

ANEXO 6

Tabla 85

Modelamiento de Parámetros y Criterios de Aceptación Para Procedimientos No Lineales – Vigas de Concreto Reforzado

Table 10-7. Modeling Parameters and Numerical Acceptance Criteria for Nonlinear Procedures—Reinforced Concrete Beams								
Conditions			Modeling Parameters ^a			Acceptance Criteria ^a		
			Plastic Rotations Angle (radians)		Residual Strength Ratio	Plastic Rotations Angle (radians)		
		a	b	c		Performance Level		
					IO	LS	CP	
Condition i. Beams controlled by flexure ^b								
$\rho - \rho'$	Transverse reinforcement ^c	$\frac{V}{b_w d \sqrt{f'_c}}$ ^d						
≤ 0.0	C	≤ 3 (0.25)	0.025	0.05	0.2	0.010	0.025	0.05
≤ 0.0	C	≥ 6 (0.5)	0.02	0.04	0.2	0.005	0.02	0.04
≥ 0.5	C	≤ 3 (0.25)	0.02	0.03	0.2	0.005	0.02	0.03
≥ 0.5	C	≥ 6 (0.5)	0.015	0.02	0.2	0.005	0.015	0.02
≤ 0.0	NC	≤ 3 (0.25)	0.02	0.03	0.2	0.005	0.02	0.03
≤ 0.0	NC	≥ 6 (0.5)	0.01	0.015	0.2	0.0015	0.01	0.015
≥ 0.5	NC	≤ 3 (0.25)	0.01	0.015	0.2	0.005	0.01	0.015
≥ 0.5	NC	≥ 6 (0.5)	0.005	0.01	0.2	0.0015	0.005	0.01
Condition ii. Beams controlled by shear ^b								
Stirrup spacing $\leq d/2$			0.0030	0.02	0.2	0.0015	0.01	0.02
Stirrup spacing $> d/2$			0.0030	0.01	0.2	0.0015	0.005	0.01
Condition iii. Beams controlled by inadequate development or splicing along the span ^b								
Stirrup spacing $\leq d/2$			0.0030	0.02	0.0	0.0015	0.01	0.02
Stirrup spacing $> d/2$			0.0030	0.01	0.0	0.0015	0.005	0.01
Condition iv. Beams controlled by inadequate embedment into beam-column joint ^b								
			0.015	0.03	0.2	0.01	0.02	0.03

NOTE: f'_c in lb/in.² (MPa) units.
^aValues between those listed in the table should be determined by linear interpolation.
^bWhere more than one of conditions i, ii, iii, and iv occur for a given component, use the minimum appropriate numerical value from the table.
^c"C" and "NC" are abbreviations for conforming and nonconforming transverse reinforcement, respectively. Transverse reinforcement is conforming if, within the flexural plastic hinge region, hoops are spaced at $\leq d/3$, and if, for components of moderate and high ductility demand, the strength provided by the hoops (V_s) is at least 3/4 of the design shear. Otherwise, the transverse reinforcement is considered nonconforming.
^d V is the design shear force from NSP or NDP.

Fuente: (ASCE/SEI 41-13, 2014)

Tabla 86

Modelamiento de Parámetros y Criterios de Aceptación Para Procedimientos No Lineales – Columnas de Concreto Reforzado

Table 10-8. Modeling Parameters and Numerical Acceptance Criteria for Nonlinear Procedures—Reinforced Concrete Columns

Conditions	Modeling Parameters ^a			Acceptance Criteria ^a				
	Plastic Rotations Angle (radians)		Residual Strength Ratio	Plastic Rotations Angle (radians)				
	a	b		Performance Level				
			IO	LS	CP			
Condition i.^b								
$\frac{P}{A_g f'_c} \leq 0.1$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s} \geq 0.006$	0.035	0.060	0.2	0.005	0.045	0.060	
≥ 0.6	≥ 0.006	0.010	0.010	0.0	0.003	0.009	0.010	
≤ 0.1	$= 0.002$	0.027	0.034	0.2	0.005	0.027	0.034	
≥ 0.6	$= 0.002$	0.005	0.005	0.0	0.002	0.004	0.005	
Condition ii.^b								
$\frac{P}{A_g f'_c} \leq 0.1$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s} \geq 0.006$	$\frac{V}{b_w d \sqrt{f'_c}} \leq 3 (0.25)$	0.032	0.060	0.2	0.005	0.045	0.060
≤ 0.1	≥ 0.006	$\geq 6 (0.5)$	0.025	0.060	0.2	0.005	0.045	0.060
≥ 0.6	≥ 0.006	$\leq 3 (0.25)$	0.010	0.010	0.0	0.003	0.009	0.010
≥ 0.6	≥ 0.006	$\geq 6 (0.5)$	0.008	0.008	0.0	0.003	0.007	0.008
≤ 0.1	≤ 0.0005	$\leq 3 (0.25)$	0.012	0.012	0.2	0.005	0.010	0.012
≤ 0.1	≤ 0.0005	$\geq 6 (0.5)$	0.006	0.006	0.2	0.004	0.005	0.006
≥ 0.6	≤ 0.0005	$\leq 3 (0.25)$	0.004	0.004	0.0	0.002	0.003	0.004
≥ 0.6	≤ 0.0005	$\geq 6 (0.5)$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Condition iii.^b								
$\frac{P}{A_g f'_c} \leq 0.1$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s} \geq 0.006$		0.0	0.060	0.0	0.0	0.045	0.060
≥ 0.6	≥ 0.006		0.0	0.008	0.0	0.0	0.007	0.008
≤ 0.1	≤ 0.0005		0.0	0.006	0.0	0.0	0.005	0.006
≥ 0.6	≤ 0.0005		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Condition iv. Columns controlled by inadequate development or splicing along the clear height^b								
$\frac{P}{A_g f'_c} \leq 0.1$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s} \geq 0.006$		0.0	0.060	0.4	0.0	0.045	0.060
≥ 0.6	≥ 0.006		0.0	0.008	0.4	0.0	0.007	0.008
≤ 0.1	≤ 0.0005		0.0	0.006	0.2	0.0	0.005	0.006
≥ 0.6	≤ 0.0005		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NOTE: f'_c is in lb/in.² (MPa) units.
^aValues between those listed in the table should be determined by linear interpolation.
^bRefer to Section 10.4.2.2.2 for definition of conditions i, ii, and iii. Columns are considered to be controlled by inadequate development or splices where the calculated steel stress at the splice exceeds the steel stress specified by Eq. (10-2). Where more than one of conditions i, ii, iii, and iv occurs for a given component, use the minimum appropriate numerical value from the table.
^cWhere $P > 0.7A_g f'_c$, the plastic rotation angles should be taken as zero for all performance levels unless the column has transverse reinforcement consisting of hoops with 135-degree hooks spaced at $\leq d/3$ and the strength provided by the hoops (V_s) is at least 3/4 of the design shear. Axial load P should be based on the maximum expected axial loads caused by gravity and earthquake loads.
^d V is the design shear force from NSP or NDP.

Fuente: (ASCE/SEI 41-13, 2014)

ANEXO 7



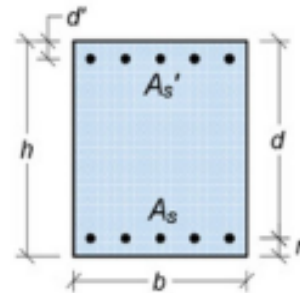
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
 "EVALUACION DEL DISEÑO SISMORESISTENTE DE LA EDIFICACION DE AULAS GENERALES DE LA
 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, APLICANDO EL METODO DE ANALISIS ESTATICO NO LINEAL
 (PUSHOVER)

Bach. Cesar Augusto Rivera Giraldez - Bach. Camilo Mendoza Escalante



1. Datos generales:

- $b := 30 \text{ cm}$ Ancho de viga
- $h := 70 \text{ cm}$ Altura de viga
- $d' := 5 \text{ cm}$ Recubrimiento superior
- $r := 5 \text{ cm}$ Recubrimiento inferior
- $d := h - d' = 65 \text{ cm}$ Peralte efectivo



2. Acero de refuerzo:

$$Area(x) := \frac{x^2}{4} \cdot \pi$$

2.1. Acero superior:

Diametro de varillas de acero superior:

Cantidad de varillas de acero superior:

$$db_{s1} := \frac{5}{8} \text{ in}$$

$$N_{s1} := 2$$

$$db_{s2} := \frac{3}{4} \text{ in}$$

$$N_{s2} := 2$$

Area de acero superior

$$Area(db_{s1}) = 1.979 \text{ cm}^2$$

$$Area(db_{s2}) = 2.85 \text{ cm}^2$$

$$A'_s := Area(db_{s1}) \cdot N_{s1} + Area(db_{s2}) \cdot N_{s2} = 9.659 \text{ cm}^2$$

2.2. Acero inferior:

Diametro de varillas de acero inferior:

Cantidad de varillas de acero inferior:

$$db_{i1} := \frac{3}{4} \text{ in}$$

$$N_{i1} := 4$$

Area de acero superior

$$Area(db_{i1}) = 2.85 \text{ cm}^2$$

$$A_s := Area(db_{i1}) \cdot N_{i1} = 11.401 \text{ cm}^2$$



3. Propiedades de los materiales:

3.1. Concreto:

$$f'_c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Resistencia del concreto}$$

$$E_c := 15000 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} = (2.174 \cdot 10^5) \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Modulo de elasticidad del concreto}$$

$$\epsilon_{cu} := 0.003 \quad \text{Deformacion ultima del concreto}$$

3.2. Acero de refuerzo:

$$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Esfuerzo cedente del acero}$$

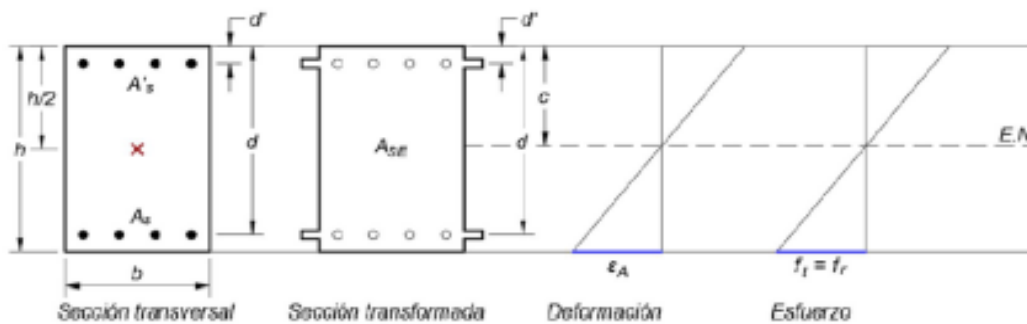
$$E_s := 2000000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Modulo de elasticidad del acero}$$

$$\epsilon_y := 0.002 \quad \text{Deformacion cedente del acero}$$

3.3. Relacion modular:

$$n := \frac{E_s}{E_c} = 9.201 \quad \text{Relacion de modulos de elasticidad}$$

4. Estudio condicion de agrietamiento:



4.1. Area de seccion equivalente

$$A_{se} := b \cdot h + (n - 1) \cdot (A_s + A'_s) = (2.273 \cdot 10^3) \text{ cm}^2$$

4.2. Profundidad del eje neutro

$$c := \frac{b \cdot \frac{h^2}{2} + (n - 1) \cdot (A_s \cdot d + A'_s \cdot d')}{A_{se}} = 35.189 \text{ cm}$$



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
 "EVALUACION DEL DISEÑO SISMORESISTENTE DE LA EDIFICACION DE AULAS GENERALES DE LA
 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, APLICANDO EL METODO DE ANALISIS ESTATICO NO LINEAL
 (PUSHOVER)
 Bach. Cesar Augusto Rivera Giraldez - Bach. Camilo Mendoza Escalante



4.3. Inercia de seccion equivalente

$$I_{se} := \frac{b \cdot h^3}{12} + b \cdot h \cdot \left(\frac{h}{2} - c\right)^2 + (n - 1) \cdot \left(A_s \cdot (d - c)^2 + A'_s \cdot (c - d')^2\right) = (1.013 \cdot 10^6) \text{ cm}^4$$

4.4. Modulo de rotura de concreto

$$f_r := 2 \cdot \sqrt{f_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} = 28.983 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

4.5. Curvatura de agrietamiento

$$\phi_A := \frac{f_r}{E_c \cdot (h - c)} = 0.00038 \frac{1}{\text{m}}$$

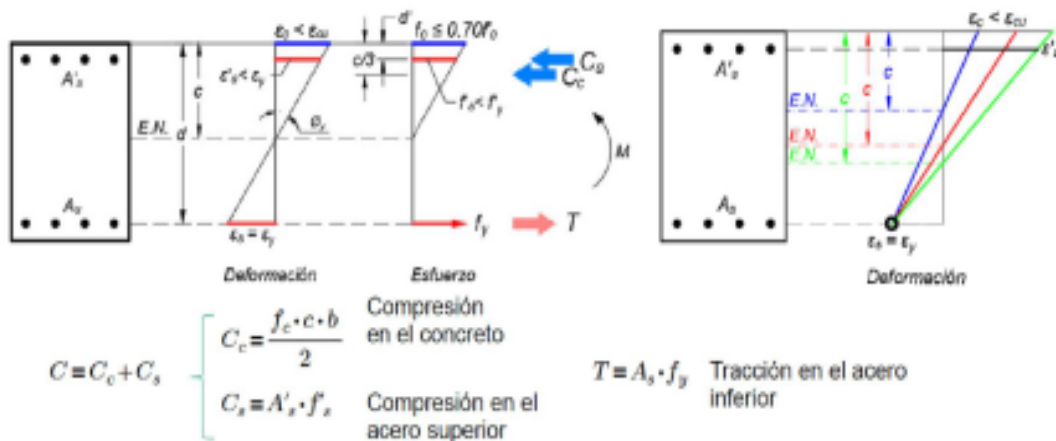
4.6. Momento de agrietamiento

$$M_A := \frac{f_r \cdot I_{se}}{h - c} = 9.295 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

5. Estudio condicion de cedencia:

Hipótesis:

- El acero de refuerzo inferior a tracción está cediendo
- El acero de refuerzo superior a compresión no ha cedido
- Comportamiento elasto-plástico del acero
- El concreto no ha alcanzado su agotamiento
- Comportamiento lineal elástico del concreto





UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
 "EVALUACION DEL DISEÑO SISMORESISTENTE DE LA EDIFICACION DE AULAS GENERALES DE LA
 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, APLICANDO EL METODO DE ANALISIS ESTATICO NO LINEAL
 (PUSHOVER)

Bach. Cesar Augusto Rivera Giraldez - Bach. Camilo Mendoza Escalante



5.1. Ecuacion para determinar el eje neutro

$$c^2 \cdot \left(\frac{E_c \cdot \epsilon_y \cdot b}{2} \right) + c \cdot (f_y \cdot (A_s + A'_s)) - f_y \cdot (A'_s \cdot d' + A_s \cdot d) = 0 \quad A \cdot c^2 + B \cdot c + D = 0$$

$$A := \frac{E_c \cdot \epsilon_y \cdot b}{2} = (6.521 \cdot 10^5) \frac{kgf}{m} \quad B := f_y \cdot (A_s + A'_s) = (8.845 \cdot 10^4) kgf$$

$$D := -f_y \cdot (A'_s \cdot d' + A_s \cdot d) = -3.315 \cdot 10^4 m \cdot kgf$$

$$c := \frac{-B + \sqrt{B^2 - 4 \cdot A \cdot D}}{2 \cdot A} = 16.763 cm$$

De acuerdo a las hipotesis planteadas anteriormente, se verifica que: el acero superior a compresion no ha cedido:

$$\epsilon'_s := \frac{\epsilon_y \cdot (c - d')}{d - c} = 0.0005$$

$$f'_s := E_s \cdot \epsilon'_s = 975.48 \frac{kgf}{cm^2}$$

if $\epsilon'_s < \epsilon_y$	= "Ok"
"Ok"	
else	
"Ha cedido"	

Ademas habra que verificar que el concreto tenga un comportamiento elastico:

$$fc_limite := 0.7 \cdot fc = 147 \frac{kgf}{cm^2}$$

esfuerzo limite de comportamiento elastico del concreto

$$\epsilon_c := \frac{\epsilon_y \cdot c}{d - c} = 0.0007$$

if $\epsilon_c < \epsilon_{cu}$	= "Elastico"
"Elastico"	
else	
"No elastico"	

$$fc := 147 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$C_c := \frac{fc \cdot c \cdot b}{2} = (3.696 \cdot 10^4) kgf \quad C_s := A'_s \cdot f'_s = (9.422 \cdot 10^3) kgf$$

$$C := C_c + C_s = (4.639 \cdot 10^4) kgf \quad T := A_s \cdot f_y = (4.788 \cdot 10^4) kgf$$

$$\phi_{sy} := \frac{\epsilon_y}{d - c} = 0.004 \frac{1}{m} \quad M_{sy} := C_c \cdot \left(d - \frac{c}{3} \right) + C_s \cdot (d - d')$$

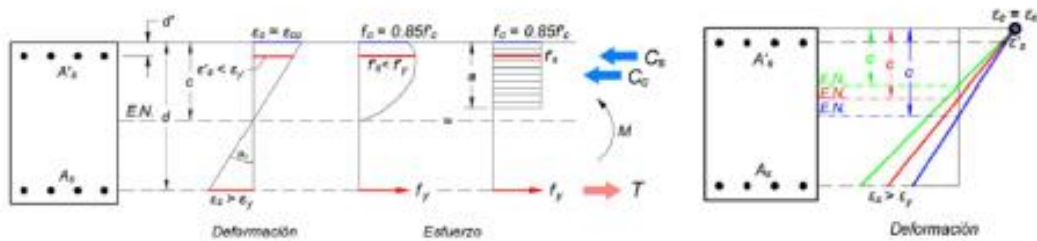
$$M_{sy} = 29.365 tonnef \cdot m$$



6. Estudio condicion de agotamiento:

Hipótesis:

- El concreto alcanzó su agotamiento
- Comportamiento elasto-plástico del acero
- El acero de refuerzo inferior a tracción ya cedió
- El acero de refuerzo superior a compresión no ha cedido



Estableciendo el equilibrio de fuerzas $T = C$ y la relación de deformaciones se tiene:

$$C = C_c + C_s \quad \left\{ \begin{array}{l} C_c = 0.85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \quad \text{Compresión en el concreto} \\ C_s = A'_s \cdot f'_s \quad \text{Compresión en el acero superior} \end{array} \right. \quad T = A_s \cdot f_y \quad \text{Tracción en el acero inferior}$$

Ecuación para determinar el eje neutro de la sección:

$$c^3 \cdot (0.85 \cdot f'_c \cdot \beta_1 \cdot b) + c \cdot (A'_s \cdot E_s \cdot \epsilon_{cu} - A_s \cdot f_y) - A'_s \cdot E_s \cdot \epsilon_{cu} \cdot d' = 0 \quad A \cdot c^3 + B \cdot c + D = 0$$

$$\beta = 0.85$$

$$A_2 := 0.85 \cdot f'_c \cdot \beta \cdot b = (4.552 \cdot 10^5) \frac{kgf}{m}$$

$$B_2 := A'_s \cdot E_s \cdot \epsilon_{cu} - A_s \cdot f_y = (1.007 \cdot 10^4) \text{ kgf}$$

$$D_2 := -(A'_s \cdot E_s \cdot \epsilon_{cu} \cdot d') = -2.898 \cdot 10^3 \text{ kgf} \cdot m$$

$$c := \frac{-B_2 + \sqrt{B_2^2 - 4 \cdot A_2 \cdot D_2}}{2 \cdot A_2} = 6.949 \text{ cm}$$



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
"EVALUACION DEL DISEÑO SISMORESISTENTE DE LA EDIFICACION DE AULAS GENERALES DE LA
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, APLICANDO EL METODO DE ANALISIS ESTATICO NO LINEAL
(PUSHOVER)

Bach. Cesar Augusto Rivera Giraldez - Bach. Camilo Mendoza Escalante



Al obtener la profundidad del eje neutro, se verifica que el acero en compresion no se encuentre en cedencia:

$$\varepsilon'_s := \frac{\varepsilon_{cu} \cdot (c - d')}{c} = 0.0008$$
$$f'_s := E_s \cdot \varepsilon'_s = 1682.78 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$
$$\begin{array}{l} \text{if } \varepsilon'_s < \varepsilon_y \\ \quad \parallel \text{"Ok"} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{"Ha cedido"} \end{array} \Bigg| = \text{"Ok"}$$

Tambien es factible poder verificar el comportamiento de la seccion, tomando en cuenta la deformacion en el acero inferior a traccion:

$$\varepsilon_s := \frac{\varepsilon_{cu} \cdot (d - c)}{c} = 0.0251$$
$$\begin{array}{l} \text{if } \varepsilon_s > 0.005 \\ \quad \parallel \text{"controlado por traccion"} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{"en transicion"} \end{array} \Bigg| = \text{"controlado por traccion"}$$

Luego se define la resultante de traccion y compresion:

$$T := A_s \cdot f_y = (4.788 \cdot 10^4) \text{ kgf}$$

$$a := \beta \cdot c = 5.907 \text{ cm}$$

$$Cc := 0.85 \cdot f_c \cdot a \cdot b = (3.163 \cdot 10^4) \text{ kgf}$$

$$Cs := A'_s \cdot f_s = (1.625 \cdot 10^4) \text{ kgf}$$

Finalmente se obtiene la curvatura ultima y momento ultimo:

$$\phi_u := \frac{\varepsilon_{cu}}{c} = 0.043 \frac{1}{m}$$
$$M_u := Cc \cdot \left(d - \frac{\beta \cdot c}{2} \right) + Cs \cdot (d - d')$$

$$Mu = 31.24 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$\phi_A = 0.0004 \frac{1}{m} \quad M_A = 8.433 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$\phi_{sy} = 0.004 \frac{1}{m} \quad M_{sy} = 29.365 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$\phi_u = 0.043 \frac{1}{m} \quad Mu = 31.24 \text{ tonnef} \cdot m$$

