



MAESTRÍA EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL Y DE CONSTRUCCIÓN  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

---

**TRABAJO N°08:**  
**Analysis of shells with plate elements**

---

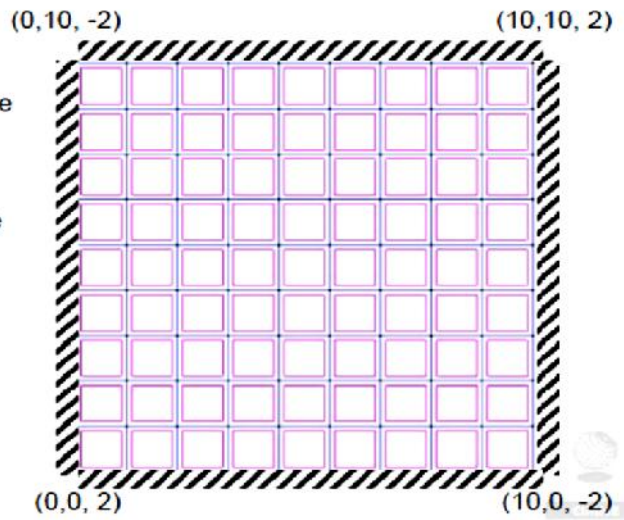
Student:

*Elvis Roberto Gomez Quispe*

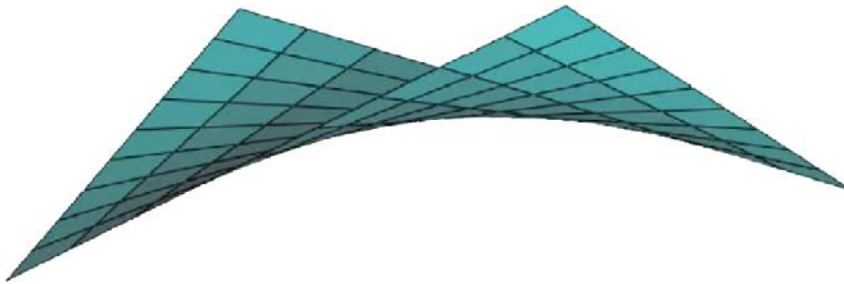
## Assignment

Analyze the following concrete hyperbolic Shell under self weight.

Explain the behavior of all the Stresses presented.  
 $t = 0.1$



Vista Isometrica:



Propiedades del Material:

Se asignan las propiedades características del concreto hidráulico:

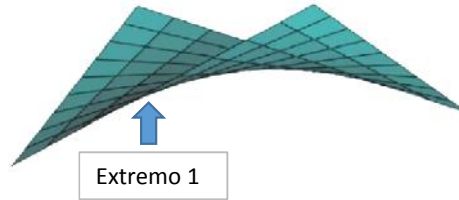
$$\text{Concrete} \begin{cases} E = 3.0e10 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \\ \nu = 0.2 \\ \gamma = 2.4e4 \frac{\text{N}}{\text{m}^3} \end{cases}$$

**Procedimiento para Calculo de Coordenadas:**

Para realizar el modelado se hallaron los valores de la coordenadas de los extremos de la lamina, a partir de las ecuaciones de recta tomando en cuenta la rectitud de ambos extremos.

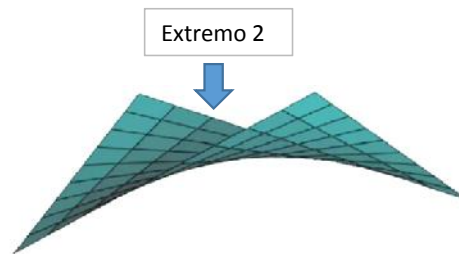
Extremo 1 :

	x	y	z
1	0.000	10.000	-2.000
2	1.111	10.000	-1.556
3	2.222	10.000	-1.111
4	3.333	10.000	-0.667
5	4.444	10.000	-0.222
6	5.556	10.000	0.222
7	6.667	10.000	0.667
8	7.778	10.000	1.111
9	8.889	10.000	1.556
10	10.000	10.000	2.000



Extremo 2 :

	x	y	z
1	0.000	0.000	2.000
2	1.111	0.000	1.556
3	2.222	0.000	1.111
4	3.333	0.000	0.667
5	4.444	0.000	0.222
6	5.556	0.000	-0.222
7	6.667	0.000	-0.667
8	7.778	0.000	-1.111
9	8.889	0.000	-1.556
10	10.000	0.000	-2.000



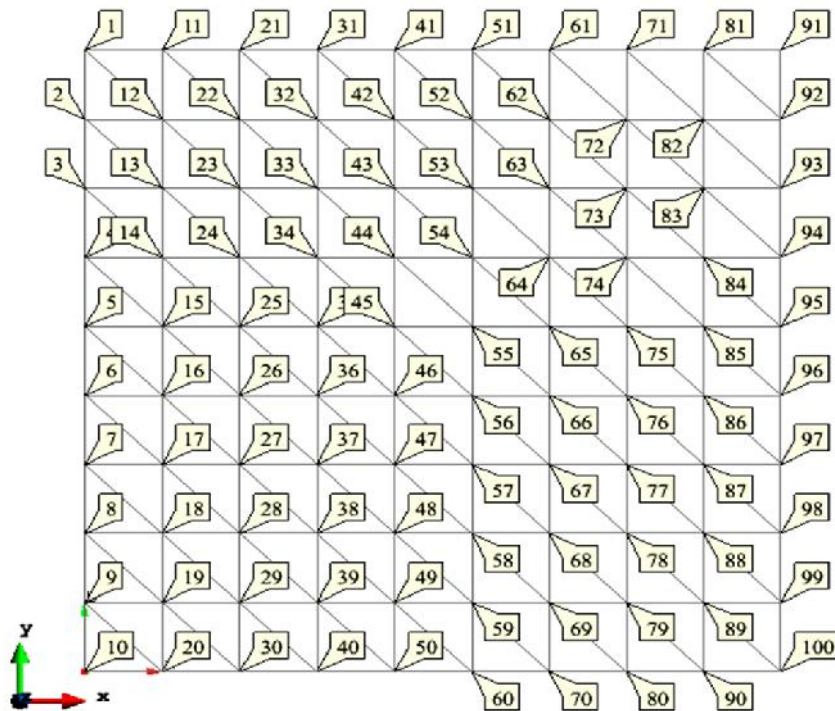
Posteriormente se hallan las ecuaciones de las rectas que unen dichos extremos, para finalmente evaluar los valores en el eje Z, a partir de los valores evidentes de X y Y, de esta manera se podran hallar los valores de las coordenadas.

