

Escuela Politécnica del Ejército



Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción

Carrera de Ingeniería Civil

**“CALCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN COLISEO PARA
EL COLEGIO JUAN DE SALINAS”**

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR:

RODRIGO DANIEL ARÉVALO LUNA

HÉCTOR ANÍBAL OÑA CUJÍ

SANGOLQUÍ - ECUADOR

AGOSTO DEL 2011

RESUMEN EJECUTIVO

En la presente tesis se realizó el Diseño de un coliseo para el Colegio Juan de Salinas, ubicado en el Cantón Rumiñahui, el mismo que se lo realizo apoyados en normativas y códigos empleados en el medio, tales como el Código Ecuatoriano de la Construcción 2001 (CEC 2001), para las estructuras de hormigón armado, mismas que se encuentra en toda la sustentación del Coliseo es decir cimientos, columnas, vigas, y graderío, por otra parte se empleó el “*American Institute of Steel Construction*” (AISC), con método ASD-01, el que contempla cálculo y diseño de estructuras de acero, las que se encuentran presentes en la estructura soportante de la cubierta, es decir anclajes, cerchas longitudinales, cerchas transversales o de arristramiento y correas metálicas. Para el desarrollo de la presente tesis, se empleó el programa SAP-2000 (version-14), con su respectiva comprobaciones de resultados obtenidos mediante hojas electrónicas de Excel.

ABSTRACT

This thesis was carried out the design of a coliseum for Juan de Salinas College, located in the canton Rumiñahui, the same as it performed supported by regulations and codes used in the environment, such as the Code Ecuadorian Construction 2001 (CEC 2001), for structures reinforced concrete, which are being found throughout the lift of the Coliseum in others words foundations, columns, beams, and the bleachers, on the other hand was used American Institute of Steel Construction (AISC) with ASD-01 method, which provides for calculation and design of steel structures, which are present in the supporting structure of the housing, in others words anchors, longitudinal girders, cross girders and straps metal.

To develop this thesis, it used the SAP-2000 (Version-14), with their respective checks results using Excel spreadsheets.

CERTIFICACIÓN

El ING. LUIS CLAVIJO Director de Tesis y el ING. ANA HARO Codirector:

CERTIFICAN

Que el plan de tesis titulado “Calculo Y Diseño Estructural De Un Coliseo Para El Colegio Juan De Salinas” elaborado por los señores: RODRIGO DANIEL ARÉVALO LUNA; y HÉCTOR ANÍBAL OÑA CUJÍ egresados de la carrera de Ingeniería Civil de la Escuela Politécnica del Ejército, cumple satisfactoriamente lo requerido, por lo que se autoriza a los autores para que se presenten a la pre defensa y continúen con el proceso de elaboración de la investigación.

Sangolquí, 05 de Julio del 2011

DIRECTOR DE TESIS

CODIRECTOR DE TESIS

ING. LUIS CLAVIJO

ING. ANA HARO

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a dios que me ha dado la guía y la fortaleza en todos los días de mi vida, ayudándome a sortear los momentos más difíciles en mi camino y brindándome la salud y fortaleza siempre.

De igual manera agradezco a mis padres por brindarme el apoyo y el cuidado desde mi niñez, formándome como una persona íntegra, a mi padre por mostrarme con su ejemplo el valor de las cosas que se las obtiene con esfuerzo y la gratificación de nunca darse por vencido, a mi madre por acompañarme en los momentos más difíciles de este camino con sus consejos y cuidados que lograron implantar en mi un anhelo de superación imperecedero.

A mis hermanos que aportaron con su compañía su ejemplo y su cooperación el logro de mis ideales.

A Héctor Oña mi amigo, compañero y colaborador en este gran esfuerzo por llegar más cerca de nuestros sueños, por su esfuerzo y dedicación empleados en la elaboración de la presente tesis.

A nuestro director de tesis el Ing. Luis Clavijo por brindarnos su apoyo y conocimiento para realizar el presente proyecto de tesis.

A nuestra codirectora la Ing. Ana Haro, por su dedicación y cooperación para lograr que nuestro proyecto cumpla satisfactoriamente con todos los parámetros y lineamientos que establecen la técnica de diseño.

A la ESPE, a su cuerpo docente, y en especial a la Carrera de Ingeniería Civil, que me han brindado la formación profesional en la parte técnica, académica y práctica, necesaria para servir a mí patria en este futuro inmediato.

Por último quiero agradecer a mis compañeros de carrera que me acompañaron durante el diario vivir de las aulas, con quienes compartimos tareas, clases, y lo más importante la amistad.

RODRIGO DANIEL ARÉVALO LUNA

v

AGRADECIMIENTO

A Dios eterno por la vida, él me ha dado la fuerza y talento para construir este sueño.

Gracias a mis padres Zoila Victoria Cuji Gaguancela y Héctor Aníbal Oña Lala por haberme guiado y formado con valores únicos, a mi mamá por su amor eterno, sabiduría y sacrificio entregado durante toda su vida que siempre los llevo incrustados en mi corazón y mi mente, a mi papí por su amor infinito, por enseñarme con su ejemplo que jamás existe la opción de rendirse, que los límites solo se encuentran en la mente, que la fuerza podrá quebrantarse pero el espíritu nunca, por sacrificar su vida al darme la oportunidad de conseguir mis objetivos, a ustedes los seres que más amo.

Gracias a mis ñaños Pablo, Rosario, Margarita y Jorge, por el amor y apoyo incondicional, por ser el pilar de mi vida durante todos estos años, por ser mi ejemplo de valor, fortaleza y coraje, por ser mi ejemplo de vida, a ustedes que los amo con todo mi corazón.

Gracias a mis sobrinos María, Pablito, Anthony, Ashley, Allen, Diego, Brina, Heather y James, por el amor más puro que puede existir, ustedes sin saberlo son la fuente de mi valor, fortaleza y coraje, ustedes son los que siempre llevo en mi corazón y mi mente, ustedes que no permitieron que mi espíritu se apague, a ustedes que son el amor de mi vida.

Gracias a mi tía María un ser extraordinario ejemplo de sacrificio y perseverancia, por haberme acogido en su seno como a su propio hijo, por todo su amor y sacrificio, por estar presente en los momentos más difíciles de mi vida, a ti que te amo y te agradeceré toda mi vida.

Gracias a mis guías el Sr. Ing. Marcelo Guerra y el Sr. Ing. Pablo Gómez, excelentes profesionales y amigos extraordinarios, por todo el tiempo y conocimiento transmitido para lograr culminar con éxito mi sueño.

Gracias a mis grandes amigos que es lo más valioso que me llevo de la E.S.P.E., por estar siempre presentes en los buenos y malos momentos, por ese apoyo constante, ustedes también fueron parte de este triunfo mil gracias.

HÉCTOR ANÍBAL OÑA CUJI

DEDICATORIA

Dedico el fruto de este trabajo a mi familia, a mi madre y padre que emplearon los frutos de su trabajo a favor de mi educación desde la niñez hasta mi realización profesional, los que emplearon su esfuerzo en formarme en cada una de las etapas de mi vida.

De igual manera lo dedico a mi institución la E.S.P.E., que por su aporte invaluable en mi formación integra profesional tanto técnica y experimental.

RODRIGO DANIEL ARÉVALO LUNA

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a mis padres, Zoila y Héctor, a mis ñaños Pablo, Rosario, Margarita y Jorge, a mis sobrinos, María, Pablito, Anthony, Ashley, Allen, Diego, Brina, Heather y James, a todos ustedes que son parte esencial de mi vida.

A toda mi familia en especial a mi abuelita Mamá Luisa que toda su vida lucho por ser útil a la sociedad y un ejemplo de vida digno de seguir.

HÉCTOR ANÍBAL OÑA CUJI

ÍNDICE

TOMO I

CAPITULO I (GENERALIDADES E INVESTIGACIÓN TEÓRICA)	1
1.1.- DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES.	2
1.2.- ESTUDIO Y ANÁLISIS DE SUELOS	6
1.2.1.- INTRODUCCIÓN	6
1.2.2.- OBJETIVOS	7
1.2.3.- ENSAYO SPT	7
1.2.4.- CLASIFICACIÓN ESTRATIGRÁFICA DEL SUELO	7
1.2.5.- COEFICIENTE DE BALASTO	7
1.2.6.- DESCRIPCIÓN	7
1.2.7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	10
1.3.- RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE ELEMENTOS DE HORMIGÓN	10
1.3.1.- INTRODUCCIÓN	10
1.3.2.- OBJETIVOS	10
1.3.3.- CIMENTACIONES DE HORMIGÓN ARMADO	10
1.3.3.1.- TIPOS DE CIMENTACIÓN	11
A.- PLINTOS AISLADOS	11
B.- ZAPATAS COMBINADAS	11
1.3.4.- COLUMNAS DE HORMIGÓN ARMADO	12
1.3.5.- VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO	14
1.3.6.- LOSAS DE HORMIGÓN ARMADO	16
1.3.6.1.- LOSAS UNIDIRECCIONALES	16
1.3.6.2.- LOSAS BIDIRECCIONALES	18

1.3.7.-	UNIÓN VIGA COLUMNA	20
1.3.8.-	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	23
1.4.-	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE ESTRUCTURAS DE CUBIERTAS	24
1.4.1.-	INTRODUCCIÓN	24
1.4.2.-	OBJETIVOS	25
1.4.3.-	CLASIFICACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS	25
1.4.3.1.-	ESTRUCTURAS DE ACERO PESADAS	25
1.4.3.2.-	ESTRUCTURAS DE ACERO LIGERAS	26
1.4.4.-	CERCHAS METÁLICAS EN ACERO	27
1.4.5.-	ESTRUCTURAS EN TRACCIÓN	28
1.4.6.-	UNIONES SOLDADAS	29
1.4.7.-	SISTEMAS DE APOYO	32
1.4.7.1.-	TIPOS DE APOYO	32
1.4.7.2.-	CONSIDERACIONES DE DISEÑO	33
A.-	ESPEJOR PLACA BASE	34
B.-	NÚMERO DE PERNOS A UTILIZAR	36
C.-	REVISIÓN DE TENSIÓN Y CIZALLAMIENTO	36
1.4.8.-	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
1.5.-	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE TIPOS DE TECHOS	37
1.5.1.-	INTRODUCCIÓN	37
1.5.2.-	OBJETIVOS	38
1.5.3.-	EL ACERO COMO MATERIAL DE TECHADO	38
1.5.4.-	CARACTERÍSTICAS	39
A.-	GALVALUME	40
B.-	PRE PINTADO	42

C.-	GALVANIZADO POR INMERSIÓN EN CALIENTE	43
1.5.5.-	PANELES AISLANTES	46
1.5.6.-	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
1.6.-	DETERMINACIÓN DE FUERZAS	47
1.6.1.-	INTRODUCCIÓN	47
1.6.2.-	OBJETIVOS	47
1.6.3.-	TIPOS DE CARGAS	47
1.6.4.-	CARGAS MUERTAS O CARGAS PERMANENTES	
1.6.5.-	CARGAS VIVAS	48
1.6.6.-	CARGAS DE VIENTO	49
1.6.7.-	FUERZA SÍSMICA	54
1.6.7.1.-	USO DEL CEC 2001	55
1.6.7.2.-	ANÁLISIS ESTÁTICO	55
1.6.7.3.-	ANÁLISIS MODAL ESPECTRAL	56
1.6.4.2.-	ESPECTRO DE RESPUESTA ELÁSTICO	56
1.6.8.-	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
	CAPITULO II (CÁLCULO Y DISEÑO DE CUBIERTAS)	60
2.1.-	CONSIDERACIONES DE DISEÑO	61
a.-	GEOMETRÍA DEL MODELO ESTRUCTURAL	61
b.-	RESUMEN DE CARGAS	63
A.-	CARGA MUERTA	63
B.-	DETERMINACIÓN DE LA FUERZA DE VIENTO	64
C.-	ANÁLISIS ESTÁTICO EQUIVALENTE	67
c.-	COMBINACIONES DE CARGAS	68

2.2.-	EJEMPLO DE APLICACIÓN EN LA CERCHA NUMERO 7	68
2.2.1.-	RESULTADOS DE LA ESTRUCTURA	68
2.2.2.-	FUERZAS AXIALES	69
2.2.3.-	DESPLAZAMIENTOS	82
2.2.4.-	REACCIONES	85
2.3.-	DISEÑO DE PLACA BASE	86
2.4.-	DISEÑO DE PERNOS DE ANCLAJE	87
2.5.-	COMPROBACIÓN DE DISEÑO DE NUDOS SOLDADOS	89
2.6.-	COMPROBACIÓN DE RESULTADOS DE DISEÑO EN CORREAS	99
	CAPITULO III (CÁLCULO Y DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE	
	HORMIGÓN)	104
3.1.-	CONSIDERACIONES GENERALES	105
a.-	GEOMETRÍA BÁSICA DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN	105
b.-	RESUMEN DE CARGAS	107
3.2.-	EJEMPLO DE APLICACIÓN	107
3.3.-	RESULTADOS	107
3.3.1.-	FUERZAS AXIALES	107
3.3.2.-	MOMENTOS MÁXIMOS	111
3.3.3.-	DEFORMACIONES EN VIGAS	113
3.3.4.-	REACCIONES	115
3.4.-	CHEQUEOS	119
3.4.1.-	MODOS DE VIBRACIÓN	119

3.4.2.-	DERIVAS DE PISOS	120
3.4.3.-	CHEQUEOS DE NUDOS	127
a.-	UNA VIGA CONCURRENTE	127
b.-	DOS VIGAS CONCURRENTES	129
c.-	TRES VIGAS CONCURRENTES	130
d.-	CUATRO VIGAS CONCURRENTES	131
3.5.-	COMPROBACIÓN DE RESULTADO DE DISEÑO EN ELEMENTOS	133
3.5.1.-	COLUMNAS EXTERIORES	133
3.5.2.-	VIGA	139
3.6.-	DISEÑO DE CIMENTACIONES	144
3.6.1.-	PLINTOS EXTERIORES (P1)	145
3.6.2.-	PLINTOS EXTERIORES COMBINADOS (P3)	149
3.6.3.-	PLINTOS INTERMEDIOS (P4)	154
3.6.4.-	PLINTOS INTERMEDIOS COMBINADOS (P5)	157
3.6.5.-	PLINTOS INTERIOR (P6)	162
3.6.6.-	PLINTOS INTERIOR COMBINADO (P7)	165
3.6.7.-	LONGITUD DE DESARROLLO DE VARILLAS A TRACCIÓN	171
3.7.-	DISEÑO DEL REFUERZO EN GRADERÍOS	173
3.7.1.-	REFUERZO TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL	173
3.7.2.-	REFUERZO EN VÉRTICES	175

TOMO II

- MEMORIA DE CÁLCULO
- PLANOS DEFINITIVOS

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1.1 Cuadro de resultados de estudio de suelos.....	9
Tabla 1.2 Factor v de acuerdo al tipo de unión.....	31
Tabla 1.3 Esfuerzos admisibles de soldaduras en surcos de penetración total.....	31
Tabla 1.4 Esfuerzos admisibles en acero de soldadura (electrodos).....	31
Tabla 2.1 Geometría cercha.....	63
Tabla 2.2 Cargas en Nudos.....	66
Tabla 2.2 Fuerzas axiales, momentos y diseño de elementos en cercha número 7.....	72
Tabla 2.3 Desplazamientos permisibles en cerchas.....	83
Tabla 2.4 Resumen de desplazamientos reales en cerchas.....	83
Tabla 2.5 Resumen de reacciones en apoyos.....	86
Tabla 2.6 Valores de fuerzas en nudos (ejes locales).....	89
TABLA 3.1 Descripción de Vigas.....	106
TABLA 3.2 Fuerzas axiales en elementos de columnas exteriores.....	108
TABLA 3.3 Fuerzas axiales en elementos de columnas internas.....	109
TABLA 3.4 Fuerzas axiales en elementos de vigas exteriores eje 1 al 5.....	110
TABLA 3.5 Fuerzas axiales en elementos de viga inclinada.....	111

TABLA 3.6 Momentos en juntas de columnas exteriores.....	111
TABLA 3.7 Momentos en juntas de columnas interiores.....	112
TABLA 3.8 Deformación en vigas externas.....	113
TABLA 3.9 Deformación en vigas internas.....	114
TABLA 3.10 Reacciones en apoyos columnas exteriores.....	115
TABLA 3.11 Reacciones en apoyos columnas interiores.....	117
TABLA 3.12 Modos de vibración Sap2000.....	119
TABLA 3.13 Derivas de piso sismo X.....	121
TABLA 3.14 Derivas de piso sismo Y.....	124
TABLA 3.15 Resumen de armadura en plintos	170

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1.1 Fachada Frontal Coliseo Juan de Salinas.....	2
Figura 1.2 Planta Coliseo Juan de Salinas.....	3
Figura 1.3 Esquema de la estructura de Cubierta.....	3
Figura 1.4 Corte Coliseo.....	4
Figura 1.5 Ubicación en planta de vigas y columnas.....	5
Figura 1.6 Esquema de disposición de vigas y columnas.....	5
Figura 1.7 Ubicación de sectores.....	6
Figura 1.8 Ubicación de la toma de muestras.....	8
Figura 1.9 Plintos Aislados.....	11
Figura 1.10 Plintos Combinados.....	12
Figura 1.11 Sección de columnas.....	12
Figura 1.12 Tipos de Armados.....	13
Figura 1.13 Esquema de losa unidireccional.....	17
Figura 1.14 Relación largo-ancho, losa unidireccional.....	17
Figura 1.15 Esquema de unión viga-columna.....	21
Figura 1.16 esquemas de tipos comunes de nudos.....	22
Figura 1.17 Construcciones en Bambú de Jörg Stamm.....	24
Figura 1.18 Estructura de Acero Pesada, Torres Madrid Arena.....	26
Figura 1.19 Estructura de Acero Ligera.....	27
Figura 1.20 Cercha para cubierta FERMAGRI SA.....	28
Figura 1.21 Estructura de Tracción.....	29
Figura 1.22 Esquema de soldadura.....	30

Figura 1.23 Apoyo tipo para columnas metálicas.....	33
Figura 1.24 Tipos de terminado para planchas de Acero.....	40
Figura 1.25 Estructura de plancha cubierta con Aluzinc.....	41
Figura 1.26 Esquema de protección por pre pintado.....	42
Figura 1.27 Panel Aislante Estilpanel.....	46
Figura 1.28 Descripción del viento principal y los efectos inducidos del viento en la estructura.....	51
Figura 1.29: Presiones de viento sobre la estructura.....	54
Figura 1.30 Espectro Elástico del CEC 2000.....	59
Figura 2.1 Modelo de la Cubierta en SAP 2000.....	61
Figura 2.2 Modelo de la estructura metálica SAP 2000.....	62
Figura 2.3 Ubicación cerchas.....	63
Figura 2.4 División de las cerchas para análisis.....	69
Figura 2.5 Sectores de la cercha para numeración.....	69
Figura 2.6 Numeración de cerchas para el análisis.....	82
Figura 2.7 Deformación en cercha central programa SAP2000.....	84
Figura 2.8 Ubicación de las apoyos analizadas.....	85
Figura 2.9 Diagrama de Ejes.....	85
Figura 2.10 esquema en 3D, para nudos en cercha número 7 simétrica.....	89
Figura 2.11 Ubicación de correa para el análisis.....	99
Figura 3.1 Vigas y columnas de hormigón armado.....	105
Figura 3.2 Graderío Orto poligonal.....	106
Figura 3.3 Denominación de columnas.....	107

Figura 3.4 Elementos columnas exteriores.....	108
Figura 3.5 Elementos columnas internas.....	109
Figura 3.6 Elementos de vigas horizontales.....	109
Figura 3.7 Elementos de viga inclinada.....	110
Figura 3.8 Elementos columnas exteriores.....	111
Figura 3.9 Elementos columnas interiores.....	112
Figura 3.10 Vigas perimetrales externas.....	113
Figura 3.11 Vigas perimetrales internas.....	114
Figura 3.12 Apoyos de columnas exteriores.....	115
Figura 3.13 Apoyos de columnas interiores.....	117
Figura 3.14 Numeración de columnas para análisis de derivas.....	120
Figura 3.15 Ubicación de nudos para análisis.....	127
Figura 3.16 Ubicación del elemento para análisis.....	133
Figura 3.17 Hoja de resultados SAP2000 para el elemento de análisis.....	133
Figura 3.18 Esquema de armado de la columna de análisis “C1”.....	139
Figura 3.19 Disposición de viga para análisis.....	140
Figura 3.20 Hoja de resultados SAP2000 para el elemento de análisis.....	140
Figura 3.21 Esquema de armado de la viga de análisis	144
Figura 3.22 Esquema de ubicación de cimientos.....	145
Figura 3.23 Esquema tipo de plintos aislados y combinados.....	170
Figura 3.24 Longitud de desarrollo (L.d.).....	171
Figura 3.25 Momento máximo flector en graderío.....	173
Figura 3.26 Esquema de fuerzas en vértices.....	175

Figura 3.27 Esquema armado longitudinal en graderío.....176

NOMENCLATURA UTILIZADA

As: área de acero

f'c: resistencia a la compresión del hormigón

Fy: límite de fluencia del acero

Es: módulo de elasticidad del refuerzo

β_1 : factor que relaciona la profundidad del bloque rectangular equivalente de esfuerzos de compresión con la profundidad del eje neutro

b: base del elemento de hormigón analizado

d: ancho efectivo de elemento.

w : ordenada de la elástica de deformación de la placa en un punto, coordenadas (x, y).

D: rigidez a la flexión de la placa, análoga al producto $E \times I$ en vigas.

E: módulo de elasticidad longitudinal del hormigón.

h: espesor de la placa.

m: coeficiente de Poisson del hormigón (su valor está comprendido entre 0.15 y 0.20).

m_x: momento flector alrededor del eje x, por unidad de ancho de losa.

m_y: momento flector alrededor del eje y, por unidad de ancho de losa.

m_{xy} : momento torsor, por unidad de ancho de losa.

v_x : esfuerzo cortante en la dirección x, por unidad de ancho de losa.

v_y : esfuerzo cortante en la dirección y, por unidad de ancho de losa.

γ : es un factor que depende del confinamiento del nudo, proporcionado por las vigas que concurren a él.

b : es el ancho efectivo del nudo.

h : es la dimensión de la columna paralela a la dirección de la carga q produce corte en el nudo.

σ_{sold} : Esfuerzo de la soldadura

F : Carga aplicada sobre el cordón.

área: Menor área donde se aplica la carga

v : Factor por el tipo de unión soldada.

v_2 : Factor por la calidad de la unión.

σ_{amd} : Esfuerzo de fluencia del material base

σ_{samd} : Esfuerzo admisible de la unión soldada

F.S.: Factor de seguridad.

Pu: fuerza axial mayorada.

ϕ_c : Factor de reducción de resistencia.

f'c: Resistencia del hormigón.

A1: área de hormigón

A2: área de la placa

bf: base.

ρ : densidad (se expresa en Kg/m^3) $\approx 1,2 \text{ Kg/m}^3$

V: velocidad del viento (m/s)

$W_{x_{\text{barlo}}}$: fuerza equivalente del viento (barlovento)

$W_{x_{\text{sotav}}}$: fuerza equivalente del viento (sotavento)

Z: factor correspondiente a la zona sísmica donde se encuentra la estructura.

I: factor de importancia de la estructura.

C: coeficiente en base al tipo suelo.

W: peso de la estructura.

R: factor de reducción de las cargas sísmicas el cual varía según el tipo de estructura.

Φ_e : factor de elevación.

Φ_p : factor de planta.

m: masa;

c: amortiguamiento;

k: rigidez del sistema de un grado de libertad,

q: respuesta en el tiempo de desplazamiento;

.

q: respuesta en el tiempo de velocidad;

..

\dot{q} : respuesta en el tiempo de aceleración y

\ddot{U}_g : aceleración del suelo.

D: carga permanente.

L: carga muerta.

W: carga de viento.

E: carga sísmica.

F_{ADM}: esfuerzo de compresión admisible bajo cargas concéntricas incluyendo efectos de pandeo por flexión y torsión.

rx: radio de giro respecto al eje x.

E: módulo de elasticidad del acero.

kL/r: relación de esbeltez del elemento.

F_a: esfuerzo axial de diseño.

C_{mx}: coeficientes de interacción de momentos extremos de barra, para miembros en pórticos que pueden sufrir traslación = 0.85.

F_{bx}: esfuerzo máximo admisible por flexión pura alrededor del eje x.

f_{bx}: esfuerzo de diseño por flexión alrededor del eje x.

F_{ao}: esfuerzo admisible por carga axial concéntrica cuando la longitud de pandeo es igual a 0.

F_{b1x}: esfuerzo admisible por flexión cuando se excluye el efecto de pandeo lateral.

F_b: esfuerzo máximo admisible si existe solamente flexión sin cargas axiales.

- A_{brg} :** área de apoyo de la cabeza de un perno o tornillo de anclaje, o barra corrugada con cabeza mm^2 .
- A_{Nc} :** área de falla proyectada del concreto en un anclaje solo o en un grupo de anclajes, utilizada para calcular la resistencia a tracción, mm^2 .
- A_{Nco} :** área de falla proyectada del concreto en un anclaje solo, utilizada para calcular la resistencia a tracción cuando no se encuentra limitada por la distancia al borde o el espaciamiento, mm^2 .
- $A_{se,N}$:** área efectiva de la sección transversal del anclaje en tracción, mm^2 .
- $A_{se,V}$:** área efectiva de la sección transversal del anclaje en cortante, mm^2 .
- A_{Vc} :** área proyectada de falla del concreto de un anclaje solo o de un grupo de anclajes, utilizada para calcular la resistencia al cortante, mm^2 .
- A_{Vco} :** área proyectada de falla del concreto de un anclaje solo, utilizada para calcular la resistencia a cortante, cuando no se encuentra limitada por la influencia de una esquina, del espaciamiento, o del espesor del elemento, mm^2 .
- c_{ac} :** distancia crítica al borde requerida para desarrollar la resistencia básica del concreto al arrancamiento de un anclaje post instalado en concreto no fisurado sin refuerzo suplementario para controlar el hendimiento, mm.
- $c_{a,máx}$:** máxima distancia medida desde el centro del fuste de un anclaje al borde del concreto, mm.
- $c_{a,mín}$:** mínima distancia medida desde el centro del fuste de un anclaje al borde del concreto, mm.
- c_{a1} :** distancia medida desde el centro del fuste de un anclaje hasta el borde del concreto en una dirección, mm. Si se aplica cortante al anclaje, c_{a1} se mide en la dirección de la fuerza cortante aplicada. Si se aplica tracción al anclaje, c_{a1} es la mínima distancia al borde.
- c_{a2} :** distancia desde el centro del fuste de un anclaje hasta el borde del concreto en dirección perpendicular a c_{a1} .
- d_a :** diámetro exterior de un anclaje o diámetro del fuste del perno con cabeza, del tornillo con cabeza, o del perno con forma de gancho, mm.
- d'_a :** valor que se sustituye por d_a cuando se emplea un anclaje sobre dimensionado, mm.

- e_h :** distancia desde la superficie interna del fuste de un perno en forma de J o de L hasta la parte externa de la punta del perno en forma de J ó L, mm.
- e'_N :** distancia entre la resultante de tracción en un grupo de anclajes cargados en tracción y el centroide del grupo de anclajes cargados en tracción, mm; e_N es siempre positiva.
- e'_V :** distancia entre la carga resultante de cortante en un grupo de anclajes solicitados en cortante en la misma dirección y el centroide del grupo de anclajes cargados a cortante en la misma dirección, mm, e'_V es siempre positiva.
- f'_c :** resistencia especificada a la compresión del concreto, MPa.
- f_{uta} :** resistencia especificada a la tracción del acero del anclaje, MPa.
- f_{ya} :** resistencia especificada a la fluencia en el acero del anclaje, MPa.
- h_a :** espesor de un elemento en el que se coloca un anclaje, medido paralelamente al eje del anclaje, mm.
- h_{ef} :** profundidad efectiva de embebido del anclaje, mm.
- k_e :** coeficiente para la resistencia básica al arrancamiento del concreto en tracción.
- k_{ep} :** coeficiente para la resistencia al desprendimiento por cabeceo del anclaje.
- l_e :** longitud de apoyo de la carga de un anclaje para cortante, mm.
- n :** número de unidades, tales como ensayos de resistencia, barras, alambres, dispositivos de anclaje para torones individuales, anclajes, o brazos de una cabeza de cortante.
- N_b :** resistencia básica al arrancamiento del concreto en tracción de un solo anclaje en concreto fisurado, N.
- N_c :** fuerza de tracción en el concreto debida a la carga muerta más la carga viva no mayoradas, N.
- N_{cb} :** resistencia nominal al arrancamiento del concreto en tracción de un solo anclaje, N.
- N_{cbg} :** resistencia nominal al arrancamiento del concreto en tracción de un grupo de anclajes, N.
- N_n :** resistencia nominal en tracción, N.
- N_p :** resistencia a la extracción por deslizamiento por tracción de un solo anclaje en concreto fisurado, N.

N_{pn} : resistencia nominal a la extracción por deslizamiento por tracción de un solo anclaje, N.

N_{sa} : resistencia nominal de un solo anclaje o de un grupo de anclajes en tracción determinado por la resistencia del acero, N.

N_{sb} : resistencia al desprendimiento lateral de un solo anclaje, N.

N_{sbg} : resistencia al desprendimiento lateral de un grupo de anclajes, N.

N_{ua} : fuerza mayorada de tracción aplicada a un anclaje o grupo de anclajes, N.

s : espaciamiento medido centro a centro de unidades tales como refuerzo longitudinal, refuerzo transversal, tendones de pre esfuerzo, alambres, o anclajes, mm.

V_b : resistencia básica al arrancamiento por cortante de un solo anclaje en concreto fisurado, N.

V_{eb} : resistencia nominal al arrancamiento del concreto por cortante de un solo anclaje, N.

V_{ebg} : resistencia nominal al arrancamiento del concreto al cortante de un grupo de anclajes, N.

V_{ep} : resistencia nominal al desprendimiento del concreto por cabeceo de un anclaje solo, N.

V_{epg} : resistencia nominal al desprendimiento del concreto por cabeceo de un grupo de anclajes, N.

V_n : resistencia nominal a cortante, N.

V_{sa} : resistencia nominal a cortante de un solo anclaje o de un grupo de anclajes determinada por la resistencia del acero, N.

V_{ua} : fuerza cortante mayorada aplicada a un anclaje solo o a un grupo de anclajes, N.

λ : factor de modificación que tiene en cuenta las propiedades mecánicas reducidas del concreto de peso liviano, relativa a los concretos de peso normal de igual resistencia a la compresión.

Φ : factor de reducción de resistencia.

$\Psi_{c,N}$: factor de modificación para la resistencia a tracción de anclajes con base en presencia o ausencia de fisuras en el concreto.

$\Psi_{c,P}$: factor de modificación para la resistencia a la extracción por deslizamiento con base en la presencia o ausencia de fisuras en el concreto.

$\Psi_{c,v}$: factor de modificación para resistencia a cortante de anclajes con base en la presencia o ausencia de fisuras en el concreto y la presencia o ausencia de refuerzo suplementario para anclajes sometidos a cortante.

$\Psi_{cp,N}$: factor de modificación para la resistencia a tracción de anclajes postinstalados utilizados en concreto no fisurado y sin refuerzo suplementario.

$\Psi_{ec,N}$: factor de modificación para la resistencia a tracción de anclajes con base en la excentricidad de las cargas aplicadas.

$\Psi_{ec,v}$: factor de modificación para la resistencia a cortante de anclajes con base en la excentricidad de las cargas aplicadas.

$\Psi_{ed,N}$: factor de modificación para la resistencia a tracción de anclajes con base en la proximidad a los bordes del elementos de concreto.

$\Psi_{ed,v}$: factor de modificación para la resistencia a cortante de anclajes con base en la proximidad a los bordes del elementos de concreto.

Ψ_h : factor de modificación para la resistencia a cortante de anclajes colocados en elementos de concreto con $ha < 1.5c_{a1}$.

C_{a1} : valor límite de C_{a1} cuando los anclajes están localizados a menos de $1.5 h_{ef}$ de tres o más bordes.

h_{ef} : valor límite de h_{ef} cuando los anclajes están localizados a menos de $1.5 h_{ef}$ de tres o más bordes.

K_{05} : coeficiente asociado con el percentil del 5 por ciento.

M : momento que actúa sobre un anclaje o grupo de anclajes.

N : fuerza de tracción que actúa sobre un anclaje o grupo de anclajes.

V : fuerza cortante que actúan sobre un anclaje o grupo de anclajes.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES E INVESTIGACIÓN TEÓRICA

RESUMEN

En el presente capítulo se realiza una descripción general del proyecto arquitectónico así como también una investigación teórica en la cual se presenta el análisis de las características mecánicas del suelo, una descripción sobre los diferentes tipos y elementos de hormigón, así como las posibilidades de forma tipo, componentes de cubierta y techado, se presenta también una descripción de los diferente tipos de cargas.

1.1 DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES.

Partiendo de un proyecto arquitectónico definido por el departamento de planificación del Municipio de Rumiñahui y tomando en cuenta las características previamente definidas, se procederá a acoplar y conjugar el modelo matemático con el arquitectónico, para lo cual nuestra cubierta a más de cumplir la función básica de proteger a los usuarios que se encuentran bajo la misma, intenta constituirse en un elemento principal dentro del conjunto arquitectónico.

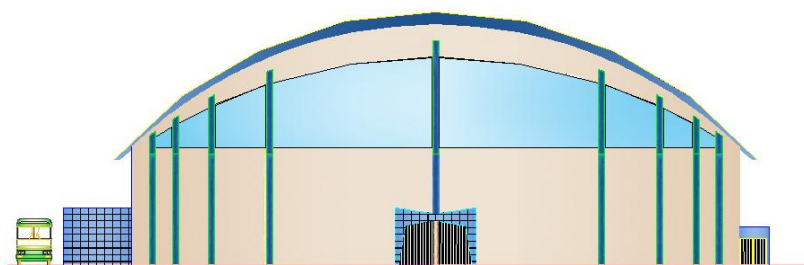


Figura 1.1 Fachada Frontal Coliseo Juan de Salinas.

. Para la determinación de la geometría de la cubierta, se tomaron en cuenta los siguientes factores.

- Arquitectura del Coliseo del Colegio Juan de Salinas.
- Pendientes Pre-establecidas.
- Geometría General.

La arquitectura de la nueva edificación del Colegio Juan de Salinas está basada en una forma geométrica básica, el óvalo, el cual se presenta en el siguiente esquema.

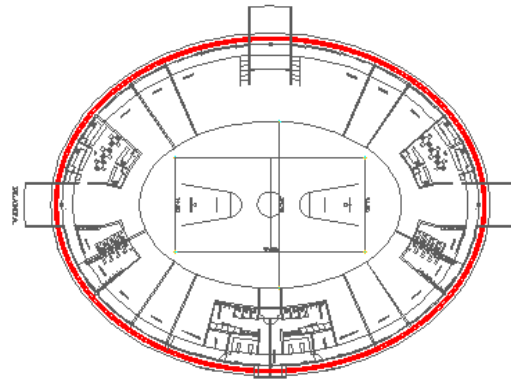


Figura 1.2 Planta Coliseo Juan de Salinas.

Para el caso de la cubierta, se comenzó por determinar la geometría básica en hormigón armado con el propósito de fijar los elementos estructurales en los cuales se sustentará nuestra estructura, lo cual ayudó a determinar el área a cubrir y las posibles limitaciones en los modelos.

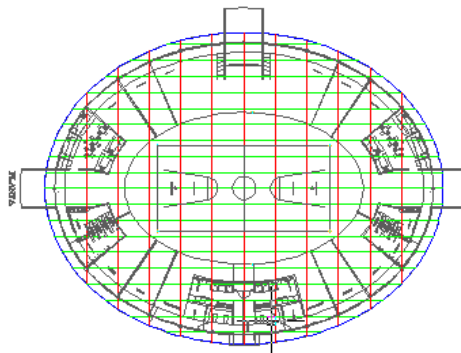


Figura 1.3 Esquema de la estructura de Cubierta

Arquitectónicamente se puede proponer una infinidad de formas y volúmenes para la geometría de las cubiertas, sin embargo, tenemos que considerar las limitaciones que presentan los materiales de cubierta, ya que generalmente

requieren de una pendiente mínima para evitar que el agua pueda ingresar por capilaridad dentro de las edificaciones.

Dado que en el presente análisis, partimos de una arquitectura pre-establecida, debemos acoplarnos a dicha pendiente, como de igual manera buscar los materiales y elementos necesarios para el buen funcionamiento de la misma.

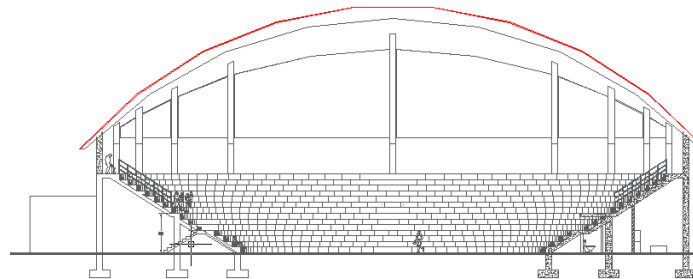


Figura 1.4 Corte Coliseo.

Teniendo en cuenta la geometría de la cubierta y la arquitectura predeterminada del coliseo, la distribución de las columnas se plantea en un eje ovoide como muestra la Figura 1.5, las cuales están arriostradas por vigas exteriores, mismas que sirven de apoyo para la estructura de graderíos.

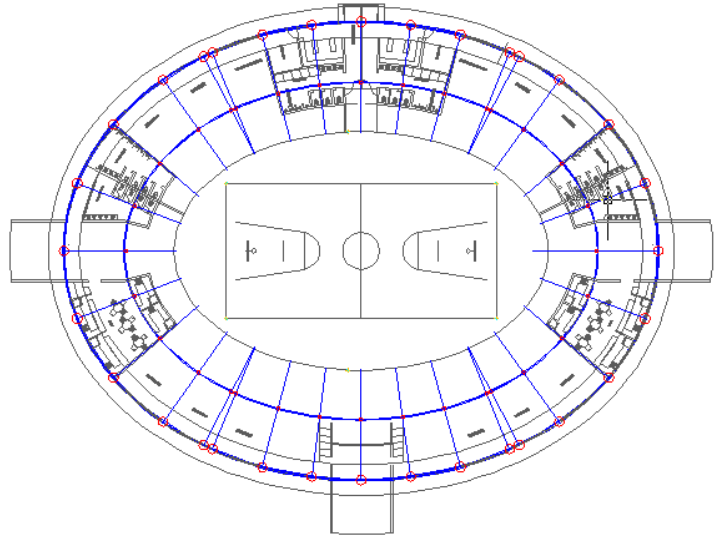


Figura 1.5 Ubicación en planta de vigas y columnas.

La estructura de graderíos está configurada por una losa orto-poligonal, que arranca desde el nivel del suelo, llegando a una viga horizontal, lateralmente se encuentra apoyada sobre vigas inclinadas.

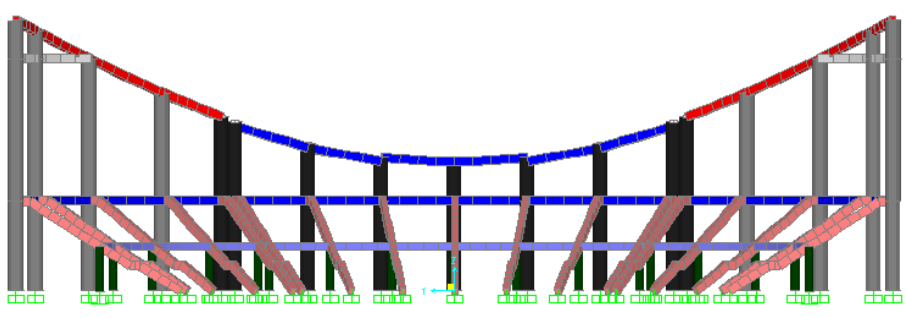


Figura 1.6 Esquema de disposición de vigas y columnas.

Debido a la geometría de la cubierta, las columnas exteriores tienen una variación en su altura, tal como se observa en la Figura 1.6.

Se dividirá para facilitar la presentación de datos y chequeos al coliseo en bloques tal como se muestra en la siguiente figura.

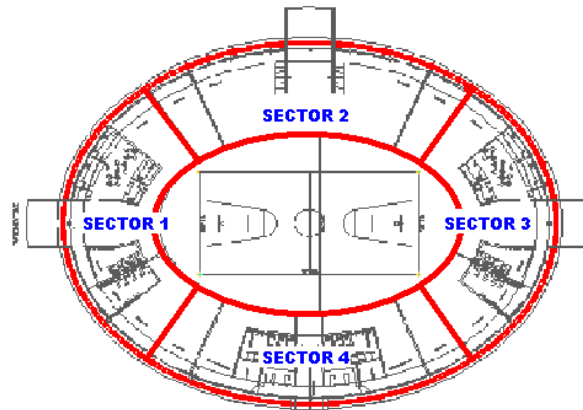


Figura 1.7 Ubicación de sectores.

Como se puede observar existen 4 sectores, y en la unión de estos existen juntas constructivas para evitar un bloque excesivamente grande de hormigón.

1.2 ESTUDIO Y ANÁLISIS DE SUELOS.

1.2.1 Introducción

Existen muchas definiciones para la palabra suelo, para el Ingeniero Civil, el suelo es la capa externa de la tierra donde el hombre desarrolla todas sus actividades cotidianas, así como también es el sustrato físico que sirve de base para todas las edificaciones que se puedan crear.

Es por tal motivo que se han desarrollado numerosas técnicas o métodos para determinar su resistencia y características físico-químicas.

1.2.2 Objetivos

- Conocer la secuencia litológica del subsuelo.
- Conocer y determinar la profundidad del nivel del agua subterránea.
- Determinar la capacidad de resistencia de un suelo o una roca.
- Ver si es apto para fundación.

1.2.3 Ensayo SPT

El ensayo de penetración estándar (SPT), es un estudio dinámico por medio del cual determinamos la capacidad portante del mismo como de igual manera su clasificación estratigráfica.

Este ensayo consiste en introducir un cilindro hueco por medio de golpes en el estrato de suelo, para lo cual nos ayudamos de un martillo de 140 kg aproximadamente, el cual cae libremente sobre dicho cilindro, se pretende contar el número de golpes necesarios para introducirlo en el suelo y de esta manera obtener una muestra inalterada de los diferentes estratos del suelo.

1.2.4 Clasificación Estratigráfica del suelo

Consiste en organizar sucesivamente los diferentes tipos de suelo que se encuentran naturalmente en la tierra.

1.2.5 Coeficiente de balasto

El módulo de Reacción o Coeficiente de Balasto se define como: la constante de proporcionalidad entre presiones y asentamiento el cual dependerá estrictamente de cada tipo de suelo.

1.2.6 Descripción

Se obtuvieron 4 muestras de suelo, tratando de ubicar los sectores más desfavorables de la construcción.

De los resultados obtenidos en el laboratorio se obtuvo la tabla mostrada a continuación.

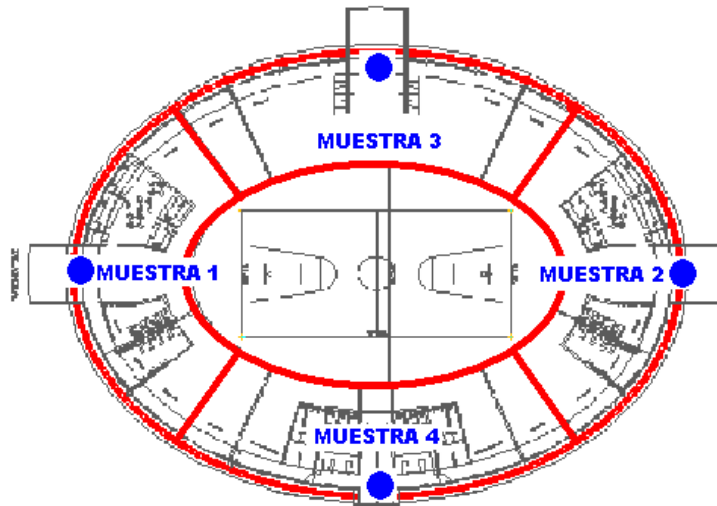


Figura 1.8 Ubicación de la toma de muestras.

Tabla 1.1 Cuadro de resultados de estudio de suelos

PERFORACIÓN No. 1		N.F. = 1.60m
PROF. m	Qa. T/m ²	OBSERVACIONES
0.0 - 1.0	25	Relleno, formado de materiales de construcción.
1.0 - 2.0	5	Limo arenoso,
2.0 - 3.0	33	Limo arenoso,
3.0 - 4.0	24	Arena
4.0 - 5.0	26	Arena
5.0 - 6.0	33	Arena
PERFORACIÓN No. 2		N.F. = 1.70m
PROF. m	Qa. T/m ²	OBSERVACIONES
0.0 - 1.0	45	Relleno, formado de materiales de construcción.
1.0 - 2.0	9	Limo arenoso,
2.0 - 3.0	34	Limo arenoso,
3.0 - 4.0	35	Arena Limosa
4.0 - 5.0	33	Arena Limosa
5.0 - 6.0	39	Arena Limosa
PERFORACIÓN No. 3		N.F. = 1.65m
PROF. m	Qa. T/m ²	OBSERVACIONES
0.0 - 1.0	24	Relleno, formado de materiales de construcción.
1.0 - 2.0	9	Limo arenoso,
2.0 - 3.0	32	Limo arenoso,
3.0 - 4.0	28	Arena
4.0 - 5.0	31	Arena
5.0 - 6.0	35	Arena
PERFORACIÓN No. 4		N.F. = 1.70m
PROF. m	Qa. T/m ²	OBSERVACIONES
0.0 - 1.0	35	Relleno, formado de materiales de construcción.
1.0 - 2.0	7	Limo arenoso,
2.0 - 3.0	39	Limo arenoso,
3.0 - 4.0	35	Arena Limosa
4.0 - 5.0	31	Arena Limosa
5.0 - 6.0	37	Arena Limosa

1.2.7 Conclusiones y Recomendaciones

Una vez realizado los estudios en sitio se ha definido el nivel óptimo de cimentación a los 3.00mts. el mismo que posee un esfuerzo admisible mayor a 33 T/M².

1.3 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE ELEMENTOS DE HORMIGÓN.

1.3.1 Introducción

En el medio actual la inclinación de tendencias en la construcción es el hormigón armado por sus características, tanto de forma y resistencia.

Es por esto que existen muchos elementos de hormigón, y cada uno de estos tiene su propio análisis y diseño.

1.3.2 Objetivos

- Conocer los diferentes elementos de hormigón.
- Determinar el tipo de elementos para aplicar en el proyecto.
- Encontrar las secciones óptimas para emplearlas.