ANEXO 8

MATRIZ DE CONSISTENCIA DE LA INVESTIGACION

TEMA: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE DE LA EDIFICACION DE AULAS GENERALES DE LA UNIVESIDAD ANDINA DEL CUSCO, APLICANDO EL MÉTODO DE ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER) "

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	NIVEL DE LA VARIABLE	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Problema General	Objetivo General	Hipotesis General				
¿Cuál es el nivel de desempeño sísmico de la Edificación de Aulas Generales de la Universidad Andina del Cusco aplicando el análisis estático no lineal (Pushover)?	Evaluar el nivel de desempeño sísmico de la Edificación de Aulas Generales de la Universidad Andina del Cusco, aplicando el análisis estático no lineal (Pushover).	Los niveles de desempeño sísmico de la Edificación de Aulas Generales de la Universidad Andina del Cusco, al aplicarse el análisis estático no lineal en ambas direcciones de análisis, para un sismo de servicio será de totalmente operacional TO y para un sismo máximo será de seguridad de vida LS.	Y1: Nivel de Desempeño	Totalmente operacional TO Ocupacion Inmediata IO Seguridad de vida LS Prevencion del colapso CP	Curva idealizada de capacidad Desplazamiento objetivo	Planos Estructurales de la Edificacion Formatos de Recoleccion de Datos Hoja de Calculo Exel
Problemas Especificos	Objetivos Especificos	Sub Hipotesis				
1. ¿Cuál es la demanda sísmica para Edificación de Aulas Generales de la Universidad Andina del Cusco?	1. Determinar la demanda sísmica para la zona de ubicación para los diferentes niveles de amenaza sísmica de la Edificación de Aulas Generales de la Universidad Andina del Cusco.	1. Las demandas sísmicas son para un sismo de servicio el 50% del sismo de diseño, y para un sismo máximo el 150% del sismo de diseño. Siendo el sismo de diseño el descrito según norma E.030 para la Edificación de Aulas Generales de la Universidad Andina del Cusco con un periodo de retorno de 475 años.	x1: Demanda sísmica	Simo de Servicio Sismo de Diseño Sismo Maximo	Aceleracion según el tipo de suelo (m/s2) perido de retorno (años) Periodo de retorno (años) Probabilidad de Excedencia (%)	Planos Estructurales de la Edificacion Formatos de Recoleccion de Datos Hoja de Calculo Exel
2. ¿Cuál es la capacidad estructural de la Edificación de Aulas Generales de la Universidad Andina del Cusco?	2. Determinar la curva de capacidad de la Edificación de Aulas Generales de la Universidad Andina del Cusco.	2. La curva de capacidad de la edificación de Aulas Generales de la Universidad Andina del Cusco muestra un cortante basal máximo de 6000 ton antes que la edificación llegara a colapsar en ambas direcciones de análisis.	x2: Capacidad estructural	Capacidad estructural	Fuerza basal de la estructura (tonf) Momento rotacion de elementos(1/m) Deformacion de los materiales(kgf/cm) Desplazamiento lateral Ultimo (cm)	Planos Estructurales de la Edificacion Formatos de Recoleccion de Datos Hoja de Calculo Exel
3. ¿Cuál es la ubicación del punto de desempeño en función de la cortante basal y desplazamiento de la Edificación de Aulas Generales de la Universidad Andina del Cusco?	3. Determinar el valor del punto de desempeño en función de la cortante basal y desplazamiento de la Edificación de Aulas Generales de la Universidad Andina del Cusco.	3. El punto de desempeño expresado en fuerza cortante y desplazamiento para un sismo de servicio estará comprendido entre un valor de 3000 Ton a 4000 Ton en ambas direcciones de análisis, generando un desplazamiento que oscila entre 0.50 m a 0.80 m en el punto más alto de la edificación	x3: punto de desempeño	Curva idealizada de capacidad Desplazamiento objetivo	Fuerza lateral evaluado ante una sollicitacion sísmico (tonf) Desplazamiento lateral evaluado ante una sollicitacion sísmica (cm)	Planos Estructurales de la Edificacion Formatos de Recoleccion de Datos Hoja de Calculo Exel

ANEXO 9

SOLICITA: PROYECTO "EDIFICIO AULAS GENERALES, LABORATORIOS Y OTROS DE LA UAC".

SEÑOR: DIRECTOR DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

ING. ROBERT MILTON MERINO YÉPEZ


Yo CESAR AUGUSTO RIVERA, identificado con D.N.I. N° 72040577; con domicilio actual en PP. JJ. Mosocllacta Lt A-1, distrito y provincia del Cusco. Ante Ud. con el debido respeto me presento y expongo:

Que, siendo parte de mi formación académica como estudiante universitario de la Universidad Andina Del Cusco deseo solicitar: **El proyecto "Edificio Aulas Generales, Laboratorios y otros de la UAC", todo lo que comprende el expediente técnico, memorias de cálculo, estudios de suelos, análisis de costos unitarios, presupuesto, planos de estructuras, arquitectura, instalaciones sanitarias, eléctricas, etc. En formato digital.** Dicha información será utilizada con fines netamente académicos para la realización de Tesis de investigación.

POR LO EXPUESTO:

Ruego a Ud. Señor director de la Escuela Profesional de Ingeniera Civil de la Universidad Andina del Cusco acceder a mi petición.