**Coordenadas:**

N° Nodos	X	Y	Z
1	0	10.000	-2.000
2	0	8.889	-1.556
3	0	7.778	-1.111
4	0	6.667	-0.667
5	0	5.556	-0.222
6	0	4.444	0.222
7	0	3.333	0.667
8	0	2.222	1.111
9	0	1.111	1.556
10	0	0.000	2.000
11	1.111	10.000	-1.556
12	1.111	8.889	-1.210
13	1.111	7.778	-0.864
14	1.111	6.667	-0.519
15	1.111	5.556	-0.173
16	1.111	4.444	0.173
17	1.111	3.333	0.519
18	1.111	2.222	0.864
19	1.111	1.111	1.210

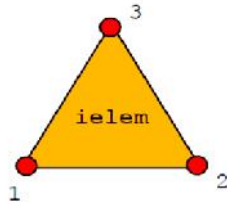
20	1.111	0.000	1.556
21	2.222	10.000	-1.111
22	2.222	8.889	-0.864
23	2.222	7.778	-0.617
24	2.222	6.667	-0.370
25	2.222	5.556	-0.123
26	2.222	4.444	0.123
27	2.222	3.333	0.370
28	2.222	2.222	0.617
29	2.222	1.111	0.864
30	2.222	0.000	1.111
31	3.333	10.000	-0.667
32	3.333	8.889	-0.519
33	3.333	7.778	-0.370
34	3.333	6.667	-0.222
35	3.333	5.556	-0.074
36	3.333	4.444	0.074
37	3.333	3.333	0.222
38	3.333	2.222	0.370
39	3.333	1.111	0.519
40	3.333	0.000	0.667
41	4.444	10.000	-0.222
42	4.444	8.889	-0.173
43	4.444	7.778	-0.123
44	4.444	6.667	-0.074
45	4.444	5.556	-0.025
46	4.444	4.444	0.025
47	4.444	3.333	0.074
48	4.444	2.222	0.123
49	4.444	1.111	0.173
50	4.444	0.000	0.222
51	5.556	10.000	0.222
52	5.556	8.889	0.173
53	5.556	7.778	0.123
54	5.556	6.667	0.074
55	5.556	5.556	0.025
56	5.556	4.444	-0.025
57	5.556	3.333	-0.074
58	5.556	2.222	-0.123
59	5.556	1.111	-0.173
60	5.556	0.000	-0.222
61	6.667	10.000	0.667
62	6.667	8.889	0.519
63	6.667	7.778	0.370
64	6.667	6.667	0.222
65	6.667	5.556	0.074
66	6.667	4.444	-0.074
67	6.667	3.333	-0.222
68	6.667	2.222	-0.370
69	6.667	1.111	-0.519
70	6.667	0.000	-0.667

71	7.778	10.000	1.111
72	7.778	8.889	0.864
73	7.778	7.778	0.617
74	7.778	6.667	0.370
75	7.778	5.556	0.123
76	7.778	4.444	-0.123
77	7.778	3.333	-0.370
78	7.778	2.222	-0.617
79	7.778	1.111	-0.864
80	7.778	0.000	-1.111
81	8.889	10.000	1.556
82	8.889	8.889	1.210
83	8.889	7.778	0.864
84	8.889	6.667	0.519
85	8.889	5.556	0.173
86	8.889	4.444	-0.173
87	8.889	3.333	-0.519
88	8.889	2.222	-0.864
89	8.889	1.111	-1.210
90	8.889	0.000	-1.556
91	10.000	10.000	2.000
92	10.000	8.889	1.556
93	10.000	7.778	1.111
94	10.000	6.667	0.667
95	10.000	5.556	0.222
96	10.000	4.444	-0.222
97	10.000	3.333	-0.667
98	10.000	2.222	-1.111
99	10.000	1.111	-1.556
100	10.000	0.000	-2.000



**Elementos:**

Por ser un elemento regular, se realizara el un enmallado estructural, para lo cual se buscara emplear los triangulos de deformacion constante, formandose los elementos conforme a la siguiente nomenclatura:



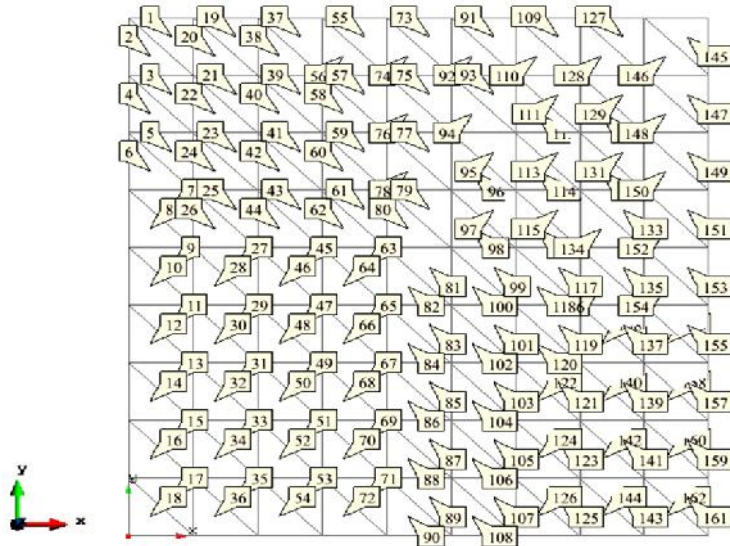
Elemento Triangulares	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3
1	1	11	12
2	1	12	2
3	2	12	13
4	2	13	3
5	3	13	14
6	3	14	4
7	4	14	15
8	4	15	5
9	5	15	16
10	5	16	6
11	6	16	17
12	6	17	7
13	7	17	18
14	7	18	8
15	8	18	19
16	8	19	9
17	9	19	20
18	9	20	10
19	11	21	22
20	11	22	12
21	12	22	23
22	12	23	13
23	13	23	24
24	13	24	14
25	14	24	25
26	14	25	15
27	15	25	26
28	15	26	16
29	16	26	27
30	16	27	17
31	17	27	28
32	17	28	18
33	18	28	29
34	18	29	19
35	19	29	30
36	19	30	20
37	21	31	32
38	21	32	22
39	22	32	33
40	22	33	23
41	23	33	34
42	23	34	24
43	24	34	35
44	24	35	25

