

COLEGIO INEM
RAMPA DE ACCESO
NARIÑO

MEMORIAS DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

Análisis y diseño:
Ing. Raul Lozano
Noviembre de 2016

TABLA DE CONTENIDO

1.1	Introducción.....	3
1.2	Normas de diseño	3
1.3	Materiales.....	3
1.4	Evaluación de Cargas	3
1.5	Modelo.....	5
1.6	Combinaciones de Carga	7
1.6.1	Distribución de cargas	10
1.7	Resultados	11
1.7.1	Axiales, Momentos y Cortantes.....	11
1.8	Diseño de los Elementos	14
1.9	Control de deflexiones.....	19
1.10	Diseño de cimentación	20

1.1 Introducción

Las presentes memorias de cálculo resumen las labores adelantadas para el análisis y diseño de la estructura de la rampa de acceso para el colegio INEM en el municipio de San Juan de Pasto en el Departamento de Nariño.

La estructura de la rampa se constituye en pórticos en concreto reforzado. Las secciones de las columnas son de 50x50cm que tienen en una altura máxima de 3.20 metros. De las vigas sale la placa de la rampa la cual trabaja en voladizo y transcurren con la pendiente con que se diseñó arquitectónicamente la rampa; estas vigas tienen secciones de 40x50cm.

La cimentación de la rampa se constituye en zapatas aisladas.

1.2 Normas de diseño

Se utilizó como guía para el análisis y diseño la Norma para Construcciones Sismo Resistentes – NSR 10.

1.3 Materiales

Concreto de limpieza: $f'c=14$ MPa

Concreto para columnas, vigas y placa: $f'c=28$ MPa

Acero de refuerzo $f_y = 4200$ Kg/cm², para $\varnothing \geq 3/8"$

1.4 Evaluación de Cargas

Carga permanente (CM)

Peso Propio*		
Peso acabados		0 Kg./m ²
Peso barandas		100 Kg./m

*El peso propio es calculado directamente por el programa.

Carga Viva sobre cubierta (L)

Se toma 500 Kg/m², para uso de corredores y escaleras para edificios institucionales según B.4.2.1 del NSR-10

Carga de Granizo (G)

NO APLICA

Carga de Viento (W)

NO APLICA

Carga de Sismo (SPEC)

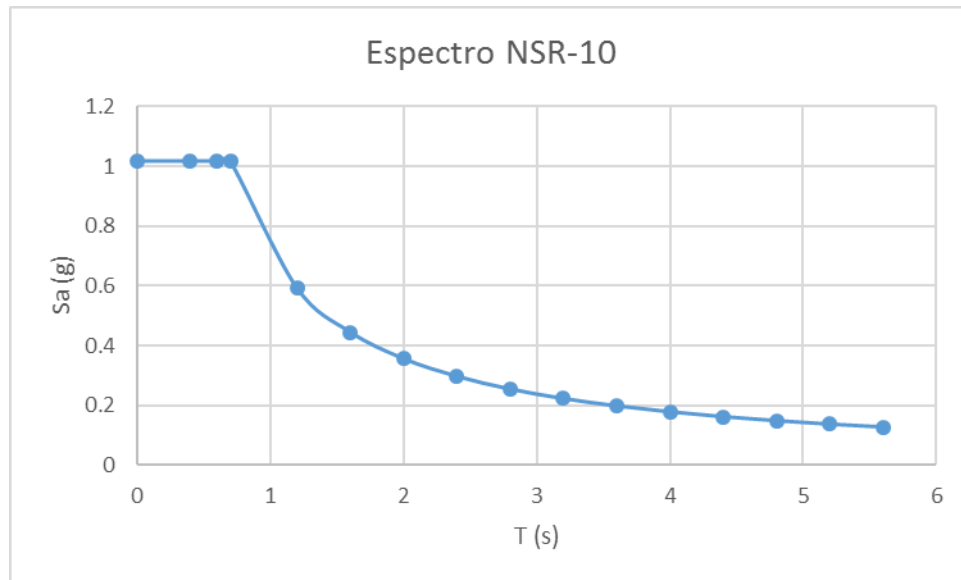
La carga de sismo se representa a través de los coeficientes de diseño que genera una curva para zona de respuesta sísmica ALTA de acuerdo al reglamento de construcciones sismo-resistentes de Colombia NSR-10.

Coefficientes de Diseño y curva para un amortiguamientos de 5% con respecto al crítico.

Municipio				Grupo de uso	Perfil de suelo	
San Juan de Pasto				III	D	
Zona de amenaza sísmica	Capacidad de disipación de energía	Aceleración horizontal (Aa)	Velocidad Horizontal (Av)	Coefficiente de Importancia (I)	Fa	Fv
ALTA	DES	0.25	0.25	1.25	1.3	1.9

Datos	
Aa	0.25
Av	0.25
Fa	1.300
Fv	1.9
I	1.25
T0	0.146154
Tc	0.701538
TI	4.56
Sa	1.015625

T (s)	Sa (g)
0	1.015625
0.4	1.015625
0.6	1.015625
0.701538	1.015625
1.2	0.59375
1.6	0.445313
2	0.35625
2.4	0.296875
2.8	0.254464
3.2	0.222656
3.6	0.197917
4	0.178125
4.4	0.161932
4.8	0.148438
5.2	0.137019
5.6	0.127232



1.5 Modelo

Se implementó un modelo estructural en tres dimensiones en el programa de análisis SAP 2000 V.15. Se utilizaron elementos tipo frame para simular vigas y columnas y tipo Shell para las placas de la rampa.

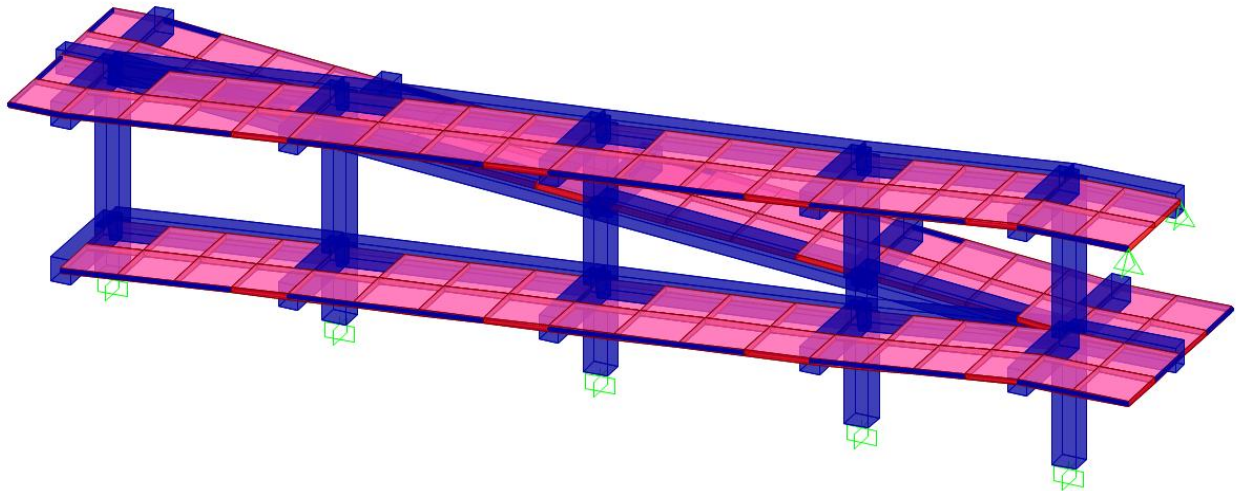


FIGURA 1. VISTA ESTRUCTURA RAMPA.