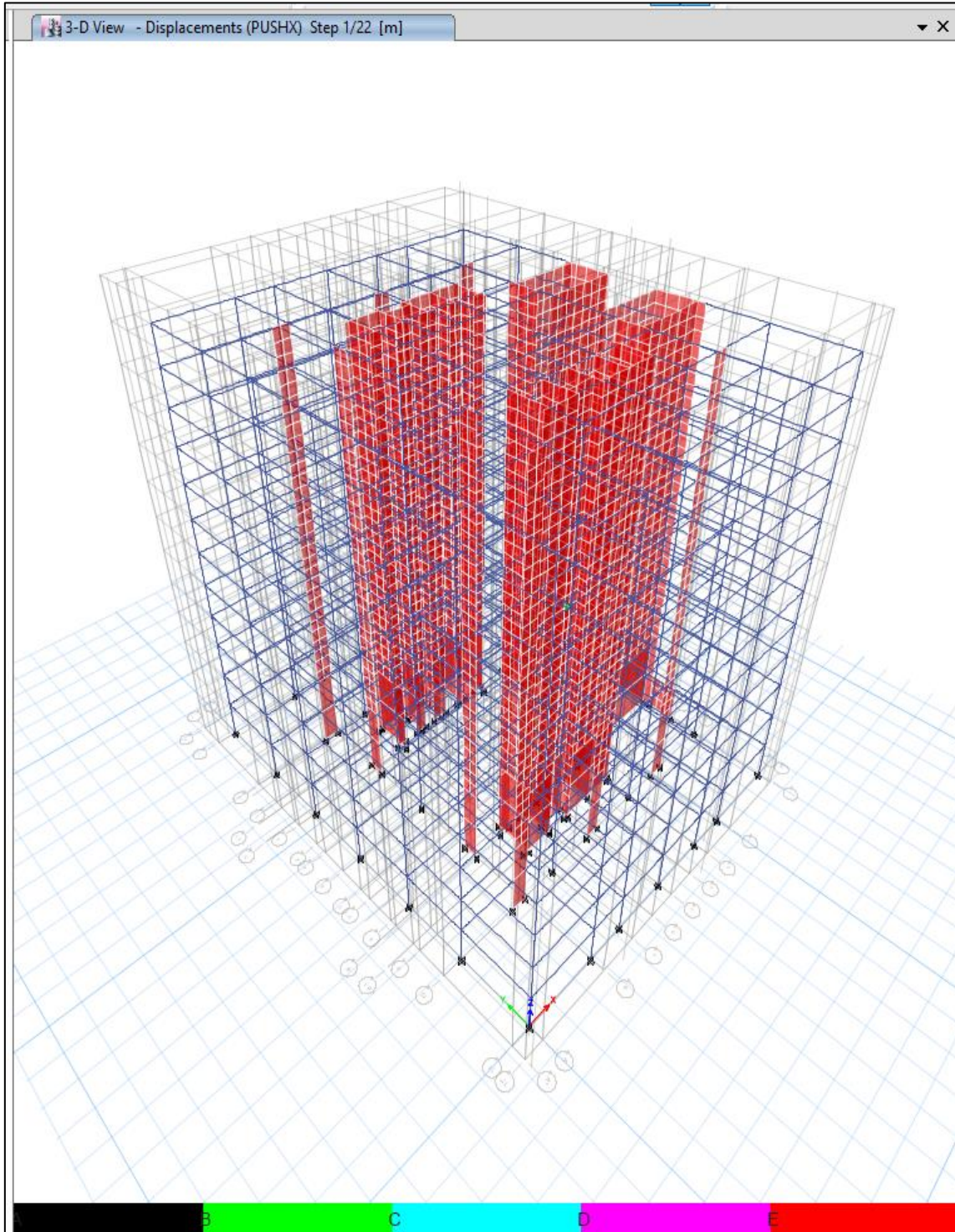

Cesar Augusto Rivera Giráldez
DNI: 72040577


Asesor de la Tesis: Ing. Heiner Soto Flórez

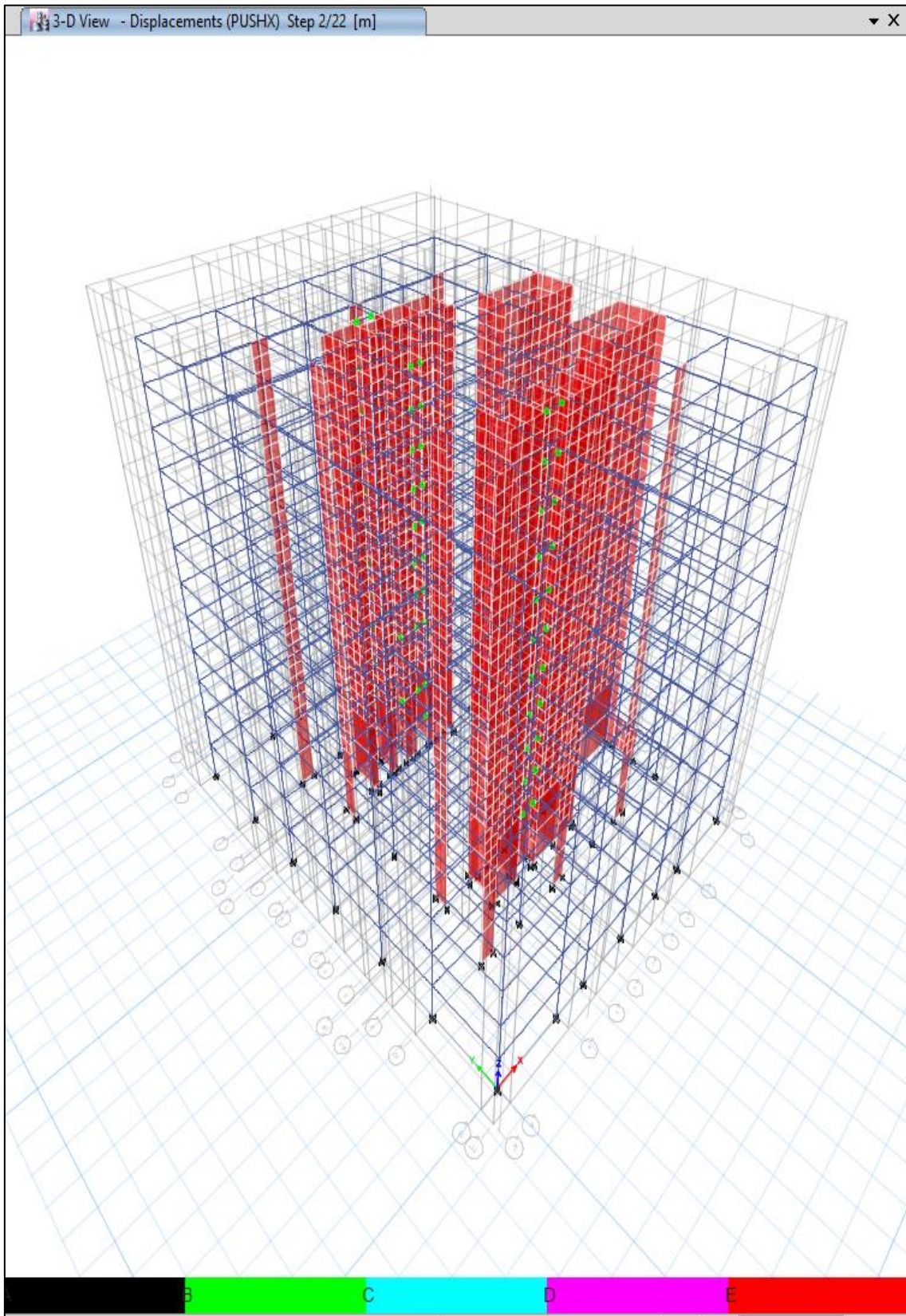
ANEXO 10

FORMACION DE ROTULAS PLASTICAS EN DIRECCION X-X

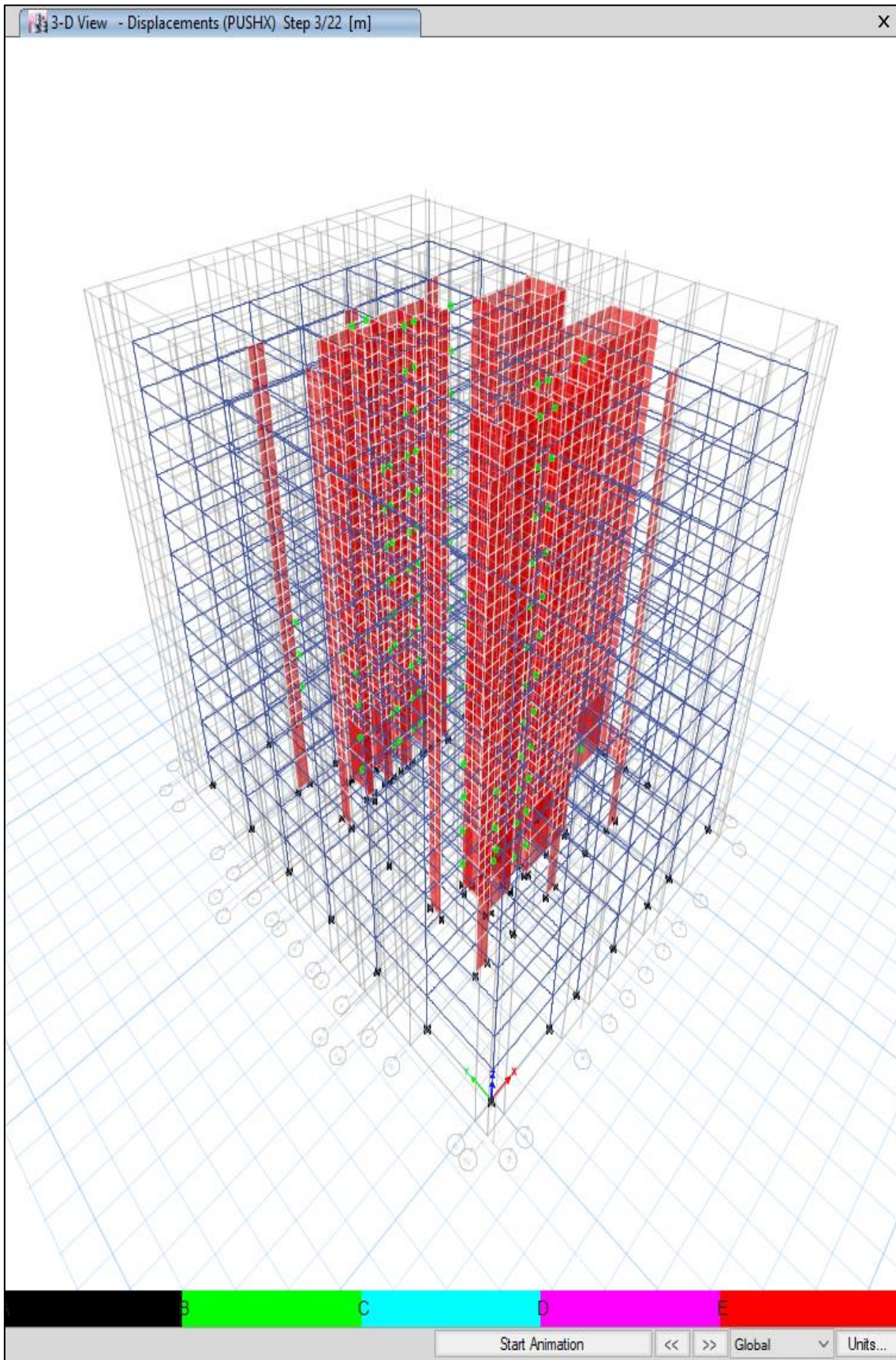
PASO 1-22



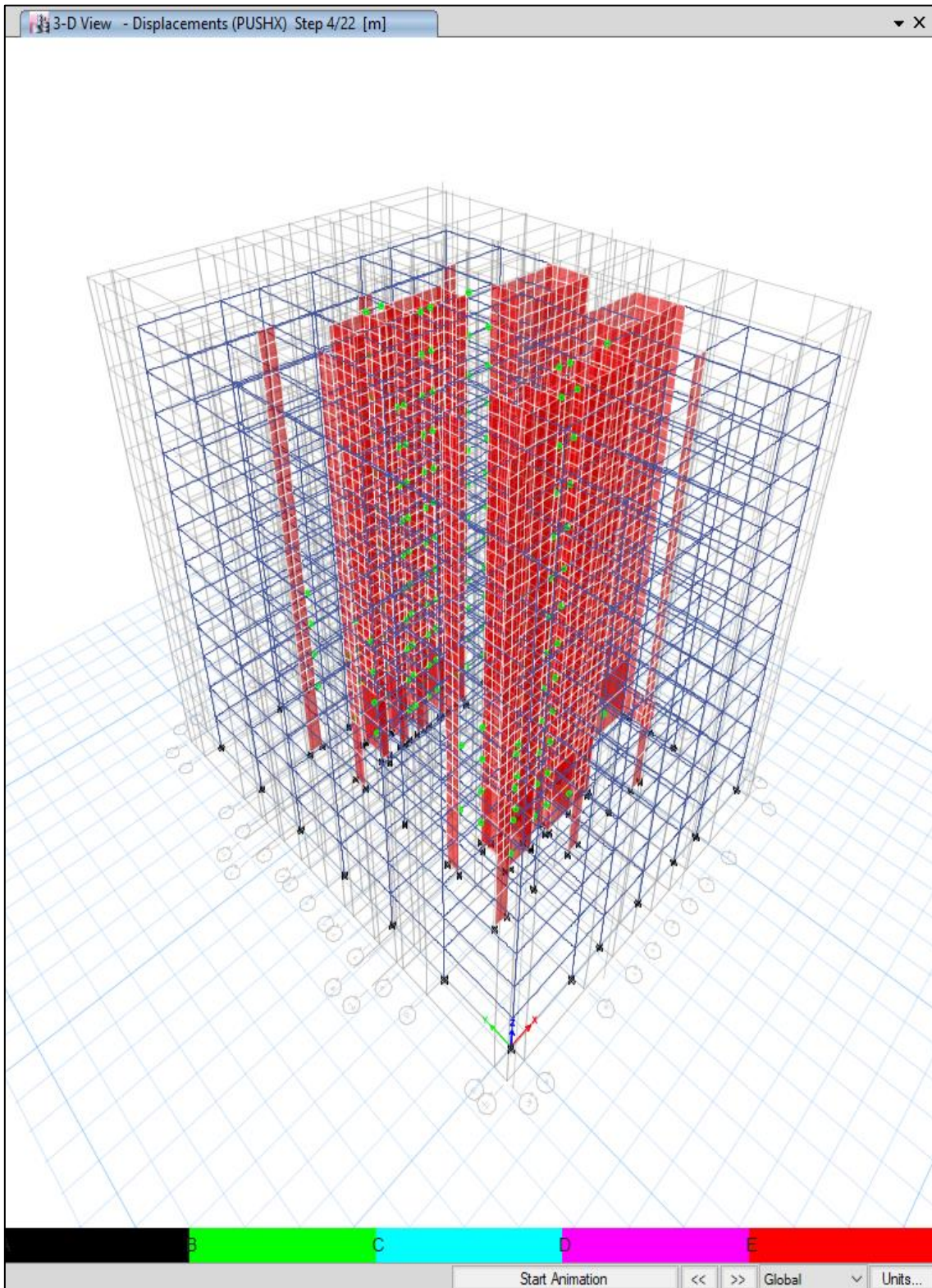
PASO 2-22



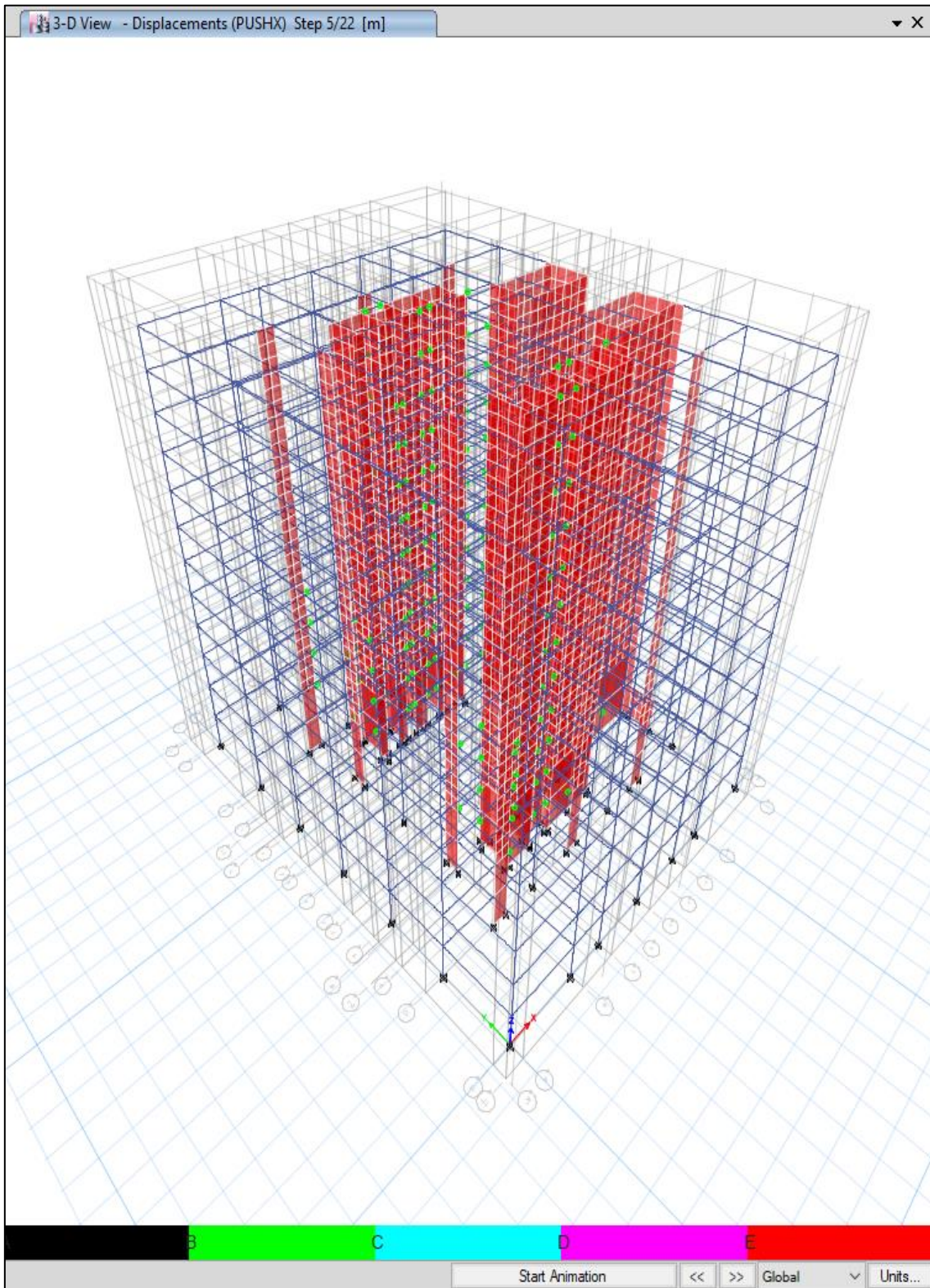
PASO 3-22



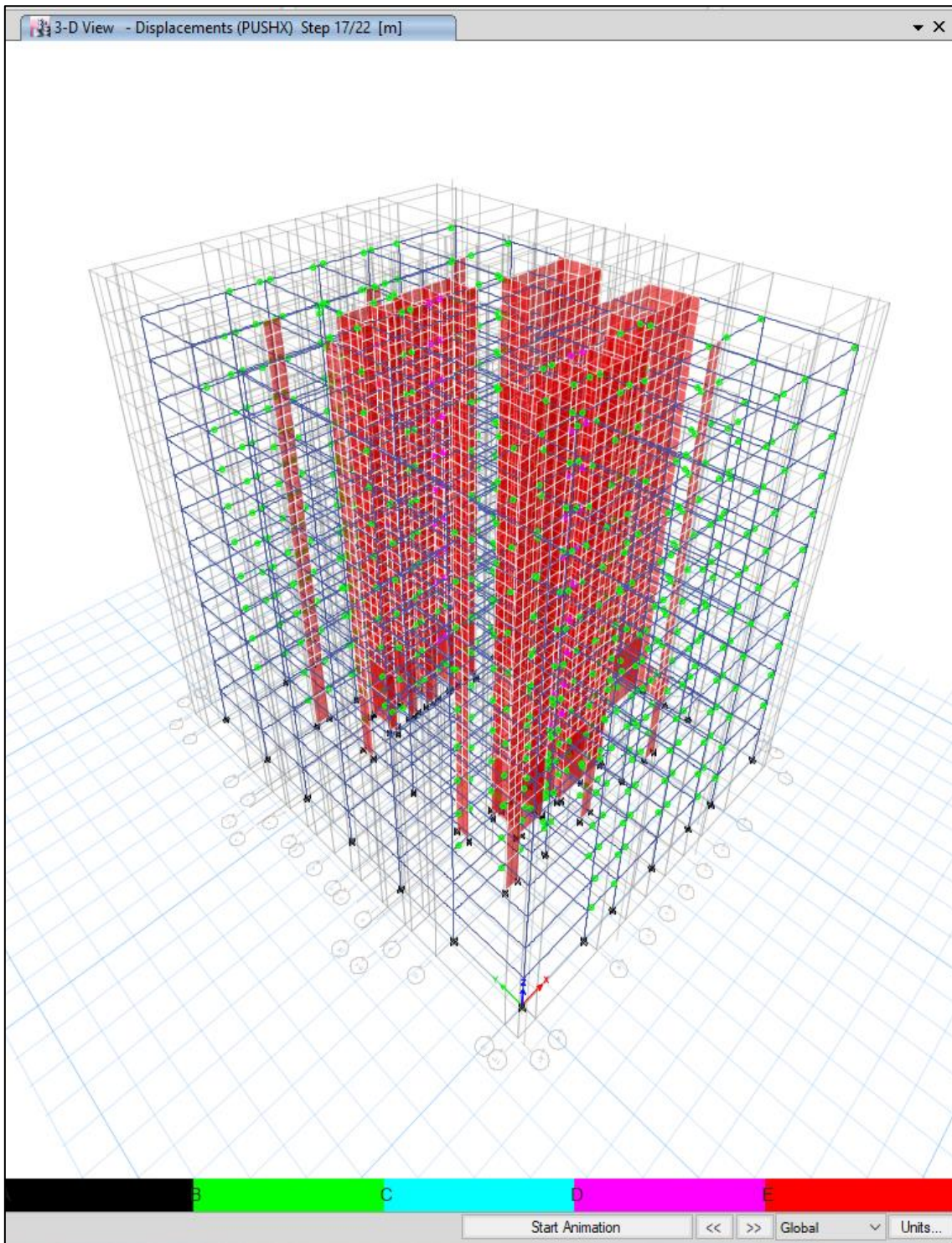
PASO 4-22



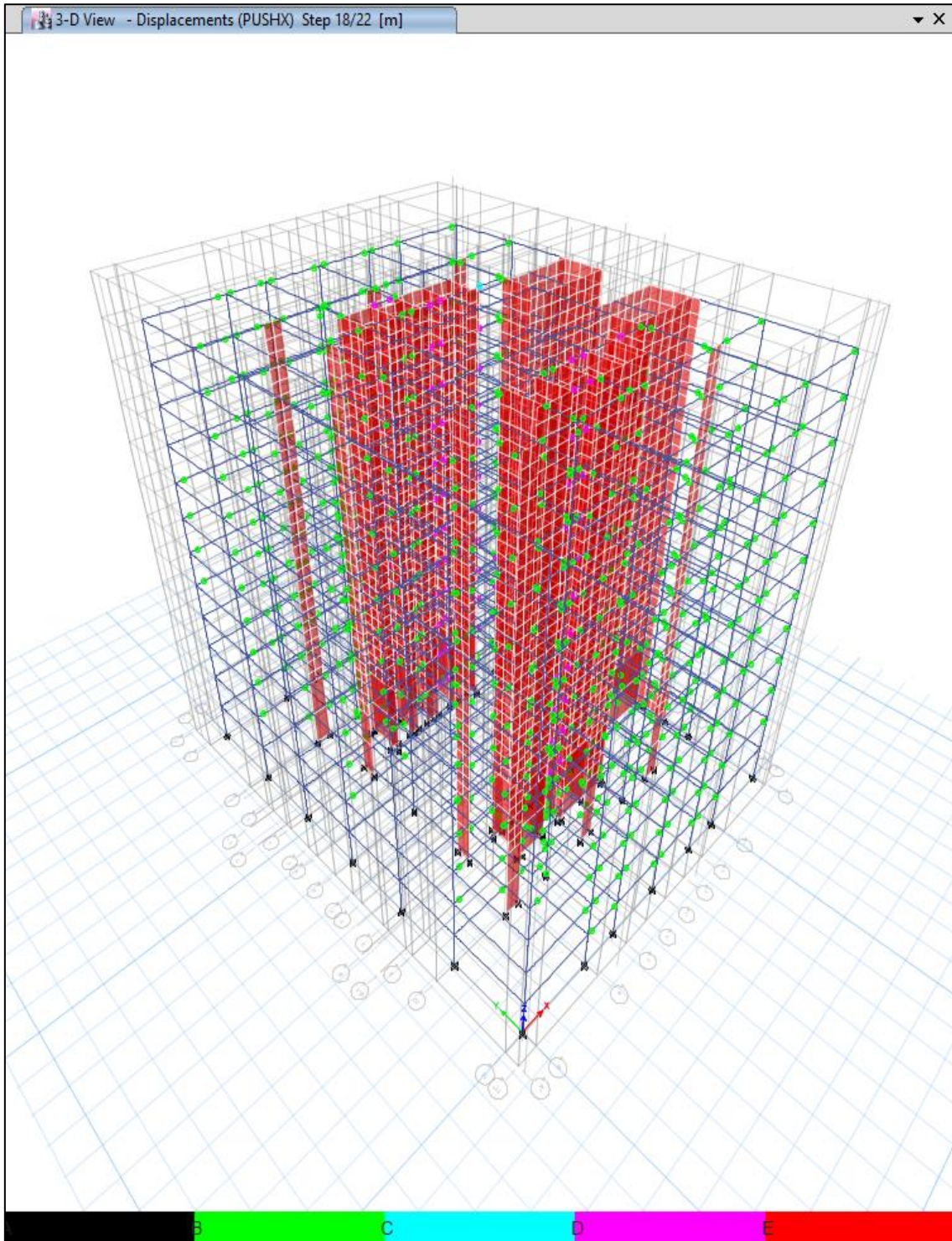
PASO 5-22



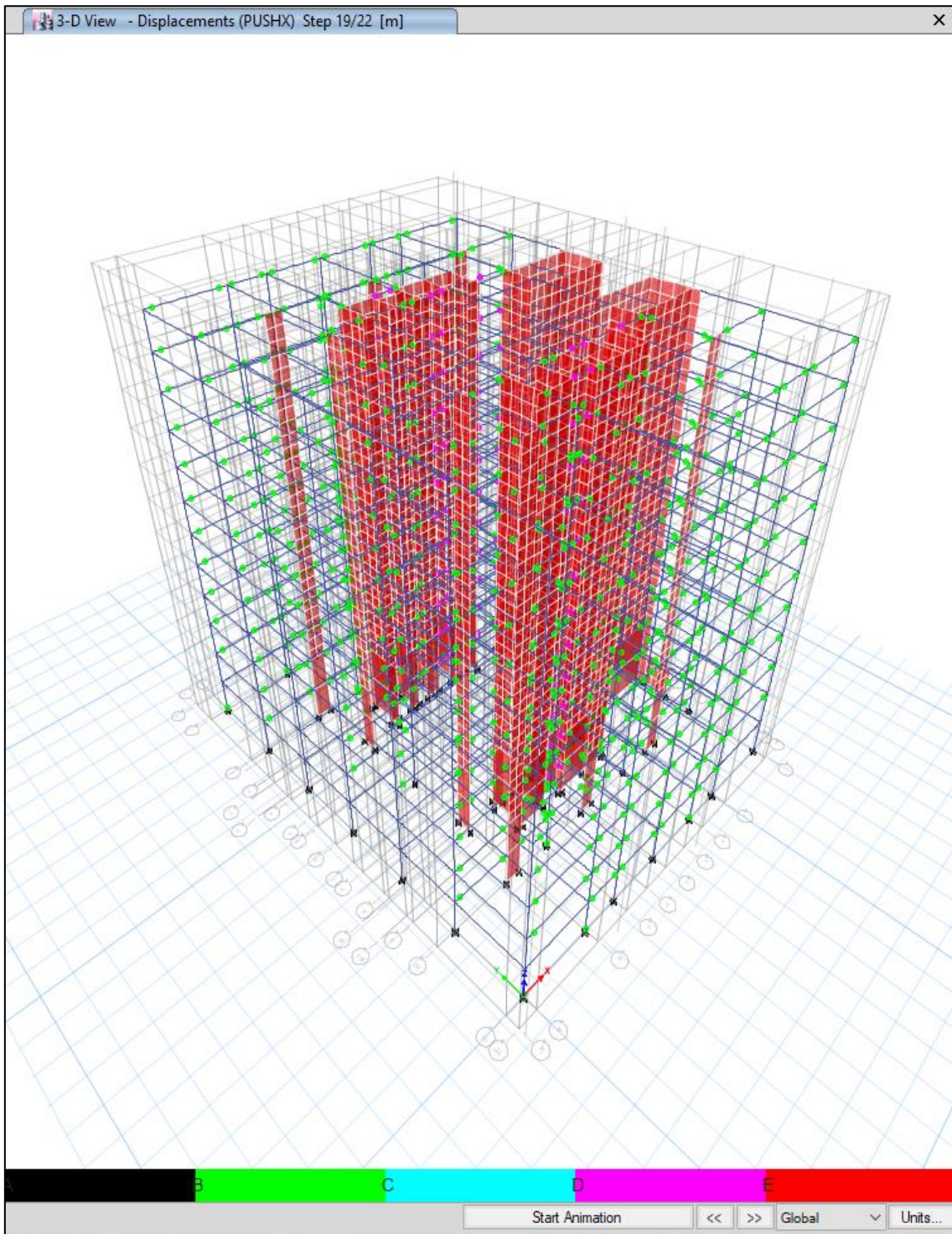
PASO 17-22



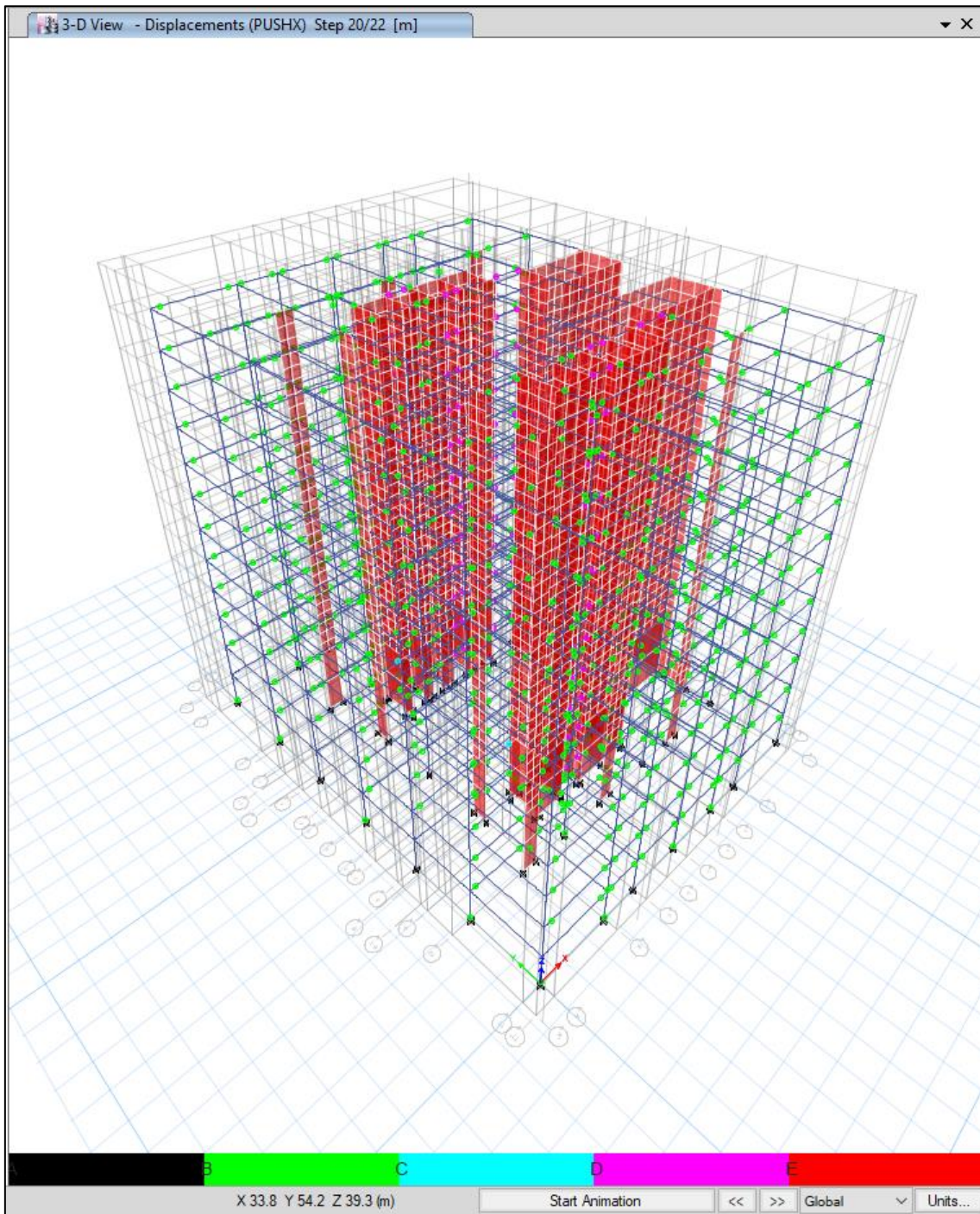
PASO 18-22



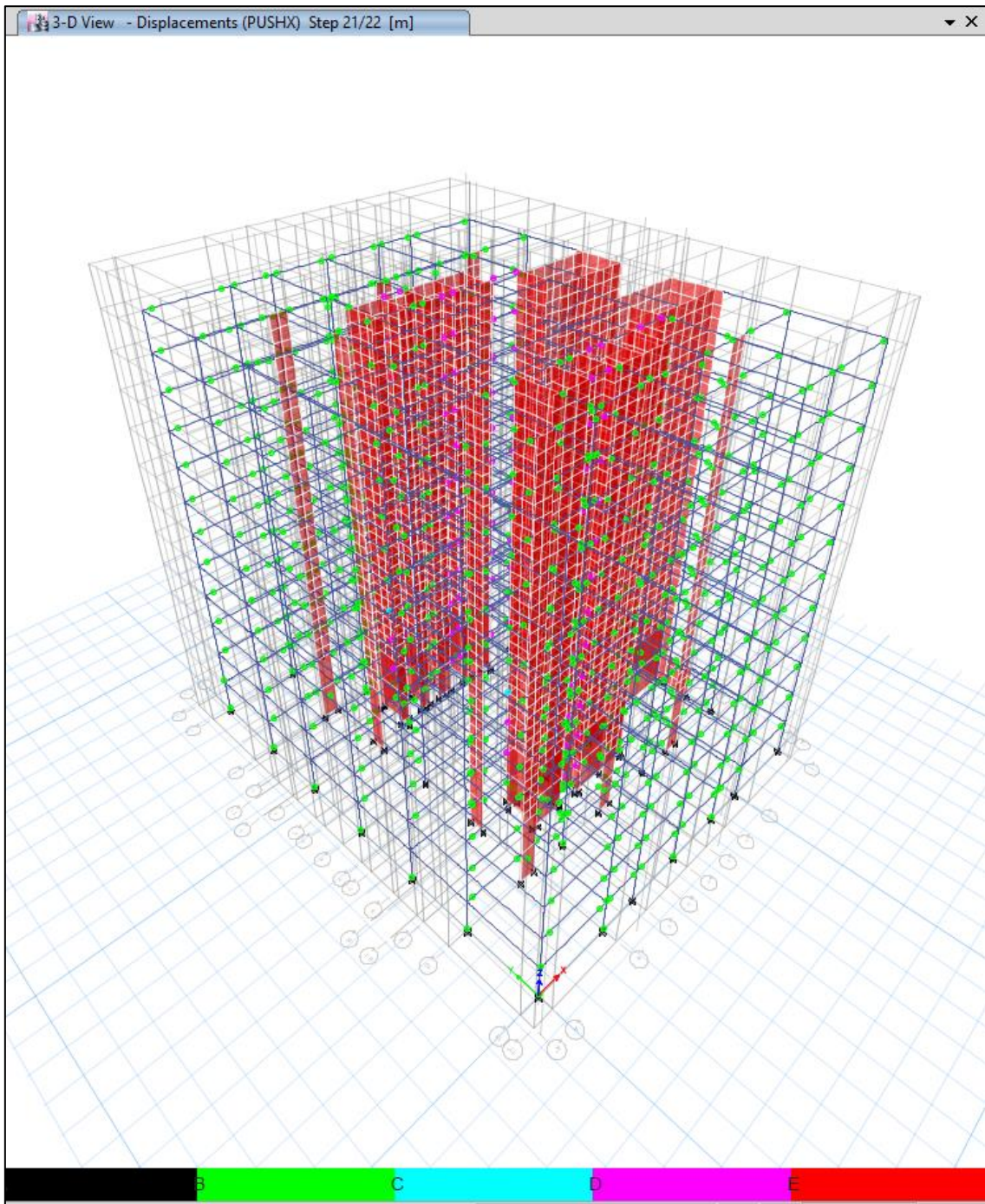
PASO 19-22



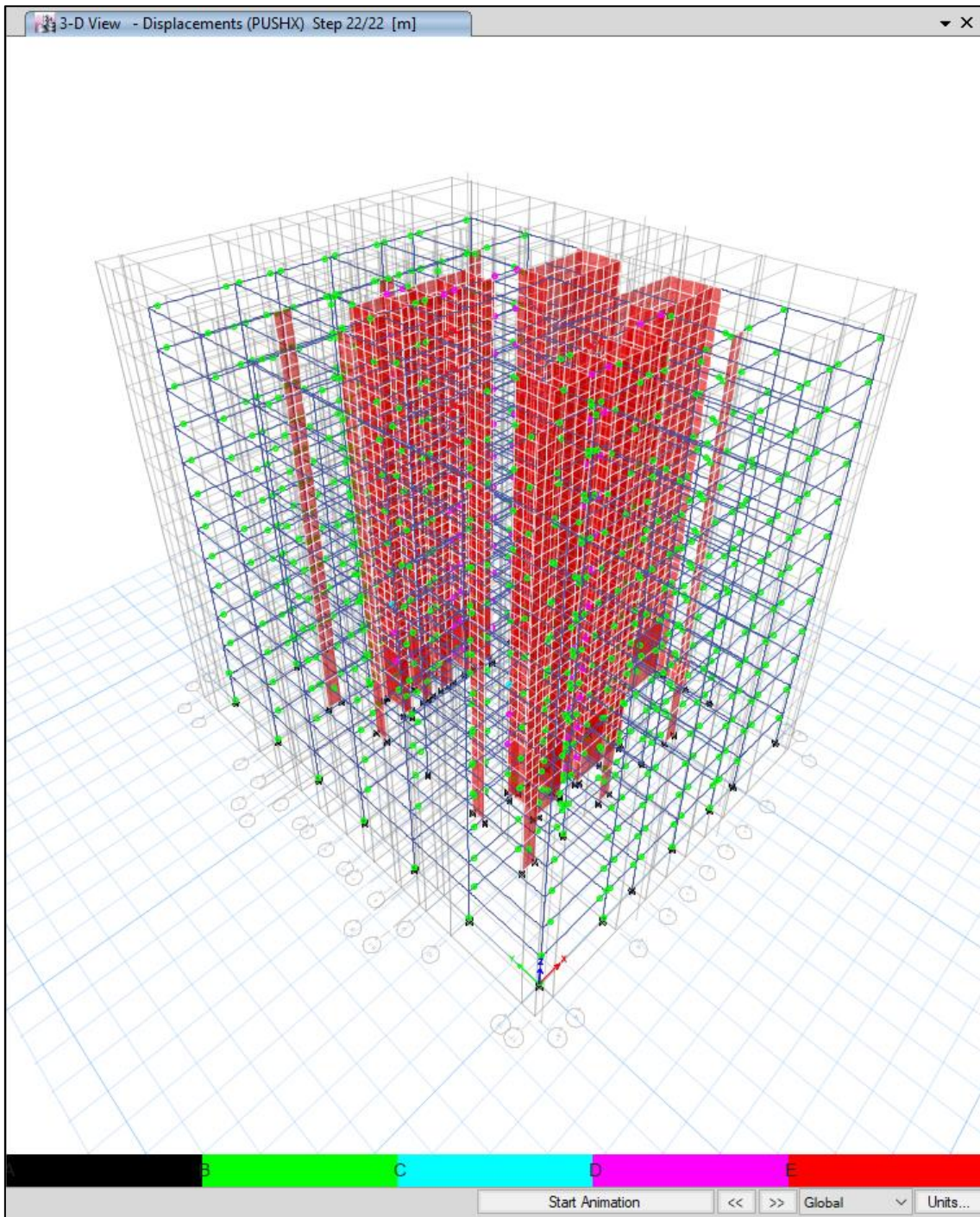
PASO 20-22



PASO 21-22



PASO 22-22



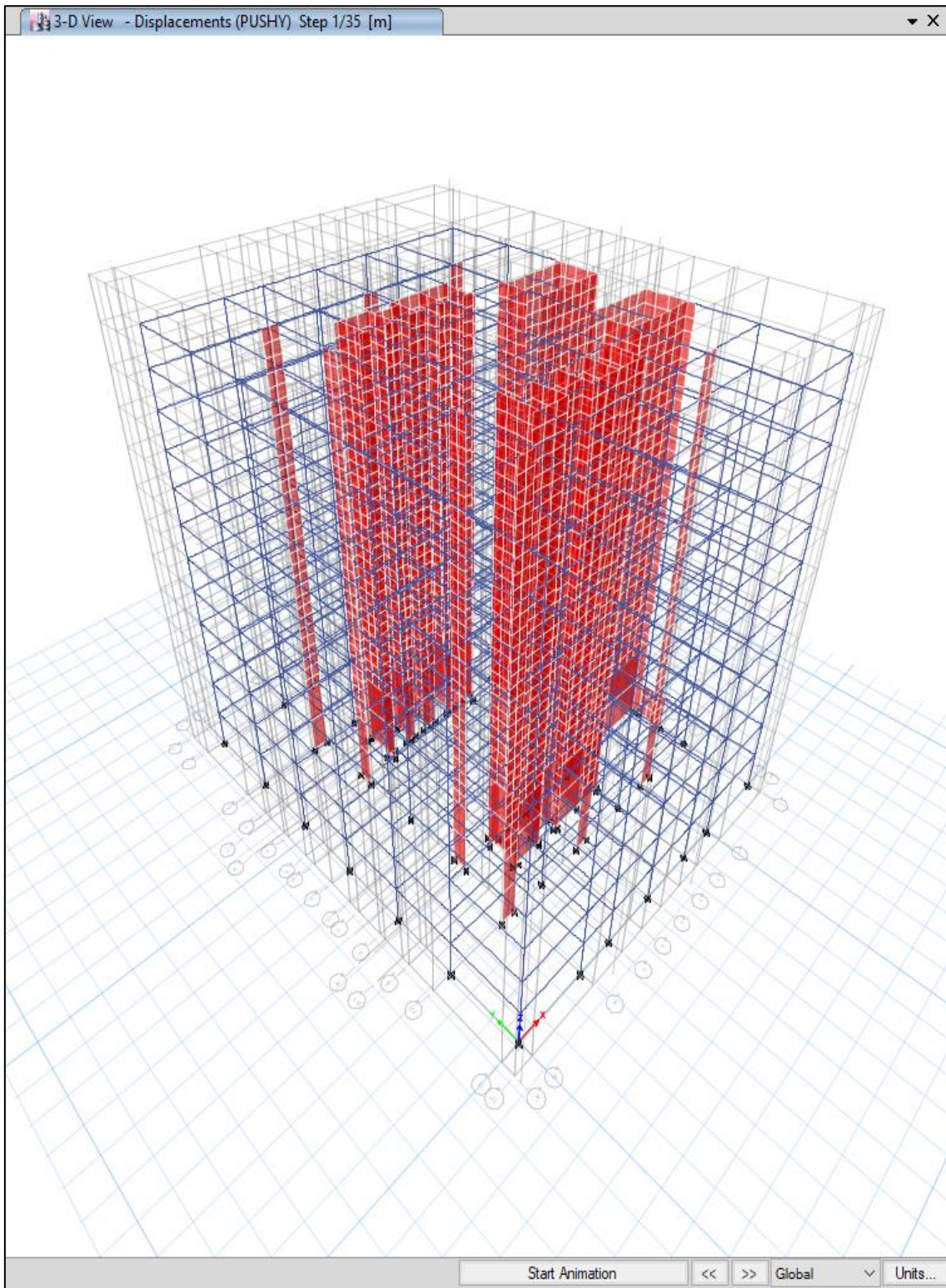


SECUENCIA DE PASOS DE CEDENCIA SUCESIVA PUSH - XX

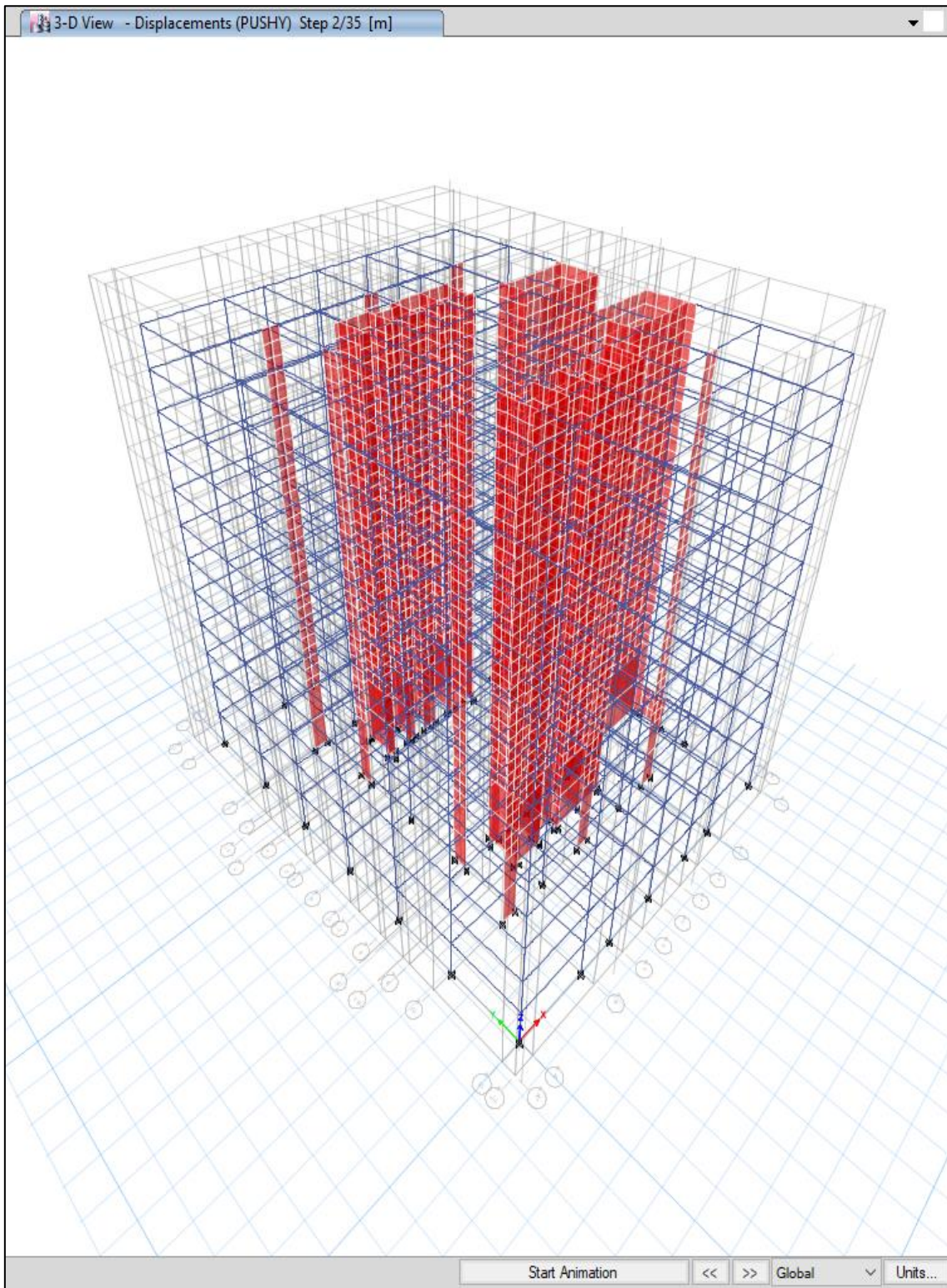
Step	Monitored Displ m	Base Force kgf	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
0	-0.001885	0	2612	0	0	0	0	2612	0	0	0	2612
1	0.037003	2058382.5	2610	2	0	0	0	2612	0	0	0	2612
2	0.052264	2528334.06	2524	88	0	0	0	2612	0	0	0	2612