45	25	35	36
46	25	36	26
47	26	36	37
48	26	37	27
49	27	37	38
50	27	38	28
51	28	38	39
52	28	39	29
53	29	39	40
54	29	40	30
55	31	41	42
56	31	42	32
57	32	42	43
58	32	43	33
59	33	43	44
60	33	44	34
61	34	44	45
62	34	45	35
63	35	45	46
64	35	46	36
65	36	46	47
66	36	47	37
67	37	47	48
68	37	48	38
69	38	48	49
70	38	49	39
71	39	49	50
72	39	50	40
73	41	51	52
74	41	52	42
75	42	52	53
76	42	53	43
77	43	53	54
78	43	54	44
79	44	54	55
80	44	55	45
81	45	55	56
82	45	56	46
83	46	56	57
84	46	57	47
85	47	57	58
86	47	58	48
87	48	58	59
88	48	59	49
89	49	59	60
90	49	60	50
91	51	61	62
92	51	62	52

93	52	62	63
94	52	63	53
95	53	63	64
96	53	64	54
97	54	64	65
98	54	65	55
99	55	65	66
100	55	66	56
101	56	66	67
102	56	67	57
103	57	67	68
104	57	68	58
105	58	68	69
106	58	69	59
107	59	69	70
108	59	70	60
109	61	71	72
110	61	72	62
111	62	72	73
112	62	73	63
113	63	73	74
114	63	74	64
115	64	74	75
116	64	75	65
117	65	75	76
118	65	76	66
119	66	76	77
120	66	77	67
121	67	77	78
122	67	78	68
123	68	78	79
124	68	79	69
125	69	79	80
126	69	80	70
127	71	81	82
128	71	82	72
129	72	82	83
130	72	83	73
131	73	83	84
132	73	84	74
133	74	84	85
134	74	85	75
135	75	85	86
136	75	86	76
137	76	86	87
138	76	87	77
139	77	87	88
140	77	88	78
141	78	88	89
142	78	89	79
143	79	89	90
144	79	90	80
145	81	91	92
146	81	92	82
147	82	92	93
148	82	93	83
149	83	93	94
150	83	94	84
151	84	94	95

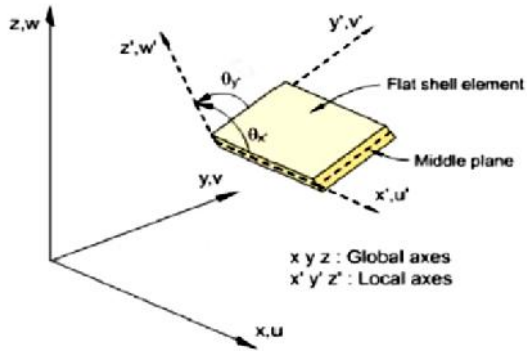


152	84	95	85
153	85	95	96
154	85	96	86
155	86	96	97
156	86	97	87
157	87	97	98
158	87	98	88
159	88	98	99
160	88	99	89
161	89	99	100
162	89	100	90



**Condiciones de Borde:**

Las condiciones de borde seran de tal manera se considere empotrado a todos los bordes del elemento hiperbolico de concreto, conforme a la siguiente nomenclatura:



- $u_i$  1
- $v_i$  2
- $w_i$  3
- $\theta_{x'_i}$  4
- $\theta_{y'_i}$  5

Nodo	Grado de Libertad	Tipo de Restriccion libre = 1 restring.=0
1	1	0
1	2	0
1	3	0
1	4	0
1	5	0
2	1	0
2	2	0
2	3	0
2	4	0
2	5	0
3	1	0
3	2	0
3	3	0
3	4	0
3	5	0
4	1	0
4	2	0
4	3	0
4	4	0
4	5	0
5	1	0
5	2	0
5	3	0
5	4	0
5	5	0
6	1	0
6	2	0
6	3	0
6	4	0
6	5	0
7	1	0
7	2	0
7	3	0
7	4	0
7	5	0
8	1	0
8	2	0
8	3	0
8	4	0

8	5	0
9	1	0
9	2	0
9	3	0
9	4	0
9	5	0
10	1	0
10	2	0
10	3	0
10	4	0
10	5	0
11	1	0
11	2	0
11	3	0
11	4	0
11	5	0
21	1	0
21	2	0
21	3	0
21	4	0
21	5	0
31	1	0
31	2	0
31	3	0
31	4	0
31	5	0
41	1	0
41	2	0
41	3	0
41	4	0
41	5	0
51	1	0
51	2	0
51	3	0
51	4	0
51	5	0
61	1	0
61	2	0
61	3	0
61	4	0
61	5	0
71	1	0
71	2	0
71	3	0
71	4	0
71	5	0
81	1	0
81	2	0
81	3	0
81	4	0
81	5	0
91	1	0
91	2	0
91	3	0
91	4	0
91	5	0
92	1	0
92	2	0
92	3	0

92	4	0
92	5	0
93	1	0
93	2	0
93	3	0
93	4	0
93	5	0
94	1	0
94	2	0
94	3	0
94	4	0
94	5	0
95	1	0
95	2	0
95	3	0
95	4	0
95	5	0
96	1	0
96	2	0
96	3	0
96	4	0
96	5	0
97	1	0
97	2	0
97	3	0
97	4	0
97	5	0
98	1	0
98	2	0
98	3	0
98	4	0
98	5	0
99	1	0
99	2	0
99	3	0
99	4	0
99	5	0
100	1	0
100	2	0
100	3	0
100	4	0
100	5	0
20	1	0
20	2	0
20	3	0
20	4	0
20	5	0
30	1	0
30	2	0
30	3	0
30	4	0
30	5	0
40	1	0
40	2	0
40	3	0
40	4	0
40	5	0
50	1	0
50	2	0