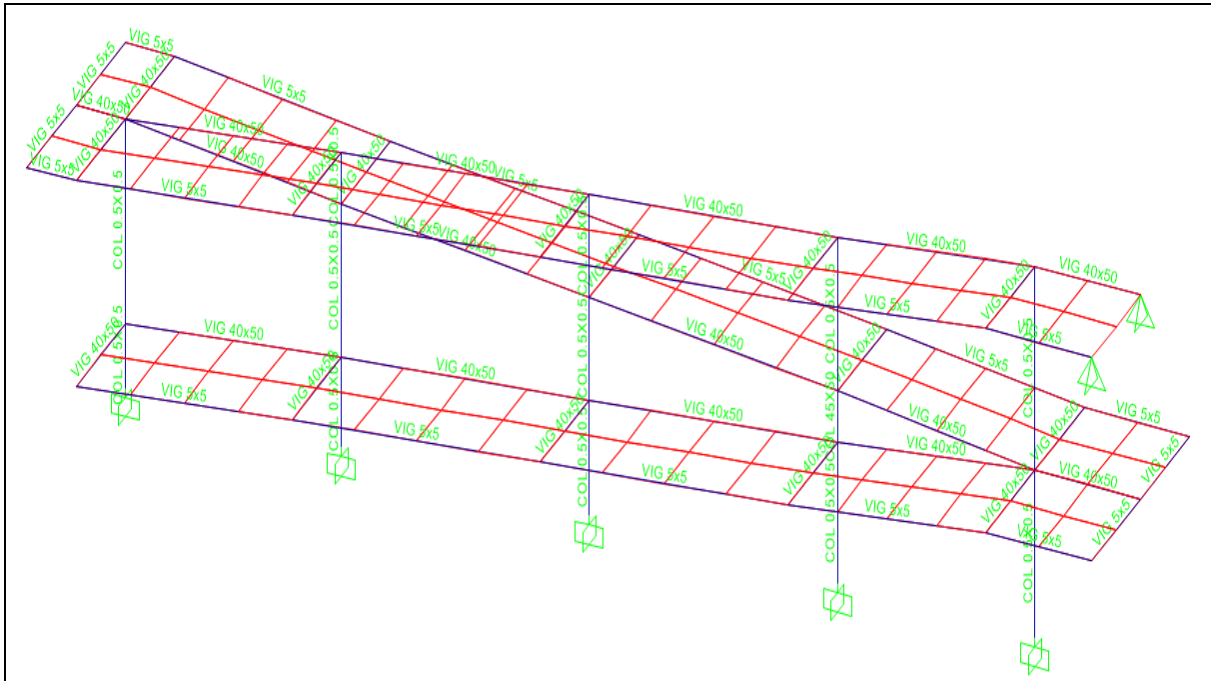


FIGURA 2. SECCIONES DE ELEMENTOS

TABLE: Frame Section Properties 01 - General

SectionName	Material	Shape	t3	t2	Area	TorsConst	I33	I22
Text	Text	Text	m	m	m2	m4	m4	m4
COL 50X50	4000Psi	Rectangular	0.5	0.5	0.25	0.008802	0.005208	0.005208
VIG 40X50	4000Psi	Rectangular	0.5	0.4	0.2	0.005474	0.004167	0.002667
VIG 5x5	4000Psi	Rectangular	0.05	0.05	0.0025	8.802E-07	5.208E-07	5.208E-07

TABLE: Area Section Properties

Section	Material	MatAngle	AreaType	Type	Thickness	BendThick
Text	Text	Degrees	Text	Text	m	m
PLACA RAMPA	4000Psi	0	Shell	Plate-Thin	0.2	0.2

Condiciones Modelo

- Se utilizan elementos tipo frame con seis grados de libertad por nudo.
- Condiciones de frontera: Empotramiento en la base.
- Entrepiso como diafragma rígido.
- Se realiza análisis Sísmico por Método Modal Espectral, **Rox=7.0**

- Se realiza análisis Sísmico por Método Modal Espectral, **Roy= 2.0**

1.6 Combinaciones de Carga

Según la norma NSR-10 CAP B.2 sección B.2.4.2

Combinación: Combo 1, 1.0 CM + 1.0 L
Combo 2, 1.2 CM+ 1.6 L
Combo 3, 1.2 CM + S X/R + 0.3 SY/R
Combo 4, 1.2 CM + S Y /R + 0.3 SX/R
Sobre Resistencia: Combo 5, 1.2 CM + 1.0 L+ SX/R + 0.3 SY/R
Combo 6, 0.9 CM + SX/R + 0.3 SY/R