1.3.3 Cimentaciones de hormigón armado

La cimentación es la parte de la estructura que permite la transmisión de las cargas que actúan, hacia el suelo o hacia la roca subyacente.

Cuando los suelos reciben las cargas de la estructura, se comprimen en mayor o en menor grado, y producen asentamientos de los diferentes elementos de la cimentación y por consiguiente de toda la estructura. Durante el diseño se deben controlar tanto los asentamientos absolutos como los asentamientos diferenciales.

1.3.3.1 Tipos de cimentaciones

Dependiendo de la ubicación y de las características de los estratos resistentes de suelos, las cimentaciones se clasifican en cimentaciones superficiales y cimentaciones profundas. Entre las cimentaciones superficiales destacan los plintos aislados, las zapatas corridas, las zapatas combinadas, las vigas de cimentación y las losas de cimentación. Entre las cimentaciones profundas se suelen utilizar los pilotes prefabricados hincados, los pilotes fundidos en sitio y los caissons.

A. Plintos aislados: Se los utiliza como soporte de una sola columna, o de varias columnas cercanas en cuyo caso sirve de elemento integrador. Pueden utilizar una zapata de hormigón armado, o un macizo de hormigón simple o de hormigón ciclópeo.

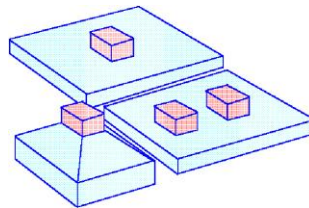


Figura 1.9 Plintos Aislados.

<http://publiespe.espe.edu.ec/academicas/hormigon/Image727.gif>

B. Zapatas Combinadas: Se las suele emplear para integrar el funcionamiento de una zapata inestable o ineficiente por sí sola, con otra zapata estable o eficiente, mediante una viga de rigidez.

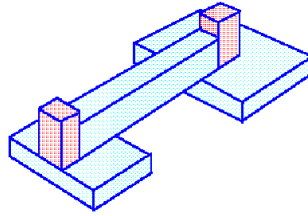


Figura 1.10 Plintos Combinados

<http://publiespe.espe.edu.ec/academicas/hormigon/Image727.gif>

- De lo analizado en el literal **a** y **b**, lo más adecuado para el caso de cimentaciones es el uso de plintos aislados y para el caso de las juntas de construcción se utilizaran plintos combinados.

1.3.4 Columnas de hormigón armado

Según su sección transversal, existen columnas cuadradas, columnas rectangulares, columnas circulares, columnas en L, columnas en T, columnas en cruz, etc.

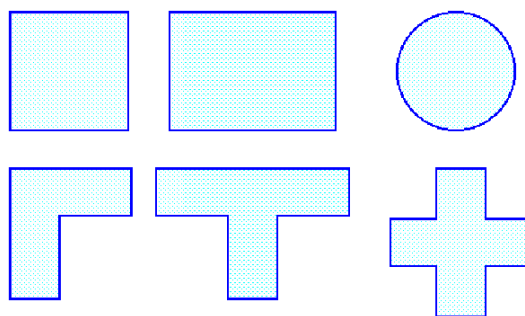


Figura 1.11 Sección de columnas

<http://publiespe.espe.edu.ec/academicas/hormigon/Image806.gif>

Según su comportamiento ante las solicitaciones, existen fundamentalmente dos tipos de columnas de hormigón armado: columnas con estribos y columnas zunchadas.

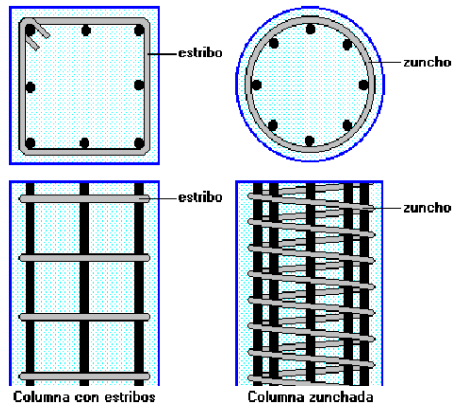


Figura 1.12 Tipos de Armados

<http://publiespe.espe.edu.ec/academicas/hormigon/Image807.gif>

Los estribos cumplen las siguientes funciones en las columnas:

- Definir la geometría de la armadura longitudinal.
- Mantener en su sitio al hierro longitudinal durante la construcción.
- Controlar el pandeo transversal de las varillas cuando están sometidas a compresión.
- Colaborar en la resistencia a las fuerzas cortantes.

Los zunchos helicoidales cumplen las siguientes funciones:

- Confinar al hormigón del núcleo de la columna para mejorar su capacidad resistente.
- Definir la geometría de la armadura longitudinal.
- Mantener en su sitio al hierro longitudinal durante la construcción.
- Controlar el pandeo transversal de las varillas cuando están sometidas a compresión.
- Colaborar en la resistencia a las fuerzas cortantes.

<http://publiespe.espe.edu.ec/academicas/hormigon/hormigon09-a.htm>

Cálculo de la cuantía de armado:

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} \quad (1.1)$$

Cálculo de la cuantía balanceada:

$$\rho_b = 0.85\beta_1 \frac{f'_c}{F_y} \cdot \frac{0.003}{\frac{F_y}{E_s} + 0.003} \quad (1.2)$$

Siendo, **A_s** área de acero, **f'_c** resistencia a la compresión del hormigón, **F_y** límite de fluencia del acero, **E_s** módulo de elasticidad del refuerzo, **β₁** factor que relaciona la profundidad del bloque rectangular equivalente de esfuerzos de compresión con la profundidad del eje neutro, **b** base del elemento de hormigón analizado, **d** ancho efectivo de elemento.

- Se utilizaran columnas circulares debido a los requerimientos de la arquitectura.

1.3.5 Vigas de hormigón armado

Las especificaciones de los códigos imponen criterios de diseño que permiten que, a pesar de incrementar el armado de las vigas, se mantengan los niveles de ductilidad que son exigidos para las vigas que solamente requieren armadura de flexión.

Cuando la viga no resiste solicitaciones sísmicas, la cuantía de armado a tracción máxima admisible se define mediante la siguiente expresión:

<http://publiespe.espe.edu.ec/academicas/hormigon/hormigon09-a.htm>

$$\rho_{\max} = 0.75(\rho_b + \rho') \quad (1.3)$$

Cuando la viga resiste solicitaciones sísmicas, la cuantía de armado a tracción se define mediante la siguiente expresión: Para secciones rectangulares, las cuantías de armado anotadas anteriormente se calculan con las siguientes expresiones:

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} \quad (1.4)$$

$$\rho_b = 0.85\beta_1 \frac{f'c}{F_y} \cdot \frac{0.003}{\frac{F_y}{E_s} + 0.003} \quad (1.5)$$

$$\rho' = \frac{A_s'}{b \cdot d} \quad (1.6)$$

El criterio básico detrás de las expresiones que definen la cuantía máxima es el de que la presencia de la armadura de compresión hace cambiar la magnitud de la cuantía balanceada, que puede ser calculada con la siguiente expresión:

$$\rho_{b1} = \rho' + 0.85\beta_1 \frac{f'c}{F_y} \cdot \frac{0.003}{\frac{F_y}{E_s} + 0.003} \quad (1.7)$$

- Se trabajara con vigas rectangulares descolgadas, por su mejor comportamiento ante flexión.

1.3.6 Losas de hormigón armado

Las losas son elementos estructurales bidimensionales, en los que la tercera dimensión es pequeña comparada con las otras dos dimensiones básicas. Las cargas que actúan sobre las losas son esencialmente perpendiculares al plano principal de las mismas, por lo que su comportamiento está dominado por la flexión.

1.3.6.1 Losas unidireccionales

Las losas unidireccionales se comportan básicamente como vigas anchas, que se suelen diseñar tomando como referencia una franja de ancho unitario (un metro de ancho). Existen consideraciones adicionales que serán estudiadas en su momento.

Cuando las losas rectangulares se apoyan en dos extremos opuestos, y carecen de apoyo en los otros dos bordes restantes, trabajan y se diseñan como losas unidireccionales.

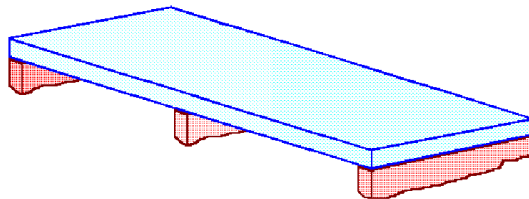


Figura 1.13 Esquema de losa unidireccional

<http://publiespe.espe.edu.ec/academicas/hormigon/hormigon07-a.htm>

Cuando la losa rectangular se apoya en sus cuatro lados (sobre vigas o sobre muros), y la relación **largo / ancho** es mayor o igual a 2, la losa trabaja fundamentalmente en la dirección más corta, y se la suele diseñar unidireccionalmente, aunque se debe proveer un mínimo de armado en la dirección ortogonal (dirección larga), particularmente en la zona cercana a los apoyos, donde siempre se desarrollan momentos flectores negativos importantes (tracción en las fibras superiores). Los momentos positivos en la dirección larga son generalmente pequeños, pero también deben ser tomados en consideración.

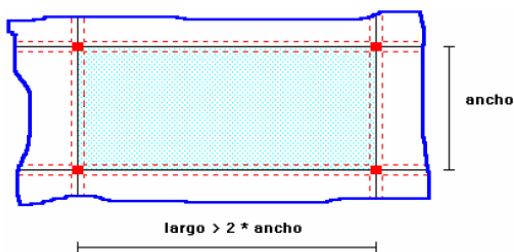


Figura 1.14 Relación largo-ancho, losa unidireccional

<http://publiespe.espe.edu.ec/academicas/hormigon/hormigon04-a.htm>

1.3.6.2 Losas bidireccionales

Cuando las losas se sustentan en dos direcciones ortogonales, se desarrollan esfuerzos y deformaciones en ambas direcciones, recibiendo el nombre de losas bidireccionales.

La ecuación general que describe el comportamiento de las losas bidireccionales macizas, de espesor constante, es conocida como la Ecuación de LaGrange o Ecuación de Placas, que se presenta a continuación:

$$\Delta\Delta w = \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = \frac{q}{D} \quad (1.8)$$

$$D = \frac{E \cdot h^3}{12(1 - \mu^2)} \quad (1.9)$$

Dónde:

w : ordenada de la elástica de deformación de la placa en un punto de coordenadas (x, y).

D : rigidez a la flexión de la placa, análoga al producto E . I en vigas.

E : módulo de elasticidad longitudinal del hormigón.

h : espesor de la placa.

m : coeficiente de Poisson del hormigón (su valor está comprendido entre 0.15 y 0.20).

La ecuación de LaGrange utiliza como fundamento la Ley de Deformación Plana de Kirchhoff que establece que una placa plana delgada, sometida a cargas perpendiculares a su plano principal, se deformará de modo que todos los puntos materiales que pertenecen a una recta normal a la superficie sin

deformarse permanecerán dentro de la correspondiente recta normal a la superficie deformada (la versión simplificada para vigas diría que las secciones transversales planas antes de la deformación permanecen planas después de la deformación).

Las solicitaciones unitarias internas que se desarrollan en las placas quedan definidas por las siguientes expresiones.

$$m_x = -D \left[\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \mu \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right] \quad (1.10)$$

$$m_y = -D \left[\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \mu \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right] \quad (1.11)$$

$$m_{xy} = -D(1 - \mu) \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \quad (1.12)$$

$$v_x = -D \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right] \quad (1.13)$$

$$v_y = -D \frac{\partial}{\partial y} \left[\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right] \quad (1.14)$$

Dónde:

m_x : momento flector alrededor del eje x, por unidad de ancho de losa.

m_y : momento flector alrededor del eje y, por unidad de ancho de losa.

m_{xy} : momento torsor, por unidad de ancho de losa.

v_x : esfuerzo cortante en la dirección x, por unidad de ancho de losa.

v_y : esfuerzo cortante en la dirección y, por unidad de ancho de losa.

<http://publiespe.espe.edu.ec/academicas/hormigon/hormigon04-a.htm>

Es importante notar que las deformaciones producidas por flexión en una de las direcciones generan esfuerzos flexionantes en la dirección perpendicular debido al efecto de Poisson. También debe tomarse en consideración de que simultáneamente a la flexión en las dos direcciones, aparecen momentos torsionantes que actúan sobre la losa.

Las dos primeras ecuaciones son análogas a la Ecuación General de la Flexión en Vigas, pero se incluye la deformación provocada por los momentos flexionantes transversales.

Las solicitaciones de diseño para las losas bidireccionales dependen de las cargas y las condiciones de apoyo. Existen tablas de diseño de losas para las cargas y las condiciones de apoyo (o de carencia de apoyo) más frecuentes (empotramiento o continuidad total; apoyo fijo con posibilidad de rotación; borde libre o voladizo), y en casos de geometrías y cargas excepcionales se pueden utilizar los métodos de las Diferencias Finitas o de los Elementos Finitos.

- Para el caso de los graderíos, se utilizaran losas bidireccionales macizas.

1.3.7 Unión viga columna

La fuerza de corte V_u , que actúa sobre el nudo, debe calcularse en un plano horizontal a la mitad de la altura de la unión viga-columna, sumando las fuerzas horizontales en el núcleo.

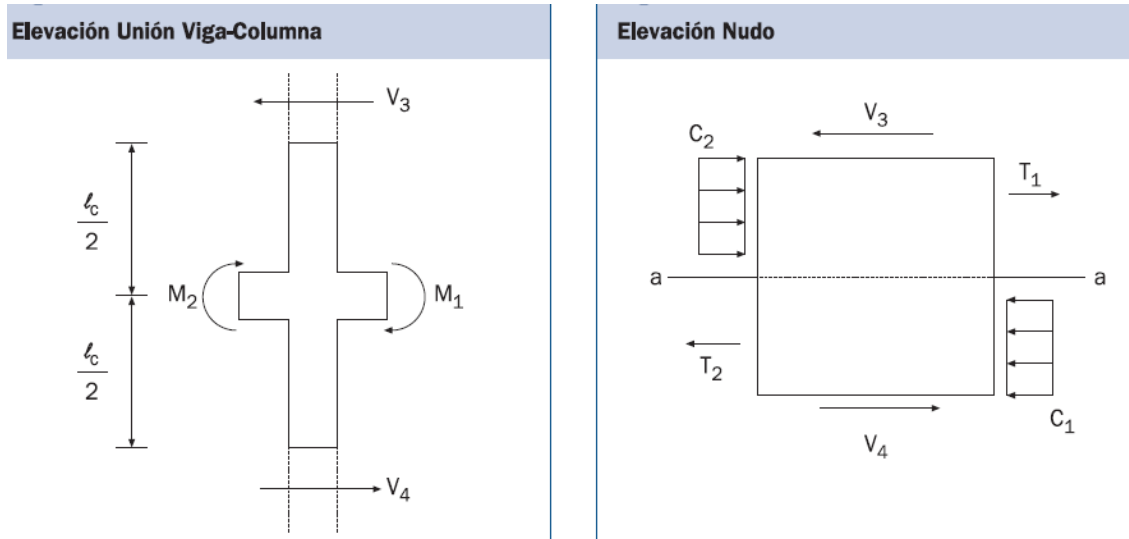


Figura 1.15 Esquema de unión viga-columna.

Para efectos prácticos

$$T_1 = A'_s * 1,25 f_y \quad (1.15)$$

$$T_2 = A_s * 1,25 f_y \quad (1.16)$$

$$M_1 = T_1 * 0,9 d \quad (1.17)$$

$$M_2 = T_2 * 0,9 d \quad (1.18)$$

Considerando que la columna alcanza sus puntos de inflexión en la mitad de la altura, obtenemos de 1.17.

$$V_3 = V_4 = \frac{M_1 + M_2}{\ell_c} \quad (1.19)$$

Considerando que: $C1 = T1$ y $C2 = T2$

El cortante V_u en la sección a-a de la fig. 1.18, está dado por:

$$V_u = T_1 + T_2 - \frac{M_1 + M_2}{l_c} \quad (1.20)$$

La condición de diseño es: $V_u \leq \phi V_n$: donde $\phi = 0.85$ y V_n queda dado por:

$$V_n = \gamma \sqrt{f'_c} * b_j h \quad (1.21)$$

Dónde:

γ : es un factor que depende del confinamiento del nudo, proporcionado por las vigas que concurren a él.

b_j : es el ancho efectivo del nudo.

h : es la dimensión de la columna paralela a la dirección de la carga q produce corte en el nudo.

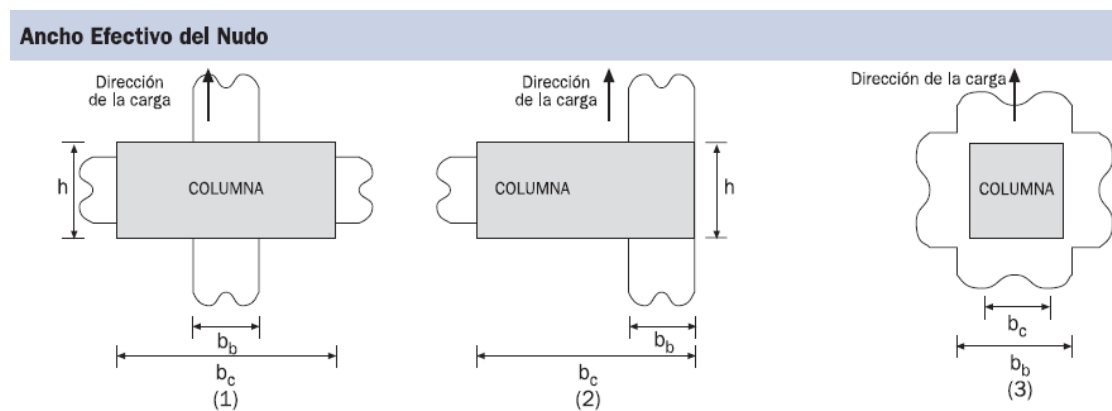


Figura 1.16 esquemas de tipos comunes de nudos.

En la Figura 1.16, se observan 3 condiciones que determinan el ancho del nudo,

$$(1) b_j = \frac{b_b + b_c}{2} \leq b_b + h$$

$$(2) b_j = \frac{b_b + b_c}{2} \leq b_b + \frac{h}{2}$$

$$(3) b_b = b_c$$

El factor γ de la operación 1.45 es:

$\gamma = 1.75$; para nudos concurrentes en las 4 caras.

$\gamma = 1.25$; para nudos concurrentes en las 3 caras o en 2 caras opuestas.

$\gamma = 1.0$; para otros casos.

Una vez analizadas las diferentes estructuras de hormigón y tomando en cuenta las especificaciones adoptadas por el Municipio de Rumiñahui se ha definido los elementos de hormigón armado tales como columnas, vigas, loseta orto poligonal, plintos aislados y combinados.

1.3.8 Conclusiones y Recomendaciones

- Para el caso de la cimentación se utilizara plintos aislados en la mayoría de las columnas, a excepción de los sitios donde se encuentran las juntas de construcción empleando para este caso el uso de plintos combinados, esto fue posible gracias a la gran capacidad portante de suelo.
- Las columnas serán para todos los casos circulares debido a los requerimientos de los planos arquitectónicos, variando el diámetro de las mismas dependiendo de las solicitaciones a las que esté sometida.

- Las vigas serán rectangulares descolgadas para de esta manera alcanzar un mejor comportamiento frente a la flexión.
- En el caso del graderío se aplicara el uso de losas bidireccionales, ortopoligonales apoyado en los cuatro lados y con refuerzo en ambos sentidos.

1.4 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE ESTRUCTURAS DE CUBIERTAS

1.4.1 Introducción

La propia característica del ser humano hace que este trate de mejorar el medio donde se desenvuelve en busca de condiciones de vida más favorables, de esta manera se ha desarrollado a través del tiempo técnicas constructivas adecuadas a las condiciones particulares de cada región, adaptándose a los materiales y condiciones climáticas de las mismas, tal es el caso de las construcciones en Caña Guadúa de Jörg Stamm a lo largo del Eje Cafetalero (Figura 1.17)



Figura 1.17 Construcciones en Bambú de Jörg Stamm.

<http://www-users.rwth-aachen.de/Christoph.Toenges/pix/kiosk2.jpg>

Con el desarrollo del ser humano a través del tiempo, es evidente que en la actualidad dispongamos de una gran variedad de técnicas y materiales, además del consecuente desarrollo en los métodos de diseño, los cuales buscan aprovechar de mejor manera las propiedades de los materiales.

En la actualidad las cubiertas están elaboradas en materiales cuyos pesos son relativamente bajos, como son las planchas de acero, acrílico y policarbonato.

1.4.2 Objetivos

- Determinar los tipos de estructuras existentes en la actualidad.
- Buscar la estructura más apropiada para implementarla.
- Buscar los elementos que presenten las mejores características.

1.4.3 Clasificación de las estructuras metálicas

Entre las formas más comunes de tipificar las estructuras metálicas, está la que toma como parámetro para la clasificación, la cantidad de acero que se utiliza en la construcción de la estructura, con relación al área de la misma; de esta manera distinguimos dos tipos de estructuras.

- Estructuras de acero pesadas.
- Estructuras de acero ligeras.

1.4.3.1 Estructuras de acero pesadas

Definimos como estructuras de Acero pesadas a aquellas en las cuales se utilizan para su construcción más de 35 Kg/m^2 , estas son características de los edificios de gran altura como es el caso de las Torres Madrid Arena (Figura

1.18). Los perfiles utilizados en estas estructuras tienen grandes secciones, con el propósito de soportar los esfuerzos producidos por las cargas que deben soportar.



Figura 1.18 Estructura de Acero Pesada, Torres Madrid Arena.

http://farm1.static.flickr.com/53/131969388_b98561c457_o.jpg

1.4.3.2 Estructuras de acero ligeras

A diferencia de las construcciones anteriores, estas estructuras tienen un peso reducido, debido principalmente a los perfiles utilizados, tienen secciones menores y toman configuraciones especiales con el fin de resistir las cargas de servicio, por ejemplo, la estructura construida para la terminal de la Metro Vía en Daule (Figura 1.19).



Figura 1.19 Estructura de Acero Ligera.

<http://www.hierroyaluminio.com/files/images/estructuras-desmontables-modulares.preview.jpg>

Estas estructuras las encontramos de manera generalizada en cubiertas, donde la existencia de grandes luces y áreas, hace necesaria la optimización de los elementos reduciendo el peso de los elementos estructurales.

Debido a esto, la utilización de cubiertas ligeras para el techado de distintos tipos de estructuras se ha masificado, además de su fácil transporte, montaje y un costo reducido respecto a otros sistemas.

Dentro de los principales modelos estructurales a disposición tenemos las cerchas metálicas en arco y las estéreo estructuras.

1.4.4 Cerchas metálicas en arco

Las correas además de descansar en las vigas de los pórticos pueden hacerlo en elementos principales denominados cerchas, los cuales transmiten el peso total de la cubierta a los elementos de apoyo y estas a los pilares.

Por su propia morfología estas estructuras trabajan básicamente ante esfuerzos de compresión, los cuales se traducen en fuerzas horizontales importantes en los apoyos, que deben ser controlados por estos elementos.

También los elementos pueden prolongarse hasta el nivel de cimentación, siendo en muchos casos lo más conveniente ya que a estos se les puede dar una forma apropiada de manera que las cargas se transmiten a los cimientos casi totalmente como fuerzas axiales de compresión.



Figura 1.20 Cercha para cubierta FERMAGRI SA.
<http://metaes.com/estructuras-metalicas>

La configuración en arco es muy ventajosa para tramos largos, especialmente cuando se necesita disponer de áreas libres muy extensas, como en la Figura 1.19.

1.4.5 Estructuras en tracción

El uso de cables y telas y su desarrollo contemporáneo, las ubica entre las más usadas en la presente arquitectura especialmente en los países con más cercanía a este alto desarrollo tecnológico.

Estructuras en general livianas y flexibles, que conservando estas características son aptas para cubrir grandes luces. La disposición formal del sistema estructural permite alcanzar el equilibrio soportando esfuerzos de tracción pura, como la estructura de la Figura 1.21.

Dada la flexibilidad de las mismas y su tendencia a cambiar de forma en la medida que se modifican los estados de carga, se requieren mecanismos de estabilización de la forma.



Figura 1.21 Estructura de Tracción.

http://www.estructuras4.com.ar/fotos_sitio_estructuras4/columbus_nocturno.jpg

1.4.6 Uniones soldadas

Método analítico

Este método se utiliza generalmente para hallar el espesor del cordón de una unión soldada, está basado en la teoría clásica de resistencia de materiales en

donde el esfuerzo es directamente proporcional a la carga aplicada e indirectamente proporcional al área analizada.

A continuación aplicaremos el cálculo analítico a una unión a tope sometida a una carga de tracción.

$$\sigma_{sold} = \frac{F}{area} \quad (1.22)$$

- σ_{sold} : Esfuerzo de la soldadura
 F : Carga aplicada sobre el cordón
 área : Menor área donde se aplica la carga

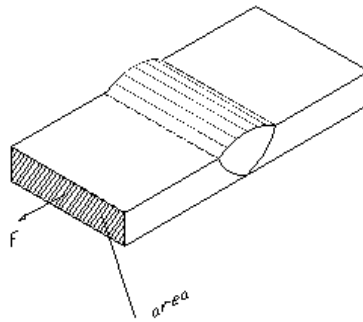


Figura 1.22 Esquema de soldadura

$$\sigma_{sold} \leq \sigma_{Sadm} = v \cdot v_2 \cdot \sigma_{adm} / F.S. \quad (1.23)$$

- σ_{sold} : Esfuerzo de la unión soldada
 v : Factor por el tipo de unión soldada
 v_2 : Factor por la calidad de la unión
 σ_{adm} : Esfuerzo de fluencia del material base
 σ_{Sadm} : Esfuerzo admisible de la unión soldada
 F.S. : Factor de seguridad

Tabla 1.2 Factor v de acuerdo al tipo de unión

Tipo de unión	clase de sollicitación	v estático
Tope	tracción	0.75
Tope	compresión	0.85
Tope	flexión	0.8
Tope	corte	0.65
Angulo	cualquier sollicitación	0.65

Tabla 1.3 Esfuerzos admisibles de soldaduras en surcos de penetración total.

TIPO DE SOLDADURA Y ESFUERZO	ESFUERZO ADMISIBLE
tensión nominal en el área efectiva	el mismo del acero de base
Corte sobre el área efectiva	30% del esfuerzo nominal a tensión del acero del acero

Tabla 1.4 Esfuerzos admisibles en acero de soldadura (electrodos)

TIPO	σ_{adm} (MPa)	σ_{adm} (Kg/cm ²)
E60xx	345	3518.02
E70xx	393	4007.48
E80xx	462	4711.09
E90xx	531	5414.69
E100xx	600	6118.3
E120xx	737	7515.31

http://materias.fi.uba.ar/6712M/Soldadura_por_Arco_con_Aporte.pdf

Tomando en cuenta las características de cada una de los tipos de estructuras de acero para cubiertas, así como también las características del proyecto arquitectónico, las especificaciones y recomendaciones generales, el modelo adoptado y el más conveniente para este tipo de diseño, es el uso de cerchas en arco con tubo circular.

- Para el caso de cerchas metálicas se utilizarán tubos circulares de existencia en el mercado nacional.

1.4.7 Sistema de apoyo

Los apoyos constituyen una de las partes más importantes en la modelación de las estructuras, ya que estos a más de dar la base desde la cual se generará el análisis, permiten una serie de combinaciones en función de sus características particulares, con el fin de optimizar los recursos en el diseño de los elementos estructurales.

1.4.7.1 Tipos de apoyos

En las estructuras, cualquiera sea el material de las que están constituidas, reconocemos tres tipos de apoyos principales, móviles, fijos y empotrados.

Empotramientos

Los empotramientos en estructuras metálicas son utilizados para los apoyos de columnas, ya que estos tienen restringidos los desplazamientos en sus ejes y sus respectivos giros.

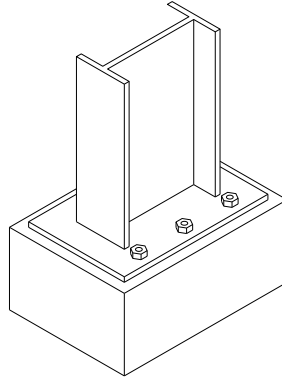


Figura 1.23 Apoyo tipo para columnas metálicas

1.4.7.2 Consideraciones de diseño

Debido a la configuración en arco de las estructuras, las cargas axiales predominan el diseño de los apoyos, además de la determinación de un espesor apropiado para resistir las reacciones laterales producidas en los apoyos, y el número de pernos a utilizar.

Se debe tomar en cuenta que la estructura está soportada sobre una estructura de hormigón, para lo cual se necesita de una placa de soporte para evitar que el hormigón bajo esta, sufra fisuras.

Con lo cual los apoyos tendrán tres aspectos importantes a resolver:

- a.** Determinación del espesor de la placa base.
- b.** Número de pernos a utilizar en el apoyo.
- c.** Revisión a tensión y cizallamiento del elemento de anclaje.

A. Espesor placa base

Para determinar este espesor, se supone que la placa está en voladizo, se toman momentos en relación a las dimensiones m , n , $\lambda n'$.

Como primer paso, se procede a determinar un área para la placa base A_1 , la cual en ningún caso será menor que el área de hormigón A_2 a cubrir, de esta manera comparamos con el área necesaria y verificamos.

Cuando el área de la placa es igual al área de hormigón:

$$A_1 = \frac{P_u}{\phi_c * 0.85 * f'_c} \quad (1.24)$$

Dónde:

P_u : fuerza axial mayorada.

ϕ_c : factor de reducción de resistencia.

f'_c : resistencia del hormigón.

En el caso de que el área de hormigón sea mayor que el área de la placa, se produce un aumento en la resistencia del hormigón bajo la placa, la cual está definida por la ecuación:

$$A_1 = \frac{P_u}{\phi_c * 0.85 * f'_c \sqrt{A_2/A_1}} \quad (1.25)$$

A1: área de hormigón

A2: área de la placa

Este aumento de la resistencia, hace que el área de la placa pueda ser reducida.

Posteriormente determinamos en base a la geometría la carga última P_u que puede resistir nuestra placa.

$$\phi_c * P_p = \phi_c (0.85 * f'_c * A_1) \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \quad (1.26)$$

P_p : fuerza axial en la placa.

La cual utilizamos para calcular el valor del coeficiente X

$$X = \left[\frac{4 * d * bf}{(d + bf)^2} \right] \frac{P_u}{\phi_c * P_p} \quad (1.27)$$

d : ancho efectivo.

bf : base.

Con el valor de X , calculamos λ y $\lambda n'$

$$\lambda = \frac{2\sqrt{X}}{1 + \sqrt{1 - X}} \quad (1.28)$$

$$\lambda n' = \frac{\lambda \sqrt{d * bf}}{4} \quad (1.29)$$

Con estos valores determinamos ℓ ,

$$\ell = \text{máx}(m, n, \lambda n') \quad (1.30)$$

Finalmente, el espesor de la placa está dado por la expresión

$$t_{req} = \ell \sqrt{\frac{2 * P_u}{0.9 * F_y * BN}} \quad (1.31)$$

B. Número de pernos a utilizar

El número de pernos a utilizar está en función del aplastamiento producido en los mismos debido a las reacciones laterales, determinamos la resistencia de cada uno y calculamos el número de pernos necesarios

$$P_{u \text{ perno}} = \phi * A_{trans} * F_y \quad (1.32)$$

C. Revisión de tensión y cizallamiento

Este cálculo se basa en dos alternativas, si:

$$F_u * A_{nt} \geq 0.6 F_u A_{nv} \quad (1.33)$$

$$\phi R_n = \phi [0.6 F_y A_{gv} + F_u A_{nt}] \quad (1.34)$$

En cuyo caso se produce fluencia por cortante y fractura por tensión

$$\text{Si} \quad 0.6 F_u * A_{nv} > F_u * A_{nt} \quad (1.35)$$

$$\phi R_n = \phi [0.6 F_u A_{nv} + F_y A_{gt}] \quad (1.36)$$

Se produce fluencia por tensión y fractura por cortante.

Adicionalmente se realiza una revisión de la tensión en el elemento de anclaje, así:

$$a) P_u = \phi_t F_y A_g \quad (1.37)$$

$$b) P_u = \phi_t F_u A_e \quad (1.38)$$

Y el valor de tensión que resista nuestro anclaje será el menor de las tres expresiones 1.13, 1.15, 1.16, 1.17.

Este control se lo realiza en los dos sentidos del apoyo, ya que las fuerzas en ambas direcciones tienen valores importantes.

1.4.8 Conclusiones y Recomendaciones

- Para el caso de los apoyos se aplicaran tanto fijos como móviles uno en cada lado de la cercha.
- La cercha será integrada por tubos circulares existentes en el mercado local.
- Se aplicaran una varilla circular lisa a manera de tensor para restringir la deformación de las cerchas.
- El material soportante de la cubierta será perfiles G por la superioridad en resistencia que presenta

1.5 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE TIPOS DE TECHOS

1.5.1 Introducción

La cubierta es una parte vital, dada su función protectora de las personas y sus bienes de las inclemencias del clima, la lluvia, los vientos fuertes. Por lo cual los materiales de la cubierta deben poseer las siguientes características:

- Impermeabilidad.
- Duración.
- Aislamiento térmico.
- Aislamiento acústico.
- Peso reducido.

Las cubiertas metálicas como complemento de esta construcción se han ido innovando en el mercado, y las alternativas van tomando una gran importancia en la industria de la construcción.

1.5.2 Objetivos

- Analizar los diferentes tipos de techado para encontrar el óptimo.
- Brindar a la estructura una protección contra la intemperie.
- Evitar el deterioro de los materiales y elementos que se encuentren dentro de la estructura.

1.5.3 El acero como material de techado

En nuestro medio, las alternativas para las cubiertas dan un paso adelante con la inclusión de nuevos materiales y tecnologías a finales de siglo.

La producción y comercialización de las láminas metálicas para su utilización como cubierta se hace evidente en la década de los 80, que es cuando la mayoría de las empresas ponen a disposición de los constructores una tecnología en la producción de productos para cubiertas, aunque muchas de ellas desde décadas anteriores ya comercializaban otro tipo de productos de acero.

Hoy estas empresas cuentan con una maquinaria moderna y con la experiencia adquirida en la concepción y puesta en marcha de las más modernas

tecnologías y los últimos avances que permiten, ofrecer productos idóneos a las necesidades del mercado nivel nacional.

1.5.4 Características

El sistema de techos de láminas metálicas se pueden separar en dos grupos: las cubiertas simples, que están formadas por una lámina de acero galvanizado corrugada, y las cubiertas aislantes, que son paneles prefabricados formados por dos láminas de acero galvanizado y un núcleo o relleno de poliuretano inyectado conformando un panel monolítico que garantiza el mayor aislamiento térmico acústico y rigidez estructural, permitiendo grandes ahorros en costos de estructuras.

El sistema para techos tipo panel tiene múltiples ventajas entre las cuales encontramos:

- Fácil manejo, transporte y colocación por su bajo peso.
- Gran durabilidad ya que el recubrimiento de color de ambos aceros es Poliéster Siliconado sobre un “primer” epóxico.
- Excelente aislante térmico.

En el mercado existen varios formatos de la cubierta tipo panel, dependiendo de la compañía que los produce y los comercializa.

Protección y Acabado

Tanto la impermeabilización como los materiales aislantes térmicos necesitan una protección y/o acabado, pues pueden ser atacados por los rayos U.V. Muchos materiales sintéticos ante la acción prolongada del sol, sufren pérdida

de su flexibilidad y, por la migración de sus plastificantes, se cuartean o simplemente se disgregan y degradan.

Las láminas metálicas utilizadas como cubiertas han surgido como una solución al creciente aumento de la construcción en la búsqueda de economía, flexibilidad, rapidez, ligereza y estilo.

Hay 3 tipos de recubrimientos del acero (Figura 1.23) que se usa especialmente para la construcción de planchas para cubiertas y paredes de acero, estos recubrimientos son:

- a. Galvalume.
- b. Galvanizado.
- c. Prepintado.



Figura 1.24 Tipos de terminado para planchas de Acero

A. Galvalume

El Aluzinc o también conocido como Galvalume es una aleación de aluminio, zinc y silicio con la que se recubre la superficie del panel (Figura 1.24), otorgándole diversas propiedades:

- Resistencia a la corrosión,
- Reflectividad lumínica y

- Protección a las áreas cortadas o perforadas.

Además, facilita la adherencia de la pintura. Todo esto cumpliendo especificaciones de la norma ASTM –A792, de calidad estructural.

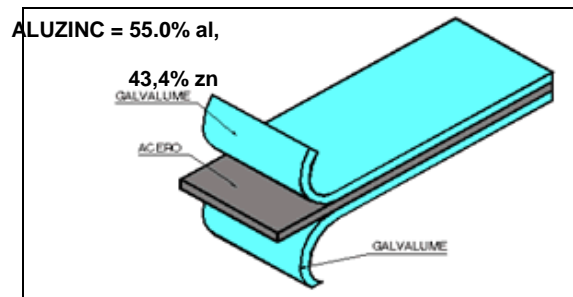


Figura 1.25 Estructura de plancha cubierta con Aluzinc.

El Aluzinc retiene una superficie atractiva que otorga un aspecto fino, liso, llano y con un brillo ligero, haciendo que el acabado sea más atractivo que el del galvanizado sin necesidad de pintar, tiene unas excelentes propiedades de reflexión, de hasta 315 grados centígrados, debido a su superficie brillante, así como su protección natural es 7 veces mejor que la del galvanizado convencional.

El Aluminio aporta una alta resistencia a la corrosión tanto atmosférica como a la producida por las altas temperaturas y también otorga la reflectividad térmica.

El Zinc protege mediante un fenómeno llamado "acción de sacrificio", oxidándose antes que el acero, también otorga formabilidad y protección galvánica al acero en caso de rozaduras, bordes de corte y otras áreas expuestas. El silicio le da una adherencia especial a la mezcla.

Estas planchas se producen con la más alta tecnología, mediante un proceso de inmersión en caliente de acuerdo a norma ASTM-A-792-86 AZ 50.

La vida útil de las planchas cubiertas con Aluzinc supera hasta en 7 veces a la del galvanizado convencional, dependiendo de las condiciones ambientales, incluso en una atmósfera muy industrial o en condiciones marinas extremas.

B. Pre pintado

El pre pintado es un recubrimiento que consiste en un proceso de pintura continua sobre una base de aluzinc o galvalume, que incluye limpieza, pre tratamiento químico, primer y un acabado de pintura uniforme y especial de tipo poliéster (Figura 1.25) Además el pre pintado tiene una capa de protección para evitar rayaduras y maltrato en el manipuleo, el mismo que es retirado una vez instalado. Todo este proceso cumple con las especificaciones de la norma ASTM-A755.

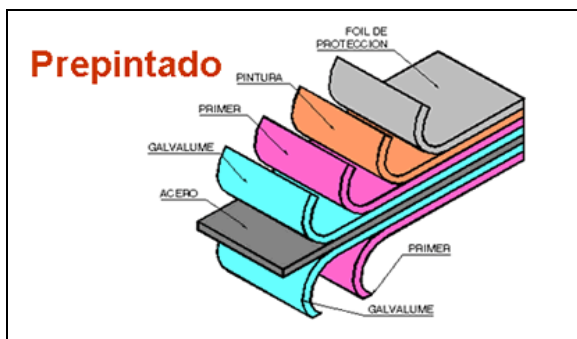


Figura 1.26 Esquema de protección por pre pintado.

C. Galvanizado por inmersión en caliente

El Galvanizado del acero es una práctica común en todo el mundo, en lo referente a la industria de la construcción, para proteger las piezas de acero que van a ser expuestas a condiciones ambientales adversas por un largo tiempo.

Se denomina Galvanizado por Inmersión en Caliente al proceso mediante el cual se obtienen recubrimientos sobre acero u otros materiales féreos por inmersión en un baño de zinc fundido.

Los sistemas que se utilizan para evitar la corrosión del hierro y el acero son esenciales para la utilización económica de estos metales como materiales de construcción. La prescripción en el proyecto de un buen sistema de protección supone una economía considerable, ya que se ahorran gastos de conservación y se evitan las interrupciones en el servicio, además de aumentar la vida útil del equipo, complemento o instalación.

En la mayoría de los casos, el sistema ideal para la protección del acero frente a la corrosión es un recubrimiento de zinc metálico aplicado por inmersión del acero en un baño de zinc fundido. Ningún otro procedimiento puede igualarlo por su seguridad, duración, bajos costos de conservación y economía a largo plazo.

Función del Zinc en la prevención de la corrosión.

El recubrimiento consiste en una progresión de capas de aleación zinc-hierro unidas metalúrgicamente al acero base.

Como una protección-barrera, el galvanizado provee un recubrimiento tenaz de zinc metalúrgicamente unido que cubre completamente la superficie del acero con una capa de aleación zinc-hierro la cual tiene mayor dureza que el acero base. Esto provee una capa exterior flexible con una adhesión más fuerte y una excepcional resistencia a la abrasión.

El recubrimiento de Galvanizado es más resistente al deterioro físico que una capa de pintura.

Aparte de que la totalidad de la superficie de las piezas queda recubierta tanto interior como exteriormente. Igualmente ocurre con las rendijas estrechas, los rincones y las partes ocultas de las piezas, que no quedan bien protegidas por otros tipos de recubrimientos.

Aislamiento

Para conseguir un aislamiento térmico y acústico, es posible colocar entre la lámina exterior y la capa de pendiente, un material aislante en forma de placas aislantes térmicas, que pueden ser de alguno de los tipos siguientes: espumas plásticas (poliuretano, poli estireno extruido, etc.); aglomerados vegetales (corcho, fibras de madera, etc.); placas minerales (vidrio celular, lana de vidrio, etc.)

Uno de los aislantes utilizado en estos paneles, es el poliuretano, que es un material plástico utilizado en la formación de muchas pinturas sintéticas de alto rendimiento y en espumas y en materiales elásticos.

Cuando se necesite proteger térmicamente el impermeabilizante es mejor colocar el aislamiento por encima, para lo cual es preciso que éste presente una absorción de agua mínima, como ocurre por ejemplo, con el poli estireno extruido. Tanto en el caso de que sirvan de base a la impermeabilización, como cuando la protegen superiormente, las placas aislantes térmicas siempre deben tener una resistencia a la compresión mínima.

Para determinar el tipo y espesor de la plancha a utilizar, los diferentes proveedores han elaborado tablas en función de la separación entre apoyos (correas) y las pendientes sobre las cuales estarán ubicadas.

Tomando en cuenta todos los tipos de material de techado existentes en el mercado y considerando la geometría del modelo, se ha propuesto la utilización de un panel del tipo trapezoidal tipo sándwich, para conseguir un aislamiento termo-acústico respecto al exterior.

1.5.5 Paneles aislantes

- Con aislamiento de poli estireno.
- Con aislamiento de poliuretano.
- Con aislamiento de lana de vidrio.
- Con aislamiento de lana de vidrio más foil retardante de vapor.

Con cualquiera de los materiales aislantes es posible instalar paneles tipo sándwich. Es decir: un panel de cualquier geometría Estilpanel en la cara superior, otro en la cara inferior y el material aislante en el interior.

Los materiales aislantes pueden tener diferentes espesores, de acuerdo a la necesidad y grado de aislamiento que se requiera.

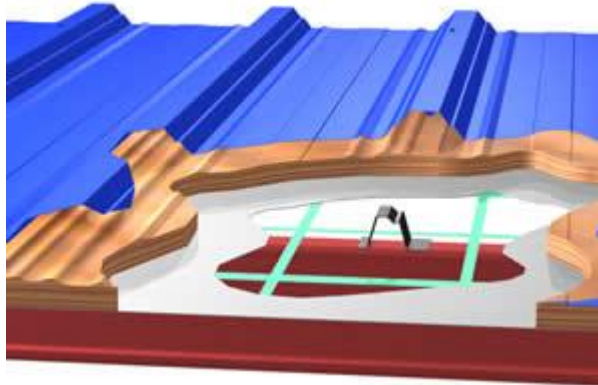


Figura 1.27 Panel Aislante Estilpanel.

1.5.6 Conclusiones y recomendaciones

- Se optó por la utilización del panel aislante por el requerimiento arquitectónico además por sus características tanto de acabado como de aislamiento y resistencia.

1.6 DETERMINACIÓN DE FUERZAS

1.6.1 Introducción

Una de las tareas más importantes es determinar de la manera más precisa posible el valor de las cargas que soportará la estructura durante su vida útil, así como su posición y también determinar las combinaciones más desfavorables que de acuerdo a los reglamentos pueda presentarse.

1.6.2 Objetivos

- Conocer los diferentes tipos de cargas y fuerzas que actúan sobre la estructura.
- Definir los diferentes estados y combinaciones de cargas.
- Establecer los parámetros y normas de análisis.

1.6.3 Tipos de cargas

- Cargas muertas.
- Cargas vivas.
- Viento.
- Sismo.

1.6.4 Cargas muertas o cargas permanentes

Denominamos cargas muertas aquellas que permanecen constantes en magnitud y ubicación durante la vida útil de la estructura; para los modelos consideraremos dentro de cargas muertas a las siguientes:

- Peso propio.
- Instalaciones.

Peso propio

Para este caso, la carga originada por el peso propio se determina con la ayuda del programa SAP2000, tomando en cuenta el peso de todos los elementos estructurales.

Instalaciones

Las instalaciones que se presentan en una construcción varían en torno a la funcionalidad que vaya tener la construcción, y entre ellas podemos mencionar las de iluminación, aire acondicionado, calefacción, desagües, sistemas de monitoreo general, sistemas contra incendios entre otras.

1.6.5 Cargas vivas

Son cargas que dependen directamente de la actividad humana (cargas de servicio) y se han normalizado dependiendo del tipo de estructura o la función que vaya a desempeñar, en el caso de H.A. estas cargas están directamente relacionadas con la utilización que se le dará a la estructura, así como también el número de personas que esta albergue. Para el caso de las estructuras metálicas es necesario establecer que junto con la resistencia, es necesario controlar su funcionamiento ante las cargas de servicio (deformaciones excesivas)

En el CEC2001, se supone que las cargas vivas actúan de forma vertical sobre el área horizontal proyectada, para los modelos utilizados, estas cargas son provocadas por los siguientes elementos

- Mantenimiento.
- Granizo.
- Ceniza.
- Temperatura.

- Temperatura

Esta depende directamente de la variación climática en la zona de implantación, se determinó que la carga de temperatura actúe como permanente, con una variación crítica positiva de 12°C, ya que al presentarse una dilatación en los elementos, se producen esfuerzos de compresión que en este caso son los más críticos.