50	3	0
50	4	0
50	5	0
60	1	0
60	2	0
60	3	0
60	4	0
60	5	0
70	1	0
70	2	0
70	3	0
70	4	0
70	5	0
80	1	0
80	2	0
80	3	0
80	4	0
80	5	0
90	1	0
90	2	0
90	3	0
90	4	0
90	5	0

```
1 %
2 % Material Properties
3 %
4 young = 30000000000 ;
5 poiss = 0.2 ;
6 thick = 0.1 ;
7 denss = 240000 ;
8 %
9 % Coordinates
10 %
11 global coordinates
12 coordinates = [
13
14 0 , 10.000 , -2.000 ;
15 0 , 8.889 , -1.556 ;
16 0 , 7.778 , -1.111 ;
17 0 , 6.667 , -0.667 ;
18 0 , 5.556 , -0.222 ;
19 0 , 4.444 , 0.222 ;
20 0 , 3.333 , 0.667 ;
21 0 , 2.222 , 1.111 ;
22 0 , 1.111 , 1.556 ;
23 0 , 0.000 , 2.000 ;
24 1.111 , 10.000 , -1.556 ;
25 1.111 , 8.889 , -1.210 ;
26 1.111 , 7.778 , -0.864 ;
27 1.111 , 6.667 , -0.519 ;
28 1.111 , 5.556 , -0.173 ;
29 1.111 , 4.444 , 0.173 ;
30 1.111 , 3.333 , 0.519 ;
31 1.111 , 2.222 , 0.864 ;
32 1.111 , 1.111 , 1.210 ;
33 1.111 , 0.000 , 1.556 ;
34 2.222 , 10.000 , -1.111 ;
35 2.222 , 8.889 , -0.864 ;
36 2.222 , 7.778 , -0.617 ;
37 2.222 , 6.667 , -0.370 ;
38 2.222 , 5.556 , -0.123 ;
39 2.222 , 4.444 , 0.123 ;
40 2.222 , 3.333 , 0.370 ;
41 2.222 , 2.222 , 0.617 ;
42 2.222 , 1.111 , 0.864 ;
43 2.222 , 0.000 , 1.111 ;
44 3.333 , 10.000 , -0.667 ;
45 3.333 , 8.889 , -0.519 ;
46 3.333 , 7.778 , -0.370 ;
47 3.333 , 6.667 , -0.222 ;
48 3.333 , 5.556 , -0.074 ;
49 3.333 , 4.444 , 0.074 ;
50 3.333 , 3.333 , 0.222 ;
51 3.333 , 2.222 , 0.370 ;
52 3.333 , 1.111 , 0.519 ;
53 3.333 , 0.000 , 0.667 ;
54 4.444 , 10.000 , -0.222 ;
55 4.444 , 8.889 , -0.173 ;
```

56	4.444	,	7.778	,	-0.123	;
57	4.444	,	6.667	,	-0.074	;
58	4.444	,	5.556	,	-0.025	;
59	4.444	,	4.444	,	0.025	;
60	4.444	,	3.333	,	0.074	;
61	4.444	,	2.222	,	0.123	;
62	4.444	,	1.111	,	0.173	;
63	4.444	,	0.000	,	0.222	;
64	5.556	,	10.000	,	0.222	;
65	5.556	,	8.889	,	0.173	;
66	5.556	,	7.778	,	0.123	;
67	5.556	,	6.667	,	0.074	;
68	5.556	,	5.556	,	0.025	;
69	5.556	,	4.444	,	-0.025	;
70	5.556	,	3.333	,	-0.074	;
71	5.556	,	2.222	,	-0.123	;
72	5.556	,	1.111	,	-0.173	;
73	5.556	,	0.000	,	-0.222	;
74	6.667	,	10.000	,	0.667	;
75	6.667	,	8.889	,	0.519	;
76	6.667	,	7.778	,	0.370	;
77	6.667	,	6.667	,	0.222	;
78	6.667	,	5.556	,	0.074	;
79	6.667	,	4.444	,	-0.074	;
80	6.667	,	3.333	,	-0.222	;
81	6.667	,	2.222	,	-0.370	;
82	6.667	,	1.111	,	-0.519	;
83	6.667	,	0.000	,	-0.667	;
84	7.778	,	10.000	,	1.111	;
85	7.778	,	8.889	,	0.864	;
86	7.778	,	7.778	,	0.617	;
87	7.778	,	6.667	,	0.370	;
88	7.778	,	5.556	,	0.123	;
89	7.778	,	4.444	,	-0.123	;
90	7.778	,	3.333	,	-0.370	;
91	7.778	,	2.222	,	-0.617	;
92	7.778	,	1.111	,	-0.864	;
93	7.778	,	0.000	,	-1.111	;
94	8.889	,	10.000	,	1.556	;
95	8.889	,	8.889	,	1.210	;
96	8.889	,	7.778	,	0.864	;
97	8.889	,	6.667	,	0.519	;
98	8.889	,	5.556	,	0.173	;
99	8.889	,	4.444	,	-0.173	;
100	8.889	,	3.333	,	-0.519	;
101	8.889	,	2.222	,	-0.864	;
102	8.889	,	1.111	,	-1.210	;
103	8.889	,	0.000	,	-1.556	;
104	10.000	,	10.000	,	2.000	;
105	10.000	,	8.889	,	1.556	;
106	10.000	,	7.778	,	1.111	;
107	10.000	,	6.667	,	0.667	;
108	10.000	,	5.556	,	0.222	;
109	10.000	,	4.444	,	-0.222	;
110	10.000	,	3.333	,	-0.667	;

```
111 10.000 , 2.222 , -1.111 ;
112 10.000 , 1.111 , -1.556 ;
113 10.000 , 0.000 , -2.000 ;
114
115 ] ;
116 %
117 % Elements
118 %
119 global elements
120 elements = [
121
122 1 , 11 , 12 ;
123 1 , 12 , 2 ;
124 2 , 12 , 13 ;
125 2 , 13 , 3 ;
126 3 , 13 , 14 ;
127 3 , 14 , 4 ;
128 4 , 14 , 15 ;
129 4 , 15 , 5 ;
130 5 , 15 , 16 ;
131 5 , 16 , 6 ;
132 6 , 16 , 17 ;
133 6 , 17 , 7 ;
134 7 , 17 , 18 ;
135 7 , 18 , 8 ;
136 8 , 18 , 19 ;
137 8 , 19 , 9 ;
138 9 , 19 , 20 ;
139 9 , 20 , 10 ;
140 11 , 21 , 22 ;
141 11 , 22 , 12 ;
142 12 , 22 , 23 ;
143 12 , 23 , 13 ;
144 13 , 23 , 24 ;
145 13 , 24 , 14 ;
146 14 , 24 , 25 ;
147 14 , 25 , 15 ;
148 15 , 25 , 26 ;
149 15 , 26 , 16 ;
150 16 , 26 , 27 ;
151 16 , 27 , 17 ;
152 17 , 27 , 28 ;
153 17 , 28 , 18 ;
154 18 , 28 , 29 ;
155 18 , 29 , 19 ;
156 19 , 29 , 30 ;
157 19 , 30 , 20 ;
158 21 , 31 , 32 ;
159 21 , 32 , 22 ;
160 22 , 32 , 33 ;
161 22 , 33 , 23 ;
162 23 , 33 , 34 ;
163 23 , 34 , 24 ;
164 24 , 34 , 35 ;
165 24 , 35 , 25 ;
```