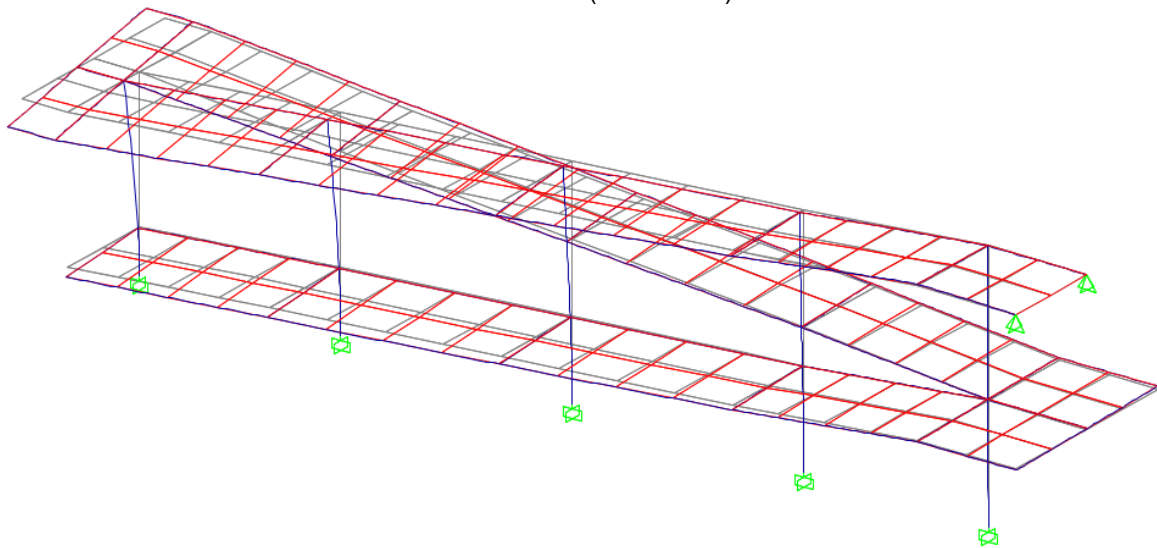
CM: Carga Muerta

L: Carga Viva

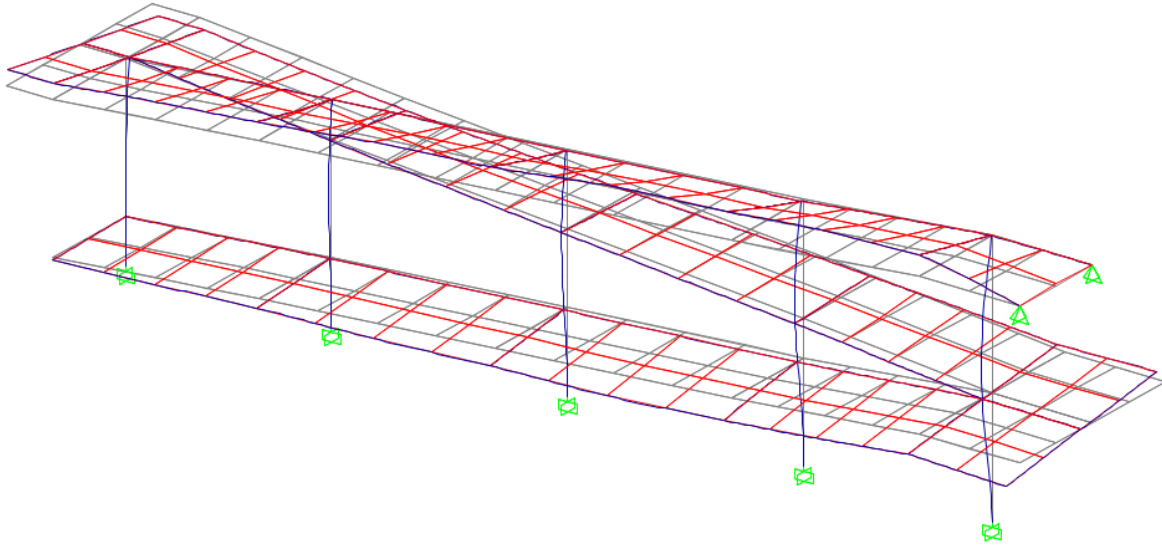
SX: (sismo en x)

SY: (sismo en y)

MODOS DE VIBRACIÓN SENTIDO X (T=0.28436)



SENTIDO Y (T=0.11462)



Parámetros dinámicos del modelo Matemático

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.284358	0.000465	0.408149	0.001988	0.000465	0.408149
MODAL	Mode	2	0.114622	0.002476	0.250335	0.008387	0.002941	0.658484
MODAL	Mode	3	0.099986	0.018718	0.000812	0.000358	0.021659	0.659296
MODAL	Mode	4	0.083075	0.00487	0.033899	0.089236	0.026529	0.693195
MODAL	Mode	5	0.074891	0.001195	0.024967	0.154754	0.027724	0.718162
MODAL	Mode	6	0.070298	0.000539	0.043848	0.053042	0.028263	0.76201
MODAL	Mode	7	0.067865	0.001405	0.00617	0.031411	0.029668	0.76818
MODAL	Mode	8	0.066887	0.002241	0.004268	0.045362	0.031909	0.772448
MODAL	Mode	9	0.066249	0.001599	0.03367	0.001256	0.033508	0.806118
MODAL	Mode	10	0.060883	0.052059	0.001153	0.000604	0.085566	0.80727
MODAL	Mode	11	0.060299	0.004207	0.024157	0.000931	0.089773	0.831427
MODAL	Mode	12	0.058034	0.023558	0.021888	0.005694	0.113331	0.853314
MODAL	Mode	13	0.056656	0.001044	0.000259	0.063352	0.114375	0.853573
MODAL	Mode	14	0.055125	0.508095	0.000054	0.005424	0.62247	0.853627
MODAL	Mode	15	0.053693	0.00184	0.000708	3.509E-07	0.62431	0.854335
MODAL	Mode	16	0.051545	0.226831	0.000495	0.00944	0.851141	0.85483
MODAL	Mode	17	0.049396	0.015791	0.000269	0.012502	0.866932	0.855099
MODAL	Mode	18	0.046928	1.268E-07	0.000073	0.000906	0.866933	0.855172
MODAL	Mode	19	0.045145	0.001657	0.000337	0.00087	0.868589	0.85551
MODAL	Mode	20	0.041621	0.016138	0.00382	0.008099	0.884727	0.85933
MODAL	Mode	21	0.040744	0.007771	0.007696	0.005054	0.892498	0.867026

MODAL	Mode	22	0.039749	0.001931	0.000111	0.001947	0.894429	0.867136
MODAL	Mode	23	0.038058	0.000975	0.000208	0.000342	0.895404	0.867345
MODAL	Mode	24	0.036469	0.001587	0.000115	0.0011	0.896992	0.86746

Ajuste de Resultados

- (b) Cuando el valor del cortante dinámico total en la base, V_{tj} , obtenido después de realizar la combinación modal, para cualquiera de las direcciones de análisis, j , sea menor que el 80 por ciento para estructuras regulares, o que el 90 por ciento para estructura irregulares, del cortante sísmico en la base, V_s , calculado como se indicó en (a), todos los parámetros de la respuesta dinámica, tales como deflexiones, derivas, fuerzas en los pisos, cortantes de piso, cortante en la base y fuerzas en los elementos de la correspondiente dirección j deben multiplicarse por el siguiente factor de modificación:

$$0.80 \frac{V_s}{V_{tj}} \quad \text{para estructuras regulares} \quad (\text{A.5.4-4})$$

A-70

NSR-10 — Capítulo A.5 — Método del análisis dinámico

$$0.90 \frac{V_s}{V_{tj}} \quad \text{para estructuras irregulares} \quad (\text{A.5.4-5})$$

- (c) Cuando el cortante sísmico en la base, V_{tj} , obtenido después de realizar la combinación modal, para cualquiera de las direcciones principales, excede los valores prescritos en (a), todos los parámetros de la respuesta dinámica total, tales como deflexiones, derivas, fuerzas en los pisos, cortantes de piso, cortante en la base y fuerzas en los elementos, pueden reducirse proporcionalmente, a juicio del diseñador.

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
17	DEAD	LinStatic	-11.3061	-0.1301	0.2002	0	0	0
17	PERMANENTE	LinStatic	-1.6232	-0.0168	-0.048	0	0	0
24	DEAD	LinStatic	13.4143	-4.0985	1.36	0	0	0
24	PERMANENTE	LinStatic	1.9578	-0.6011	0.2172	0	0	0
37	DEAD	LinStatic	-1.0017	-0.8516	19.4396	5.3616	-0.08303	-0.18214
37	PERMANENTE	LinStatic	-0.122	-0.1351	2.0686	0.74858	0.01443	-0.02206
38	DEAD	LinStatic	-0.1401	1.213	31.1587	3.25554	-0.03505	-0.23675
38	PERMANENTE	LinStatic	0.008	0.1846	3.1015	0.46886	0.01082	-0.0339
39	DEAD	LinStatic	-0.1874	1.5476	32.4657	1.00177	-0.23169	-0.28235
39	PERMANENTE	LinStatic	-0.0219	0.2365	3.2942	0.14159	-0.02903	-0.0415
40	DEAD	LinStatic	0.027	1.3614	29.7776	-0.8266	-0.17712	-0.26509
40	PERMANENTE	LinStatic	0.0139	0.1965	2.8331	-0.11733	-0.01805	-0.03826
41	DEAD	LinStatic	-0.806	0.9582	24.8856	-1.60709	-0.85968	-0.22633
41	PERMANENTE	LinStatic	-0.2127	0.1354	2.5065	-0.22649	-0.20348	-0.03426
					153.2605 Tn			

TABLE: Base Reactions					
OutputCase	CaseType	StepType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ
Text	Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf
DEAD	LinStatic		-5.222E-13	-1.204E-12	139.2874
PERMANENTE	LinStatic		-7.261E-14	-1.702E-13	13.9731
SPECX	LinRespSpec	Max	113.5384	24.6518	6.8722
SPECY	LinRespSpec	Max	35.3437	76.548	15.6217

Ajuste	
Wdead	139.2874
Wperm	13.9731
Wt (ton)	153.2605
V (Sa*W)	155.6552
SPECX	113.5384
SPECY	76.548
0.8*V	124.5242
Fax	1.096758
Fay	1.626746

Los factores anteriores también se usan en el espectro UDD.