1.6.6 Cargas de viento

Calculo de las cargas de viento según la norma ASCE 7-98

Las cargas ocasionadas por el viento son de naturaleza dinámica pero para facilitar el diseño se utilizan aproximaciones con cargas estáticas equivalentes. La mayor parte de los edificios y estructuras pueden utilizar este procedimiento y solo en casos especiales se requiere un análisis dinámico.

Para la utilización de cargas estáticas equivalentes se asume que la presión ocasionada por el viento es proporcional al cuadrado de la velocidad y se calcula para las superficies expuestas de una estructura. Debido a la configuración irregular de la tierra, la velocidad y dirección del viento es variable y presenta

turbulencias. Sin embargo, se asume que la edificación presenta una posición deformada debido a una velocidad constante y que vibra a partir de esta posición debido a la turbulencia. Una ecuación típica para representar la componente constante del viento es la que se indica a continuación y que tiene un término exponencial que es función de la altura de la edificación.

$$\bar{U}_{(z)} = \bar{U}_{ref} \left(\frac{z}{z_{ref}} \right)^\alpha \quad (1.39)$$

Nótese adicionalmente que el viento que impacta en la estructura impone cargas en la misma que varían tanto espacial como temporalmente. La fluctuación en la velocidad del viento se traduce en presiones positivas $Pw_{(z;t)}$ distribuidas en el edificio en la cara de barlovento, las correspondientes presiones negativas $Pl_{(zt)}$, se dan en la cara de sotavento de la estructura.

Una vez impactada la cara de barlovento, el viento es desviado alrededor de la estructura y si ésta tiene esquinas pronunciadas el viento no puede doblarlas y se separa produciendo sectores de presiones negativas (succión). Este flujo forma una lámina de corte y en la subsecuente interacción con la estructura genera pequeños vórtices, obsérvese la Figura 1.28 a continuación.¹

¹ <http://www.espe.edu.ec/portal/files/JORNADAS/Articulo16.pdf> PAG. 2

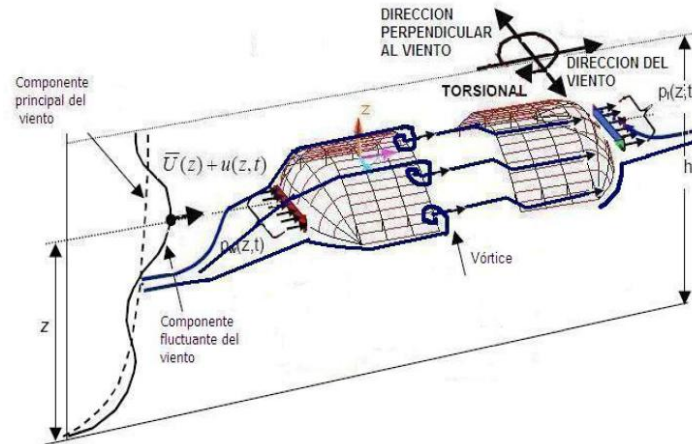


Figura 1.28 Descripción del viento principal y los efectos inducidos del viento en la estructura².

Las cargas simultáneas en las tres dimensiones sobre la estructura debidas a la interacción con el viento dan como resultado una respuesta con tres componentes que se denominan: **componente en la dirección del viento**, que produce un balanceo de la estructura en la dirección del viento. **La componente transversal a la dirección del viento**, genera un balanceo perpendicular a la dirección del viento y es producido por la presión en las caras laterales y los vórtices que se crean en los cambios de dirección de la estructura. Finalmente **la componente torsional**, que resulta del desbalance de las presiones en las caras de la estructura. Estas cargas de viento son mayores en estructuras asimétricas.

Como la presión del viento varía espacialmente sobre las caras de la estructura existe la posibilidad de encontrar regiones de altas presiones localizadas, esto es de particular importancia en el diseño de componentes y accesorios de la

² <http://www.espe.edu.ec/portal/files/JORNADAS/Articulo16.pdf> PAG.3

estructura, sin embargo lo más importante es el resultado integral de estas cargas ya que con estos valores se diseña el sistema estructural.

El procedimiento analítico recomendado por la Norma ASCE7-98 para evaluar los efectos producidos por la fuerza del viento es un análisis simplificado si los efectos producidos por la fuerza del viento no son fundamentales en el diseño, o un análisis completo, si por el contrario, las fuerzas de viento en algún sentido resultan determinantes en el diseño. Para este último, se consideran parámetros tales como la ubicación de la estructura, su altura, el área expuesta y la posición. Nótese que los códigos y normas internacionales han simplificado el análisis de las cargas de viento y el factor del efecto ráfaga a expresiones matemáticas proveyendo cargas estáticas equivalentes.

Forma simplificada para la determinación de cargas de viento

La acción del viento sobre una estructura depende de la densidad y velocidad del aire, de la dirección del viento, de la forma y rigidez de la estructura así como de la rugosidad de su superficie.

Las fuerzas del viento actúan como presiones sobre las superficies verticales a barlovento dependiendo de la pendiente y como succiones sobre superficies planas y superficies verticales o inclinadas a sotavento.

La acción del viento se traduce en una fuerza estática equivalente, la cual se puede calcular mediante la siguiente expresión presión del Viento de la ecuación de Bernoulli.

$$P_o = \frac{1}{2} * \rho * V^2 \quad (1.40)$$

Dónde:

ρ = densidad (se expresa en Kg/m³) $\approx 1,2$ Kg/m³

V = velocidad del viento (m/s)

De este modo, la expresión teórica finalmente queda $P_o = V^2 / 24$

Debido a que las superficies estructurales sobre las que actúa el viento no son aerodinámicas, los códigos de diseño utilizan una presión básica.

$$P_o = \frac{V^2}{16} [\text{Kg/m}^2] \quad (1.41)$$

Esta fuerza equivalente, se transforma en las respectivas fuerzas a barlovento y sotavento a través de las expresiones; las cuales consideran que el aire solo puede fluir por encima de la estructura, pues por debajo se encuentra el suelo.

$$W_{x_{\text{barlo.}}} = P_o [1,2 \cdot \text{Sen}(\alpha) - 0,4] \quad (1.42)$$

$$W_{x_{\text{sotav.}}} = P_o [1,2 \cdot \text{Sen}(-\alpha) - 0,4] \quad (1.43)$$

Donde α es el ángulo de inclinación de la cubierta, estas presiones son colocadas en forma distribuida en la superficie donde ejerce la presión del viento (Fig. 1.29).

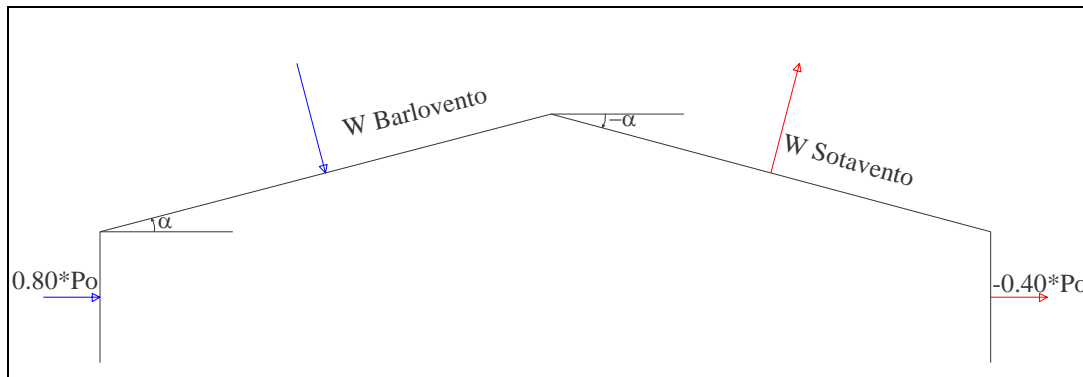


Figura 1.29: Presiones de viento sobre la estructura.

1.6.7 Fuerza sísmica

Las cargas sísmicas, son fuerzas de tipo inercial como consecuencia de la aparición de los movimientos sísmicos, estas cargas inducidas en las estructuras están en relación a su masa y elevación a partir del suelo; así como de las características dinámicas del terreno y de la capacidad de la estructura para disipar energía.

Las cargas sísmicas se pueden determinar como fuerzas estáticas horizontales equivalentes aplicadas en los centros de las masas de la estructura, aunque en ocasiones debido a la altura de las mismas, esbeltez o características especiales se hace necesario un análisis dinámico para determinar las fuerzas máximas a que estará sometida la estructura.

1.6.7.1 Uso del CEC-2001

Para el análisis de las fuerzas sísmicas, el CEC2001 propone dos métodos de diseño, un análisis estático equivalente mediante la determinación de un cortante Basal, el cual representa a la fuerza lateral total de diseño aplicada en la base de la estructura, resultado de la acción del sismo, y un procedimiento dinámico de cálculo de fuerzas basado en un espectro de respuesta elástico normalizado.

1.6.7.2 Análisis estático

Considerando a las cubiertas como un caso especial de estructura, el cálculo de las fuerzas laterales mínimas a las que está sujeta este tipo de estructura, viene dada por el mayor valor de las siguientes expresiones.

$$V = \frac{ZIC}{R\Phi_e\Phi_p}W \quad (1.44)$$

Siendo Z, el factor correspondiente a la zona sísmica donde se encuentra la estructura, I el factor de importancia de la estructura, C es el coeficiente en base al tipo suelo, W es el peso de la estructura, R el factor de reducción de las cargas sísmicas el cual varía según el tipo de estructura Φ_e factor de elevación, Φ_p factor de planta.

1.6.7.3 Análisis modal espectral

Este análisis se basa en un análisis dinámico elástico de la estructura, los cuales combinan las máximas respuestas de los modos de vibración de la misma, estas respuestas se calculan utilizando las ordenadas de un espectro de respuesta apropiado, que correspondan a los periodos de los modos de vibración.

Para el diseño de las estructuras, es necesario aplicar un factor de reducción al espectro elástico, tomando en cuenta que en ningún caso se deberán reducir los valores de manera que el cortante basal de diseño sea menor que el cortante basal de respuesta elástica dividido para R , esto se aplicará siempre que la estructura sea diseñada cumpliendo con todos los requisitos de diseño sismo resistente.

1.6.7.4 Espectro de respuesta elástico

Se define el espectro como la máxima respuesta en valor absoluto de un conjunto de sistemas de un grado de libertad del mismo material ante un sismo determinado.

Para el caso de un espectro de respuesta elástico, se obtienen a partir de la siguiente ecuación diferencial:

$$m\ddot{q} + c\dot{q} + kq = -m\ddot{U}_g \quad (1.45)$$

Dónde:

m = masa;

c = amortiguamiento;

k = rigidez del sistema de un grado de libertad,

q = respuesta en el tiempo de desplazamiento;

\dot{q} = respuesta en el tiempo de velocidad;

\ddot{q} = respuesta en el tiempo de aceleración y

\ddot{U}_g = aceleración del suelo.

Debido a que la rigidez k es constante, lo que significa que la masa no recibe daño alguno sin importar la intensidad del sismo.

Esto no es cierto, ya que las estructuras generalmente reciben un cierto daño, de manera que al utilizar espectros inelásticos estamos aceptando este daño en nuestras estructuras.

Se pueden obtener espectros de respuesta elásticos de desplazamientos, velocidades y aceleraciones, encontrando las máximas respuestas en valor absoluto de $q(t)$, $\dot{q}(t)$ y $\ddot{q}(t)$, a estas respuestas máximas se las denomina con las letras S_d , S_v y S_a .

Para la obtención de un espectro de diseño, se debe disponer de una serie de registros sísmicos, los cuales son clasificados de acuerdo al lugar en que fueron registrados, debido a que la forma del espectro depende mucho del tipo de suelo.

Después de la clasificación se procede a obtener los espectros de respuesta para cada evento, posteriormente con la ayuda de herramientas estadísticas, se procede a determinar el espectro de diseño.

Como podemos darnos cuenta, la elaboración de un espectro de diseño resulta una tarea mecánica, ya que en la actualidad se dispone de paquetes computacionales que facilitan en gran manera el trabajo, sin embargo la dificultad de esto, radica en la disponibilidad de los registros sísmicos, ya que se necesita que estos cumplan ciertos requerimientos, como que su aceleración sea superior a 0.1 veces la aceleración de la gravedad, por lo que en muchos casos es necesario normalizar sismos pequeños a valores más altos, en el caso del Ecuador, a 0.4g.

En el CEC2000, se tiene un espectro de aceleraciones (Figura 1.29), el mismo que ha sido calculado para un 10% de probabilidad de excedencia, y asumiendo que el coeficiente de importancia es igual a 1.3.

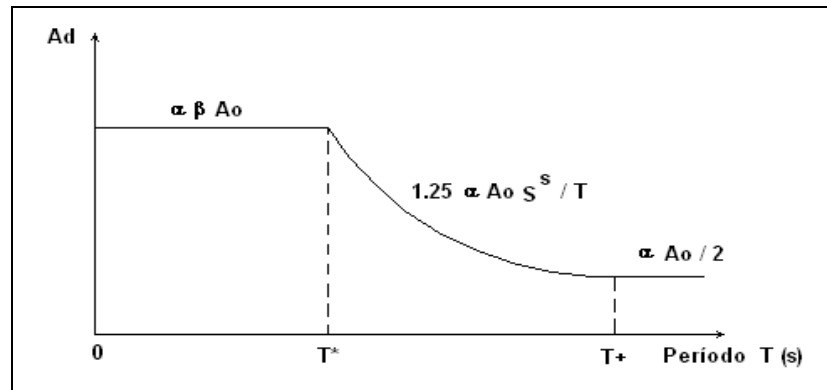


Figura 1.30 Espectro Elástico del CEC 2000.

1.6.8 Conclusiones y recomendaciones

Se utilizará el CEC 2001 como norma base para la aplicación de código y reglamentaciones generales en el cálculo de la estructura.

CAPÍTULO II

CÁLCULO Y DISEÑO DE CUBIERTAS

RESUMEN

En el presente capítulo se genera el modelo matemático de la estructura de cubierta con el respectivo análisis de las cargas (carga muerta, carga viva, carga sísmica, cargas de viento) que sobre esta actúan, así como también el resumen de los resultados de los elementos que conforman la cubierta con sus respectivas deflexiones.

2.1 CONSIDERACIONES DE DISEÑO

a. GEOMETRÍA DEL MODELO ESTRUCTURAL

Dado que la geometría de la cubierta es definida, tomando las consideraciones respectivas y adoptando las condiciones de la arquitectura, se ha optado por utilizar materiales de secciones circulares para las vigas principales y cordones, ya que este tipo de sección es óptima y eficiente.

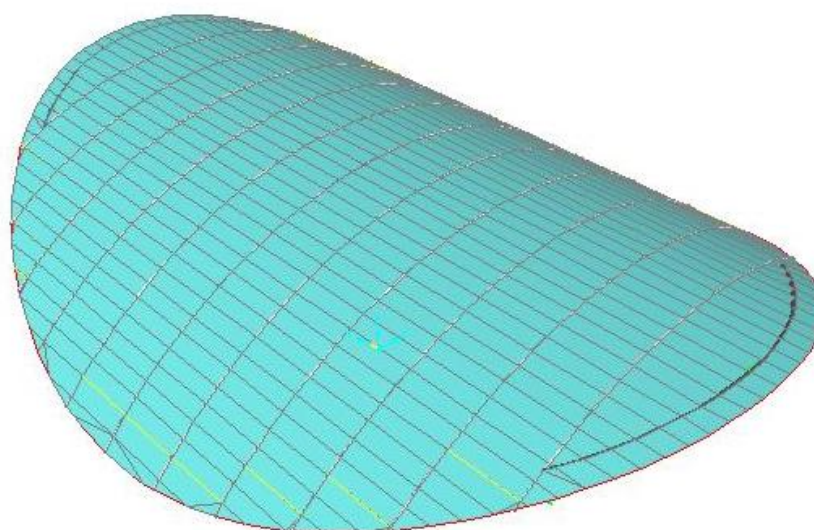


Figura 2.1 Modelo de la Cubierta en SAP 2000.

Para el caso de las vigas principales se optó por tubos circulares de acero A-36 tanto en cordones inferiores y superiores como en los elementos de tejido. El espesor de los perfiles varía dependiendo de la ubicación del elemento y de las solicitaciones que sobre este actúan.

Las correas o elementos de arriostamiento, están conformados por perfiles G, para el caso de los apoyos están considerados 2 tipos, uno fijo y uno móvil: se ha optado por colocar un material de cubierta el cual posee características termo-acústicas, para lo cual se ha adoptado el panel de la gama EstilPanel AR-2000 tipo sándwich, cuyo proveedor es Novacero.

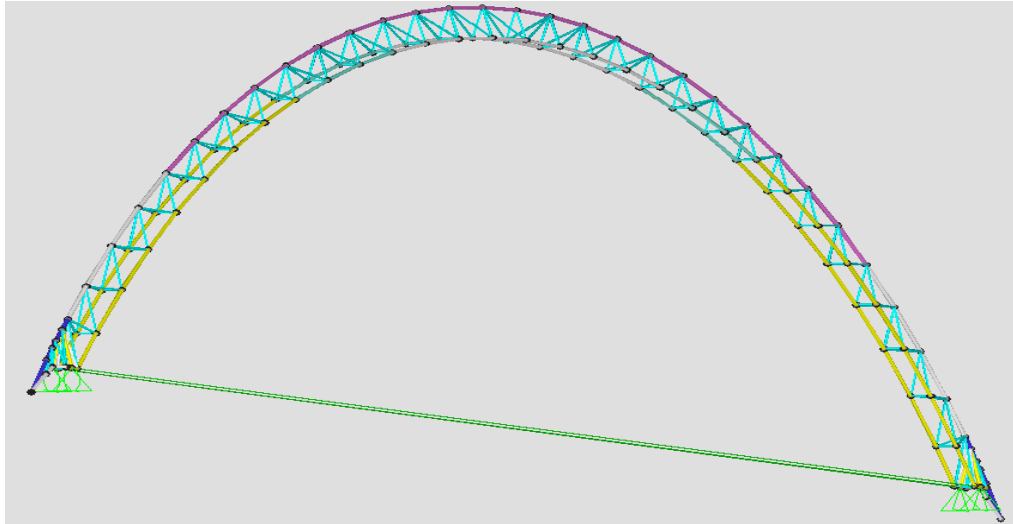


Figura 2.2 Modelo de la cercha numero 7 SAP 2000.

La geometría cuenta básicamente con 15 cerchas que describen un segmento de circunferencia paralelo al eje transversal de la edificación, existiendo también cerchas plana en el sentido longitudinal que sirve de arriostramiento, para la estructura.

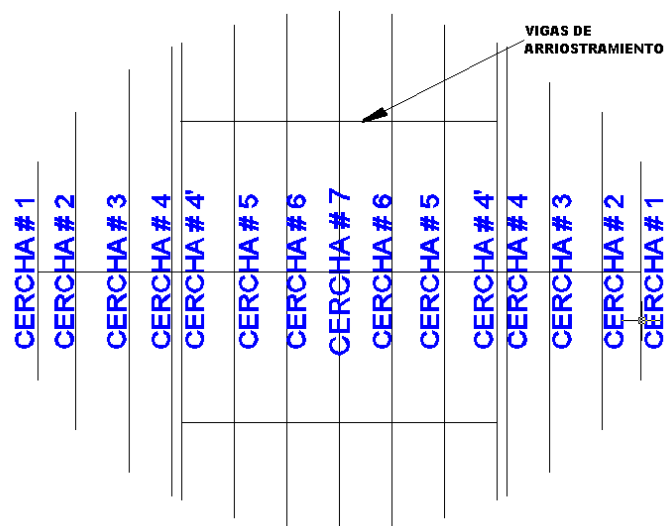


Figura 2.3 Ubicación cerchas.

Las cerchas poseen una sección variable a lo largo de su luz, partiendo todas de una altura de 1.0m. A continuación se muestra la altura de la cercha en la parte central.

Tabla 2.1 Geometría cercha

Cercha	Luz	Altura
1	14.04	0.60
2	25.25	0.60
3	35.40	0.65
4	40.25	0.70
4'	41.14	0.70
5	44.79	0.75
6	46.84	0.80
7	47.50	0.80

La luz presentada está considerada como la distancia existente entre apoyos.

b. RESUMEN DE CARGAS.

A. Carga muerta

Peso Propio.- El programa ingresa directamente el peso propio de los elementos (DEAD).

Techado.- Como carga permanente escogemos el panel metálico AR-2000 de $e=0.4\text{mm}$, los paneles con esta características 3.6 kg/m^2 por considerarse un panel termo acústico en el cual su configuración es tipo sándwich conformado por dos paneles metálicos y en su interior un aislante. Finalmente aproximo a 10 kg/m^2 .

Instalaciones.- al ser un proyecto de gran importancia se asume un valor de 10kg/m^2 .

CM= 20 kg/m^2 , nota: en CM considera efecto de traslapes y accesorios.

TIPO	INCLUYE	
VIVA	Permanente o por Emergencia	
MUERTA	Peso propio, Cargas permanentes	
VIENTO	Factores climáticos	
MARCADOR ELECTRÓNICO	Especificaciones Fabricante	
TIPO	VALOR	OBSERVACIONES
VIVA	60 Kg/m^2	CEC 2001
MUERTA	20 Kg/m^2	CEC 2001
VIENTO	100 Km/h	Experiencia de Campo
MARCADOR ELECTRÓNICO	100 Kg	Especificaciones Fabricante

B. Determinación de la fuerza de viento

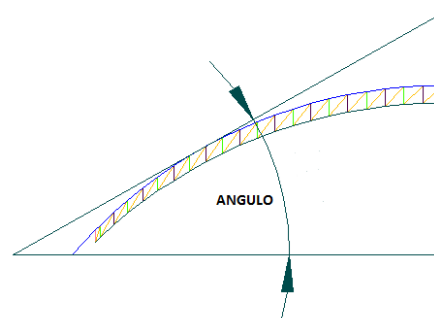
V=100 km/h

$\alpha = 29^\circ$

Anchos Cooperantes

A= 5.133m

B= 1.76m



$$P_o = \frac{V^2}{16} = \frac{\left(100 * \frac{1000}{3600}\right)^2}{16} = 48.22 \text{ [Kg/m}^2\text{]}$$

$$Wx_{\text{barlo.}} = P_o [1,2.\text{Sen}(\alpha) - 0,4] = 48.22 [1,2.\text{Sen}(29) - 0,4] = 8.766 \text{ [Kg/m}^2\text{]}$$

$$Wx_{\text{barlo.}} = 8.76 \times A \times B = 8.76 \times 5.133 \times 1.76 = 79.19 \text{ Kg}$$

$$Wx_{\text{sotav.}} = P_o [1,2.\text{Sen}(-\alpha) - 0,4] = 48.22 [1,2.\text{Sen}(-29) - 0,4] = -47.346 \text{ kg}$$

$$Wx_{\text{barlo.}} = -47.346 \times A \times B = -47.346 \times 5.133 \times 1.76 = -427.73 \text{ Kg}$$

A continuación se presenta la tabla de cargas de viento aplicadas para cada correa en función del ángulo de aplicación de la carga.

Tabla 2.2 Cargas en Nudos (cercha # 7)

CARGAS EN NUDOS					
NUDO	ANGULO DE ROTACION DE CORREA EN NUDO	ANGULO DE ROTACION DE CORREA EN NUDO	SEPARACION ENTRE CERCHAS	ANCHO COOP.	WIND
	°	°	m	m	kg
1	-48	48	5,13	0,6	73,04
77	-47	47	5,13	1,17	138,33
80	-45	45	5,13	1,76	195,41
82	-41	41	5,13	1,76	168,72
83	-38	38	5,13	1,76	147,60
84	-35	35	5,13	1,76	125,60
85	-32	32	5,13	1,76	102,78
86	-29	29	5,13	1,76	79,19
87	-26	26	5,13	1,76	54,91
88	-23	23	5,13	1,76	30,01
89	-20	20	5,13	1,76	4,54
90	-17	17	5,13	1,76	-21,41
91	-14	14	5,13	1,76	-47,79
92	-11	11	5,13	1,76	-74,51
93	-8	8	5,13	1,76	-101,51
94	-5	5	5,13	1,76	-128,70
95	-2	2	5,13	1,76	-156,02
96	0	0	5,13	1,76	-174,27
115	2	-2	5,13	1,76	-192,51
114	5	-5	5,13	1,76	-219,83
113	8	-8	5,13	1,76	-247,03
112	11	-11	5,13	1,76	-274,02
111	14	-14	5,13	1,76	-300,75
110	17	-17	5,13	1,76	-327,12
109	20	-20	5,13	1,76	-353,08
108	23	-23	5,13	1,76	-378,54
107	26	-26	5,13	1,76	-403,45
106	29	-29	5,13	1,76	-427,73
105	32	-32	5,13	1,76	-451,31
104	35	-35	5,13	1,76	-474,14
103	38	-38	5,13	1,76	-496,14
102	41	-41	5,13	1,76	-517,26
100	45	-45	5,13	1,76	-543,95
97	47	-47	5,13	1,17	-370,03
47	48	-48	5,13	0,6	-191,86

C. Análisis estático equivalente

Considerando las cubiertas como un caso especial de estructura, el cálculo de las fuerzas laterales mínimas a las que estará sujeta este tipo de estructura, viene dado por el mayor valor obtenido con las expresiones descritas en el CEC 2001.

Los valores de Z , R e I , son tomados de las tablas propuestas en el CEC 2001, en la parte 1 de Requisitos Generales de Diseño.

$$V = \frac{Z.I.C}{R.\Phi_p \Phi_e}.W \quad (2.1)$$

Dónde:

Z: factor de zona sísmica = 0.4

I: tipo de uso, destino e importancia de la estructura = 1.3

C: representa la forma del espectro de respuesta elástico = 1.47

R: factor de reducción de respuesta estructural = 7

Φ_p : coeficiente de configuración en planta = 0.9

Φ_e : coeficiente de configuración en elevación = 0.9

$V = 0.135W$

c. **COMBINACIONES DE CARGA**

A apoyados el código AISC con el método ASD-01, referente a estructuras metálicas, obtenemos los siguientes combos o combinaciones de cargas.

$$\begin{aligned}
 &D+L \\
 &0.75(D+L\pm W) \\
 &0.75(D+L\pm E) \\
 &0.75(D\pm W) \\
 &0.75(D\pm E)
 \end{aligned}$$

DONDE:

D: carga permanente.

L: carga muerta.

W: carga de viento.

E: carga sísmica.

2.2 **EJEMPLO DE APLICACIÓN EN LA CERCHA NUMERO 7**

El resumen de tablas, chequeos y comprobaciones de resultados obtenidos, se aplicara en función a los datos obtenidos del programa SAP-2000 para la cercha numero 7

2.2.1 **Resultados de la estructura**

La configuración en arco de las cerchas de esta estructura, genera esfuerzos de compresión altos en los elementos que se encuentran más próximos a los apoyos.

Para este modelo los apoyos se consideraron de tipo fijo en un extremo de la cercha, restringiendo los 3 desplazamientos y liberando los giros, mientras que en el otro extremo se considera apoyos de tipo móvil, restringiendo 2 desplazamientos y liberándolo en el sentido paralelo al eje longitudinal de la cercha, se considera que los nudos de la estructura absorben cargas axiales y liberados tanto de momentos como de efectos de flexión, ya que la unión de los elementos se la realiza mediante soldadura, por lo tanto durante la

modelación no se liberaron las acciones de flexión presentes en los elementos por acción de las cargas.

Sin embargo a pesar de que se modelo la estructura con nudos rígidos, las fuerzas predominantes para el diseño de los elementos estructurales son las fuerzas axiales, ya que representan más del 90% de los esfuerzos totales que resisten los elementos.

A continuación se tabularon los resultados de las cerchas.

2.2.2 Fuerzas axiales

Para una mejor apreciación de los datos obtenidos se dividirán las cerchas en la mitad debido a que se trata de cerchas simétricas, tanto en geometría como en distribución de cargas

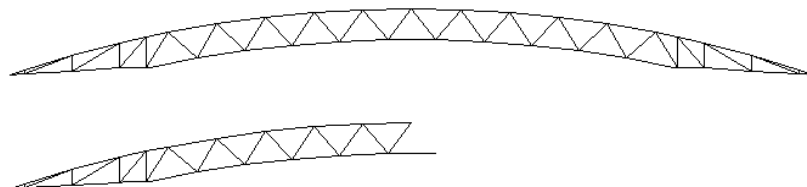


Figura 2.4 División de las cerchas para análisis.

Debido a la extensa cantidad de elementos que poseen las cerchas de procederá a dividir a la misma en sectores, tal como se muestra en la siguiente figura.



Figura 2.5 Sectores de la cercha para numeración.

Los elementos sometidos a flexo compresión con un eje de simetría deben cumplir con las siguientes condiciones.

$$\frac{f_a}{F_{ADM}} + \frac{C_{mx} \cdot f_{bx}}{\left[1 - \frac{f_a}{F' e_x}\right] \cdot F_{bx}} \leq 1.00 \quad \text{CONDICIÓN 1}$$

$$\frac{f_a}{F_{ao}} + \frac{f_{bx}}{F_{b1x}} \leq 1.00 \quad \text{CONDICIÓN 2}$$

Dónde:

F_{ADM}: esfuerzo de compresión admisible bajo cargas concéntricas incluyendo efectos de pandeo por flexión y torsión.

$$F' e_x = \frac{12\pi^2 \cdot E}{23(kL/r_x)^2}$$

r_x: radio de giro respecto al eje x.

E: módulo de elasticidad del acero.

kL/r: relación de esbeltez del elemento.

F_a: esfuerzo axial de diseño.

C_{mx}: coeficientes de interacción de momentos extremos de barra, para miembros en pórticos que pueden sufrir traslación = 0.85.

F_{bx}: esfuerzo máximo admisible por flexión pura alrededor del eje x.

f_{bx}: esfuerzo de diseño por flexión alrededor del eje x.

F_{ao}: esfuerzo admisible por carga axial concéntrica cuando la longitud de pandeo es 0.

F_{b1x}: esfuerzo admisible por flexión cuando se excluye el efecto de pandeo lateral.

F_b: esfuerzo máximo admisible si existe solamente flexión sin cargas axiales.

Fy	2400	kg/cm2	
E	2100000	kg/cm2	
Ft	1440	kg/cm2	ESFUERZO MÁXIMO ADMISIBLE POR TRACCIÓN
Fb	1440	kg/cm2	ESFUERZO MÁXIMO ADMISIBLE POR FLEXIÓN
K	1		LONGITUD EFECTIVA
Cc	131		ESBELTEZ CRITICA POR PANDEO
Cm	1		COEFICIENTE DE INTERACCIÓN DE MOMENTOS EXTREMOS DE LAS BARRAS

Tabla 2.3 Fuerzas axiales, momentos y diseño de elementos en cercha número 7

CORDÓN INFERIOR

NUMERO DE ELEMENTO	LONGIUTUD (cm)	TIPO	P (kg)	M2 kg cm	M3 kg cm	PERFIL SELECCIONADO		fbx kg/cm2	fbx kg/cm2	Fb kg/cm2	F'e kg/cm2	CONDICIÓN		CONDICIÓN								
																			1	2	1	2
1	0	Max	425,53	0,00005836	257,77	T	8	O 3"x2	6,92503E-06	30,58713245	1670	1,08137E+35	0,06	0,06	O.K.	0,08	0,08	O.K.				
	47,049	Max	426,24	0,000165	49,85	T	8	O 3"x2	1,9579E-05	5,915228896	1440	33643,81175	0,06	0,06	O.K.	0,07	0,07	O.K.				
	94,097	Max	426,96	0,0002749	188,18	T	8	O 3"x2	3,26198E-05	22,32954411	1440	8411,13171	0,06	0,06	O.K.	0,08	0,08	O.K.				
	0	Min	-675,09	-0,00005836	-139,15	C	8	O 3"x2	6,92503E-06	16,51161687	1440	1,08137E+35	0,10	0,10	O.K.	0,11	0,11	O.K.				
	47,049	Min	-674,38	-0,000165	-127,33	C	8	O 3"x2	1,9579E-05	15,10904905	1384,159189	33643,81175	0,10	0,10	O.K.	0,12	0,11	O.K.				
	94,097	Min	-673,66	-0,0002749	-575,26	C	8	O 3"x2	3,26198E-05	68,26067352	1307,546837	8411,13171	0,11	0,10	O.K.	0,16	0,15	O.K.				
2	0	Max	586,8	0,0003636	967,1	T	8	O 3"x2	4,3145E-05	114,7566272	1440	1,08137E+35	0,09	0,09	O.K.	0,17	0,17	O.K.				
	18,895	Max	587,09	0,00007963	350,86	T	8	O 3"x2	9,44894E-06	41,63324394	1440	208598,9875	0,09	0,09	O.K.	0,12	0,11	O.K.				
	37,791	Max	587,38	0,0003009	1423,64	T	8	O 3"x2	3,5705E-05	168,9299191	1440	52146,98701	0,09	0,09	O.K.	0,21	0,20	O.K.				
	0	Min	-981	-0,0003636	-730,09	C	8	O 3"x2	4,3145E-05	86,63288796	1440	1,08137E+35	0,15	0,14	O.K.	0,21	0,20	O.K.				
	18,895	Min	-980,71	-0,00007963	-583,15	C	8	O 3"x2	9,44894E-06	69,19690533	1420,27907	208598,9875	0,15	0,14	O.K.	0,20	0,19	O.K.				
	37,791	Min	-980,42	-0,0003009	-2141,57	C	8	O 3"x2	3,5705E-05	254,1198946	1396,889145	52146,98701	0,15	0,14	O.K.	0,33	0,32	O.K.				
3	0	Max	334,3	1052,48	595,24	T	10	O 3"x4	67,62011231	38,24319289	1440	1,08137E+35	0,07	0,07	O.K.	0,05	0,05	O.K.				
	28,284	Max	334,3	492,44	1659,63	T	10	O 3"x4	31,63846164	106,6285031	1440	88349,98513	0,05	0,05	O.K.	0,10	0,10	O.K.				
	0	Min	-556,88	-556,12	-1338,97	C	10	O 3"x4	35,7297971	86,02662452	1440	1,08137E+35	0,07	0,07	O.K.	0,10	0,10	O.K.				
	28,284	Min	-556,88	-876,21	-15,3	C	10	O 3"x4	56,29505416	0,982999884	1408,170687	88349,98513	0,08	0,08	O.K.	0,04	0,04	O.K.				
4	0	Max	247,68	447,89	2419,16	T	10	O 3"x4	28,77619727	155,4270588	1440	1,08137E+35	0,04	0,04	O.K.	0,13	0,13	O.K.				
	30	Max	247,68	101,66	-203,25	T	10	O 3"x4	6,53148812	13,05847886	1440	78531,81385	0,02	0,02	O.K.	0,03	0,03	O.K.				
	0	Min	-322,08	-894,64	183,58	C	10	O 3"x4	57,47915141	11,79471365	1440	1,08137E+35	0,06	0,06	O.K.	0,03	0,03	O.K.				
	30	Min	-322,08	-389,23	-16146,7	C	10	O 3"x4	25,00738856	1037,398969	1405,961968	78531,81385	0,04	0,04	O.K.	0,76	0,74	O.K.				
5	0	Max	1162,75	431,14	106,63	T	10	O 3"x4	27,70003726	6,850802462	1440	1,08137E+35	0,11	0,11	O.K.	0,09	0,09	O.K.				
	30	Max	1162,75	94,23	9659,41	T	10	O 3"x4	6,054122817	620,6012361	1440	78531,81385	0,09	0,09	O.K.	0,52	0,52	O.K.				
	0	Min	-1187,84	-323,08	-20595,4	C	10	O 3"x4	20,75735965	1323,220642	1670	1,08137E+35	0,10	0,10	O.K.	0,88	1,00	O.K.				
	30	Min	-1187,84	-233,04	567,84	C	10	O 3"x4	14,97243745	36,48278786	1405,961968	78531,81385	0,10	0,10	O.K.	0,12	0,11	O.K.				
6	0	Max	149,09	193,69	6258,14	T	10	O 3"x4	12,44426455	402,075222	1440	1,08137E+35	0,02	0,02	O.K.	0,29	0,29	O.K.				
	69,167	Max	151,71	69,03	1908,53	T	10	O 3"x4	4,435064184	122,6199196	1440	14773,73345	0,01	0,01	O.K.	0,10	0,10	O.K.				
	138,334	Max	154,34	24,57	167,1	T	10	O 3"x4	1,578582167	10,7359007	1440	3693,433364	0,01	0,01	O.K.	0,02	0,02	O.K.				
	0	Min	-7121,11	20,39	147,76	C	10	O 3"x4	1,310024029	9,493337445	1440	1,08137E+35	0,55	0,54	O.K.	0,55	0,54	O.K.				
	69,167	Min	-7117,61	-6,69	86,6	C	10	O 3"x4	0,429821518	5,563907842	1347,562516	14773,73345	0,58	0,54	O.K.	0,59	0,54	O.K.				
	138,334	Min	-7114,11	-65,58	-2680,72	C	10	O 3"x4	4,213407347	172,2318595	1211,016075	3693,433364	0,65	0,54	O.K.	0,83	0,66	O.K.				
7	0	Max	1053,03	33,11	-187,96	T	10	O 3"x4	2,127263148	12,07612146	1440	1,08137E+35	0,08	0,08	O.K.	0,09	0,09	O.K.				
	90,501	Max	1056,3	3,52	361,41	T	10	O 3"x4	0,226154222	23,21999923	1440	8629,415528	0,08	0,08	O.K.	0,10	0,10	O.K.				
	181,002	Max	1059,56	36,92	588,09	T	10	O 3"x4	2,372049394	37,78381712	1440	2157,353882	0,08	0,08	O.K.	0,11	0,11	O.K.				
	0	Min	-7184,07	-86,93	-1987,17	C	10	O 3"x4	5,5851098	127,6724105	1440	1,08137E+35	0,55	0,54	O.K.	0,64	0,63	O.K.				
	90,501	Min	-7179,72	-29,33	-984,69	C	10	O 3"x4	1,884404353	63,26471609	1309,730854	8629,415528	0,61	0,54	O.K.	0,66	0,58	O.K.				
	181,002	Min	-7175,37	-26,08	-974,95	C	10	O 3"x4	1,675597188	62,63893708	1108,075041	2157,353882	0,72	0,54	O.K.	0,80	0,58	O.K.				

8	90,001	Max	2058,63	5,82	695,19	T	10	O 3"x4	0,373925446	44,66481631	1440	8725,563192	0,16	0,16	O.K.	0,19	0,19	O.K.
	180,003	Max	2061,67	16,79	725,83	T	10	O 3"x4	1,078729938	46,63338602	1440	2181,366561	0,16	0,16	O.K.	0,19	0,19	O.K.
	0	Min	-7326,48	-14,75	-867,59	C	10	O 3"x4	0,947663287	55,74123331	1440	1,08137E+35	0,56	0,55	O.K.	0,60	0,59	O.K.
	90,001	Min	-7323,44	-0,33	-989,79	C	10	O 3"x4	0,021201958	63,59238271	1310,663173	8725,563192	0,62	0,55	O.K.	0,67	0,60	O.K.
9	180,003	Min	-7320,44	-31,27	-1446,93	C	10	O 3"x4	2,009046169	92,9628773	1110,637656	2181,366561	0,73	0,55	O.K.	0,86	0,62	O.K.
	0	Max	2893,43	33,01	476,21	T	10	O 3"x4	2,120838313	30,59571078	1440	1,08137E+35	0,22	0,22	O.K.	0,24	0,24	O.K.
	89,595	Max	2896,25	0,91	907,41	T	10	O 3"x4	0,058466006	58,29960295	1440	8804,822196	0,22	0,22	O.K.	0,26	0,26	O.K.
	179,189	Max	2899,07	17,73	992,13	T	10	O 3"x4	1,139123395	63,74272387	1440	2201,230118	0,22	0,22	O.K.	0,27	0,26	O.K.
10	0	Min	-8037,06	-21,64	-1324,54	C	10	O 3"x4	1,390334477	85,09952071	1440	1,08137E+35	0,62	0,61	O.K.	0,67	0,66	O.K.
	89,595	Min	-8034,24	-3,44	-1279,53	C	10	O 3"x4	0,221014353	82,20770209	1311,418635	8804,822196	0,68	0,61	O.K.	0,74	0,66	O.K.
	179,189	Min	-8031,42	-34,15	-1580,99	C	10	O 3"x4	2,194081441	101,5760122	1112,720394	2201,230118	0,80	0,61	O.K.	0,95	0,68	O.K.
	0	Max	3555,45	39	778,93	T	10	O 3"x4	2,50568598	50,04497385	1440	1,08137E+35	0,27	0,27	O.K.	0,31	0,30	O.K.
11	89,261	Max	3558,04	1,57	974,39	T	10	O 3"x4	0,100869923	62,60295799	1440	8870,837872	0,27	0,27	O.K.	0,32	0,31	O.K.
	178,522	Max	3560,63	12,5	812,6	T	10	O 3"x4	0,803104481	52,20821608	1440	2217,709468	0,27	0,27	O.K.	0,32	0,30	O.K.
	0	Min	-8393	-16,81	-1600,26	C	10	O 3"x4	1,080014906	102,8140781	1440	1,08137E+35	0,64	0,63	O.K.	0,71	0,70	O.K.
	89,261	Min	-8390,41	-2,3	-1274,86	C	10	O 3"x4	0,147771224	81,90766226	1312,03906	8870,837872	0,70	0,63	O.K.	0,77	0,69	O.K.
12	178,522	Min	-8387,82	-36,14	-1306,7	C	10	O 3"x4	2,321935675	83,95332999	1114,423449	2217,709468	0,83	0,63	O.K.	0,96	0,69	O.K.
	0	Max	4040,39	39,85	644,55	T	10	O 3"x4	2,560297084	41,41127944	1440	1,08137E+35	0,31	0,31	O.K.	0,34	0,33	O.K.
	88,986	Max	4042,75	0,63	986,93	T	10	O 3"x4	0,040476466	63,40863241	1440	8925,751002	0,31	0,30	O.K.	0,36	0,35	O.K.
	177,972	Max	4045,11	10,26	962,13	T	10	O 3"x4	0,659188158	61,81527312	1440	2231,43775	0,31	0,30	O.K.	0,36	0,35	O.K.
13	0	Min	-8433,97	-12,66	-1435,18	C	10	O 3"x4	0,813384218	92,20795909	1440	1,08137E+35	0,65	0,64	O.K.	0,71	0,70	O.K.
	88,986	Min	-8431,61	-1,89	-1204,69	C	10	O 3"x4	0,121429397	77,39935495	1312,549167	8925,751002	0,71	0,63	O.K.	0,77	0,69	O.K.
	177,972	Min	-8429,25	-39,98	-1341,38	C	10	O 3"x4	2,568649371	86,18146306	1115,825352	2231,43775	0,84	0,64	O.K.	0,96	0,69	O.K.
	0	Max	4341,19	45,61	797,57	T	10	O 3"x4	2,930367629	51,24256325	1440	1,08137E+35	0,33	0,33	O.K.	0,37	0,36	O.K.
14	88,759	Max	4343,32	1,22	1072,59	T	10	O 3"x4	0,078382997	68,91214679	1440	8971,464369	0,33	0,33	O.K.	0,38	0,37	O.K.
	177,518	Max	4345,44	6,99	1000,75	T	10	O 3"x4	0,449096026	64,29654472	1440	2242,866092	0,33	0,33	O.K.	0,39	0,37	O.K.
	0	Min	-8195,47	-10,59	-1534,13	C	10	O 3"x4	0,680390116	98,56533416	1440	1,08137E+35	0,63	0,62	O.K.	0,70	0,69	O.K.
	88,759	Min	-8193,35	-1,88	-1186,89	C	10	O 3"x4	0,120786914	76,25573417	1312,969747	8971,464369	0,69	0,62	O.K.	0,75	0,67	O.K.
15	177,518	Min	-8191,22	-46,31	-1245,25	C	10	O 3"x4	2,97534148	80,00526837	1116,980913	2242,866092	0,81	0,62	O.K.	0,93	0,67	O.K.
	0	Max	4462,06	56,22	855,18	T	10	O 3"x4	3,612042712	54,94391118	1440	1,08137E+35	0,34	0,34	O.K.	0,38	0,37	O.K.
	88,571	Max	4463,95	1,76	1087,47	T	10	O 3"x4	0,113077111	69,86816237	1440	9009,590287	0,34	0,34	O.K.	0,39	0,38	O.K.
	177,143	Max	4465,83	-0,08531	1030,55	T	10	O 3"x4	0,005481027	66,21114581	1440	2252,372142	0,34	0,34	O.K.	0,40	0,38	O.K.
16	0	Min	-7720,5	-4,62	-1513,48	C	10	O 3"x4	0,296827416	97,23860555	1440	1,08137E+35	0,59	0,58	O.K.	0,66	0,65	O.K.
	88,571	Min	-7718,61	-4,08	-1081,4	C	10	O 3"x4	0,262133302	69,47817483	1313,317732	9009,590287	0,65	0,58	O.K.	0,71	0,63	O.K.
	177,143	Min	-7716,73	-62,67	-1128,88	C	10	O 3"x4	4,026444624	72,52868689	1117,934273	2252,372142	0,77	0,58	O.K.	0,87	0,63	O.K.
	0	Max	4404,31	60,53	893,03	T	9	O 3"x3	4,982549142	73,51009186	1440	1,08137E+35	0,45	0,44	O.K.	0,49	0,49	O.K.
17	88,418	Max	4405,55	2,23	950,37	T	9	O 3"x3	0,183563268	78,23005499	1440	9280,084925	0,44	0,44	O.K.	0,50	0,49	O.K.
	176,835	Max	4406,8	-1,32	882,59	T	9	O 3"x3	0,108656284	72,65071944	1440	2320,047471	0,44	0,44	O.K.	0,51	0,49	O.K.
	0	Min	-7045,15	5,78	-1465,88	C	9	O 3"x3	0,475782819	120,6644496	1440	1,08137E+35	0,71	0,70	O.K.	0,79	0,78	O.K.
	88,418	Min	-7043,9	-3,96	-907,76	C	9	O 3"x3	0,325968852	74,72259721	1315,71634	9280,084925	0,78	0,70	O.K.	0,84	0,75	O.K.
18	176,835	Min	-7042,65	-64,63	-819,98	C	9	O 3"x3	5,320042145	67,49695433	1124,523163	2320,047471	0,92	0,70	O.K.	0,99	0,74	O.K.
	0	Max	4182,51	69,79	791,73	T	9	O 3"x3	5,744789437	65,17154522	1440	1,08137E+35	0,42	0,42	O.K.	0,47	0,46	O.K.
	88,293	Max	4183,56	1,3	916,38	T	9	O 3"x3	0,107009977	75,43215567	1440	9306,379915	0,42	0,41	O.K.	0,48	0,47	O.K.
	176,586	Max	4184,62	4,46	895,37	T	9	O 3"x3	0,367126535	73,70270982	1440	2326,594979	0,42	0,41	O.K.	0,49	0,47	O.K.
19	0	Min	-6220,92	-2,9	-1243,67	C	9	O 3"x3	0,238714563	102,373152	1440	1,08137E+35	0,63	0,62	O.K.	0,70	0,69	O.K.
	88,293	Min	-6219,86	-0,95	-755,53	C	9	O 3"x3	0,078199598	62,19172895	1315,943157	9306,379915	0,69	0,62	O.K.	0,74	0,66	O.K.
	176,586	Min	-6218,81	-68,15	-726,67	C	9	O 3"x3	5,609792236	59,81610747	1125,142799	2326,594979	0,81	0,62	O.K.	0,89	0,66	O.K.
	0	Max	3806,7	76,53	782,36	T	9	O 3"x3	6,299595008	64,40025024	1440	1,08137E+35	0,39	0,38	O.K.	0,43	0,42	O.K.
20	88,194	Max	3807,57	3,86	891,69	T	9	O 3"x3	0,317737315	73,39978927	1440	9327,284936	0,38	0,38	O.K.	0,44	0,43	O.K.
	176,387	Max	3808,44	20,02	776,95	T	9	O 3"x3	1,64795364	63,95492411	1440	2331,847674	0,38	0,38	O.K.	0,44	0,42	O.K.
	0	Min	-5282,19	-12,3	-1138,29	C	9	O 3"x3	1,01247901	93,69875868	1440	1,08137E+35	0,53	0,52	O.K.	0,60	0,59	O.K.
	88,194	Min	-5281,32	-6,09	-631,84	C	9	O 3"x3	0,501300583	52,01014125	1316,122702	9327,284936	0,58	0,52	O.K.	0,62	0,56	O.K.
21	176,387	Min	-5280,45	-84,34	-514,18	C	9	O 3"x3	6,942478022	42,32491522	1125,637695	2331,847674	0,69	0,53	O.K.	0,74	0,55	O.K.
	0	Max	3288,2	70,06	757,74	T	8	O 3"x2	8,313358806	89,91385243	1440	1,08137E+35	0,50	0,49	O.K.	0,55	0,54	O.K.
	88,117	Max	3288,66	2,81	674,36	T	8	O 3"x2	0,333436172	80,01993497	1440	9591,501142	0,49	0,48	O.K.	0,55	0,54	O.K.
	176,234	Max	3289,12	29,88	478,3	T	8	O 3"x2	3,545577521	56,75534566	1440	2397,875285	0,49	0,48	O.K.	0,55	0,52	O.K.
22	0	Min	-4266,66	-24,25	-1030,63	C	8	O 3"x2	2,87751857	122,2951325	1440	1,08137E+35	0,64	0,63	O.K.	0,72	0,71	O.K.
	88,117	Min	-4266,2	-3,87	-455,88	C	8	O 3"x2	0,459216366	54,09497591	1318,334284	9591,501142	0,69	0,63	O.K.	0,74	0,66	O.K.
	176,234	Min	-4265,75	-77,79	-186,92	C	8	O 3"x2	9,230604932	22,1800318	1131,69644	2397,875285	0,82	0,63	O.K.	0,84	0,64	O.K.