166 25 , 35 , 36 ;  
167 25 , 36 , 26 ;  
168 26 , 36 , 37 ;  
169 26 , 37 , 27 ;  
170 27 , 37 , 38 ;  
171 27 , 38 , 28 ;  
172 28 , 38 , 39 ;  
173 28 , 39 , 29 ;  
174 29 , 39 , 40 ;  
175 29 , 40 , 30 ;  
176 31 , 41 , 42 ;  
177 31 , 42 , 32 ;  
178 32 , 42 , 43 ;  
179 32 , 43 , 33 ;  
180 33 , 43 , 44 ;  
181 33 , 44 , 34 ;  
182 34 , 44 , 45 ;  
183 34 , 45 , 35 ;  
184 35 , 45 , 46 ;  
185 35 , 46 , 36 ;  
186 36 , 46 , 47 ;  
187 36 , 47 , 37 ;  
188 37 , 47 , 48 ;  
189 37 , 48 , 38 ;  
190 38 , 48 , 49 ;  
191 38 , 49 , 39 ;  
192 39 , 49 , 50 ;  
193 39 , 50 , 40 ;  
194 41 , 51 , 52 ;  
195 41 , 52 , 42 ;  
196 42 , 52 , 53 ;  
197 42 , 53 , 43 ;  
198 43 , 53 , 54 ;  
199 43 , 54 , 44 ;  
200 44 , 54 , 55 ;  
201 44 , 55 , 45 ;  
202 45 , 55 , 56 ;  
203 45 , 56 , 46 ;  
204 46 , 56 , 57 ;  
205 46 , 57 , 47 ;  
206 47 , 57 , 58 ;  
207 47 , 58 , 48 ;  
208 48 , 58 , 59 ;  
209 48 , 59 , 49 ;  
210 49 , 59 , 60 ;  
211 49 , 60 , 50 ;  
212 51 , 61 , 62 ;  
213 51 , 62 , 52 ;  
214 52 , 62 , 63 ;  
215 52 , 63 , 53 ;  
216 53 , 63 , 64 ;  
217 53 , 64 , 54 ;  
218 54 , 64 , 65 ;  
219 54 , 65 , 55 ;  
220 55 , 65 , 66 ;

221 55 , 66 , 56 ;  
222 56 , 66 , 67 ;  
223 56 , 67 , 57 ;  
224 57 , 67 , 68 ;  
225 57 , 68 , 58 ;  
226 58 , 68 , 69 ;  
227 58 , 69 , 59 ;  
228 59 , 69 , 70 ;  
229 59 , 70 , 60 ;  
230 61 , 71 , 72 ;  
231 61 , 72 , 62 ;  
232 62 , 72 , 73 ;  
233 62 , 73 , 63 ;  
234 63 , 73 , 74 ;  
235 63 , 74 , 64 ;  
236 64 , 74 , 75 ;  
237 64 , 75 , 65 ;  
238 65 , 75 , 76 ;  
239 65 , 76 , 66 ;  
240 66 , 76 , 77 ;  
241 66 , 77 , 67 ;  
242 67 , 77 , 78 ;  
243 67 , 78 , 68 ;  
244 68 , 78 , 79 ;  
245 68 , 79 , 69 ;  
246 69 , 79 , 80 ;  
247 69 , 80 , 70 ;  
248 71 , 81 , 82 ;  
249 71 , 82 , 72 ;  
250 72 , 82 , 83 ;  
251 72 , 83 , 73 ;  
252 73 , 83 , 84 ;  
253 73 , 84 , 74 ;  
254 74 , 84 , 85 ;  
255 74 , 85 , 75 ;  
256 75 , 85 , 86 ;  
257 75 , 86 , 76 ;  
258 76 , 86 , 87 ;  
259 76 , 87 , 77 ;  
260 77 , 87 , 88 ;  
261 77 , 88 , 78 ;  
262 78 , 88 , 89 ;  
263 78 , 89 , 79 ;  
264 79 , 89 , 90 ;  
265 79 , 90 , 80 ;  
266 81 , 91 , 92 ;  
267 81 , 92 , 82 ;  
268 82 , 92 , 93 ;  
269 82 , 93 , 83 ;  
270 83 , 93 , 94 ;  
271 83 , 94 , 84 ;  
272 84 , 94 , 95 ;  
273 84 , 95 , 85 ;  
274 85 , 95 , 96 ;  
275 85 , 96 , 86 ;

```
276 86 , 96 , 97 ;
277 86 , 97 , 87 ;
278 87 , 97 , 98 ;
279 87 , 98 , 88 ;
280 88 , 98 , 99 ;
281 88 , 99 , 89 ;
282 89 , 99 , 100 ;
283 89 , 100 , 90 ;
284
285 ];
286 %
287 % Fixed Nodes
288 %
289 fixdesp = [
290 1 , 1 , 0 ;
291 1 , 2 , 0 ;
292 1 , 3 , 0 ;
293 1 , 4 , 0 ;
294 1 , 5 , 0 ;
295 2 , 1 , 0 ;
296 2 , 2 , 0 ;
297 2 , 3 , 0 ;
298 2 , 4 , 0 ;
299 2 , 5 , 0 ;
300 3 , 1 , 0 ;
301 3 , 2 , 0 ;
302 3 , 3 , 0 ;
303 3 , 4 , 0 ;
304 3 , 5 , 0 ;
305 4 , 1 , 0 ;
306 4 , 2 , 0 ;
307 4 , 3 , 0 ;
308 4 , 4 , 0 ;
309 4 , 5 , 0 ;
310 5 , 1 , 0 ;
311 5 , 2 , 0 ;
312 5 , 3 , 0 ;
313 5 , 4 , 0 ;
314 5 , 5 , 0 ;
315 6 , 1 , 0 ;
316 6 , 2 , 0 ;
317 6 , 3 , 0 ;
318 6 , 4 , 0 ;
319 6 , 5 , 0 ;
320 7 , 1 , 0 ;
321 7 , 2 , 0 ;
322 7 , 3 , 0 ;
323 7 , 4 , 0 ;
324 7 , 5 , 0 ;
325 8 , 1 , 0 ;
326 8 , 2 , 0 ;
327 8 , 3 , 0 ;
328 8 , 4 , 0 ;
329 8 , 5 , 0 ;
330 9 , 1 , 0 ;
```