1.6.1 Distribución de cargas

Carga Permanente: 100 Kg/m²:

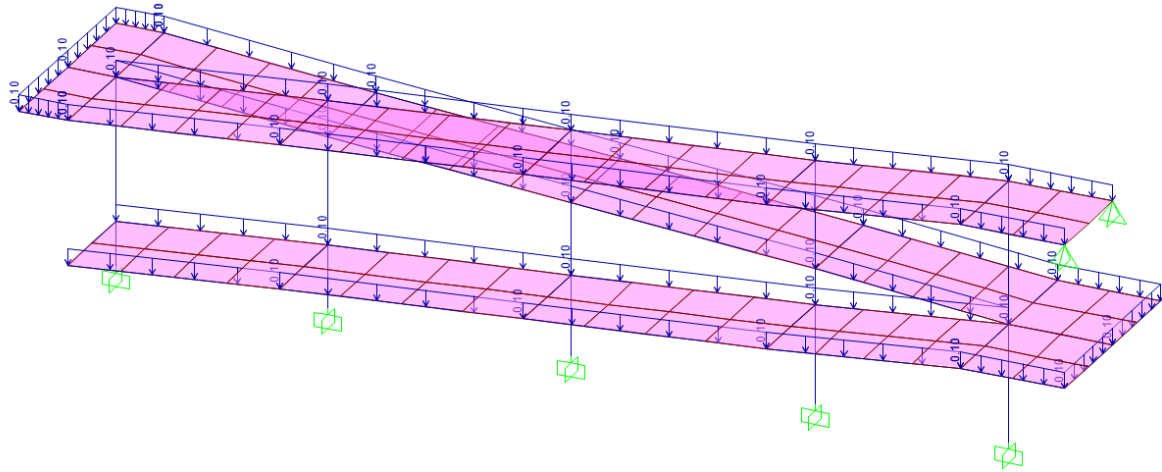


FIGURA 4. DISTRIBUCIÓN DE CARGA PERMANENTE

Carga Viva: 500 Kg/m²:

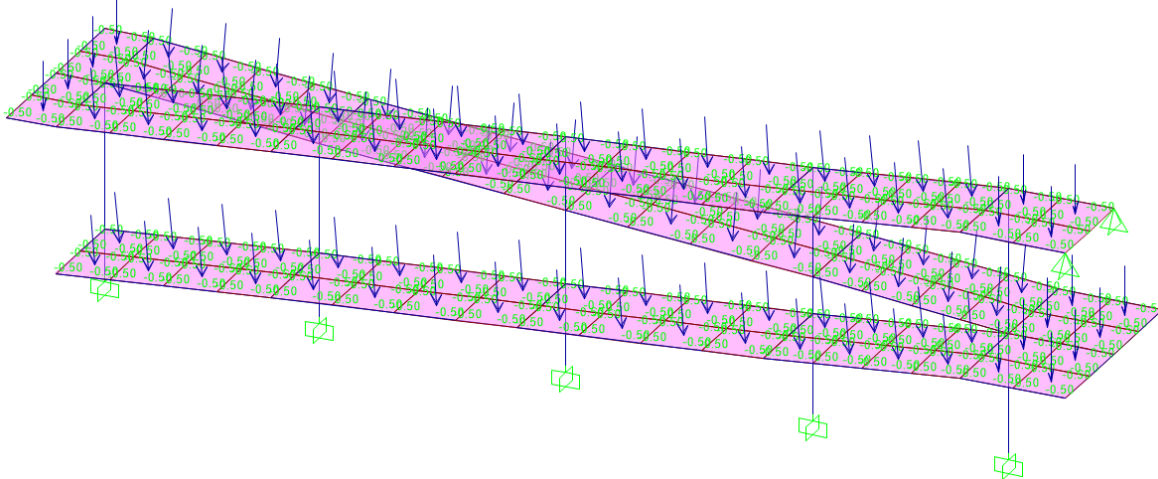


FIGURA 5. DISTRIBUCION DE CARGA VIVA

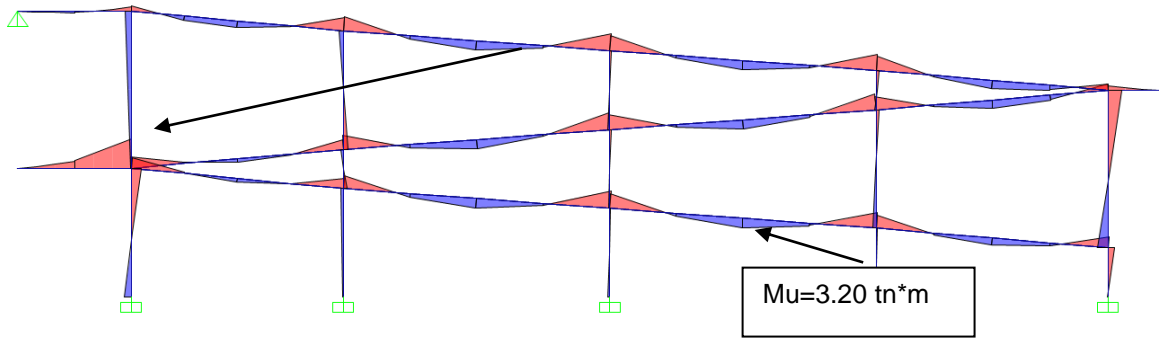
1.7 Resultados

Teniendo en cuenta las cargas se obtuvieron los siguientes resultados:

1.7.1 Axiales, Momentos y Cortantes

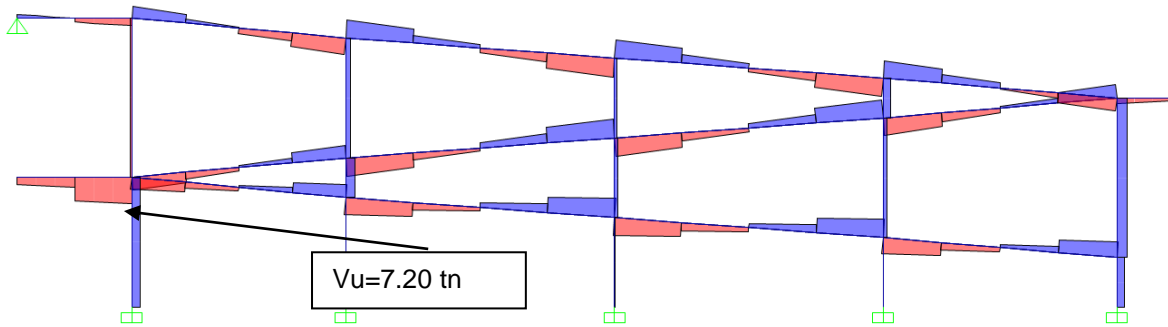
Diagrama de Momentos M33 Combo 2

$M_u = 10.74 \text{ tn}\cdot\text{m}$



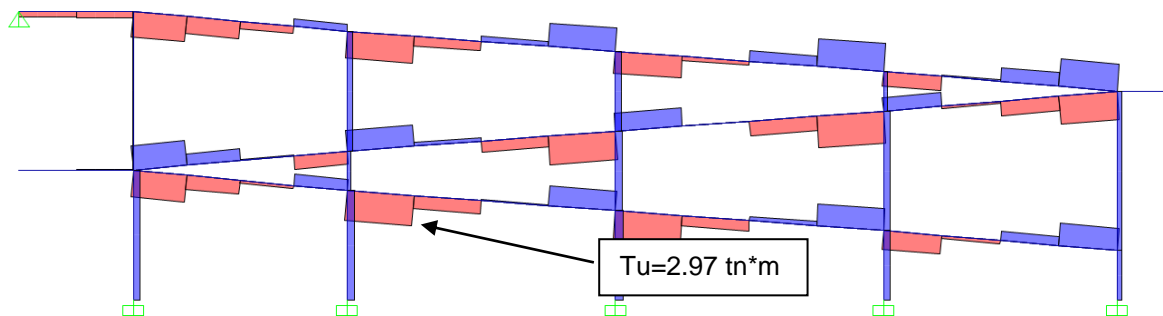
FÍGURA 6. DIAGRAMA DE MOMENTO M33 (COMBO 2)

