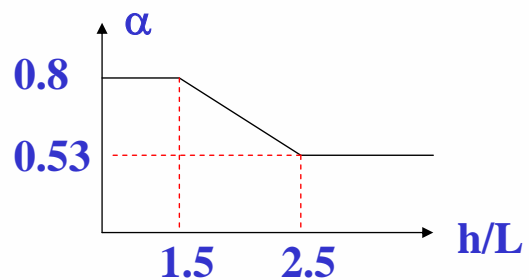
$$\phi V_n = \phi V_c + \phi V_s = \phi (A_c \alpha \sqrt{f'c}) + \phi (A_c \rho_h f_y)$$

donde $\phi = 0,85$, " A_c " representa el área de corte en la dirección analizada, " ρ_h " la cuantía horizontal del muro y " α " es un valor que depende del cociente entre la altura total del muro " h_m " (del suelo al nivel más alto) y la longitud del muro en planta l_m

si $\left(\frac{h_m}{l_m} \right) \leq 1,5$ $\alpha = 0,8$

si $\left(\frac{h_m}{l_m} \right) \geq 2,5$ $\alpha = 0,53$

si $1,5 < \left(\frac{h_m}{l_m} \right) < 2,5$ α se obtiene interpolando entre 0,8 y 0,53



El valor máximo de V_n será $V_n < 2,7 \sqrt{f'c} A_c$

- 2.11 El refuerzo vertical distribuido debe garantizar una adecuada resistencia al corte fricción (ϕV_n) en la base de todos los muros.

La resistencia a corte fricción deberá calcularse como:

$$\phi V_n = \phi \mu (N_u + A_v f_y)$$

Donde la fuerza normal última (N_u) se calcula en función de la carga muerta (N_M) como $N_u = 0,9 N_M$, el coeficiente de fricción debe tomarse como $\mu = 0,6$ y $\phi = 0,85$. Excepcionalmente cuando se prepare adecuadamente la junta se tomará $\mu = 1,0$ y el detalle correspondiente se deberá incluir en los planos.

- 2.12 El refuerzo vertical de los muros deberá estar adecuadamente anclado, en la platea de cimentación (o en losa de transferencia), para poder desarrollar su máxima resistencia a tracción, mediante anclajes rectos o con gancho estándar de 90°; las longitudes correspondientes a ambos casos deberán estar de acuerdo a lo señalado en la NTE E.060 Concreto Armado.
- 2.13 Cuando excepcionalmente se decida empalmar por traslape todo el acero vertical de los muros de un piso, la longitud de empalme (l_e) deberá ser como mínimo dos veces la longitud de desarrollo (l_d), es decir $l_e = 2 l_d$. En los casos de mallas electrosoldadas se deberá usar $l_e = 3 l_d$.
- 2.14 El recubrimiento del acero de refuerzo en los extremos de los muros deberá ser como mínimo de 2,5 cm. En los casos de elementos en contacto con el terreno se deberá incrementar el espesor del muro hasta obtener un recubrimiento mínimo de 4 cm.

2.15 La cuantía mínima de refuerzo vertical y horizontal de los muros deberá cumplir con las siguientes limitaciones:

Si $V_u > 0,5 \phi V_c$ entonces $\rho_h \geq 0,0025$ y $\rho_v \geq 0,0025$

Si $V_u < 0,5 \phi V_c$ entonces $\rho_h \geq 0,0020$ y $\rho_v \geq 0,0015$

Si $\frac{h_m}{l_m} \leq 2$ la cuantía vertical de refuerzo no deberá ser menor que la cuantía horizontal.

Estas cuantías son aplicables indistintamente a la resistencia del acero.