

### Análisis de carga de viento

Según la norma NBE-AE/88 la carga de viento puede ser calculada mediante la siguiente ecuación:

$$w = \frac{V^2}{16}$$

Dónde:

W: presión dinámica del viento (kg/m<sup>2</sup>)

V: velocidad del viento (m/s)

La altura de nuestra edificación es de 7,9 m

Según Tabla A11.3 sabiendo la altura de coronación de la edificación podemos obtener la velocidad del viento. En nuestro caso tendremos:

$$V = 28 \text{ m/s}$$

Según Tabla A11.3 nos indica que para V=28 m/s tendremos una presión dinámica de:

$$w = 50 \text{ kg/m}^2$$

Posteriormente se aplicarán coeficientes eólicos para barlovento y sotavento

Para barlovento tendremos un coeficiente  $c_1 = +0,8$

Para sotavento tendremos un coeficiente  $c_2 = -0,4$

Por lo tanto, tendremos que:

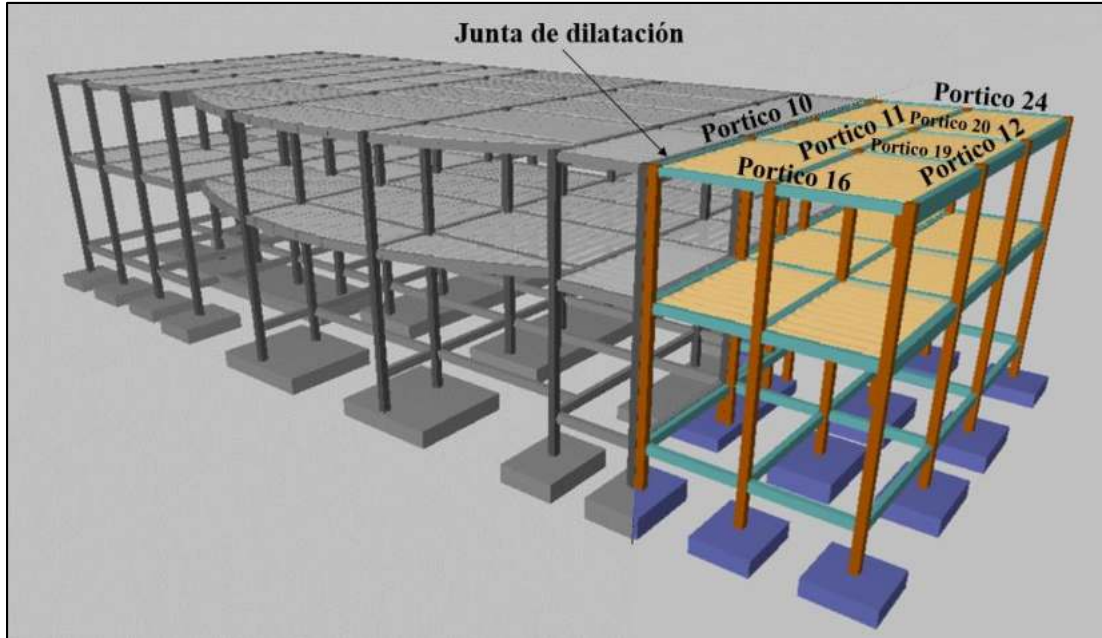
$$P_{\text{barlovento}} = +0,8 \cdot w = 40 \text{ kg/m}^2$$

$$P_{\text{sotavento}} = -0,4 \cdot w = -20 \text{ kg/m}^2$$

**ANEXO IX:**  
**CÁLCULO ESTRUCTURAL**

## ANEXO IX Cálculo Estructural

Figura A9.1 Pórticos analizados



Fuente: Elaboración propia

Se realizará el cálculo estructural de los pórticos 10, 11, 12, 16, 19, 20 y 24 para determinar los esfuerzos en cada elemento.

Para este análisis se considerará carga viva, carga muerta y carga de viento.

### Análisis Matricial de Rigidez (Pórtico 12)

#### Módulo de elasticidad

Para hormigón H-25 el valor del módulo de elasticidad es:

$$E = 30.500 \text{ MPa} \quad (\text{CBH-87, pág. 34})$$

$$E = 30.500 \text{ MPa} \cdot \frac{101.971,62 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}}{1 \text{ MPa}} = 3.110.164.910 \text{ kg/m}^2$$

## Matrices de Rigidez de los elementos (Pórtico 12)

### Elemento C11-0

E=	3110164910	kg/m <sup>2</sup>
b=	0,25	m
h=	0,25	m
A=	0,0625	m <sup>2</sup>
I=	0,00032552	m <sup>4</sup>

Elemento	Coord $x_n$	Coord $y_n$	Coord $x_f$	Coord $y_f$	Longitud (m)
C11-0	0	0	0	2,00	2,00

$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\lambda_x \cdot \lambda_y$	$\lambda_x^2$	$\lambda_y^2$	$12EI/L^3$	$6EI/L^2$	$4EI/L$	$2EI/L$	$EA/L$
0	1	0	0	1	1518635	1518635	2024847	1012423	97192653

$$\mathbf{K}(\mathbf{C11-0}) = \begin{matrix} & \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{3} & \mathbf{13} & \mathbf{14} & \mathbf{15} & \\ \begin{matrix} \mathbf{1} \\ \mathbf{2} \\ \mathbf{3} \\ \mathbf{13} \\ \mathbf{14} \\ \mathbf{15} \end{matrix} & \begin{matrix} 1518635 \\ 0 \\ -1518635 \\ -1518635 \\ 0 \\ -1518635 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 97192653 \\ 0 \\ 0 \\ -97192653 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} -1518635 \\ 0 \\ 2024847 \\ 1518635 \\ 0 \\ 1012423 \end{matrix} & \begin{matrix} -1518635 \\ 0 \\ 1518635 \\ 1518635 \\ 0 \\ 1518635 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ -97192653 \\ 0 \\ 97192653 \\ 0 \\ 2024847 \end{matrix} & \begin{matrix} -1518635 \\ 0 \\ 1012423 \\ 1518635 \\ 0 \\ 2024847 \end{matrix} & \begin{matrix} \mathbf{1} \\ \mathbf{2} \\ \mathbf{3} \\ \mathbf{13} \\ \mathbf{14} \\ \mathbf{15} \end{matrix} \end{matrix}$$

### Elemento C25-0

$$\mathbf{K}(\mathbf{C25-0}) = \begin{matrix} & \mathbf{4} & \mathbf{5} & \mathbf{6} & \mathbf{16} & \mathbf{17} & \mathbf{18} & \\ \begin{matrix} \mathbf{4} \\ \mathbf{5} \\ \mathbf{6} \\ \mathbf{16} \\ \mathbf{17} \\ \mathbf{18} \end{matrix} & \begin{matrix} 2624202 \\ 0 \\ -2624202 \\ -2624202 \\ 0 \\ -2624202 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 116631184 \\ 0 \\ 0 \\ -116631184 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} -2624202 \\ 0 \\ 3498936 \\ 2624202 \\ 0 \\ 1749468 \end{matrix} & \begin{matrix} -2624202 \\ 0 \\ 2624202 \\ 2624202 \\ 0 \\ 2624202 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ -116631184 \\ 0 \\ 116631184 \\ 0 \\ 3498936 \end{matrix} & \begin{matrix} -2624202 \\ 0 \\ 1749468 \\ 2624202 \\ 0 \\ 3498936 \end{matrix} & \begin{matrix} \mathbf{4} \\ \mathbf{5} \\ \mathbf{6} \\ \mathbf{16} \\ \mathbf{17} \\ \mathbf{18} \end{matrix} \end{matrix}$$

**Elemento C33-0**

	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	
<b>K(C33-0)=</b>	2624202	0	-2624202	-2624202	0	-2624202	<b>7</b>
	0	116631184	0	0	-116631184	0	<b>8</b>
	-2624202	0	3498936	2624202	0	1749468	<b>9</b>
	-2624202	0	2624202	2624202	0	2624202	<b>19</b>
	0	-116631184	0	0	116631184	0	<b>20</b>
	-2624202	0	1749468	2624202	0	3498936	<b>21</b>

**Elemento C49-0**

	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	
<b>K(C49-0)=</b>	2624202	0	-2624202	-2624202	0	-2624202	<b>10</b>
	0	116631184	0	0	-116631184	0	<b>11</b>
	-2624202	0	3498936	2624202	0	1749468	<b>12</b>
	-2624202	0	2624202	2624202	0	2624202	<b>22</b>
	0	-116631184	0	0	116631184	0	<b>23</b>
	-2624202	0	1749468	2624202	0	3498936	<b>24</b>

**Elemento C11-1**

	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	
<b>K(C11-1)=</b>	163982	0	-344362	-163982	0	-344362	<b>13</b>
	0	46282216	0	0	-46282216	0	<b>14</b>
	-344362	0	964213	344362	0	482106	<b>15</b>
	-163982	0	344362	163982	0	344362	<b>25</b>
	0	-46282216	0	0	46282216	0	<b>26</b>
	-344362	0	482106	344362	0	964213	<b>27</b>

**Elemento C25-1**

	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	
<b>K(C25-1)=</b>	283361	0	-595057	-283361	0	-595057	<b>16</b>
	0	55538659	0	0	-55538659	0	<b>17</b>
	-595057	0	1666160	595057	0	833080	<b>18</b>
	-283361	0	595057	283361	0	595057	<b>28</b>
	0	-55538659	0	0	55538659	0	<b>29</b>
	-595057	0	833080	595057	0	1666160	<b>30</b>

**Elemento C33-1**

	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	
<b>K(C33-1)=</b>	283361	0	-595057	-283361	0	-595057	<b>19</b>
	0	55538659	0	0	-55538659	0	<b>20</b>
	-595057	0	1666160	595057	0	833080	<b>21</b>
	-283361	0	595057	283361	0	595057	<b>31</b>
	0	-55538659	0	0	55538659	0	<b>32</b>
	-595057	0	833080	595057	0	1666160	<b>33</b>

**Elemento C49-1**

	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>36</b>	
<b>K(C49-1)=</b>	283361	0	-595057	-283361	0	-595057	<b>22</b>
	0	55538659	0	0	-55538659	0	<b>23</b>
	-595057	0	1666160	595057	0	833080	<b>24</b>
	-283361	0	595057	283361	0	595057	<b>34</b>
	0	-55538659	0	0	55538659	0	<b>35</b>
	-595057	0	833080	595057	0	1666160	<b>36</b>

**Elemento C11-2**

	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>37</b>	<b>38</b>	<b>39</b>	
<b>K(C11-2)=</b>	239849	0	-443721	-239849	0	-443721	<b>25</b>
	0	52536569	0	0	-52536569	0	<b>26</b>
	-443721	0	1094512	443721	0	547256	<b>27</b>
	-239849	0	443721	239849	0	443721	<b>37</b>
	0	-52536569	0	0	52536569	0	<b>38</b>
	-443721	0	547256	443721	0	1094512	<b>39</b>

**Elemento C25-2**

	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>41</b>	<b>42</b>	
<b>K(C25-2)=</b>	414459	0	-766750	-414459	0	-766750	<b>28</b>
	0	63043883	0	0	-63043883	0	<b>29</b>
	-766750	0	1891316	766750	0	945658	<b>30</b>
	-414459	0	766750	414459	0	766750	<b>40</b>
	0	-63043883	0	0	63043883	0	<b>41</b>
	-766750	0	945658	766750	0	1891316	<b>42</b>

**Elemento C33-2**

	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>43</b>	<b>44</b>	<b>45</b>	
<b>K(C33-2)=</b>	414459	0	-766750	-414459	0	-766750	<b>31</b>
	0	63043883	0	0	-63043883	0	<b>32</b>
	-766750	0	1891316	766750	0	945658	<b>33</b>
	-414459	0	766750	414459	0	766750	<b>43</b>
	0	-63043883	0	0	63043883	0	<b>44</b>
	-766750	0	945658	766750	0	1891316	<b>45</b>

**Elemento C49-2**

	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>36</b>	<b>46</b>	<b>47</b>	<b>48</b>	
<b>K(C49-2)=</b>	414459	0	-766750	-414459	0	-766750	<b>34</b>
	0	63043883	0	0	-63043883	0	<b>35</b>
	-766750	0	1891316	766750	0	945658	<b>36</b>
	-414459	0	766750	414459	0	766750	<b>46</b>
	0	-63043883	0	0	63043883	0	<b>47</b>
	-766750	0	945658	766750	0	1891316	<b>48</b>

**Elemento V-171**

	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	
<b>K(V-171)=</b>	37851906	0	0	-37851906	0	0	<b>13</b>
	0	140164	345504	0	-140164	345504	<b>14</b>
	0	345504	1135557	0	-345504	567779	<b>15</b>
	-37851906	0	0	37851906	0	0	<b>16</b>
	0	-140164	-345504	0	140164	-345504	<b>17</b>
	0	345504	567779	0	-345504	1135557	<b>18</b>

**Elemento V-172**

	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	
<b>K(V-172)=</b>	45514608	0	0	-45514608	0	0	<b>16</b>
	0	243683	499551	0	-243683	499551	<b>17</b>
	0	499551	1365438	0	-499551	682719	<b>18</b>
	-45514608	0	0	45514608	0	0	<b>19</b>
	0	-243683	-499551	0	243683	-499551	<b>20</b>
	0	499551	682719	0	-499551	1365438	<b>21</b>

**Elemento V-173**

	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	
<b>K(V-173)=</b>	36164708	0	0	-36164708	0	0	<b>19</b>
	0	122244	315390	0	-122244	315390	<b>20</b>
	0	315390	1084941	0	-315390	542471	<b>21</b>
	-36164708	0	0	36164708	0	0	<b>22</b>
	0	-122244	-315390	0	122244	-315390	<b>23</b>
	0	315390	542471	0	-315390	1084941	<b>24</b>

**Elemento V-274**

	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	
<b>K(V-274)=</b>	78858137	0	0	-78858137	0	0	<b>25</b>
	0	811134	1999446	0	-811134	1999446	<b>26</b>
	0	1999446	6571511	0	-1999446	3285756	<b>27</b>
	-78858137	0	0	78858137	0	0	<b>28</b>
	0	-811134	-1999446	0	811134	-1999446	<b>29</b>
	0	1999446	3285756	0	-1999446	6571511	<b>30</b>

**Elemento V-275**

	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	
<b>K(V-275)=</b>	94822101	0	0	-94822101	0	0	<b>28</b>
	0	1410204	2890918	0	-1410204	2890918	<b>29</b>
	0	2890918	7901842	0	-2890918	3950921	<b>30</b>
	-94822101	0	0	94822101	0	0	<b>31</b>
	0	-1410204	-2890918	0	1410204	-2890918	<b>32</b>
	0	2890918	3950921	0	-2890918	7901842	<b>33</b>

**Elemento V-276**

	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>36</b>	
<b>K(V-276)=</b>	75343142	0	0	-75343142	0	0	<b>31</b>
	0	707431	1825173	0	-707431	1825173	<b>32</b>
	0	1825173	6278595	0	-1825173	3139298	<b>33</b>
	-75343142	0	0	75343142	0	0	<b>34</b>
	0	-707431	-1825173	0	707431	-1825173	<b>35</b>
	0	1825173	3139298	0	-1825173	6278595	<b>36</b>



**Elemento V-374**

	<b>37</b>	<b>38</b>	<b>39</b>	<b>40</b>	<b>41</b>	<b>42</b>	
<b>K(V-374)=</b>	78858137	0	0	-78858137	0	0	<b>37</b>
	0	811134	1999446	0	-811134	1999446	<b>38</b>
	0	1999446	6571511	0	-1999446	3285756	<b>39</b>
	-78858137	0	0	78858137	0	0	<b>40</b>
	0	-811134	-1999446	0	811134	-1999446	<b>41</b>
	0	1999446	3285756	0	-1999446	6571511	<b>42</b>

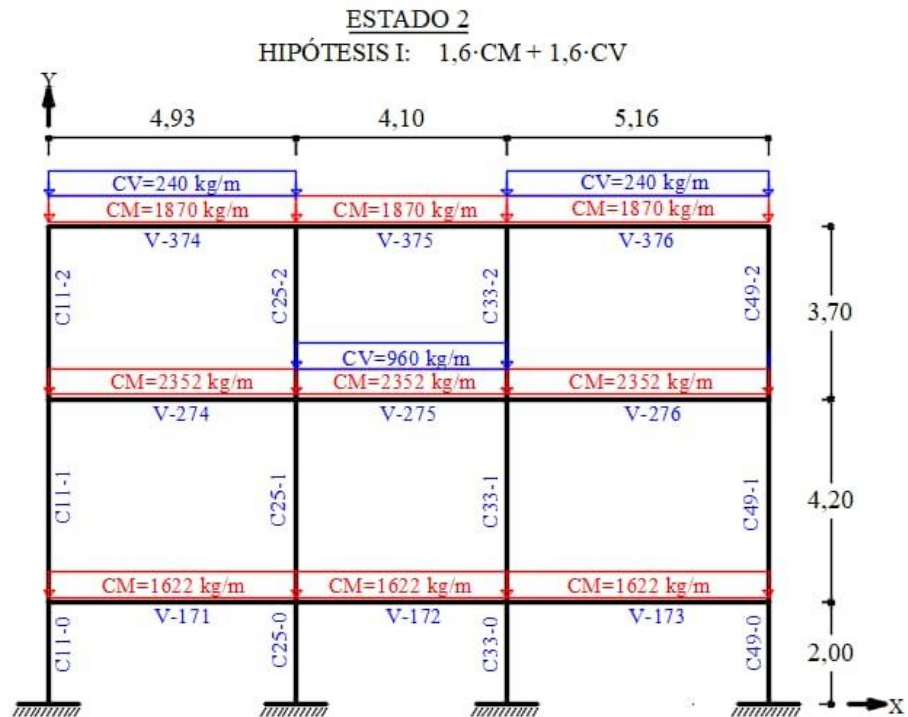
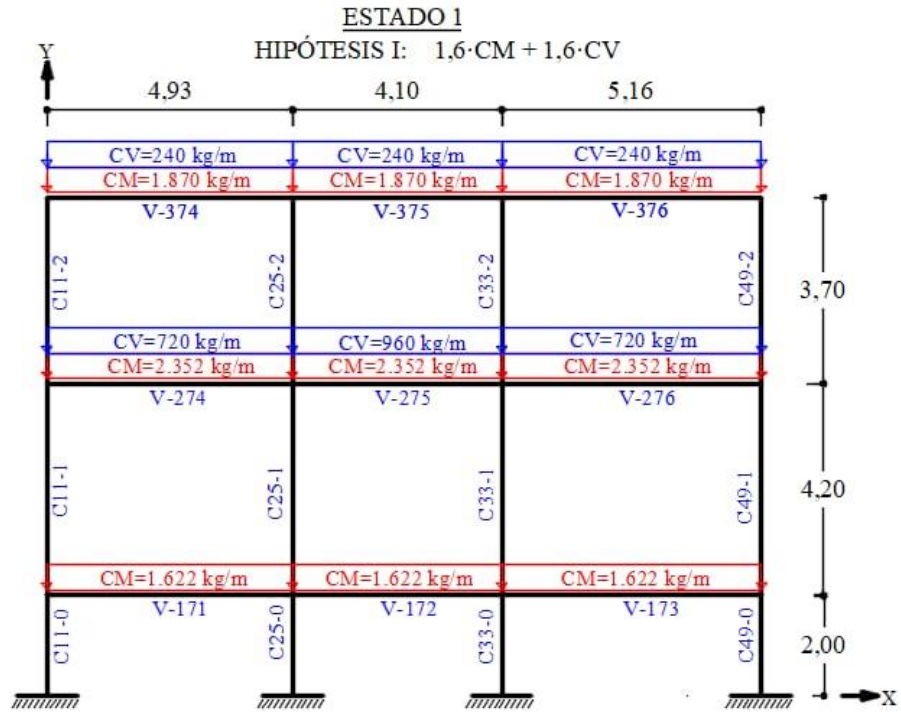
**Elemento V-375**