Diagrama de Cortante V22 Combo 2

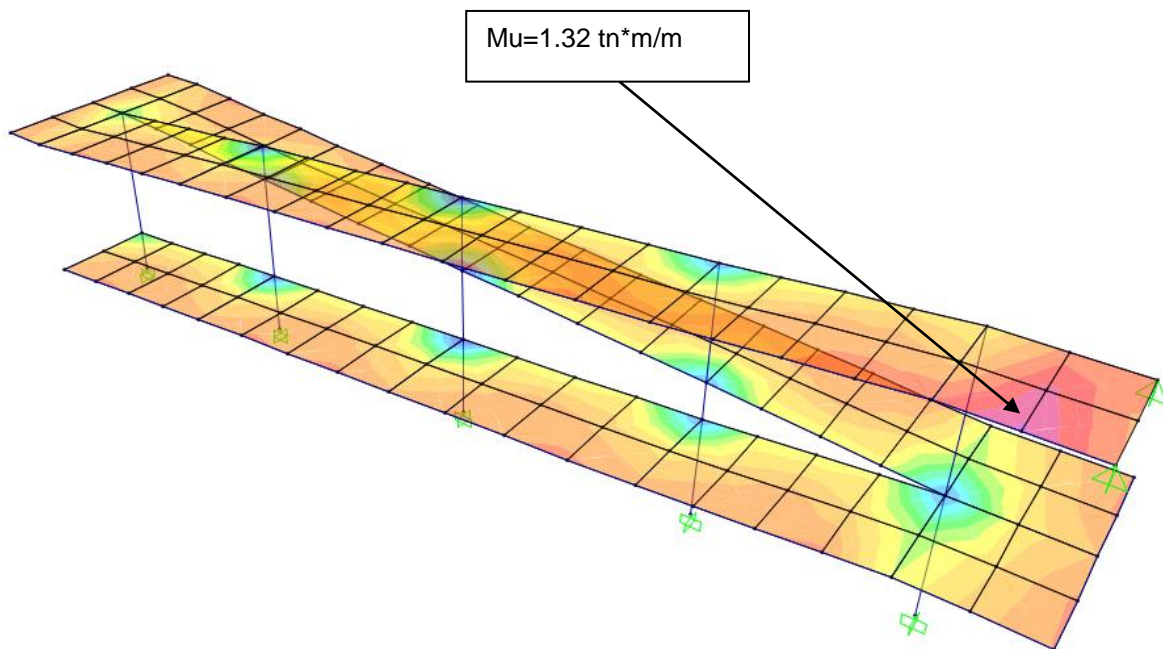


FÍGURA 7. DIAGRAMA DE CORTANTE V22 (COMBO 2)

Diagrama de Torsiones Combo 2



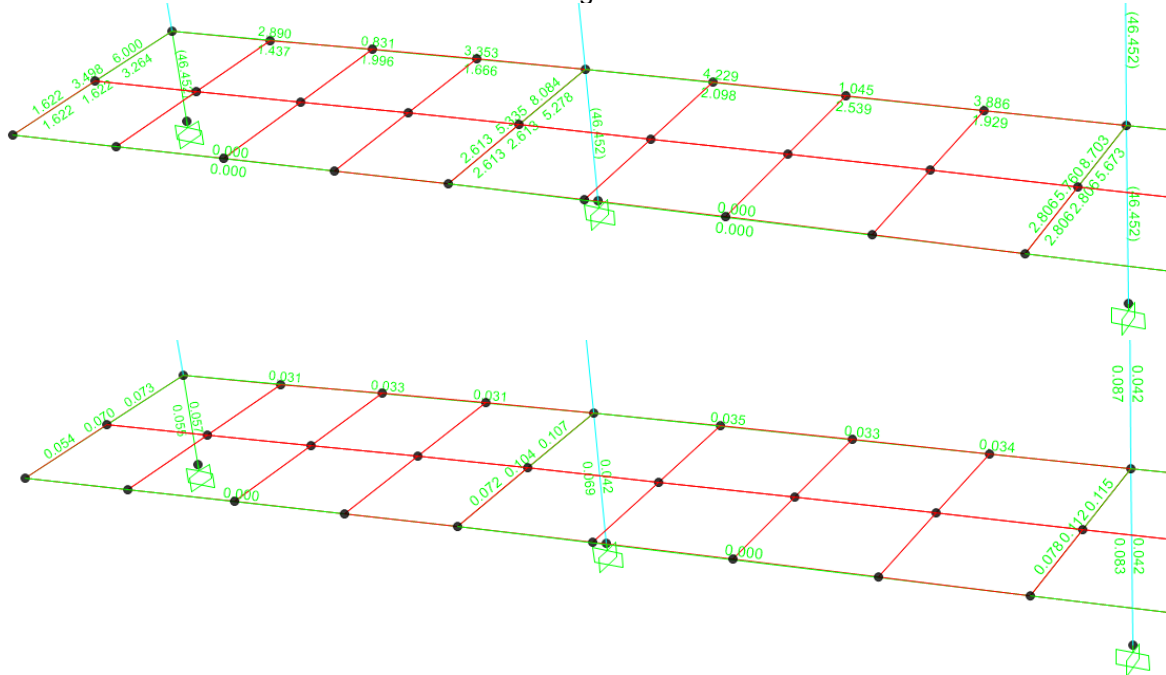
FÍGURA 8. DIAGRAMA DE TORSORES T (COMBO 2)



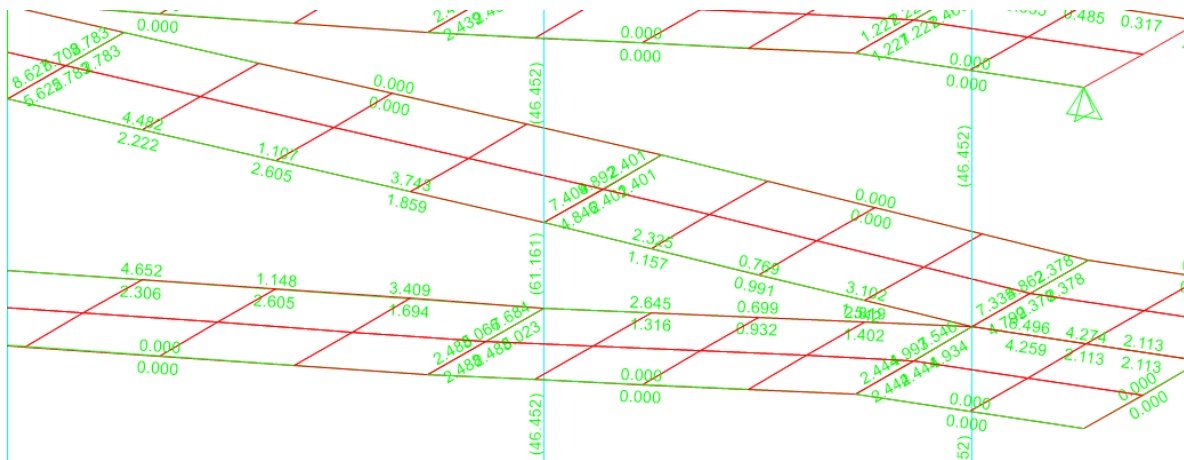
FÍGURA 11. DIAGRAMA M11 (COMBO 2)