331 9 , 2 , 0 ;  
332 9 , 3 , 0 ;  
333 9 , 4 , 0 ;  
334 9 , 5 , 0 ;  
335 10 , 1 , 0 ;  
336 10 , 2 , 0 ;  
337 10 , 3 , 0 ;  
338 10 , 4 , 0 ;  
339 10 , 5 , 0 ;  
340 11 , 1 , 0 ;  
341 11 , 2 , 0 ;  
342 11 , 3 , 0 ;  
343 11 , 4 , 0 ;  
344 11 , 5 , 0 ;  
345 21 , 1 , 0 ;  
346 21 , 2 , 0 ;  
347 21 , 3 , 0 ;  
348 21 , 4 , 0 ;  
349 21 , 5 , 0 ;  
350 31 , 1 , 0 ;  
351 31 , 2 , 0 ;  
352 31 , 3 , 0 ;  
353 31 , 4 , 0 ;  
354 31 , 5 , 0 ;  
355 41 , 1 , 0 ;  
356 41 , 2 , 0 ;  
357 41 , 3 , 0 ;  
358 41 , 4 , 0 ;  
359 41 , 5 , 0 ;  
360 51 , 1 , 0 ;  
361 51 , 2 , 0 ;  
362 51 , 3 , 0 ;  
363 51 , 4 , 0 ;  
364 51 , 5 , 0 ;  
365 61 , 1 , 0 ;  
366 61 , 2 , 0 ;  
367 61 , 3 , 0 ;  
368 61 , 4 , 0 ;  
369 61 , 5 , 0 ;  
370 71 , 1 , 0 ;  
371 71 , 2 , 0 ;  
372 71 , 3 , 0 ;  
373 71 , 4 , 0 ;  
374 71 , 5 , 0 ;  
375 81 , 1 , 0 ;  
376 81 , 2 , 0 ;  
377 81 , 3 , 0 ;  
378 81 , 4 , 0 ;  
379 81 , 5 , 0 ;  
380 91 , 1 , 0 ;  
381 91 , 2 , 0 ;  
382 91 , 3 , 0 ;  
383 91 , 4 , 0 ;  
384 91 , 5 , 0 ;  
385 92 , 1 , 0 ;

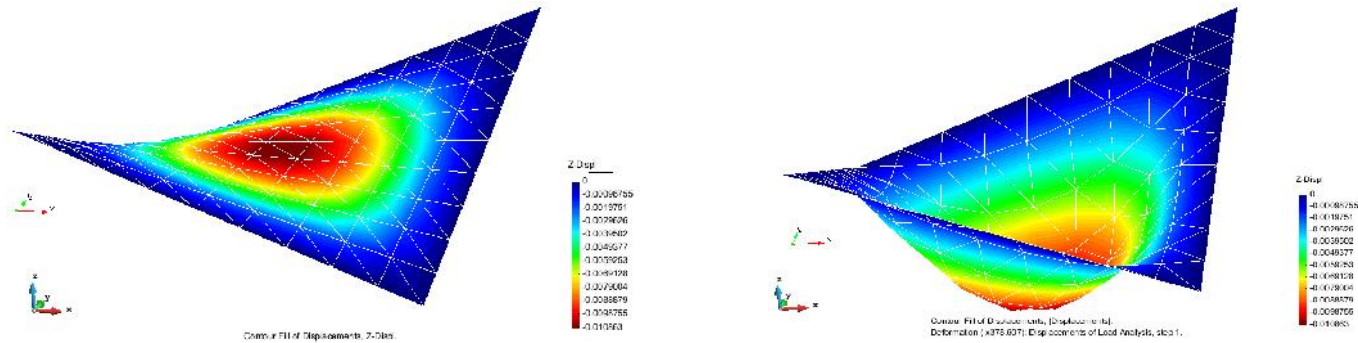
386 92 , 2 , 0 ;  
387 92 , 3 , 0 ;  
388 92 , 4 , 0 ;  
389 92 , 5 , 0 ;  
390 93 , 1 , 0 ;  
391 93 , 2 , 0 ;  
392 93 , 3 , 0 ;  
393 93 , 4 , 0 ;  
394 93 , 5 , 0 ;  
395 94 , 1 , 0 ;  
396 94 , 2 , 0 ;  
397 94 , 3 , 0 ;  
398 94 , 4 , 0 ;  
399 94 , 5 , 0 ;  
400 95 , 1 , 0 ;  
401 95 , 2 , 0 ;  
402 95 , 3 , 0 ;  
403 95 , 4 , 0 ;  
404 95 , 5 , 0 ;  
405 96 , 1 , 0 ;  
406 96 , 2 , 0 ;  
407 96 , 3 , 0 ;  
408 96 , 4 , 0 ;  
409 96 , 5 , 0 ;  
410 97 , 1 , 0 ;  
411 97 , 2 , 0 ;  
412 97 , 3 , 0 ;  
413 97 , 4 , 0 ;  
414 97 , 5 , 0 ;  
415 98 , 1 , 0 ;  
416 98 , 2 , 0 ;  
417 98 , 3 , 0 ;  
418 98 , 4 , 0 ;  
419 98 , 5 , 0 ;  
420 99 , 1 , 0 ;  
421 99 , 2 , 0 ;  
422 99 , 3 , 0 ;  
423 99 , 4 , 0 ;  
424 99 , 5 , 0 ;  
425 100 , 1 , 0 ;  
426 100 , 2 , 0 ;  
427 100 , 3 , 0 ;  
428 100 , 4 , 0 ;  
429 100 , 5 , 0 ;  
430 20 , 1 , 0 ;  
431 20 , 2 , 0 ;  
432 20 , 3 , 0 ;  
433 20 , 4 , 0 ;  
434 20 , 5 , 0 ;  
435 30 , 1 , 0 ;  
436 30 , 2 , 0 ;  
437 30 , 3 , 0 ;  
438 30 , 4 , 0 ;  
439 30 , 5 , 0 ;  
440 40 , 1 , 0 ;

```
441 40 , 2 , 0 ;
442 40 , 3 , 0 ;
443 40 , 4 , 0 ;
444 40 , 5 , 0 ;
445 50 , 1 , 0 ;
446 50 , 2 , 0 ;
447 50 , 3 , 0 ;
448 50 , 4 , 0 ;
449 50 , 5 , 0 ;
450 60 , 1 , 0 ;
451 60 , 2 , 0 ;
452 60 , 3 , 0 ;
453 60 , 4 , 0 ;
454 60 , 5 , 0 ;
455 70 , 1 , 0 ;
456 70 , 2 , 0 ;
457 70 , 3 , 0 ;
458 70 , 4 , 0 ;
459 70 , 5 , 0 ;
460 80 , 1 , 0 ;
461 80 , 2 , 0 ;
462 80 , 3 , 0 ;
463 80 , 4 , 0 ;
464 80 , 5 , 0 ;
465 90 , 1 , 0 ;
466 90 , 2 , 0 ;
467 90 , 3 , 0 ;
468 90 , 4 , 0 ;
469 90 , 5 , 0 ;
470
471
472 ] ;
473 %
474 % Point loads
475 %
476 pointload = [ ] ;
477 %
478 % Side loads
479 %
480 sideload = [ ];
481
482
```