3	0.100503	3273605.41	2427	185	0	0	0	2612	0	0	0	2612
4	0.109783	3388739.92	2392	220	0	0	0	2612	0	0	0	2612
5	0.10979	3387195.72	2392	220	0	0	0	2612	0	0	0	2612
6	0.150779	3765239.82	2202	410	0	0	0	2508	104	0	0	2612
7	0.162747	3838782.29	2162	450	0	0	0	2490	122	0	0	2612
8	0.162754	3838480.63	2162	450	0	0	0	2490	122	0	0	2612
9	0.163116	3840812.26	2158	454	0	0	0	2490	122	0	0	2612
10	0.163137	3840880.19	2158	454	0	0	0	2490	122	0	0	2612
11	0.164992	3849746.42	2150	462	0	0	0	2490	122	0	0	2612
12	0.168644	3860195.75	2121	491	0	0	0	2490	122	0	0	2612
13	0.197894	4014345.95	1909	703	0	0	0	2470	142	0	0	2612
14	0.245185	4163935.83	1768	797	11	36	0	2443	133	36	0	2612
15	0.245185	4163935.86	1768	797	0	47	0	2443	132	37	0	2612
16	0.256692	4190425.38	1741	795	5	71	0	2428	113	71	0	2612
17	0.256692	4190425.41	1741	795	0	76	0	2428	112	72	0	2612
18	0.304813	4275942.26	1647	845	1	119	0	2364	129	119	0	2612
19	0.352085	4332693.07	1571	899	0	142	0	2225	245	142	0	2612
20	0.41059	4389637.46	1541	925	2	144	0	2085	383	144	0	2612
21	0.430035	4407729.75	1530	932	2	143	5	2029	435	148	0	2612
22	0.424315	4179644.52	1527	935	2	118	30	2008	456	125	23	2612