	<b>40</b>	<b>41</b>	<b>42</b>	<b>43</b>	<b>44</b>	<b>45</b>	
<b>K(V-375)=</b>	94822101	0	0	-94822101	0	0	<b>40</b>
	0	1410204	2890918	0	-1410204	2890918	<b>41</b>
	0	2890918	7901842	0	-2890918	3950921	<b>42</b>
	-94822101	0	0	94822101	0	0	<b>43</b>
	0	-1410204	-2890918	0	1410204	-2890918	<b>44</b>
	0	2890918	3950921	0	-2890918	7901842	<b>45</b>

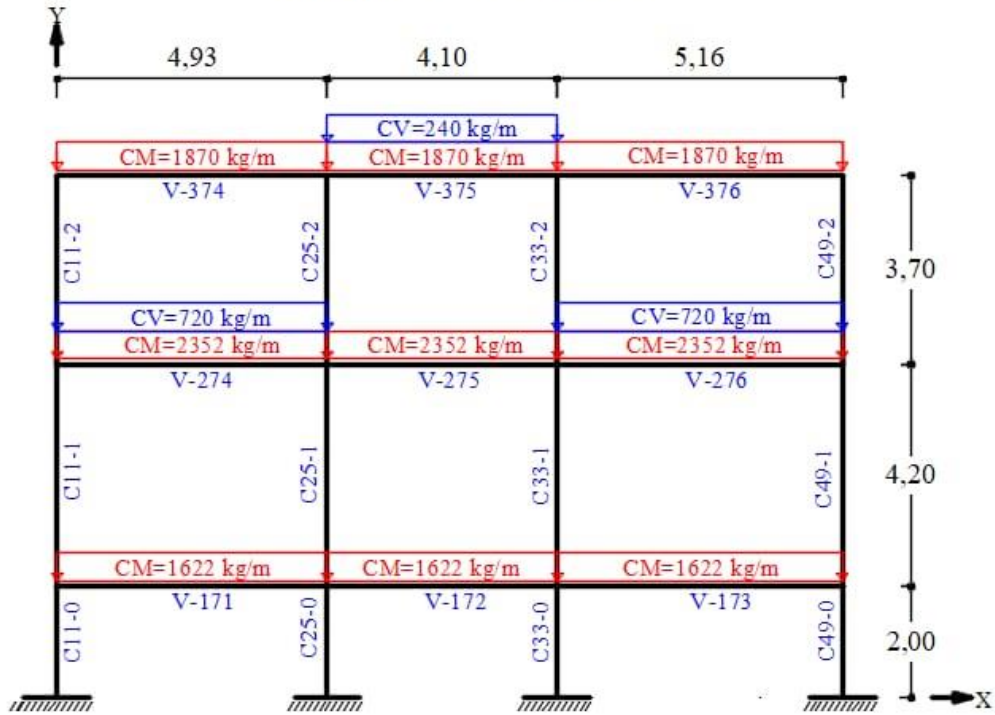
**Elemento V-376**

	<b>43</b>	<b>44</b>	<b>45</b>	<b>46</b>	<b>47</b>	<b>48</b>	
<b>K(V-376)=</b>	75343142	0	0	-75343142	0	0	<b>43</b>
	0	707431	1825173	0	-707431	1825173	<b>44</b>
	0	1825173	6278595	0	-1825173	3139298	<b>45</b>
	-75343142	0	0	75343142	0	0	<b>46</b>
	0	-707431	-1825173	0	707431	-1825173	<b>47</b>
	0	1825173	3139298	0	-1825173	6278595	<b>48</b>

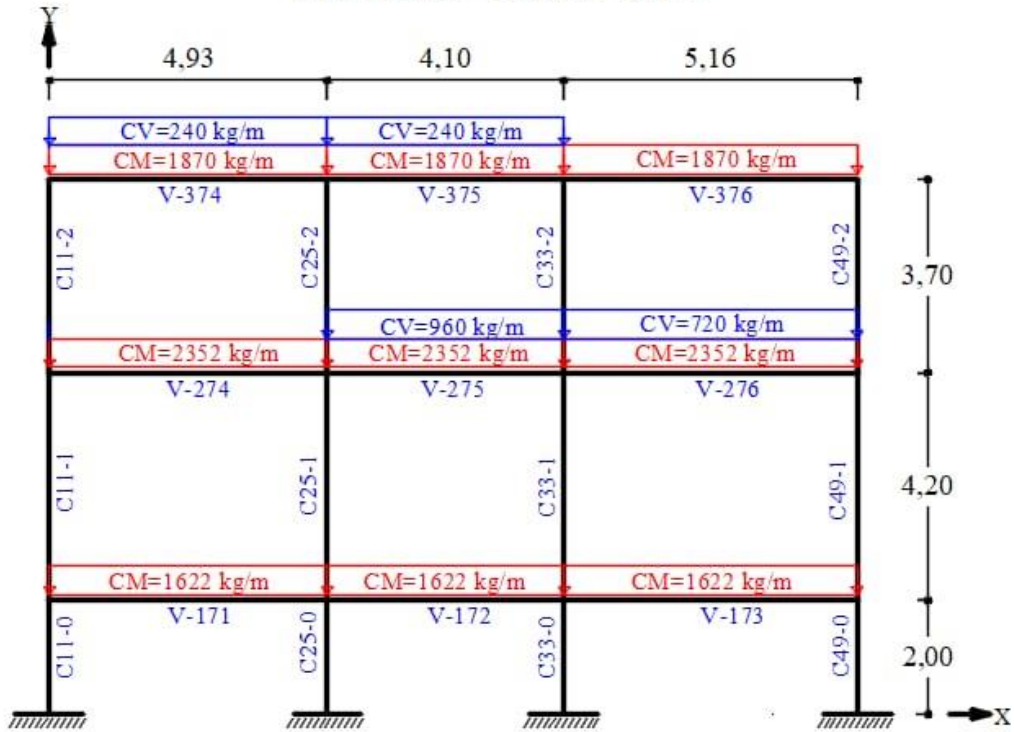
## Hipótesis y estados de carga (Pórtico12)



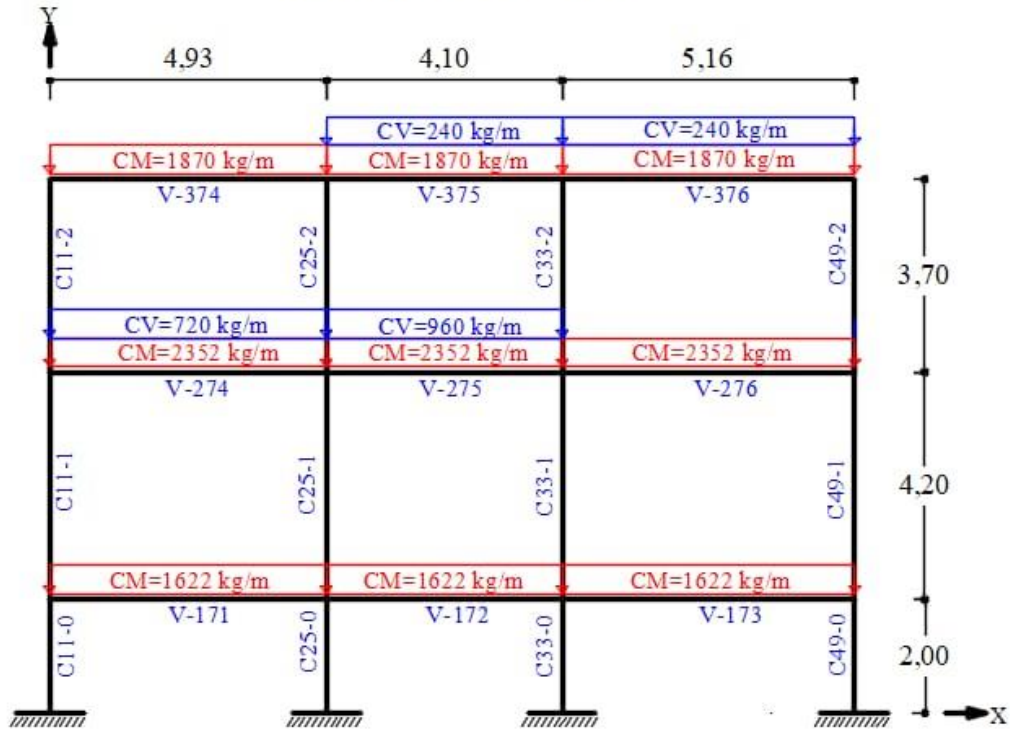
**ESTADO 3**  
**HIPÓTESIS I:  $1,6 \cdot CM + 1,6 \cdot CV$**



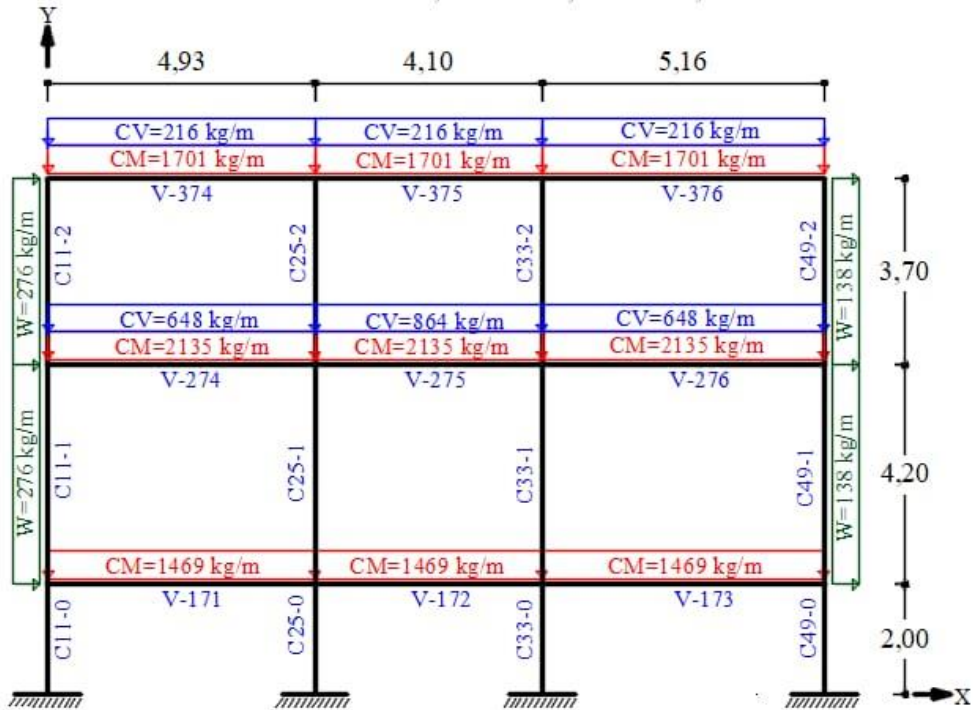
**ESTADO 4**  
**HIPÓTESIS I:  $1,6 \cdot CM + 1,6 \cdot CV$**