18	0	Max	2657,54	83,58	586,44	T	8	O 3"x2	9,917649572	69,58729857	1440	1,08137E+35	0,40	0,40	O.K.	0,44	0,44	O.K.
	88,061	Max	2657,87	2,26	565,94	T	8	O 3"x2	0,268172865	67,1547571	1440	9603,70393	0,40	0,39	O.K.	0,45	0,44	O.K.
	176,123	Max	2658,2	38,18	518,65	T	8	O 3"x2	4,530460166	61,54329924	1440	2400,898718	0,40	0,39	O.K.	0,45	0,43	O.K.
	0	Min	-3228,45	-36,7	-787,99	C	8	O 3"x2	4,354842537	93,50333436	1440	1,08137E+35	0,48	0,48	O.K.	0,55	0,54	O.K.
	88,061	Min	-3228,12	-0,45	-287,92	C	8	O 3"x2	0,053397252	34,16474832	1318,433916	9603,70393	0,53	0,47	O.K.	0,55	0,50	O.K.
	176,123	Min	-3227,79	-81,98	-62,87	C	8	O 3"x2	9,727792676	7,460189382	1131,966883	2400,898718	0,62	0,48	O.K.	0,62	0,48	O.K.
19	0	Max	1930	85,85	504,8	T	8	O 3"x2	10,18700904	59,89985049	1440	1,08137E+35	0,29	0,29	O.K.	0,33	0,32	O.K.
	88,025	Max	1930,2	0,94	453,84	T	8	O 3"x2	0,111540926	53,85290837	1440	9611,56088	0,29	0,28	O.K.	0,33	0,32	O.K.
	176,05	Max	1930,39	43,16	425,26	T	8	O 3"x2	5,121389752	50,46158958	1440	2402,89022	0,29	0,29	O.K.	0,33	0,32	O.K.
	0	Min	-2195,77	-41,28	-609,1	C	8	O 3"x2	4,8983079	72,27614685	1440	1,08137E+35	0,33	0,33	O.K.	0,38	0,37	O.K.
	88,025	Min	-2195,58	-4,5	-150,99	C	8	O 3"x2	0,533972518	17,91655789	1318,497952	9611,56088	0,36	0,32	O.K.	0,37	0,33	O.K.
	176,05	Min	-2195,38	-92,11	-73,02	C	8	O 3"x2	10,92982415	8,664594062	1132,144695	2402,89022	0,43	0,33	O.K.	0,43	0,33	O.K.
20	0	Max	1131,72	80,77	369,53	T	8	O 3"x2	9,584213399	43,84863659	1440	1,08137E+35	0,18	0,17	O.K.	0,20	0,20	O.K.
	88,007	Max	1131,78	15,16	559,36	T	8	O 3"x2	1,798894084	66,37397062	1440	9615,492972	0,17	0,17	O.K.	0,22	0,21	O.K.
	176,014	Max	1131,85	46,07	1141,25	T	8	O 3"x2	5,466691981	135,4213636	1440	2403,873243	0,17	0,17	O.K.	0,27	0,26	O.K.
	0	Min	-1203,61	-45,41	-547,87	C	8	O 3"x2	5,388376012	65,01056079	1440	1,08137E+35	0,18	0,18	O.K.	0,22	0,22	O.K.
	88,007	Min	-1203,55	0,33	-1,67	C	8	O 3"x2	0,039157985	0,198163135	1318,529965	9615,492972	0,20	0,18	O.K.	0,20	0,18	O.K.
	176,014	Min	-1203,48	-63,76	-223,37	C	8	O 3"x2	7,56579728	26,5052092	1132,23237	2403,873243	0,24	0,18	O.K.	0,25	0,19	O.K.

CORDÓN SUPERIOR

NUMERO DE ELEMENTO	LONGITUD (cm)	TIPO	P (kg)	M2 (kg cm)	M3 (kg cm)	PERFIL SELECCIONADO	DIÁMETRO (cm)	fbx (kg/cm2)	fbx (kg/cm2)	Fb (kg/cm2)	F'e (kg/cm2)	CONDICIÓN		CONDICIÓN					
												1	2	1	2				
97	0	Max	787,23	0,00001215	139,74	T	11	O 3 1/2"x2	8,91	1,04244E-06	11,98929252	1670	1,08137E+35	0,10	0,10	O.K.	0,11	0,11	O.K.
	58,877	Max	788,64	0,0004131	125,87	T	11	O 3 1/2"x2	8,91	3,54428E-05	10,79928617	1440	29597,58255	0,10	0,10	O.K.	0,11	0,11	O.K.
	117,754	Max	790,06	0,0008316	37,56	T	11	O 3 1/2"x2	8,91	7,13489E-05	3,222540625	1440	7399,395636	0,10	0,10	O.K.	0,10	0,10	O.K.
	0	Min	-378,85	-0,00001215	-257,34	C	11	O 3 1/2"x2	8,91	1,04244E-06	22,07903633	1440	1,08137E+35	0,05	0,05	O.K.	0,06	0,06	O.K.
	58,877	Min	-377,44	-0,0004131	-262,34	C	11	O 3 1/2"x2	8,91	3,54428E-05	22,50802203	1379,697412	29597,58255	0,05	0,05	O.K.	0,07	0,06	O.K.
	117,754	Min	-376,02	-0,0008316	-371,56	C	11	O 3 1/2"x2	8,91	7,13489E-05	31,8787858	1296,005252	7399,395636	0,05	0,05	O.K.	0,08	0,07	O.K.
98	0	Max	907,93	0,0009971	779,41	T	11	O 3 1/2"x2	8,91	8,55483E-05	66,87114985	1440	1,08137E+35	0,12	0,11	O.K.	0,16	0,16	O.K.
	23,023	Max	908,65	0,0005247	260,56	T	11	O 3 1/2"x2	8,91	4,50178E-05	22,35530312	1440	193563,6306	0,12	0,11	O.K.	0,13	0,13	O.K.
	46,046	Max	909,37	0,00006683	1182,18	T	11	O 3 1/2"x2	8,91	5,73382E-06	101,4276644	1440	48390,90765	0,12	0,11	O.K.	0,19	0,18	O.K.
	0	Min	-175,99	-0,0009971	-672,75	C	11	O 3 1/2"x2	8,91	8,55483E-05	57,72002677	1440	1,08137E+35	0,02	0,02	O.K.	0,06	0,06	O.K.
	23,023	Min	-175,44	-0,0005247	-591,42	C	11	O 3 1/2"x2	8,91	4,50178E-05	50,74214527	1419,453429	193563,6306	0,02	0,02	O.K.	0,06	0,06	O.K.
	46,046	Min	-174,9	-0,00006683	-1969,08	C	11	O 3 1/2"x2	8,91	5,73382E-06	168,9414349	1394,963756	48390,90765	0,02	0,02	O.K.	0,14	0,14	O.K.
99	0	Max	1246,59	0,0002725	844,56	T	11	O 3 1/2"x2	8,91	2,33797E-05	72,46083361	1440	1,08137E+35	0,16	0,16	O.K.	0,21	0,21	O.K.
	14,438	Max	1247,04	0,00005867	614,7	T	11	O 3 1/2"x2	8,91	5,03372E-06	52,73950272	1440	492190,8225	0,16	0,16	O.K.	0,19	0,19	O.K.
	28,876	Max	1247,49	0,000188	380,19	T	11	O 3 1/2"x2	8,91	1,61299E-05	32,61921513	1440	123047,7056	0,16	0,16	O.K.	0,18	0,18	O.K.
	0	Min	-306,9	-0,0002725	-1445,47	C	11	O 3 1/2"x2	8,91	2,33797E-05	124,0171937	1440	1,08137E+35	0,04	0,04	O.K.	0,13	0,12	O.K.
	14,438	Min	-306,56	-0,00005867	-2107,47	C	11	O 3 1/2"x2	8,91	5,03372E-06	180,8149012	1427,5901	492190,8225	0,04	0,04	O.K.	0,17	0,16	O.K.
	28,876	Min	-306,22	-0,000188	-2852,82	C	11	O 3 1/2"x2	8,91	1,61299E-05	244,7638005	1413,591079	123047,7056	0,04	0,04	O.K.	0,21	0,21	O.K.
100	0	Max	1078,34	0,00006811	384,91	T	11	O 3 1/2"x2	8,91	5,84364E-06	33,02417763	1440	1,08137E+35	0,14	0,13	O.K.	0,16	0,16	O.K.
	21,419	Max	1079	0,00009879	645,57	T	11	O 3 1/2"x2	8,91	8,4759E-06	55,38806047	1440	223639,8564	0,14	0,13	O.K.	0,18	0,17	O.K.
	42,838	Max	1079,65	0,0001797	2115,75	T	11	O 3 1/2"x2	8,91	1,54177E-05	181,5253016	1440	55909,9641	0,14	0,13	O.K.	0,26	0,26	O.K.
	0	Min	-320,74	-0,00006811	-3119,88	C	11	O 3 1/2"x2	8,91	5,84364E-06	267,676785	1440	1,08137E+35	0,04	0,04	O.K.	0,23	0,23	O.K.
	21,419	Min	-320,25	-0,00009879	-903,63	C	11	O 3 1/2"x2	8,91	8,4759E-06	77,52887074	1670	223639,8564	0,04	0,04	O.K.	0,09	0,09	O.K.
	42,838	Min	-319,76	-0,0001797	-642	C	11	O 3 1/2"x2	8,91	1,54177E-05	55,08176468	1398,603038	55909,9641	0,04	0,04	O.K.	0,08	0,08	O.K.
101	0	Max	276,2	0,0006123	3504,53	T	11	O 3 1/2"x2	8,91	5,25336E-05	300,6786554	1440	1,08137E+35	0,04	0,03	O.K.	0,24	0,24	O.K.
	21,147	Max	276,68	0,0001946	585,55	T	11	O 3 1/2"x2	8,91	1,66961E-05	50,23851605	1440	229429,9211	0,04	0,03	O.K.	0,07	0,07	O.K.
	42,293	Max	277,16	0,00024	3992,9	T	11	O 3 1/2"x2	8,91	2,05913E-05	342,5794053	1440	57360,1927	0,04	0,03	O.K.	0,27	0,27	O.K.
	0	Min	-2786,38	-0,0006123	-7245,76	C	11	O 3 1/2"x2	8,91	5,25336E-05	621,6654941	1440	1,08137E+35	0,35	0,35	O.K.	0,79	0,78	O.K.
	21,147	Min	-2785,74	-0,0001946	-1621,32	C	11	O 3 1/2"x2	8,91	1,66961E-05	139,104621	1421,278724	229429,9211	0,36	0,35	O.K.	0,46	0,44	O.K.
	42,293	Min	-2785,1	-0,00024	-2343,65	C	11	O 3 1/2"x2	8,91	2,05913E-05	201,0784701	1399,214138	57360,1927	0,36	0,35	O.K.	0,51	0,49	O.K.
102	0	Max	2323,65	0,000121	1908,79	T	12	O 3 1/2"x3	8,91	7,16006E-06	112,9508323	1440	1,08137E+35	0,20	0,20	O.K.	0,28	0,27	O.K.
	66,863	Max	2325,84	0,0002247	742,25	T	12	O 3 1/2"x3	8,91	1,32964E-05	43,9219376	1440	22441,09988	0,20	0,20	O.K.	0,23	0,23	O.K.
	133,727	Max	2328,03	0,0003542	81,64	T	12	O 3 1/2"x3	8,91	2,09594E-05	4,83096933	1440	5610,191064	0,20	0,20	O.K.	0,20	0,20	O.K.
	0	Min	-3110,06	-0,000121	-1166,17	C	12	O 3 1/2"x3	8,91	7,16006E-06	69,0070029	1440	1,08137E+35	0,27	0,26	O.K.	0,31	0,31	O.K.
	66,863	Min	-3107,87	-0,0002247	-834,87	C	12	O 3 1/2"x3	8,91	1,32964E-05	49,40263798	1368,66327	22441,09988	0,28	0,26	O.K.	0,32	0,30	O.K.
	133,727	Min	-3105,68	-0,0003542	-1503,64	C	12	O 3 1/2"x3	8,91	2,09594E-05	88,97646648	1267,156154	5610,191064	0,30	0,26	O.K.	0,38	0,32	O.K.

103	0	Max	4988,78	0,0003078	13,66	T	12	O 3 1/2"x3	8,91	1,82138E-05	0,808317504	1440	1,08137E+35	0,43	0,42	O.K.	0,43	0,42	O.K.
	88,005	Max	4991,52	0,0003736	574,63	T	12	O 3 1/2"x3	8,91	2,21074E-05	34,00318356	1440	1,08137E+35	0,43	0,42	O.K.	0,45	0,44	O.K.
	176,009	Max	4994,26	0,000529	854,96	T	12	O 3 1/2"x3	8,91	3,13031E-05	50,59144662	1440	3238,516431	0,43	0,42	O.K.	0,47	0,46	O.K.
	0	Min	-4807,66	-0,0003078	-1002,58	C	12	O 3 1/2"x3	8,91	1,82138E-05	59,32671767	1440	1,08137E+35	0,41	0,40	O.K.	0,45	0,45	O.K.
	88,005	Min	-4804,92	-0,0003736	-1082,63	C	12	O 3 1/2"x3	8,91	2,21074E-05	64,06360027	1339,578241	12953,91853	0,44	0,40	O.K.	0,49	0,45	O.K.
104	176,009	Min	-4802,18	-0,000529	-1599,66	C	12	O 3 1/2"x3	8,91	3,13031E-05	94,65835863	1189,507064	3238,516431	0,50	0,40	O.K.	0,59	0,47	O.K.
	0	Max	7014,98	0,0006569	518,99	T	12	O 3 1/2"x3	8,91	3,88714E-05	30,7107395	1440	1,08137E+35	0,60	0,59	O.K.	0,62	0,61	O.K.
	88,005	Max	7017,54	0,0001647	921,93	T	12	O 3 1/2"x3	8,91	9,74597E-06	54,55433065	1440	12953,91853	0,60	0,59	O.K.	0,64	0,63	O.K.
	176,009	Max	7020,11	0,0009177	1031,95	T	12	O 3 1/2"x3	8,91	5,4304E-05	61,06465948	1440	3238,516431	0,60	0,59	O.K.	0,66	0,63	O.K.
	0	Min	-6448,51	-0,0006569	-1284,8	C	12	O 3 1/2"x3	8,91	3,88714E-05	76,02681768	1440	1,08137E+35	0,55	0,54	O.K.	0,60	0,60	O.K.
105	88,005	Min	-6445,94	-0,0001647	-1403,02	C	12	O 3 1/2"x3	8,91	9,74597E-06	83,02237371	1339,578241	12953,91853	0,59	0,54	O.K.	0,66	0,60	O.K.
	176,009	Min	-6443,37	-0,0009177	-1814,17	C	12	O 3 1/2"x3	8,91	5,4304E-05	107,3517838	1189,507064	3238,516431	0,67	0,54	O.K.	0,79	0,62	O.K.
	0	Max	8448,59	0,0008507	660,78	T	12	O 3 1/2"x3	8,91	5,03394E-05	39,10102785	1440	1,08137E+35	0,72	0,71	O.K.	0,75	0,74	O.K.
	88,005	Max	8450,98	0,0005006	1174,53	T	12	O 3 1/2"x3	8,91	2,96225E-05	69,50169534	1440	12953,91853	0,72	0,71	O.K.	0,78	0,76	O.K.
	176,009	Max	8453,37	0,0005017	1383,88	T	12	O 3 1/2"x3	8,91	2,96876E-05	81,88978242	1440	3238,516431	0,72	0,71	O.K.	0,81	0,77	O.K.
106	0	Min	-7949,95	-0,0008507	-1467,5	C	12	O 3 1/2"x3	8,91	5,03394E-05	86,83791636	1440	1,08137E+35	0,68	0,67	O.K.	0,74	0,73	O.K.
	88,005	Min	-7947,56	-0,0005006	-1666,3	C	12	O 3 1/2"x3	8,91	2,96225E-05	98,60171723	1339,578241	12953,91853	0,73	0,67	O.K.	0,84	0,74	O.K.
	176,009	Min	-7945,17	-0,0005017	-2169,48	C	12	O 3 1/2"x3	8,91	2,96876E-05	128,376915	1189,507064	3238,516431	0,82	0,67	O.K.	0,98	0,76	O.K.
	0	Max	9344,88	0,0005973	962,53	T	13	O 3 1/2"x4	8,91	2,74266E-05	44,19715218	1440	1,08137E+35	0,61	0,60	O.K.	0,64	0,63	O.K.
	88,005	Max	9347,79	0,0004424	1443,03	T	13	O 3 1/2"x4	8,91	2,0314E-05	66,26060125	1440	12667,33981	0,61	0,60	O.K.	0,66	0,64	O.K.
107	176,009	Max	9350,69	0,0009783	1508,38	T	13	O 3 1/2"x4	8,91	4,49213E-05	69,26132215	1440	3166,870938	0,61	0,60	O.K.	0,67	0,65	O.K.
	0	Min	-9278,65	-0,0005973	-1938,93	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	2,74266E-05	89,0311827	1440	1,08137E+35	0,60	0,59	O.K.	0,66	0,65	O.K.
	88,005	Min	-9275,74	-0,0004424	-1908,4	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	2,0314E-05	87,62931569	1338,145619	12667,33981	0,65	0,59	O.K.	0,72	0,65	O.K.
	176,009	Min	-9272,84	-0,0009783	-2293,01	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	4,49213E-05	105,2891777	1185,633967	3166,870938	0,73	0,59	O.K.	0,85	0,67	O.K.
	0	Max	9728,34	0,0008351	1124,64	T	13	O 3 1/2"x4	8,91	3,83459E-05	51,64086858	1440	1,08137E+35	0,63	0,62	O.K.	0,67	0,66	O.K.
108	88,005	Max	9731	0,0006049	1591,58	T	13	O 3 1/2"x4	8,91	2,77756E-05	73,08167379	1440	12667,33981	0,63	0,62	O.K.	0,69	0,67	O.K.
	176,009	Max	9733,65	0,0006625	1630,51	T	13	O 3 1/2"x4	8,91	3,04205E-05	74,86924938	1440	3166,870938	0,63	0,62	O.K.	0,71	0,67	O.K.
	0	Min	-10354,56	-0,0008351	-2149,19	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	3,83459E-05	98,68583577	1440	1,08137E+35	0,67	0,66	O.K.	0,74	0,73	O.K.
	88,005	Min	-10351,9	-0,0006049	-1958,34	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	2,77756E-05	89,92244503	1338,145619	12667,33981	0,72	0,66	O.K.	0,80	0,72	O.K.
	176,009	Min	-10349,25	-0,0006625	-2195,51	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	3,04205E-05	100,8127431	1185,633967	3166,870938	0,82	0,66	O.K.	0,94	0,73	O.K.
109	0	Max	9658,65	0,0006946	1253,11	T	13	O 3 1/2"x4	8,91	3,18944E-05	57,53991395	1440	1,08137E+35	0,63	0,62	O.K.	0,67	0,66	O.K.
	88,005	Max	9661,04	0,0006021	1651,95	T	13	O 3 1/2"x4	8,91	2,7647E-05	75,85372461	1440	12667,33981	0,63	0,62	O.K.	0,68	0,67	O.K.
	176,009	Max	9663,43	0,00137	1730,48	T	13	O 3 1/2"x4	8,91	6,29072E-05	79,45964065	1440	3166,870938	0,63	0,62	O.K.	0,70	0,67	O.K.
	0	Min	-11150,44	-0,0006946	-2186,5	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	3,18944E-05	100,3990247	1440	1,08137E+35	0,72	0,71	O.K.	0,79	0,78	O.K.
	88,005	Min	-11148,04	-0,0006021	-1833,52	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	2,7647E-05	84,19099921	1338,145619	12667,33981	0,78	0,71	O.K.	0,85	0,77	O.K.
110	176,009	Min	-11145,65	-0,00137	-2039,59	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	6,29072E-05	93,65325717	1185,633967	3166,870938	0,88	0,71	O.K.	1,00	0,78	O.K.
	0	Max	9182,01	0,001315	1243,57	T	13	O 3 1/2"x4	8,91	6,03818E-05	57,10185921	1440	1,08137E+35	0,60	0,59	O.K.	0,64	0,63	O.K.
	88,005	Max	9184,14	0,000627	1767,99	T	13	O 3 1/2"x4	8,91	2,87904E-05	81,18201312	1440	12667,33981	0,60	0,59	O.K.	0,66	0,64	O.K.
	176,009	Max	9186,26	0,000768	1987,53	T	13	O 3 1/2"x4	8,91	3,52648E-05	91,26278234	1440	3166,870938	0,60	0,59	O.K.	0,68	0,65	O.K.
	0	Min	-11631,1	-0,001315	-2012,21	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	6,03818E-05	92,39603088	1440	1,08137E+35	0,76	0,74	O.K.	0,82	0,81	O.K.
111	88,005	Min	-11628,97	-0,000627	-1825,71	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	2,87904E-05	83,83238207	1338,145619	12667,33981	0,81	0,74	O.K.	0,88	0,80	O.K.
	176,009	Min	-11626,84	-0,000768	-2234,62	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	3,52648E-05	102,6085839	1440	3166,870938	0,76	0,74	O.K.	0,86	0,81	O.K.
	0	Max	8357,93	0,0006218	1613,82	T	13	O 3 1/2"x4	8,91	2,85516E-05	74,10288317	1440	1,08137E+35	0,54	0,53	O.K.	0,59	0,59	O.K.
	88,005	Max	8359,79	0,0007657	1838,49	T	13	O 3 1/2"x4	8,91	3,51592E-05	84,41921012	1440	12667,33981	0,54	0,53	O.K.	0,61	0,59	O.K.
	176,009	Max	8361,64	0,001263	1978,42	T	13	O 3 1/2"x4	8,91	5,7994E-05	90,8444722	1440	3166,870938	0,54	0,53	O.K.	0,63	0,60	O.K.
112	0	Min	-11782,66	-0,0006218	-2461,87	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	2,85516E-05	113,0433784	1440	1,08137E+35	0,77	0,75	O.K.	0,84	0,83	O.K.
	88,005	Min	-11780,8	-0,0007657	-1760,67	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	3,51592E-05	80,84589565	1338,145619	12667,33981	0,82	0,75	O.K.	0,89	0,81	O.K.
	176,009	Min	-11778,95	-0,001263	-1893,49	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	5,7994E-05	86,94468296	1440	3166,870938	0,76	0,75	O.K.	0,86	0,81	O.K.
	0	Max	7228,34	0,001219	1575,46	T	13	O 3 1/2"x4	8,91	5,59737E-05	72,34148066	1440	1,08137E+35	0,47	0,46	O.K.	0,52	0,51	O.K.
	88,005	Max	7229,92	0,0006299	1809,45	T	13	O 3 1/2"x4	8,91	2,89236E-05	83,08576047	1440	12667,33981	0,47	0,46	O.K.	0,53	0,52	O.K.
113	176,009	Max	7231,5	0,0008032	1878,29	T	13	O 3 1/2"x4	8,91	3,68811E-05	86,2467341	1440	3166,870938	0,47	0,46	O.K.	0,55	0,52	O.K.
	0	Min	-11589,94	-0,001219	-2218,59	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	5,59737E-05	101,8725233	1440	1,08137E+35	0,75	0,74	O.K.	0,82	0,81	O.K.
	88,005	Min	-11588,36	-0,0006299	-1492,19	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	2,89236E-05	68,51791479	1338,145619	12667,33981	0,81	0,74	O.K.	0,87	0,79	O.K.
	176,009	Min	-11586,78	-0,0008032	-1535,29	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	3,68811E-05	70,49696714	1185,633967	3166,870938	0,91	0,74	O.K.	1,00	0,79	O.K.
	0	Max	5855,99	0,0008103	1384,21	T	13	O 3 1/2"x4	8,91	3,72071E-05	63,55972284	1440	1,08137E+35	0,38	0,37	O.K.	0,42	0,42	O.K.
113	88,005	Max	5857,29	0,001016	1858,51														

114	0	Max	2632,51	0,0005099	1490,38	T	13	O 3 1/2"x4	8,91	2,34134E-05	68,43480377	1440	1,08137E+35	0,17	0,17	O.K.	0,22	0,22	O.K.
	88,005	Max	2633,24	0,001197	1617,33	T	13	O 3 1/2"x4	8,91	5,49635E-05	74,26405426	1440	12667,33981	0,17	0,17	O.K.	0,22	0,22	O.K.
	176,009	Max	2633,96	0,001914	1339,14	T	13	O 3 1/2"x4	8,91	8,78865E-05	61,49021264	1440	3166,870938	0,17	0,17	O.K.	0,22	0,21	O.K.
	0	Min	-9437,45	-0,0005099	-1674,88	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	2,34134E-05	76,9066172	1440	1,08137E+35	0,61	0,60	O.K.	0,67	0,66	O.K.
	88,005	Min	-9436,48	-0,001197	-812,06	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	5,49635E-05	37,28791768	1338,145619	12667,33981	0,66	0,60	O.K.	0,69	0,63	O.K.
	176,009	Min	-9435,52	-0,001914	-510,83	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	8,78865E-05	23,45613254	1185,633967	3166,870938	0,74	0,60	O.K.	0,77	0,62	O.K.
115	0	Max	895,29	0,001891	1346,47	T	13	O 3 1/2"x4	8,91	8,68303E-05	61,8267893	1440	1,08137E+35	0,06	0,06	O.K.	0,10	0,10	O.K.
	88,005	Max	895,72	0,0005261	1207,21	T	13	O 3 1/2"x4	8,91	2,41573E-05	55,43229207	1440	12667,33981	0,06	0,06	O.K.	0,10	0,10	O.K.
	176,009	Max	896,16	0,001223	916,23	T	13	O 3 1/2"x4	8,91	5,61573E-05	42,07116323	1440	3166,870938	0,06	0,06	O.K.	0,09	0,09	O.K.
	0	Min	-9817,62	-0,001891	-1275,67	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	8,68303E-05	58,57581699	1440	1,08137E+35	0,64	0,63	O.K.	0,68	0,67	O.K.
	88,005	Min	-9817,04	-0,0005261	-384,57	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	2,41573E-05	17,65856526	1338,145619	12667,33981	0,69	0,63	O.K.	0,70	0,64	O.K.
	176,009	Min	-9816,45	-0,001223	-73,25	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	5,61573E-05	3,363470643	1185,633967	3166,870938	0,77	0,63	O.K.	0,78	0,63	O.K.
116	0	Max	-687,26	0,0008675	828,82	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	3,98336E-05	38,05749813	1440	1,08137E+35	0,04	0,04	O.K.	0,07	0,07	O.K.
	88,005	Max	-687,12	0,001357	1715,98	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	6,23103E-05	78,79383417	1338,145619	12667,33981	0,05	0,04	O.K.	0,11	0,10	O.K.
	176,009	Max	-686,97	0,002283	3306,83	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	0,00010483	151,8419881	1185,633967	3166,870938	0,05	0,04	O.K.	0,18	0,15	O.K.
	0	Min	-9882,4	-0,0008675	-1010,88	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	3,98336E-05	46,4172724	1440	1,08137E+35	0,64	0,63	O.K.	0,67	0,66	O.K.
	88,005	Min	-9882,2	-0,001357	83,75	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	6,23103E-05	3,845606366	1338,145619	12667,33981	0,69	0,63	O.K.	0,69	0,63	O.K.
	176,009	Min	-9882,01	-0,002283	-455,45	C	13	O 3 1/2"x4	8,91	0,00010483	20,91321098	1185,633967	3166,870938	0,78	0,63	O.K.	0,80	0,65	O.K.

TEJIDO

NUMERO DE ELEMENTO	LONGITUD (cm)	TIPO	P	M2	M3	PERFIL SELECCIONADO	DIÁMETRO (cm)	fbx	fbx	Fb	F'e	CONDICIÓN		CONDICIÓN					
			(kg)	kg cm	kg cm			kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	1	2	1	2				
117	0	Max	221,22	0,0003035	1246,59	T	1	O 2x2	5,08	8,43173E-05	346,3231004	1670	1,08137E+35	0,05	0,05	O.K.	0,26	0,29	O.K.
	17,937	Max	221,55	0,00001484	64,1	T	1	O 2x2	5,08	4,12279E-06	17,80802889	1440	100219,5303	0,05	0,05	O.K.	0,06	0,06	O.K.
	35,875	Max	221,87	0,0003303	709,62	T	1	O 2x2	5,08	9,17627E-05	197,1440478	1440	25053,48581	0,05	0,05	O.K.	0,19	0,19	O.K.
	0	Min	-386,47	-0,0003035	-776,46	C	1	O 2x2	5,08	8,43173E-05	215,7132935	1440	1,08137E+35	0,09	0,09	O.K.	0,24	0,24	O.K.
	17,937	Min	-386,15	-0,00001484	-33,42	C	1	O 2x2	5,08	4,12279E-06	9,284622864	1410,363329	100219,5303	0,09	0,09	O.K.	0,10	0,09	O.K.
	35,875	Min	-385,83	-0,0003303	-1118,4	C	1	O 2x2	5,08	9,17627E-05	310,7098208	1373,298221	25053,48581	0,09	0,09	O.K.	0,32	0,30	O.K.
118	0	Max	546,64	0,00002661	141,81	T	1	O 2x2	5,08	7,39269E-06	39,39713849	1440	1,08137E+35	0,12	0,12	O.K.	0,15	0,15	O.K.
	38,13	Max	547,26	0,00006729	44,71	T	1	O 2x2	5,08	1,86943E-05	12,42116961	1440	22177,79521	0,12	0,12	O.K.	0,13	0,13	O.K.
	76,261	Max	547,89	0,0001105	72,92	T	1	O 2x2	5,08	3,06987E-05	20,25836922	1440	5544,303396	0,12	0,12	O.K.	0,14	0,14	O.K.
	0	Min	-290,49	-0,00002661	-266,58	C	1	O 2x2	5,08	7,39269E-06	74,06028615	1440	1,08137E+35	0,07	0,06	O.K.	0,12	0,12	O.K.
	38,13	Min	-289,86	-0,00006729	-91,4	C	1	O 2x2	5,08	1,86943E-05	25,39241561	1368,145886	22177,79521	0,07	0,06	O.K.	0,09	0,08	O.K.
	76,261	Min	-289,23	-0,0001105	-63,24	C	1	O 2x2	5,08	3,06987E-05	17,56910682	1265,792506	5544,303396	0,07	0,06	O.K.	0,09	0,08	O.K.
119	0	Max	205,46	0,0002022	491,5	T	1	O 2x2	5,08	5,61745E-05	136,5467426	1440	1,08137E+35	0,05	0,05	O.K.	0,14	0,14	O.K.
	24,296	Max	205,9	0,00006464	30,01	T	1	O 2x2	5,08	1,7958E-06	8,337269065	1440	54623,86443	0,05	0,05	O.K.	0,05	0,05	O.K.
	48,593	Max	206,34	0,0001965	275,81	T	1	O 2x2	5,08	5,45909E-05	76,62453118	1440	13655,40406	0,05	0,05	O.K.	0,10	0,10	O.K.
	0	Min	-303,79	-0,0002022	-255,68	C	1	O 2x2	5,08	5,61745E-05	71,03208779	1440	1,08137E+35	0,07	0,07	O.K.	0,12	0,12	O.K.
	24,296	Min	-303,35	-6,464E-06	0,76	C	1	O 2x2	5,08	1,7958E-06	0,211140436	1398,039017	54623,86443	0,07	0,07	O.K.	0,07	0,07	O.K.
	48,593	Min	-302,92	-0,0001965	-449,52	C	1	O 2x2	5,08	5,45909E-05	124,8840117	1342,86881	13655,40406	0,07	0,07	O.K.	0,17	0,15	O.K.
120	0	Max	37,72	0,00001633	93,25	T	1	O 2x2	5,08	4,53674E-06	25,90637589	1440	1,08137E+35	0,01	0,01	O.K.	0,03	0,03	O.K.
	36,122	Max	38,35	0,00002152	37,27	T	1	O 2x2	5,08	5,97861E-06	10,35421586	1440	24712,02888	0,01	0,01	O.K.	0,02	0,02	O.K.
	72,244	Max	38,98	0,00005786	-15,4	T	1	O 2x2	5,08	1,60745E-05	4,278371996	1440	6178,00722	0,01	0,01	O.K.	0,01	0,01	O.K.
	0	Min	-5,02	-0,00001633	-153,38	C	1	O 2x2	5,08	4,53674E-06	42,61147382	1440	1,08137E+35	0,00	0,00	O.K.	0,03	0,03	O.K.
	36,122	Min	-4,39	-0,00002152	-167,28	C	1	O 2x2	5,08	5,97861E-06	46,47312127	1670	24712,02888	0,00	0,00	O.K.	0,03	0,03	O.K.
	72,244	Min	-3,76	-0,00005786	-207,97	C	1	O 2x2	5,08	1,60745E-05	57,77746909	1277,86092	6178,00722	0,00	0,00	O.K.	0,05	0,04	O.K.
121	0	Max	-1,56	419,48	32,34	C	1	O 2x2	5,08	116,5384081	8,984581192	1440	1,08137E+35	0,08	0,08	O.K.	0,01	0,01	O.K.
	36,122	Max	-0,94	217,45	7,21	C	1	O 2x2	5,08	60,41116822	2,00305598	1372,739073	24712,02888	0,04	0,04	O.K.	0,00	0,00	O.K.
	72,244	Max	-0,31	18,96	104,66	C	1	O 2x2	5,08	5,26739825	29,07626059	1277,86092	6178,00722	0,00	0,00	O.K.	0,02	0,02	O.K.
	0	Min	-142,85	22,07	-180,75	C	1	O 2x2	5,08	6,13140714	50,21530768	1440	1,08137E+35	0,04	0,04	O.K.	0,07	0,07	O.K.
	36,122	Min	-142,02	4,54	-33,7	C	1	O 2x2	5,08	1,26128629	9,362411446	1372,739073	24712,02888	0,03	0,03	O.K.	0,04	0,04	O.K.

122	0	Max	44	149,11	-38,43	T	1	O 2x2	5,08	41,42519794	10,67648284	1440	1,08137E+35	0,04	0,04	O.K.	0,02	0,02	O.K.
	53,151	Max	44,9	78,52	40,5	T	1	O 2x2	5,08	21,81414085	11,25156272	1440	11413,76955	0,03	0,03	O.K.	0,02	0,02	O.K.
	106,301	Max	45,8	78,54	178,01	T	1	O 2x2	5,08	21,81969718	49,45409085	1440	2853,496074	0,03	0,03	O.K.	0,04	0,04	O.K.
	0	Min	-618,91	-13,73	-495,82	C	1	O 2x2	5,08	3,814418669	137,7469093	1440	1,08137E+35	0,14	0,14	O.K.	0,24	0,23	O.K.
	53,151	Min	-617,7	-18,07	-168,57	C	1	O 2x2	5,08	5,020141686	46,83150438	1331,170718	11413,76955	0,16	0,14	O.K.	0,19	0,17	O.K.
106,301	Min	-616,5	-87,09	-83,59	C	1	O 2x2	5,08	24,19502709	23,22266982	1166,724134	2853,496074	0,19	0,15	O.K.	0,19	0,15	O.K.	
123	0	Max	234,99	322,56	30,75	T	10	O 3"x4	7,62	20,7239505	1,975637022	1440	1,08137E+35	0,03	0,03	O.K.	0,02	0,02	O.K.
	50,99	Max	237,66	156,43	10,26	T	10	O 3"x4	7,62	10,05037071	0,659188158	1440	27184,29747	0,03	0,02	O.K.	0,02	0,02	O.K.
	101,98	Max	240,33	3124,34	374,07	T	10	O 3"x4	7,62	200,7337163	24,03338345	1440	6796,074368	0,16	0,16	O.K.	0,04	0,03	O.K.
	0	Min	-4819,78	-4496,33	-429,76	C	10	O 3"x4	7,62	288,8818216	27,61137453	1440	1,08137E+35	0,57	0,56	O.K.	0,39	0,38	O.K.
	50,99	Min	-4816,22	-686	-9,69	C	10	O 3"x4	7,62	44,0743739	0,622566593	1376,520532	27184,29747	0,42	0,39	O.K.	0,39	0,36	O.K.
101,98	Min	-4812,66	-894,27	-37,46	C	10	O 3"x4	7,62	57,45537952	2,406743508	1287,74246	6796,074368	0,46	0,40	O.K.	0,41	0,36	O.K.	
124	0	Max	3774,78	135,41	880,59	T	2	O 2x3	5,08	26,62616014	173,1536102	1440	1,08137E+35	0,60	0,59	O.K.	0,67	0,67	O.K.
	53,151	Max	3773,02	239,47	-27,8	T	2	O 2x3	5,08	47,08785591	5,466414976	1440	10975,44891	0,62	0,60	O.K.	0,59	0,58	O.K.
	106,301	Max	3771,25	1181,85	148,83	T	2	O 2x3	5,08	232,3914582	29,26498348	1440	2743,913852	0,81	0,73	O.K.	0,61	0,59	O.K.
	0	Min	63,31	-702,91	-232,19	T	2	O 2x3	5,08	138,2157464	45,65636306	1440	1,08137E+35	0,11	0,11	O.K.	0,04	0,04	O.K.
	53,151	Min	61,98	18,49	-404,37	T	2	O 2x3	5,08	3,63575586	79,51274186	1440	10975,44891	0,01	0,01	O.K.	0,06	0,06	O.K.
106,301	Min	60,65	-98,44	-1723,21	T	2	O 2x3	5,08	19,35661476	338,8410414	1440	2743,913852	0,02	0,02	O.K.	0,25	0,24	O.K.	
125	0	Max	1173,39	56,46	18,91	T	1	O 2x2	5,08	15,68551188	5,235507432	1440	1,08137E+35	0,28	0,27	O.K.	0,27	0,27	O.K.
	65,672	Max	1174,56	21,8	2,37	T	1	O 2x2	5,08	6,056396722	0,658424781	1440	7476,382187	0,27	0,27	O.K.	0,27	0,26	O.K.
	131,343	Max	1175,74	971,32	10,69	T	1	O 2x2	5,08	269,8485901	2,969856925	1440	1869,124008	0,50	0,45	O.K.	0,27	0,26	O.K.
	0	Min	-742,84	-1345,25	-17,81	C	1	O 2x2	5,08	373,7324628	4,947909432	1440	1,08137E+35	0,43	0,43	O.K.	0,17	0,17	O.K.
	65,672	Min	-741,67	-186,97	-2,19	C	1	O 2x2	5,08	51,94332546	0,608417836	1296,976984	7476,382187	0,23	0,20	O.K.	0,19	0,17	O.K.
131,343	Min	-740,5	-161,73	-33,42	C	1	O 2x2	5,08	44,93124045	9,284622864	1072,860742	1869,124008	0,27	0,20	O.K.	0,24	0,17	O.K.	
126	0	Max	719,93	65,03	347,4	T	1	O 2x2	5,08	18,06639811	96,51340464	1440	1,08137E+35	0,18	0,17	O.K.	0,23	0,23	O.K.
	52,102	Max	719,64	4,85	150,62	T	1	O 2x2	5,08	1,347409362	41,84470065	1440	11877,99643	0,16	0,16	O.K.	0,19	0,19	O.K.
	104,205	Max	719,36	35,82	538,42	T	1	O 2x2	5,08	9,951382136	149,5818864	1440	2969,442114	0,17	0,17	O.K.	0,28	0,26	O.K.
	0	Min	-992,49	-45,63	-536,57	C	1	O 2x2	5,08	12,67676066	149,0679261	1440	1,08137E+35	0,23	0,23	O.K.	0,33	0,32	O.K.
	52,102	Min	-992,78	-9,92	-47,46	C	1	O 2x2	5,08	2,755938325	13,18516461	1333,899111	11877,99643	0,24	0,22	O.K.	0,25	0,23	O.K.
104,205	Min	-993,06	-65,34	-236,36	C	1	O 2x2	5,08	18,15252118	65,66467565	1174,125255	2969,442114	0,29	0,23	O.K.	0,34	0,27	O.K.	
127	0	Max	929,27	322,27	10,41	T	1	O 2x2	5,08	89,53187943	2,892068343	1440	1,08137E+35	0,27	0,27	O.K.	0,21	0,21	O.K.
	62,415	Max	930,39	125,68	3,22	T	1	O 2x2	5,08	34,91596055	0,89456869	1440	8277,020479	0,24	0,23	O.K.	0,21	0,21	O.K.
	124,83	Max	931,5	58,07	20,52	T	1	O 2x2	5,08	16,13279622	5,700791777	1440	2069,25512	0,22	0,22	O.K.	0,22	0,21	O.K.
	0	Min	-859,03	-123,98	-32,1	C	1	O 2x2	5,08	34,44367273	8,917905265	1440	1,08137E+35	0,22	0,22	O.K.	0,20	0,20	O.K.
	62,415	Min	-857,92	-32,96	-3,37	C	1	O 2x2	5,08	9,156827337	0,936241145	1306,156325	8277,020479	0,22	0,20	O.K.	0,21	0,19	O.K.
124,83	Min	-856,81	-70,92	-21,39	C	1	O 2x2	5,08	19,70273649	5,942492013	1098,228173	2069,25512	0,28	0,20	O.K.	0,26	0,19	O.K.	
128	0	Max	818,12	21,76	-22,32	T	1	O 2x2	5,08	6,045284067	6,200861231	1440	1,08137E+35	0,19	0,19	O.K.	0,19	0,19	O.K.
	45,002	Max	818,12	7,85	32,25	T	1	O 2x2	5,08	2,180858453	8,959577719	1440	15921,66012	0,19	0,18	O.K.	0,19	0,19	O.K.
	90,004	Max	818,11	2,16	50,26	T	1	O 2x2	5,08	0,600083345	13,96305042	1440	3980,41503	0,19	0,18	O.K.	0,20	0,19	O.K.
	135,006	Max	818,11	9,85	51,18	T	1	O 2x2	5,08	2,736491179	14,21864148	1440	1769,073347	0,19	0,18	O.K.	0,20	0,19	O.K.
	0	Min	-1093,95	-13,23	-240,98	C	1	O 2x2	5,08	3,675510488	66,94818725	1440	1,08137E+35	0,25	0,25	O.K.	0,29	0,29	O.K.
45,002	Min	-1093,96	-5,53	-110,11	C	1	O 2x2	5,08	1,53632449	30,59035977	1351,794721	15921,66012	0,27	0,24	O.K.	0,29	0,26	O.K.	
90,004	Min	-1093,97	-6,79	-70,04	C	1	O 2x2	5,08	1,886373107	19,45825809	1222,363763	3980,41503	0,29	0,25	O.K.	0,31	0,26	O.K.	
135,006	Min	-1093,97	-19,97	-93,8	C	1	O 2x2	5,08	5,547992777	26,05917489	1058,301921	1769,073347	0,34	0,25	O.K.	0,37	0,26	O.K.	
129	0	Max	612,11	300,62	19,87	T	1	O 2x2	5,08	83,51715516	5,52021114	1440	1,08137E+35	0,20	0,19	O.K.	0,14	0,14	O.K.
	58,705	Max	613,16	94,08	3,88	T	1	O 2x2	5,08	26,13696347	1,07792749	1440	9356,249503	0,16	0,15	O.K.	0,14	0,14	O.K.
	117,41	Max	614,2	327,1	19,59	T	1	O 2x2	5,08	90,87373246	5,442422559	1440	2339,062376	0,21	0,20	O.K.	0,14	0,14	O.K.
	0	Min	-751,51	-410,74	-29,54	C	1	O 2x2	5,08	114,1102931	8,206695374	1440	1,08137E+35	0,25	0,25	O.K.	0,18	0,17	O.K.
	58,705	Min	-750,47	-58,46	0,32	C	1	O 2x2	5,08	16,2411446	0,088901236	1316,370337	9356,249503	0,20	0,18	O.K.	0,19	0,17	O.K.
117,41	Min	-749,42	-145,72	-22,72	C	1	O 2x2	5,08	40,48340047	6,311987776	1126,314275	2339,062376	0,26	0,20	O.K.	0,22	0,17	O.K.	
130	0	Max	749,84	12,46	-3,74	T	1	O 2x2	5,08	3,461591888	1,039033199	1440	1,08137E+35	0,17	0,17	O.K.	0,17	0,17	O.K.
	70,397	Max	749,83	3,1	90,22	T	1	O 2x2	5,08	0,861230726	25,0645923	1440	6506,443692	0,17	0,17	O.K.	0,19	0,18	O.K.
	140,793	Max	749,81	5,14	123,23	T	1	O 2x2	5,08	1,427976108	34,23531046	1440	1626,634029	0,17	0,17	O.K.	0,20	0,19	O.K.
	0	Min	-827,74	-9,83	-204,68	C	1	O 2x2	5,08	2,730934852	56,86345326	1440	1,08137E+35	0,19	0,19	O.K.	0,23	0,22	O.K.
	70,397	Min	-827,76	-2,96	-109,9	C	1	O 2x2	5,08	0,822336436	30,53201834	1283,312712	6506,443692	0,21	0,18	O.K.	0,24	0,21	O.K.
140,793	Min	-827,77	-7,48	-171,8	C	1	O 2x2	5,08	2,078066398	47,72885123	1034,874322	1626,634029	0,26	0,19	O.K.	0,32	0,22	O.K.	
131	0	Max	355,78	361,6	18,24	T	1	O 2x2	5,08	100,458397	5,067370468	1440	1,08137E+35	0,15	0,15	O.K.	0,08	0,08	O.K.
	55,545	Max	356,77	118,46	4,85	T	1	O 2x2	5,08	32,91012641	1,347409362	1440	10451,10082	0,10	0,10	O.K.	0,08	0,08	O.K.
	111,089	Max	357,76	351,05	20,86	T	1	O 2x2	5,08	97,52743437	5,79524934	1440	2612,822244	0,15	0,15	O.K.	0,09	0,08	O.K.
	0	Min	-642,13	-442,46	-32,82	C	1	O 2x2	5,08	122,9226281	9,117933046	1440	1,08137E+35	0,23	0,23	O.K.	0,15	0,15	O.K.
	55,545	Min	-641,14	-71,36	-0,97	C	1	O 2x2	5,08	19,82497569	0,269481872	1324,863959	10451,10082	0,17	0,16	O.K.	0,16	0,14	O.K.
111,089	Min	-640,16	-175,98	-18,55	C	1	O 2x2	5,08	48,89012363	5,153493541	1149,5504	2612,822244	0,23	0,18	O.K.	0,19	0,15	O.K.	