FORMACION DE ROTULAS PLASTICAS EN DIRECCION Y-Y

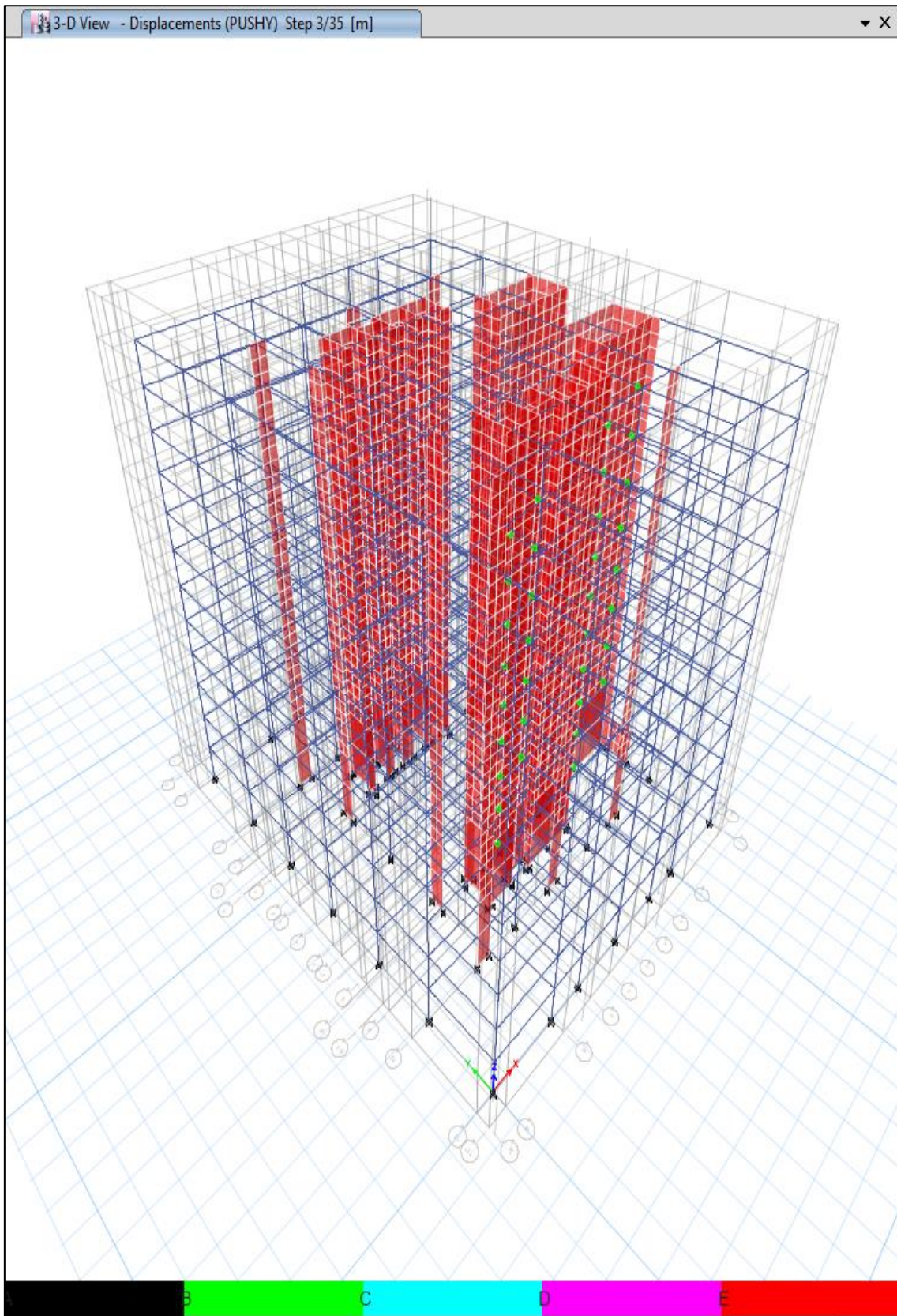
PASO 1-35



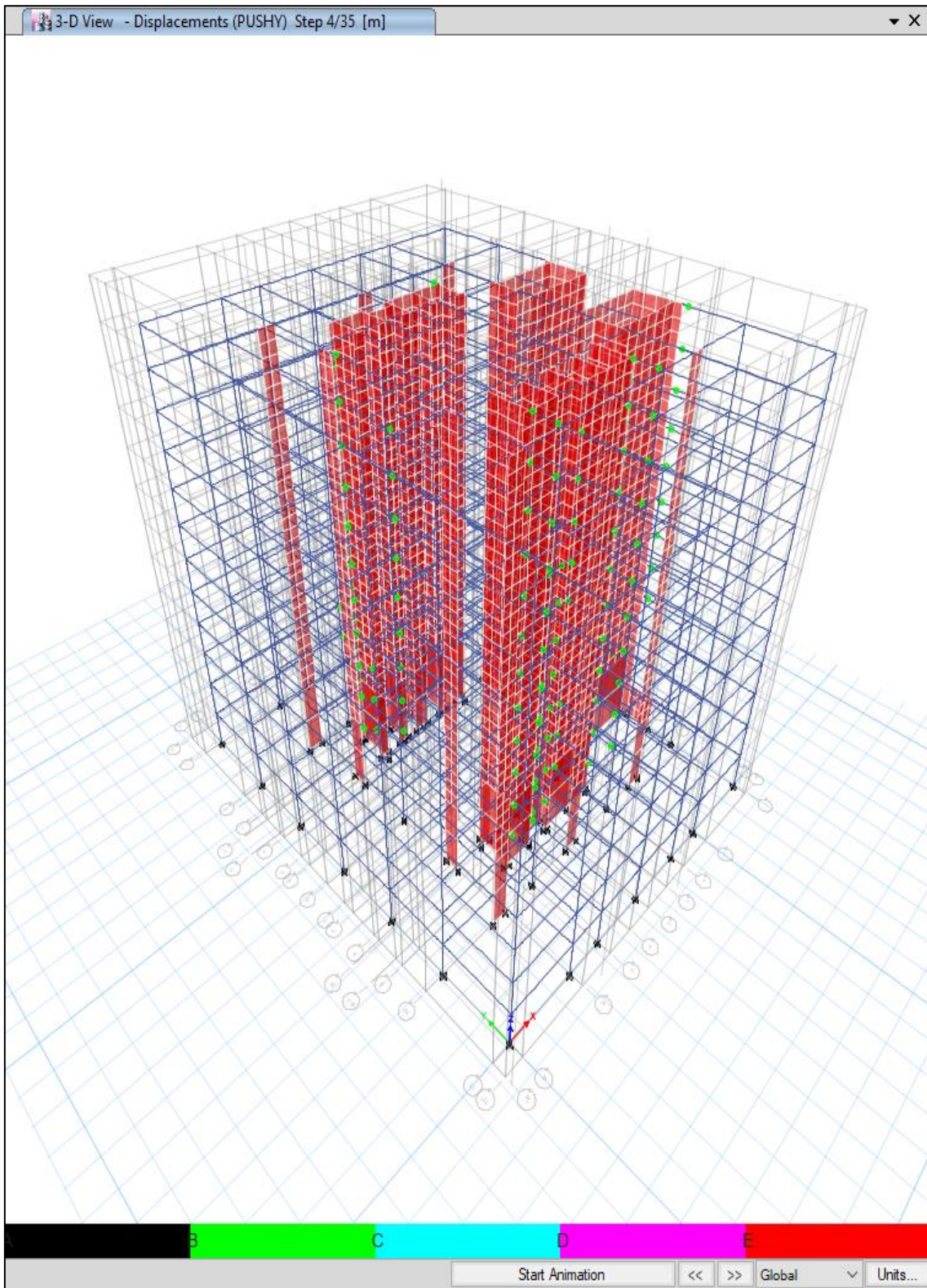
PASO 2-35



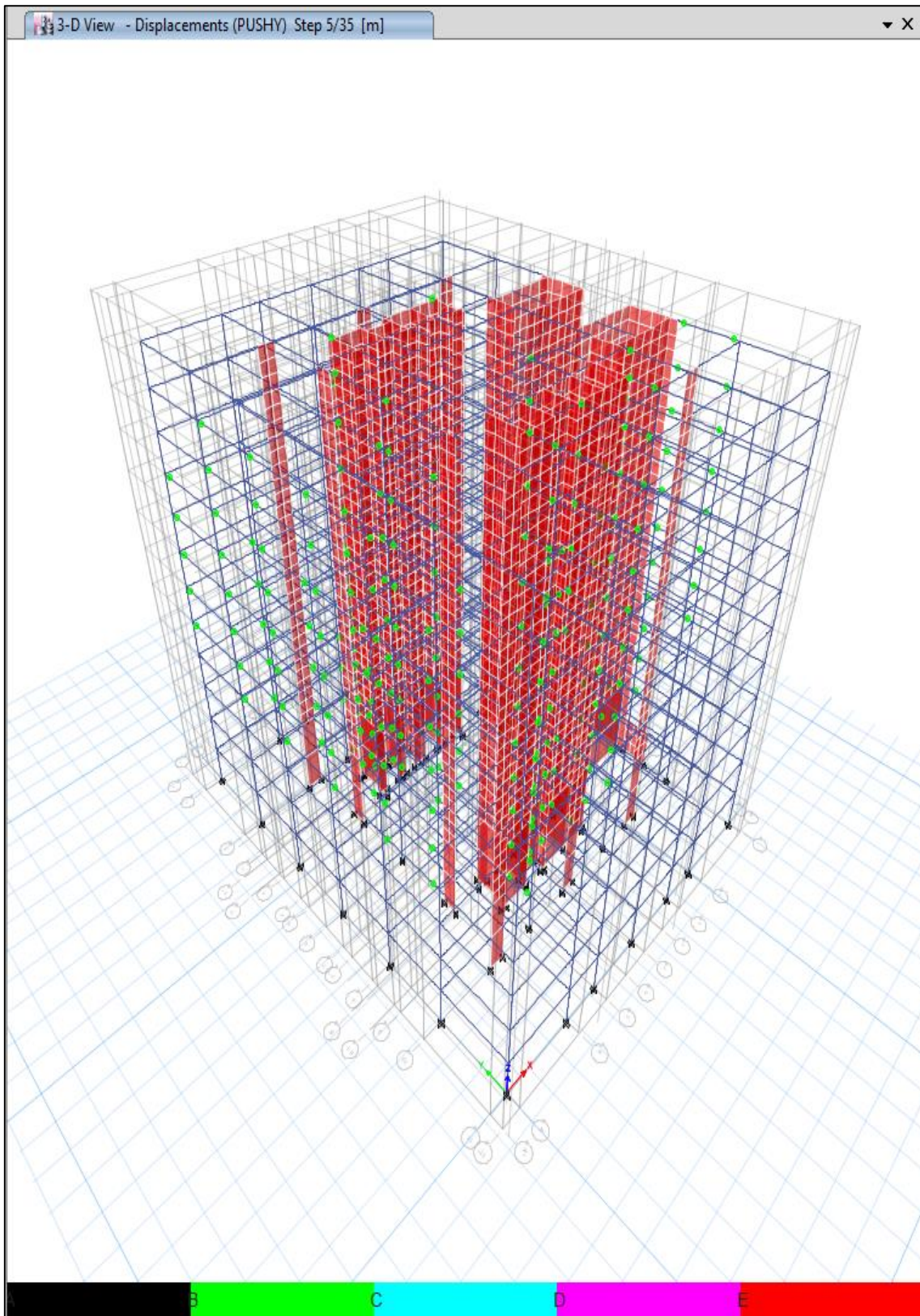
PASO 3-35



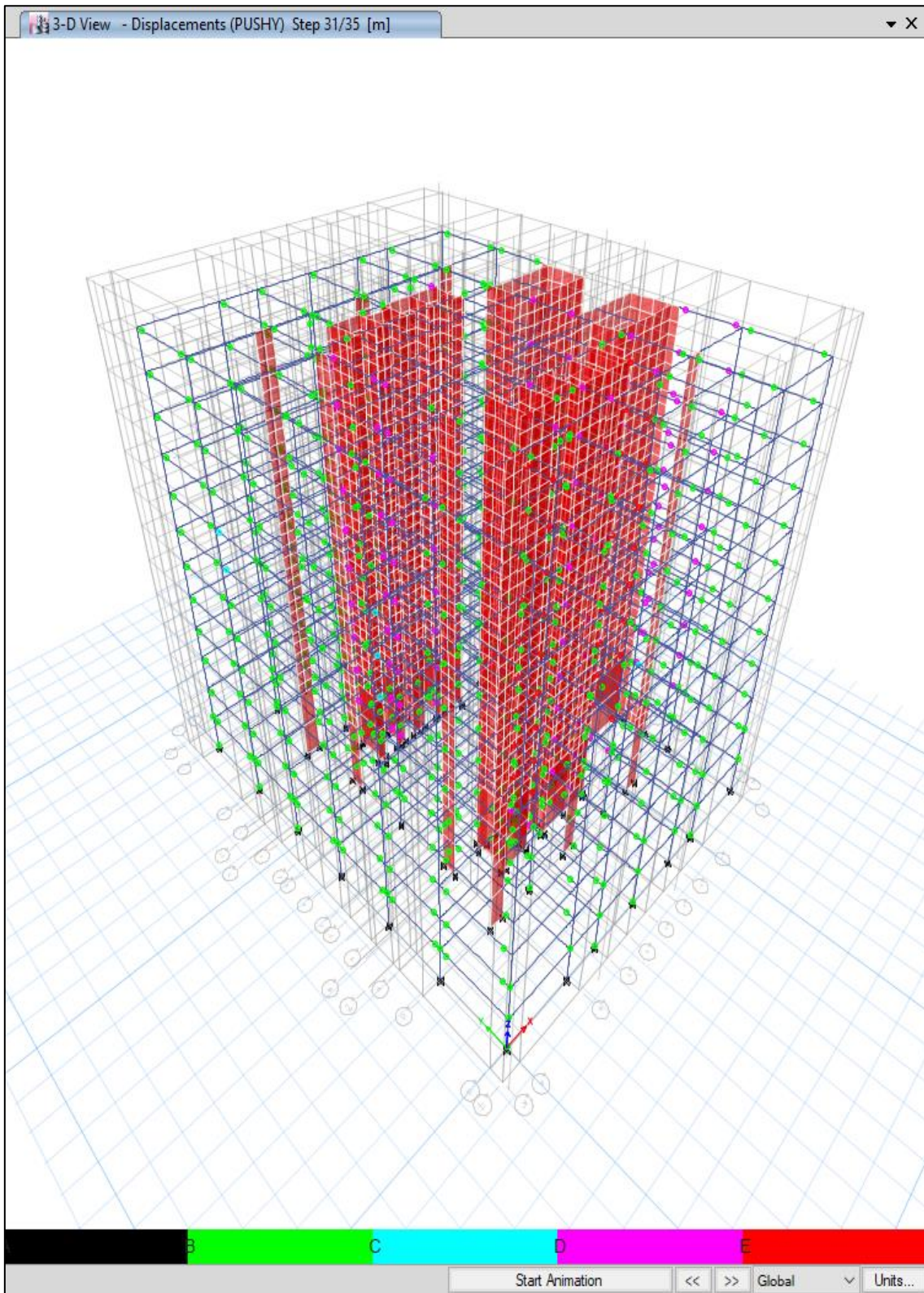
PASO 4-35



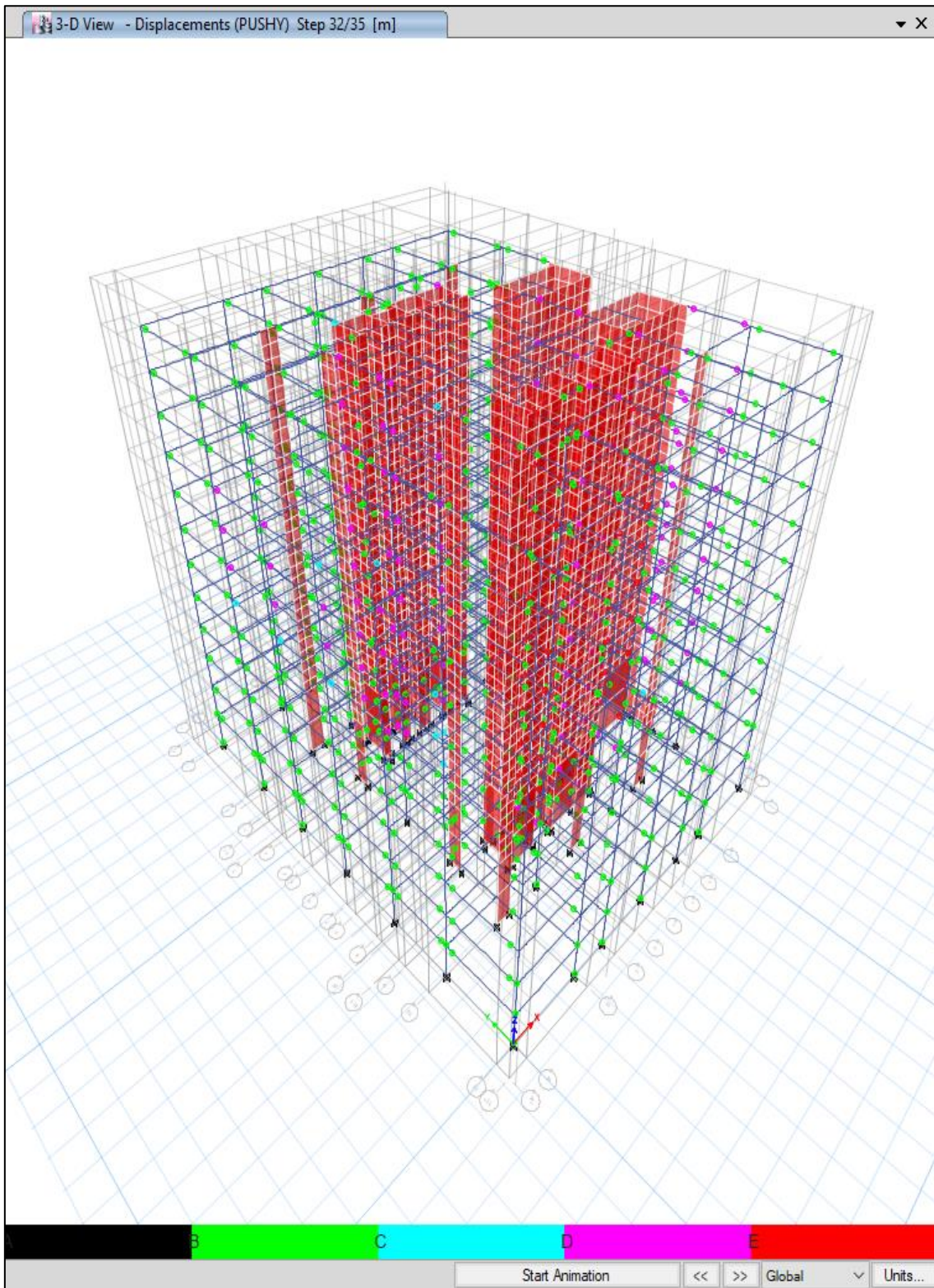
PASO 5-35



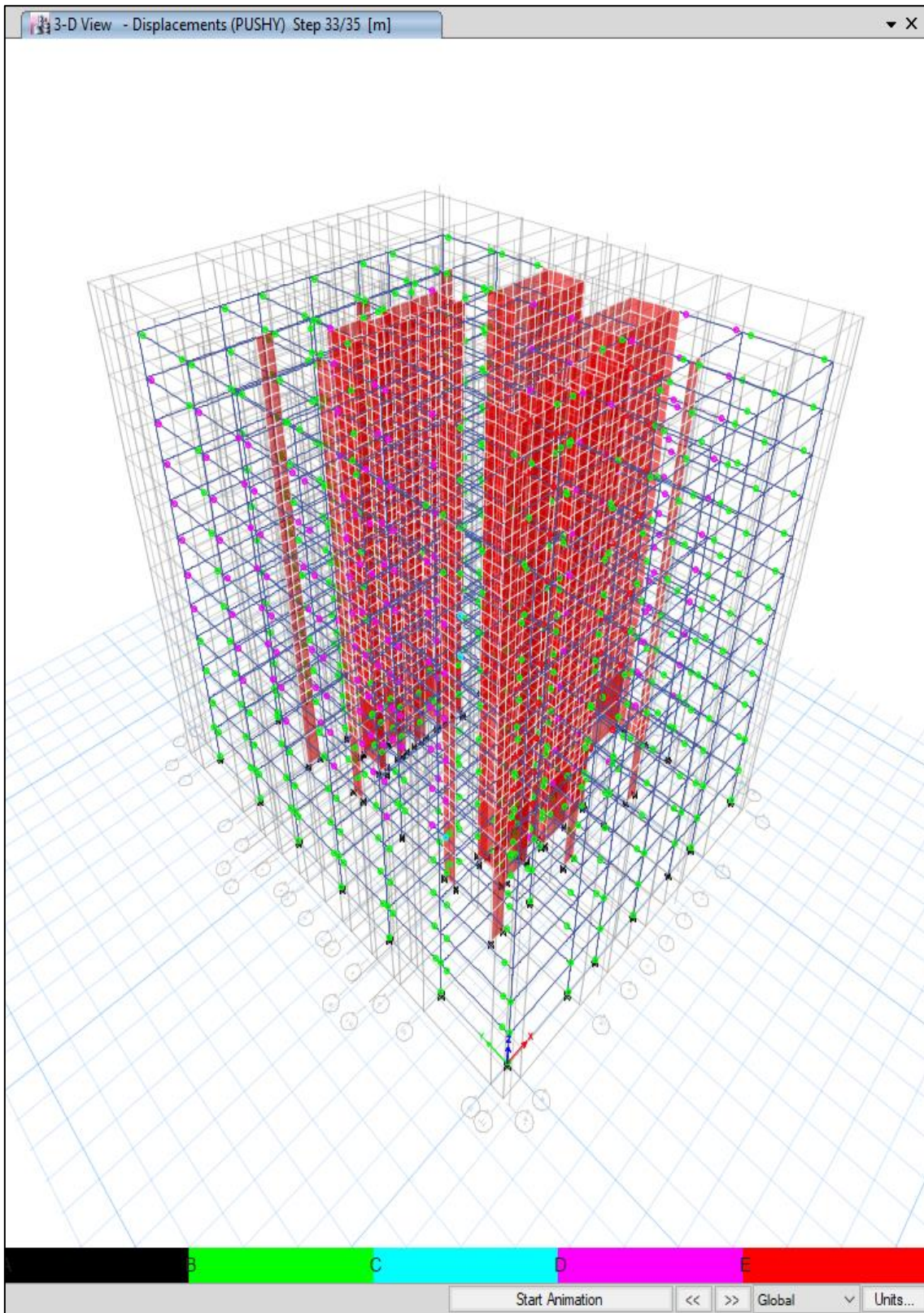
PASO 31-35



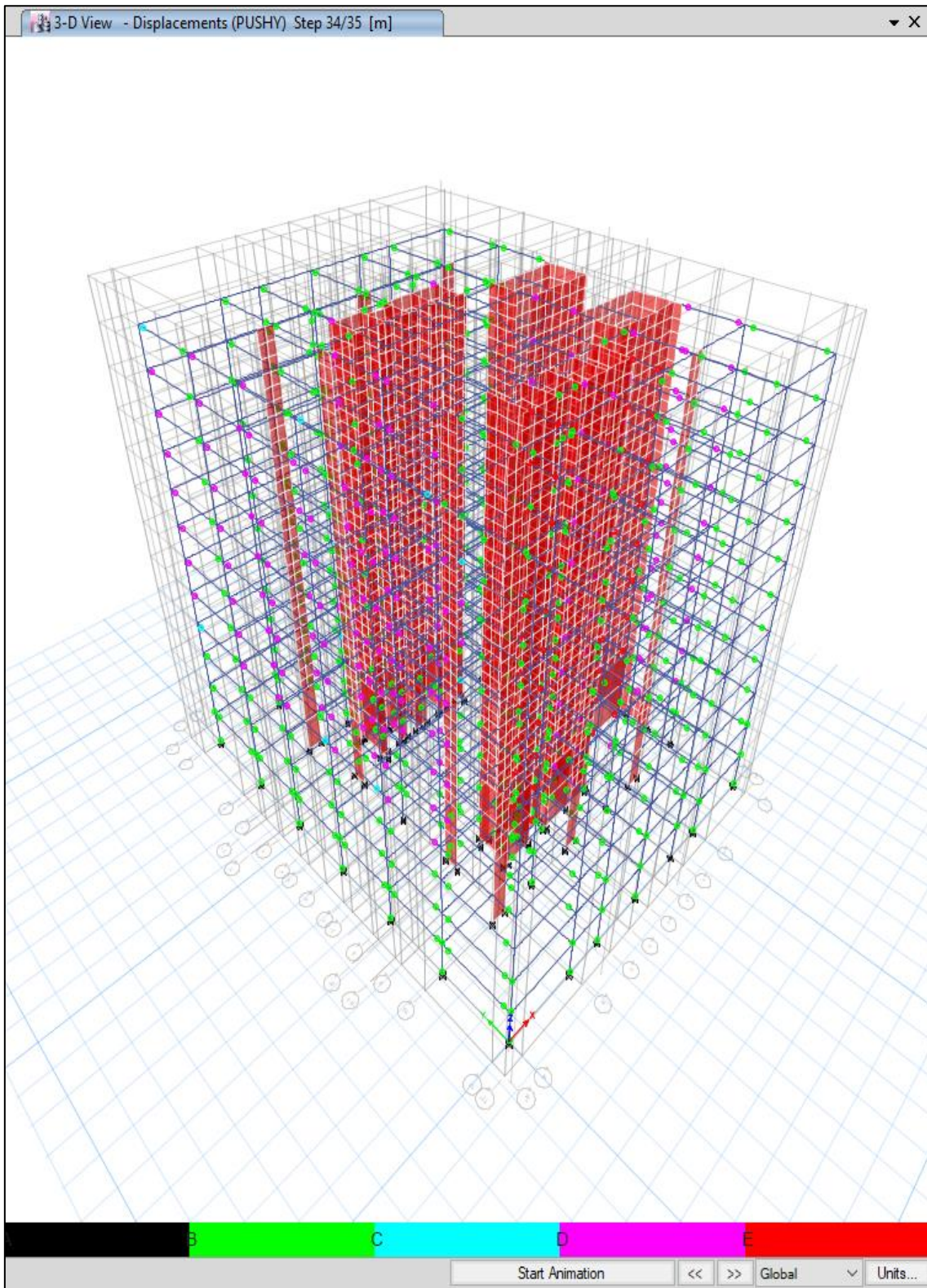
PASO 32-35



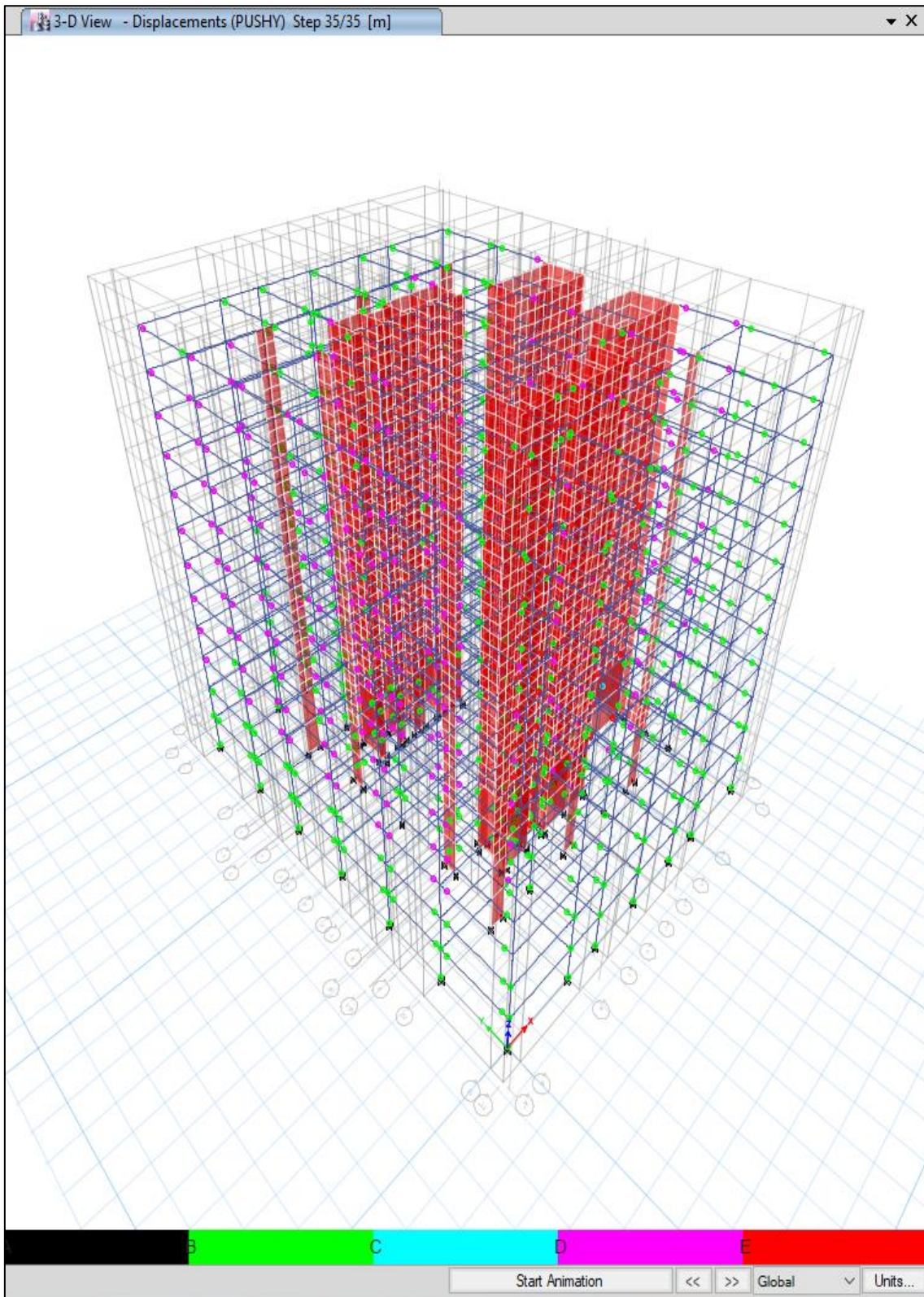
PASO 33-35



PASO 34-35



PASO 35-35





SECUENCIA DE PASOS DE CEDENCIA SUCESIVA PUSH - YY

Step	Displacement	Base Force	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
	m	kgf										
0	0.000052	0	2612	0	0	0	0	2612	0	0	0	2612
1	0.063385	917344.54	2612	0	0	0	0	2612	0	0	0	2612
2	0.069551	1002049.2	2612	0	0	0	0	2612	0	0	0	2612
3	0.133055	1747315.5	2574	38	0	0	0	2612	0	0	0	2612
4	0.198076	2221566.8	2474	138	0	0	0	2612	0	0	0	2612
5	0.224604	2385660.1	2348	264	0	0	0	2612	0	0	0	2612
6	0.224613	2385882.4	2348	264	0	0	0	2612	0	0	0	2612
7	0.288972	2689589.5	2184	428	0	0	0	2577	35	0	0	2612
8	0.352403	2944650.4	2030	582	0	0	0	2568	44	0	0	2612
9	0.41605	3143961.1	1897	715	0	0	0	2502	110	0	0	2612
10	0.482869	3317481.2	1776	815	4	17	0	2363	232	17	0	2612
11	0.549017	3457788	1705	865	0	42	0	2255	315	42	0	2612
12	0.615508	3585345.1	1671	891	0	50	0	2144	418	50	0	2612
13	0.684117	3711127.7	1646	880	4	82	0	2022	508	82	0	2612
14	0.724004	3782547	1631	873	2	103	3	1975	531	106	0	2612
15	0.724071	3734474.8	1631	873	0	101	7	1969	536	100	7	2612
16	0.736382	3760138.8	1626	867	5	106	8	1954	544	107	7	2612
17	0.736391	3752476.6	1626	867	5	106	8	1954	544	106	8	2612
18	0.736401	3752178.9	1626	867	3	108	8	1954	544	106	8	2612
19	0.737755	3756177.1	1626	865	4	109	8	1953	544	107	8	2612
20	0.740488	3760786.5	1626	865	0	110	11	1950	544	110	8	2612
21	0.740784	3721588.6	1625	865	1	106	15	1949	545	103	15	2612
22	0.746864	3734335.7	1625	862	1	108	16	1937	551	109	15	2612
23	0.746873	3726838.9	1625	861	0	110	16	1937	551	108	16	2612
24	0.780031	3786727.5	1615	831	12	136	18	1879	578	138	17	2612
25	0.780041	3780346.5	1615	831	12	136	18	1879	578	136	19	2612
26	0.784965	3794331	1612	833	1	144	22	1877	578	137	20	2612
27	0.78989	3780996.9	1612	829	4	143	24	1872	572	144	24	2612
28	0.794814	3789848.2	1612	823	6	146	25	1868	572	147	25	2612
29	0.799739	3776839.5	1610	822	0	147	33	1867	565	149	31	2612
30	0.804663	3756275.4	1609	821	2	143	37	1864	567	143	38	2612
31	0.814512	3774450	1608	816	6	144	38	1861	568	145	38	2612
32	0.824361	3784196.6	1604	798	14	157	39	1853	562	157	40	2612
33	0.871861	3857947.8	1590	743	4	233	42	1823	513	233	43	2612
34	0.879778	3863407.1	1589	727	12	241	43	1821	505	242	44	2612
35	0.942104	3966711.7	1573	668	5	316	50	1800	458	309	45	2612