**ESTADO 5**  
**HIPÓTESIS I:  $1,6 \cdot CM + 1,6 \cdot CV$**

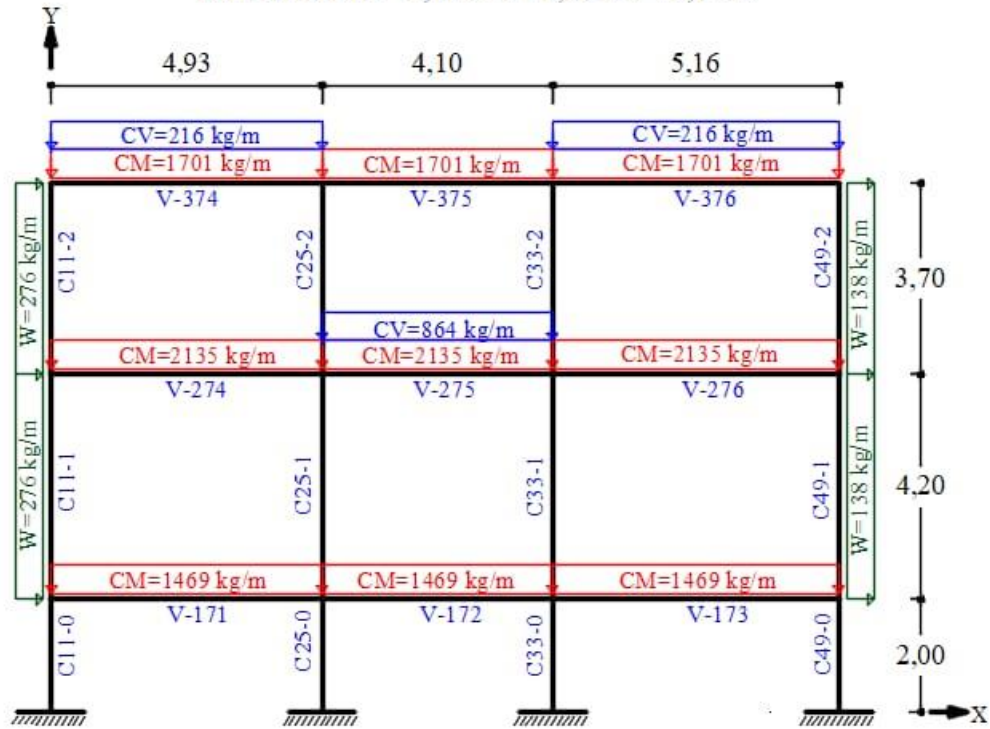


**ESTADO 6**  
**HIPÓTESIS II:  $1,44 \cdot CM + 1,44 \cdot CV + 1,44 \cdot W$**



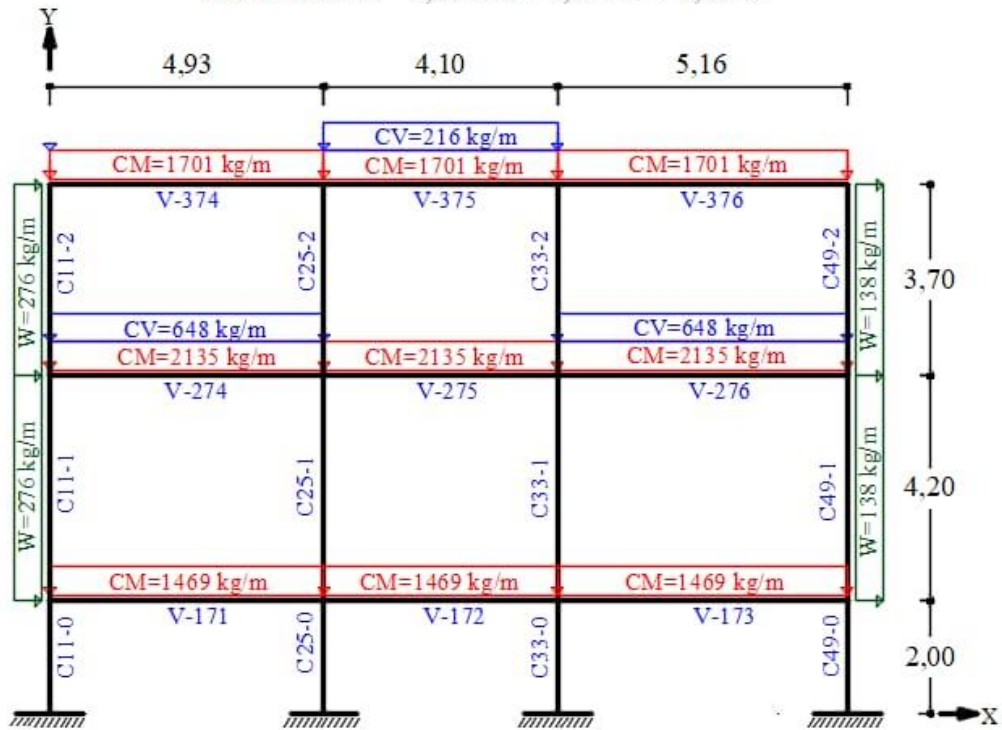
**ESTADO 7**

HIPÓTESIS II:  $1,44 \cdot CM + 1,44 \cdot CV + 1,44 \cdot W$



**ESTADO 8**

HIPÓTESIS II:  $1,44 \cdot CM + 1,44 \cdot CV + 1,44 \cdot W$





ESTADO 9

HIPÓTESIS II:  $1,44 \cdot CM + 1,44 \cdot CV + 1,44 \cdot W$



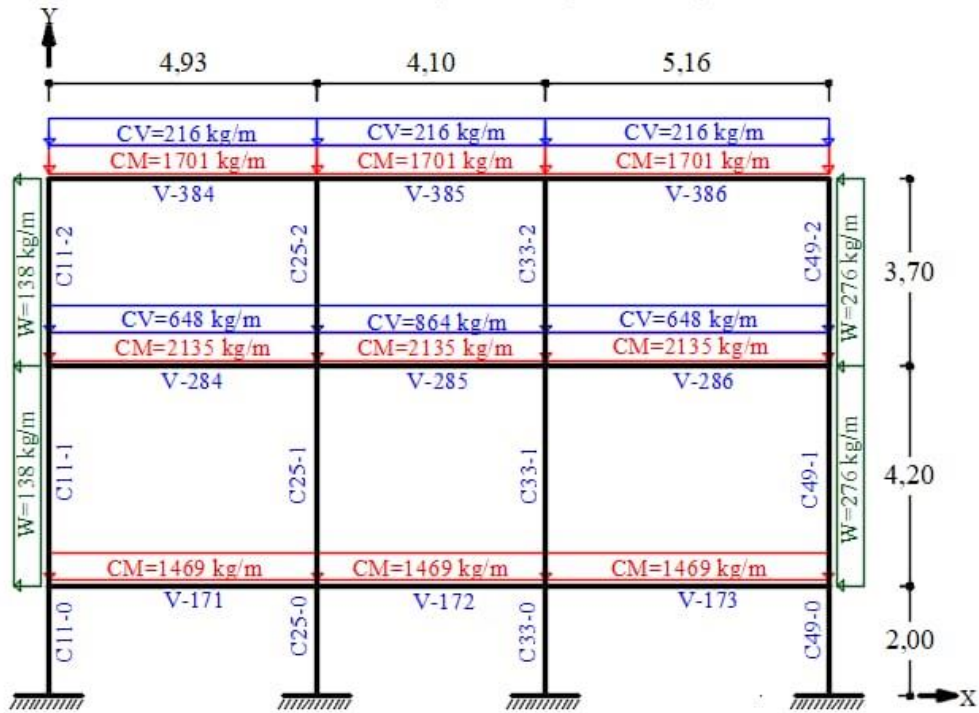
ESTADO 10

HIPÓTESIS II:  $1,44 \cdot CM + 1,44 \cdot CV + 1,44 \cdot W$



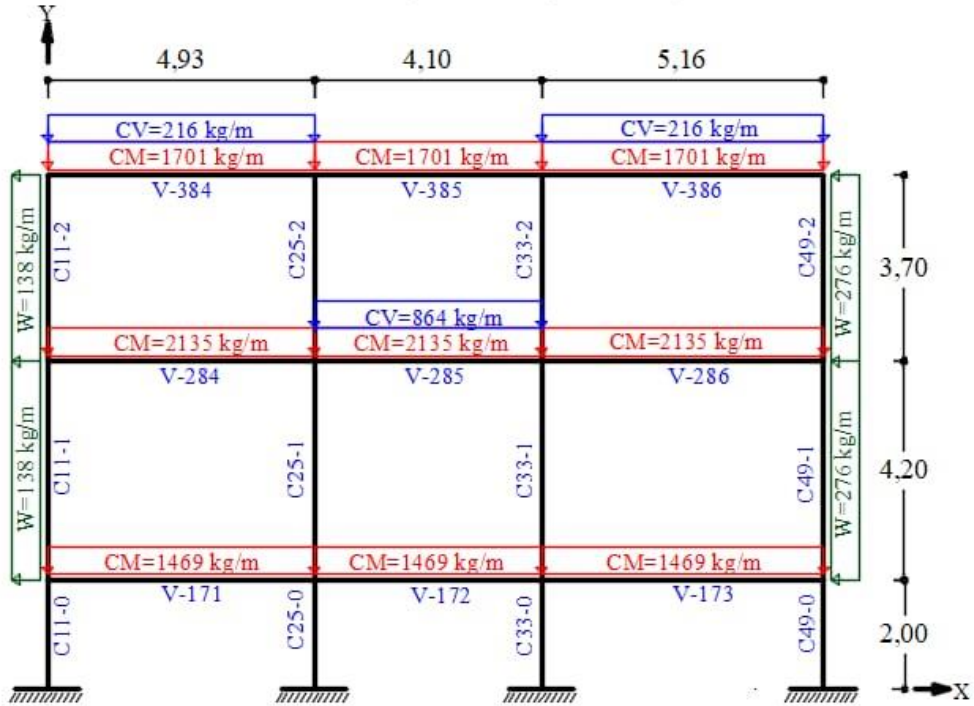
ESTADO 11

HIPÓTESIS II:  $1,44 \cdot CM + 1,44 \cdot CV + 1,44 \cdot W$



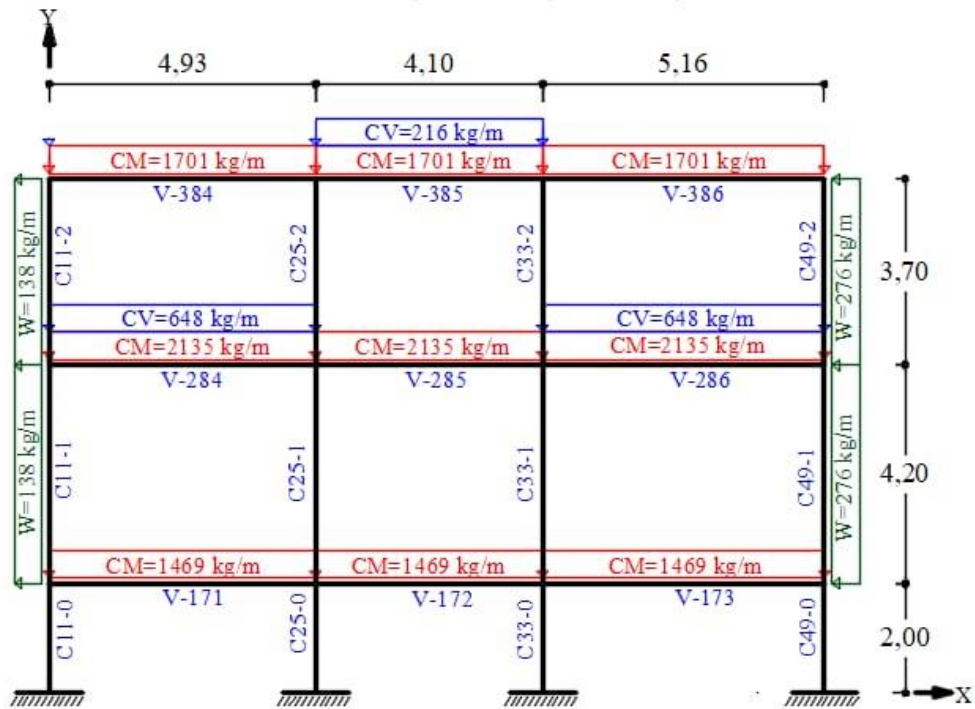
ESTADO 12

HIPÓTESIS II:  $1,44 \cdot CM + 1,44 \cdot CV + 1,44 \cdot W$



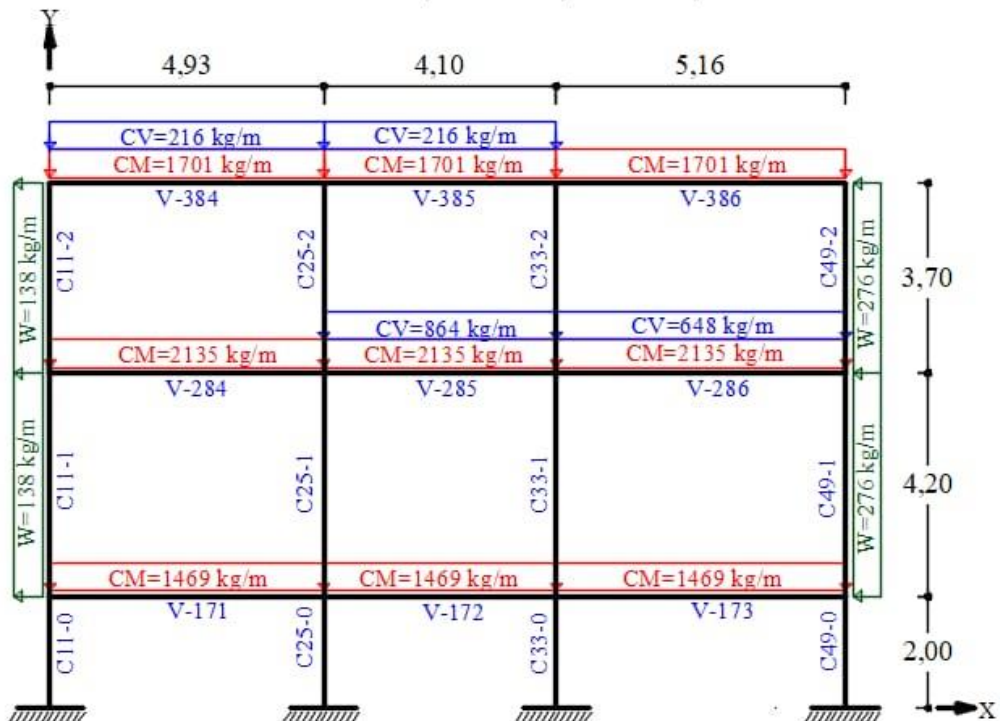
ESTADO 13

HIPÓTESIS II:  $1,44 \cdot CM + 1,44 \cdot CV + 1,44 \cdot W$



ESTADO 14

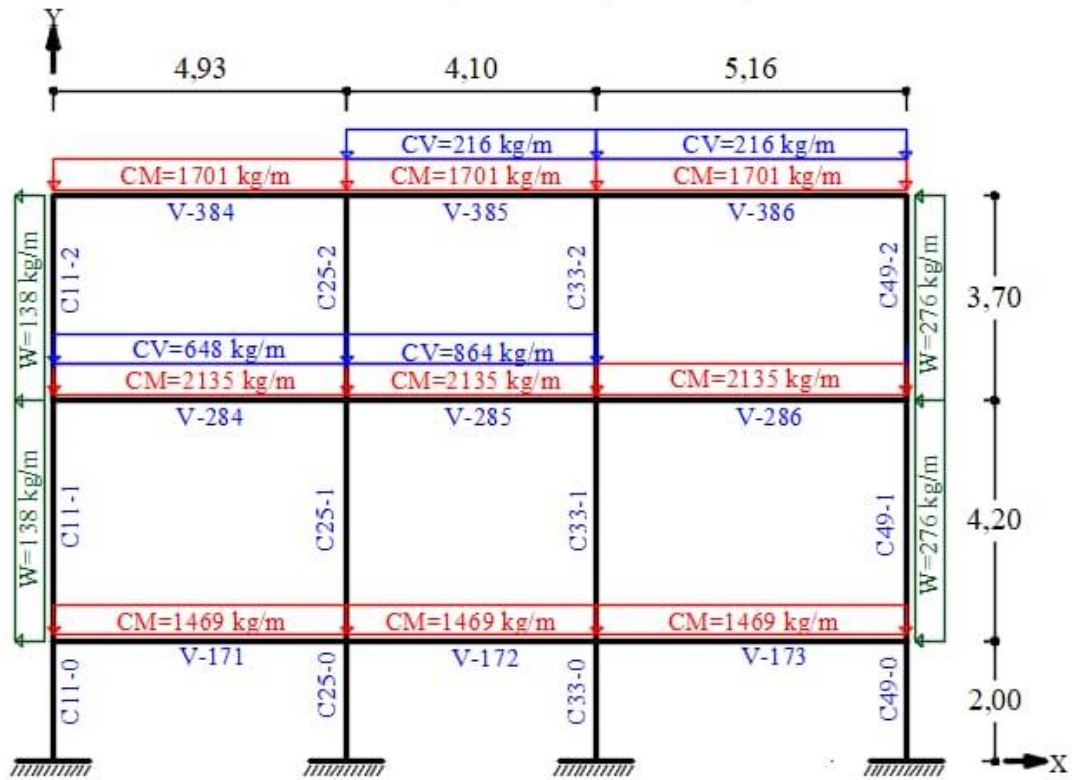
HIPÓTESIS II:  $1,44 \cdot CM + 1,44 \cdot CV + 1,44 \cdot W$





ESTADO 15

HIPÓTESIS II:  $1,44 \cdot CM + 1,44 \cdot CV + 1,44 \cdot W$



## Momentos de empotramiento

### Elemento V-374

Se calculan los momentos de empotramiento y reacciones según la ecuaciones vistas en Figura 3.7.

$$CV = 240 \text{ kg/m}$$

$$CM = 1750 \text{ kg/m}$$

$$q = CM + CV = 240 + 1870 = 2110 \text{ kg/m}$$

$$q = 2110 \text{ kg/m}$$

$$L = 4,93 \text{ m}$$

R(38)= 5200 kg	R(41)= 5200 kg
M(39)= 4273 kg·m	M(42)= -4273 kg·m

### Reacciones y Momentos de empotramientos en vigas (Estado 1)

V-374	R(38)= 5200 kg		R(41)= 5200 kg
	M(39)= 4273 kg·m		M(42)= -4273 kg·m
V-375	R(41)= 4325 kg		R(44)= 4325 kg
	M(42)= 2955 kg·m		M(45)= -2955 kg·m
V-376	R(44)= 5443 kg		R(47)= 5443 kg
	M(45)= 4681 kg·m		M(48)= -4681 kg·m
V-274	R(26)= 7572 kg		R(29)= 7572 kg
	M(27)= 6222 kg·m		M(30)= -6222 kg·m
V-275	R(29)= 6790 kg		R(32)= 6790 kg
	M(30)= 4640 kg·m		M(33)= -4640 kg·m
V-276	R(32)= 7926 kg		R(35)= 7926 kg
	M(33)= 6816 kg·m		M(36)= -6816 kg·m
V-171	R(14)= 3999 kg		R(17)= 3999 kg
	M(15)= 3286 kg·m		M(18)= -3286 kg·m
V-172	R(17)= 3326 kg		R(20)= 3326 kg
	M(18)= 2273 kg·m		M(21)= -2273 kg·m
V-173	R(20)= 4186 kg		R(23)= 4186 kg
	M(21)= 3600 kg·m		M(24)= -3600 kg·m

## Esfuerzos axiales, cortantes y momentos en cada elemento

### Esfuerzos en Elemento V-374 (Estado 1)

	37	38	39	40	41	42	DESPL.	CARGAS
q(V-374)=	78858137	0	0	-78858137	0	0	-0,0006804	0
	0	811134	1999446	0	-811134	1999446	-0,0005724	5200
	0	1999446	6571511	0	-1999446	3285756	-0,0006843	4273
	-78858137	0	0	78858137	0	0	-0,0006896	0
	0	-811134	-1999446	0	811134	-1999446	-0,0009815	5200
	0	1999446	3285756	0	-1999446	6571511	0,0002196	-4273

		CARGAS		ESFUERZOS
q(V-374)=	725	0	=	725 [kg]
	-597	5200		4603 [kg]
	-2957	4273		1316 [kg·m]
	-725	0		-725 [kg]
	597	5200		5797 [kg]
	13	-4273		-4260 [kg·m]

### Esfuerzos en Elemento V-375 (Estado 1)

q(V-375)=	504 [kg]
	4346 [kg]
	3863 [kg·m]
	-504 [kg]
	4303 [kg]
	-3776 [kg·m]

### Esfuerzos en Elemento V-376 (Estado 1)

q(V-376)=	987 [kg]
	5998 [kg]
	4662 [kg·m]
	-987 [kg]
	4887 [kg]
	-1796 [kg·m]

**Esfuerzos en Elemento V-274 (Estado 1)**

$$q(V-274)= \begin{array}{l|l} & -160 \text{ [kg]} \\ & 6775 \text{ [kg]} \\ & 2574 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \\ & 160 \text{ [kg]} \\ & 8369 \text{ [kg]} \\ & -6503 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \end{array}$$

**Esfuerzos en Elemento V-275 (Estado 1)**

$$q(V-275)= \begin{array}{l|l} & -118 \text{ [kg]} \\ & 6843 \text{ [kg]} \\ & 5689 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \\ & 118 \text{ [kg]} \\ & 6736 \text{ [kg]} \\ & -5470 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \end{array}$$

**Esfuerzos en Elemento V-276 (Estado 1)**

$$q(V-276)= \begin{array}{l|l} & -282 \text{ [kg]} \\ & 8632 \text{ [kg]} \\ & 7068 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \\ & 282 \text{ [kg]} \\ & 7220 \text{ [kg]} \\ & -3425 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \end{array}$$

**Esfuerzos en Elemento V-171 (Estado 1)**

$$q(V-171)= \begin{array}{l|l} & 555 \text{ [kg]} \\ & 3845 \text{ [kg]} \\ & 2647 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \\ & -555 \text{ [kg]} \\ & 4154 \text{ [kg]} \\ & -3408 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \end{array}$$

### Esfuerzos en Elemento V-172 (Estado 1)

$$q(V-172)= \begin{array}{l|l} & 318 \text{ [kg]} \\ & 3351 \text{ [kg]} \\ & 2449 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \\ & -318 \text{ [kg]} \\ & 3301 \text{ [kg]} \\ & -2346 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \end{array}$$

### Esfuerzos en Elemento V-173 (Estado 1)

$$q(V-173)= \begin{array}{l|l} & 558 \text{ [kg]} \\ & 4292 \text{ [kg]} \\ & 3681 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \\ & -558 \text{ [kg]} \\ & 4080 \text{ [kg]} \\ & -3133 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \end{array}$$

### Esfuerzos en Elemento C11-2 (Estado 1)

$$q(C11-2)= \begin{array}{l|l} & 725 \text{ [kg]} \\ & 5491 \text{ [kg]} \\ & -1368 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \\ & -725 \text{ [kg]} \\ & -5491 \text{ [kg]} \\ & -1316 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \end{array}$$

### Esfuerzos en Elemento C25-2 (Estado 1)

$$q(C25-2)= \begin{array}{l|l} & -221 \text{ [kg]} \\ & 11209 \text{ [kg]} \\ & 421 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \\ & 221 \text{ [kg]} \\ & -11209 \text{ [kg]} \\ & 397 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \end{array}$$

**Esfuerzos en Elemento C33-2 (Estado 1)**

$$q(\text{C33-2}) = \begin{array}{l|l} & 482 \text{ [kg]} \\ & 11367 \text{ [kg]} \\ & -898 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \\ & -482 \text{ [kg]} \\ & -11367 \text{ [kg]} \\ & -886 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \end{array}$$

**Esfuerzos en Elemento C49-2 (Estado 1)**

$$q(\text{C49-2}) = \begin{array}{l|l} & -987 \text{ [kg]} \\ & 5953 \text{ [kg]} \\ & 1855 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \\ & 987 \text{ [kg]} \\ & -5953 \text{ [kg]} \\ & 1796 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \end{array}$$

**Esfuerzos en Elemento C11-1 (Estado 1)**

$$q(\text{C11-1}) = \begin{array}{l|l} & 566 \text{ [kg]} \\ & 13274 \text{ [kg]} \\ & -1170 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \\ & -566 \text{ [kg]} \\ & -13274 \text{ [kg]} \\ & -1206 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \end{array}$$

**Esfuerzos en Elemento C25-1 (Estado 1)**

$$q(\text{C25-1}) = \begin{array}{l|l} & -180 \text{ [kg]} \\ & 27631 \text{ [kg]} \\ & 361 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \\ & 180 \text{ [kg]} \\ & -27631 \text{ [kg]} \\ & 393 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \end{array}$$

**Esfuerzos en Elemento C33-1 (Estado 1)**

$$q(\text{C33-1}) = \begin{array}{l|l} & 318 \text{ [kg]} \\ & 27945 \text{ [kg]} \\ & -638 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \\ & -318 \text{ [kg]} \\ & -27945 \text{ [kg]} \\ & -699 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \end{array}$$

**Esfuerzos en Elemento C49-1 (Estado 1)**

$$q(\text{C49-1}) = \begin{array}{l|l} & -704 \text{ [kg]} \\ & 14382 \text{ [kg]} \\ & 1388 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \\ & 704 \text{ [kg]} \\ & -14382 \text{ [kg]} \\ & 1570 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \end{array}$$

**Esfuerzos en Elemento C11-0 (Estado 1)**

$$q(\text{C11-1}) = \begin{array}{l|l} & 1120 \text{ [kg]} \\ & 18079 \text{ [kg]} \\ & -764 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \\ & -1120 \text{ [kg]} \\ & -17599 \text{ [kg]} \\ & -1477 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \end{array}$$

**Esfuerzos en Elemento C25-0 (Estado 1)**

$$q(\text{C25-1}) = \begin{array}{l|l} & -417 \text{ [kg]} \\ & 35712 \text{ [kg]} \\ & 236 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \\ & 417 \text{ [kg]} \\ & -35712 \text{ [kg]} \\ & 598 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \end{array}$$