132	0	Max	698,53	7,65	-13,9	T	1	O 2x2	5,08	2,12529518	3,861647451	1440	1,08137E+35	0,16	0,16	O.K.	0,16	0,16	O.K.
	73,117	Max	698,5	3,27	119,87	T	1	O 2x2	5,08	0,908459508	33,30184748	1440	6031,360002	0,16	0,16	O.K.	0,18	0,18	O.K.
	146,234	Max	698,47	1,8	171,3	T	1	O 2x2	5,08	0,500069454	47,58994305	1440	1507,84	0,16	0,16	O.K.	0,20	0,19	O.K.
	0	Min	-605,71	-7,09	-191,13	C	1	O 2x2	5,08	1,969718016	53,09904153	1440	1,08137E+35	0,14	0,14	O.K.	0,17	0,17	O.K.
	73,117	Min	-605,75	-3,46	-142,84	C	1	O 2x2	5,08	0,961244617	39,68328935	1275,262688	6031,360002	0,16	0,14	O.K.	0,19	0,16	O.K.
146,234	Min	-605,78	-5,44	-248,38	C	1	O 2x2	5,08	1,511321017	69,00402834	1012,37123	1507,84	0,20	0,14	O.K.	0,27	0,18	O.K.	
133	0	Max	141,22	364,08	15,91	T	1	O 2x2	5,08	101,1473816	4,420058341	1440	1,08137E+35	0,10	0,10	O.K.	0,04	0,03	O.K.
	52,845	Max	142,15	124,53	5,72	T	1	O 2x2	5,08	34,59647173	1,589109599	1440	11546,33556	0,06	0,06	O.K.	0,03	0,03	O.K.
	105,689	Max	143,09	400,32	20,28	T	1	O 2x2	5,08	111,2154466	5,634115849	1440	2886,638515	0,11	0,11	O.K.	0,04	0,04	O.K.
	0	Min	-532,88	-523,33	-33,2	C	1	O 2x2	5,08	145,3896374	9,223503264	1440	1,08137E+35	0,22	0,22	O.K.	0,13	0,13	O.K.
	52,845	Min	-531,63	-82,34	-1,69	C	1	O 2x2	5,08	22,87539936	0,469509654	1331,968826	11546,33556	0,15	0,13	O.K.	0,13	0,12	O.K.
105,689	Min	-530,38	-156,7	-14	C	1	O 2x2	5,08	43,53382414	3,889429087	1168,892533	2886,638515	0,19	0,15	O.K.	0,15	0,12	O.K.	
134	0	Max	665,73	4,19	8,54	T	1	O 2x2	5,08	1,164050563	2,372551743	1440	1,08137E+35	0,15	0,15	O.K.	0,15	0,15	O.K.
	75,674	Max	665,67	3,01	123,44	T	1	O 2x2	5,08	0,836227254	34,2936519	1440	5630,65085	0,15	0,15	O.K.	0,18	0,17	O.K.
	151,349	Max	665,61	2,59	143,05	T	1	O 2x2	5,08	0,719544381	39,74163078	1440	1407,644111	0,15	0,15	O.K.	0,18	0,18	O.K.
	0	Min	-421,5	-5,61	-163,08	C	1	O 2x2	5,08	1,558549799	45,30629254	1440	1,08137E+35	0,10	0,09	O.K.	0,13	0,13	O.K.
	75,674	Min	-421,56	-3,28	-134,91	C	1	O 2x2	5,08	0,911237672	37,48020558	1267,574004	5630,65085	0,11	0,09	O.K.	0,14	0,12	O.K.
151,349	Min	-421,62	-3,02	-227	C	1	O 2x2	5,08	0,839005417	63,06431449	990,7953469	1407,644111	0,14	0,09	O.K.	0,21	0,14	O.K.	
135	0	Max	-40,65	271,68	9,97	C	1	O 2x2	5,08	75,4771496	2,769829143	1440	1,08137E+35	0,06	0,06	O.K.	0,01	0,01	O.K.
	50,536	Max	-39,76	94,58	5,74	C	1	O 2x2	5,08	26,27587165	1,594665926	1337,932106	12625,54842	0,03	0,03	O.K.	0,01	0,01	O.K.
	101,072	Max	-38,86	407,11	20,62	C	1	O 2x2	5,08	113,1018197	5,728573413	1185,05441	3156,387104	0,11	0,09	O.K.	0,02	0,01	O.K.
	0	Min	-586,2	-489,39	-30,27	C	1	O 2x2	5,08	135,9605501	8,40950132	1440	1,08137E+35	0,23	0,23	O.K.	0,14	0,14	O.K.
	50,536	Min	-585,01	-65,36	-1,87	C	1	O 2x2	5,08	18,15807751	0,5195166	1337,932106	12625,54842	0,16	0,14	O.K.	0,14	0,13	O.K.
101,072	Min	-583,82	-113,05	-7,62	C	1	O 2x2	5,08	31,40713988	2,116960689	1185,05441	3156,387104	0,19	0,15	O.K.	0,16	0,13	O.K.	
136	0	Max	586,27	1,19	22,96	T	1	O 2x2	5,08	0,330601472	6,378663703	1440	1,08137E+35	0,13	0,13	O.K.	0,14	0,14	O.K.
	78,085	Max	586,17	3,2	136,25	T	1	O 2x2	5,08	0,889012363	37,85247951	1440	5288,308108	0,13	0,13	O.K.	0,16	0,16	O.K.
	156,171	Max	586,08	5,45	153,43	T	1	O 2x2	5,08	1,51409918	42,62536463	1440	1322,060096	0,13	0,13	O.K.	0,17	0,16	O.K.
	0	Min	-220,66	-3,46	-175,14	C	1	O 2x2	5,08	0,961244617	48,65675788	1440	1,08137E+35	0,05	0,05	O.K.	0,08	0,08	O.K.
	78,085	Min	-220,76	-3,69	-139,85	C	1	O 2x2	5,08	1,025142381	38,85261842	1260,217875	5288,308108	0,06	0,05	O.K.	0,09	0,08	O.K.
156,171	Min	-220,86	-4,18	-228,04	C	1	O 2x2	5,08	1,161273399	63,35324351	970,0808734	1322,060096	0,08	0,05	O.K.	0,14	0,09	O.K.	
137	0	Max	46,68	253,24	4,68	T	1	O 2x2	5,08	70,35421586	1,300180581	1440	1,08137E+35	0,06	0,06	O.K.	0,01	0,01	O.K.
	48,565	Max	47,54	90,75	5,8	T	1	O 2x2	5,08	25,21183498	1,611334908	1440	13671,15456	0,03	0,03	O.K.	0,01	0,01	O.K.
	97,13	Max	48,4	483,4	23,58	T	1	O 2x2	5,08	134,2964301	6,550909849	1440	3417,78864	0,10	0,10	O.K.	0,02	0,02	O.K.
	0	Min	-603,56	-542,67	-33,28	C	1	O 2x2	5,08	150,7626059	9,245728573	1440	1,08137E+35	0,24	0,24	O.K.	0,14	0,14	O.K.
	48,565	Min	-602,42	-69,19	-2,22	C	1	O 2x2	5,08	19,22211418	0,616752327	1342,939405	13671,15456	0,16	0,15	O.K.	0,15	0,13	O.K.
97,13	Min	-601,27	-90,97	-1,86	C	1	O 2x2	5,08	25,27295458	0,516738436	1198,576403	3417,78864	0,19	0,15	O.K.	0,16	0,13	O.K.	
138	0	Max	503,36	0,05818	27,01	T	1	O 2x2	5,08	0,016163356	7,503819975	1440	1,08137E+35	0,11	0,11	O.K.	0,12	0,12	O.K.
	80,369	Max	503,17	3,34	147,03	T	1	O 2x2	5,08	0,927906654	40,84733991	1440	4992,003144	0,11	0,11	O.K.	0,14	0,14	O.K.
	160,737	Max	502,99	7,74	172,7	T	1	O 2x2	5,08	2,150298653	47,97888596	1440	1248,016315	0,12	0,11	O.K.	0,15	0,15	O.K.
	0	Min	-23,26	-1,87	-169,44	C	1	O 2x2	5,08	0,5195166	47,07320461	1440	1,08137E+35	0,01	0,01	O.K.	0,04	0,04	O.K.
	80,369	Min	-23,4	-4,03	-135,79	C	1	O 2x2	5,08	1,119599944	37,72468398	1253,154753	4992,003144	0,01	0,01	O.K.	0,04	0,03	O.K.
160,737	Min	-23,54	-6,18	-239,87	C	1	O 2x2	5,08	1,716905126	66,63981108	950,1298448	1248,016315	0,01	0,01	O.K.	0,08	0,05	O.K.	
139	0	Max	161,47	193,8	-0,29	T	1	O 2x2	5,08	53,84081122	0,080566745	1440	1,08137E+35	0,07	0,07	O.K.	0,04	0,04	O.K.
	46,889	Max	162,29	70,82	5,81	T	1	O 2x2	5,08	19,67495485	1,614113071	1440	14665,94453	0,05	0,05	O.K.	0,04	0,04	O.K.
	93,778	Max	163,12	539,1	25,39	T	1	O 2x2	5,08	149,7708015	7,053757466	1440	3666,486133	0,14	0,14	O.K.	0,04	0,04	O.K.
	0	Min	-621,81	-548,82	-35,48	C	1	O 2x2	5,08	152,4711766	9,856924573	1440	1,08137E+35	0,25	0,24	O.K.	0,15	0,15	O.K.
	46,889	Min	-620,98	-60,13	-2,54	C	1	O 2x2	5,08	16,70509793	0,705653563	1347,13654	14665,94453	0,16	0,15	O.K.	0,15	0,14	O.K.
93,778	Min	-620,16	-58,12	-6,74	C	1	O 2x2	5,08	16,14668704	1,872482289	1209,871751	3666,486133	0,18	0,15	O.K.	0,17	0,14	O.K.	
140	0	Max	566,12	0,26	41,86	T	1	O 2x2	5,08	0,072232254	11,62939297	1440	1,08137E+35	0,13	0,13	O.K.	0,14	0,13	O.K.
	82,543	Max	565,87	3,27	153,24	T	1	O 2x2	5,08	0,908459508	42,57257952	1440	4732,509355	0,13	0,13	O.K.	0,16	0,16	O.K.
	165,086	Max	565,61	8,61	169,87	T	1	O 2x2	5,08	2,391998889	47,19266565	1440	1183,127339	0,13	0,13	O.K.	0,17	0,16	O.K.
	0	Min	34,01	-2,07	-180,69	T	1	O 2x2	5,08	0,575079872	50,1986387	1440	1,08137E+35	0,01	0,01	O.K.	0,04	0,04	O.K.
	82,543	Min	33,82	-4,49	-126,66	T	1	O 2x2	5,08	1,247395472	35,18822059	1440	4732,509355	0,01	0,01	O.K.	0,03	0,03	O.K.
165,086	Min	33,63	-8,56	-221,81	T	1	O 2x2	5,08	2,378108071	61,62244756	1440	1183,127339	0,01	0,01	O.K.	0,05	0,05	O.K.	
141	0	Max	257,3	99,87	2,03	T	1	O 2x2	5,08	27,74552021	0,563967218	1440	1,08137E+35	0,08	0,08	O.K.	0,06	0,06	O.K.
	45,474	Max	258,1	80,31	5,4	T	1	O 2x2	5,08	22,31143214	1,500208362	1440	15592,85587	0,07	0,07	O.K.	0,06	0,06	O.K.
	90,949	Max	258,9	660,91	26,28	T	1	O 2x2	5,08	183,6116127	7,30101403	1440	3898,128244	0,19	0,19	O.K.	0,06	0,06	O.K.
	0	Min	-692,06	-643,7	-36,05	C	1	O 2x2	5,08	178,8303931	10,0152799	1440	1,08137E+35	0,28	0,28	O.K.	0,16	0,16	O.K.
	45,474	Min	-691,26	-67,97	-2,36	C	1	O 2x2	5,08	18,88317822	0,655646618	1350,636281	15592,85587	0,18	0,17	O.K.	0,17	0,15	O.K.
90,949	Min	-690,46	51,41	-12,11	C	1	O 2x2	5,08	14,28253924	3,364356161	1219,258331	3898,128244	0,20	0,16	O.K.	0,19	0,16	O.K.	
142	0	Max	665,74	1,27	70,35	T	1	O 2x2	5,08	0,352826781	19,54438116	1440	1,08137E+35	0,15	0,15	O.K.	0,16	0,16	O.K.
	84,627	Max	665,49	3,23	168,35	T	1	O 2x2	5,08	0,897346854	46,77038478	1440	4502,29646	0,15	0,15	O.K.	0,18	0,18	O.K.
	169,254	Max	665,24	8,32	185	T	1	O 2x2	5,08	2,311432143	51,39602723	1440	1125,574115	0,15	0,15	O.K.	0,19	0,18	O.K.
	0	Min	-137,14	-1,87	-217,73	C	1	O 2x2	5,08	0,5195166	60,4889568	1440	1,08137E+35	0,03	0,03	O.K.	0,07	0,07	O.K.
	84,627	Min	-137,39	-4,91	-130,99	C	1	O 2x2	5,08	1,364078344	36,39116544	1239,744282	4502,29646	0,04	0,03	O.K.	0,07	0,06	O.K.
169,254	Min	-137,63	-10,15	-218,05	C														

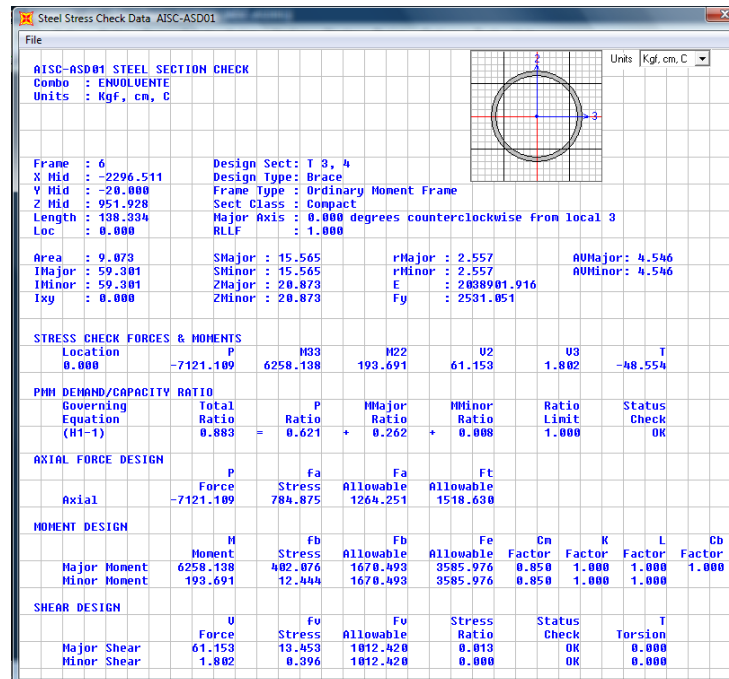
143	0	Max	333,28	-52,06	8,23	T	1	O 2x2	5,08	14,46311988	2,286428671	1440	1,08137E+35	0,09	0,08	O.K.	0,08	0,08	O.K.
	44,294	Max	334,06	55,66	4,92	T	1	O 2x2	5,08	15,46325879	1,366856508	1440	16434,71498	0,09	0,09	O.K.	0,08	0,08	O.K.
	88,589	Max	334,84	724,67	30,33	T	1	O 2x2	5,08	201,3251841	8,426170301	1440	4108,585988	0,22	0,21	O.K.	0,08	0,08	O.K.
	0	Min	-725,51	-719,74	-34,91	C	1	O 2x2	5,08	199,955494	9,698569246	1440	1,08137E+35	0,20	0,30	O.K.	0,17	0,17	O.K.
	44,294	Min	-724,74	-50,9	-1,98	C	1	O 2x2	5,08	14,1408529	0,550076399	1353,523938	16434,71498	0,19	0,17	O.K.	0,18	0,16	O.K.
144	88,589	Min	-723,96	-44,38	-17,16	C	1	O 2x2	5,08	12,32949021	4,767328796	1226,985399	4108,585988	0,20	0,17	O.K.	0,20	0,16	O.K.
	0	Max	827,96	1,33	62,55	T	1	O 2x2	5,08	0,369495763	17,37741353	1440	1,08137E+35	0,19	0,18	O.K.	0,20	0,20	O.K.
	86,639	Max	827,65	3,17	168,13	T	1	O 2x2	5,08	0,880677872	46,70926518	1440	4295,612698	0,19	0,18	O.K.	0,22	0,22	O.K.
	173,279	Max	827,34	9,5	176,87	T	1	O 2x2	5,08	2,639255452	49,13738019	1440	1073,890779	0,19	0,19	O.K.	0,23	0,22	O.K.
	0	Min	-309,86	-3,15	-189,72	C	1	O 2x2	5,08	0,875121545	52,70732046	1440	1,08137E+35	0,07	0,07	O.K.	0,11	0,11	O.K.
145	86,639	Min	-310,16	-5,13	-109,77	C	1	O 2x2	5,08	1,425197944	30,49590221	1233,298592	4295,612698	0,08	0,07	O.K.	0,11	0,09	O.K.
	173,279	Min	-310,47	-11,6	-198,64	C	1	O 2x2	5,08	3,222669815	55,18544242	893,6293617	1073,890779	0,12	0,07	O.K.	0,18	0,11	O.K.
	0	Max	390,95	20,74	13,05	T	1	O 2x2	5,08	5,761911377	3,625503542	1440	1,08137E+35	0,09	0,09	O.K.	0,09	0,09	O.K.
	43,327	Max	391,71	39,42	4,57	T	1	O 2x2	5,08	10,95152104	1,269620781	1440	17176,50267	0,10	0,09	O.K.	0,09	0,09	O.K.
	86,655	Max	392,47	738,29	32,11	T	1	O 2x2	5,08	205,1090429	8,920683428	1440	4294,026559	0,24	0,23	O.K.	0,10	0,09	O.K.
146	0	Min	-727,89	-750,31	-33,73	C	1	O 2x2	5,08	208,4483956	9,370745937	1440	1,08137E+35	0,31	0,31	O.K.	0,17	0,17	O.K.
	43,327	Min	-727,12	-41,18	-1,61	C	1	O 2x2	5,08	11,44047784	0,447284345	1355,869314	17176,50267	0,18	0,17	O.K.	0,18	0,16	O.K.
	86,655	Min	-726,36	-93,6	-21,15	C	1	O 2x2	5,08	26,00361161	5,875816086	1233,247055	4294,026559	0,21	0,18	O.K.	0,20	0,17	O.K.
	0	Max	949,5	2,03	64,99	T	1	O 2x2	5,08	0,563967218	18,05528546	1440	1,08137E+35	0,22	0,21	O.K.	0,23	0,22	O.K.
	88,598	Max	949,12	2,4	166,11	T	1	O 2x2	5,08	0,666759272	46,14807612	1440	4107,75131	0,22	0,21	O.K.	0,25	0,24	O.K.
147	177,195	Max	948,75	7,39	152,31	T	1	O 2x2	5,08	2,053062925	42,31421031	1440	1026,949419	0,22	0,21	O.K.	0,26	0,24	O.K.
	0	Min	-475,54	-2,6	-179,49	C	1	O 2x2	5,08	0,72232545	49,86525906	1440	1,08137E+35	0,11	0,11	O.K.	0,14	0,14	O.K.
	88,598	Min	-475,91	-5,15	-90,63	C	1	O 2x2	5,08	1,430754271	25,17849701	1226,956111	4107,75131	0,13	0,11	O.K.	0,15	0,12	O.K.
	177,195	Min	-476,28	-12,09	-162,34	C	1	O 2x2	5,08	3,358799833	45,10070843	1235,869314	1026,949419	0,18	0,11	O.K.	0,24	0,14	O.K.
	0	Max	430,85	171,28	17,06	T	1	O 2x2	5,08	47,58438672	4,739547159	1440	1,08137E+35	0,13	0,13	O.K.	0,10	0,10	O.K.
148	42,557	Max	431,59	54,08	4,24	T	1	O 2x2	5,08	15,02430893	1,177941381	1440	17803,68775	0,11	0,11	O.K.	0,10	0,10	O.K.
	85,114	Max	432,34	821,62	31,97	T	1	O 2x2	5,08	228,2594805	8,881789137	1440	4450,921937	0,26	0,25	O.K.	0,10	0,10	O.K.
	0	Min	-706,68	-820,41	-33,64	C	1	O 2x2	5,08	227,9233227	9,345742464	1440	1,08137E+35	0,32	0,32	O.K.	0,17	0,16	O.K.
	42,557	Min	-705,93	-51,55	-1	C	1	O 2x2	5,08	14,32143353	0,277816363	1357,72327	17803,68775	0,18	0,17	O.K.	0,17	0,16	O.K.
	85,114	Min	-705,18	-268,28	-24,27	C	1	O 2x2	5,08	74,53257397	6,742603139	1238,190498	4450,921937	0,25	0,21	O.K.	0,19	0,16	O.K.
149	0	Max	1014,84	4,22	91,31	T	1	O 2x2	5,08	1,172385053	25,36741214	1440	1,08137E+35	0,23	0,23	O.K.	0,25	0,24	O.K.
	90,519	Max	1014,39	1,91	174,71	T	1	O 2x2	5,08	0,530629254	48,53729685	1440	3935,251421	0,23	0,23	O.K.	0,27	0,26	O.K.
	181,038	Max	1013,95	4,75	146,79	T	1	O 2x2	5,08	1,319627726	40,78066398	1440	983,8128553	0,23	0,23	O.K.	0,27	0,25	O.K.
	0	Min	-613,88	-1,02	-208,17	C	1	O 2x2	5,08	0,283372691	57,83303237	1440	1,08137E+35	0,14	0,14	O.K.	0,18	0,18	O.K.
	90,519	Min	-614,33	-5,29	-85,54	C	1	O 2x2	5,08	1,469648562	23,76441172	1120,673258	3935,251421	0,17	0,14	O.K.	0,18	0,15	O.K.
150	181,038	Min	-614,77	-14,09	-136,19	C	1	O 2x2	5,08	3,91443256	37,83581053	857,4109205	983,8128553	0,24	0,14	O.K.	0,29	0,16	O.K.
	0	Max	450,01	326,36	19,53	T	1	O 2x2	5,08	90,66814835	5,425753577	1440	1,08137E+35	0,16	0,16	O.K.	0,11	0,10	O.K.
	41,97	Max	450,75	31,32	4,07	T	1	O 2x2	5,08	8,701208501	1,130712599	1440	18305,18157	0,11	0,11	O.K.	0,10	0,10	O.K.
	83,94	Max	451,48	907,19	29,8	T	1	O 2x2	5,08	252,0322267	8,278927629	1440	4576,295392	0,28	0,28	O.K.	0,11	0,11	O.K.
	0	Min	-659,95	-844,55	-31,19	C	1	O 2x2	5,08	234,6298097	8,665092374	1440	1,08137E+35	0,31	0,31	O.K.	0,16	0,15	O.K.
151	41,97	Min	-659,21	-26,58	-0,45	C	1	O 2x2	5,08	7,384358939	0,125017364	1359,128474	18305,18157	0,16	0,15	O.K.	0,16	0,15	O.K.
	83,94	Min	-658,47	-379,51	-26,06	C	1	O 2x2	5,08	105,4340881	7,23989443	1241,929222	4576,295392	0,26	0,22	O.K.	0,18	0,15	O.K.
	0	Max	1047,84	2,82	59,27	T	1	O 2x2	5,08	0,783442145	16,46617586	1440	1,08137E+35	0,24	0,23	O.K.	0,25	0,24	O.K.
	92,42	Max	1047,32	1,09	155,45	T	1	O 2x2	5,08	0,302819836	43,18655369	1440	3775,026903	0,24	0,23	O.K.	0,27	0,26	O.K.
	184,84	Max	1046,8	4,64	116,41	T	1	O 2x2	5,08	1,289067926	32,34060286	1440	943,7567258	0,24	0,23	O.K.	0,27	0,26	O.K.
152	0	Min	-740,51	-2,47	-152,88	C	1	O 2x2	5,08	0,686206418	42,47256563	1440	1,08137E+35	0,17	0,17	O.K.	0,20	0,19	O.K.
	92,42	Min	-741,03	-5,01	-48,89	C	1	O 2x2	5,08	1,391859981	13,58244201	1214,394374	3775,026903	0,20	0,17	O.K.	0,21	0,17	O.K.
	184,84	Min	-741,55	-12,85	-102,67	C	1	O 2x2	5,08	3,569940269	28,52340603	839,3041708	943,7567258	0,29	0,17	O.K.	0,33	0,19	O.K.
	0	Max	454,13	390,67	19,62	T	1	O 2x2	5,08	108,5345187	5,45075705	1440	1,08137E+35	0,18	0,18	O.K.	0,11	0,10	O.K.
	41,557	Max	454,86	22,84	4,13	T	1	O 2x2	5,08	6,34532574	1,147381581	1440	18670,82906	0,11	0,11	O.K.	0,10	0,10	O.K.
153	83,115	Max	455,58	899,6	25,79	T	1	O 2x2	5,08	249,9236005	7,164884012	1440	4667,594947	0,28	0,28	O.K.	0,11	0,11	O.K.
	0	Min	-597,09	-858,2	-26,38	C	1	O 2x2	5,08	238,4220031	7,328795666	1440	1,08137E+35	0,30	0,30	O.K.	0,14	0,14	O.K.
	41,557	Min	-596,37	-21,3	-0,2	C	1	O 2x2	5,08	5,91748854	0,055563273	1360,112914	18670,82906	0,15	0,14	O.K.	0,14	0,13	O.K.
	83,115	Min	-595,64	-428,99	-26,16	C	1	O 2x2	5,08	119,1804417	7,267676066	1244,542286	4667,594947	0,26	0,22	O.K.	0,16	0,14	O.K.
	0	Max	1035,05	5,07	29,9	T	1	O 2x2	5,08	1,408528962	8,306709265	1440	1,08137E+35	0,24	0,23	O.K.	0,24	0,24	O.K.
154	94,317	Max	1034,46	-0,05671	125,95	T	1	O 2x2	5,08	0,015754966	34,99097097	1440	3624,699622	0,23	0,23	O.K.	0,26	0,25	O.K.
	188,635	Max	1033,86	3,49	71,69	T	1	O 2x2	5,08	0,969579108	19,91665509	1440	906,1652979	0,24	0,23	O.K.	0,26	0,24	O.K.
	0	Min	-839,27	-3,61	-107,91	C	1	O 2x2	5,08	1,002917072	29,97916377	1440	1,08137E+35	0,19	0,19	O.K.	0,21	0,21	O.K.
	94,317	Min	-839,87	-6,21	-14,19	C	1	O 2x2	5,08	1,725239617	3,942214196	1208,068118	3624,699622	0,23	0,19	O.K.	0,23	0,19	O.K.
	188,635	Min	-840,46	-17,5	-70,8	C	1	O 2x2	5,08	4,861786359	19,66939853	820,9918458	906,1652979	0,34	0,19	O.K.	0,37	0,20	O.K.
155	0	Max	441,87	448,93	18,98	T	1	O 2x2	5,08	124,7201	5,272954577	1440	1,08137E+35	0,19	0,19	O.K.	0,10	0,10	O.K.
	41,312	Max	442,59	17,03	4,15	T	1	O 2x2	5,08	4,731212668	1,152937908	1440	18892,93969	0,10	0,10	O.K.	0,10	0,10	O.K.
	82,625	Max	443,31	962,83	20,57	T	1	O 2x2	5,08	267,4899292	5,714682595	1440	4723,120594	0,29	0,28	O.K.	0,10	0,10	O.K.
	0	Min	-516,11	-928,76	-20,53	C	1	O 2x2	5,08	258,0247257	5,70356994	1440	1,08137E+35	0,30	0,29	O.K.	0,12	0,12	O.K.
	41,312	Min	-515,39	-7,15	0,14	C	1	O 2x2	5,08	1,986386998	0,038894291	1360,69525	18892,93969	0,13	0,12	O.K.	0,12	0,11	O

154	0	Max	955,22	3,44	-1,13	T	1	O 2x2	5,08	0,95568829	0,313932491	1440	1,08137E+35	0,22	0,21	O.K.	0,22	0,21	O.K.		
	96,228	Max	954,54	0,63	171,79	T	1	O 2x2	5,08	0,175024309	47,72607307	1440	3482,16271	0,22	0,21	O.K.	0,25	0,25	O.K.		
	192,455	Max	953,86	1,75	236,96	T	1	O 2x2	5,08	0,486178636	65,83136547	1440	870,5497241	0,22	0,21	O.K.	0,29	0,26	O.K.		
	0	Min	-911,35	-4,71	-98,42	C	1	O 2x2	5,08	1,308515072	27,34268648	1440	1,08137E+35	0,21	0,20	O.K.	0,23	0,22	O.K.		
	96,228	Min	-912,03	-6,28	21,25	C	1	O 2x2	5,08	1,744686762	5,903597722	1201,634314	3482,16271	0,25	0,20	O.K.	0,25	0,21	O.K.		
192,455	Min	-912,71	-14,08	-35,71	C	1	O 2x2	5,08	3,911654396	9,920822336	802,3150713	870,5497241	0,38	0,21	O.K.	0,39	0,21	O.K.			
155	0	Max	13,36	485,33	4,22	T	1	O 2x2	5,08	134,8326156	1,172385053	1440	1,08137E+35	0,10	0,10	O.K.	0,00	0,00	O.K.		
	41,231	Max	14,08	1,33	2,73	T	1	O 2x2	5,08	0,369495763	0,758438672	1440	18967,24453	0,00	0,00	O.K.	0,00	0,00	O.K.		
	82,462	Max	14,8	482,64	4,06	T	1	O 2x2	5,08	134,0852896	1,127934435	1440	4741,811131	0,10	0,10	O.K.	0,00	0,00	O.K.		
	0	Min	-92,02	-485,31	-12,53	C	1	O 2x2	5,08	134,8270593	3,481039033	1440	1,08137E+35	0,11	0,11	O.K.	0,02	0,02	O.K.		
	41,231	Min	-91,06	-1,34	0,52	C	1	O 2x2	5,08	0,372273927	0,144464509	1360,887506	18967,24453	0,02	0,02	O.K.	0,02	0,02	O.K.		
82,462	Min	-90,1	-482,66	-6,31	C	1	O 2x2	5,08	134,090846	1,753021253	1246,602212	4741,811131	0,13	0,11	O.K.	0,02	0,02	O.K.			
191	0	Max	451,46	40,76	19,72	T	1	O 2x2	5,08	11,32379497	5,478538686	1440	1,08137E+35	0,11	0,11	O.K.	0,11	0,10	O.K.		
	40	Max	451,46	40,76	19,72	T	1	O 2x2	5,08	11,32379497	5,478538686	1440	20152,64231	0,11	0,11	O.K.	0,11	0,10	O.K.		
	0	Min	-185,88	-12,82	-130,17	C	1	O 2x2	5,08	3,561605779	36,16335602	1440	1,08137E+35	0,04	0,04	O.K.	0,07	0,07	O.K.		
	40	Min	-185,88	-12,82	-130,17	C	1	O 2x2	5,08	3,561605779	36,16335602	1363,792685	20152,64231	0,05	0,04	O.K.	0,07	0,07	O.K.		
	0	Max	0	11,32	2,09	T	1	O 2x2	5,08	3,144881234	0,580636199	1440	1,08137E+35	0,00	0,00	O.K.	0,00	0,00	O.K.		
192	40	Max	0	11,32	2,09	T	1	O 2x2	5,08	3,144881234	0,580636199	1440	20152,64231	0,00	0,00	O.K.	0,00	0,00	O.K.		
	0	Min	0	-97,06	-15,59	T	1	O 2x2	5,08	26,96485623	4,331157105	1440	1,08137E+35	0,02	0,02	O.K.	0,00	0,00	O.K.		
	40	Min	0	-97,06	-15,59	T	1	O 2x2	5,08	26,96485623	4,331157105	1440	20152,64231	0,02	0,02	O.K.	0,00	0,00	O.K.		
	0	Max	1,14	-1,09	0,19	T	1	O 2x2	5,08	0,302819836	0,052785109	1440	1,08137E+35	0,00	0,00	O.K.	0,00	0,00	O.K.		
	40	Max	1,14	-1,09	0,19	T	1	O 2x2	5,08	0,302819836	0,052785109	1440	20152,64231	0,00	0,00	O.K.	0,00	0,00	O.K.		
193	0	Min	-796,32	-90,36	-34,89	C	1	O 2x2	5,08	25,1034866	9,693012918	1440	1,08137E+35	0,20	0,19	O.K.	0,19	0,18	O.K.		
	40	Min	-796,32	-90,36	-34,89	C	1	O 2x2	5,08	25,1034866	9,693012918	1363,792685	20152,64231	0,21	0,19	O.K.	0,20	0,18	O.K.		
	0	Max	57,15	15,08	5,95	T	1	O 2x2	5,08	4,18947076	1,653007362	1440	1,08137E+35	0,02	0,02	O.K.	0,01	0,01	O.K.		
	40	Max	57,15	15,08	5,95	T	1	O 2x2	5,08	4,18947076	1,653007362	1440	20152,64231	0,02	0,02	O.K.	0,01	0,01	O.K.		
	0	Min	-7,67	-5,4	-39,87	C	1	O 2x2	5,08	1,500208362	11,07653841	1440	1,08137E+35	0,00	0,00	O.K.	0,01	0,01	O.K.		
194	40	Min	-7,67	-5,4	-39,87	C	1	O 2x2	5,08	1,500208362	11,07653841	1363,792685	20152,64231	0,00	0,00	O.K.	0,01	0,01	O.K.		
	0	Max	92,59	14,26	9,98	T	1	O 2x2	5,08	3,961661342	2,772607307	1440	1,08137E+35	0,02	0,02	O.K.	0,02	0,02	O.K.		
	40	Max	92,59	14,26	9,98	T	1	O 2x2	5,08	3,961661342	2,772607307	1440	20152,64231	0,02	0,02	O.K.	0,02	0,02	O.K.		
	0	Min	-20,19	-20,1	-10,87	C	1	O 2x2	5,08	5,584108904	3,01986387	1440	1,08137E+35	0,01	0,01	O.K.	0,01	0,01	O.K.		
	40	Min	-20,19	-20,1	-10,87	C	1	O 2x2	5,08	5,584108904	3,01986387	1363,792685	20152,64231	0,01	0,01	O.K.	0,01	0,01	O.K.		
195	0	Max	95,49	20,42	15,28	T	1	O 2x2	5,08	5,67301014	4,245034033	1440	1,08137E+35	0,03	0,03	O.K.	0,02	0,02	O.K.		
	40	Max	95,49	20,42	15,28	T	1	O 2x2	5,08	5,67301014	4,245034033	1440	20152,64231	0,03	0,03	O.K.	0,02	0,02	O.K.		
	0	Min	-33,46	-20,1	-17,06	C	1	O 2x2	5,08	5,584108904	4,739547159	1440	1,08137E+35	0,01	0,01	O.K.	0,01	0,01	O.K.		
	40	Min	-33,46	-20,1	-17,06	C	1	O 2x2	5,08	5,584108904	4,739547159	1363,792685	20152,64231	0,01	0,01	O.K.	0,01	0,01	O.K.		
	0	Max	103,35	20,11	19,44	T	1	O 2x2	5,08	5,586887068	5,400750104	1440	1,08137E+35	0,03	0,03	O.K.	0,03	0,03	O.K.		
196	40	Max	103,35	20,11	19,44	T	1	O 2x2	5,08	5,586887068	5,400750104	1440	20152,64231	0,03	0,03	O.K.	0,03	0,03	O.K.		
	0	Min	-43,2	-23,04	-19,75	C	1	O 2x2	5,08	6,400889012	5,486873177	1440	1,08137E+35	0,01	0,01	O.K.	0,01	0,01	O.K.		
	40	Min	-43,2	-23,04	-19,75	C	1	O 2x2	5,08	6,400889012	5,486873177	1363,792685	20152,64231	0,02	0,01	O.K.	0,01	0,01	O.K.		
	0	Max	107,7	16,24	18,91	T	1	O 2x2	5,08	4,511737741	5,253507432	1440	1,08137E+35	0,03	0,03	O.K.	0,03	0,03	O.K.		
	40	Max	107,7	16,24	18,91	T	1	O 2x2	5,08	4,511737741	5,253507432	1440	20152,64231	0,03	0,03	O.K.	0,03	0,03	O.K.		
197	0	Min	-52,51	-20,57	-19,54	C	1	O 2x2	5,08	5,714682595	5,428531741	1440	1,08137E+35	0,02	0,02	O.K.	0,02	0,02	O.K.		
	40	Min	-52,51	-20,57	-19,54	C	1	O 2x2	5,08	5,714682595	5,428531741	1363,792685	20152,64231	0,02	0,02	O.K.	0,02	0,02	O.K.		
	0	Max	106,21	14,19	18,65	T	1	O 2x2	5,08	3,942214196	5,181275177	1440	1,08137E+35	0,03	0,03	O.K.	0,03	0,03	O.K.		
	40	Max	106,21	14,19	18,65	T	1	O 2x2	5,08	3,942214196	5,181275177	1440	20152,64231	0,03	0,03	O.K.	0,03	0,03	O.K.		
	0	Min	-57,55	-21,08	-20,27	C	1	O 2x2	5,08	5,85636894	5,631337686	1440	1,08137E+35	0,02	0,02	O.K.	0,02	0,02	O.K.		
198	40	Min	-57,55	-21,08	-20,27	C	1	O 2x2	5,08	5,85636894	5,631337686	1363,792685	20152,64231	0,02	0,02	O.K.	0,02	0,02	O.K.		
	0	Max	101,69	11,22	18,22	T	1	O 2x2	5,08	3,117099597	5,061814141	1440	1,08137E+35	0,03	0,02	O.K.	0,03	0,03	O.K.		
	40	Max	101,69	11,22	18,22	T	1	O 2x2	5,08	3,117099597	5,061814141	1440	20152,64231	0,03	0,02	O.K.	0,03	0,03	O.K.		
	0	Min	-60,71	-19,66	-20,92	C	1	O 2x2	5,08	5,461869704	5,811918322	1440	1,08137E+35	0,02	0,02	O.K.	0,02	0,02	O.K.		
	40	Min	-60,71	-19,66	-20,92	C	1	O 2x2	5,08	5,461869704	5,811918322	1363,792685	20152,64231	0,02	0,02	O.K.	0,02	0,02	O.K.		
199	0	Max	93,98	6,73	15,93	T	1	O 2x2	5,08	1,869704126	4,425614669	1440	1,08137E+35	0,02	0,02	O.K.	0,02	0,02	O.K.		
	40	Max	93,98	6,73	15,93	T	1	O 2x2	5,08	1,869704126	4,425614669	1440	20152,64231	0,02	0,02	O.K.	0,02	0,02	O.K.		
	0	Min	-60,85	-20,44	-19,37	C	1	O 2x2	5,08	5,678564668	5,381302959	1440	1,08137E+35	0,02	0,02	O.K.	0,02	0,02	O.K.		
	40	Min	-60,85	-20,44	-19,37	C	1	O 2x2	5,08	5,678564668	5,381302959	1363,792685	20152,64231	0,02	0,02	O.K.	0,02	0,02	O.K.		
	0	Max	84,47	0,21	13,47	T	1	O 2x2	5,08	0,058341436	3,742186415	1440	1,08137E+35	0,02	0,02	O.K.	0,02	0,02	O.K.		
200	40	Max	84,47	0,21	13,47	T	1	O 2x2	5,08	0,058341436	3,742186415	1440	20152,64231	0,02	0,02	O.K.	0,02	0,02	O.K.		
	0	Min	-59,01	-24,3	-17,08	C	1	O 2x2	5,08	6,75093763	4,745103487	1440	1,08137E+35	0,02	0,02	O.K.	0,02	0,02	O.K.		
	40	Min	-59,01	-24,3	-17,08	C	1	O 2x2	5,08	6,75093763	4,745103487	1363,792685	20152,64231	0,02	0,02	O.K.	0,02	0,02	O.K.		
	0	Max	71,82	-0,004482	11,77	T	1	O 2x2	5,08	0,001245173	3,269898597	1440	1,08137E+35	0,02	0,02	O.K.	0,02	0,02	O.K.		
	40	Max	71,82	-0,004482	11,77	T	1	O 2x2	5,08	0,001245173	3,269898597	1440	20152,64231	0,02	0,02	O.K.	0,02	0,02	O.K.		
201	0	Min	-54,4	-22,57	-15,04	C	1	O 2x2	5,08	6,270315322	4,178358105	1440	1,08137E+35	0,02	0,02	O.K.	0,02	0,02	O.K.		
	40	Min	-54,4	-22,57	-15,04	C	1	O 2x2	5,08	6,270315322	4,178358105	1363,792685	20152,64231	0,02	0,02	O.K.	0,02	0,02	O.K.		
	202	203																			
			0	Max	955,22	3,44	-1,13	T	1	O 2x2	5,08	0,95568829	0,313932491	1440	1,08137E+35	0,22	0,21	O.K.	0,22	0,21	O.K.
			96,228	Max	954,54	0,63	171,79	T	1	O 2x2	5,08	0,175024309	47,72607307	1440	3482,16271	0,22	0,21	O.K.	0,25	0,25	O.K.
192,455			Max	953,86	1,75	236,96	T	1													

204	0	Max	58,05	7,37	10,19	T	1	O 2x2	5,08	2,047506598	2,830948743	1440	1,08137E+35	0,01	0,01	O.K.	0,02	0,01	O.K.
	40	Max	58,05	7,37	10,19	T	1	O 2x2	5,08	2,047506598	2,830948743	1440	20152,64231	0,01	0,01	O.K.	0,02	0,01	O.K.
	0	Min	-47,38	-29,03	-12,12	C	1	O 2x2	5,08	8,065009029	3,367134324	1440	1,08137E+35	0,02	0,02	O.K.	0,01	0,01	O.K.
	40	Min	-47,38	-29,03	-12,12	C	1	O 2x2	5,08	8,065009029	3,367134324	1363,792685	20152,64231	0,02	0,02	O.K.	0,01	0,01	O.K.
205	0	Max	44,4	14,83	9,36	T	1	O 2x2	5,08	4,120016669	2,600361161	1440	1,08137E+35	0,01	0,01	O.K.	0,01	0,01	O.K.
	40	Max	44,4	14,83	9,36	T	1	O 2x2	5,08	4,120016669	2,600361161	1440	20152,64231	0,01	0,01	O.K.	0,01	0,01	O.K.
	0	Min	-39,14	-35,62	-9,6	C	1	O 2x2	5,08	9,895818864	2,667037088	1440	1,08137E+35	0,02	0,02	O.K.	0,01	0,01	O.K.
	40	Min	-39,14	-35,62	-9,6	C	1	O 2x2	5,08	9,895818864	2,667037088	1363,792685	20152,64231	0,02	0,02	O.K.	0,01	0,01	O.K.
206	0	Max	29,66	16,69	9,58	T	1	O 2x2	5,08	4,636755105	2,661480761	1440	1,08137E+35	0,01	0,01	O.K.	0,01	0,01	O.K.
	40	Max	29,66	16,69	9,58	T	1	O 2x2	5,08	4,636755105	2,661480761	1440	20152,64231	0,01	0,01	O.K.	0,01	0,01	O.K.
	0	Min	-28,82	-33,38	-8,42	C	1	O 2x2	5,08	9,27351021	2,33921378	1440	1,08137E+35	0,01	0,01	O.K.	0,01	0,01	O.K.
	40	Min	-28,82	-33,38	-8,42	C	1	O 2x2	5,08	9,27351021	2,33921378	1363,792685	20152,64231	0,01	0,01	O.K.	0,01	0,01	O.K.
207	0	Max	14,4	19,08	9,62	T	1	O 2x2	5,08	5,300736213	2,672593416	1440	1,08137E+35	0,01	0,01	O.K.	0,01	0,01	O.K.
	40	Max	14,4	19,08	9,62	T	1	O 2x2	5,08	5,300736213	2,672593416	1440	20152,64231	0,01	0,01	O.K.	0,01	0,01	O.K.
	0	Min	-17,64	-41,16	-6,98	C	1	O 2x2	5,08	11,43492152	1,939158216	1440	1,08137E+35	0,01	0,01	O.K.	0,01	0,01	O.K.
	40	Min	-17,64	-41,16	-6,98	C	1	O 2x2	5,08	11,43492152	1,939158216	1363,792685	20152,64231	0,01	0,01	O.K.	0,01	0,01	O.K.
208	0	Max	14,8	20,15	3,73	T	1	O 2x2	5,08	5,597999722	1,036255035	1440	1,08137E+35	0,01	0,01	O.K.	0,00	0,00	O.K.
	40	Max	14,8	20,15	3,73	T	1	O 2x2	5,08	5,597999722	1,036255035	1440	20152,64231	0,01	0,01	O.K.	0,00	0,00	O.K.
	0	Min	-6,06	-20,15	-7,03	C	1	O 2x2	5,08	5,597999722	1,953049035	1440	1,08137E+35	0,01	0,01	O.K.	0,00	0,00	O.K.
	40	Min	-6,06	-20,15	-7,03	C	1	O 2x2	5,08	5,597999722	1,953049035	1363,792685	20152,64231	0,01	0,01	O.K.	0,00	0,00	O.K.