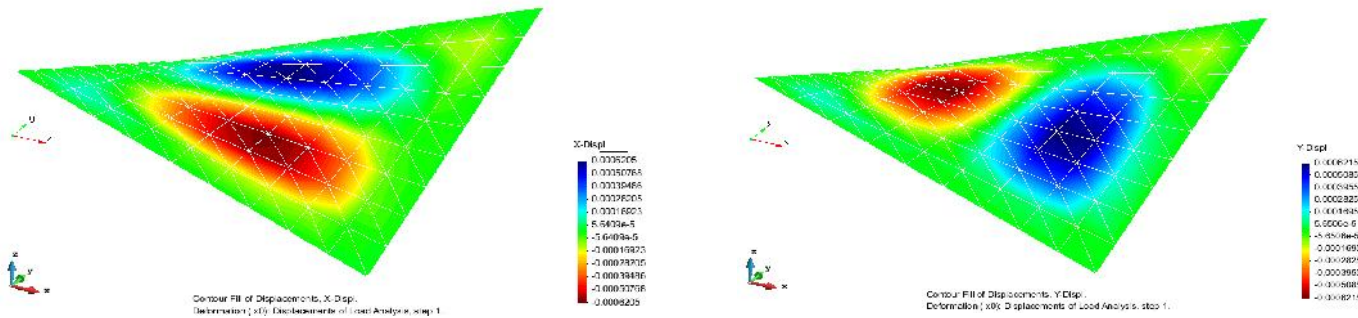
## RESULTADOS OBTENIDOS

### Desplazamientos en X, Y y Z y Deformada Z:

Se aprecia la deformación por carga del peso propio, de la estructura de concreto, la cual se concentra en el centro de la estructura, siendo para este caso el más crítico de 0.01 metro.

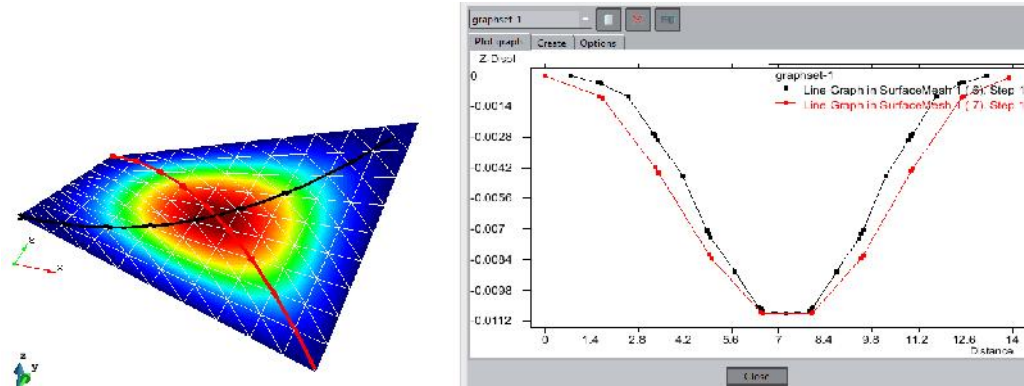


Así también se obtuvieron los desplazamientos en X y Y, a razón de la carga del peso propio desplazamientos en sentidos opuestos en los dos lados del hiperboloide, lo cual nos anticipa lecturas de torsión en planta.