### Esfuerzos en Elemento C33-0 (Estado 1)

$$q(\text{C33-1}) = \begin{array}{l|l} & 559 \text{ [kg]} \\ & 36113 \text{ [kg]} \\ & -421 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \\ & -559 \text{ [kg]} \\ & -36113 \text{ [kg]} \\ & -697 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \end{array}$$

### Esfuerzos en Elemento C49-0 (Estado 1)

$$q(\text{C49-1}) = \begin{array}{l|l} & -1263 \text{ [kg]} \\ & 19038 \text{ [kg]} \\ & 780 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \\ & 1263 \text{ [kg]} \\ & -19038 \text{ [kg]} \\ & 1745 \text{ [kg}\cdot\text{m]} \end{array}$$



**ANEXO X:**  
**PLANILLAS DE SOLICITACIONES**  
**Y DIMENSIONAMIENTO**

**Planillas de solicitudes y máximas solicitudes de cada elemento en cada estado de carga**

**ELEMENTO V-374**

Solicitud	Estado 1	Estado 2	Estado 3	Estado 4	Estado 5	Estado 6	Estado 7	Estado 8	Estado 9	Estado 10	Estado 11	Estado 12	Estado 13	Estado 14	Estado 15	MÁX.
<b>N(i) [kg]</b>	725	627	690	629	681	767	679	736	681	727	614	525	582	527	574	<b>767</b>
<b>R(i) [kg]</b>	4603	4618	4046	4564	4086	4135	4148	3633	4099	3669	4161	4174	3660	4126	3696	<b>4618</b>
<b>M-(i) [kg·m]</b>	1316	1208	1210	1203	1211	1188	1091	1093	1086	1094	1220	1123	1125	1118	1126	<b>1316</b>
<b>N(f) [kg]</b>	-725	-627	-690	-629	-681	-767	-679	-736	-681	-727	-614	-525	-582	-527	-574	<b>-767</b>
<b>R(f) [kg]</b>	5797	5783	5171	5837	5131	5226	5213	4662	5261	4626	5199	5186	4636	5235	4600	<b>5837</b>
<b>M-(f) [kg·m]</b>	-4260	-4081	-3983	-4340	-3787	-3878	-3716	-3629	-3950	-3453	-3780	-3619	-3531	-3852	-3355	<b>-4340</b>
<b>M+ [kg·m]</b>	3706	3845	3168	3734	3254	3314	3439	2830	3339	2907	3339	3465	2855	3364	2932	<b>3845</b>

**ELEMENTO V-375**

Solicitud	Estado 1	Estado 2	Estado 3	Estado 4	Estado 5	Estado 6	Estado 7	Estado 8	Estado 9	Estado 10	Estado 11	Estado 12	Estado 13	Estado 14	Estado 15	MÁX.
<b>N(i) [kg]</b>	504	477	425	506	494	498	473	427	500	488	487	462	415	488	477	<b>506</b>
<b>R(i) [kg]</b>	4346	3841	4351	4492	4190	3866	3411	3871	3998	3726	3956	3501	3960	4087	3816	<b>4492</b>
<b>M-(i) [kg·m]</b>	3863	3712	3594	4065	3461	3380	3243	3137	3561	3018	3566	3430	3324	3748	3205	<b>4065</b>
<b>N(f) [kg]</b>	-504	-477	-425	-506	-494	-498	-473	-427	-500	-488	-487	-462	-415	-488	-477	<b>-506</b>
<b>R(f) [kg]</b>	4303	3825	4299	4157	4459	3918	3487	3914	3787	4058	3829	3398	3824	3697	3969	<b>4459</b>
<b>M-(f) [kg·m]</b>	-3776	-3679	-3487	-3379	-4012	-3486	-3399	-3226	-3129	-3698	-3305	-3218	-3045	-2948	-3518	<b>-4012</b>
<b>M+ [kg·m]</b>	613	233	892	718	700	557	215	808	648	638	555	212	806	652	630	<b>892</b>

**ELEMENTO V-376**

Solicitud	Estado 1	Estado 2	Estado 3	Estado 4	Estado 5	Estado 6	Estado 7	Estado 8	Estado 9	Estado 10	Estado 11	Estado 12	Estado 13	Estado 14	Estado 15	MÁX.
<b>N(i) [kg]</b>	987	856	937	931	853	855	738	811	805	735	995	878	951	945	874	<b>995</b>
<b>R(i) [kg]</b>	5998	5985	5348	5307	6038	5374	5362	4788	4752	5410	5414	5402	4828	4792	5450	<b>6038</b>
<b>M-(i) [kg·m]</b>	4662	4480	4338	4147	4735	4133	3969	3841	3669	4198	4249	4085	3957	3785	4314	<b>4735</b>
<b>N(f) [kg]</b>	-987	-856	-937	-931	-853	-855	-738	-811	-805	-735	-995	-878	-951	-945	-874	<b>-995</b>
<b>R(f) [kg]</b>	4887	4901	4300	4340	4847	4423	4435	3894	3931	4387	4383	4395	3854	3890	4347	<b>4901</b>
<b>M-(f) [kg·m]</b>	-1796	-1683	-1634	-1652	-1661	-1681	-1579	-1535	-1552	-1560	-1589	-1487	-1442	-1459	-1467	<b>-1796</b>
<b>M+ [kg·m]</b>	3865	4009	3310	3385	3907	3472	3601	2972	3040	3509	3470	3600	2971	3039	3509	<b>4009</b>

**ELEMENTO V-274**

Solicitud	Estado 1	Estado 2	Estado 3	Estado 4	Estado 5	Estado 6	Estado 7	Estado 8	Estado 9	Estado 10	Estado 11	Estado 12	Estado 13	Estado 14	Estado 15	MÁX.
<b>N(i) [kg]</b>	-160	-139	-113	-129	-123	131	148	171	157	162	-236	-217	-194	-208	-203	<b>-236</b>
<b>R(i) [kg]</b>	6775	5129	6886	5177	6727	5968	4485	6067	4529	5924	6232	4750	6332	4794	6189	<b>6886</b>
<b>M-(i) [kg·m]</b>	2574	2091	2587	2134	2495	1990	1554	2000	1593	1918	2658	2223	2670	2262	2588	<b>2670</b>
<b>N(f) [kg]</b>	160	139	113	129	123	-131	-148	-171	-157	-162	236	217	194	208	203	<b>236</b>
<b>R(f) [kg]</b>	8369	6466	8259	6418	8418	7663	5950	7564	5907	7707	7398	5685	7299	5642	7442	<b>8418</b>
<b>M-(f) [kg·m]</b>	-6503	-5387	-5970	-5193	-6664	-6169	-5165	-5690	-4990	-6314	-5532	-4528	-5053	-4353	-5677	<b>-6664</b>
<b>M+ [kg·m]</b>	4898	3502	5131	3564	4870	4450	3198	4656	3252	4428	4366	3107	4581	3166	4339	<b>5131</b>

**ELEMENTO V-275**

Solicitud	Estado 1	Estado 2	Estado 3	Estado 4	Estado 5	Estado 6	Estado 7	Estado 8	Estado 9	Estado 10	Estado 11	Estado 12	Estado 13	Estado 14	Estado 15	MÁX.
<b>N(i) [kg]</b>	-118	-96	-88	-114	-118	6	25	33	9	5	-39	-19	-11	-35	-38	<b>-118</b>
<b>R(i) [kg]</b>	6843	6844	4870	6573	7109	5995	5997	4219	5753	6234	6322	6323	4546	6079	6561	<b>7109</b>
<b>M-(i) [kg·m]</b>	5689	5035	4805	4833	5911	4774	4186	3979	4004	4975	5464	4875	4668	4694	5664	<b>5911</b>
<b>N(f) [kg]</b>	118	96	88	114	118	-6	-25	-33	-9	-5	39	19	11	35	38	<b>118</b>
<b>R(f) [kg]</b>	6736	6735	4773	7006	6471	6226	6225	4459	6469	5987	5899	5898	4133	6142	5660	<b>7006</b>
<b>M-(f) [kg·m]</b>	-5470	-4810	-4607	-5720	-4604	-5247	-4653	-4471	-5472	-4468	-4598	-4003	-3821	-4822	-3818	<b>-5720</b>
<b>M+ [kg·m]</b>	1380	2038	237	1690	1717	1255	1846	227	1547	1545	1240	1832	214	1506	1557	<b>2038</b>

**ELEMENTO V-276**

Solicitud	Estado 1	Estado 2	Estado 3	Estado 4	Estado 5	Estado 6	Estado 7	Estado 8	Estado 9	Estado 10	Estado 11	Estado 12	Estado 13	Estado 14	Estado 15	MÁX.
<b>N(i) [kg]</b>	-282	-256	-217	-228	-245	-298	-276	-241	-251	-266	-26	-3	33	23	7	<b>-298</b>
<b>R(i) [kg]</b>	8632	6668	8524	8669	6631	7606	5839	7509	7641	5806	7927	6160	7830	7961	6126	<b>8669</b>
<b>M-(i) [kg·m]</b>	7068	5823	6542	7196	5660	6003	4883	5529	6118	4736	6715	5595	6241	6830	5448	<b>7196</b>
<b>N(f) [kg]</b>	282	256	217	228	245	298	276	241	251	266	26	3	-33	-23	-7	<b>298</b>
<b>R(f) [kg]</b>	7220	5468	7328	7182	5506	6660	5083	6757	6626	5117	6339	4763	6436	6305	4796	<b>7328</b>
<b>M-(f) [kg·m]</b>	-3425	-2728	-3456	-3359	-2758	-3561	-2932	-3588	-3500	-2959	-2617	-1990	-2646	-2558	-2017	<b>-3588</b>
<b>M+ [kg·m]</b>	5059	3629	5283	5037	3686	4460	3171	4669	4439	3225	4650	3368	4846	4632	3417	<b>5283</b>

**ELEMENTO V-171**

Solicitud	Estado 1	Estado 2	Estado 3	Estado 4	Estado 5	Estado 6	Estado 7	Estado 8	Estado 9	Estado 10	Estado 11	Estado 12	Estado 13	Estado 14	Estado 15	MÁX.
<b>N(i) [kg]</b>	555	680	530	659	570	670	777	642	758	678	440	553	417	533	453	<b>777</b>
<b>R(i) [kg]</b>	3845	3838	3840	3841	3843	3349	3323	3324	3325	3327	3587	3581	3583	3583	3586	<b>3845</b>
<b>M-(i) [kg·m]</b>	2647	2616	2642	2623	2642	2054	2013	2037	2020	2036	2704	2676	2700	2683	2700	<b>2704</b>
<b>N(f) [kg]</b>	-555	-680	-530	-659	-570	-670	-777	-642	-758	-678	-440	-553	-417	-533	-453	<b>-777</b>
<b>R(f) [kg]</b>	4154	4160	4158	4158	4155	3893	3876	3874	3874	3871	3612	3617	3616	3616	3613	<b>4160</b>
<b>M-(f) [kg·m]</b>	-3408	-3408	-3425	-3406	-3409	-3395	-3377	-3392	-3375	-3378	-2766	-2766	-2781	-2764	-2767	<b>-3425</b>
<b>M+ [kg·m]</b>	1909	1925	1903	1922	1911	1763	1767	1747	1765	1754	1701	1715	1696	1713	1703	<b>1925</b>

**ELEMENTO V-172**

Solicitud	Estado 1	Estado 2	Estado 3	Estado 4	Estado 5	Estado 6	Estado 7	Estado 8	Estado 9	Estado 10	Estado 11	Estado 12	Estado 13	Estado 14	Estado 15	MÁX.
<b>N(i) [kg]</b>	318	320	386	306	331	329	328	388	315	338	347	349	409	336	359	<b>409</b>
<b>R(i) [kg]</b>	3351	3347	3352	3360	3338	2870	2848	2852	2860	2840	3180	3177	3181	3189	3169	<b>3360</b>
<b>M-(i) [kg·m]</b>	2449	2456	2440	2475	2429	1881	1875	1860	1892	1851	2541	2548	2534	2565	2524	<b>2565</b>
<b>N(f) [kg]</b>	-318	-320	-386	-306	-331	-329	-328	-388	-315	-338	-347	-349	-409	-336	-359	<b>-409</b>
<b>R(f) [kg]</b>	3301	3305	3300	3292	3314	3152	3138	3134	3126	3147	2806	2810	2806	2798	2818	<b>3314</b>
<b>M-(f) [kg·m]</b>	-2346	-2370	-2335	-2334	-2380	-2461	-2469	-2438	-2437	-2479	-1774	-1795	-1764	-1763	-1805	<b>-2479</b>
<b>M+ [kg·m]</b>	1012	996	1022	1005	1004	922	903	926	910	911	923	908	931	917	914	<b>1022</b>

**ELEMENTO V-173**

Solicitud	Estado 1	Estado 2	Estado 3	Estado 4	Estado 5	Estado 6	Estado 7	Estado 8	Estado 9	Estado 10	Estado 11	Estado 12	Estado 13	Estado 14	Estado 15	MÁX.
<b>N(i) [kg]</b>	558	728	525	563	713	431	578	395	429	565	686	838	656	690	825	<b>838</b>
<b>R(i) [kg]</b>	4292	4293	4297	4291	4294	3761	3740	3743	3737	3740	3991	3993	3996	3990	3993	<b>4297</b>
<b>M-(i) [kg·m]</b>	3681	3670	3700	3677	3674	3029	2999	3026	3006	3003	3623	3613	3640	3619	3616	<b>3700</b>
<b>N(f) [kg]</b>	-558	-728	-525	-563	-713	-431	-578	-395	-429	-565	-686	-838	-656	-690	-825	<b>-838</b>
<b>R(f) [kg]</b>	4080	4078	4075	4081	4078	3818	3795	3792	3797	3794	3543	3542	3539	3544	3541	<b>4081</b>
<b>M-(f) [kg·m]</b>	-3133	-3114	-3126	-3135	-3115	-3175	-3142	-3153	-3161	-3143	-2467	-2450	-2461	-2469	-2451	<b>-3175</b>
<b>M+ [kg·m]</b>	1996	2011	1990	1997	2009	1786	1789	1770	1777	1787	1832	1845	1827	1833	1843	<b>2011</b>

**ELEMENTO C11-2**

Solicitud	Estado 1	Estado 2	Estado 3	Estado 4	Estado 5	Estado 6	Estado 7	Estado 8	Estado 9	Estado 10	Estado 11	Estado 12	Estado 13	Estado 14	Estado 15	MÁX.
<b>V(i) [kg]</b>	725	627	690	629	681	767	679	736	681	727	614	525	582	527	574	<b>767</b>
<b>N(i) [kg]</b>	5491	5506	4934	5452	4974	5023	5036	4521	4987	4557	5049	5062	4548	5014	4584	<b>5506</b>
<b>M(i) [kg·m]</b>	-1368	-1112	-1344	-1125	-1307	-1059	-830	-1039	-841	-1005	-1347	-1116	-1325	-1128	-1292	<b>-1368</b>
<b>V(f) [kg]</b>	-725	-627	-690	-629	-681	-448	-359	-416	-361	-407	-774	-685	-742	-687	-733	<b>-774</b>
<b>N(f) [kg]</b>	-5491	-5506	-4934	-5452	-4974	-5023	-5036	-4521	-4987	-4557	-5049	-5062	-4548	-5014	-4584	<b>-5506</b>
<b>M(f) [kg·m]</b>	-1316	-1208	-1210	-1203	-1211	-1188	-1091	-1093	-1086	-1094	-1220	-1123	-1125	-1118	-1126	<b>-1316</b>

**ELEMENTO C25-2**

Solicitud	Estado 1	Estado 2	Estado 3	Estado 4	Estado 5	Estado 6	Estado 7	Estado 8	Estado 9	Estado 10	Estado 11	Estado 12	Estado 13	Estado 14	Estado 15	MÁX.
<b>V(i) [kg]</b>	-221	-150	-265	-123	-187	-269	-206	-309	-181	-239	-127	-64	-167	-39	-97	<b>-309</b>
<b>N(i) [kg]</b>	11209	10689	10587	11394	10387	10158	9690	9598	10324	9418	10221	9753	9661	10388	9481	<b>11394</b>
<b>M(i) [kg·m]</b>	421	188	591	179	366	499	289	652	281	449	257	47	410	39	207	<b>652</b>
<b>V(f) [kg]</b>	221	150	265	123	187	269	206	309	181	239	127	64	167	39	97	<b>309</b>
<b>N(f) [kg]</b>	-11209	-10689	-10587	-11394	-10387	-10158	-9690	-9598	-10324	-9418	-10221	-9753	-9661	-10388	-9481	<b>-11394</b>
<b>M(f) [kg·m]</b>	397	369	390	276	326	498	473	491	389	434	213	189	207	105	150	<b>498</b>

**ELEMENTO C33-2**

Solicitud	Estado 1	Estado 2	Estado 3	Estado 4	Estado 5	Estado 6	Estado 7	Estado 8	Estado 9	Estado 10	Estado 11	Estado 12	Estado 13	Estado 14	Estado 15	MÁX.
V(i) [kg]	482	380	512	425	359	357	265	384	305	246	508	416	535	456	397	<b>535</b>
N(i) [kg]	11367	10875	10712	10530	11563	10357	9915	9768	9604	10534	10308	9865	9718	9555	10484	<b>11563</b>
M(i) [kg·m]	-898	-603	-1044	-803	-605	-675	-410	-806	-589	-411	-938	-672	-1069	-852	-674	<b>-1069</b>
V(f) [kg]	-482	-380	-512	-425	-359	-357	-265	-384	-305	-246	-508	-416	-535	-456	-397	<b>-535</b>
N(f) [kg]	-11367	-10875	-10712	-10530	-11563	-10357	-9915	-9768	-9604	-10534	-10308	-9865	-9718	-9555	-10484	<b>-11563</b>
M(f) [kg·m]	-886	-801	-850	-768	-723	-646	-570	-614	-540	-500	-943	-867	-911	-837	-796	<b>-943</b>

**ELEMENTO C49-2**

Solicitud	Estado 1	Estado 2	Estado 3	Estado 4	Estado 5	Estado 6	Estado 7	Estado 8	Estado 9	Estado 10	Estado 11	Estado 12	Estado 13	Estado 14	Estado 15	MÁX.
V(i) [kg]	-987	-856	-937	-931	-853	-855	-738	-811	-805	-735	-995	-878	-951	-945	-874	<b>-995</b>
N(i) [kg]	5953	5966	5365	5406	5913	5489	5501	4960	4996	5453	5449	5460	4920	4956	5412	<b>5966</b>
M(i) [kg·m]	1855	1486	1834	1792	1493	1779	1447	1761	1723	1454	1502	1170	1484	1445	1177	<b>1855</b>
V(f) [kg]	987	856	937	931	853	1015	898	971	965	894	675	558	631	625	555	<b>1015</b>
N(f) [kg]	-5953	-5966	-5365	-5406	-5913	-5489	-5501	-4960	-4996	-5453	-5449	-5460	-4920	-4956	-5412	<b>-5966</b>
M(f) [kg·m]	1796	1683	1634	1652	1661	1681	1579	1535	1552	1560	1589	1487	1442	1459	1467	<b>1796</b>