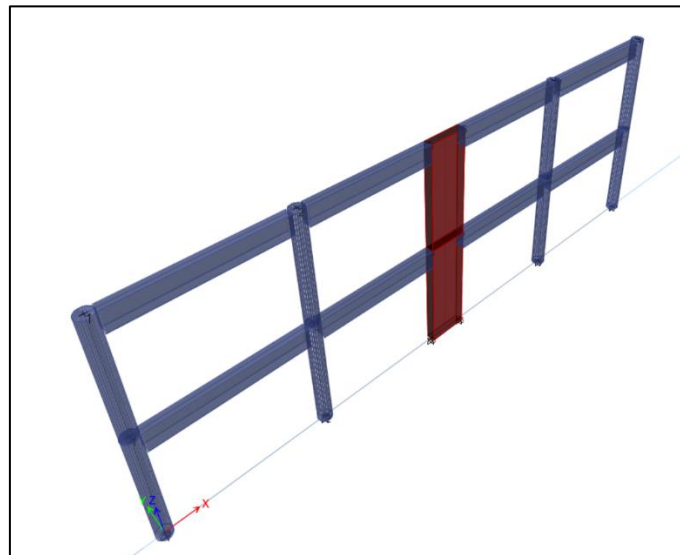
ANEXO 11

PORTICO EN ESTUDIO

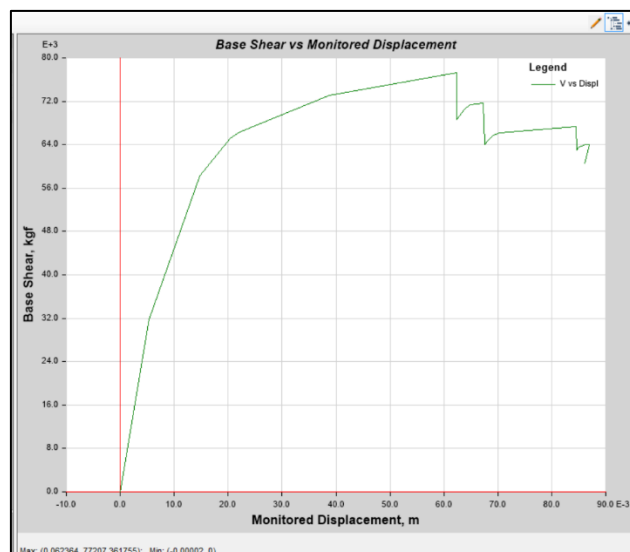
Como un tema adicional a la presente investigación y con fines educativos, se realizó el cálculo manual de los coeficientes para obtener el desplazamiento objetivo con el método de coeficientes.

Se presente el proceso de cálculo, realizado por los investigadores para dar credibilidad a los datos obtenidos del programa. Se propuso como ejemplo de análisis, un pórtico de 02 niveles como se muestra a continuación:

PORTICO DE DOS NIVELES

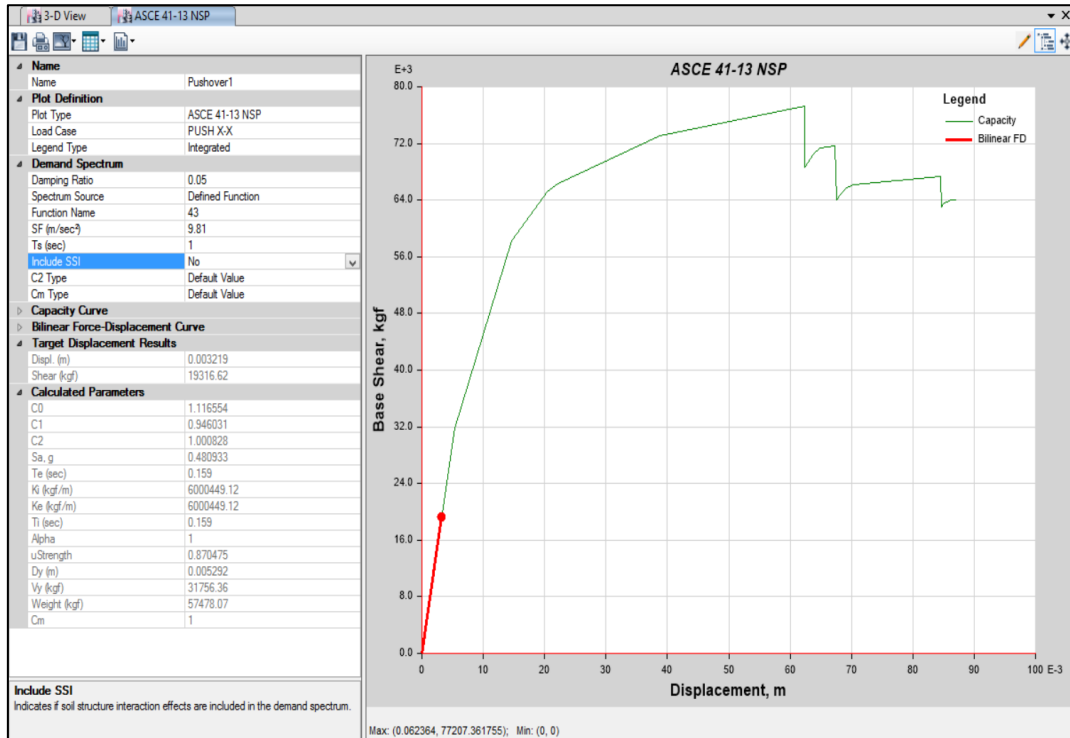


CURVA PUSH OVER EN X-X

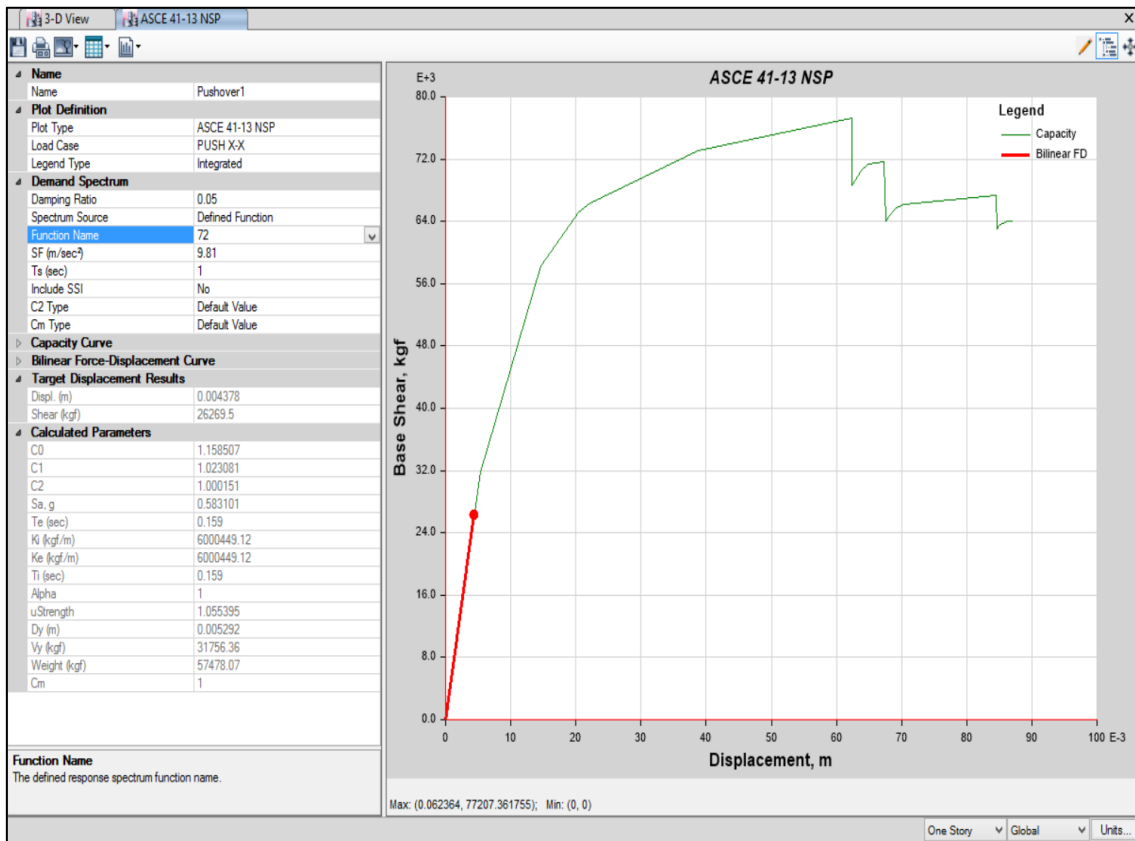


VALORES OBTENIDOS EN EL SOFTWARE

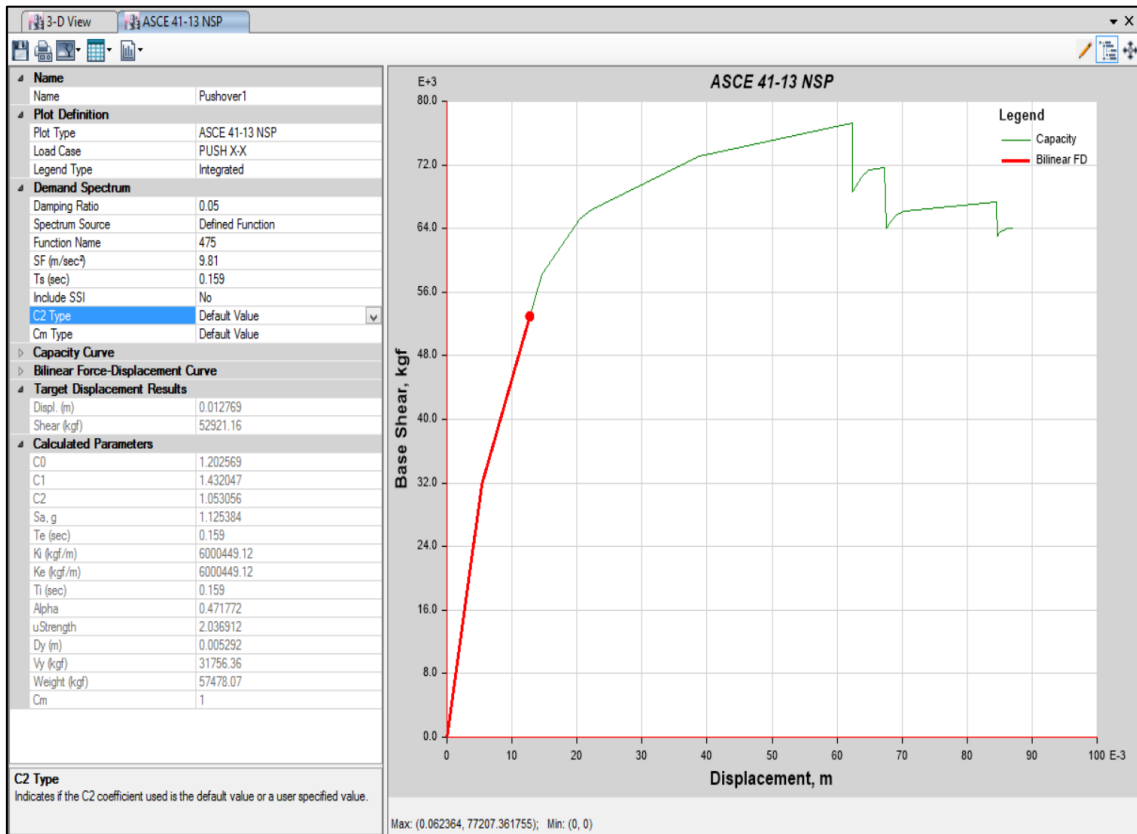
SISMO DE SERVICIO (T=43 AÑOS)



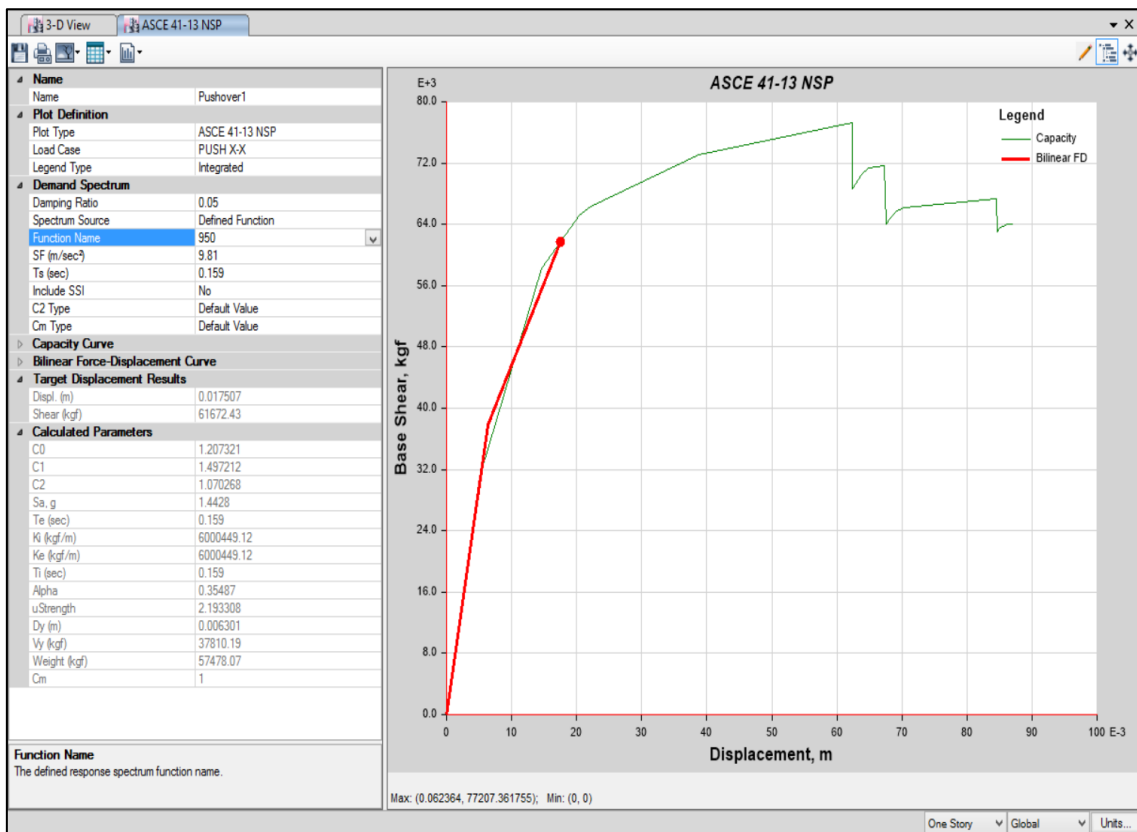
SISMO DE OCASIONAL (T=72 AÑOS)



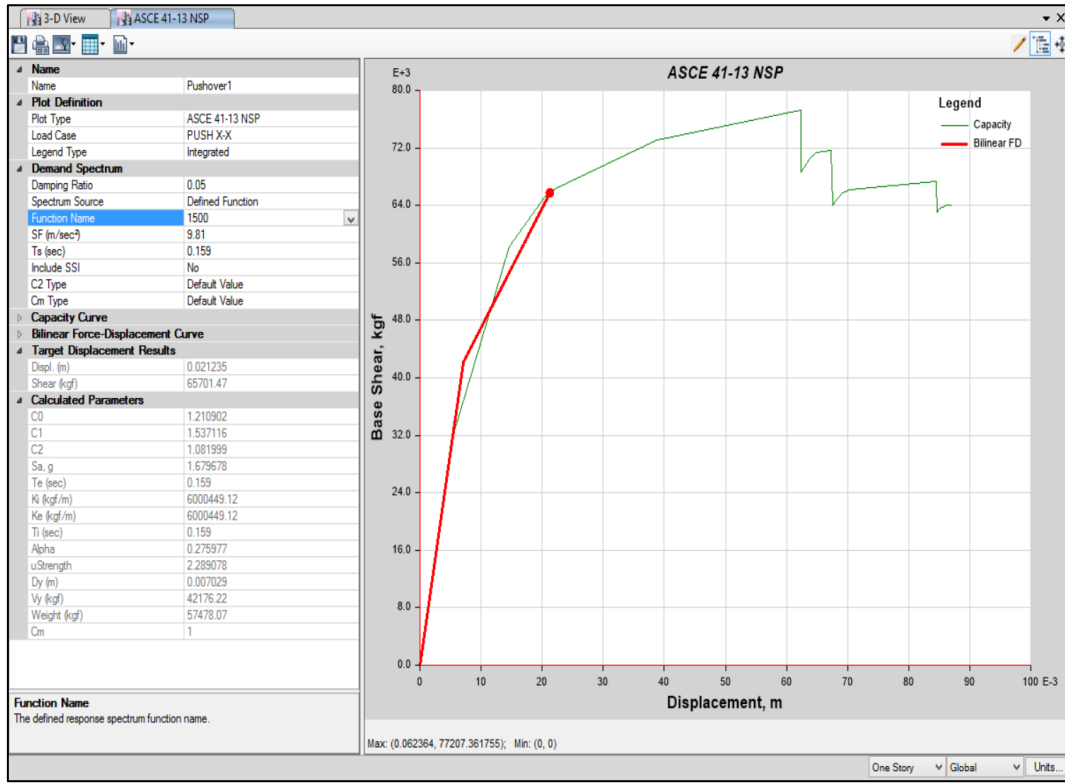
SISMO DE DISEÑO (T= 475 AÑOS)



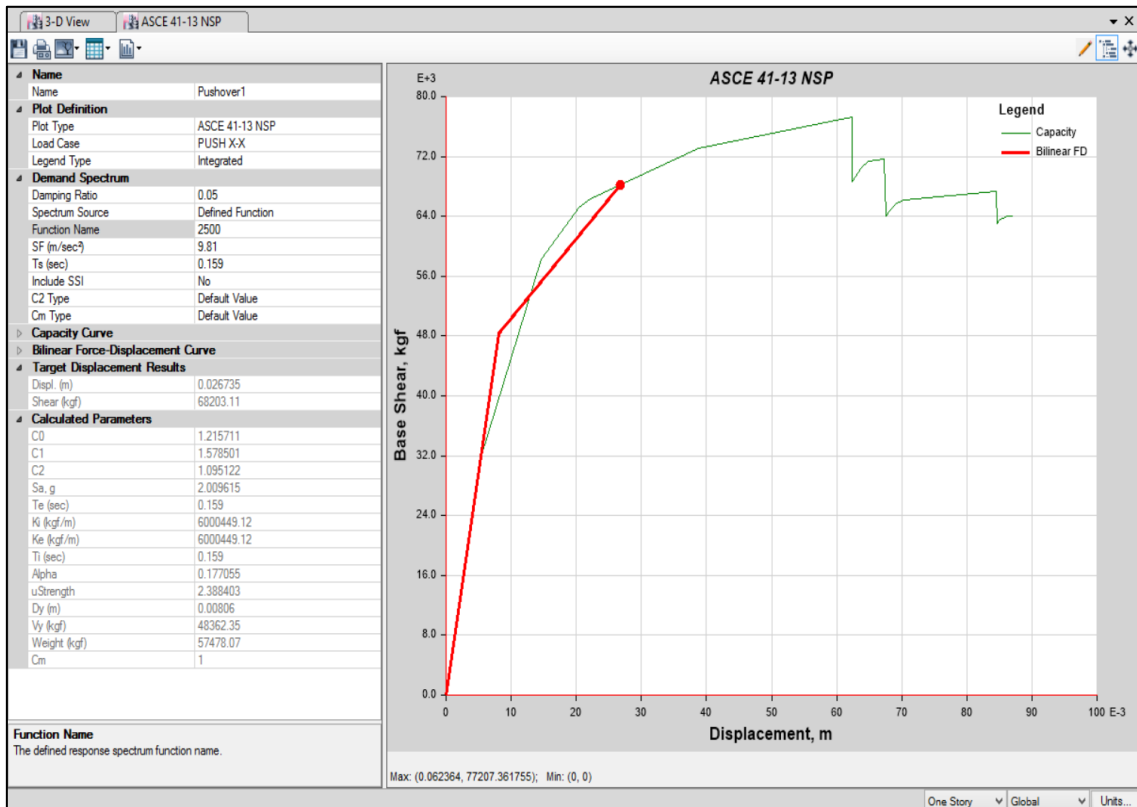
SISMO MAXIMO (T = 950 AÑOS)