Resumen diseño programa SAP2000.

Diseño del programa para el elemento número 6 de la cercha número 7.



2.2.3 DESPLAZAMIENTOS

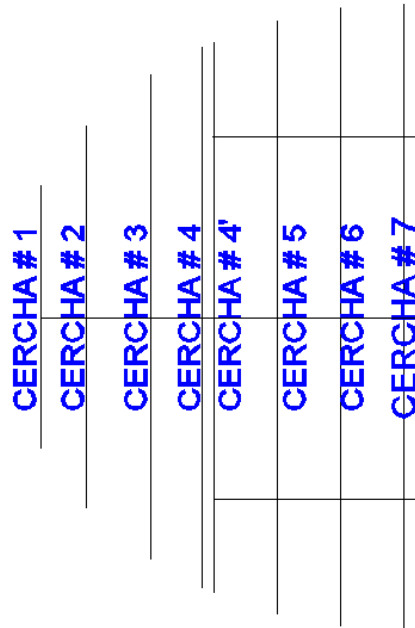


Figura 2.6 Numeración de cerchas para el análisis.

Para el análisis de resultados obtenidos del modelo matemático, para deformaciones, se realizó las comparaciones tomando como norma el CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN (CEC 2001, Primera edición) Capítulo 7, tabla 7(a) la cual especifica que la máxima deformación admisible para elementos sometidos a carga viva solamente no deberá ser mayor que $L/360$.

Las deflexiones por la envolvente en estructuras de acero se limitan a ciertos valores máximos, algunas de las razones para limitar las deflexiones son las siguientes:

- Deflexiones excesivas pueden dañar los materiales soportados sobre los elementos deformados.
- La arquitectura de la estructura se puede ver afectada.
- La presencia de deformaciones excesivas a la vista de los usuarios hace que esta estructura sea poco efectiva desde el punto de vista de seguridad.

Para nuestro caso, la deflexión máxima está determinada por la expresión:

$$\Delta = L/360 \quad (7.1)$$

Tabla 2.4 Desplazamientos permisibles en cerchas

CERCHA	DEFLEXIÓN (cm)
7	13.19
6	13.01
5	12.44
4'	11.43
4	11.18
3	9.83
2	7.01
1	3.9

Entonces para nuestro modelo la deflexión máxima en la cercha número 7, por la envolvente será igual a 0.1319m, es decir 13cm.

Tabla 2.5 Resumen de desplazamientos reales en cerchas

CERCHA	DEFLEXIÓN (cm)
7	5.88
6	5.65
5	5.40
4'	5.48
4	5.21
3	4.97
2	4.02
1	1.43

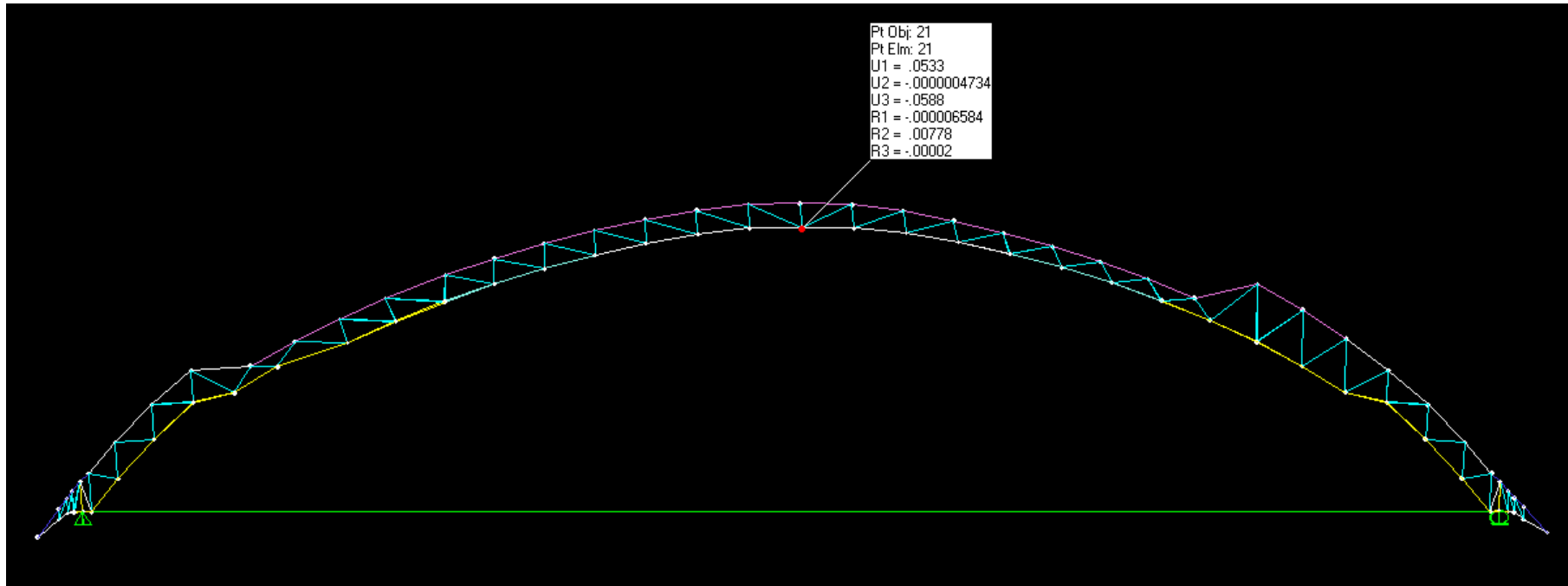


Figura 2.7 Deformación en cercha central programa SAP2000.

2.2.4 REACCIONES

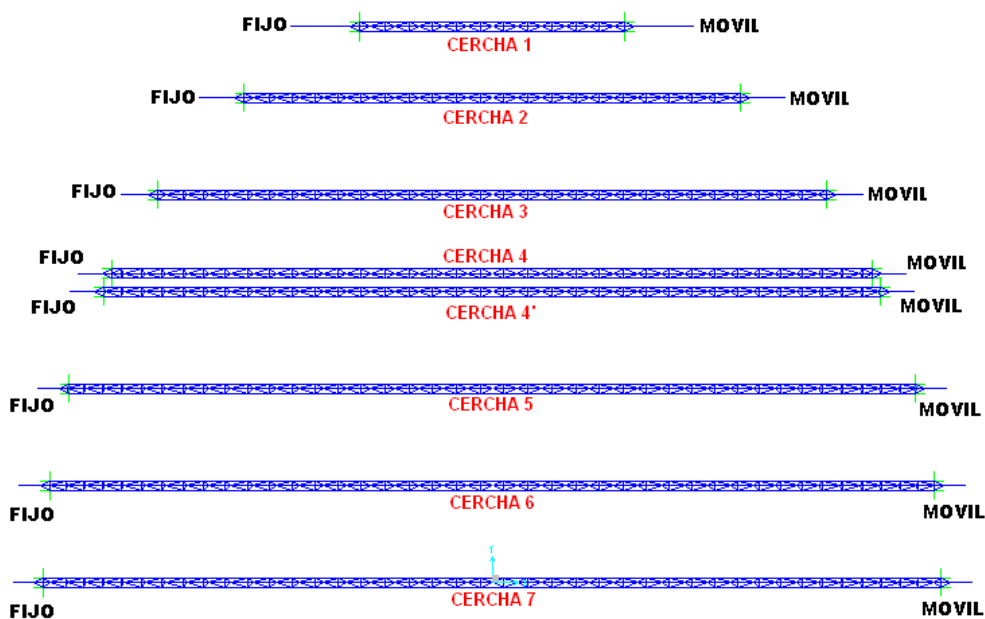


Figura 2.8 Ubicación de las apoyos analizadas.

Se presentaran los datos de los apoyos tanto izquierdos como derechos, debido que cambian de fijos a móviles, como se muestra en la figura.

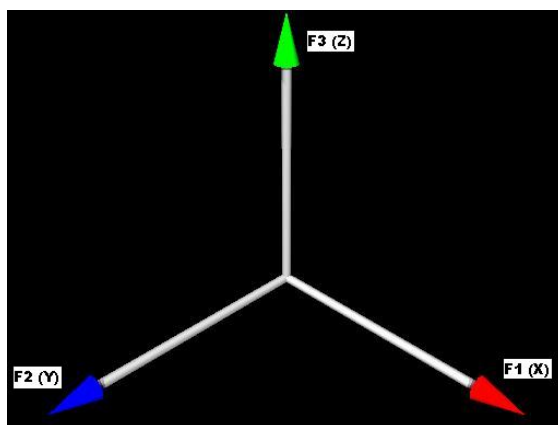


Figura 2.9 Diagrama de Ejes.

Tabla 2.6 Resumen de reacciones en apoyos.

CERCHA	COMBO	REACCIÓN (Kg.)					
		DERECHO			IZQUIERDO		
		F1	F2	F3	F1	F2	F3
1	ENVOLVENTE	458,032	960,574	4904,134	0	960,572	4904,134
2	ENVOLVENTE	680,638	1181,194	7222,928	0	1181,194	7222,928
3	ENVOLVENTE	-930,334	1277,164	8591,136	0	1277,164	8791,136
4	ENVOLVENTE	-1485,808	1705,02	10340,752	0	1705,038	10340,752
4'	ENVOLVENTE	-1485,808	1469,928	10361,36	0	1469,928	10361,36
5	ENVOLVENTE	-2215,264	1973,372	11939,282	0	1973,372	11939,282
6	ENVOLVENTE	2494,04	1878,604	12471,894	0	1877,564	12472,204
7	ENVOLVENTE	2641,632	1948,132	12715,688	0	1947,778	12714,62

En los apoyos se tiene tres fuerzas a ser resistidas, siendo las más críticas para los apoyos fijos las que van en la dirección Y, ya que producirán un cizallamiento en los apoyos fijos, mientras que en los apoyos móviles las fuerzas más críticas son las de la dirección Z existen fuerzas de menor magnitud, y las fuerzas verticales, serán fácilmente absorbidas.

2.3 DISEÑO DE PLACA BASE

DATOS :	PLACA	A-36	Fy (Ksi)	Fu (Ksi)
	PERNOS	A-36	36	58
	Φ	0,6	36	58
CARGAS				
Pu=	6.358	kg		
fc=	280	kg/cm2		

Area de la placa

$$A = \frac{pu}{0.85 \times \Phi \times c \times f'c}$$

A= 6,886

seccion minima reqrida

N = **2,62** in

B = **2,62** in

Dimensiones Aplicadas

Placa		
B,m=	35	cm
A,n=	35	cm

Calculando espesor de la PLACA

$$T_p = (m, n) \sqrt{\frac{2Pu}{0.90 F_y B N}}$$

$t_{PL} = 1$ IN

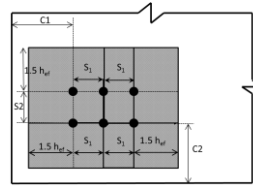
2.4 DISEÑO DE PERNOS DE ANCLAJE

CÁLCULO A CORTANTE Y TRACCIÓN

CARGA DE DISEÑO MAYORADA A TRACCIÓN	12715,688 Kg
CARGA DE DISEÑO MAYORADA A CORTE	5283,26 Kg
ALTIMA H	200 cm
f _c	280 kg/cm ²
f _y	3500 kg/cm ²
NUMERO DE PERNOS	6 und.
SEPARACION HOR. S ₁	20 cm.
SEPARACION VER. S ₂	58 cm.
h _{ef}	40 cm.

TABLA DE RESISTENCIAS DEL ACERO
--

ESQUEMA DE PERNOS



K_c = 10 para los anclajes preinstalados.
K_c = 7 para los anclajes postinstalados.

K_c = 10

λ = 1

1 HORMIGÓN NORMAL

C1 = 20 cm.
C2 = 16 cm.
k_{cp} = 2

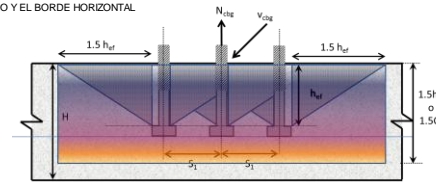
DISTANCIA HORIZONTAL ENTRE CENTRO DEL PERNO MÁS CERCANO Y EL BORDE VERTICAL
DISTANCIA VERTICAL ENTRE CENTRO DEL PERNO MÁS CERCANO Y EL BORDE HORIZONTAL
h_{ef} < 6.35cm

Cálculo de diámetro y material del anclaje
Considerar tipo de acero y RESISTENCIA del acero

AL TOMAR LAS REFERENCIAS DEL ACI, LAS DIMENSIONES DE DIÁMETRO Y ÁREA DEL ANCLAJE DE ACERO SE PRESENTAN EN PULGADAS (in) Y PULGADAS CUADRADAS (in²)

φ_v ≥ φ_s

φ = 0,75 ACERO DÚCTIL



ESCOJA EL DIÁMETRO DEL ACERO SEGÚN TABLA (1-10)

DIÁMETRO ELEGIDO INCH	0,5 in
	12,7 mm

AL TOMAR LAS REFERENCIAS DEL ACI, LAS DIMENSIONES DE DIÁMETRO Y ÁREA DEL ANCLAJE DE ACERO SE PRESENTAN EN PULGADAS (in) Y PULGADAS CUADRADAS (in²)

A_{sb} de tabla 0,142

$$V_u = 0.6 n A_{sb} f_{yt}$$

$$V_u = 8657,402 \text{ kg}$$

$$\phi V_{cbg} \geq V_{ua}$$

$$\phi = 0,65$$

$$V_{cbg} = \frac{A_{vc}}{A_{vc0}} \psi_{sc,v} \psi_{ed,v} \psi_{c,v} \psi_{h,v} V_b$$

$$A_{Nc} = 3206,25$$

$$A_{Nc0} = 1012,5$$

$$A_{vc} \leq n A_{vc0}$$

$$3206,25 \leq 2025,00$$

$$V_{cbg} = 10828,33 \text{ kg.}$$

A_{vc} : área proyectada de falla del concreto de un anclaje solo o de un grupo de anclajes, utilizada para calcular la resistencia al cortante, mm².

A_{vc0} : área proyectada de falla del concreto de un anclaje solo, utilizada para calcular la resistencia a cortante, cuando no se encuentra limitada por la influencia de una esquina, del espaciamiento, o del espesor del elemento, mm².

SI VERIFICA

ψ_{ec,N} = 1 CONCECCIÓN SIN EXCENRICIDAD

$$\psi_{ed,v} = 1 \text{ si } c_{a2} \geq 1.5c_{a1}$$

$$\psi_{ed,v} = 0,89$$

$$\psi_{ed,v} = 0.7 + 0.3 \frac{c_{a2}}{1.5c_{a1}} \text{ si } c_{a2} < 1.5c_{a1}$$

$$\psi_{c,N} = 1,25$$

Para anclajes preinstalados

$$V_b = 1.9 \left(\frac{\ell_e}{d_a}\right)^{0.2} \sqrt{d_a} \lambda \sqrt{f'c} (c_{a1})^{1.5}$$

$$V_b = 3085,2385 \text{ kg.}$$

$$\ell = 8d_o$$

$$\ell = 10,16 \text{ cm}$$

$$\phi V_{cbg} \geq V_{ua}$$

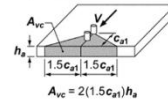
$$21115,24 \geq 5283,26$$

SI VERIFICA

V_{ua} : fuerza cortante mayorada aplicada a un anclaje solo o a un grupo de anclajes, N.

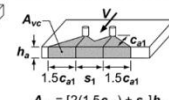
V_{cbg} : resistencia nominal al arrancamiento del concreto al cortante de un grupo de anclajes, N.

$$\text{si } h_b < 1.5c_{a1}$$



$$A_{vc0} = 4.5(c_{a1})^2$$

$$\text{si } h_b < 1.5c_{a1} \text{ and } s_1 < 3c_{a1}$$



$$A_{vc} = [2(1.5c_{a1}) + s_1]h_b$$

3

TRACCIÓN

$\phi N_s \geq N_u$
 $\phi = 0,80$ ACERO DÚCTIL

$N_s = A_{se} f_{ut} n$
 $\phi N_s = 15390,937$ kg

$\phi N_{cbg} \geq N_{ua}$
 $\phi = 0,65$

$A_{Nc} = (c_{a1} + s_1 + 1.5h_{ef})(c_{a2} + s_2 + 1.5h_{ef})$
 $A_{Nco} = 9h_{ef}^2$

$N_{cbg} = 46792,93$ kg.

$N_{cbg} = \frac{A_{Nc}}{A_{Nco}} \psi_{ec,N} \psi_{ed,N} \psi_{c,N} \psi_{cp,N} N_b$

$A_{Nc} = 16080$
 $A_{Nco} = 14400$

$A_{Nc} \leq 1.1 A_{Nco}$

$16080,00 \leq 86400$

A_{Nc} : área de falla proyectada del concreto en un anclaje solo o en un grupo de anclajes, utilizada para calcular la resistencia a tracción, mm².
 A_{Nco} : área de falla proyectada del concreto en un anclaje solo, utilizada para calcular la resistencia a tracción cuando no se encuentra limitada por la distancia al borde o el espaciamiento, mm².

SI VERIFICA

$\psi_{ec,N} = 1$ CONCECCIÓN SIN EXCENTRICIDAD
 $\psi_{ed,N} = 1$ si $c_{a,min} \geq 1.5h_{ef}$

$\psi_{ed,N} = 0,780$

$\psi_{ed,N} = 0.7 + 0.3 \frac{c_{a,min}}{1.5h_{ef}}$ si $c_{a,min} < 1.5h_{ef}$

$\psi_{c,N} = 1,25$

Para anclajes preinstalados

$N_b = k_c \lambda \sqrt{f'_c} h_{ef}^{1.5}$

$N_b = 42978,578$ kg.

N_{ua} : fuerza mayorada de tracción aplicada a un anclaje o grupo de anclajes, N.
 N_{cbg} : resistencia nominal al arrancamiento del concreto en tracción de un grupo de anclajes, N.

$\phi N_{cbg} \geq N_{ua}$
 $30415,40 \geq 5283,26$

SI VERIFICA

DETERMINAR EL TAMAÑO DE CABEZA

$\phi N_{pn} \geq N_{ua}$
 $\phi = 0,65$

$N_{pn} = \psi_{c,P} N_p$

$\psi_{c,P} = 1$ POR REGION PROBABLE DE FISURAMIENTO

$N_p = A_{brg} 8f'_c$

$A_{brg} = \frac{N_{ua}}{\phi \psi_{c,P} 8 f'_c}$

$A_{brg} = 0,226$ in

ÁREA DE CABEZA DE DIÁMETRO DE PERNO SELECCIONADO			
Cuadrada	0	0	0
0,464	0,569	0,291	0,291
OK	OK	OK	OK

$A_{brg} = \frac{N_{ua}}{\phi \psi_{c,P} 8 f'_c}$ AL ARRANCAMIENTO DEL HORMIGÓN

$\phi V_{cp} = \phi k_{cp} N_{cbg}$

$\phi = 0,65$

$\phi V_{cp} = 60830,805$ kg

2.5 COMPROBACIÓN DEL DISEÑO DE NUDOS SOLDADOS

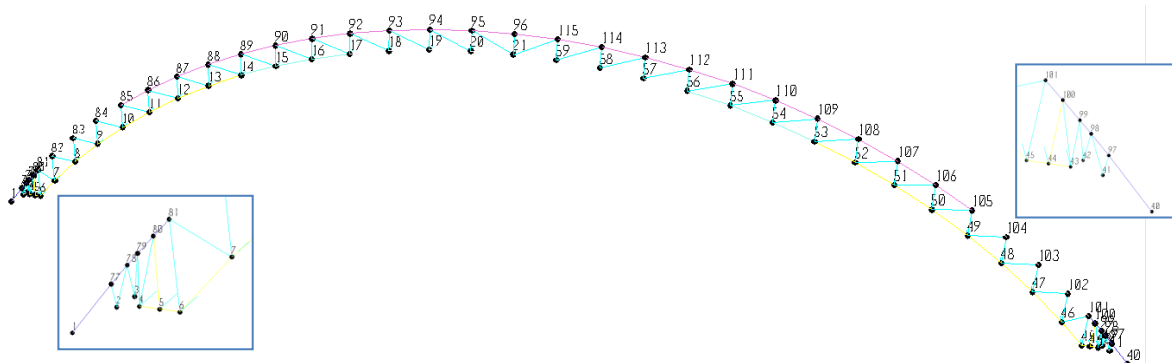


Figura 2.10 esquema en 3D, para nudos en cercha número 7 simétrica.

Tabla 2.7 Valores de fuerzas en nudos (ejes locales)

ELEMENTO	NUDO	COMBO	TIPO	F1	F2	F3
				Kgf	Kgf	Kgf
1	1	ENVOLVENTE	Max	567,170000	0,000002	366,220000
	2	ENVOLVENTE	Max	357,420000	0,000002	233,550000
	1	ENVOLVENTE	Min	-357,420000	-0,000002	-230,970000
	2	ENVOLVENTE	Min	-567,170000	-0,000002	-363,640000
2	2	ENVOLVENTE	Max	863,340000	0,000017	472,970000
	3	ENVOLVENTE	Max	521,100000	0,000017	276,880000
	2	ENVOLVENTE	Min	-521,100000	-0,000017	-275,850000
	3	ENVOLVENTE	Min	-863,340000	-0,000017	-471,930000
3	3	ENVOLVENTE	Max	441,940000	210,170000	106,530000
	4	ENVOLVENTE	Max	262,600000	345,610000	21,970000
	3	ENVOLVENTE	Min	-262,600000	-345,610000	-21,200000
	4	ENVOLVENTE	Min	-441,940000	-210,170000	-105,500000
4	4	ENVOLVENTE	Max	322,080000	22,900000	-12,090000
	5	ENVOLVENTE	Max	247,680000	27,580000	619,930000
	4	ENVOLVENTE	Min	-247,680000	-27,580000	-617,790000
	5	ENVOLVENTE	Min	-322,080000	-22,900000	13,700000
5	5	ENVOLVENTE	Max	1187,840000	22,140000	1009,560000
	6	ENVOLVENTE	Max	1162,750000	13,910000	-14,570000
	5	ENVOLVENTE	Min	-1162,750000	-13,910000	16,170000
	6	ENVOLVENTE	Min	-1187,840000	-22,140000	-1007,430000
6	6	ENVOLVENTE	Max	5052,310000	1,800000	5018,780000
	7	ENVOLVENTE	Max	106,810000	0,030210	111,440000
	6	ENVOLVENTE	Min	-106,810000	-0,030210	-104,050000
	7	ENVOLVENTE	Min	-5052,310000	-1,800000	-5008,930000
7	7	ENVOLVENTE	Max	5289,340000	0,330000	4861,480000
	8	ENVOLVENTE	Max	782,050000	0,680000	714,890000
	7	ENVOLVENTE	Min	-782,050000	-0,680000	-705,220000
	8	ENVOLVENTE	Min	-5289,340000	-0,330000	-4848,590000
8	8	ENVOLVENTE	Max	5671,690000	0,380000	4637,810000
	9	ENVOLVENTE	Max	1595,140000	0,180000	1306,140000
	8	ENVOLVENTE	Min	-1595,140000	-0,180000	-1296,530000
	9	ENVOLVENTE	Min	-5671,690000	-0,380000	-4628,190000
9	9	ENVOLVENTE	Max	6493,700000	0,370000	4735,640000
	10	ENVOLVENTE	Max	2342,290000	0,220000	1708,290000
	9	ENVOLVENTE	Min	-2342,290000	-0,220000	-1698,720000
	10	ENVOLVENTE	Min	-6493,700000	-0,370000	-4726,070000
10	10	ENVOLVENTE	Max	7042,820000	0,420000	4565,220000
	11	ENVOLVENTE	Max	2987,060000	0,160000	1937,930000
	10	ENVOLVENTE	Min	-2987,060000	-0,160000	-1928,400000
	11	ENVOLVENTE	Min	-7042,820000	-0,420000	-4555,690000
11	11	ENVOLVENTE	Max	7319,870000	0,450000	4189,430000
	12	ENVOLVENTE	Max	3510,710000	0,130000	2009,430000
	11	ENVOLVENTE	Min	-3510,710000	-0,130000	-1999,930000
	12	ENVOLVENTE	Min	-7319,870000	-0,450000	-4179,920000
12	12	ENVOLVENTE	Max	7325,270000	0,520000	3675,070000
	13	ENVOLVENTE	Max	3884,010000	0,099020	1948,670000
	12	ENVOLVENTE	Min	-3884,010000	-0,099020	-1939,190000
	13	ENVOLVENTE	Min	-7325,270000	-0,520000	-3665,590000
13	13	ENVOLVENTE	Max	7079,710000	0,670000	3079,590000
	14	ENVOLVENTE	Max	4095,250000	0,025590	1781,180000
	13	ENVOLVENTE	Min	-4095,250000	-0,025590	-1771,720000
	14	ENVOLVENTE	Min	-7079,710000	-0,670000	-3070,130000
14	14	ENVOLVENTE	Max	6604,030000	0,710000	2453,760000
	15	ENVOLVENTE	Max	4131,090000	-0,040150	1534,290000
	14	ENVOLVENTE	Min	-4131,090000	0,040150	-1527,100000
	15	ENVOLVENTE	Min	-6604,030000	-0,710000	-2446,580000

15	15	ENVOLVENTE	Max	5940,920000	0,780000	1845,400000
	16	ENVOLVENTE	Max	3996,560000	0,041720	1240,420000
	15	ENVOLVENTE	Min	-3996,560000	-0,041720	-1233,250000
	16	ENVOLVENTE	Min	-5940,920000	-0,780000	-1838,220000
16	16	ENVOLVENTE	Max	5121,970000	0,910000	1291,130000
	17	ENVOLVENTE	Max	3693,190000	0,180000	929,820000
	16	ENVOLVENTE	Min	-3693,190000	-0,180000	-922,660000
17	17	ENVOLVENTE	Max	4187,630000	0,840000	817,470000
	18	ENVOLVENTE	Max	3228,420000	0,310000	629,000000
	17	ENVOLVENTE	Min	-3228,420000	-0,310000	-624,160000
	18	ENVOLVENTE	Min	-4187,630000	-0,840000	-812,630000
18	18	ENVOLVENTE	Max	3197,410000	0,940000	446,620000
	19	ENVOLVENTE	Max	2632,860000	0,430000	366,170000
	18	ENVOLVENTE	Min	-2632,860000	-0,430000	-361,330000
	19	ENVOLVENTE	Min	-3197,410000	-0,940000	-441,790000
19	19	ENVOLVENTE	Max	2187,800000	1,010000	187,080000
	20	ENVOLVENTE	Max	1923,490000	0,480000	163,210000
	19	ENVOLVENTE	Min	-1923,490000	-0,480000	-158,380000
	20	ENVOLVENTE	Min	-2187,800000	-1,010000	-182,250000
20	20	ENVOLVENTE	Max	1202,880000	0,820000	43,360000
	21	ENVOLVENTE	Max	1131,270000	0,520000	36,600000
	20	ENVOLVENTE	Min	-1131,270000	-0,520000	-31,770000
	21	ENVOLVENTE	Min	-1202,880000	-0,820000	-38,530000
39	40	ENVOLVENTE	Max	359,220000	0,000005	365,360000
	41	ENVOLVENTE	Max	565,810000	0,000005	234,690000
	40	ENVOLVENTE	Min	-565,810000	-0,000005	-232,100000
	41	ENVOLVENTE	Min	-359,220000	-0,000005	-362,780000
40	41	ENVOLVENTE	Max	523,000000	0,000004	472,070000
	42	ENVOLVENTE	Max	862,020000	0,000004	278,060000
	41	ENVOLVENTE	Min	-862,020000	-0,000004	-277,030000
	42	ENVOLVENTE	Min	-523,000000	-0,000004	-471,030000
41	42	ENVOLVENTE	Max	263,390000	210,760000	106,410000
	43	ENVOLVENTE	Max	441,360000	345,100000	22,020000
	42	ENVOLVENTE	Min	-441,360000	-345,100000	-21,250000
	43	ENVOLVENTE	Min	-263,390000	-210,760000	-105,370000
42	43	ENVOLVENTE	Max	247,680000	22,810000	-10,130000
	44	ENVOLVENTE	Max	320,910000	27,390000	619,940000
	43	ENVOLVENTE	Min	-320,910000	-27,390000	-617,800000
	44	ENVOLVENTE	Min	-247,680000	-22,810000	11,730000
43	44	ENVOLVENTE	Max	234,910000	22,200000	1009,470000
	45	ENVOLVENTE	Max	258,890000	14,010000	-10,730000
	44	ENVOLVENTE	Min	-258,890000	-14,010000	12,330000
	45	ENVOLVENTE	Min	-234,910000	-22,200000	-1007,330000
44	45	ENVOLVENTE	Max	99,510000	1,800000	5018,170000
	46	ENVOLVENTE	Max	5051,690000	0,021880	104,240000
	45	ENVOLVENTE	Min	-5051,690000	-0,021880	-96,850000
	46	ENVOLVENTE	Min	-99,510000	-1,800000	-5008,310000
45	46	ENVOLVENTE	Max	768,570000	0,320000	4860,920000
	47	ENVOLVENTE	Max	5288,730000	0,680000	702,570000
	46	ENVOLVENTE	Min	-5288,730000	-0,680000	-692,900000
	47	ENVOLVENTE	Min	-768,570000	-0,320000	-4848,030000
46	47	ENVOLVENTE	Max	1573,130000	0,380000	4619,650000
	48	ENVOLVENTE	Max	5649,440000	0,170000	1288,190000
	47	ENVOLVENTE	Min	-5649,440000	-0,170000	-1278,570000
	48	ENVOLVENTE	Min	-1573,130000	-0,380000	-4610,030000
47	48	ENVOLVENTE	Max	2311,640000	0,370000	4713,310000
	49	ENVOLVENTE	Max	6463,010000	0,220000	1685,990000
	48	ENVOLVENTE	Min	-6463,010000	-0,220000	-1676,420000
	49	ENVOLVENTE	Min	-2311,640000	-0,370000	-4703,740000
48	49	ENVOLVENTE	Max	2947,860000	0,420000	4539,890000
	50	ENVOLVENTE	Max	7003,660000	0,160000	1912,570000
	49	ENVOLVENTE	Min	-7003,660000	-0,160000	-1903,030000
	50	ENVOLVENTE	Min	-2947,860000	-0,420000	-4530,350000
49	50	ENVOLVENTE	Max	3463,080000	0,450000	4162,340000
	51	ENVOLVENTE	Max	7272,440000	0,130000	1982,240000
	50	ENVOLVENTE	Min	-7272,440000	-0,130000	-1972,730000
	51	ENVOLVENTE	Min	-3463,080000	-0,450000	-4152,840000
50	51	ENVOLVENTE	Max	3828,060000	0,520000	3647,220000
	52	ENVOLVENTE	Max	7269,620000	0,095020	1920,680000
	51	ENVOLVENTE	Min	-7269,620000	-0,095020	-1911,190000
	52	ENVOLVENTE	Min	-3828,060000	-0,520000	-3637,740000
51	52	ENVOLVENTE	Max	4031,380000	0,670000	3052,190000
	53	ENVOLVENTE	Max	7016,500000	0,021020	1753,490000
	52	ENVOLVENTE	Min	-7016,500000	-0,021020	-1744,030000
	53	ENVOLVENTE	Min	-4031,380000	-0,670000	-3042,730000
52	53	ENVOLVENTE	Max	4059,890000	0,710000	2427,660000
	54	ENVOLVENTE	Max	6533,540000	-0,036730	1507,930000
	53	ENVOLVENTE	Min	-6533,540000	0,036730	-1500,750000
	54	ENVOLVENTE	Min	-4059,890000	-0,710000	-2420,480000
53	54	ENVOLVENTE	Max	3918,990000	0,780000	1821,570000
	55	ENVOLVENTE	Max	5863,830000	0,045200	1216,450000
	54	ENVOLVENTE	Min	-5863,830000	-0,045200	-1209,280000
	55	ENVOLVENTE	Min	-3918,990000	-0,780000	-1814,400000
54	55	ENVOLVENTE	Max	3610,440000	0,910000	1270,420000
	56	ENVOLVENTE	Max	5039,210000	0,190000	909,120000
	55	ENVOLVENTE	Min	-5039,210000	-0,190000	-901,950000
	56	ENVOLVENTE	Min	-3610,440000	-0,910000	-1263,260000
55	56	ENVOLVENTE	Max	3141,420000	0,840000	800,540000
	57	ENVOLVENTE	Max	4100,090000	0,310000	612,170000
	56	ENVOLVENTE	Min	-4100,090000	-0,310000	-607,340000
	57	ENVOLVENTE	Min	-3141,420000	-0,840000	-795,700000

56	57	ENVOLVENTE	Max	2542,140000	0,940000	434,080000
	58	ENVOLVENTE	Max	3106,020000	0,420000	353,720000
	57	ENVOLVENTE	Min	-3106,020000	-0,420000	-348,880000
	58	ENVOLVENTE	Min	-2542,140000	-0,940000	-429,250000
57	58	ENVOLVENTE	Max	1829,840000	1,010000	179,360000
	59	ENVOLVENTE	Max	2093,770000	0,480000	155,520000
	58	ENVOLVENTE	Min	-2093,770000	-0,480000	-150,690000
	59	ENVOLVENTE	Min	-1829,840000	-1,010000	-174,530000
58	59	ENVOLVENTE	Max	1035,680000	0,820000	40,720000
	21	ENVOLVENTE	Max	1107,300000	0,520000	33,960000
	59	ENVOLVENTE	Min	-1107,300000	-0,520000	-29,130000
	21	ENVOLVENTE	Min	-1035,680000	-0,820000	-35,890000
77	1	ENVOLVENTE	Max	250,490000	0,000007	280,750000
	77	ENVOLVENTE	Max	526,480000	0,000007	591,900000
	1	ENVOLVENTE	Min	-526,480000	-0,000007	-588,110000
	77	ENVOLVENTE	Min	-250,490000	-0,000007	-276,960000
78	77	ENVOLVENTE	Max	88,960000	0,000026	154,340000
	78	ENVOLVENTE	Max	584,080000	0,000026	703,030000
	77	ENVOLVENTE	Min	-584,080000	-0,000026	-701,050000
	78	ENVOLVENTE	Min	-88,960000	-0,000026	-152,860000
79	78	ENVOLVENTE	Max	222,150000	0,000018	208,660000
	79	ENVOLVENTE	Max	828,740000	0,000018	937,690000
	78	ENVOLVENTE	Min	-828,740000	-0,000018	-936,450000
	79	ENVOLVENTE	Min	-222,150000	-0,000018	-207,730000
80	79	ENVOLVENTE	Max	214,340000	0,000005	235,970000
	80	ENVOLVENTE	Max	844,700000	0,000005	694,490000
	79	ENVOLVENTE	Min	-844,700000	-0,000005	-693,110000
	80	ENVOLVENTE	Min	-214,340000	-0,000005	-234,590000
81	80	ENVOLVENTE	Max	1830,260000	0,000007	2108,780000
	81	ENVOLVENTE	Max	99,920000	0,000007	293,210000
	80	ENVOLVENTE	Min	-99,920000	-0,000007	-291,850000
	81	ENVOLVENTE	Min	-1830,260000	-0,000007	-2106,960000
82	81	ENVOLVENTE	Max	2285,940000	0,000001	2132,110000
	82	ENVOLVENTE	Max	1708,210000	0,000001	1607,800000
	81	ENVOLVENTE	Min	-1708,210000	-0,000001	-1601,410000
	82	ENVOLVENTE	Min	-2285,940000	-0,000001	-2125,720000
83	82	ENVOLVENTE	Max	3669,490000	0,000004	3164,460000
	83	ENVOLVENTE	Max	3812,150000	0,000004	3286,340000
	82	ENVOLVENTE	Min	-3812,150000	-0,000004	-3277,930000
	83	ENVOLVENTE	Min	-3669,490000	-0,000004	-3156,050000
84	83	ENVOLVENTE	Max	5147,520000	0,000002	3980,130000
	84	ENVOLVENTE	Max	5600,260000	0,000002	4329,550000
	83	ENVOLVENTE	Min	-5600,260000	-0,000002	-4321,140000
	84	ENVOLVENTE	Min	-5147,520000	-0,000002	-3971,720000
85	84	ENVOLVENTE	Max	6599,340000	0,000001	4569,640000
	85	ENVOLVENTE	Max	7013,560000	0,000001	4855,660000
	84	ENVOLVENTE	Min	-7013,560000	-0,000001	-4847,250000
	85	ENVOLVENTE	Min	-6599,340000	-0,000001	-4561,230000
86	85	ENVOLVENTE	Max	7975,950000	0,000001	4923,130000
	86	ENVOLVENTE	Max	8037,580000	0,000001	4959,800000
	85	ENVOLVENTE	Min	-8037,580000	-0,000001	-4948,720000
	86	ENVOLVENTE	Min	-7975,950000	-0,000001	-4912,050000
87	86	ENVOLVENTE	Max	9181,780000	0,000004	5020,900000
	87	ENVOLVENTE	Max	8637,430000	0,000004	4720,960000
	86	ENVOLVENTE	Min	-8637,430000	-0,000004	-4709,880000
	87	ENVOLVENTE	Min	-9181,780000	-0,000004	-5009,820000
88	87	ENVOLVENTE	Max	10163,820000	0,000002	4881,760000
	88	ENVOLVENTE	Max	8823,230000	0,000002	4235,440000
	87	ENVOLVENTE	Min	-8823,230000	-0,000002	-4224,360000
	88	ENVOLVENTE	Min	-10163,820000	-0,000002	-4870,680000
89	88	ENVOLVENTE	Max	10861,690000	0,000008	4531,560000
	89	ENVOLVENTE	Max	8604,210000	0,000008	3589,080000
	88	ENVOLVENTE	Min	-8604,210000	-0,000008	-3578,000000
	89	ENVOLVENTE	Min	-10861,690000	-0,000008	-4520,480000
90	89	ENVOLVENTE	Max	11238,380000	0,000007	4007,490000
	90	ENVOLVENTE	Max	8015,930000	0,000007	2855,760000
	89	ENVOLVENTE	Min	-8015,930000	-0,000007	-2844,680000
	90	ENVOLVENTE	Min	-11238,380000	-0,000007	-3996,410000
91	90	ENVOLVENTE	Max	11257,030000	0,000005	3357,880000
	91	ENVOLVENTE	Max	7081,000000	0,000005	2109,760000
	90	ENVOLVENTE	Min	-7081,000000	-0,000005	-2098,680000
	91	ENVOLVENTE	Min	-11257,030000	-0,000005	-3346,800000
92	91	ENVOLVENTE	Max	10904,530000	0,000008	2639,210000
	92	ENVOLVENTE	Max	5854,390000	0,000008	1416,790000
	91	ENVOLVENTE	Min	-5854,390000	-0,000008	-1405,710000
	92	ENVOLVENTE	Min	-10904,530000	-0,000008	-2628,130000
93	92	ENVOLVENTE	Max	10197,190000	0,000016	1903,480000
	93	ENVOLVENTE	Max	4407,090000	0,000016	819,760000
	92	ENVOLVENTE	Min	-4407,090000	-0,000016	-808,680000
	93	ENVOLVENTE	Min	-10197,190000	-0,000016	-1892,400000
94	93	ENVOLVENTE	Max	9353,580000	0,000023	1253,290000
	94	ENVOLVENTE	Max	2784,630000	0,000023	367,450000
	93	ENVOLVENTE	Min	-2784,630000	-0,000023	-356,370000
	94	ENVOLVENTE	Min	-9353,580000	-0,000023	-1238,510000
95	94	ENVOLVENTE	Max	9785,980000	0,000007	785,830000
	95	ENVOLVENTE	Max	1069,960000	0,000007	82,740000
	94	ENVOLVENTE	Min	-1069,960000	-0,000007	-71,660000
	95	ENVOLVENTE	Min	-9785,980000	-0,000007	-771,060000
96	95	ENVOLVENTE	Max	9878,220000	0,000025	288,880000
	96	ENVOLVENTE	Max	-663,590000	0,000025	-9,850000
	95	ENVOLVENTE	Min	663,590000	-0,000025	20,930000
	96	ENVOLVENTE	Min	-9878,220000	-0,000025	-274,100000

97	40	ENVOLVENTE	Max	525,100000	0,000007	282,710000
	97	ENVOLVENTE	Max	252,200000	0,000007	590,310000
	40	ENVOLVENTE	Min	-252,200000	-0,000007	-586,520000
	97	ENVOLVENTE	Min	-525,100000	-0,000007	-278,910000
98	97	ENVOLVENTE	Max	582,060000	0,000021	156,220000
	98	ENVOLVENTE	Max	90,730000	0,000021	700,890000
	97	ENVOLVENTE	Min	-90,730000	-0,000021	-698,910000
	98	ENVOLVENTE	Min	-582,060000	-0,000021	-154,730000
99	98	ENVOLVENTE	Max	826,650000	0,000016	210,450000
	99	ENVOLVENTE	Max	223,930000	0,000016	935,710000
	98	ENVOLVENTE	Min	-223,930000	-0,000016	-934,470000
	99	ENVOLVENTE	Min	-826,650000	-0,000016	-209,520000
100	99	ENVOLVENTE	Max	842,880000	0,000004	237,650000
	100	ENVOLVENTE	Max	215,760000	0,000004	693,580000
	99	ENVOLVENTE	Min	-215,760000	-0,000004	-692,200000
	100	ENVOLVENTE	Min	-842,880000	-0,000004	-236,270000
101	100	ENVOLVENTE	Max	98,790000	0,000020	2109,930000
	101	ENVOLVENTE	Max	1831,500000	0,000020	293,790000
	100	ENVOLVENTE	Min	-1831,500000	-0,000020	-292,430000
	101	ENVOLVENTE	Min	-98,790000	-0,000020	-2108,120000
102	101	ENVOLVENTE	Max	1695,240000	0,000002	2121,270000
	102	ENVOLVENTE	Max	2274,420000	0,000002	1595,580000
	101	ENVOLVENTE	Min	-2274,420000	-0,000002	-1589,190000
	102	ENVOLVENTE	Min	-1695,240000	-0,000002	-2114,880000
103	102	ENVOLVENTE	Max	3782,680000	0,000002	3139,770000
	103	ENVOLVENTE	Max	3640,820000	0,000002	3260,970000
	102	ENVOLVENTE	Min	-3640,820000	-0,000002	-3252,570000
	103	ENVOLVENTE	Min	-3782,680000	-0,000002	-3131,360000
104	103	ENVOLVENTE	Max	5553,900000	0,000009	3944,500000
	104	ENVOLVENTE	Max	5101,400000	0,000009	4293,740000
	103	ENVOLVENTE	Min	-5101,400000	-0,000009	-4285,330000
	104	ENVOLVENTE	Min	-5553,900000	-0,000009	-3936,090000
105	104	ENVOLVENTE	Max	6950,230000	0,000006	4525,790000
	105	ENVOLVENTE	Max	6535,970000	0,000006	4811,850000
	104	ENVOLVENTE	Min	-6535,970000	-0,000006	-4803,440000
	105	ENVOLVENTE	Min	-6950,230000	-0,000006	-4517,390000
106	105	ENVOLVENTE	Max	7957,560000	0,000008	4873,620000
	106	ENVOLVENTE	Max	7895,650000	0,000008	4910,470000
	105	ENVOLVENTE	Min	-7895,650000	-0,000008	-4899,390000
	106	ENVOLVENTE	Min	-7957,560000	-0,000008	-4862,540000
107	106	ENVOLVENTE	Max	8541,110000	0,000005	4968,000000
	107	ENVOLVENTE	Max	9084,930000	0,000005	4668,340000
	106	ENVOLVENTE	Min	-9084,930000	-0,000005	-4657,260000
	107	ENVOLVENTE	Min	-8541,110000	-0,000005	-4956,920000
108	107	ENVOLVENTE	Max	8711,690000	0,000010	4827,710000
	108	ENVOLVENTE	Max	10051,150000	0,000010	4181,930000
	107	ENVOLVENTE	Min	-10051,150000	-0,000010	-4170,850000
	108	ENVOLVENTE	Min	-8711,690000	-0,000010	-4816,630000
109	108	ENVOLVENTE	Max	8478,220000	0,000010	4478,470000
	109	ENVOLVENTE	Max	10734,330000	0,000010	3536,560000
	108	ENVOLVENTE	Min	-10734,330000	-0,000010	-3525,480000
	109	ENVOLVENTE	Min	-8478,220000	-0,000010	-4467,390000
110	109	ENVOLVENTE	Max	7876,700000	0,000007	3957,560000
	110	ENVOLVENTE	Max	11098,150000	0,000007	2806,180000
	109	ENVOLVENTE	Min	-11098,150000	-0,000007	-2795,100000
	110	ENVOLVENTE	Min	-7876,700000	-0,000007	-3946,480000
111	110	ENVOLVENTE	Max	6930,420000	0,000009	3313,000000
	111	ENVOLVENTE	Max	11106,340000	0,000009	2064,920000
	110	ENVOLVENTE	Min	-11106,340000	-0,000009	-2053,840000
	111	ENVOLVENTE	Min	-6930,420000	-0,000009	-3301,920000
112	111	ENVOLVENTE	Max	5694,220000	0,000014	2600,690000
	112	ENVOLVENTE	Max	10745,300000	0,000014	1378,040000
	111	ENVOLVENTE	Min	-10745,300000	-0,000014	-1366,960000
	112	ENVOLVENTE	Min	-5694,220000	-0,000014	-2589,610000
113	112	ENVOLVENTE	Max	4239,090000	0,000016	1872,430000
	113	ENVOLVENTE	Max	10030,480000	0,000016	788,470000
	112	ENVOLVENTE	Min	-10030,480000	-0,000016	-777,390000
	113	ENVOLVENTE	Min	-4239,090000	-0,000016	-1861,350000
114	113	ENVOLVENTE	Max	2611,340000	0,000008	1253,330000
	114	ENVOLVENTE	Max	9353,870000	0,000008	344,510000
	113	ENVOLVENTE	Min	-9353,870000	-0,000008	-333,430000
	114	ENVOLVENTE	Min	-2611,340000	-0,000008	-1238,550000
115	114	ENVOLVENTE	Max	893,520000	0,000017	785,840000
	115	ENVOLVENTE	Max	9786,120000	0,000017	68,760000
	114	ENVOLVENTE	Min	-9786,120000	-0,000017	-57,680000
	115	ENVOLVENTE	Min	-893,520000	-0,000017	-771,070000
116	115	ENVOLVENTE	Max	-687,070000	0,000012	288,880000
	96	ENVOLVENTE	Max	9878,220000	0,000012	-5,220000
	115	ENVOLVENTE	Min	-9878,220000	-0,000012	16,310000
	96	ENVOLVENTE	Min	687,070000	-0,000012	-274,100000
117	2	ENVOLVENTE	Max	41,420000	0,000018	386,470000
	77	ENVOLVENTE	Max	65,920000	0,000018	221,870000
	2	ENVOLVENTE	Min	-65,920000	-0,000018	-221,220000
	77	ENVOLVENTE	Min	-41,420000	-0,000018	-385,830000
118	2	ENVOLVENTE	Max	122,250000	0,000001	263,520000
	78	ENVOLVENTE	Max	230,240000	0,000001	497,180000
	2	ENVOLVENTE	Min	-230,240000	-0,000001	-495,800000
	78	ENVOLVENTE	Min	-122,250000	-0,000001	-262,150000
119	3	ENVOLVENTE	Max	10,940000	0,000008	303,790000
	78	ENVOLVENTE	Max	19,190000	0,000008	206,340000
	3	ENVOLVENTE	Min	-19,190000	-0,000008	-205,460000
	78	ENVOLVENTE	Min	-10,940000	-0,000008	-302,920000
120	3	ENVOLVENTE	Max	0,340000	0,000001	5,120000
	79	ENVOLVENTE	Max	8,530000	0,000001	38,100000
	3	ENVOLVENTE	Min	-8,530000	-0,000001	-36,800000
	79	ENVOLVENTE	Min	-0,340000	-0,000001	-3,820000