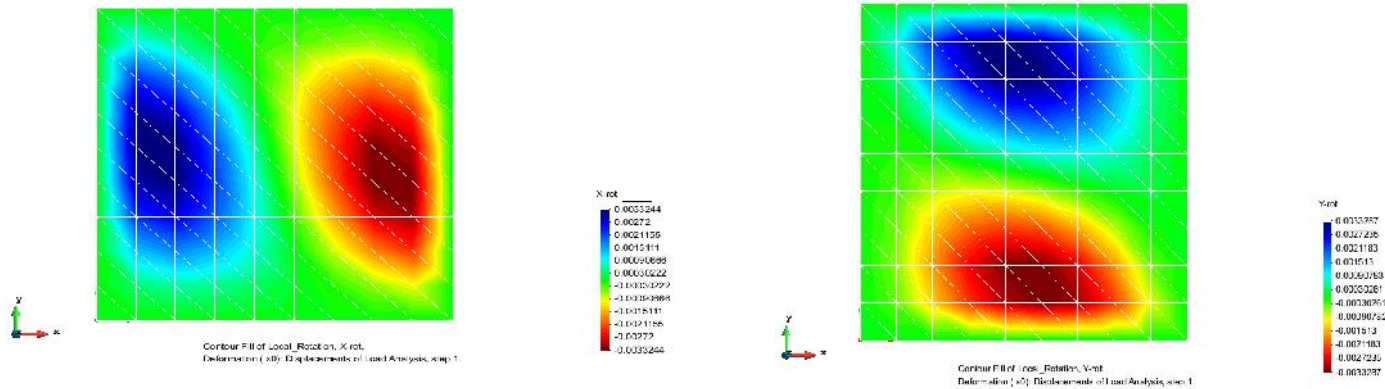
### Secciones Transversales de Desplazamientos:

Se obtuvo cortes transversales de la zona más crítica al desplazamiento en Z, observándose que la sección cóncava presenta más deformaciones en su longitud a comparación de la sección convexa.



### Rotaciones en X y Y:

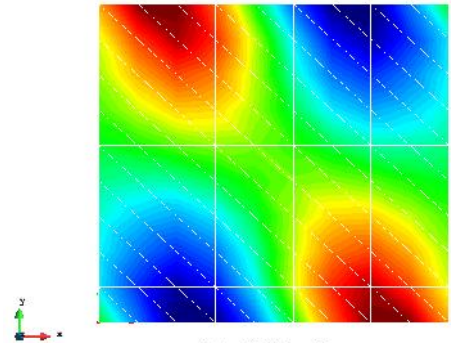
Se aprecia las rotaciones en X y Y, las cuales son características de un elemento empotrado, toda vez que los pendientes de la deformada serán nulos en los bordes y en los centros de los losa (para cada dirección), presentándose los giros entre las zonas mencionadas anteriormente (bordes y centro).



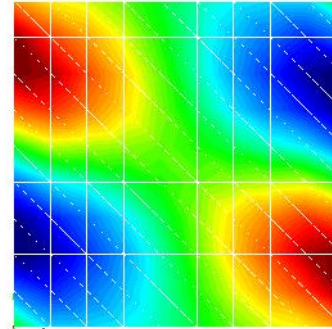


### Esfuerzos Tangenciales en X y Y:

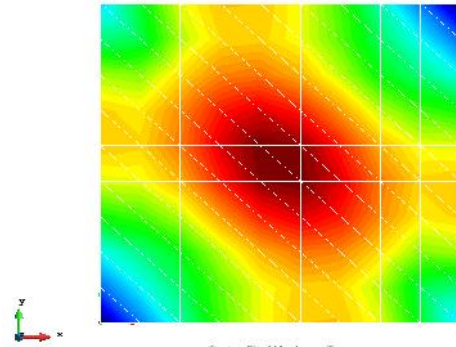
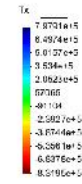
Se obtuvieron los valores de Esfuerzos los Tangenciales en el elemento estructural, generado por el peso propio.



Contour Pl of Member: Ty  
Deformation (x): Displacements of Load Analysis, step 1.



Contour Pl of Member: Tx  
Deformation (x): Displacements of Load Analysis, step 1.

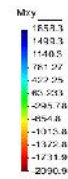
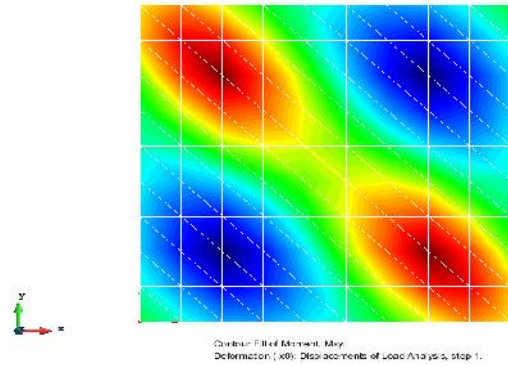
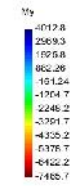
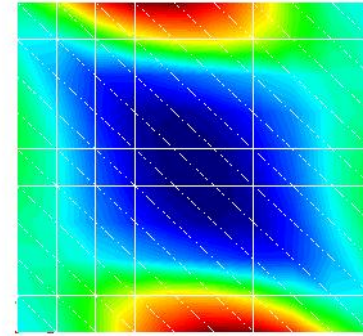
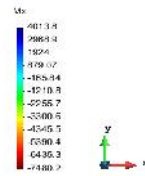
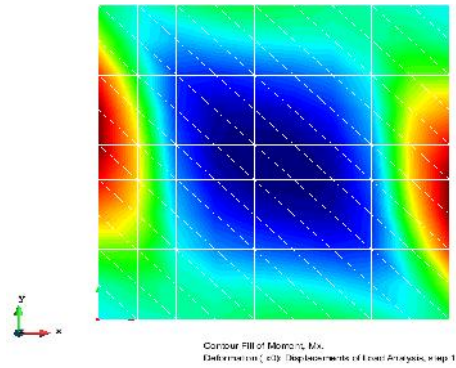


Contour Pl of Member: Txy  
Deformation (x): Displacements of Load Analysis, step 1.



### Momentos de Flexion en X, Y y XY:

Se observa que al estar empotrado en ambas direcciones, los esfuerzos de flexion se concentran en los extremos, generandose Momentos Negativos en esos sectores, siendo el valor maximo de 7480 N-m en X y 7465.7 N-m en Y , asi tambien se aprecia los Momentos Positivos en los centro del elemento, producto del peso propio.



### Fuerzas de Corte en X y Y:

Finalmente se aprecian la concentración de fuerzas cortantes en los extremos del empotrado, toda vez que son las zonas mas rígidas del elemento por ser zona de sostenimiento. Por ser elemento simétrico, se aprecian los valores de Corte simétricos en ambas direcciones.