SISMO EXTREMADAMENTE RARO (T = 1500 AÑOS)



SISMO CATASTROFICO (T = 2500 AÑOS)

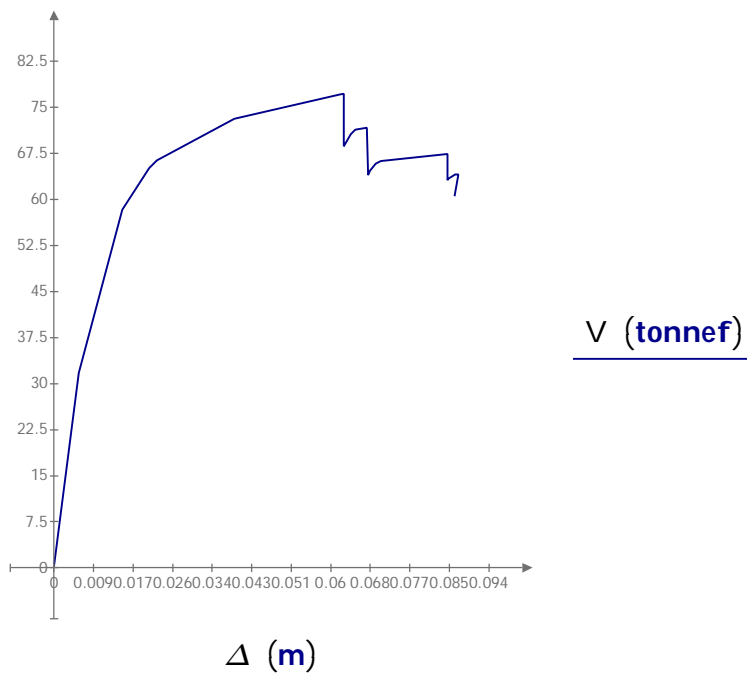


ANEXO N° 11

Estudio de puntos de desempeño de un portico de 02 niveles

1. Curva de capacidad

V (tonnef)	Δ (m)
0	0
31.75636	.005292
58.32624	0.014678
65.12584	0.020427
66.31609	0.022097
73.09515	0.038758
77.10375	0.061446
77.20736	0.062364
68.58098	0.062369
70.56816	0.063816
71.2982	0.064832
71.62495	0.067238
63.98416	0.067546
64.62297	0.067956
65.77956	0.069156
66.24352	0.070293
67.32966	0.084562
63.08002	0.084607
63.265	0.08475
63.52527	0.085097
64.0317	0.086196
64.08794	0.086922
60.53	0.086157



Rigidez inicial

$$Du = \Delta_2$$

$$Vu = V_2$$

$$V_2 := 31.756 \text{ tonnef}$$

$$V_1 := 0$$

$$\Delta_2 := .005292 \cdot m$$

$$\Delta_1 := 0 \cdot m$$

Representacion bilineal de la curva de capacidad

Rigidez inicial

$$K_i := \frac{V_2 - V_1}{\Delta_2 - \Delta_1} = (6.001 \cdot 10^3) \frac{\text{tonnef}}{m}$$



Desplazamiento objeto

$$V_p := 77.207 \text{ tonnef}$$

$$\Delta_p := 0.062364 \text{ m}$$

Cortante basal de fluencia

$$V_y := 74.75 \text{ tonnef}$$

Rigidez efectiva

$$0.6 \cdot V_y = 44.85 \text{ tonnef}$$

$$\Delta_{0.60V_y} := \left(\frac{\Delta_2 - \Delta_1}{V_2 - V_1} \right) ((0.6 \cdot V_y) - V_1) + \Delta_1 = 0.007 \text{ m}$$

$$K_e := \frac{0.6 \cdot V_y}{\Delta_{0.60V_y}} = (6.001 \cdot 10^3) \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

Punto de fluencia

$$\Delta_y := \frac{V_y}{K_e} = 0.0125 \text{ m} \quad V_y = 74.75 \text{ tonnef}$$

Curva bilineal

$$x := 0 \text{ m}, 0.001 \text{ m} \dots \Delta_p$$

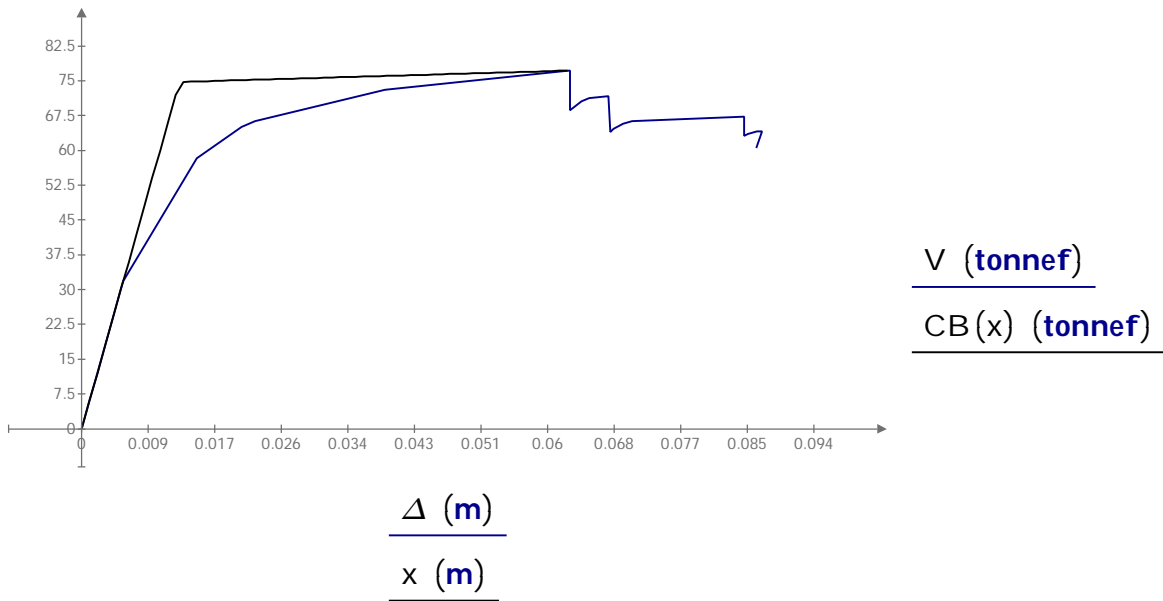
$$CB(x) := \begin{cases} \text{if } x \leq \Delta_y \\ \quad \parallel x \leftarrow K_e \cdot x \\ \text{else} \\ \quad \parallel x \leftarrow \left(\frac{V_p - V_y}{\Delta_p - \Delta_y} \right) \cdot (x - \Delta_y) + V_y \end{cases}$$

Verificacion de areas iguales

$$n := 12$$

$$A_{CB} := \int_0^{\Delta_p} CB(x) dx = 4.257 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$A_{Esp} := \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(V_{i+1} + V_i)}{2} \cdot (\Delta_{i+1} - \Delta_i) + \frac{(V_p + V_n)}{2} \cdot (\Delta_p - \Delta_n) = 3.824 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$



Estudio de puntos de desempeño - Sismo de servicio 43 años

Peso de la estructura	$W_e := 57.49 \text{ tonnef}$
Rigidez lateral elastica inicial	$K_i = (6.001 \cdot 10^3) \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$
Desplazamiento objetivo	$V_{p1} := 19.316 \text{ tonnef}$ $\Delta_{p1} := 0.003219 \text{ m}$
Cortante basal de fluencia	$V_{y1} := 31.756 \text{ tonnef}$
Rigidez lateral efectiva	$0.60 \cdot V_{y1} = 19.054 \text{ tonnef}$

$$\Delta_{0.60V_{y1}} := \left(\frac{\Delta_2 - \Delta_1}{V_2 - V_1} \right) ((0.6 \cdot V_{y1}) - V_1) + \Delta_1 = 0.003 \text{ m}$$

$$K_{e1} := \frac{0.6 \cdot V_{y1}}{\Delta_{0.60V_{y1}}} = (6.001 \cdot 10^3) \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

Punto de fluencia	$\Delta_{y1} := \frac{V_{y1}}{K_{e1}} = 0.00529 \text{ m}$
-------------------	--



Curva bilineal

$$x := 0 \text{ m}, 0.001 \text{ m} \dots \Delta_{p1}$$

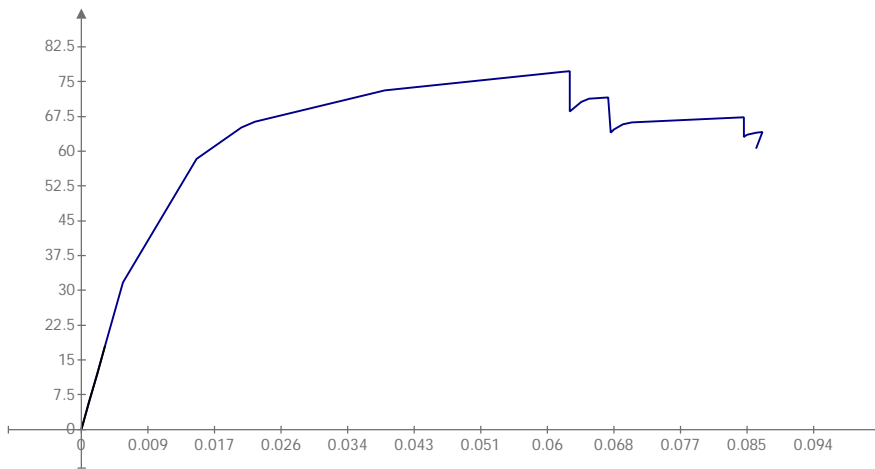
$$CB(x) := \begin{cases} \text{if } x \leq \Delta_{y1} \\ \quad \parallel K_{e1} \cdot x \\ \text{else} \\ \quad \parallel \left(\frac{V_{p1} - V_{y1}}{\Delta_{p1} - \Delta_{y1}} \right) \cdot (x - \Delta_{y1}) + V_{y1} \end{cases}$$

Verificacion de areas iguales

$$n := 1$$

$$A_{CB} := \int_0^{\Delta_{p1}} CB(x) dx = 0.031 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$A_{Esp} := \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(V_{i+1} + V_i)}{2} \cdot (\Delta_{i+1} - \Delta_i) + \frac{(V_{p1} + V_n)}{2} \cdot (\Delta_{p1} - \Delta_n) = 0.454 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$



V (tonnef)

CB(x) (tonnef)

Δ (m)

x (m)

Periodo elastico fundamental

$$T_i := 0.159 \text{ s}$$

Periodo fundamental efectivo

$$T_e := T_i \cdot \sqrt{\frac{K_i}{K_{e1}}} = 0.159 \text{ s}$$

Aceleracion espectral

$$S_A := 0.480933 \text{ g} = 4.716 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



Co: Factor de modificacion que relaciona el desplazamiento espectral

$$Co := 1.2$$

C1: Factor de modificacion que relaciona el desplazamiento maximo inelastico con el elastico calculado

a: factor de sitio

$$a := 60$$

Cm: Factor de masa efectiva

$$Cm := 1 \quad \mu_{strength} := \frac{S_A}{\frac{V_{y1}}{W_e}} \cdot Cm \cdot g^{-1} = 0.871 \quad C_1 := 1 + \frac{\mu_{strength} - 1}{a \cdot T_e^2 \cdot s^{-2}} = 0.915$$

C2: Factor de modificacion que representa la degradacion de rigidez y deterioro de resistencia

$$C_2 := \begin{cases} \text{if } T_e > 0.70 \text{ s} \\ \quad C_2 \leftarrow 1.0 \\ \text{else} \\ \quad C_2 \leftarrow 1 + \frac{1}{800} \cdot \left(\frac{\mu_{strength} - 1}{T_e \cdot s^{-1}} \right)^2 \end{cases} \quad C_2 = 1.001$$

Desplazamiento objetivo

$$\delta_{t1} := Co \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot S_A \cdot \frac{T_e^2}{4 \cdot \pi^2} = 0.00332 \text{ m}$$

Verificacion

$$\text{Error} := \begin{cases} \text{if } \delta_{t1} > 0.95 \cdot \Delta_{p1} \wedge \delta_{t1} < 1.15 \cdot \Delta_{p1} \\ \quad \text{"ok"} \\ \text{else} \\ \quad \text{" N u e v o } \Delta p \text{ " } \end{cases} \quad \text{Error} = \text{"ok"}$$

Resultados

Punto de desempeño $\delta_{t1} = 0.003 \text{ m}$ $V_{p1} = 19.316 \text{ tonnef}$



Rigidez post - elastica

$$\alpha := \frac{\frac{V_{p1}}{V_{y1}} - 1}{\frac{\Delta_{p1}}{\Delta_{y1}} - 1} = 1$$

Ductilidad y Sobrerresistencia de demancia

$$\mu_{d1} := \frac{\delta_{t1}}{\Delta_{y1}} = 0.627 \qquad SR_d := \frac{V_{p1}}{V_{y1}} = 0.608$$

Estudio de puntos de desempeño - Sismo frecuente 72 años

Peso de la estructura $W_e := 57.49$ **tonnef**

Rigidez lateral elastica inicial $K_1 = (6.001 \cdot 10^3) \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Desplazamiento objetivo $V_{p2} := 26.269$ **tonnef**

$$\Delta_{p2} := 0.004378 \text{ m}$$

Cortante basal de fluencia $V_{y2} := 31.756$ **tonnef**

Rigidez lateral efectiva $0.60 \cdot V_{y2} = 19.054$ **tonnef**

$$\Delta_{0.60V_{y2}} := \left(\frac{\Delta_2 - \Delta_1}{V_2 - V_1} \right) ((0.6 \cdot V_{y2}) - V_1) + \Delta_1 = 0.003 \text{ m}$$

$$K_{e2} := \frac{0.6 \cdot V_{y2}}{\Delta_{0.60V_{y2}}} = (6.001 \cdot 10^3) \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

Punto de fluencia $\Delta_{y2} := \frac{V_{y2}}{K_{e2}} = 0.00529 \text{ m}$

Curva bilineal

$$x := 0 \text{ m}, 0.001 \text{ m} \dots \Delta_{p2}$$

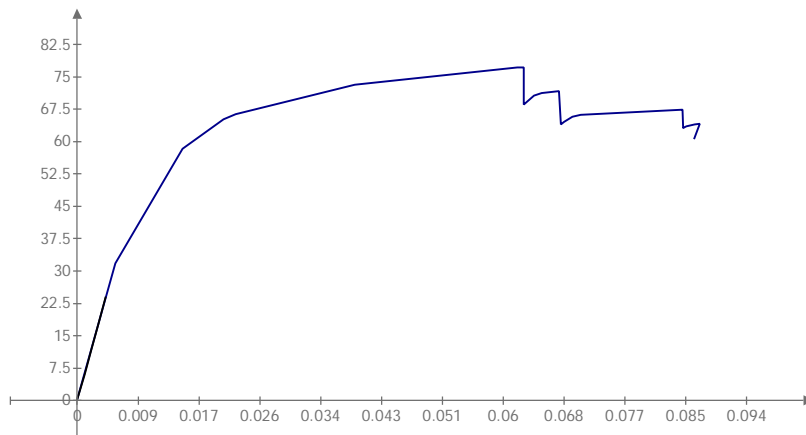
$$CB(x) := \left\| \begin{array}{l} \text{if } x \leq \Delta_{y2} \\ \quad \left\| K_{e2} \cdot x \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| \left(\frac{V_{p2} - V_{y2}}{\Delta_{p2} - \Delta_{y2}} \right) \cdot (x - \Delta_{y2}) + V_{y2} \right. \end{array} \right\|$$

Verificacion de areas iguales

$n := 4$

$$A_{CB} := \int_0^{\Delta_{p2}} CB(x) dx = 0.058 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$A_{Esp} := \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(V_{i+1} + V_i)}{2} \cdot (\Delta_{i+1} - \Delta_i) + \frac{(V_{p2} + V_n)}{2} \cdot (\Delta_{p2} - \Delta_n) = 0.067 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$



V (tonnef)
CB(x) (tonnef)

Δ (m)
x (m)

Periodo elastico fundamental

$T_i := 0.159 \text{ s}$

Periodo fundamental efectivo

$T_{e2} := T_i \cdot \sqrt{\frac{K_i}{K_{e2}}} = 0.159 \text{ s}$

Aceleracion espectral

$S_{A2} := 0.583101 \text{ g} = 5.718 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Co: Factor de modificacion que relaciona el desplazamiento espectral

$Co_2 := 1.2$

C1: Factor de modificacion que relaciona el desplazamiento maximo inelastico con el elastico calculado

a: factor de sitio

$a := 60$



Cm: Factor de masa efectiva

$$C_{m2} := 1 \quad \mu_{\text{strength2}} := \frac{S_{A2}}{V_{y2}} \cdot C_{m2} \cdot g^{-1} = 1.056 \quad C_{1,2} := 1 + \frac{\mu_{\text{strength2}} - 1}{a \cdot T_{e2}^2 \cdot s^{-2}} = 1.037$$

C2: Factor de modificacion que representa la degradacion de rigidez y deterioro de resistencia

$$C_{2,2} := \begin{cases} \text{if } T_{e2} > 0.70 \text{ s} \\ \quad C_{2,2} \leftarrow 1.0 \\ \text{else} \\ \quad C_{2,2} \leftarrow 1 + \frac{1}{800} \cdot \left(\frac{\mu_{\text{strength2}} - 1}{T_{e2} \cdot s^{-1}} \right)^2 \end{cases} \quad C_{2,2} = 1$$

Desplazamiento objetivo

$$\delta_{t2} := C_{0,2} \cdot C_{1,2} \cdot C_{2,2} \cdot S_{A2} \cdot \frac{T_{e2}^2}{4 \cdot \pi^2} = 0.00456 \text{ m}$$

Verificacion

$$\text{Error} := \begin{cases} \text{if } \delta_{t2} > 0.95 \cdot \Delta_{p2} \wedge \delta_{t2} < 1.15 \cdot \Delta_{p2} \\ \quad \text{"ok"} \\ \text{else} \\ \quad \text{" N u e v o } \Delta p \text{ " } \end{cases}$$

Error = "ok"

Resultados

Punto de desempeño $\delta_{t2} = 0.005 \text{ m}$ $V_{p2} = 26.269 \text{ tonnef}$

Rigidez post - elastica

$$\alpha := \frac{\frac{V_{p2}}{V_{y2}} - 1}{\frac{\Delta_{p2}}{\Delta_{y2}} - 1} = 1$$

Ductilidad y Sobrerresistencia de demancia

$$\mu_{d2} := \frac{\delta_{t2}}{\Delta_{y2}} = 0.861 \quad SR_{d2} := \frac{V_{p2}}{V_{y2}} = 0.827$$

Estudio de puntos de desempeño - Sismo de diseño 475 años

Peso de la estructura	$W_e := 57.49 \text{ tonnef}$
Rigidez lateral elastica inicial	$K_i = (6.001 \cdot 10^3) \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$
Desplazamiento objetivo	$V_{p3} := 52.921 \text{ tonnef}$ $\Delta_{p3} := 0.012769 \text{ m}$
Cortante basal de fluencia	$V_{y3} := 31.756 \text{ tonnef}$
Rigidez lateral efectiva	$0.60 \cdot V_{y3} = 19.054 \text{ tonnef}$ $\Delta_{0.60V_{y3}} := \left(\frac{\Delta_2 - \Delta_1}{V_2 - V_1} \right) ((0.6 \cdot V_{y3}) - V_1) + \Delta_1 = 0.003 \text{ m}$ $K_{e3} := \frac{0.6 \cdot V_{y3}}{\Delta_{0.60V_{y3}}} = (6.001 \cdot 10^3) \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$
Punto de fluencia	$\Delta_{y3} := \frac{V_{y3}}{K_{e3}} = 0.00529 \text{ m}$

Curva bilineal

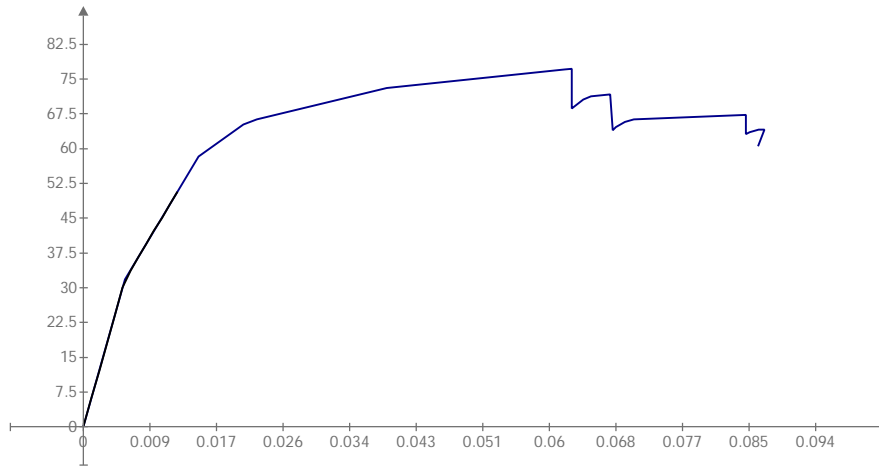
$$x := 0 \text{ m}, 0.001 \text{ m} \dots \Delta_{p3} \quad \text{CB}(x) := \left\| \left\| \begin{array}{l} \text{if } x \leq \Delta_{y3} \\ \quad \left\| K_{e3} \cdot x \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| \left(\frac{V_{p3} - V_{y3}}{\Delta_{p3} - \Delta_{y3}} \right) \cdot (x - \Delta_{y3}) + V_{y3} \right. \end{array} \right. \right\|$$