121	4	ENVOLVENTE	Max	-0,490000	35,520000	138,430000
	79	ENVOLVENTE	Max	5,590000	0,680000	-0,520000
	4	ENVOLVENTE	Min	-5,590000	-0,680000	1,820000
122	79	ENVOLVENTE	Min	0,490000	-35,520000	-136,690000
	4	ENVOLVENTE	Max	168,940000	114,220000	584,380000
	80	ENVOLVENTE	Max	14,430000	8,060000	42,750000
123	4	ENVOLVENTE	Min	-14,430000	-8,060000	-40,830000
	80	ENVOLVENTE	Min	-168,940000	-114,220000	-581,820000
	5	ENVOLVENTE	Max	74,730000	936,810000	4727,870000
124	80	ENVOLVENTE	Max	11,930000	45,950000	235,900000
	5	ENVOLVENTE	Min	-11,930000	-45,950000	-230,450000
	80	ENVOLVENTE	Min	-74,730000	-936,810000	-4720,610000
125	80	ENVOLVENTE	Max	-13,470000	707,900000	3542,930000
	6	ENVOLVENTE	Max	1093,810000	-11,620000	-58,110000
	80	ENVOLVENTE	Min	-1093,810000	11,620000	60,930000
126	6	ENVOLVENTE	Min	13,470000	-707,900000	-3539,170000
	6	ENVOLVENTE	Max	17,640000	112,720000	734,240000
	81	ENVOLVENTE	Max	1,660000	178,460000	1162,110000
127	6	ENVOLVENTE	Min	-1,660000	-178,460000	-1159,740000
	81	ENVOLVENTE	Min	-17,640000	-112,720000	-731,870000
	81	ENVOLVENTE	Max	930,310000	137,700000	213,020000
128	7	ENVOLVENTE	Max	673,780000	189,950000	291,040000
	81	ENVOLVENTE	Min	-673,780000	-189,950000	-289,160000
	7	ENVOLVENTE	Min	-930,310000	-137,700000	-211,130000
129	7	ENVOLVENTE	Max	1,460000	137,040000	848,030000
	82	ENVOLVENTE	Max	3,150000	148,810000	919,540000
	7	ENVOLVENTE	Min	-3,150000	-148,810000	-917,280000
130	82	ENVOLVENTE	Min	-1,460000	-137,040000	-845,780000
	82	ENVOLVENTE	Max	1081,910000	121,030000	7,700000
	8	ENVOLVENTE	Max	809,090000	161,760000	8,640000
131	82	ENVOLVENTE	Min	-809,090000	-161,760000	-6,200000
	8	ENVOLVENTE	Min	-1081,910000	-121,030000	-5,270000
	8	ENVOLVENTE	Max	6,280000	127,420000	740,630000
132	83	ENVOLVENTE	Max	3,800000	104,090000	605,320000
	8	ENVOLVENTE	Min	-3,800000	-104,090000	-603,200000
	83	ENVOLVENTE	Min	-6,280000	-127,420000	-738,510000
133	83	ENVOLVENTE	Max	819,320000	106,410000	11,610000
	9	ENVOLVENTE	Max	742,170000	117,450000	11,720000
	83	ENVOLVENTE	Min	-742,170000	-117,450000	-9,180000
134	9	ENVOLVENTE	Min	-819,320000	-106,410000	-9,070000
	9	ENVOLVENTE	Max	7,140000	114,950000	631,760000
	84	ENVOLVENTE	Max	4,840000	63,910000	352,000000
135	9	ENVOLVENTE	Min	-4,840000	-63,910000	-350,000000
	84	ENVOLVENTE	Min	-7,140000	-114,950000	-629,750000
	84	ENVOLVENTE	Max	599,830000	95,500000	20,960000
136	10	ENVOLVENTE	Max	691,660000	82,810000	18,020000
	84	ENVOLVENTE	Min	-691,660000	-82,810000	-15,380000
	10	ENVOLVENTE	Min	-599,830000	-95,500000	-18,330000
137	10	ENVOLVENTE	Max	8,740000	100,200000	523,370000
	85	ENVOLVENTE	Max	4,930000	26,620000	140,590000
	10	ENVOLVENTE	Min	-4,930000	-26,620000	-138,680000
138	85	ENVOLVENTE	Min	-8,740000	-100,200000	-520,830000
	85	ENVOLVENTE	Max	417,400000	87,940000	32,480000
	11	ENVOLVENTE	Max	659,100000	55,700000	21,140000
139	85	ENVOLVENTE	Min	-659,100000	-55,700000	-18,410000
	11	ENVOLVENTE	Min	-417,400000	-87,940000	-29,750000
	11	ENVOLVENTE	Max	8,690000	115,270000	574,760000
140	86	ENVOLVENTE	Max	3,810000	-8,040000	-38,030000
	11	ENVOLVENTE	Min	-3,810000	8,040000	39,850000
	86	ENVOLVENTE	Min	-8,690000	-115,270000	-572,330000
141	86	ENVOLVENTE	Max	218,360000	75,060000	43,000000
	12	ENVOLVENTE	Max	579,860000	28,290000	17,340000
	86	ENVOLVENTE	Min	-579,860000	-28,290000	-14,530000
142	12	ENVOLVENTE	Min	-218,360000	-75,060000	-40,180000
	12	ENVOLVENTE	Max	9,950000	123,470000	590,800000
	87	ENVOLVENTE	Max	3,540000	9,860000	47,380000
143	12	ENVOLVENTE	Min	-3,540000	-9,860000	-45,630000
	87	ENVOLVENTE	Min	-9,950000	-123,470000	-588,460000
	87	ENVOLVENTE	Max	23,030000	62,610000	51,540000
144	13	ENVOLVENTE	Max	496,800000	2,960000	4,480000
	87	ENVOLVENTE	Min	-496,800000	-2,960000	-1,580000
	13	ENVOLVENTE	Min	-23,030000	-62,610000	-47,670000
145	13	ENVOLVENTE	Max	11,350000	132,010000	607,630000
	88	ENVOLVENTE	Max	2,690000	34,590000	159,410000
	13	ENVOLVENTE	Min	-2,690000	-34,590000	-157,720000
146	88	ENVOLVENTE	Min	-11,350000	-132,010000	-605,940000
	88	ENVOLVENTE	Max	-33,210000	68,570000	75,210000
	14	ENVOLVENTE	Max	556,910000	-4,120000	-3,440000
147	88	ENVOLVENTE	Min	-556,910000	4,120000	6,420000
	14	ENVOLVENTE	Min	33,210000	-68,570000	-71,240000
	14	ENVOLVENTE	Max	14,340000	151,450000	675,290000
148	89	ENVOLVENTE	Max	0,490000	56,610000	252,640000
	14	ENVOLVENTE	Min	-0,490000	-56,610000	-250,990000
	89	ENVOLVENTE	Min	-14,340000	-151,450000	-673,650000
149	89	ENVOLVENTE	Max	134,680000	78,600000	109,220000
	15	ENVOLVENTE	Max	652,000000	16,210000	23,310000
	89	ENVOLVENTE	Min	-652,000000	-16,210000	-20,250000
150	15	ENVOLVENTE	Min	-134,680000	-78,600000	-106,160000
	15	ENVOLVENTE	Max	16,300000	162,940000	706,980000
	90	ENVOLVENTE	Max	-0,140000	75,140000	326,300000
151	90	ENVOLVENTE	Min	0,140000	-75,140000	-324,700000
	90	ENVOLVENTE	Min	-16,300000	-162,940000	-705,380000
	90	ENVOLVENTE	Max	302,050000	95,480000	164,840000
152	16	ENVOLVENTE	Max	805,750000	35,760000	62,320000
	90	ENVOLVENTE	Min	-805,750000	-35,760000	-59,190000
	16	ENVOLVENTE	Min	-302,050000	-95,480000	-161,710000
153	16	ENVOLVENTE	Max	17,180000	167,080000	708,450000
	91	ENVOLVENTE	Max	1,320000	90,020000	382,000000
	16	ENVOLVENTE	Min	-1,320000	-90,020000	-380,440000
154	91	ENVOLVENTE	Min	-17,180000	-167,080000	-706,890000

146	91	ENVOLVENTE	Max	459,600000	107,100000	224,180000
	17	ENVOLVENTE	Max	916,420000	53,680000	112,830000
	91	ENVOLVENTE	Min	-916,420000	-53,680000	-109,630000
	17	ENVOLVENTE	Min	-459,600000	-107,100000	-220,980000
147	17	ENVOLVENTE	Max	19,290000	165,130000	687,110000
	92	ENVOLVENTE	Max	5,160000	100,940000	420,390000
	17	ENVOLVENTE	Min	-5,160000	-100,940000	-418,850000
	92	ENVOLVENTE	Min	-19,290000	-165,130000	-685,580000
148	92	ENVOLVENTE	Max	587,150000	112,060000	278,780000
	18	ENVOLVENTE	Max	969,340000	67,850000	169,110000
	92	ENVOLVENTE	Min	-969,340000	-67,850000	-165,840000
	18	ENVOLVENTE	Min	-587,150000	-112,060000	-275,510000
149	18	ENVOLVENTE	Max	20,870000	156,360000	641,150000
	93	ENVOLVENTE	Max	8,410000	106,870000	438,650000
	18	ENVOLVENTE	Min	-8,410000	-106,870000	-437,140000
	93	ENVOLVENTE	Min	-20,870000	-156,360000	-639,640000
150	93	ENVOLVENTE	Max	699,510000	113,310000	328,740000
	19	ENVOLVENTE	Max	988,460000	80,150000	232,730000
	93	ENVOLVENTE	Min	-988,460000	-80,150000	-229,390000
	19	ENVOLVENTE	Min	-699,510000	-113,310000	-325,400000
151	19	ENVOLVENTE	Max	21,150000	142,900000	579,740000
	94	ENVOLVENTE	Max	9,860000	108,920000	442,370000
	19	ENVOLVENTE	Min	-9,860000	-108,920000	-440,870000
	94	ENVOLVENTE	Min	-21,150000	-142,900000	-578,240000
152	94	ENVOLVENTE	Max	781,180000	109,690000	365,800000
	20	ENVOLVENTE	Max	962,030000	89,020000	297,010000
	94	ENVOLVENTE	Min	-962,030000	-89,020000	-293,610000
	20	ENVOLVENTE	Min	-781,180000	-109,690000	-362,400000
153	20	ENVOLVENTE	Max	22,890000	124,270000	500,930000
	95	ENVOLVENTE	Max	11,040000	106,610000	430,300000
	20	ENVOLVENTE	Min	-11,040000	-106,610000	-428,810000
	95	ENVOLVENTE	Min	-22,890000	-124,270000	-499,440000
154	95	ENVOLVENTE	Max	833,740000	99,160000	376,630000
	21	ENVOLVENTE	Max	872,230000	94,750000	359,070000
	95	ENVOLVENTE	Min	-872,230000	-94,750000	-355,600000
	21	ENVOLVENTE	Min	-833,740000	-99,160000	-373,160000
155	21	ENVOLVENTE	Max	11,740000	21,890000	89,380000
	96	ENVOLVENTE	Max	11,740000	3,290000	14,440000
	21	ENVOLVENTE	Min	-11,740000	-3,290000	-12,950000
	96	ENVOLVENTE	Min	-11,740000	-21,890000	-87,400000
191	22	ENVOLVENTE	Max	0,000006	451,460000	0,480000
	4	ENVOLVENTE	Max	0,000006	185,880000	0,480000
	22	ENVOLVENTE	Min	-0,000006	-185,880000	0,360000
	4	ENVOLVENTE	Min	-0,000006	-451,460000	0,360000
192	23	ENVOLVENTE	Max	0,000012	0,000000	0,480000
	5	ENVOLVENTE	Max	0,000012	0,000000	0,480000
	23	ENVOLVENTE	Min	-0,000012	0,000000	0,360000
	5	ENVOLVENTE	Min	-0,000012	0,000000	0,360000
193	24	ENVOLVENTE	Max	0,000014	1,140000	0,480000
	6	ENVOLVENTE	Max	0,000014	796,320000	0,480000
	24	ENVOLVENTE	Min	-0,000014	-796,320000	0,360000
	6	ENVOLVENTE	Min	-0,000014	-1,140000	0,360000
194	25	ENVOLVENTE	Max	0,000011	57,150000	0,480000
	7	ENVOLVENTE	Max	0,000011	7,670000	0,480000
	25	ENVOLVENTE	Min	-0,000011	-7,670000	0,360000
	7	ENVOLVENTE	Min	-0,000011	-57,150000	0,360000
195	26	ENVOLVENTE	Max	0,000005	92,590000	0,480000
	8	ENVOLVENTE	Max	0,000005	20,190000	0,480000
	26	ENVOLVENTE	Min	-0,000005	-20,190000	0,360000
	8	ENVOLVENTE	Min	-0,000005	-92,590000	0,360000
196	27	ENVOLVENTE	Max	0,000007	95,490000	0,480000
	9	ENVOLVENTE	Max	0,000007	33,460000	0,480000
	27	ENVOLVENTE	Min	-0,000007	-33,460000	0,360000
	9	ENVOLVENTE	Min	-0,000007	-95,490000	0,360000
197	28	ENVOLVENTE	Max	0,000009	103,350000	0,480000
	10	ENVOLVENTE	Max	0,000009	43,200000	0,480000
	28	ENVOLVENTE	Min	-0,000009	-43,200000	0,360000
	10	ENVOLVENTE	Min	-0,000009	-103,350000	0,360000
198	29	ENVOLVENTE	Max	0,000011	107,700000	0,480000
	11	ENVOLVENTE	Max	0,000011	52,510000	0,480000
	29	ENVOLVENTE	Min	-0,000011	-52,510000	0,360000
	11	ENVOLVENTE	Min	-0,000011	-107,700000	0,360000
199	30	ENVOLVENTE	Max	0,000010	106,210000	0,480000
	12	ENVOLVENTE	Max	0,000010	57,550000	0,480000
	30	ENVOLVENTE	Min	-0,000010	-57,550000	0,360000
	12	ENVOLVENTE	Min	-0,000010	-106,210000	0,360000
200	31	ENVOLVENTE	Max	0,000015	101,690000	0,480000
	13	ENVOLVENTE	Max	0,000015	60,710000	0,480000
	31	ENVOLVENTE	Min	-0,000015	-60,710000	0,360000
	13	ENVOLVENTE	Min	-0,000015	-101,690000	0,360000
201	32	ENVOLVENTE	Max	0,000009	93,980000	0,480000
	14	ENVOLVENTE	Max	0,000009	60,850000	0,480000
	32	ENVOLVENTE	Min	-0,000009	-60,850000	0,360000
	14	ENVOLVENTE	Min	-0,000009	-93,980000	0,360000
202	33	ENVOLVENTE	Max	0,000016	84,470000	0,480000
	15	ENVOLVENTE	Max	0,000016	59,010000	0,480000
	33	ENVOLVENTE	Min	-0,000016	-59,010000	0,360000
	15	ENVOLVENTE	Min	-0,000016	-84,470000	0,360000
203	34	ENVOLVENTE	Max	0,000019	71,820000	0,480000
	16	ENVOLVENTE	Max	0,000019	54,400000	0,480000
	34	ENVOLVENTE	Min	-0,000019	-54,400000	0,360000
	16	ENVOLVENTE	Min	-0,000019	-71,820000	0,360000
204	35	ENVOLVENTE	Max	0,000019	58,050000	0,480000
	17	ENVOLVENTE	Max	0,000019	47,380000	0,480000
	35	ENVOLVENTE	Min	-0,000019	-47,380000	0,360000
	17	ENVOLVENTE	Min	-0,000019	-58,050000	0,360000

205	36	ENVOLVENTE	Max	0,000014	44,400000	0,480000
	18	ENVOLVENTE	Max	0,000014	39,140000	0,480000
	36	ENVOLVENTE	Min	-0,000014	-39,140000	0,360000
	18	ENVOLVENTE	Min	-0,000014	-44,400000	0,360000
206	37	ENVOLVENTE	Max	0,000025	29,660000	0,480000
	19	ENVOLVENTE	Max	0,000025	28,820000	0,480000
	37	ENVOLVENTE	Min	-0,000025	-28,820000	0,360000
	19	ENVOLVENTE	Min	-0,000025	-29,660000	0,360000
207	38	ENVOLVENTE	Max	0,000021	14,400000	0,480000
	20	ENVOLVENTE	Max	0,000021	17,640000	0,480000
	38	ENVOLVENTE	Min	-0,000021	-17,640000	0,360000
	20	ENVOLVENTE	Min	-0,000021	-14,400000	0,360000
208	39	ENVOLVENTE	Max	0,000013	14,800000	0,480000
	21	ENVOLVENTE	Max	0,000013	6,060000	0,480000
	39	ENVOLVENTE	Min	-0,000013	-6,060000	0,360000
	21	ENVOLVENTE	Min	-0,000013	-14,800000	0,360000
209	41	ENVOLVENTE	Max	65,920000	0,000009	386,640000
	97	ENVOLVENTE	Max	41,480000	0,000009	221,950000
	41	ENVOLVENTE	Min	-41,480000	-0,000009	-221,300000
	97	ENVOLVENTE	Min	-65,920000	-0,000009	-385,990000
210	41	ENVOLVENTE	Max	230,300000	0,000000	263,650000
	98	ENVOLVENTE	Max	122,310000	0,000000	497,310000
	41	ENVOLVENTE	Min	-122,310000	0,000000	-495,930000
	98	ENVOLVENTE	Min	-230,300000	0,000000	-262,270000
211	42	ENVOLVENTE	Max	19,230000	0,000005	303,630000
	98	ENVOLVENTE	Max	10,890000	0,000005	206,560000
	42	ENVOLVENTE	Min	-10,890000	-0,000005	-205,680000
	98	ENVOLVENTE	Min	-19,230000	-0,000005	-302,750000
212	42	ENVOLVENTE	Max	8,800000	0,000001	4,700000
	99	ENVOLVENTE	Max	0,220000	0,000001	38,970000
	42	ENVOLVENTE	Min	-0,220000	-0,000001	-37,660000
	99	ENVOLVENTE	Min	-8,800000	-0,000001	-3,390000
213	43	ENVOLVENTE	Max	5,610000	35,590000	138,640000
	99	ENVOLVENTE	Max	-0,530000	0,670000	-0,540000
	43	ENVOLVENTE	Min	0,530000	-0,670000	1,840000
	99	ENVOLVENTE	Min	-5,610000	-35,590000	-136,900000
214	43	ENVOLVENTE	Max	15,190000	114,160000	584,050000
	100	ENVOLVENTE	Max	168,840000	8,530000	45,140000
	43	ENVOLVENTE	Min	-168,840000	-8,530000	-43,220000
	100	ENVOLVENTE	Min	-15,190000	-114,160000	-581,490000
215	44	ENVOLVENTE	Max	12,770000	936,720000	4727,420000
	100	ENVOLVENTE	Max	74,700000	44,890000	230,550000
	44	ENVOLVENTE	Min	-74,700000	-44,890000	-225,110000
	100	ENVOLVENTE	Min	-12,770000	-936,720000	-4720,160000
216	100	ENVOLVENTE	Max	1093,650000	707,800000	3542,410000
	45	ENVOLVENTE	Max	-14,930000	-12,450000	-62,210000
	100	ENVOLVENTE	Min	14,930000	12,450000	65,030000
	45	ENVOLVENTE	Min	-1093,650000	-707,800000	-3538,650000
217	45	ENVOLVENTE	Max	1,670000	111,410000	725,710000
	101	ENVOLVENTE	Max	17,640000	177,190000	1153,850000
	45	ENVOLVENTE	Min	-17,640000	-177,190000	-1151,480000
	101	ENVOLVENTE	Min	-1,670000	-111,410000	-723,340000
218	101	ENVOLVENTE	Max	667,610000	136,440000	211,080000
	46	ENVOLVENTE	Max	924,390000	188,730000	289,170000
	101	ENVOLVENTE	Min	-924,390000	-188,730000	-287,290000
	46	ENVOLVENTE	Min	-667,610000	-136,440000	-209,200000
219	46	ENVOLVENTE	Max	3,130000	135,890000	840,960000
	102	ENVOLVENTE	Max	1,440000	147,730000	912,830000
	46	ENVOLVENTE	Min	-1,440000	-147,730000	-910,570000
	102	ENVOLVENTE	Min	-3,130000	-135,890000	-838,710000
220	102	ENVOLVENTE	Max	800,600000	119,760000	7,640000
	47	ENVOLVENTE	Max	1073,750000	160,540000	8,580000
	102	ENVOLVENTE	Min	-1073,750000	-160,540000	-6,140000
	47	ENVOLVENTE	Min	-800,600000	-119,760000	-5,200000
221	47	ENVOLVENTE	Max	3,770000	126,440000	734,930000
	103	ENVOLVENTE	Max	6,250000	103,160000	599,940000
	47	ENVOLVENTE	Min	-6,250000	-103,160000	-597,820000
	103	ENVOLVENTE	Min	-3,770000	-126,440000	-732,810000
222	103	ENVOLVENTE	Max	733,570000	105,180000	11,500000
	48	ENVOLVENTE	Max	810,940000	116,240000	11,610000
	103	ENVOLVENTE	Min	-810,940000	-116,240000	-9,070000
	48	ENVOLVENTE	Min	-733,570000	-105,180000	-8,960000
223	48	ENVOLVENTE	Max	4,790000	114,140000	627,300000
	104	ENVOLVENTE	Max	7,090000	63,130000	347,730000
	48	ENVOLVENTE	Min	-7,090000	-63,130000	-345,720000
	104	ENVOLVENTE	Min	-4,790000	-114,140000	-625,290000
224	104	ENVOLVENTE	Max	683,180000	94,330000	20,740000
	49	ENVOLVENTE	Max	591,420000	81,650000	17,790000
	104	ENVOLVENTE	Min	-591,420000	-81,650000	-15,150000
	49	ENVOLVENTE	Min	-683,180000	-94,330000	-18,100000
225	49	ENVOLVENTE	Max	4,870000	100,190000	523,310000
	105	ENVOLVENTE	Max	8,680000	26,000000	137,360000
	49	ENVOLVENTE	Min	-8,680000	-26,000000	-135,450000
	105	ENVOLVENTE	Min	-4,870000	-100,190000	-520,770000
226	105	ENVOLVENTE	Max	650,740000	86,820000	32,090000
	50	ENVOLVENTE	Max	409,180000	54,600000	20,770000
	105	ENVOLVENTE	Min	-409,180000	-54,600000	-18,030000
	50	ENVOLVENTE	Min	-650,740000	-86,820000	-29,360000
227	50	ENVOLVENTE	Max	3,740000	115,260000	574,700000
	106	ENVOLVENTE	Max	8,630000	-8,460000	-40,150000
	50	ENVOLVENTE	Min	-8,630000	8,460000	41,980000
	106	ENVOLVENTE	Min	-3,740000	-115,260000	-572,270000
228	106	ENVOLVENTE	Max	571,620000	74,000000	42,420000
	51	ENVOLVENTE	Max	210,220000	27,240000	16,770000
	106	ENVOLVENTE	Min	-210,220000	-27,240000	-13,950000
	51	ENVOLVENTE	Min	-571,620000	-74,000000	-39,600000

229	51	ENVOLVENTE	Max	3,470000	123,460000	590,740000
	107	ENVOLVENTE	Max	9,870000	10,150000	48,760000
	51	ENVOLVENTE	Min	-9,870000	-10,150000	-47,010000
	107	ENVOLVENTE	Min	-3,470000	-123,460000	-588,400000
230	107	ENVOLVENTE	Max	496,760000	62,600000	51,530000
	52	ENVOLVENTE	Max	15,570000	2,020000	3,740000
	107	ENVOLVENTE	Min	-15,570000	-2,020000	-0,840000
231	52	ENVOLVENTE	Min	-496,760000	-62,600000	-47,660000
	52	ENVOLVENTE	Max	2,600000	132,070000	607,930000
	108	ENVOLVENTE	Max	11,350000	34,690000	159,880000
	52	ENVOLVENTE	Min	-11,350000	-34,690000	-158,190000
232	108	ENVOLVENTE	Min	-2,600000	-132,070000	-606,230000
	108	ENVOLVENTE	Max	556,860000	68,560000	75,200000
	53	ENVOLVENTE	Max	-25,960000	-3,230000	-2,490000
	108	ENVOLVENTE	Min	25,960000	3,230000	5,470000
233	53	ENVOLVENTE	Min	-556,860000	-68,560000	-71,230000
	53	ENVOLVENTE	Max	0,400000	151,360000	674,930000
	109	ENVOLVENTE	Max	14,340000	56,520000	252,260000
	53	ENVOLVENTE	Min	-14,340000	-56,520000	-250,620000
234	109	ENVOLVENTE	Min	-0,400000	-151,360000	-673,290000
	109	ENVOLVENTE	Max	658,520000	79,390000	110,300000
	54	ENVOLVENTE	Max	140,970000	16,970000	24,350000
	109	ENVOLVENTE	Min	-140,970000	-16,970000	-21,290000
235	54	ENVOLVENTE	Min	-658,520000	-79,390000	-107,240000
	54	ENVOLVENTE	Max	-0,074130	162,660000	705,790000
	110	ENVOLVENTE	Max	16,300000	74,830000	324,960000
	54	ENVOLVENTE	Min	-16,300000	-74,830000	-323,360000
236	110	ENVOLVENTE	Min	0,074130	-162,660000	-704,190000
	110	ENVOLVENTE	Max	811,340000	96,140000	165,980000
	55	ENVOLVENTE	Max	307,160000	36,370000	63,360000
	110	ENVOLVENTE	Min	-307,160000	-36,370000	-60,230000
237	55	ENVOLVENTE	Min	-811,340000	-96,140000	-162,850000
	55	ENVOLVENTE	Max	1,400000	166,610000	706,470000
	111	ENVOLVENTE	Max	17,180000	89,500000	379,780000
	55	ENVOLVENTE	Min	-17,180000	-89,500000	-378,220000
238	111	ENVOLVENTE	Min	-1,400000	-166,610000	-704,900000
	111	ENVOLVENTE	Max	921,160000	107,660000	225,330000
	56	ENVOLVENTE	Max	463,820000	54,180000	113,860000
	111	ENVOLVENTE	Min	-463,820000	-54,180000	-110,660000
239	56	ENVOLVENTE	Min	-921,160000	-107,660000	-222,130000
	56	ENVOLVENTE	Max	5,200000	164,500000	684,490000
	112	ENVOLVENTE	Max	19,290000	100,260000	417,540000
	56	ENVOLVENTE	Min	-19,290000	-100,260000	-416,000000
240	112	ENVOLVENTE	Min	-5,200000	-164,500000	-682,960000
	112	ENVOLVENTE	Max	973,220000	112,510000	279,880000
	57	ENVOLVENTE	Max	590,890000	68,280000	170,170000
	112	ENVOLVENTE	Min	-590,890000	-68,280000	-166,910000
241	57	ENVOLVENTE	Min	-973,220000	-112,510000	-276,610000
	57	ENVOLVENTE	Max	8,390000	155,560000	637,870000
	113	ENVOLVENTE	Max	20,850000	106,060000	435,340000
	57	ENVOLVENTE	Min	-20,850000	-106,060000	-433,820000
242	113	ENVOLVENTE	Min	-8,390000	-155,560000	-636,350000
	113	ENVOLVENTE	Max	991,130000	113,610000	329,620000
	58	ENVOLVENTE	Max	702,450000	80,490000	233,700000
	113	ENVOLVENTE	Min	-702,450000	-80,490000	-230,360000
243	58	ENVOLVENTE	Min	-991,130000	-113,610000	-326,280000
	58	ENVOLVENTE	Max	9,840000	141,920000	575,810000
	114	ENVOLVENTE	Max	21,130000	107,980000	438,590000
	58	ENVOLVENTE	Min	-21,130000	-107,980000	-437,090000
244	114	ENVOLVENTE	Min	-9,840000	-141,920000	-574,310000
	114	ENVOLVENTE	Max	963,630000	109,870000	366,410000
	59	ENVOLVENTE	Max	783,170000	89,240000	297,770000
	114	ENVOLVENTE	Min	-783,170000	-89,240000	-294,360000
245	59	ENVOLVENTE	Min	-963,630000	-109,870000	-363,000000
	59	ENVOLVENTE	Max	10,990000	123,160000	496,450000
	115	ENVOLVENTE	Max	22,840000	105,550000	426,010000
	59	ENVOLVENTE	Min	-22,840000	-105,550000	-424,520000
246	115	ENVOLVENTE	Min	-10,990000	-123,160000	-494,960000
	115	ENVOLVENTE	Max	873,120000	99,260000	377,010000
	21	ENVOLVENTE	Max	834,630000	94,850000	359,450000
	115	ENVOLVENTE	Min	-834,630000	-94,850000	-355,980000
281	21	ENVOLVENTE	Min	-873,120000	-99,260000	-373,540000
	60	ENVOLVENTE	Max	0,000004	450,780000	0,480000
	43	ENVOLVENTE	Max	0,000004	186,930000	0,480000
	60	ENVOLVENTE	Min	-0,000004	-186,930000	0,360000
282	43	ENVOLVENTE	Min	-0,000004	-450,780000	0,360000
	61	ENVOLVENTE	Max	0,000009	0,000000	0,480000
	44	ENVOLVENTE	Max	0,000009	0,000000	0,480000
	61	ENVOLVENTE	Min	-0,000009	0,000000	0,360000
283	44	ENVOLVENTE	Min	-0,000009	0,000000	0,360000
	62	ENVOLVENTE	Max	0,000011	0,780000	0,480000
	45	ENVOLVENTE	Max	0,000011	796,190000	0,480000
	62	ENVOLVENTE	Min	-0,000011	-796,190000	0,360000
284	45	ENVOLVENTE	Min	-0,000011	-0,780000	0,360000
	63	ENVOLVENTE	Max	0,000008	57,150000	0,480000
	46	ENVOLVENTE	Max	0,000008	7,550000	0,480000
	63	ENVOLVENTE	Min	-0,000008	-7,550000	0,360000
285	46	ENVOLVENTE	Min	-0,000008	-57,150000	0,360000
	64	ENVOLVENTE	Max	0,000005	92,580000	0,480000
	47	ENVOLVENTE	Max	0,000005	19,900000	0,480000
	64	ENVOLVENTE	Min	-0,000005	-19,900000	0,360000
286	47	ENVOLVENTE	Min	-0,000005	-92,580000	0,360000
	65	ENVOLVENTE	Max	0,000015	95,070000	0,480000
	48	ENVOLVENTE	Max	0,000015	33,040000	0,480000
	65	ENVOLVENTE	Min	-0,000015	-33,040000	0,360000
286	48	ENVOLVENTE	Min	-0,000015	-95,070000	0,360000

287	66	ENVOLVENTE	Max	0,000005	102,810000	0,480000
	49	ENVOLVENTE	Max	0,000005	42,660000	0,480000
	66	ENVOLVENTE	Mn	-0,000005	-42,660000	0,360000
	49	ENVOLVENTE	Mn	-0,000005	-102,810000	0,360000
288	67	ENVOLVENTE	Max	0,000008	107,030000	0,480000
	50	ENVOLVENTE	Max	0,000008	51,840000	0,480000
	67	ENVOLVENTE	Mn	-0,000008	-51,840000	0,360000
289	50	ENVOLVENTE	Mn	-0,000008	-107,030000	0,360000
	68	ENVOLVENTE	Max	0,000021	105,440000	0,480000
	51	ENVOLVENTE	Max	0,000021	56,770000	0,480000
	68	ENVOLVENTE	Mn	-0,000021	-56,770000	0,360000
290	51	ENVOLVENTE	Mn	-0,000021	-105,440000	0,360000
	69	ENVOLVENTE	Max	0,000014	100,810000	0,480000
	52	ENVOLVENTE	Max	0,000014	59,820000	0,480000
	69	ENVOLVENTE	Mn	-0,000014	-59,820000	0,360000
	52	ENVOLVENTE	Mn	-0,000014	-100,810000	0,360000
291	70	ENVOLVENTE	Max	0,000017	93,010000	0,480000
	53	ENVOLVENTE	Max	0,000017	59,870000	0,480000
	70	ENVOLVENTE	Mn	-0,000017	-59,870000	0,360000
	53	ENVOLVENTE	Mn	-0,000017	-93,010000	0,360000
292	71	ENVOLVENTE	Max	0,000019	83,410000	0,480000
	54	ENVOLVENTE	Max	0,000019	57,940000	0,480000
	71	ENVOLVENTE	Mn	-0,000019	-57,940000	0,360000
	54	ENVOLVENTE	Mn	-0,000019	-83,410000	0,360000
293	72	ENVOLVENTE	Max	0,000023	70,690000	0,480000
	55	ENVOLVENTE	Max	0,000023	53,270000	0,480000
	72	ENVOLVENTE	Mn	-0,000023	-53,270000	0,360000
	55	ENVOLVENTE	Mn	-0,000023	-70,690000	0,360000
294	73	ENVOLVENTE	Max	0,000007	56,860000	0,480000
	56	ENVOLVENTE	Max	0,000007	46,200000	0,480000
	73	ENVOLVENTE	Mn	-0,000007	-46,200000	0,360000
	56	ENVOLVENTE	Mn	-0,000007	-56,860000	0,360000
295	74	ENVOLVENTE	Max	0,000028	43,150000	0,480000
	57	ENVOLVENTE	Max	0,000028	37,900000	0,480000
	74	ENVOLVENTE	Mn	-0,000028	-37,900000	0,360000
296	57	ENVOLVENTE	Mn	-0,000028	-43,150000	0,360000
	75	ENVOLVENTE	Max	0,000018	28,380000	0,480000
	58	ENVOLVENTE	Max	0,000018	27,550000	0,480000
	75	ENVOLVENTE	Mn	-0,000018	-27,550000	0,360000
297	58	ENVOLVENTE	Mn	-0,000018	-28,380000	0,360000
	76	ENVOLVENTE	Max	0,000026	13,100000	0,480000
	59	ENVOLVENTE	Max	0,000026	16,340000	0,480000
	76	ENVOLVENTE	Mn	-0,000026	-16,340000	0,360000
59	ENVOLVENTE	Mn	-0,000026	-13,100000	0,360000	

Para el diseño a tensión se utiliza la misma resistencia del acero a unir.

ESFUERZO ADMISIBLE	2400	KG/CM2
V	0.85	Ad.
V2	1	Ad.
FS	1.3	Ad.

Para el caso del sector analizado se toma un área de soldadura de 10.69cm², el mismo que es producto de la multiplicación de la longitud de circunferencia del perfil utilizado por el espesor del mismo.

A. Comprobación a tensión

AREA EFECTIVA DE LA SECCION	10,69	cm ²
-----------------------------	-------	-----------------

Fuerza	11273,03	Kg.
--------	----------	-----

$$\sigma_{sol} = \frac{F}{A} \quad \sigma_{sol} = 1054,145315$$

$$\sigma_{sadm} = \frac{v \cdot v_2 \cdot \sigma_{adm}}{F.S.} \quad \sigma_{sadm} = 1500$$

$$\sigma_{sol} < \sigma_{sadm}$$

$$1054,145315 < 1500 \quad \text{OK}$$

La soldadura está trabajando al 70.28% de su capacidad a tensión.

Para el caso de corte se utiliza el 30% de la resistencia admisible del electrodo.

FUERZA	11273,03	Kg
AREA EFECTIVA DE LA SECCION	10,69	cm ²

$$\sigma_{sol} = \frac{F}{A} \quad \sigma_{sol} = 1054,145315$$

$$\sigma_{sadm} = \frac{v \cdot v_2 \cdot \sigma_{adm}}{F.S.} \quad \sigma_{sadm} = 1150,621625$$

$$\sigma_{sol} < \sigma_{sadm}$$

$$1054,145315 < 1150,621625 \quad \text{OK}$$

La soldadura está trabajando al 91.62% de su resistencia a corte utilizando un electrodo E90xx cuyo esfuerzo admisible es 5414.69 kg/cm².

2.6 COMPROBACIÓN RESULTADOS DE DISEÑO EN CORREAS

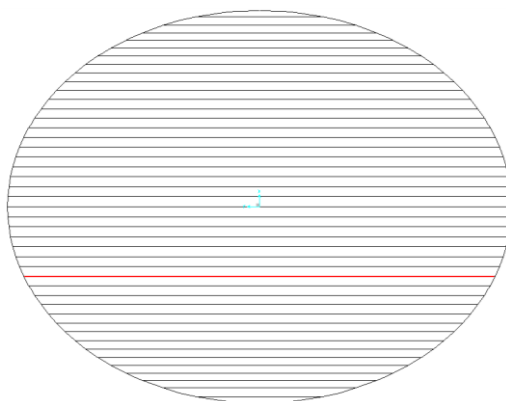


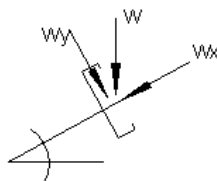
Figura 2.11 Ubicación de correa para el análisis.

Resultados obtenidos del programa SAP 2000, de diagrama de momentos para comprobación de resistencia a flexión.

A. Perfil G de 200x50x15x2

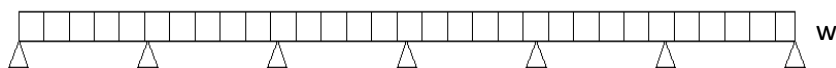
DATOS

Muerta:	25	kg/m
Viva:	55	kg/m
PPg200x50x2:	4.99	kg/m
W=	84.99	kg/m ²
Angulo (α):	11	grados
Long:	5.13	m

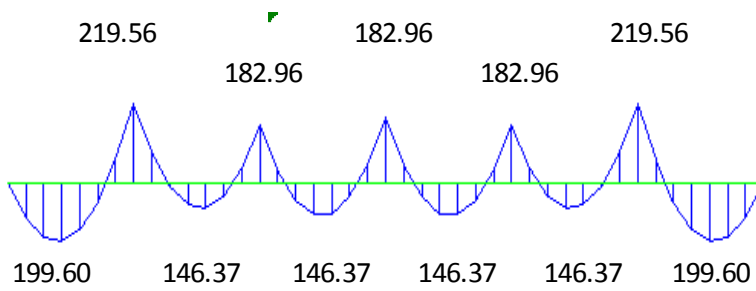


$$W_x: W \cdot \cos(\alpha) \quad 83.428 \quad \text{kg/m}^2$$

$$W_y: W \cdot \sin(\alpha) \quad 16.217 \quad \text{kg/m}^2$$

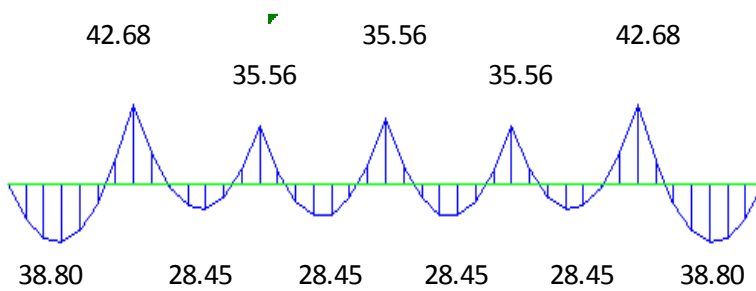


Momentos con Wx



Momento max: 219.56

Momentos con Wy



Momento max: 42.68

fp: $0.63 \times F_y = 1512$ kg/cm²

$$\frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} < f_p$$

$$618.473 + 869.2004 < 1512$$

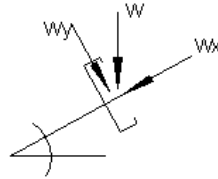
$$1487.673 < 1512 \quad \text{OK}$$

La correa de 200x50x15x2 es aplicable para una inclinación máxima de 11°

B. Perfil G de 200x50x15x3

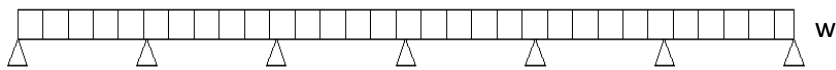
DATOS

Muerta:	25	kg/m
Viva:	55	kg/m
PPg200x50x3:	7.31	kg/m
W=	87.31	kg/m ²
Angulo (α):	18	grados
Long:	5.13	m

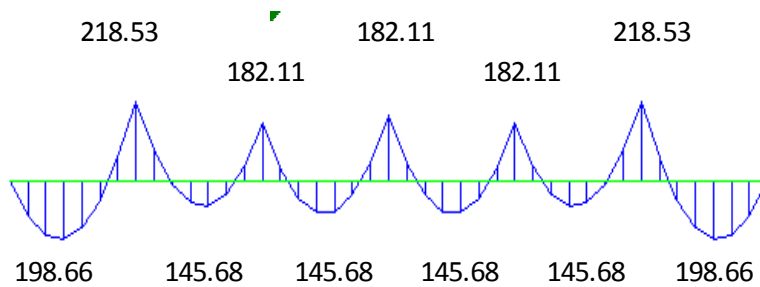


$$W_x: W \cdot \cos(\alpha) = 83.037 \text{ kg/m}^2$$

$$W_y: W \cdot \sin(\alpha) = 26.980 \text{ kg/m}^2$$

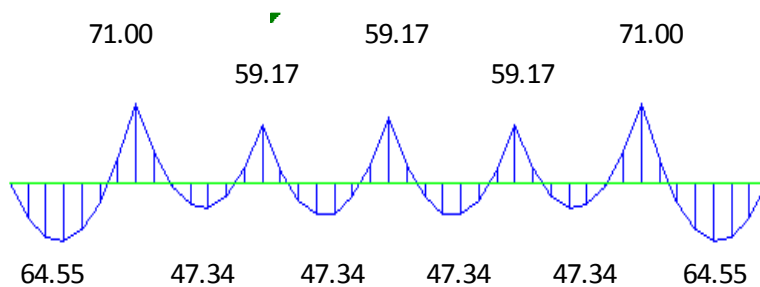


Momentos con W_x



Momento max: 218.53

Momentos con W_y



Momento max: 71.00

$$f_p: 0.63 \times F_y = 1512 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{Mx}{Wx} + \frac{My}{Wy} < fp$$

$$428.484 + 1053.468 < 1512$$

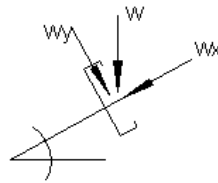
$$1481.952 < 1512 \quad \text{OK}$$

La correa de 200x50x15x3 es aplicable a partir de los 11° hasta un máximo de 18° de inclinación en la cubierta.

C. G de 200x50x15x4

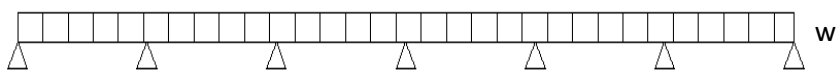
DATOS

Muerta:	25	kg/m
Viva:	55	kg/m
PPg200x50x4:	9.31	kg/m
W=	89.31	kg/m ²
Angulo (α):	24	grados
Long:	5.13	m

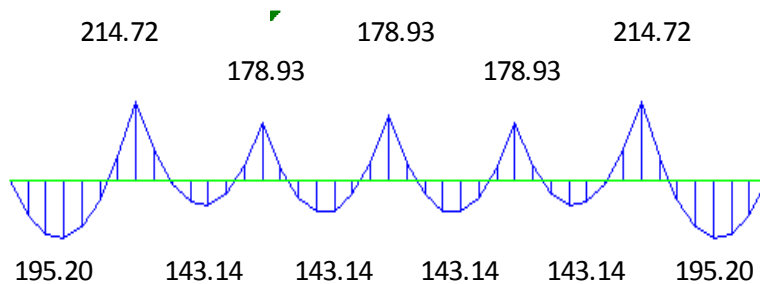


$$Wx: W \cdot \cos(\alpha) \quad 81.589 \quad \text{kg/m}^2$$

$$Wy: W \cdot \sin(\alpha) \quad 36.326 \quad \text{kg/m}^2$$

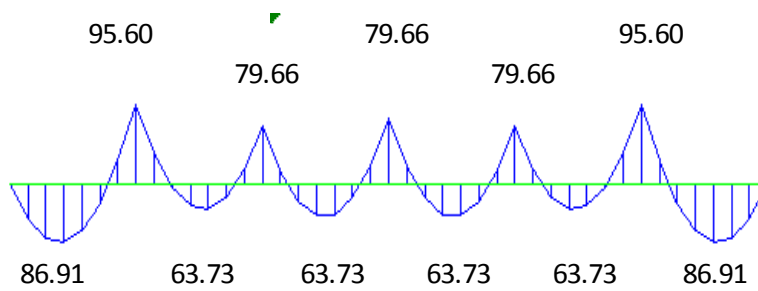


Momentos con Wx



Momento max: 214.72

Momentos con Wy



Momento max: 95.60

fp: $0.63 \times Fy = 1512 \text{ kg/cm}^2$

$$\frac{Mx}{Wx} + \frac{My}{Wy} < fp$$

$$329.825 + 1168.678 < 1512$$

$$1498.503 < 1512 \quad \text{OK}$$

La correa de 200x50x15x4 es aplicable para una inclinación de 18° en adelante.