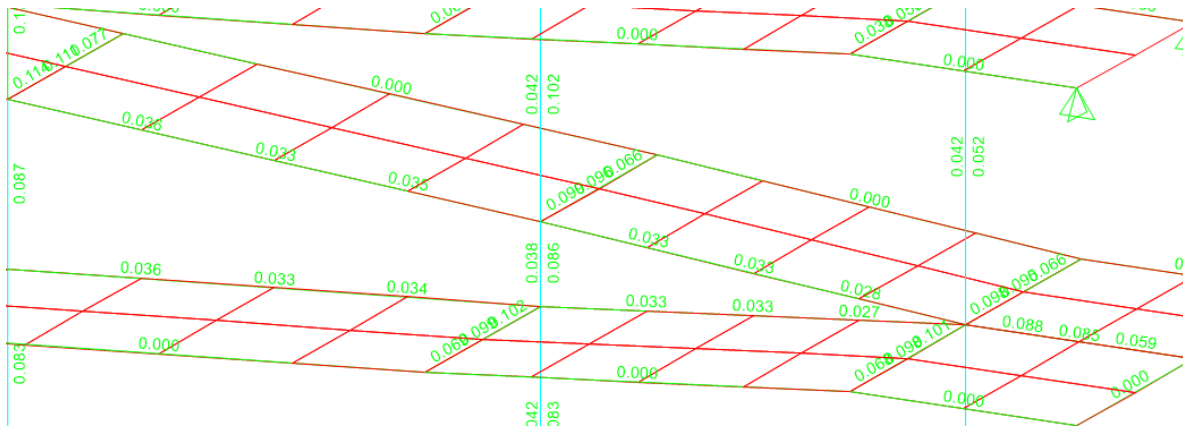
1.8 Diseño de los Elementos

Primer Y Segundo tramo

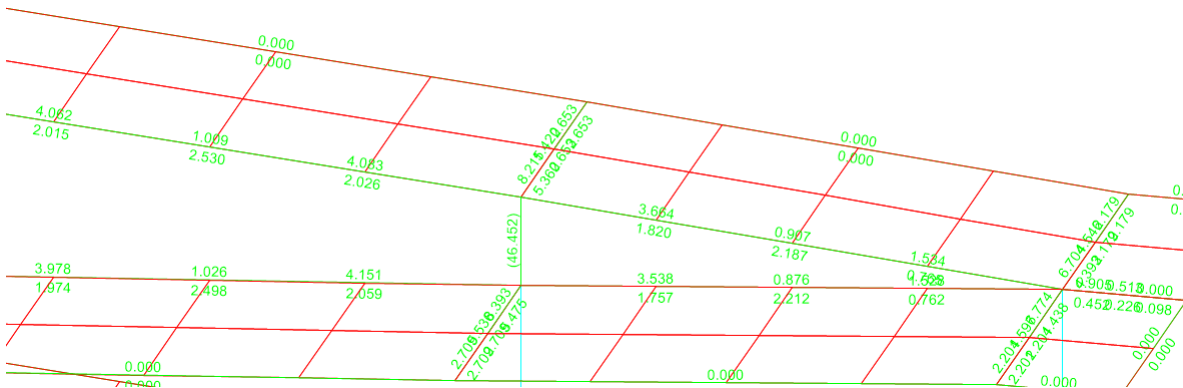


Tercer, Cuarto, Quinto y Sexto tramo; Primer Descanso intermedio

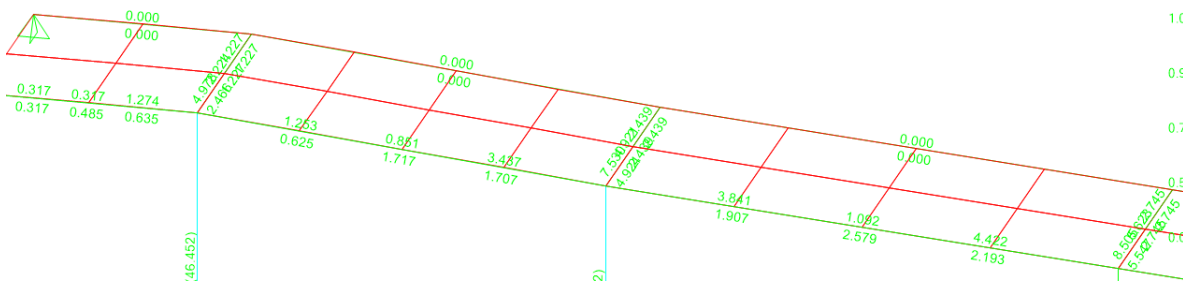




Septimo, Octavo, Noveno y Décimo tramo; Segundo Descanso Intermedio



Onceavo y Doceavo tramo; Descanso Final



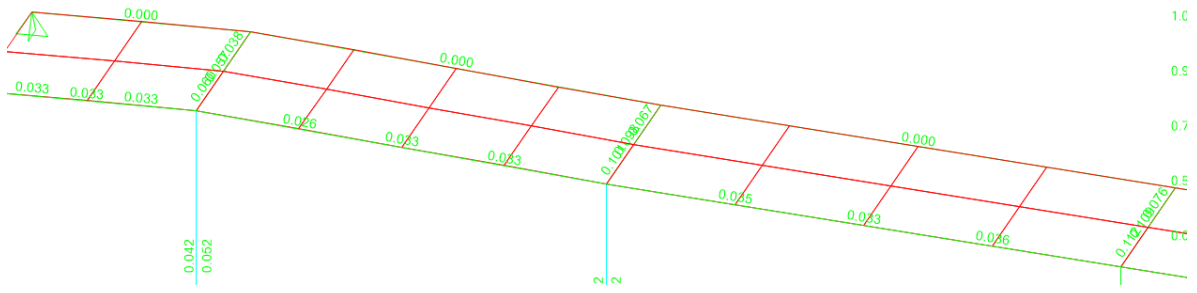
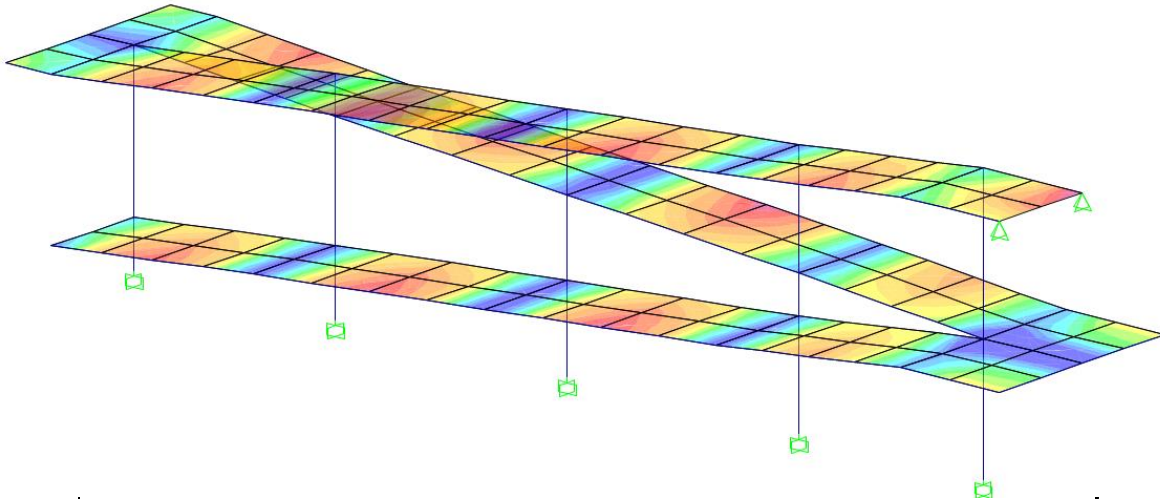