**ELEMENTO C11-1**

Solicitud	Estado 1	Estado 2	Estado 3	Estado 4	Estado 5	Estado 6	Estado 7	Estado 8	Estado 9	Estado 10	Estado 11	Estado 12	Estado 13	Estado 14	Estado 15	MÁX.
V(i) [kg]	566	488	577	500	558	578	507	587	518	570	537	468	548	479	530	<b>587</b>
N(i) [kg]	13274	11643	12828	11637	12709	11998	10529	11596	10524	11489	12289	10820	11888	10815	11780	<b>13274</b>
M(i) [kg·m]	-1170	-1073	-1183	-1093	-1154	-735	-643	-743	-662	-717	-1327	-1239	-1339	-1258	-1313	<b>-1339</b>
V(f) [kg]	-566	-488	-577	-500	-558	-215	-144	-224	-155	-207	-719	-649	-729	-660	-712	<b>-729</b>
N(f) [kg]	-13274	-11643	-12828	-11637	-12709	-11998	-10529	-11596	-10524	-11489	-12289	-10820	-11888	-10815	-11780	<b>-13274</b>
M(f) [kg·m]	-1206	-978	-1242	-1009	-1188	-931	-724	-962	-751	-913	-1312	-1107	-1344	-1134	-1296	<b>-1344</b>

**ELEMENTO C25-1**

Solicitud	Estado 1	Estado 2	Estado 3	Estado 4	Estado 5	Estado 6	Estado 7	Estado 8	Estado 9	Estado 10	Estado 11	Estado 12	Estado 13	Estado 14	Estado 15	MÁX.
<b>V(i) [kg]</b>	-180	-108	-240	-108	-182	-394	-329	-448	-329	-396	70	135	16	134	68	<b>-448</b>
<b>N(i) [kg]</b>	27631	25209	24926	25595	27123	25025	22846	22591	23194	24569	25151	22971	22716	23319	24694	<b>27631</b>
<b>M(i) [kg·m]</b>	361	287	433	274	377	758	690	821	678	771	-106	-173	-42	-184	-91	<b>821</b>
<b>V(f) [kg]</b>	180	108	240	108	182	394	329	448	329	396	-70	-135	-16	-134	-68	<b>448</b>
<b>N(f) [kg]</b>	-27631	-25209	-24926	-25595	-27123	-25025	-22846	-22591	-23194	-24569	-25151	-22971	-22716	-23319	-24694	<b>-27631</b>
<b>M(f) [kg·m]</b>	393	165	574	181	387	896	690	1059	705	890	-189	-394	-26	-380	-194	<b>1059</b>

**ELEMENTO C33-1**

Solicitud	Estado 1	Estado 2	Estado 3	Estado 4	Estado 5	Estado 6	Estado 7	Estado 8	Estado 9	Estado 10	Estado 11	Estado 12	Estado 13	Estado 14	Estado 15	MÁX.
<b>V(i) [kg]</b>	318	219	383	311	232	53	-37	111	46	-25	521	432	579	514	443	<b>579</b>
<b>N(i) [kg]</b>	27945	25488	25219	27415	25874	25399	23188	22946	24923	23536	25344	23133	22891	24867	23481	<b>27945</b>
<b>M(i) [kg·m]</b>	-638	-511	-718	-633	-523	-143	-26	-212	-136	-37	-1009	-895	-1081	-1004	-905	<b>-1081</b>
<b>V(f) [kg]</b>	-318	-219	-383	-311	-232	-53	37	-111	-46	25	-521	-432	-579	-514	-443	<b>-579</b>
<b>N(f) [kg]</b>	-27945	-25488	-25219	-27415	-25874	-25399	-23188	-22946	-24923	-23536	-25344	-23133	-22891	-24867	-23481	<b>-27945</b>
<b>M(f) [kg·m]</b>	-699	-411	-891	-673	-452	-81	180	-252	-56	143	-1179	-920	-1351	-1156	-956	<b>-1351</b>

**ELEMENTO C49-1**

Solicitud	Estado 1	Estado 2	Estado 3	Estado 4	Estado 5	Estado 6	Estado 7	Estado 8	Estado 9	Estado 10	Estado 11	Estado 12	Estado 13	Estado 14	Estado 15	MÁX.
<b>V(i) [kg]</b>	-704	-600	-720	-703	-608	-717	-621	-730	-714	-628	-649	-555	-664	-648	-562	<b>-730</b>
<b>N(i) [kg]</b>	14382	12644	13903	13798	12628	13359	11794	12926	12832	11779	12997	11433	12566	12471	11418	<b>14382</b>
<b>M(i) [kg·m]</b>	1388	1279	1404	1386	1288	1610	1506	1619	1603	1515	849	750	863	846	759	<b>1619</b>
<b>V(f) [kg]</b>	704	600	720	703	608	898	803	911	896	810	286	192	301	285	199	<b>911</b>
<b>N(f) [kg]</b>	-14382	-12644	-13903	-13798	-12628	-13359	-11794	-12926	-12832	-11779	-12997	-11433	-12566	-12471	-11418	<b>-14382</b>
<b>M(f) [kg·m]</b>	1570	1242	1622	1567	1265	1782	1485	1827	1777	1505	1115	820	1162	1113	840	<b>1827</b>

**ELEMENTO C11-0**

Solicitud	Estado 1	Estado 2	Estado 3	Estado 4	Estado 5	Estado 6	Estado 7	Estado 8	Estado 9	Estado 10	Estado 11	Estado 12	Estado 13	Estado 14	Estado 15	MÁX.
<b>V(i) [kg]</b>	1120	1168	1107	1159	1128	885	922	867	913	885	1159	1202	1147	1194	1165	<b>1202</b>
<b>N(i) [kg]</b>	18079	15961	17149	15957	17032	15827	14332	15401	14329	15296	16356	14882	15950	14878	15846	<b>18079</b>
<b>M(i) [kg·m]</b>	-764	-794	-755	-788	-768	-451	-474	-439	-469	-451	-940	-967	-932	-962	-944	<b>-967</b>
<b>V(f) [kg]</b>	-1120	-1168	-1107	-1159	-1128	-885	-922	-867	-913	-885	-1159	-1202	-1147	-1194	-1165	<b>-1202</b>
<b>N(f) [kg]</b>	-17599	-15961	-17149	-15957	-17032	-15827	-14332	-15401	-14329	-15296	-16356	-14882	-15950	-14878	-15846	<b>-17599</b>
<b>M(f) [kg·m]</b>	-1477	-1543	-1460	-1530	-1487	-1319	-1370	-1294	-1358	-1319	-1378	-1437	-1362	-1425	-1387	<b>-1543</b>

**ELEMENTO C25-0**

Solicitud	Estado 1	Estado 2	Estado 3	Estado 4	Estado 5	Estado 6	Estado 7	Estado 8	Estado 9	Estado 10	Estado 11	Estado 12	Estado 13	Estado 14	Estado 15	MÁX.
<b>V(i) [kg]</b>	-417	-468	-383	-461	-421	-735	-778	-702	-773	-736	-23	-69	7	-63	-26	<b>-778</b>
<b>N(i) [kg]</b>	35712	33772	33491	34170	35672	32844	30627	30373	30984	32336	32999	30821	30568	31179	32051	<b>35712</b>
<b>M(i) [kg·m]</b>	236	271	214	266	239	715	744	693	740	715	-284	-253	-304	-257	-282	<b>744</b>
<b>V(f) [kg]</b>	417	468	383	461	421	735	778	702	773	736	23	69	-7	63	26	<b>778</b>
<b>N(f) [kg]</b>	-35712	-33772	-33491	-34170	-35672	-32844	-30627	-30373	-30984	-32336	-32999	-30821	-30568	-31179	-32051	<b>-35712</b>
<b>M(f) [kg·m]</b>	598	665	552	657	602	756	813	711	805	756	330	391	289	383	334	<b>813</b>

**ELEMENTO C33-0**

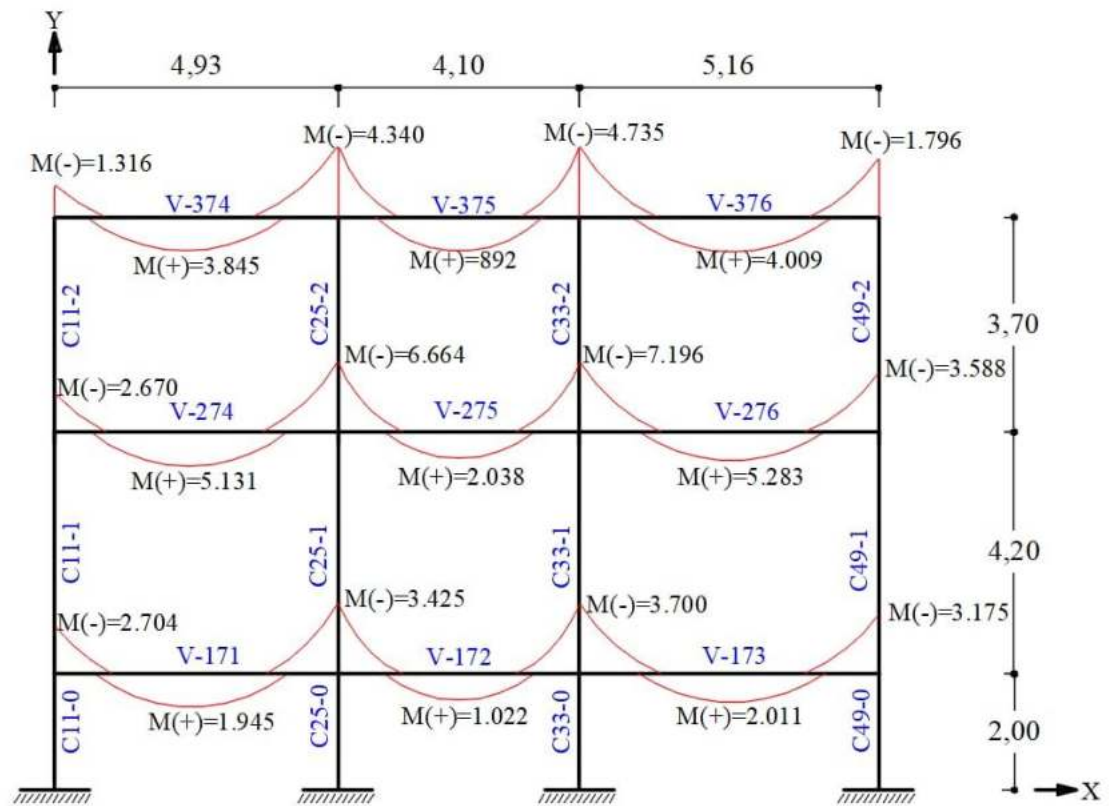
Solicitud	Estado 1	Estado 2	Estado 3	Estado 4	Estado 5	Estado 6	Estado 7	Estado 8	Estado 9	Estado 10	Estado 11	Estado 12	Estado 13	Estado 14	Estado 15	MÁX.
<b>V(i) [kg]</b>	559	628	522	568	614	155	213	118	160	201	860	921	826	868	909	<b>921</b>
<b>N(i) [kg]</b>	36113	33662	33392	35573	34058	32889	30642	30399	32362	30999	32718	30511	30268	32231	30868	<b>36113</b>
<b>M(i) [kg·m]</b>	-421	-466	-397	-426	-457	114	77	139	112	84	-879	-920	-858	-885	-912	<b>-920</b>
<b>V(f) [kg]</b>	-559	-628	-522	-568	-614	-155	-213	-118	-160	-201	-860	-921	-826	-868	-909	<b>-921</b>
<b>N(f) [kg]</b>	-36113	-33662	-33392	-35573	-34058	-32889	-30642	-30399	-32362	-30999	-32718	-30511	-30268	-32231	-30868	<b>-36113</b>
<b>M(f) [kg·m]</b>	-697	-789	-647	-710	-771	-425	-503	-376	-433	-487	-840	-923	-795	-852	-906	<b>-923</b>



**ELEMENTO C49-0**

<b>Solicitud</b>	<b>Estado 1</b>	<b>Estado 2</b>	<b>Estado 3</b>	<b>Estado 4</b>	<b>Estado 5</b>	<b>Estado 6</b>	<b>Estado 7</b>	<b>Estado 8</b>	<b>Estado 9</b>	<b>Estado 10</b>	<b>Estado 11</b>	<b>Estado 12</b>	<b>Estado 13</b>	<b>Estado 14</b>	<b>Estado 15</b>	<b>MÁX.</b>
<b>V(i) [kg]</b>	-1263	-1328	-1246	-1266	-1321	-1329	-1381	-1307	-1325	-1374	-972	-1031	-957	-975	-1025	<b>-1381</b>
<b>N(i) [kg]</b>	19038	17298	18553	18454	17282	17752	16165	17294	17205	16150	17117	15551	16680	16591	15536	<b>19038</b>
<b>M(i) [kg·m]</b>	780	820	769	783	816	1094	1125	1079	1092	1121	325	361	315	328	357	<b>1125</b>
<b>V(f) [kg]</b>	1263	1328	1246	1266	1321	1329	1381	1307	1325	1374	972	1031	957	975	1025	<b>1381</b>
<b>N(f) [kg]</b>	-19038	-17298	-18553	-18454	-17282	-17752	-16165	-17294	-17205	-16150	-17117	-15551	-16680	-16591	-15536	<b>-19038</b>
<b>M(f) [kg·m]</b>	1745	1836	1723	1749	1827	1565	1636	1534	1558	1628	1619	1700	1598	1622	1692	<b>1836</b>

## Diagrama de momentos máximos en vigas



Este diagrama de momentos es el resultado de las máximas sollicitaciones de cada elemento

Para los esfuerzos máximos en las columnas se debe tomar en cuenta que cada columna recibe cargas provenientes del eje x como del eje y por lo que se debe sumar estos resultados.

**Planilla resumen de solicitaciones en columnas (Pórtico 12)**

PÓRTICO	ELEMENTO	BASE					CABEZA				
		N (kg)	Mx (kg·m)	My (kg·m)	Vx (kg)	Vy (kg)	N (kg)	Mx (kg·m)	My (kg·m)	Vx (kg)	Vy (kg)
Pórtico 12	ELEMENTO C11-2	6371	529	-1368	-397	767	6371	406	-1316	366	-774
	ELEMENTO C11-1	16634	387	-1339	-196	587	16634	437	-1344	196	-729
	ELEMENTO C11-0	23702	231	-967	-349	1202	23702	387	-1543	349	-1202
	ELEMENTO C25-2	12286	602	652	-248	-309	12286	410	498	501	309
	ELEMENTO C25-1	2438	1618	821	-1592	-448	2438	-669	1059	640	448
	ELEMENTO C25-0	41421	970	744	-694	-778	41421	419	813	694	778
	ELEMENTO C33-2	12460	609	-1069	-281	535	12460	422	-943	533	-535
	ELEMENTO C33-1	31177	1618	-1081	-1645	579	31177	-646	-1351	660	-579
	ELEMENTO C33-0	41835	989	-920	-710	921	41835	431	-923	710	-921
	ELEMENTO C49-2	6856	551	1855	-248	-995	6856	399	1796	382	1015
	ELEMENTO C49-1	17886	1148	1619	-1021	-730	17886	583	1827	466	911
	ELEMENTO C49-0	25268	695	1125	-611	-1381	25268	526	1836	611	1381

**Planilla resumen de solicitaciones en columnas (Pórtico 11)**

PÓRTICO	ELEMENTO	BASE					CABEZA				
		N (kg)	Mx (kg·m)	My (kg·m)	Vx (kg)	Vy (kg)	N (kg)	Mx (kg·m)	My (kg·m)	Vx (kg)	Vy (kg)
Pórtico 11	ELEMENTO C10-2	10780	-236	-1859	129	1160	10780	-245	-2016	-129	-1172
	ELEMENTO C10-1	24803	-728	-1039	355	469	24803	-764	-1362	-355	-753
	ELEMENTO C10-0	31103	-620	-622	542	440	31103	-465	-259	-542	-440
	ELEMENTO C24-2	21363	-417	987	238	-495	21363	-463	858	-238	495
	ELEMENTO C24-1	43769	-1332	1052	649	-637	43769	-1394	1622	-649	637
	ELEMENTO C24-0	49408	1225	-1078	-1089	-800	49408	952	583	1089	800
	ELEMENTO C32-2	21499	-393	-1854	246	941	21499	-445	-1693	-246	-941
	ELEMENTO C32-1	46844	-1307	-1861	670	1008	46844	-1372	-2373	-670	-1008
	ELEMENTO C32-0	54779	1250	-1591	-1112	1543	54779	975	-1494	1112	-1543
	ELEMENTO C48-2	11489	-245	2768	136	-1609	11489	-267	2966	-136	1649
	ELEMENTO C48-1	28325	-767	1893	375	-862	28325	-809	2491	-375	1225
	ELEMENTO C48-0	37075	701	1316	-624	-1254	37075	547	1360	624	1254

**Planilla resumen de solicitaciones en columnas (Pórtico 10)**

PÓRTICO	ELEMENTO	BASE					CABEZA				
		N (kg)	Mx (kg·m)	My (kg·m)	Vx (kg)	Vy (kg)	N (kg)	Mx (kg·m)	My (kg·m)	Vx (kg)	Vy (kg)
Pórtico 10	ELEMENTO C9-2	6306	-495	-1045	277	644	6306	-530	-1143	-277	-650
	ELEMENTO C9-1	14011	-822	-646	414	280	14011	-918	-747	-414	-492
	ELEMENTO C9-0	17577	-647	-376	583	303	17577	-519	-230	-881	-303
	ELEMENTO C23-2	12480	-564	529	282	-264	12480	-592	453	-282	264
	ELEMENTO C23-1	25294	-1221	550	604	-329	25294	-1318	832	-604	329
	ELEMENTO C23-0	29550	-1069	-538	844	-430	29550	-619	349	-844	430
	ELEMENTO C31-2	12456	-584	-1141	303	571	12456	-587	-1003	-303	-571
	ELEMENTO C31-1	28170	-1197	-1277	625	659	28170	-1304	-1491	-625	-659
	ELEMENTO C31-0	34732	-1084	-1086	861	1179	34732	-637	-1272	-861	-1179
	ELEMENTO C47-2	6845	-552	1737	257	-953	6845	-486	1740	-257	973
	ELEMENTO C47-1	17153	-900	1366	446	-621	17153	-974	1624	-446	803
	ELEMENTO C47-0	23289	-738	940	675	-1088	23289	-612	1390	-675	1088