Verificacion de areas iguales

$n := 5$

$A_{CB} := \int_0^{\Delta_{p3}} \text{CB}(x) dx = 0.401 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

$A_{Esp} := \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(V_{i+1} + V_i)}{2} \cdot (\Delta_{i+1} - \Delta_i) + \frac{(V_{p3} + V_n)}{2} \cdot (\Delta_{p3} - \Delta_n) = 0.411 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$



V (tonnef)

CB(x) (tonnef)

Δ (m)

x (m)

Periodo elastico fundamental

$$T_i := 0.159 \text{ s}$$

Periodo fundamental efectivo

$$T_{e3} := T_i \cdot \sqrt{\frac{K_i}{K_{e3}}} = 0.159 \text{ s}$$

Aceleracion espectral

$$S_{A3} := 1.125384 \text{ g} = 11.036 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Co: Factor de modificacion que relaciona el desplazamiento espectral

$$Co_3 := 1.2$$

C1: Factor de modificacion que relaciona el desplazamiento maximo inelastico con el elastico calculado

a: factor de sitio

$$a := 60$$

Cm: Factor de masa efectiva

$$Cm3 := 1 \quad \mu_{strength3} := \frac{S_{A3}}{\frac{V_{y3}}{W_e}} \cdot Cm3 \cdot g^{-1} = 2.037 \quad C_{1_3} := 1 + \frac{\mu_{strength3} - 1}{a \cdot T_{e3}^2 \cdot s^{-2}}$$

$$C_{1_3} := 1.43$$



C2: Factor de modificacion que representa la degradacion de rigidez y deterioro de resistencia

$$C_{2,3} := \begin{cases} \text{if } T_{e3} > 0.70 \text{ s} \\ \quad C_{2,3} \leftarrow 1.0 \\ \text{else} \\ \quad C_{2,3} \leftarrow 1 + \frac{1}{800} \cdot \left(\frac{\mu_{\text{strength}3} - 1}{T_{e3} \cdot s^{-1}} \right)^2 \end{cases} \quad C_{2,3} = 1.053$$

Desplazamiento objetivo

$$\delta_{t3} := C_{0,3} \cdot C_{1,3} \cdot C_{2,3} \cdot S_{A3} \cdot \frac{T_{e3}^2}{4 \cdot \pi^2} = 0.01277 \text{ m}$$

Verificacion

$$\text{Error} := \begin{cases} \text{if } \delta_{t3} > 0.95 \cdot \Delta_{p3} \wedge \delta_{t3} < 1.15 \cdot \Delta_{p3} \\ \quad \text{"ok"} \\ \text{else} \\ \quad \text{" N u e v o } \Delta p \text{ " } \end{cases}$$

Error = "ok"

Resultados

Punto de desempeño $\delta_{t3} = 0.013 \text{ m}$ $V_{p3} = 52.921 \text{ tonnef}$

Rigidez post - elastica

$$\alpha := \frac{\frac{V_{p3}}{V_{y3}} - 1}{\frac{\Delta_{p3}}{\Delta_{y3}} - 1} = 0.472$$

Ductilidad y Sobrerresistencia de demancia

$$\mu_{d2} := \frac{\delta_{t3}}{\Delta_{y3}} = 2.414 \quad SR_{d2} := \frac{V_{p3}}{V_{y3}} = 1.666$$



Estudio de puntos de desempeño - Sismo maximo(Raro) 950 años

Peso de la estructura $W_e := 57.49$ **tonnef**

Rigidez lateral elastica inicial $K_i = (6.001 \cdot 10^3) \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Desplazamiento objetivo $V_{p4} := 61.672$ **tonnef**

$$\Delta_{p4} := 0.017507 \text{ m}$$

Cortante basal de fluencia $V_{y4} := 37.810$ **tonnef**

Rigidez lateral efectiva $0.60 \cdot V_{y4} = 22.686$ **tonnef**

$$\Delta_{0.60V_{y4}} := \left(\frac{\Delta_2 - \Delta_1}{V_2 - V_1} \right) ((0.6 \cdot V_{y4}) - V_1) + \Delta_1 = 0.004 \text{ m}$$

$$K_{e4} := \frac{0.6 \cdot V_{y4}}{\Delta_{0.60V_{y4}}} = (6.001 \cdot 10^3) \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

Punto de fluencia $\Delta_{y4} := \frac{V_{y4}}{K_{e4}} = 0.0063 \text{ m}$

Curva bilineal

$$x := 0 \text{ m}, 0.001 \text{ m} \dots \Delta_{p4}$$

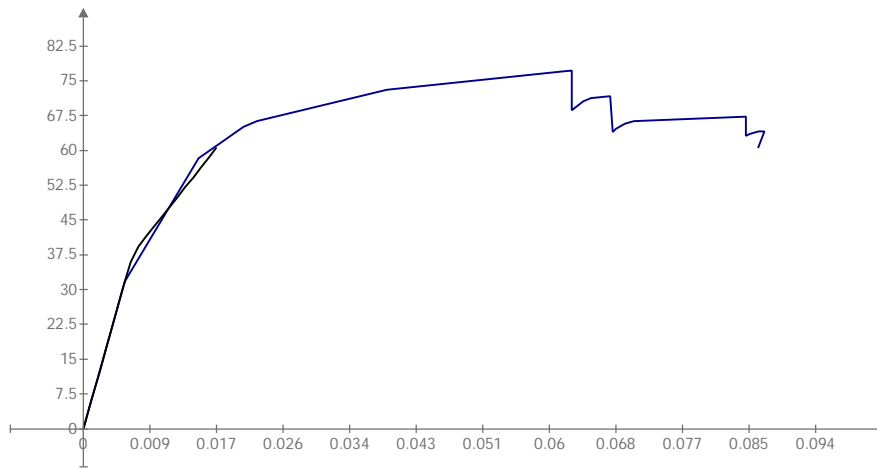
$$CB(x) := \begin{cases} \text{if } x \leq \Delta_{y4} \\ \quad \parallel K_{e4} \cdot x \\ \text{else} \\ \quad \parallel \left(\frac{V_{p4} - V_{y4}}{\Delta_{p4} - \Delta_{y4}} \right) \cdot (x - \Delta_{y4}) + V_{y4} \end{cases}$$

Verificacion de areas iguales

$$n := 5$$

$$A_{CB} := \int_0^{\Delta_{p4}} CB(x) dx = 0.677 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$A_{Esp} := \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(V_{i+1} + V_i)}{2} \cdot (\Delta_{i+1} - \Delta_i) + \frac{(V_{p4} + V_n)}{2} \cdot (\Delta_{p4} - \Delta_n) = 0.617 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$



V (tonnef)

CB(x) (tonnef)

Δ (m)

x (m)

Periodo elastico fundamental

$$T_i := 0.159 \text{ s}$$

Periodo fundamental efectivo

$$T_{e4} := T_i \cdot \sqrt{\frac{K_i}{K_{e4}}} = 0.159 \text{ s}$$

Aceleracion espectral

$$S_{A4} := 1.4428 \text{ g} = 14.149 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Co: Factor de modificacion que relaciona el desplazamiento espectral

$$Co_{4} := 1.2$$

C1: Factor de modificacion que relaciona el desplazamiento maximo inelastico con el elastico calculado

a: factor de sitio

$$a := 60$$

Cm: Factor de masa efectiva

$$Cm4 := 1 \quad \mu_{strength4} := \frac{S_{A4}}{\frac{V_{y4}}{W_e}} \cdot Cm4 \cdot g^{-1} = 2.194 \quad C_{1,4} := 1 + \frac{\mu_{strength4} - 1}{a \cdot T_{e4}^2 \cdot s^{-2}}$$

$$C_{1,4} := 1.4972$$



C2: Factor de modificacion que representa la degradacion de rigidez y deterioro de resistencia

$$C_{2_4} := \begin{cases} \text{if } T_{e4} > 0.70 \text{ s} \\ \quad C_{2_4} \leftarrow 1.0 \\ \text{else} \\ \quad C_{2_4} \leftarrow 1 + \frac{1}{800} \cdot \left(\frac{\mu_{\text{strength}4} - 1}{T_{e4} \cdot s^{-1}} \right)^2 \end{cases} \quad C_{2_4} = 1.07$$

Desplazamiento objetivo

$$\delta_{t4} := C_{0_4} \cdot C_{1_4} \cdot C_{2_4} \cdot S_{A4} \cdot \frac{T_{e4}^2}{4 \cdot \pi^2} = 0.01743 \text{ m}$$

Verificacion

$$\text{Error} := \begin{cases} \text{if } \delta_{t4} > 0.95 \cdot \Delta_{p4} \wedge \delta_{t4} < 1.15 \cdot \Delta_{p4} \\ \quad \text{"ok"} \\ \text{else} \\ \quad \text{" N u e v o } \Delta p \text{ " } \end{cases}$$

Error = "ok"

Resultados

Punto de desempeño $\delta_{t4} = 0.017 \text{ m}$ $V_{p4} = 61.672 \text{ tonnef}$

Rigidez post - elastica

$$\alpha := \frac{\frac{V_{p4}}{V_{y4}} - 1}{\frac{\Delta_{p4}}{\Delta_{y4}} - 1} = 0.355$$

Ductilidad y Sobrerresistencia de demancia

$$\mu_{d4} := \frac{\delta_{t4}}{\Delta_{y4}} = 2.766 \quad SR_{d4} := \frac{V_{p4}}{V_{y4}} = 1.631$$



Estudio de puntos de desempeño - Sismo extremadamente raro

1500 años

Peso de la estructura $W_e := 57.49$ **tonnef**

Rigidez lateral elastica inicial $K_i = (6.001 \cdot 10^3) \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Desplazamiento objetivo $V_{p5} := 65.701$ **tonnef**

$$\Delta_{p5} := 0.021235 \text{ m}$$

Cortante basal de fluencia $V_{y5} := 42.176$ **tonnef**

Rigidez lateral efectiva $0.60 \cdot V_{y5} = 25.306$ **tonnef**

$$\Delta_{0.60V_{y5}} := \left(\frac{\Delta_2 - \Delta_1}{V_2 - V_1} \right) ((0.6 \cdot V_{y5}) - V_1) + \Delta_1 = 0.004 \text{ m}$$

$$K_{e5} := \frac{0.6 \cdot V_{y5}}{\Delta_{0.60V_{y5}}} = (6.001 \cdot 10^3) \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

Punto de fluencia $\Delta_{y5} := \frac{V_{y5}}{K_{e5}} = 0.00703 \text{ m}$

Curva bilineal

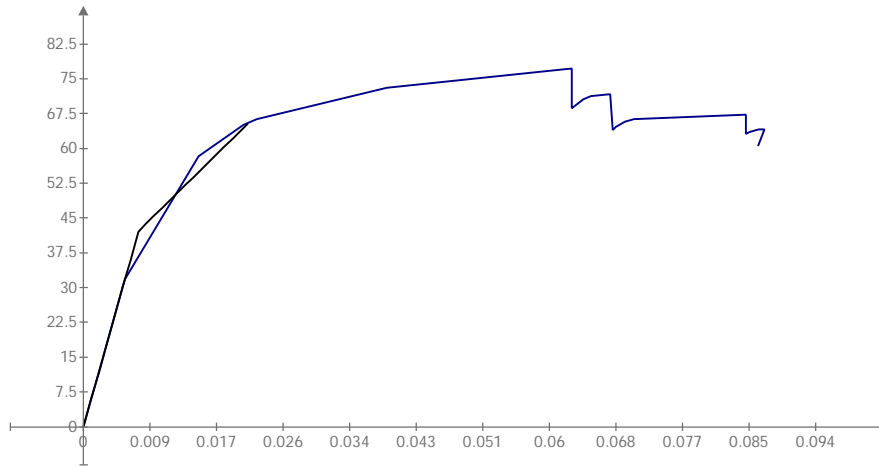
$$x := 0 \text{ m}, 0.001 \text{ m} \dots \Delta_{p5} \quad \text{CB}(x) := \left\| \begin{array}{l} \text{if } x \leq \Delta_{y5} \\ \quad \left\| K_{e5} \cdot x \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| \left(\frac{V_{p5} - V_{y5}}{\Delta_{p5} - \Delta_{y5}} \right) \cdot (x - \Delta_{y5}) + V_{y5} \right. \end{array} \right\|$$

Verificacion de areas iguales

$n := 8$

$$A_{CB} := \int_0^{\Delta_{p5}} \text{CB}(x) dx = 0.914 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$A_{Esp} := \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(V_{i+1} + V_i)}{2} \cdot (\Delta_{i+1} - \Delta_i) + \frac{(V_{p5} + V_n)}{2} \cdot (\Delta_{p5} - \Delta_n) = 1.062 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$



V (tonnef)

CB(x) (tonnef)

Δ (m)

x (m)

Periodo elastico fundamental

$$T_i := 0.159 \text{ s}$$

Periodo fundamental efectivo

$$T_{e5} := T_i \cdot \sqrt{\frac{K_i}{K_{e5}}} = 0.159 \text{ s}$$

Aceleracion espectral

$$S_{A5} := 1.679678 \text{ g} = 16.472 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Co: Factor de modificacion que relaciona el desplazamiento espectral

$$Co_5 := 1.2$$

C1: Factor de modificacion que relaciona el desplazamiento maximo inelastico con el elastico calculado

a: factor de sitio

$$a := 60$$

Cm: Factor de masa efectiva

$$Cm5 := 1 \quad \mu_{strength5} := \frac{S_{A5}}{\frac{V_{y5}}{W_e}} \cdot Cm5 \cdot g^{-1} = 2.29 \quad C_{1_5} := 1 + \frac{\mu_{strength5} - 1}{a \cdot T_{e5}^2 \cdot s^{-2}}$$

$$C_{1_5} := 1.537116$$



C2: Factor de modificación que representa la degradación de rigidez y deterioro de resistencia

$$C_{2.5} := \begin{cases} \text{if } T_{e5} > 0.70 \text{ s} \\ \quad C_{2.5} \leftarrow 1.0 \\ \text{else} \\ \quad C_{2.5} \leftarrow 1 + \frac{1}{800} \cdot \left(\frac{\mu_{\text{strength}5} - 1}{T_{e5} \cdot \text{s}^{-1}} \right)^2 \end{cases} \quad C_{2.5} = 1.082$$

Desplazamiento objetivo

$$\delta_{t5} := C_{0.5} \cdot C_{1.5} \cdot C_{2.5} \cdot S_{A5} \cdot \frac{T_{e5}^2}{4 \cdot \pi^2} = 0.02106 \text{ m}$$

Verificación

$$\text{Error} := \begin{cases} \text{if } \delta_{t5} > 0.95 \cdot \Delta_{p5} \wedge \delta_{t5} < 1.15 \cdot \Delta_{p5} \\ \quad \text{"ok"} \\ \text{else} \\ \quad \text{" N u e v o } \Delta p \text{ " } \end{cases}$$

Error = "ok"

Resultados

Punto de desempeño $\delta_{t5} = 0.021 \text{ m}$ $V_{p5} = 65.701 \text{ tonnef}$

Rigidez post - elastica

$$\alpha := \frac{\frac{V_{p5}}{V_{y5}} - 1}{\frac{\Delta_{p5}}{\Delta_{y5}} - 1} = 0.276$$

Ductilidad y Sobrerresistencia de demancia

$$\mu_{d5} := \frac{\delta_{t5}}{\Delta_{y5}} = 2.996 \quad SR_{d5} := \frac{V_{p5}}{V_{y5}} = 1.558$$

**Estudio de puntos de desempeño - Sismo catastrófico 2500 años**

Peso de la estructura	$W_e := 57.49$ tonnef
Rigidez lateral elástica inicial	$K_i = (6.001 \cdot 10^3) \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$
Desplazamiento objetivo	$V_{p6} := 68.203$ tonnef $\Delta_{p6} := 0.026735$ m
Cortante basal de fluencia	$V_{y6} := 48.362$ tonnef
Rigidez lateral efectiva	$0.60 \cdot V_{y6} = 29.017$ tonnef $\Delta_{0.60V_{y6}} := \left(\frac{\Delta_2 - \Delta_1}{V_2 - V_1} \right) ((0.6 \cdot V_{y6}) - V_1) + \Delta_1 = 0.005$ m $K_{e6} := \frac{0.6 \cdot V_{y6}}{\Delta_{0.60V_{y6}}} = (6.001 \cdot 10^3) \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$
Punto de fluencia	$\Delta_{y6} := \frac{V_{y6}}{K_{e6}} = 0.00806$ m

Curva bilineal

$$x := 0 \text{ m}, 0.001 \text{ m} \dots \Delta_{p6}$$

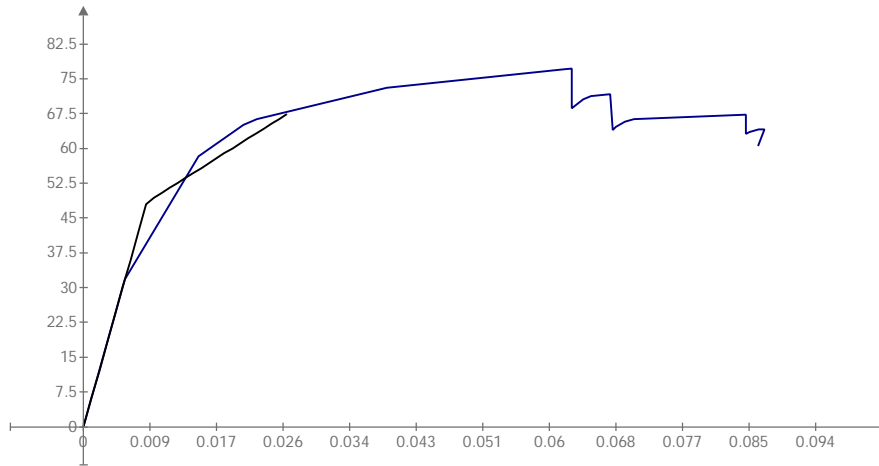
$$CB(x) := \begin{cases} \text{if } x \leq \Delta_{y6} \\ \quad \parallel K_{e6} \cdot x \\ \text{else} \\ \quad \parallel \left(\frac{V_{p6} - V_{y6}}{\Delta_{p6} - \Delta_{y6}} \right) \cdot (x - \Delta_{y6}) + V_{y6} \end{cases}$$

Verificación de áreas iguales

$$n := 7$$

$$A_{CB} := \int_0^{\Delta_{p6}} CB(x) dx = 1.283 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$A_{Esp} := \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(V_{i+1} + V_i)}{2} \cdot (\Delta_{i+1} - \Delta_i) + \frac{(V_{p6} + V_n)}{2} \cdot (\Delta_{p6} - \Delta_n) = 1.233 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$



V (tonnef)

CB(x) (tonnef)

Δ (m)

x (m)

Periodo elastico fundamental

$$T_i := 0.159 \text{ s}$$

Periodo fundamental efectivo

$$T_{e6} := T_i \cdot \sqrt{\frac{K_i}{K_{e6}}} = 0.159 \text{ s}$$

Aceleracion espectral

$$S_{A6} := 2.009615 \text{ g} = 19.708 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Co: Factor de modificacion que relaciona el desplazamiento espectral

$$Co_6 := 1.2$$

C1: Factor de modificacion que relaciona el desplazamiento maximo inelastico con el elastico calculado

a: factor de sitio

$$a := 60$$

Cm: Factor de masa efectiva

$$Cm6 := 1 \quad \mu_{strength6} := \frac{S_{A6}}{\frac{V_{y6}}{W_e}} \cdot Cm6 \cdot g^{-1} = 2.389 \quad C_{1_6} := 1 + \frac{\mu_{strength6} - 1}{a \cdot T_{e6}^2 \cdot s^{-2}}$$

$$C_{1_6} := 1.5785$$



C2: Factor de modificacion que representa la degradacion de rigidez y deterioro de resistencia

$$C_{2,6} := \begin{cases} \text{if } T_{e6} > 0.70 \text{ s} \\ \quad C_{2,6} \leftarrow 1.0 \\ \text{else} \\ \quad C_{2,6} \leftarrow 1 + \frac{1}{800} \cdot \left(\frac{\mu_{\text{strength6}} - 1}{T_{e6} \cdot \text{s}^{-1}} \right)^2 \end{cases} \quad C_{2,6} = 1.095$$

Desplazamiento objetivo

$$\delta_{t6} := C_{0,6} \cdot C_{1,6} \cdot C_{2,6} \cdot S_{A6} \cdot \frac{T_{e6}^2}{4 \cdot \pi^2} = 0.02619 \text{ m}$$

Verificacion

$$\text{Error} := \begin{cases} \text{if } \delta_{t6} > 0.95 \cdot \Delta_{p6} \wedge \delta_{t6} < 1.15 \cdot \Delta_{p6} \\ \quad \text{"ok"} \\ \text{else} \\ \quad \text{" N u e v o } \Delta p \text{ " } \end{cases}$$

Error = "ok"

Resultados

Punto de desempeño $\delta_{t6} = 0.026 \text{ m}$ $V_{p6} = 68.203 \text{ tonnef}$

Rigidez post - elastica

$$\alpha := \frac{\frac{V_{p6}}{V_{y6}} - 1}{\frac{\Delta_{p6}}{\Delta_{y6}} - 1} = 0.177$$

Ductilidad y Sobrerresistencia de demancia

$$\mu_{d6} := \frac{\delta_{t6}}{\Delta_{y6}} = 3.249 \quad SR_{d6} := \frac{V_{p6}}{V_{y6}} = 1.41$$