TABLE: Concrete Design 1 - Column Summary Data - ACI 318-08/IBC2009

Frame	DesignSect	VMajCombo	VMajRebar	VMinCombo	VMinRebar
Text	Text	Text	cm2/cm	Text	cm2/cm
52	COL 50x50	COMB6(ELU)	0.0571	COMB7(ELU)	0.0562
52	COL 50x50	COMB6(ELU)	0.0571	COMB7(ELU)	0.0562
52	COL 50x50	COMB6(ELU)	0.0571	COMB7(ELU)	0.0562
53	COL 50x50	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.1149
53	COL 50x50	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.1149
53	COL 50x50	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.1149
54	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.069
54	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.069
54	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.069
55	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.0849
55	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.0849
55	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.0849
56	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.3328
56	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.3328
56	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.3328
57	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.0822
57	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.0822
57	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.0822
58	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.0866
58	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.0866
58	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.0866
59	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.1715
59	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.1715
59	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.1715
60	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.1026
60	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.1026
60	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.1026
61	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.0774
61	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.0774
61	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.0774
62	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.0853
62	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.0853
62	COL 50x50	COMB10(ELU)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.0853
63	COL 50x50	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.0688
63	COL 50x50	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.0688
63	COL 50x50	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.0688
64	COL 50x50	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.0508
64	COL 50x50	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.0508
64	COL 50x50	COMB10(ELU) (Sp)	0.0417	COMB10(ELU) (Sp)	0.0508

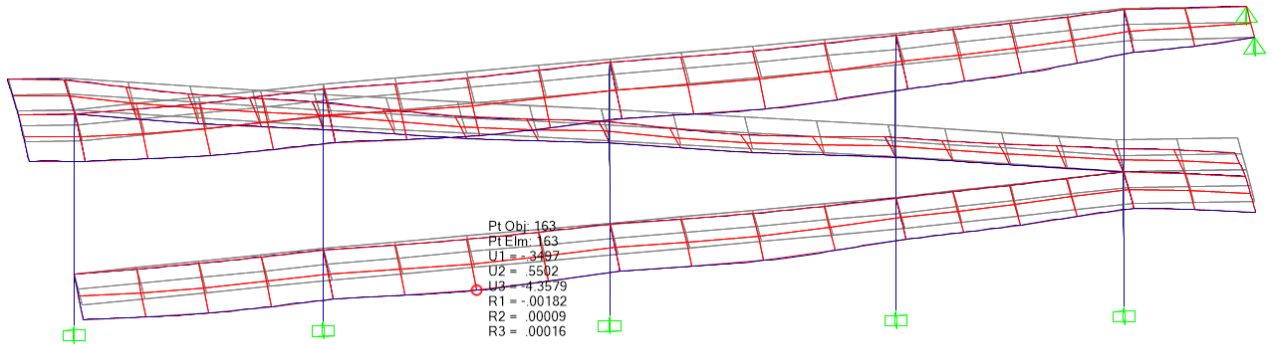
Diseño placa rampa



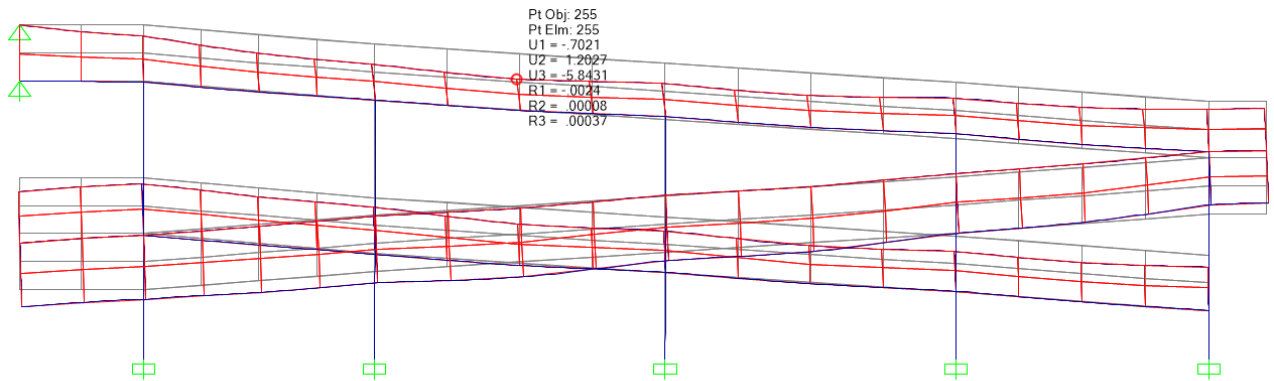
DATOS DE ENTRADA			
MATERIALES		SECCIÓN	
Fy =	420 Mpa	base =	1.00 m
F'c =	28 Mpa	altura =	0.20 m
FUERZAS		rec. vertical =	0.050 m
Momento último =	1.32 Ton.m	d =	0.150 m
Cortante apoyo =	5.07 Ton	Base apoyo viga =	0.20 m
REFUERZO			
A FLEXIÓN		A CORTANTE	
DISEÑO		Dist. donde (V=0) =	2.20 m
Varilla a utilizar =	No. 4	FLEJES CONSTRUCTIVOS	
No. Varillas =	4	Fleje a utilizar =	No. 3
rec. lateral =	3.00 cm	Fy fleje =	420 Mpa
bmin =	20.00 cm	# Ramas =	2
		Separación =	-12.36 cm
		S sugerida =	7.50 cm

1.9 Control de deflexiones

Deflexión activa=4.36 mm
Límite= $L/240=5410/240=22.54\text{mm}$
Luego o.k!!



Deflexión activa=5.843 mm
Límite= $L/240=2300/240=9.583\text{mm}$
Luego o.k!!