**Planilla resumen de solicitaciones en vigas**

ELEMENTO	Extremo i			Extremo j			Vano central
	Apoyo	M- [kg·m]	V [kg]	Apoyo	M- [kg·m]	V [kg]	M+ [kg·m]
ELEMENTO V-374	C11	-1316	4618	C25	-4340	5837	3845
ELEMENTO V-375	C25	-4065	4492	C33	-4012	4459	892
ELEMENTO V-376	C33	-4735	6038	C49	-1796	4901	4009
ELEMENTO V-274	C11	-2670	6886	C25	-6664	8418	5131
ELEMENTO V-275	C25	-5911	7109	C33	-5720	7006	2038
ELEMENTO V-276	C33	-7196	8669	C49	-3588	7328	5283
ELEMENTO V-171	C11	-2704	3845	C25	-3425	4160	1925
ELEMENTO V-172	C25	-2565	3360	C33	-2479	3314	1022
ELEMENTO V-173	C33	-3700	4297	C49	-3175	4081	2011
ELEMENTO V-381	C8	-2016	8085	C24	-7903	10457	6939
ELEMENTO V-382	C24	-7504	8046	C32	-7210	7888	1497
ELEMENTO V-383	C32	-8439	10760	C48	-2966	8641	7245
ELEMENTO V-281	C8	-3178	7432	C24	-7185	8978	5689
ELEMENTO V-282	C24	-6613	8054	C32	-7261	8366	2734
ELEMENTO V-283	C32	-9531	11628	C48	-5165	9963	7345
ELEMENTO V-168	C8	-1156	804	C24	-964	747	416
ELEMENTO V-169	C24	-942	691	C32	-1281	856	486
ELEMENTO V-170	C32	-2952	3141	C48	-2895	3097	1539
ELEMENTO V-378	C9	-1143	4552	C23	-4489	5902	3876
ELEMENTO V-379	C23	-4263	4559	C31	-3937	4392	832
ELEMENTO V-380	C31	-4726	6048	C47	-1740	4891	4044
ELEMENTO V-278	C9	-1806	4270	C23	-4017	5118	3243
ELEMENTO V-279	C23	-3653	4412	C31	-4433	4783	1296
ELEMENTO V-280	C31	-6144	7665	C47	-3279	6598	4844
ELEMENTO V-165	C9	-770	658	C23	-672	628	295
ELEMENTO V-166	C23	-579	513	C31	-936	686	200
ELEMENTO V-167	C31	-2642	3149	C47	-2507	3082	1541
ELEMENTO V-308	C9	-368	866	C10	-436	903	310
ELEMENTO V-309	C10	-508	914	C11	-342	866	309
ELEMENTO V-208	C9	-1363	2608	C10	-1592	2917	872
ELEMENTO V-209	C10	-1824	2974	C11	-1079	2518	919
ELEMENTO V-105	C9	-1541	2495	C10	-1517	2609	731
ELEMENTO V-106	C10	-1797	2764	C11	-1154	2266	825
ELEMENTO V-321	C23	-592	954	C24	-525	919	304

ELEMENTO V-322	C24	-581	931	C25	-410	892	287
ELEMENTO V-221	C23	-1768	2600	C24	-1812	2856	846
ELEMENTO V-222	C24	-2001	2858	C25	-1232	2366	947
ELEMENTO V-118	C23	-1825	2278	C24	-1844	2544	846
ELEMENTO V-119	C24	-1998	2546	C25	-2021	2482	994
ELEMENTO V-331	C31	-587	950	C32	-519	914	301
ELEMENTO V-332	C32	-570	920	C33	-422	897	284
ELEMENTO V-231	C31	-1744	2586	C32	-1796	2839	831
ELEMENTO V-232	C32	-1971	2830	C33	-1228	2365	918
ELEMENTO V-123	C31	-1820	2275	C32	-1846	2545	845
ELEMENTO V-124	C32	-1992	2542	C33	-2033	2489	989
ELEMENTO V-348	C47	-486	888	C48	-450	903	299
ELEMENTO V-349	C48	-482	880	C49	-399	890	287
ELEMENTO V-248	C47	-1436	2644	C48	-1801	3109	899
ELEMENTO V-249	C48	-1833	2963	C49	-1130	2638	887
ELEMENTO V-135	C47	-1501	2480	C48	-1836	2944	843
ELEMENTO V-136	C48	-1846	2797	C49	-1662	2727	839

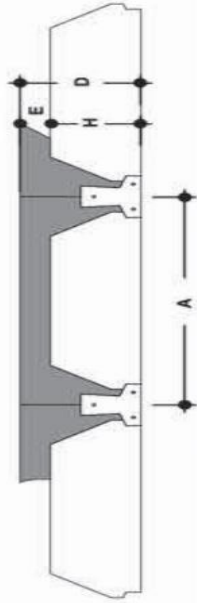
**ANEXO XI**  
**FIGURAS-TABLAS-ÁBACOS**



ANEXO XI Figuras-Tablas-Ábacos

Figura A11.1 Momentos flectores admisibles PRETENSA

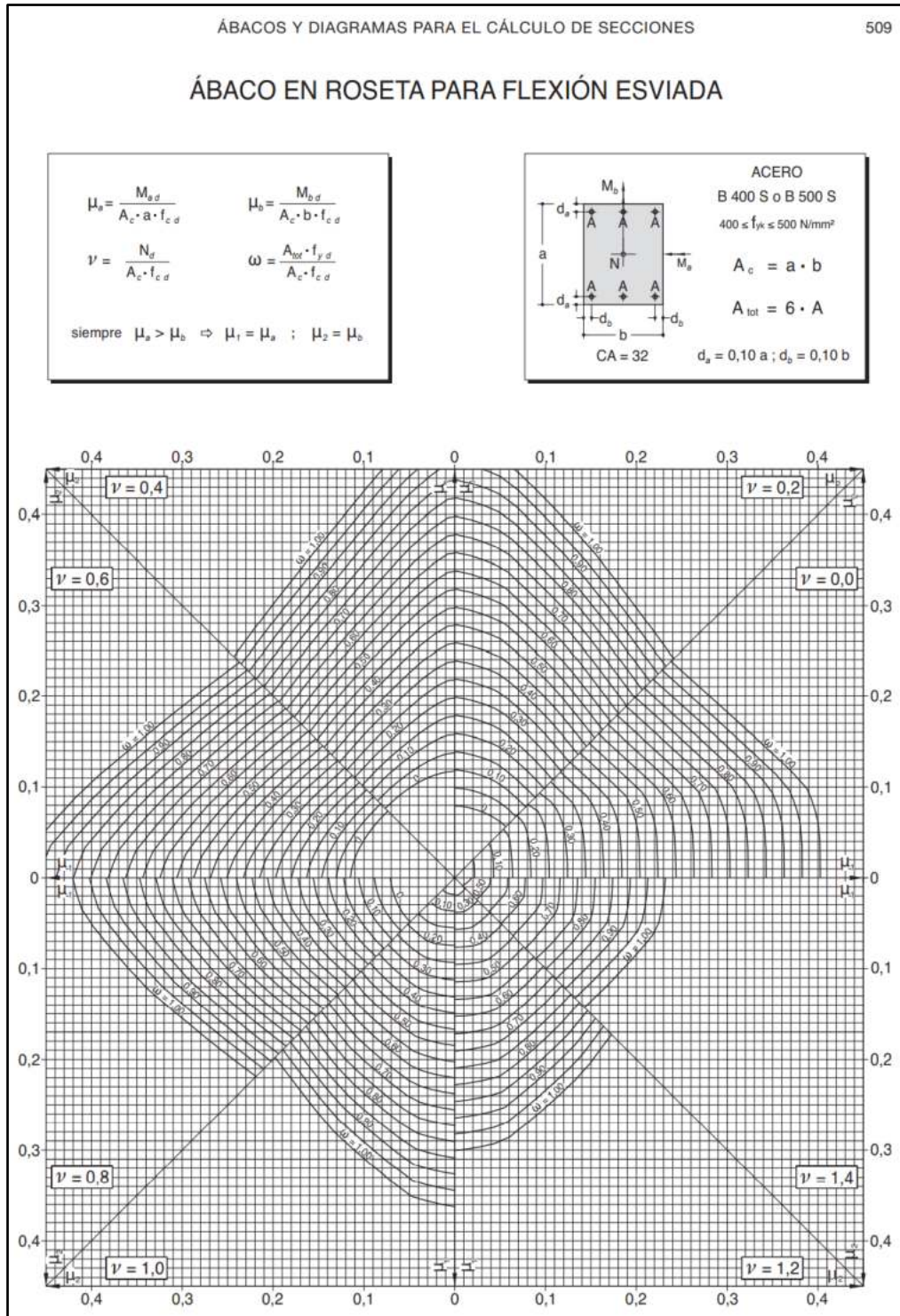
**Momentos flectores admisibles para complementos de EPS**  
**Losas Aliviadas PRETENSA**



EJE ENTRE VIGUETAS (A) cm	TIPO DE EPS	ESPEORES			PESO PROPIO kg/m <sup>2</sup>	COMPONENTES DE LA LOSA		VOLUMEN HORMIGON m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	TIPOS DE VIGUETAS SEGUN PRODUCCION ESTANDAR							
		H cm	E cm	D cm		VIGUETAS mil/m <sup>2</sup>	EPS piezas/m <sup>2</sup>		MOMENTOS ADMISIBLES							
									Tipo 1 kqm/m	Tipo 2 kqm/m	Tipo 3 kqm/m	Tipo 4 kqm/m	Tipo 5 kqm/m	Tipo 6 kqm/m	Tipo 7 kqm/m	Tipo 8 kqm/m
40	PB 10/100/34	10	5	15	176	2,50	2,50	0,057	639	927	1,032	1,286	1,532	1,853	1,986	2,446
50	PB 10/100/44	10	5	15	166	2,00	2,00	0,056	512	743	827	1,031	1,229	1,487	1,594	1,965
60	PB 10/100/54	10	5	15	158	1,67	1,67	0,055	427	620	690	860	1,026	1,241	1,332	1,642
40	PB 12/100/34	12	5	17	196	2,50	2,50	0,065	749	1,081	1,201	1,505	1,789	2,158	2,313	2,858
50	PB 12/100/44	12	5	17	181	2,00	2,00	0,062	600	866	962	1,206	1,435	1,731	1,855	2,295
60	PB 12/100/54	12	5	17	171	1,67	1,67	0,060	500	722	803	1,007	1,197	1,445	1,549	1,917
40	PB 15/100/34	15	5	20	210	2,50	2,50	0,071	914	1,311	1,455	1,835	2,175	2,617	2,802	3,478
50	PB 15/100/44	15	5	20	193	2,00	2,00	0,067	732	1,050	1,165	1,470	1,743	1,949	2,247	2,790
60	PB 15/100/54	15	5	20	181	1,67	1,67	0,064	610	875	972	1,226	1,454	1,751	1,875	2,330
40	PB 17/100/34	17	5	22	230	2,50	2,50	0,079	1,025	1,464	1,624	2,054	2,431	2,922	3,128	3,890
50	PB 17/100/44	17	5	22	208	2,00	2,00	0,073	820	1,173	1,300	1,646	1,948	2,343	2,508	3,121
60	PB 17/100/54	17	5	22	194	1,67	1,67	0,069	684	978	1,085	1,373	1,626	1,955	2,093	2,605
40	PB 20/100/34	20	5	25	263	2,50	2,50	0,093	1,190	1,694	1,878	2,384	2,817	3,381	3,617	4,509
50	PB 20/100/44	20	5	25	235	2,00	2,00	0,084	952	1,357	1,503	1,909	2,257	2,709	2,899	3,616
60	PB 20/100/54	20	5	25	217	1,67	1,67	0,079	794	1,131	1,254	1,592	1,882	2,260	2,419	3,018
40	PB 22/100/34	22	5	27	289	2,50	2,50	0,103	1,300	1,848	2,047	2,603	3,074	3,687	3,943	4,922
50	PB 22/100/44	22	5	27	256	2,00	2,00	0,093	1,041	1,479	1,639	2,085	2,462	2,954	3,160	3,946
60	PB 22/100/54	22	5	27	234	1,67	1,67	0,086	867	1,233	1,366	1,739	2,054	2,464	2,636	3,293
40	PB 25/100/34	25	5	30	306	2,50	2,50	0,111	1,465	2,078	2,300	2,933	3,459	4,145	4,432	5,541
50	PB 25/100/44	25	5	30	270	2,00	2,00	0,098	1,173	1,663	1,842	2,349	2,771	3,321	3,551	4,442
60	PB 25/100/54	25	5	30	246	1,67	1,67	0,090	978	1,387	1,536	1,958	2,311	2,770	2,962	3,706

Fuente: Ficha técnica PRETENSA

**Figura A11.2** Ábaco en roseta para flexión esviada



**Fuente:** García Meseguer, Moran Cabré & Arroyo Portero, 2009, pág. 509

**Figura A11.3 Precio unitario de losa colaborante**

EHX005 m <sup>2</sup> Losa con placa colaborante.					593,79Bs
<p>Losa de 10 cm de canto, con placa colaborante de acero galvanizado con forma troquelada con indentaciones, de 0,75 mm de espesor, 44 mm de altura de perfil y 172 mm de intereje, 10 conectores soldados de acero galvanizado, de 19 mm de diámetro y 81 mm de altura y hormigón armado realizado con hormigón H21, para un ambiente no severo, tamaño máximo del agregado 20 mm, consistencia blanda, premezclado en planta, y vaciado con bomba, volumen total de hormigón 0,062 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>; acero AH 500, con una cuantía total de 1 kg/m<sup>2</sup>; y malla elaborada "in situ" 20x20 ø 6,3-6,3 de acero AH 500; apoyado todo ello sobre estructura metálica. Incluso piezas angulares para remates perimetrales y de voladizos, tornillos para fijación de las calaminas, alambre de atar, separadores y agente filmógeno, para el curado de hormigones y morteros. El precio incluye el corte, doblado y conformado de la armadura en taller de obra y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye la estructura metálica.</p>					
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio parcial
<b>1 Materiales</b>					
mt07pcl010aacba	m <sup>2</sup>	Perfil de placa de acero galvanizado con forma troquelada con indentaciones, de 0,75 mm de espesor, 44 mm de altura de perfil y 172 mm de intereje, 7 a 8 kg/m <sup>2</sup> y un momento de inercia de 30 a 40 cm <sup>4</sup> .	1,050	221,19	232,25
mt07pcl020	m	Pieza angular de plancha de acero galvanizado, para remates perimetrales y de voladizos.	0,040	207,90	8,32
mt07pcl030	Ud	Tornillo autotaladrante rosca-metal, para fijación de planchas.	6,000	2,64	15,84
mt07aco020k	Ud	Separador homologado para losas.	3,000	0,67	2,01
mt07aco120b	kg	Acero en barras corrugadas CA-50 (fy=500 MPa), equivalente a AH 500 según CBH 87, de varios diámetros.	1,050	8,53	8,96
mt08var050	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,030	11,29	0,34
mt07ame131c	m <sup>2</sup>	Malla elaborada "in situ" 20x20 ø 6,3-6,3 de acero CA-50 (fy=500 MPa), equivalente a AH 500 según CBH 87, separación 20x20 cm y 6,3 mm de diámetro.	1,150	20,89	24,02
mt10haf120bi	m <sup>3</sup>	Hormigón H21, para un ambiente no severo, tamaño máximo del agregado 20 mm, consistencia blanda, con un asentamiento de 6 a 9 cm, medido con el cono de Abrams, premezclado en planta, según CBH 87.	0,065	802,75	52,18
mt07cem040a	Ud	Conector de acero galvanizado con cabeza de disco, de 19 mm de diámetro y 81 mm de altura, para fijar a estructura de acero mediante soldadura a la placa colaborante.	10,000	11,62	116,20
mt08cur020a	l	Agente filmógeno, para el curado de hormigones y morteros.	0,150	11,75	1,76
<b>Subtotal materiales:</b>					<b>461,88</b>
<b>2 Equipo y herramienta</b>					
mq06bbe010	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón.	0,006	1.218,46	7,31
mq08sol030	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura de conectores.	0,500	125,93	62,97
<b>Subtotal equipo y herramienta:</b>					<b>70,28</b>
<b>3 Mano de obra</b>					
mo047	h	Especialista en montaje de estructura metálica.	0,697	50,82	35,42
mo094	h	Ayudante 1 <sup>º</sup> en montaje de estructura metálica.	0,270	37,95	10,25
mo043	h	Armador.	0,041	50,82	2,08
mo090	h	Ayudante 1 <sup>º</sup> de armador.	0,040	37,95	1,52
mo045	h	Maestro hormigonero especialista en el vaciado y colocado del hormigón.	0,003	50,82	0,15
mo092	h	Ayudante 1 <sup>º</sup> de hormigonero especialista en el vaciado y colocado del hormigón.	0,015	37,95	0,57
<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>49,99</b>
<b>4 Herramienta menor</b>					
	%	Herramienta menor	2,000	582,15	11,64
Coste de mantenimiento decenal: 35,63Bs en los primeros 10 años.			<b>Costos directos (1+2+3+4):</b>		<b>593,79</b>

**Fuente:** [www.bolivia.generadordeprecios.info/obra\\_nueva/Estructuras/Hormigon\\_armado/Losa\\_con\\_placa\\_colaborante.html](http://www.bolivia.generadordeprecios.info/obra_nueva/Estructuras/Hormigon_armado/Losa_con_placa_colaborante.html)

**Tabla A11.1:** Sobrecargas Admisibles (kg/m<sup>2</sup>) con hormigón f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>

Calibre	L: Luz Libre	t = Espesor de la Losa							
		Gage	m	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
	1.50		2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
	1.75		2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
	2.00		1650	1911	2000	2000	2000	2000	2000
	2.25		1243	1445	1647	1849	2000	2000	2000
	2.50		952	1112	1272	1432	1592	1753	1753
	2.75		689	865	995	1124	1253	1382	1382
<b>22</b>	3.00		487	661	784	889	995	1101	1101
	3.25		364	475	619	707	794	882	882
	3.50		254	338	465	562	638	708	708
	3.75		172	236	334	445	506	568	568
	4.00		-	157	234	329	401	453	453
	4.25		-	-	156	231	314	358	358
	4.50		-	-	-	154	228	278	278
	1.50		2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
	1.75		2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
	2.00		1962	2000	2000	2000	2000	2000	2000
	2.25		1489	1731	1974	2000	2000	2000	2000
	2.50		1035	1344	1537	1730	1923	1923	1923
	2.75		731	1025	1213	1369	1526	1682	1682
<b>20</b>	3.00		520	741	967	1095	1224	1353	1353
	3.25		368	537	716	882	989	1096	1096
	3.50		277	388	526	694	803	892	892
	3.75		190	276	384	516	652	728	728
	4.00		-	190	274	379	505	594	594
	4.25		-	-	189	273	374	482	482
	4.50		-	-	-	189	270	367	367

**Fuente:** <https://civilgeeks.com/2017/02/06/hoja-excel-diseno-losa-placa-colaborante/>



**Tabla A11.2** Sección de acero según diámetro y número de barras

BARRAS DE ACERO CORRUGADO CALIDAD B500SD · NORMA UNE 36065: 2011 EN 10080: 2006

Diámetro Ø en mm	Masa nominal Kg/m	Sección de acero en mm <sup>2</sup> según número de barras									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	0,222	28,3	56,6	84,9	113,2	141,5	169,8	198,1	226,4	254,7	283,0
8	0,395	50,3	100,6	150,9	201,2	251,5	301,8	352,1	402,4	452,7	503,0
10	0,617	78,5	157,0	235,5	314,0	392,5	471,0	549,5	628,0	706,5	785,0
12	0,888	113,0	226,0	339,0	452,0	565,0	678,0	791,0	904,0	1.017,0	1.130,0
16	1,580	201,0	402,0	603,0	804,0	1.005,0	1.206,0	1.407,0	1.608,0	1.809,0	2.010,0
20	2,470	314,0	628,0	942,0	1.256,0	1.570,0	1.884,0	2.198,0	2.512,0	2.826,0	3.140,0
25	3,850	491,0	982,0	1.473,0	1.964,0	2.455,00	2.946,0	3.437,0	3.928,0	4.419,0	4.910,0
32	6,310	804,0	1.608,0	2.412,0	3.216,0	4.020,0	4.824,0	5.628,0	6.432,0	7.236,0	8.040,0
40	9,860	1.260,0	2.520,0	3.780,0	5.040,0	6.300,0	7.560,0	8.820,0	10.080,0	11.340,0	12.600,0