1.10 Diseño de cimentación

Reacciones en la base

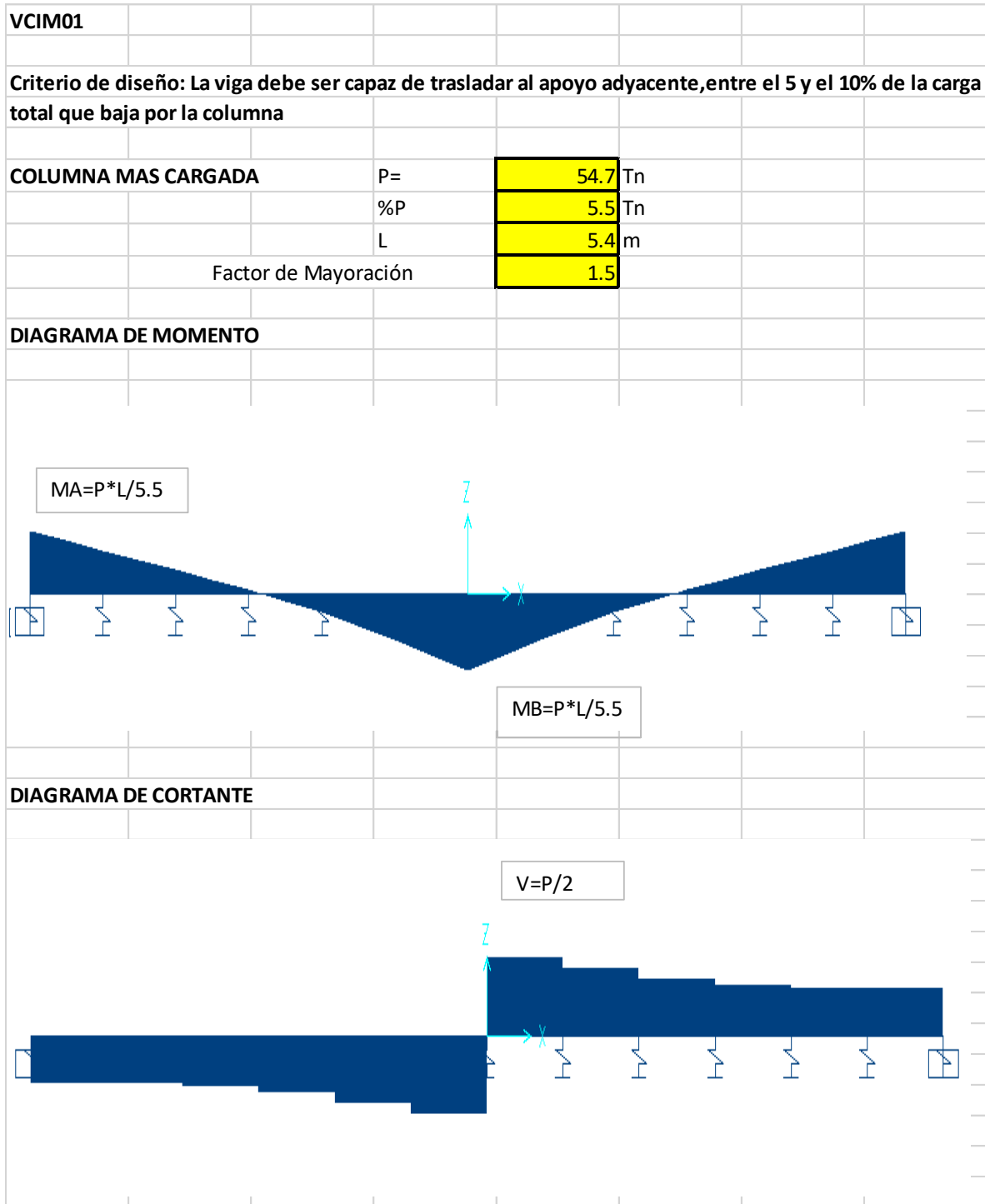
TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-cm	Tonf-cm	Tonf-cm
17	CIM	Combination	-21.8415	-0.0682	0.0299	0	0	0
24	CIM	Combination	27.1801	-8.2646	2.7802	0	0	0
37	CIM	Combination	-1.4557	-1.9957	31.6429	1081.545	10.849	-35.656
38	CIM	Combination	-0.0052	2.4439	52.3664	658.839	10.771	-47.734
39	CIM	Combination	-0.2628	3.1178	54.6852	205.308	-37.18	-57.346
40	CIM	Combination	0.0773	2.7413	49.285	-166.421	-33.259	-54.19
41	CIM	Combination	-1.8131	2.0256	41.1769	-335.237	-188.877	-46.734

ZAPATA Z-1

DATOS DE ENTRADA					
Capacidad portante suelo σ (Ton/m²)=		15			
Carga P1 exterior (Tn)=		54.748	(SIN MAYORAR)		
P.propio cimiento (Tn)=		5.4748			
Σ P1 (Ton)=		60.2228			
Factor de Mayoración		1.5			Especificaciones:
Columna					f'c (kg/cm ²)= 210
w (m)=		0.50			f'y (kg/cm ²)= 4200
l (m)=		0.50			
Calibre de la varilla longitudinal de la columna No		Nº 7			
Area (m2)=		4.01			
Valores recomendados para W, L, H1 y H2					
W (m)		2.00			
L (m)		2.00			
H1 (m)		0.15			
H2 (m)		0.58			
Tomar:					
W (m)		2.5			
L (m)		2.5			
H1 (m)		0.25			
H2 (m)		0.5			
Area real (m ²)=		6.25			
Reaccion zapata					
σ eta (Tn/m2)=		9.64			
σ ultima (Tn/m2)=		13.10			

DISEÑO			
Sentido Corto		Sentido Largo	
Zapata:			
M ultimo borde columna (T*m)	16.379		16.379
d sugerido (cms)	50.92		50.92
Tomar d (cms)=	43		43
REVISION DE CORTANTE			
Punzonamiento			
Vu(d/2) (Ton)=	70.79		70.79
vu (d/2) (Kg/cm ²)	5.06	✓	5.06
Como Viga Ancha			
Vu (d) (Ton)=	18.67		26.86
vu (d) (Kg/cm ²)	1.74	✓	1.74
FLEXION			
Refuerzo			
ρ calculada	0.00095		0.00095
ρ agrietamiento	0.00210	$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{Y_t}$	0.00210
ρ usada	0.00180	$f_r = 1.98 * (f'c)^{0.5}$	0.00180
As (cm ²)=	19.35	$f_r = 28.69 \text{ kg/cm}^2$	19.35
Usar zapata			
L (mts)=		2.5	
W(mts)=		2.5	
H1 (mts)=		0.25	
H2 (mts)=		0.5	
Se sugiere usar			
para refuerzo sentido corto:			
	10 barras No	5	cada 26 cms
para refuerzo sentido largo:			
	10 barras No	5	cada 26 cms

VIGAS DE CIMENTACIÓN



b	40	cm					
h	50	cm					
d	43	cm					
Mu max	12.1	Tn*m	Estático				
Mu max	7.8	Tn*m	Sismo				
Vu max	4.10139	Tn		Especificaci			
				f'c (kg/cm ²)=	210		
				f'y (kg/cm ²)=	4200		
DISEÑO A CORTANTE							
ϕVc	2400	Tn					
fy Estribo	4200						
No Estribo	Nº 3						
Usar cada	21.5	cm					

DISEÑO A FI (Falla Tracción)		(REFUERZO LONGITUDINAL)							
	ρ min	0.0033							
	ρ max	0.0160							
	ρ tracc	0.0135							
	Punto	Mu (Tn*m)	Mu/ ϕbd^2	ρ	ρ utilizado	As (cm2)	ϕ	Cantidad	
	A	12.08	18.15	0.00457	0.00457	7.85	5	4 Ref. Inf	
	B	12.08	18.15	0.00457	0.00457	7.85	5	4 Ref. Sup	