**Fuente:** [www.duracero.com/hierros-construccion/barras-corrugadas](http://www.duracero.com/hierros-construccion/barras-corrugadas)

**Tabla A11.3** Presión dinámica del viento

Tabla 5.1				
Presión dinámica del viento				
Altura de coronación del edificio sobre el terreno en m, cuando la situación topográfica es		Velocidad del viento v		Presión dinámica w kg/m <sup>2</sup>
Normal	Expuesta	m/s	km/h	
De 0 a 10	—	28	102	50
De 11 a 30	—	34	125	75
De 31 a 100	De 0 a 30	40	144	100
Mayor de 100	De 31 a 100	45	161	125
—	Mayor de 100	49	176	150

**Fuente:** NBE-AE/88, pág 16

**ANEXO XII:**  
**ACERO-DECK**  
**PLACA COLABORANTE**

## 1. *Determinación de la deflexión de la plancha colaborante Acero-Deck actuando como encofrado*

Se considera que la deformación admisible en el estado no compuesto, es decir, cuando aún la plancha de acero actúa únicamente como encofrado, debe ser no mayor que la luz libre de la losa entre 180 ó 1.9cm., considerando siempre válido el valor que sea menor.

$$\delta_{adm} = \frac{L_{sd} \times 100}{180} \text{ cm. } \quad \text{ó}$$

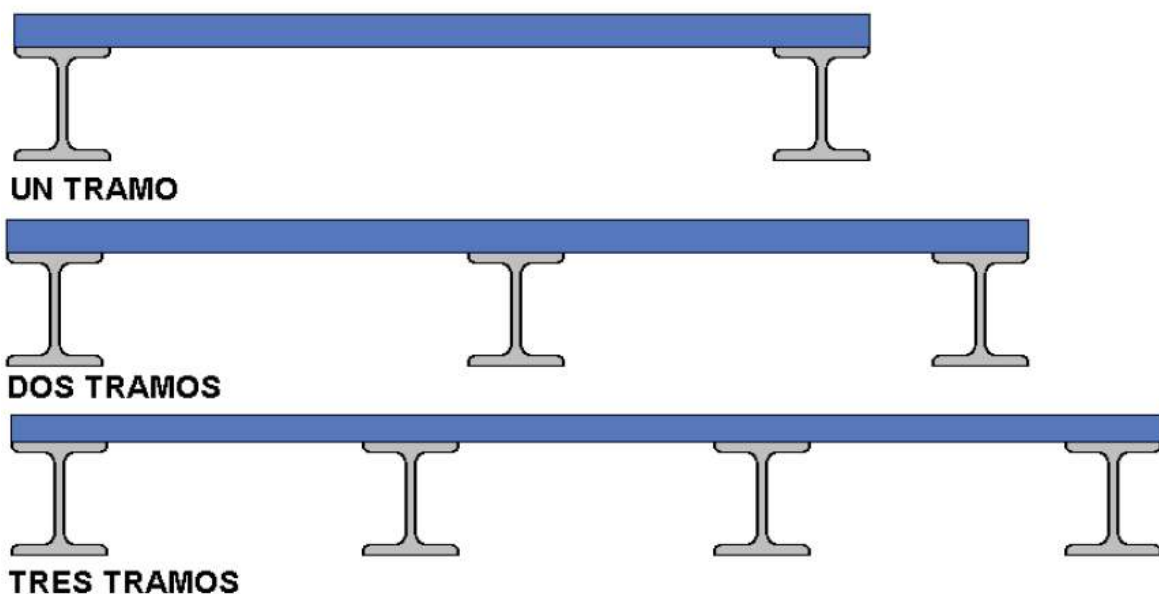
**1.9 cm. (el que sea menor).**

Donde:

- $\delta_{adm}$  : Deformación admisible (cm.)
- $L_{sd}$  : Luz libre de la losa (m)

La luz libre de la losa es la distancia entre apoyos interiores de un tramo de losa.

De manera similar al método de coeficientes, se aproximan los siguientes valores para determinar las deflexiones de diseño acorde a la condición de apoyo, que puede ser como se muestra:



$$\delta_{calc} = \frac{0.013 \times Wd_{sd} \times (L_{sd} \times 100)^4}{E_s \times I_{sd} \times b} \text{ cm.}$$

*Condición de un solo tramo*

$$\delta_{calc} = \frac{0.0054 \times Wd_{sd} \times (L_{sd} \times 100)^4}{E_s \times I_{sd} \times b} \text{ cm.}$$

*Condición de dos tramos*

$$\delta_{calc} = \frac{0.0069 \times Wd_{sd} \times (L_{sd} \times 100)^4}{E_s \times I_{sd} \times b} \text{ cm.}$$

*Condición de tres o más tramos*

Donde:

- $Wd_{sd}$  : Carga muerta por unidad de longitud (kgf/m).
- $L_{sd}$  : Luz libre de la losa (m)
- $E_s$  : Módulo de elasticidad del acero (kgf/cm<sup>2</sup>).
- $I_{sd}$  : Inercia (cm<sup>4</sup>/m).
- $b$  : Ancho de análisis (m).

Finalmente se debe verificar que:

$$\delta_{calc} \leq \delta_{adm}$$



## 2. Esfuerzos de tensión por flexión en el sistema no compuesto

Cuando se efectúa el vaciado del concreto, la plancha Acero-Deck, debe resistir los esfuerzos que se generan en su sección. Así, notamos que se generan esfuerzos por compresión y por tracción, debido al peso propio de la plancha más el peso del concreto fresco (cargas permanentes) y a las cargas propias de los trabajos de vaciado de concreto (cargas transitorias).

Estos esfuerzos serán tomados por la plancha, los cuales no deben exceder del 60% del esfuerzo a fluencia  $f_y$  (kgf/cm<sup>2</sup>) de la plancha (3,025 kgf/cm<sup>2</sup>).

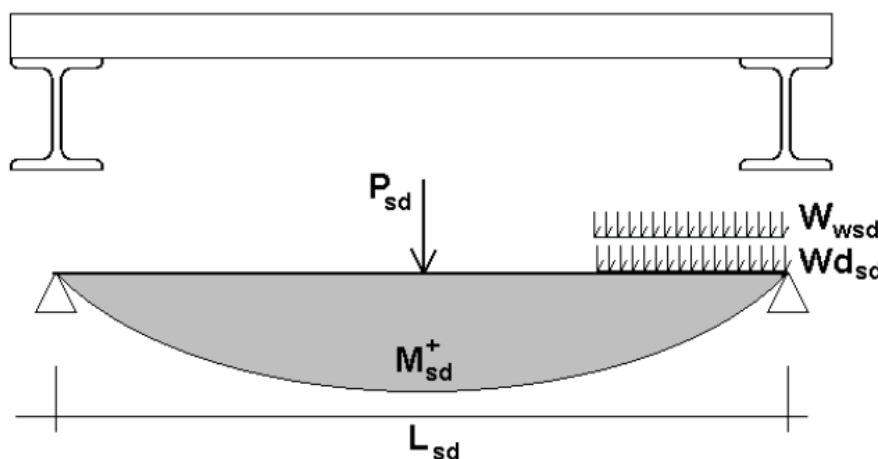
Para las cargas generadas por el efecto de montaje (cargas transitorias), se considerarán dos posibles condiciones de carga: la primera es aplicando una carga puntual  $P_{sd}=225$  kgf en el centro de luz y la segunda es aplicando una carga distribuida  $W_{wsd}=100$  kgf/m<sup>2</sup>.

Para determinar los esfuerzos que se producen debido a estas cargas, hallamos primero los momentos que se generan a lo largo de la plancha. Así, para un tramo simple, encontramos únicamente momentos positivos  $M^+_{sd}$  (kgf-m) y para dos o más tramos, se presentarán momentos positivos en el centro de luz, y negativos  $M^-_{sd}$  (kgf-m) en los apoyos intermedios sobre las viguetas.

Aplicando el método de coeficientes, se determina que:

■ Para un solo tramo: El mayor de:

$$M^+_{sd} = 0.25 \times P_{sd} \times L_{sd} + 0.188 \times Wd_{sd} \times L^2_{sd} \quad \text{ó} \quad M^+_{sd} = 0.125 \times (1.5 \times Wd_{sd} + W_{wsd}) \times L^2_{sd}$$



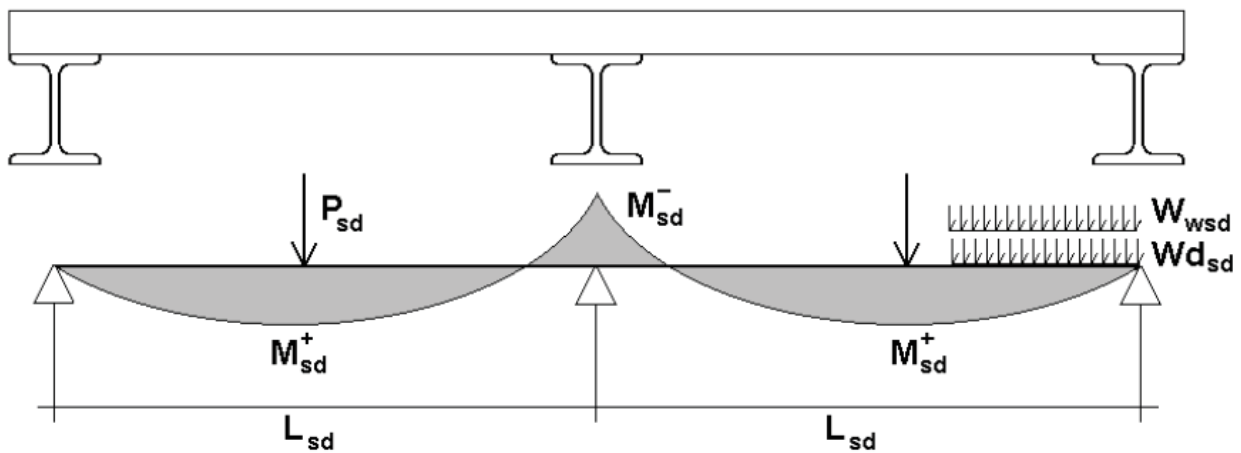
# ACERO-DECK®

## PLACA COLABORANTE

■ Para dos tramos: El mayor de:

$$M_{sd}^+ = 0.203 \times P_{sd} \times L_{sd} + 0.096 \times Wd_{sd} \times L_{sd}^2 \quad \text{ó} \quad M_{sd}^+ = 0.096 \times (Wd_{sd} + W_{wsd}) \times L_{sd}^2$$

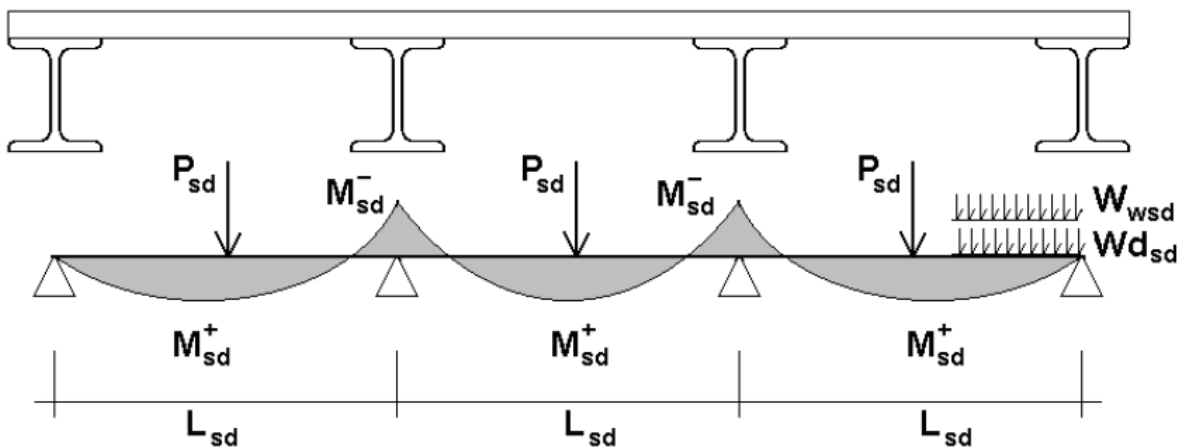
$$y \quad M_{sd}^- = 0.125 \times (Wd_{sd} + W_{wsd}) \times L_{sd}^2$$



■ Para tres tramos: El mayor de:

$$M_{sd}^+ = 0.20 \times P_{sd} \times L_{sd} + 0.094 \times Wd_{sd} \times L_{sd}^2 \quad \text{ó} \quad M_{sd}^+ = 0.096 \times (Wd_{sd} + W_{wsd}) \times L_{sd}^2$$

$$y \quad M_{sd}^- = 0.117 \times (Wd_{sd} + W_{wsd}) \times L_{sd}^2$$



# ACERO-DECK®

## PLACA COLABORANTE

Luego, sabemos que el esfuerzo es equivalente a la razón del Momento y el módulo de sección:

$$f^+ = \frac{M_{sd}^+}{S_{n_{sd}}} \times 100 \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \quad y \quad f^- = \frac{M_{sd}^-}{S_{p_{sd}}} \times 100 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

Entonces, se debe verificar que:

$$f^+ \leq 0.6 \times f_y$$

$$f^- \leq 0.6 \times f_y$$

Donde:

- $M_{sd}^+$  = Momento positivo en la plancha colaborante (kgf-m).
- $M_{sd}^-$  = Momento negativo en la plancha colaborante (kgf-m).
- $P_{sd}$  = Carga puntual en el centro de luz (225 kgf).
- $L_{sd}$  = Luz libre entre apoyos (m).
- $W_{d_{sd}}$  = Carga muerta por unidad de longitud (kgf/m).

- $f^+$  = Esfuerzos positivos en la plancha colaborante (kgf/cm<sup>2</sup>).
- $f^-$  = Esfuerzos negativos en la plancha colaborante (kgf/cm<sup>2</sup>).
- $W_{w_{sd}}$  = Carga distribuida (100 kgf/m.)
- $S_{p_{sd}}$  = Módulo de Sección Superior (cm<sup>3</sup>/m).
- $S_{n_{sd}}$  = Módulo de Sección Inferior (cm<sup>3</sup>/m).
- $f_y$  = Esfuerzo de fluencia del acero de la plancha (kgf/cm<sup>2</sup>).

### 3. Cálculo de esfuerzos admisibles en el sistema compuesto

Determinamos el momento de inercia de la sección transformada fisurada:

$$I_c = \frac{b \times Y_{cc1}^3}{3} + n \times A_{s_{sd}} \times Y_{cs}^2 + n \times I_{sd}$$

Siendo:

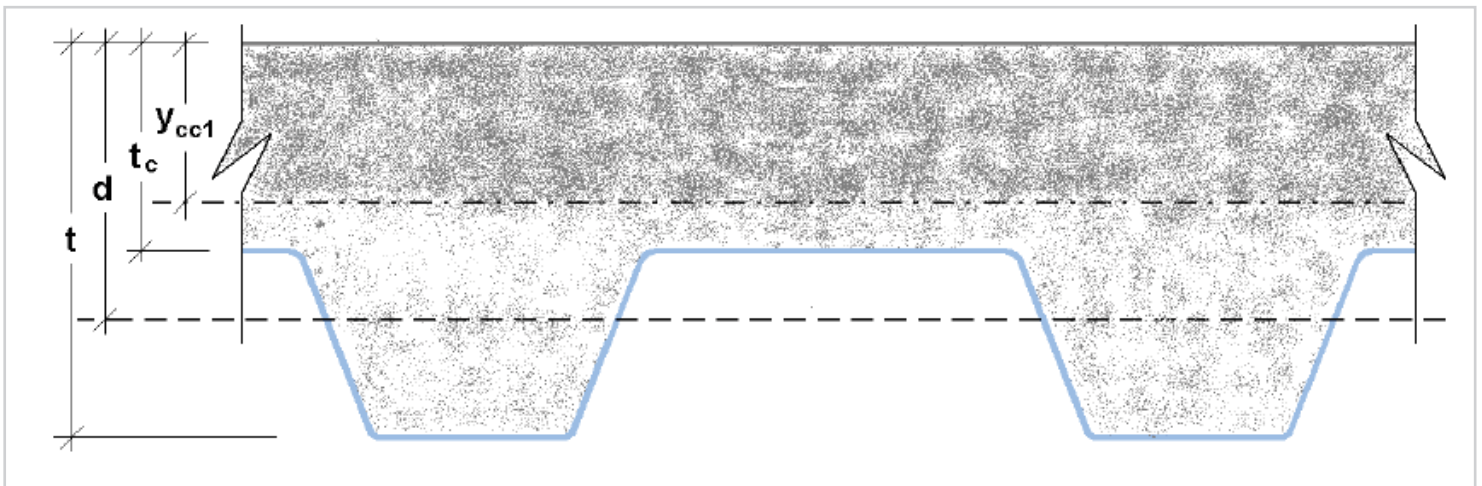
$$Y_{cc1} = d \times (\sqrt{2 \times \rho \times n + (\rho \times n)^2} - \rho \times n)$$

$$\rho = \frac{A_{s_{sd}}}{b \times d} \quad n = \frac{E_s}{E_c}$$

Relación entre el módulo de elasticidad del acero y el módulo de elasticidad del concreto

n	f' <sub>c</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )
6	420 o más
7	320 a 420
8	250 a 320
9	210 a 250

*Nota: el valor mínimo del f'<sub>c</sub> es 210 kgf/cm<sup>2</sup> dado que estamos trabajando con "elementos estructurales" tipo losa.*



*Si  $y_{cc1} > t_c$ , entonces se usará  $y_{cc1} = t_c$*

# ACERO-DECK®

## PLACA COLABORANTE

Luego, el momento de inercia de la sección transformada no fisurada será igual a:

$$I_u = \frac{b \times t^3}{12} + b \times t_c \times (Y_{cc2} - 0.5 \times t_c)^2 + n \times I_{sd} + n \times A_s \times Y_{cs}^2 + \frac{b}{C_s} \times \left\{ w_r \times h_r \left[ \frac{h_r^2}{12} + (t - Y_{cc2} - 0.5 \times h_r)^2 \right] \right\}$$

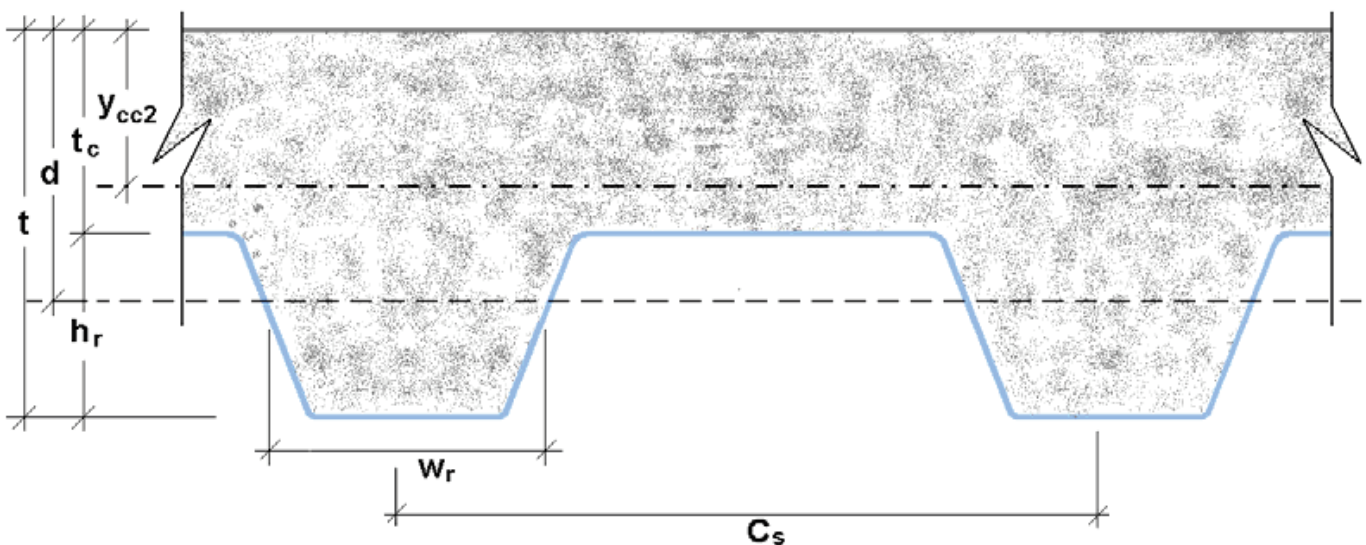
Donde:

$$Y_{cc2} = \frac{0.5 \times b \times t^2 + n \times A_{s_{sd}} \times d - \frac{(C_s - w_r) \times b \times h_r}{C_s} \times (t - 0.5 \times h_r)}{b \times t + n \times A_{s_{sd}} - \frac{b}{C_s} \times h_r \times (C_s - w_r)}$$

$$Y_{cs} = d - Y_{cc2}$$

con:

- $w_r$  = Ancho medio del valle del perfil colaborante Acero Deck utilizado (cm.).
- $C_s$  = Espacio entre ejes de valles contiguos (cm.).
- $d$  :  $t - Y_{sb}$



Luego, el Momento de Inercia Efectivo será:

$$I_e = \frac{I_u + I_c}{2}$$

Determinamos el  $Y_{prom}$ , como:

$$Y_{prom} = \frac{Y_{cc1} + Y_{cc2}}{2}$$

Calculamos ahora el módulo de sección inferior del sistema compuesto  $S_{ic}$  (cm<sup>3</sup>) como:

$$S_{ic} = \frac{I_e}{t - Y_{prom}}$$

Para verificar los esfuerzos producidos en la plancha de acero, calculamos los momentos positivos producidos por la carga muerta y viva sin amplificar, en condición de apoyo simple y lo comparamos con el esfuerzo de fluencia de la plancha del acero a un 60% de su capacidad.

Entonces, verificamos que:

$$\left( \frac{M_{dsd} + M_{lsd}}{S_{ic}} \right) \times n \times 100 \leq 0.6 \times f_y$$

Donde:

- $M_{dsd}$  = Momento producido en la losa por las cargas muertas (kgf-m).

$$M_{dsd} = \frac{Wd_{sd} \times L_{sd}^2}{8}$$

- $M_{lsd}$  = Momento producido en la losa por las cargas vivas (kgf-m).

$$M_{lsd} = \frac{Wl_{sd} \times L_{sd}^2}{8}$$

- $Wl_{sd}$  = Carga sobrepuesta (kgf/m).

*Nota: Si existieran cargas adicionales a las mencionadas, como acabados de piso ó tabiquerías, estas deberán sumarse, para determinar el momento que puedan ejercer y su impacto con los esfuerzos producidos en la plancha colaborante Acero-Deck.*

## 4. Condición de momento último de resistencia a la flexión

Tomaremos en cuenta que existen dos condiciones para la determinación del momento último. La primera será cuando trabajamos con una losa sub-reforzada en la cual la capacidad de la plancha de acero para tomar dicho momento será la condición crítica. La segunda condición será cuando estemos ante una losa sobre-reforzada, en la cual el acero de la plancha es excesivo y el momento estará sujeto a la capacidad del concreto para resistir dicha acción. Así; para poder definir ante qué condición nos encontramos, se requiere verificar si la cuantía del sistema es menor o mayor que la cuantía balanceada.

La cuantía balanceada se definirá suponiendo que la superficie superior de la plancha de acero alcanza su límite de fluencia en el mismo instante que la fibra superior del concreto llega a su límite de deformación en compresión. Así, tenemos que:

$$\rho_b = \frac{0.85 \times \beta_1 \times f'_c}{F_y} \times \frac{0.003 \times (t - h_r)}{\left(0.003 + \frac{F_y}{E_s}\right) \times d}$$

Donde:

$\beta_1 = 0.85$  para concretos con  $f'_c$  menores a  $280 \text{ kgf/cm}^2$  y se reduce en 5% con cada incremento de resistencia a compresión del concreto de  $70 \text{ kgf/cm}^2$  ( $\beta_1$  mínimo =  $0.65$ ).

Se reconocerá como losas **sub-reforzadas** a aquellas que presenten una cuantía " $\rho$ " menor que la cuantía balanceada " $\rho_b$ ". Entonces la capacidad del momento nominal se identificará como:

$$M_n = A_{s_{sd}} \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\text{Si: } \rho \leq \rho_b$$

Donde:

- $A_{s_{sd}}$  = Área de acero neta de la plancha por unidad de ancho.

- $a = \frac{A_{s_{sd}} \times f_y}{0.85 \times f'_c \times b}$

Profundidad del bloque rectangular en compresión equivalente de ancho b.

El momento de diseño será igual a  $\Phi \times M_n$ , donde  $\Phi$  es el coeficiente de reducción del Momento por Flexión para una falla sub-reforzada,  $\Phi = 0.90$ .

La condición de losa **sobre-reforzada** sucederá cuando el concreto alcance su deformación límite y el acero de la plancha no haya alcanzado su límite de deformación de fluencia a la tracción.

Es difícil encontrarse ante una situación de una losa sobre-reforzada, es decir que  $\rho > \rho_b$ , tal como pudimos comprobar en los especímenes ensayados en el Laboratorio de Estructuras del CISMID. Aún así, para ése caso, puede definirse el momento nominal como:

$$M_n = 0.85 \times \beta_1 \times f'_c \times b \times d^2 \times k_u \times (1 - \beta_2 \times K_u)$$

$$k_u = \sqrt{\rho \times \lambda + (\rho \times \lambda / 2)^2} - \rho \times \lambda / 2$$

$$\lambda = \frac{E_s \times \epsilon_u}{0.85 \times \beta_1 \times f'_c} : \text{Parámetro del material.}$$

- $\epsilon_u = 0.003$  cm./cm. deformación <sup>máxima</sup> para el concreto.
- $\beta_2 = 0.425$  para concretos con  $f'_c$  menores a 280 kg-f/cm<sup>2</sup> y se reduce en 2.5% con cada incremento de 70 kgf/cm<sup>2</sup> en el  $f'_c$  del concreto.

El momento de diseño será igual a  $\Phi \times M_n$ , donde  $\Phi$  es el coeficiente de reducción de resistencia, y según especificaciones del ASCE,  $\Phi = 0.75$ .

Resulta obvio que la falla que se espera tener es la de una losa sub-reforzada, dado que el concreto es un material frágil. Si la losa fuera sobre-reforzada, podríamos enfrentarnos a una falla tipo colapso.



## 5. *Diseño por cortante*

Existen dos tipos de efectos de corte que se generan en el sistema Acero -Deck. El primero, es la toma de los efectos de corte que se generan en las vigas de apoyo y el segundo, el más importante, es la resistencia de adherencia al cortante. El primero está directamente relacionado a la capacidad de la sección de concreto contribuyente a la toma del corte, y el segundo a la capacidad de adherencia de la plancha de acero al concreto y su relación con los efectos de cortante horizontal. Designaremos al primero como Verificación por cortante y al segundo como Verificación de Adherencia al Cortante.

### ■ 5.1. VERIFICACIÓN POR CORTANTE

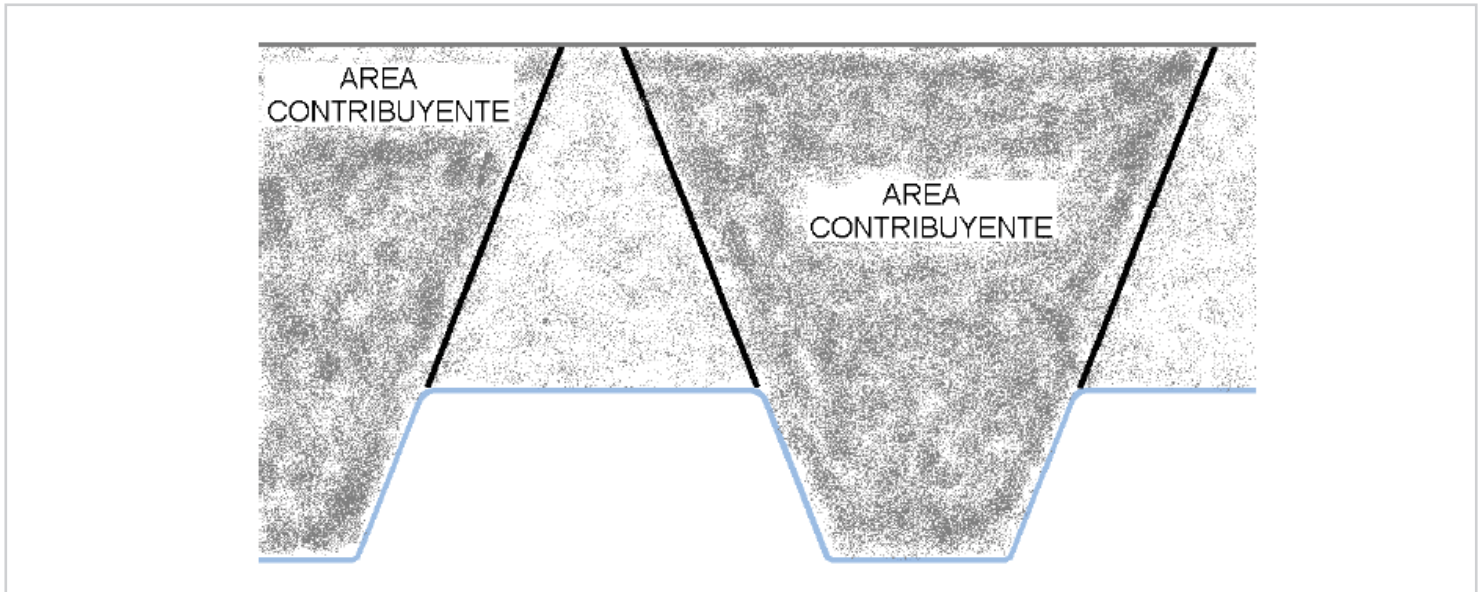
El capítulo 11 del Código ACI 318 del año 2005, establece que la resistencia al corte basada en un refuerzo de corte promedio sobre toda la sección transversal efectiva de la sección será resistida por el alma de concreto únicamente en caso este no tenga refuerzo de acero adicional por corte. La resistencia al corte proporcionada por el concreto  $V_c$  se supone que es la misma para vigas con y sin refuerzo por corte, y se toma como el corte que provoca un "agrietamiento inclinado significativo."

Al no llevar acero adicional por corte este tipo de sistemas de losas, se acepta que el corte será tomado netamente por la losa de concreto y se obvia que la plancha de acero pueda aportar en la resistencia al corte. Así, se considera que el cortante nominal o capacidad de tomar el cortante por parte del sistema es:

$$V_n = 0.53 \times \sqrt{f'_c} \times A_c$$

Donde:  $\sqrt{f'_c}$  no deberá exceder a 85 Kgf/cm<sup>2</sup>.

El área de concreto a considerar que contribuye a tomar el cortante es igual al área formada por las áreas sombreadas en la siguiente figura:



El cortante último a considerar cerca a los apoyos será igual a:

$$V_u = \frac{Wd_{sd} \times I_{sd}}{2} + \frac{Wl_{sd} \times L_{sd}}{2}$$

El requisito que se deberá cumplir es que:

$$V_u \leq \phi \times V_n$$

Donde:

$\phi = 0.85$  : Coeficiente de reducción por corte.  $V_u$  y  $V_n$  se encuentran en unidades de kgf.

## 6. Esfuerzo admisible a compresión en el concreto

Cuando un elemento tipo viga sufre una deflexión, sea debido a carga o debido a giros, se suceden efectos de compresión y de tracción. Para controlar los efectos de compresión del concreto, el ACI estipula que dicho esfuerzo  $S_{adm}$  será igual al 45% del  $f'c$ .

Luego, los esfuerzos nominales a compresión serán iguales a:

$$\left( \frac{Md_{sd} \times Ml_{sd}}{S_{cc}} \right) \times 100 \leq S_{adm} = 0.45 \times f'c$$

Donde:

■  $S_{cc} = \frac{I_{prom}}{Y_{prom}}$  : Módulo elástico de sección superior para la sección compuesta (cm<sup>3</sup>).

■  $n = E_s / E_c$  : Ratio de los módulos de Young del acero y el concreto.

## 7. Deflexión del sistema compuesto

Cuando se emplea un elemento tipo losa ó viga, existirán dos tipos de deflexiones. La primera e inmediata, será la deformación elástica debido a la carga, se le llama elástica dado que el elemento podrá regresar a su estado original si se retira la carga. El otro tipo de deflexión existente es la deflexión por flujo plástico o deformación diferida que sucede debido a las cargas y el paso del tiempo. Estas deformaciones, a diferencia de las deformaciones elásticas, no son totalmente reversibles.

En el caso del uso del sistema de placa colaborante **Acero-Deck** notaremos que dependiendo del uso de apuntalamientos temporales, se producirán diversos tipos de deflexiones. Si no se hubiera utilizado ningún tipo de apuntalamiento, las deflexiones que se producirán en el sistema compuesto dependerán exclusivamente de las cargas vivas que se le apliquen al sistema y las cargas muertas sobrepuestas después del desencofrado (en caso existieran) así también como de las deformaciones diferidas.

## 6. Esfuerzo admisible a compresión en el concreto

Cuando un elemento tipo viga sufre una deflexión, sea debido a carga o debido a giros, se suceden efectos de compresión y de tracción. Para controlar los efectos de compresión del concreto, el ACI estipula que dicho esfuerzo  $S_{adm}$  será igual al 45% del  $f'c$ .

Luego, los esfuerzos nominales a compresión serán iguales a:

$$\left( \frac{Md_{sd} \times Ml_{sd}}{S_{cc}} \right) \times 100 \leq S_{adm} = 0.45 \times f'c$$

Donde:

■  $S_{cc} = \frac{I_{prom}}{Y_{prom}}$  : Módulo elástico de sección superior para la sección compuesta (cm<sup>3</sup>).

■  $n = E_s / E_c$  : Ratio de los módulos de Young del acero y el concreto.

## 7. Deflexión del sistema compuesto

Cuando se emplea un elemento tipo losa ó viga, existirán dos tipos de deflexiones. La primera e inmediata, será la deformación elástica debido a la carga, se le llama elástica dado que el elemento podrá regresar a su estado original si se retira la carga. El otro tipo de deflexión existente es la deflexión por flujo plástico o deformación diferida que sucede debido a las cargas y el paso del tiempo. Estas deformaciones, a diferencia de las deformaciones elásticas, no son totalmente reversibles.

En el caso del uso del sistema de placa colaborante **Acero-Deck** notaremos que dependiendo del uso de apuntalamientos temporales, se producirán diversos tipos de deflexiones. Si no se hubiera utilizado ningún tipo de apuntalamiento, las deflexiones que se producirán en el sistema compuesto dependerán exclusivamente de las cargas vivas que se le apliquen al sistema y las cargas muertas sobrepuestas después del desencofrado (en caso existieran) así también como de las deformaciones diferidas.

Si se hubieran utilizado apuntalamientos temporales, entonces se considerará que existirán deflexiones debido a las cargas propias de la losa, este adicional a las deformaciones del sistema sin apuntalar, y dichas deflexiones dependerán del tipo de apuntalamiento que se le haya dado al sistema en el momento del vaciado.

Así, encontraremos que las deflexiones debido a cargas se podrán calcular de la siguiente forma:

- Para las deflexiones inmediatas debido a las cargas propias, dependiendo si están apuntaladas o no, más las cargas vivas:

$$\Delta'_{st} = \frac{5}{384} \times \frac{(Wd_{sd} + Wl_{sd}) \times L^4_{sd}}{E_c \times I_e} \times 10^6$$

Donde:

$$E_c = 15000 \times \sqrt{f'c} \text{ (del ACI)}$$

Módulo de Young del concreto (kgf/cm<sup>2</sup>).

- Para estimar las deformaciones diferidas o deflexiones a largo plazo, una buena estimación es considerar:

$$\Delta_{LT} = \Delta'_{st} \times \left[ 2 - 1.2 \times \frac{A'_s}{A_s} \right]$$

Donde:

$A'_s$  = acero en compresión en cm<sup>2</sup> por unidad de ancho.

Para efectos de cálculo, se puede asumir el área del refuerzo de temperatura como acero en compresión adicional al acero de refuerzo.

- Finalmente, se debe de verificar que la deformación total de la losa colaborante no exceda la deformación admisible:

$$\Delta_{total} \leq \Delta_{adm}$$

$$\Delta_{adm} = \frac{L_{sd}}{360} \times 100$$

$$\Delta_{total} = \Delta_{LT} + \Delta'_{st}$$

- El ACI-318, nos dice que las deformaciones diferidas,  $\Delta_{LT}$ , se pueden determinar como las deflexiones inmediatas multiplicadas por un factor  $\lambda$ , de esta forma:

$$\Delta_{LT} = \lambda \times \Delta'_{st} \times \left[ 2 - 1.2 \times \frac{A'_s}{A'_s} \right]$$

Donde:

$$\lambda = \frac{\xi}{1 + 50 \times \rho'}$$

$$\rho' = \frac{A'_s}{b \times h}$$

$\xi = 1.40$ , para cargas sostenidas por un año, y  $2.00$ , para 5 o más años. Estos valores pueden obtenerse del capítulo 9 de la norma E-060 de Concreto Armado.

**Nota:** Consideramos que este factor es también conservador, pero queda a criterio del diseñador el uso de estos parámetros.