CAPÍTULO III

CÁLCULO Y DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN

RESUMEN

En el presente capítulo se genera el modelo geométrico de la estructura de hormigón con el respectivo análisis de las cargas (carga muerta, carga viva, carga sísmica, cargas de viento) que sobre ésta actúan, así como también el resumen de los resultados de los elementos que conforman la estructura.

3.1. CONSIDERACIONES GENERALES

a. GEOMETRÍA BÁSICA DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN

La estructura de hormigón armado, está constituida principalmente por elementos soportantes y de arriostramiento tales como, columnas circulares exteriores para soporte de la cubierta metálica, columnas intermedias para soporte de vigas de graderío, por vigas perimetrales de arriostramiento y vigas inclinadas para graderío, y losa maciza de hormigón armado.

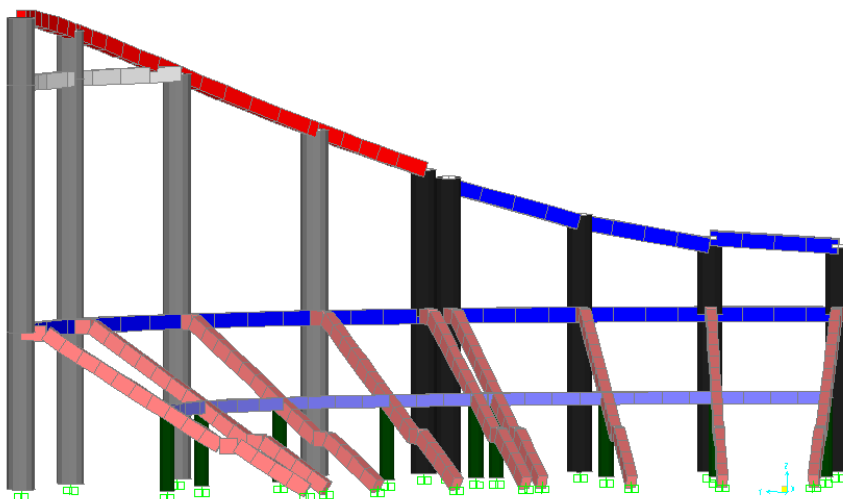
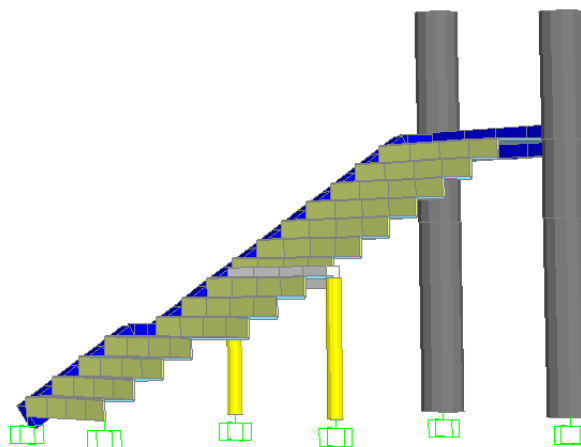


Figura 3.1 Vigas y columnas de hormigón armado.

En el caso de las vigas, existen 5 tipos de estas, las cuales están ubicadas en sitios donde no alteren el diseño arquitectónico de la estructura, a continuación se muestra una tabla que describe las vigas.

TABLA 3.1 Descripción de Vigas.

Tipo de Viga	Nivel (m)	Descripción
Viga inclinada	Variable	Sirve de apoyo para el graderío orto-poligonal
Viga interior	3.15	Arriostra las columnas interiores
Viga exterior	6.3	Arriostra las columnas exteriores
Viga exterior	16.23	Arriostra las columnas exteriores, evita esbeltez en los sectores de las columnas con mayor altura
Viga exterior	Variable	Arriostra las cabezas de las columnas exteriores

**Figura 3.2** Graderío Orto poligonal.

Como se observa en la Figura 3.2 el graderío consta de 14 escalones con una dimensión estándar de 45cm de contrahuella por 70 cm de huella, existiendo en el 4to escalón un descanso de 140cm. El escalón número 14 tiene una huella de 198cm.

b. RESUMEN DE CARGAS

TIPO	VALOR	OBSERVACIONES
CARGA VIVA	500 Kg/m ²	CEC 2001
ACABADOS	100 Kg/m ²	CEC 2001

3.2. EJEMPLO DE APLICACIÓN

3.3. RESULTADOS

El diseño en arco de la cubierta metálica hace que la longitud de las columnas varíe dependiendo del eje siendo los ejes externos los que poseen las columnas con la mayor longitud.

A continuación se presentan los resultados de las fuerzas que actúan sobre los elementos de la estructura de hormigón armado.

3.3.1 Fuerzas Axiales

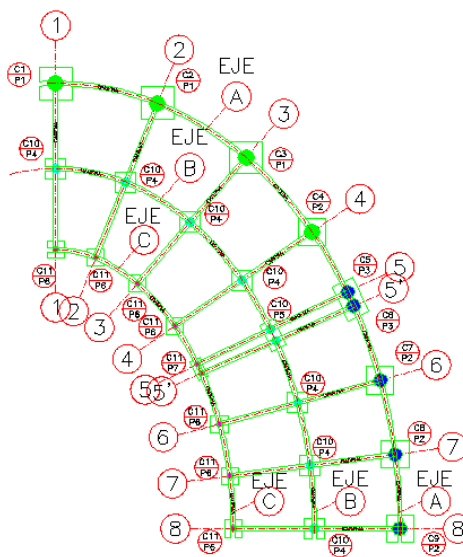


Figura 3.3 Denominación de columnas.

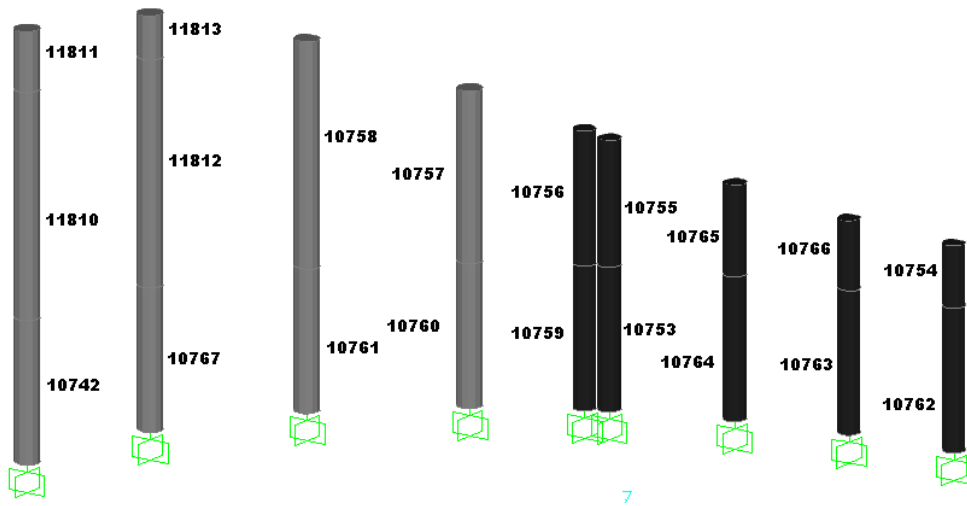


Figura 3.4 Elementos columnas exteriores.

TABLA 3.2 Fuerzas axiales en elementos de columnas exteriores.

ELEMENTO	10742	10753	10754	10755	10756	10757	10758
P (ton)	-121.952	-72.5417	-32.6176	-28.6905	-43.4065	-39.4608	-57.3973
ELEMENTO	10759	10760	10761	10762	10763	10764	10765
P (ton)	-83.4421	-103.945	-118.327	-90.8863	-96.778	-99.4517	-39.6096
ELEMENTO	10766	10767	11810	11811	11812	11813	
P (ton)	-37.8232	-119.779	-60.6964	-25.308	-59.1959	-25.3315	

Se observa al elemento 10742 ubicado en la base de la columna del eje 3 con una carga de 121.952 Ton.

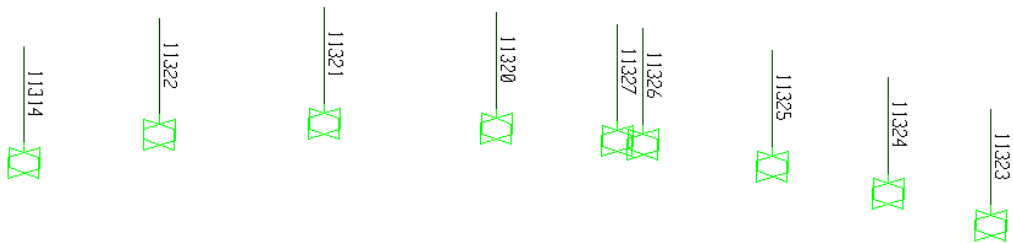


Figura 3.5 Elementos columnas internas.

TABLA 3.3 Fuerzas axiales en elementos de columnas internas.

ELEMENTO	11314	11320	11321	11322	11323	11324	11325
P (ton)	-58.3078	-60.8779	-65.6177	-60.6606	-53.4097	-55.6371	-59.5425
ELEMENTO	11326	11327					
P (ton)	-32.1679	-27.3838					

Los columnas interiores mantienen una proximidad en los resultados de fuerzas ya que poseen una distribución de cargas y geometría parecidas, siendo la mayor la número 11321 con 65.617 (Ton).

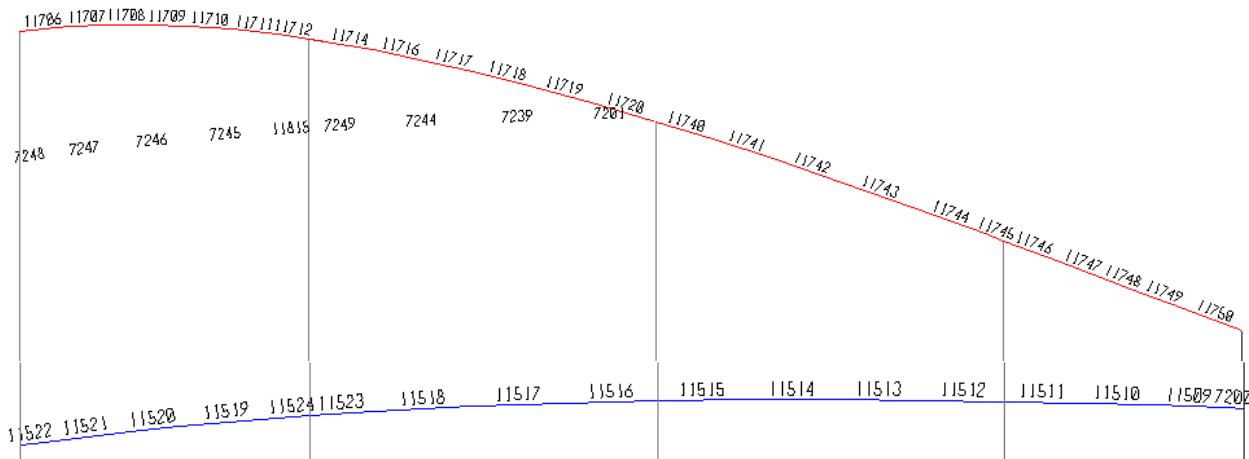


Figura 3.6 Elementos de vigas horizontales.

TABLA 3.4 Fuerzas axiales en elementos de vigas exteriores eje 1 al 5

ELEMENTO	7200	7201	7239	7244	7245	7246	7247	7248	7249	11509
P (Ton)	27.26	32.17	33.00	33.72	20.04	20.36	20.38	20.13	34.16	22.92
ELEMENTO	11510	11511	11512	11513	11514	11515	11516	11517	11518	11519
P (Ton)	15.40	8.98	26.86	19.96	-17.75	-23.31	-29.24	-17.90	-16.73	-21.69
ELEMENTO	11520	11521	11522	11523	11524	11706	11707	11708	11709	11710
P (Ton)	-15.16	-20.71	-28.71	-22.39	-30.12	-31.23	-32.45	-32.56	-32.88	-33.24
ELEMENTO	11711	11712	11713	11714	11716	11716	11717	11718	11719	11720
P (Ton)	-34.07	-34.55	-44.79	-45.42	40.78	-45.90	-46.73	-47.73	-48.52	-50.49
ELEMENTO	11740	11741	11742	11743	11744	11745	11746	11747	11748	11749
P (Ton)	27.20	25.07	24.86	25.31	25.49	24.69	14.74	13.29	12.89	11.15
ELEMENTO	11750	11815								
P (Ton)	13.99	19.53								

La mayor concentración de esfuerzos se presenta en la viga más alta la cual arriestra las cabezas de columnas, como se puede observar la mayor concentración de cargas se encuentra en los elementos q llegan a las columnas, y la carga más alta se encuentra en el elemento 11712 con una carga de 48.519 T.

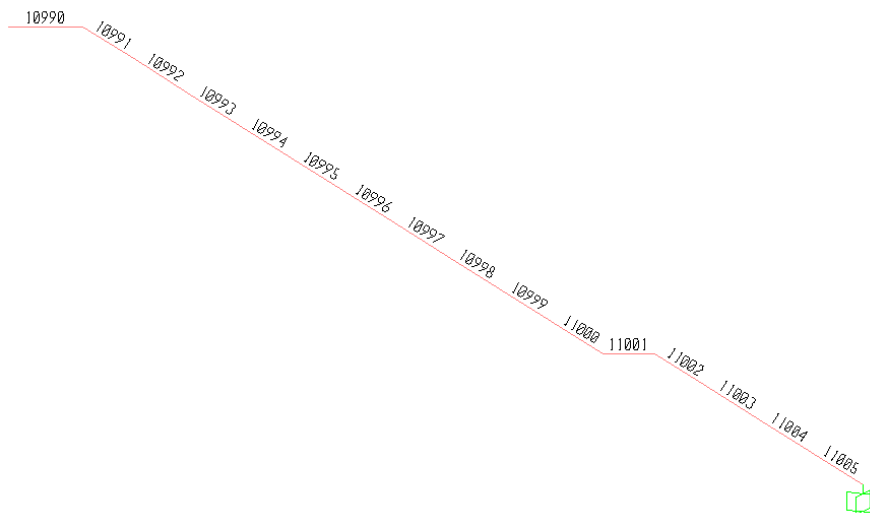
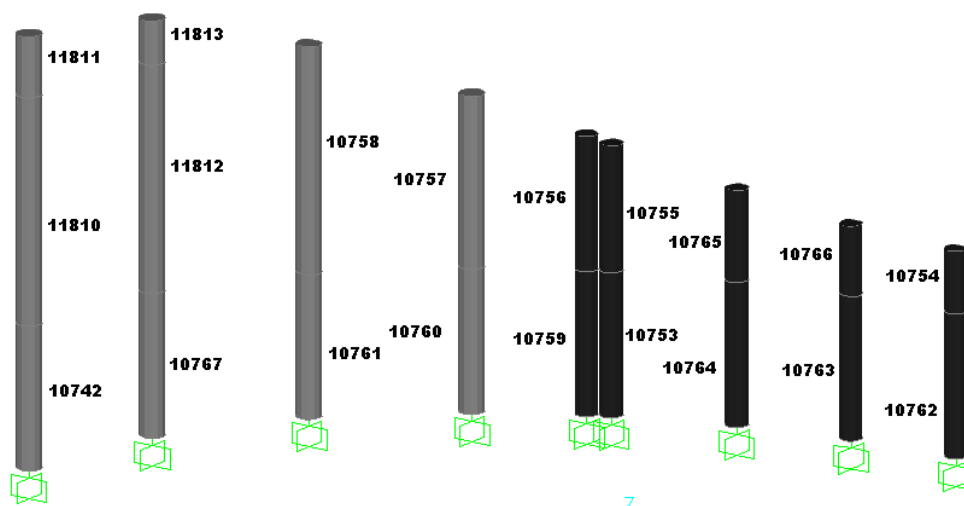
**Figura 3.7** Elementos de viga inclinada.

TABLA 3.5 Fuerzas axiales en elementos de viga inclinada.

ELEMENTO	10990	10991	10992	10993	10994	10995	10996	10997	10998	10999
P (ton)	22.4676	31.8388	31.1043	30.0562	28.5228	26.7015	24.4891	-22.9603	31.8205	32.9728
ELEMENTO	11000	11001	11002	11003	11004	11005				
P (ton)	33.775	16.7567	40.9122	39.0326	38.7539	40.9528				

En el caso de las vigas inclinadas se presenta una mayor concentración de esfuerzos en los cambios de dirección.

3.3.2 Momentos máximos

**Figura 3.8** Elementos columnas exteriores.**TABLA 3.6** Momentos en juntas de columnas exteriores.

ELEMENTO	10742	10753	10754	10755	10756	10757	10758	10759	10760	10761
T (T-m)	-4.49464	0.57009	-0.43777	-0.8702	5.13541	9.33378	8.55744	2.63786	4.94209	4.96256
M2 (T-m)	-81.6895	8.60738	-23.4544	24.97	90.03999	92.84049	65.43752	64.67575	-59.1503	-59.6769
M3 (T-m)	69.40196	36.74876	45.9255	63.63916	113.6438	115.5533	100.873	75.1447	71.71312	64.28865
ELEMENTO	10762	10763	10764	10765	10766	10767	11810	11811	11812	11813
T (T-m)	0.43763	-0.70494	-0.67899	-1.82892	-1.2014	3.58895	-12.5476	-11.3933	9.9727	9.6481
M2 (T-m)	-13.3635	-11.1253	7.43267	18.91026	21.55428	-76.1596	-95.1586	20.376	-86.3922	28.31283
M3 (T-m)	11.55869	15.39795	25.19229	63.95568	51.27184	-70.6948	90.27485	-45.3106	97.87036	-38.5911

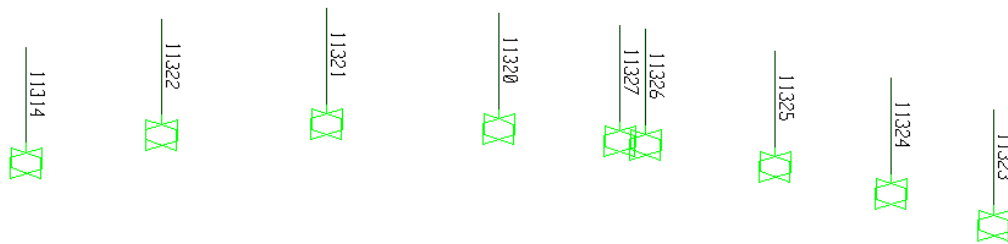


Figura 3.9 Elementos columnas interiores.

TABLA 3.7 Momentos en juntas de columnas interiores.

ELEMENTO	11314	11320	11321	11322	11323	11324	11325	11326	11327
T (T-m)	-0.14652	0.31993	0.33904	0.2261	-0.08116	-0.11061	-0.23891	0.42816	-0.31132
M2 (T-m)	-3.81926	5.97171	3.27114	-3.60566	3.03854	-3.45318	-4.04099	-2.37329	7.54761
M3 (T-m)	7.07094	-4.34117	-6.85338	-7.58071	1.63858	1.76195	2.36972	3.69042	1.71398

3.3.3 Deformación en vigas

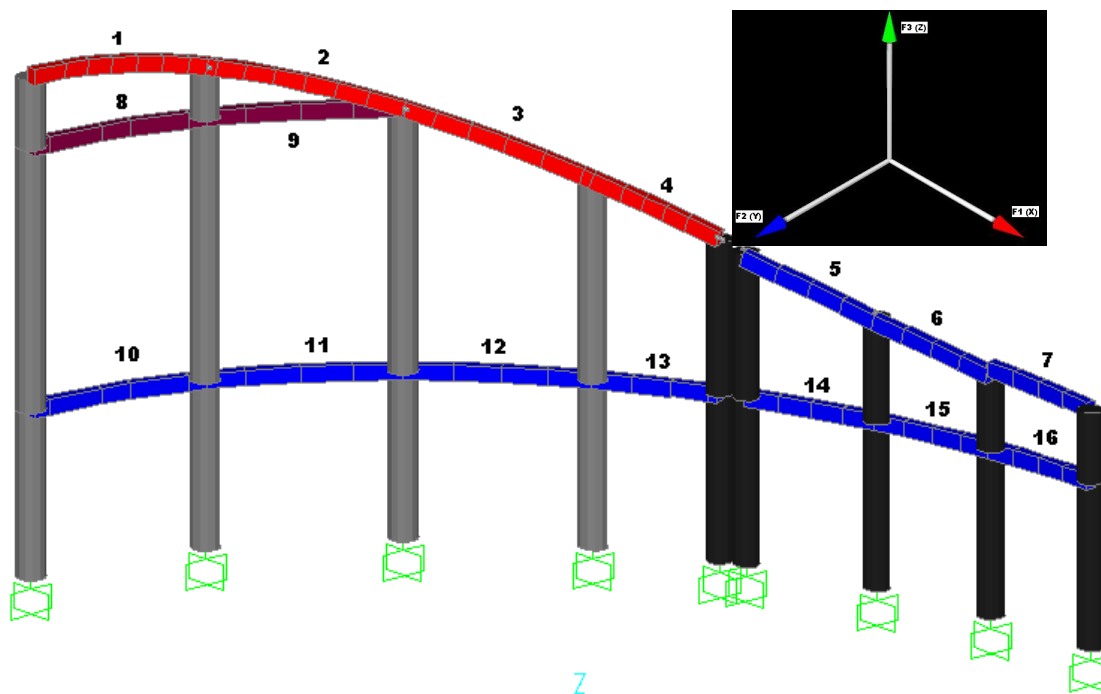


Figura 3.10 Vigas perimetrales externas.

Tomando como norma el CEC 2001, Primera edición, Editorial Building ode General Design Specification el mismo que establece una deformación máxima para elementos sometidos a cargas vivas y muertas de $L/240$, se procede a comparar con los resultados obtenidos.

TABLA 3.8 Deformación en vigas externas.

ELEMENTO	1		2		3		4	
	max	min	max	min	max	min	max	min
U1 (cm)	3.572469	-3.269299	3.572469	-3.296383	3.705879	-2.787297	4.52881	-1.808469
U2 (cm)	3.235287	-4.02496	2.80194	-3.228651	2.259441	-2.130951	2.352444	-1.648835
U3 (cm)	0.096653	-0.264274	0.118706	-0.297647	0.133653	-0.254453	0.224059	-0.427439
ELEMENTO	5		6		7		8	
	max	min	max	min	max	min	max	min
U1 (cm)	2.280105	-0.593196	1.732529	-0.393147	1.760882	-0.220505	2.879378	-2.838493
U2 (cm)	0.471926	-0.331645	0.29285	-0.260187	0.260362	-0.260367	2.599169	-3.219478
U3 (cm)	0.079795	-0.595098	0.012893	-0.705447	0.011076	-0.374811	0.065758	-0.166377

ELEMENTO	9		10		11		12	
	max	min	max	min	max	min	max	min
U1 (cm)	3.705879	-2.838493	0.192084	-0.192104	0.180821	-0.18828	0.161032	-0.15994
U2 (cm)	2.471618	-2.76604	0.148447	-0.093007	0.202597	-0.096166	0.267113	-0.122683
U3 (cm)	0.084753	-0.254453	0.039799	-0.199751	0.0427	-0.198824	0.040427	-0.184702
ELEMENTO	13		14		15		16	
	max	min	max	min	max	min	max	min
U1 (cm)	0.140422	-0.110101	0.168645	-0.030196	0.164344	-0.018457	0.150238	-0.016412
U2 (cm)	0.30358	-0.154348	0.079841	-0.08889	0.086817	-0.092836	0.090776	-0.092836
U3 (cm)	0.026176	-0.10615	-0.004861	-0.100498	-0.002078	-0.092948	-0.002126	-0.087948

La deformación está considerada en el mitad de la luz de las vigas en el eje local 2, como se observa la máxima existente es en la viga número 4 con 4.528cm. Debido a que el eje local 2 es paralelo a la dirección de la gravedad comparamos lo expresado en el código, que para este caso la deformación máxima permisible no deberá exceder de 5.00cm

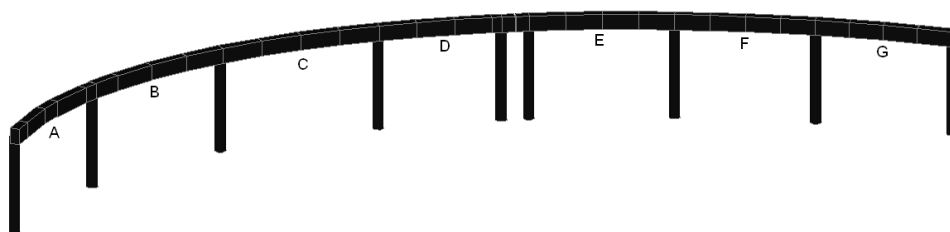


Figura 3.11 Vigas perimetrales internas.

TABLA 3.9 Deformación en vigas internas.

ELEMENTO	a		b		c		d	
	max	min	max	min	max	min	max	min
U1 (cm)	0.116489	-0.119542	0.104734	-0.118399	0.084732	-0.092681	0.059134	-0.053548
U2 (cm)	0.060841	-0.064944	0.08055	-0.059346	0.12193	-0.062957	0.156464	-0.078325
U3 (cm)	-0.006504	-0.046897	-0.008997	-0.057998	-0.01313	-0.067376	-0.00549	-0.033678
ELEMENTO	e		f		g			
	max	min	max	min	max	min		
U1 (cm)	0.09497	-0.018821	0.072787	-0.017375	0.06443	-0.016885		
U2 (cm)	0.041135	-0.057742	0.04636	-0.057215	0.050223	-0.053449		
U3 (cm)	-0.014877	-0.054006	-0.011048	-0.040089	-0.011369	-0.039787		

En el caso de las vigas internas las deflexiones no llega al centímetro esto se debe a la poca sollicitación de cargas a las que están expuestas, siendo la máxima permisible en la viga de menor longitud 2.01 cm.

3.3.4 Reacciones

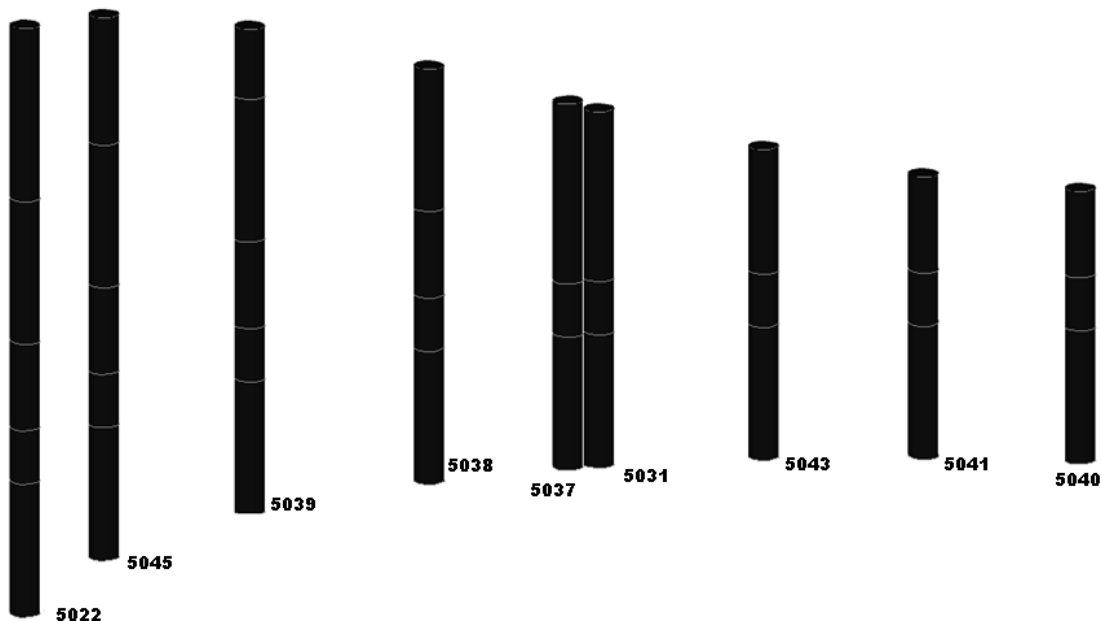


Figura 3.12 Apoyos de columnas exteriores.

TABLA 3.10 Reacciones en apoyos columnas exteriores.

APOYO	COMBO	F1	F2	F3
		Tonf	Tonf	Tonf
5022	DEAD	0.0004561	-2.7156	68.3998
	LIVE	0.0022	-2.9333	10.0104
	HORMIGÓN	13.0032	8.9202	121.9519
		-13.0023	-17.7332	23.4447
5031	DEAD	0.2912	0.0401	37.1146
	LIVE	1.7889	0.3832	12.1066
	HORMIGÓN	7.2009	1.7307	72.5417
		-4.4443	-1.1879	20.6879

APOYO	COMBO	F1	F2	F3
		Tonf	Tonf	Tonf
5037	DEAD	1.9383	-0.0941	38.2994
	LIVE	3.9135	0.8553	14.3499
	HORMIGÓN	16.4603	11.6542	83.4421
		-7.8793	-10.96	9.0398
5038	DEAD	0.839	-1.4857	55.1568
	LIVE	2.6831	-0.3928	15.7211
	HORMIGÓN	14.4381	9.1146	103.9453
		-9.5836	-12.3078	30.4186
5039	DEAD	-0.0419	-2.5737	64.6789
	LIVE	0.6477	-1.8883	16.3395
	HORMIGÓN	12.3678	5.7798	118.3277
		-11.855	-13.0476	34.485
5040	DEAD	-0.9585	-0.0026	41.558
	LIVE	0.5165	-0.0012	19.2382
	HORMIGÓN	1.02	2.0697	90.8863
		-2.2579	-2.0743	25.2763
5041	DEAD	-0.8863	0.0058	43.4363
	LIVE	0.6917	0.0299	21.1571
	HORMIGÓN	1.8488	1.5545	96.778
		-2.7331	-1.5352	27.0368
5043	DEAD	-0.7059	0.0686	45.5267
	LIVE	1.0404	0.2221	21.0084
	HORMIGÓN	3.991	1.0084	99.4517
		-4.109	-0.6047	27.4028
5045	DEAD	-0.0714	-2.8259	67.7339
	LIVE	0.2234	-2.7751	11.1463
	HORMIGÓN	13.2695	7.8094	119.7791
		-13.3847	-16.6556	25.8256

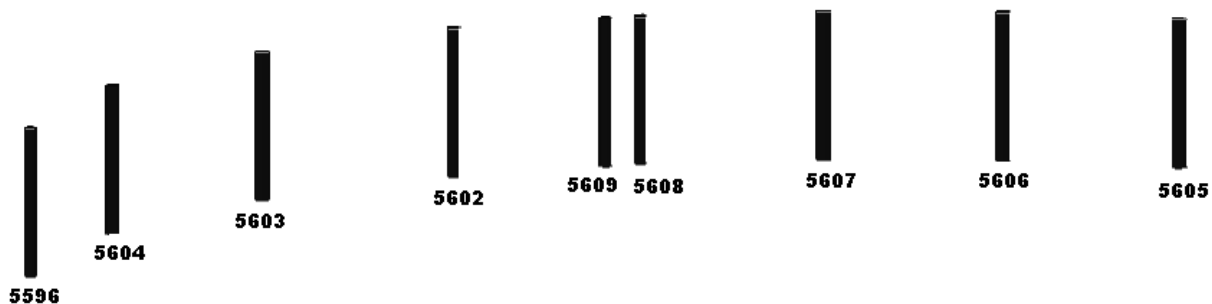


Figura 3.13 Apoyos de columnas interiores.

TABLA 3.11 Reacciones en apoyos columnas interiores.

APOYO	COMBO	F1	F2	F3
		Tonf	Tonf	Tonf
5596	DEAD	0.0014	0.5856	25.9313
	LIVE	0.001	0.4452	12.9434
	HORMIGÓN	3.9461	2.0229	58.3076
		-3.9436	-0.3301	13.9835
5602	DEAD	0.526	-0.2292	26.9202
	LIVE	0.2475	-0.1381	13.641
	HORMIGÓN	2.692	2.2993	60.878
		-1.3871	-2.8732	23.7699
5603	DEAD	0.704	0.1331	28.6736
	LIVE	0.3988	0.1081	14.9851
	HORMIGÓN	4.0662	1.8555	65.6177
		-2.2414	-1.4896	22.8461
5604	DEAD	0.4521	0.5389	26.7567
	LIVE	0.2696	0.3942	13.6477
	HORMIGÓN	4.3752	1.9413	60.6605
		-3.2209	-0.4052	17.2244
5605	DEAD	0.1834	-0.0024	23.8361
	LIVE	0.0224	-0.0013	11.7878
	HORMIGÓN	0.4254	1.6712	53.4097
		-0.0432	-1.6754	20.932

APOYO	COMBO	F1	F2	F3
		Tonf	Tonf	Tonf
5606	DEAD	0.0941	0.1819	24.7919
	LIVE	-0.0298	0.1258	12.3108
	HORMIGÓN	0.3708	1.9808	55.6371
		-0.2197	-1.4983	21.5601
5607	DEAD	0.0558	0.4692	26.402
	LIVE	-0.0815	0.3113	13.2821
	HORMIGÓN	0.766	2.4804	59.5423
		-0.7471	-1.2003	22.942
5608	DEAD	0.0469	-0.1053	15.7156
	LIVE	-0.1466	-0.0683	5.98
	HORMIGÓN	1.3611	1.152	32.1679
		-1.4306	-1.42	12.3986
5609	DEAD	0.094	-0.3579	13.7402
	LIVE	-0.0522	-0.2455	4.7927
	HORMIGÓN	0.6066	2.5969	27.3839
		-0.4797	-3.5506	6.553

3.4. CHEQUEOS

3.4.1 Modos de vibración

A continuación se revisan los primeros 6 modos de vibración, basados en el CEC 2001, Primera edición, Editorial Bulding code General Design Specification ítem 6.11.5.2.

NÚMEROS DE MODOS: el requerimiento que se utilicen en el análisis todos los modos de vibración que contribuyan significativamente a la respuesta total de la estructura, puede satisfacerse al utilizar todos los modos que involucren la participación de una masa modal acumulada de al menos el 90% de la masa total de la estructura, en cada una de las direcciones horizontales principales consideradas.⁴

TABLA 3.12 Modos de vibración Sap2000.

Caso/combo	Periodo	RX	RY	RZ
	Seg.			
MODAL	0.414519	4.415E-10	0.052619	9.602E-08
MODAL	0.311731	0.138615	9.312E-11	1.867E-10
MODAL	0.299013	3.92E-11	7.101E-09	0.429996
MODAL	0.280298	7.577E-07	1.741E-11	1.209E-09
MODAL	0.218995	0.002227	1.115E-08	4.561E-10
MODAL	0.214326	1.154E-10	0.121329	0.000002514
MODAL	0.210363	8.085E-14	0.000006929	0.101886
MODAL	0.184357	4.851E-08	1.459E-09	3.086E-09
MODAL	0.181195	1.903E-13	0.006604	9.831E-09
MODAL	0.168098	0.002389	2.556E-08	1.25E-10
MODAL	0.159767	7.54E-11	9.816E-07	0.00473
MODAL	0.15643	6.848E-10	0.000063	0.00012
		RX	RY	RZ
Suma (R)		0.1432318	0.180622956	0.536734625
1		3.082E-07	29.13195597	1.78897E-05
2		96.776688	5.15549E-08	3.47844E-08
3		2.737E-08	3.93139E-06	80.11333349
4		0.000529	9.63886E-09	2.25251E-07
5		1.5548222	6.17308E-06	8.49768E-08
6		8.057E-08	67.17252486	0.000468388

⁴ CEC 2001, Primera edición, Editorial Bulding code General Design Specification ítem 6.11.5.2.

El primer modo de vibración está analizado en sentido **Y**, debido a que este llega al 29.13% se le adiciona el 6to modo para de esta manera cumplir llegando al 96.3%.

El segundo modo esta analizado en sentido **X** llegando al 96.77%, ambos modos están considerados en traslación, cumpliendo los requerimientos del CEC 2001.

3.4.2 Derivas de piso

El análisis de la deriva máxima de piso se la ha realizado en base al espectro propuesto por el CEC ítem 6.8.2.2, se realizará un chequeo tanto en sentido **X** como en sentido **Y**.

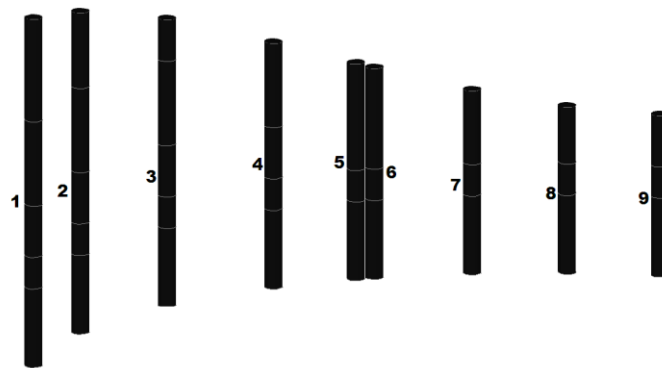


Figura 3.14 Numeración de columnas para análisis de derivas.

Generalidades: Para la revisión de las derivas de piso se utilizara el valor de la respuesta máxima inelástica en desplazamiento Δ_M de la estructura, causada por el sismo de diseño. Las derivas obtenidas como consecuencia de la aplicación de las fuerzas laterales de diseño estáticas (Δ_E), para cada dirección de aplicación de las fuerzas laterales, se calcularan, para cada piso realizando un análisis elástico de la estructura. Pueden también calcularse mediante un análisis dinámico, como se especifica en la sección correspondiente de este código. El cálculo de las derivas de piso debe incluir las deflexiones debidas a efectos transversales y torsionales, y los efectos P- Δ . Adicionalmente en el caso de pórticos con estructuras metálicas, debe

considerarse la contribución de las deformaciones de las zonas de conexiones a la deriva total de piso.⁵

Δ_M no puede superar lo valores establecidos en la tabla 8 del CEC 2001, Primera edición, Editorial Building code General Design Specification.

TABLA 8. Valores de Δ_M máximos, expresados como fracción de la altura de piso⁶

Estructuras de	Δ_M máximos	Δ_M máximos (%)
Hormigón, estructuras metálicas y de madera	0.020	2.00%
De mampostería	0.010	1.00%

TABLA 3.13 Derivas de piso sismo X

COLUMNA	JUNTA	U1	U2	U3	L	DERIVA	CHEQUEO
		m	m	m	m	%	
1	1138	0.012618	-2.281E-08	9.184E-08			
					5.86	0.62098976	O.K.
	1231	0.008979	3.533E-08	5.2E-08			
					4.82	0.9840249	O.K.
	1229	0.004236	7.509E-08	5.419E-10			
					2.93	0.82491468	O.K.
	1228	0.001819	6.728E-08	6.752E-10			
					1.8	0.50222222	O.K.
	1239	0.000915	4.424E-08	4.823E-10			
				4.5	0.20333333	O.K.	
	1238	0	0	0			

⁵ CEC 2001, Primera edición, Editorial Building code General Design Specification ítem 6.8

⁶ CEC 2001, Primera edición, Editorial Building code General Design Specification ítem 6.8.2.2 PAG. 32

COLUMNA	JUNTA	U1	U2	U3	L	DERIVA	CHEQUEO
		m	m	m	m	%	
2	926	0.012585	0.000435	-6.235E-06			
					4.32	0.83148148	O.K.
	1281	0.008993	-0.000168	-9.059E-06			
					4.82	1.0126556	O.K.
	1280	0.004112	-0.000431	-0.00001			
					2.93	0.81399317	O.K.
	1279	0.001727	-0.000388	-0.000011			
					1.8	0.48277778	O.K.
	1283	0.000858	-0.000266	-7.745E-06			
				4.5	0.19066667	O.K.	
1282	0	0	0				
3	911	0.011863	0.000644	-0.000014			
					2.38	1.09705882	O.K.
	1264	0.009252	0.000124	-0.000015			
					4.82	1.11078838	O.K.
	1263	0.003898	-0.000658	-0.000017			
					2.93	0.821843	O.K.
	1262	0.00149	-0.000722	-0.000018			
					1.8	0.44444444	O.K.
	1270	0.00069	-0.00052	-0.000013			
				4.5	0.15333333	O.K.	
1269	0	0	0				
4	903	0.009633	0.000463	-0.000038			
					4.82	1.24564315	O.K.
	1261	0.003629	-0.000823	-0.000034			
					2.93	0.8440273	O.K.
	1260	0.001156	-0.000991	-0.00003			
					1.8	0.39	O.K.
	1268	0.000454	-0.000743	-0.000021			
				4.5	0	O.K.	
1268	0.000454	-0.000743	-0.000021				

COLUMNA	JUNTA	U1	U2	U3	L	DERIVA	CHEQUEO
		m	m	m	m	%	
5	917	0.007651	-0.000824	-0.000024			
					5.55	1.12594595	O.K.
	1258	0.000847	-0.001163	-0.000029			
					2.93	0.21569966	O.K.
	1266	0.000215	-0.000823	-0.000021			
					1.8	0.11944444	O.K.
	1265	0	0	0			
6	894	0.007147	-0.000412	-0.000027			
					5.75	1.10991304	O.K.
	1255	0.000765	-0.000082	-0.000024			
					1.8	0.34611111	O.K.
	1254	0.000142	-0.000028	-0.000017			
					4.5	0.03155556	O.K.
	1253	0	0	0			
7	884	0.004524	-0.00037	-0.000038			
					4.22	0.90734597	O.K.
	1278	0.000695	-0.000078	-0.000034			
					1.8	0.31222222	O.K.
	1277	0.000133	-0.000036	-0.000024			
					4.5	0.02955556	O.K.
	1276	0	0	0			
8	873	0.002843	-0.000233	-0.000039			
					3.26	0.67699387	O.K.
	1275	0.000636	-0.000048	-0.000035			
					1.8	0.26611111	O.K.
	1274	0.000157	-0.000012	-0.000025			
					4.5	0.03488889	O.K.
	1273	0	0	0			
9	862	0.002374	1.207E-06	-0.000037			
					2.93	0.60136519	O.K.
	1256	0.000612	4.243E-07	-0.000033			
					1.8	0.24777778	O.K.
	1272	0.000166	1.656E-07	-0.000024			
					4.5	0.03688889	O.K.
	1271	0	0	0			

Como se puede observar las derivas en el caso **X** cumplen satisfactoriamente, en todos los análisis. Siendo la máxima la que se presenta en el primer tramo de la columna 4, con 1.245%.

TABLA 3.14 Derivas de piso sismo Y

COLUMNA	JUNTA	U1	U2	U3	L	DERIVA	CHEQUEO
		m	m	m	m	%	
1	1138	-3.032E-08	0.012196	-0.000058			
					5.86	0.78959044	O.K.
	1231	1.622E-08	0.007569	-0.000054			
					4.82	0.97634855	O.K.
	1229	2.868E-08	0.002863	-0.000048			
					2.93	0.71774744	O.K.
	1228	1.22E-08	0.00076	-0.000044			
					1.8	0.29777778	O.K.
	1239	-3.697E-09	0.000224	-0.000031			
				4.5	0.04977778	O.K.	
	1238	0	0	0			
2	926	0.000271	0.011879	-0.000055			
					4.32	0.91921296	O.K.
	1281	0.000075	0.007908	-0.000051			
					4.82	1.02489627	O.K.
	1280	-0.000083	0.002968	-0.000045			
					2.93	0.73412969	O.K.
	1279	-0.0001	0.000817	-0.000041			
					1.8	0.31111111	O.K.
	1283	-0.000067	0.000257	-0.000029			
				4.5	0.05711111	O.K.	
	1282	0	0	0			

COLUMNA	JUNTA	U1	U2	U3	L	DERIVA	CHEQUEO
		m	m	m	m	%	
3	911	0.000752	0.010856	-0.000046			
					2.38	1.03193277	O.K.
	1264	0.000377	0.0084	-0.000044			
					4.82	1.0879668	O.K.
	1263	-0.000054	0.003156	-0.000039			
					2.93	0.76075085	O.K.
	1262	-0.000145	0.000927	-0.000034			
					1.8	0.33722222	O.K.
	1270	-0.000109	0.00032	-0.000025			
				4.5	0.07111111	O.K.	
	1269	0	0	0			
4	903	0.000904	0.008921	-0.00000312			
					4.82	1.15497925	O.K.
	1261	0.000127	0.003354	-6.865E-06			
					2.93	0.77713311	O.K.
	1260	-0.000089	0.001077	-0.000012			
					1.8	0.35722222	O.K.
	1268	-0.000101	0.000434	-8.609E-06			
				4.5	0	O.K.	
	1268	-0.000101	0.000434	-8.609E-06			
5	917	0.000464	0.007796	-0.000011			
					5.55	1.18648649	O.K.
	1258	0.000065	0.001211	-7.882E-06			
					2.93	0.25290102	O.K.
	1266	0.000022	0.00047	-0.00000563			
				1.8	0.26111111	O.K.	
	1265	0	0	0			
6	894	0.000213	0.007769	-0.000028			
					5.75	1.06069565	O.K.
	1255	-0.00094	0.00167	-0.000025			
					1.8	0.49	O.K.
	1254	-0.000721	0.000788	-0.000018			
					4.5	0.17511111	O.K.
	1253	0	0	0			

COLUMNA	JUNTA	U1	U2	U3	L	DERIVA	CHEQUEO
		m	m	m	m	%	
7	884	-0.000046	0.00639	-0.00002			
					4.22	1.08388626	O.K.
	1278	-0.000505	0.001816	-0.000016			
					1.8	0.51611111	O.K.
	1277	-0.000416	0.000887	-0.000012			
					4.5	0.19711111	O.K.
8	1276	0	0	0			
	873	-0.000093	0.00557	-9.197E-06			
					3.26	1.13435583	O.K.
	1275	-0.000212	0.001872	-8.225E-06			
					1.8	0.56055556	O.K.
	1274	-0.000174	0.000863	-5.875E-06			
9					4.5	0.19177778	O.K.
	1273	0	0	0			
	862	-9.617E-07	0.004696	-1.322E-09			
					2.93	0.96177474	O.K.
	1256	-5.103E-07	0.001878	-3.066E-09			
					1.8	0.52222222	O.K.
1272	-2.846E-07	0.000938	-2.19E-09				
				4.5	0.20844444	O.K.	
1271	0	0	0				

De igual manera en sentido Y cumple todas las derivas, siendo para este caso el primer tramo de la columna número 5 la más desfavorable, con 1.186%.

3.4.3 Chequeo de Nudos

Los chequeos se los realizó en los nudos que se encuentran sometidos a una mayor sollicitación de esfuerzos, de igual manera se realizó análisis para cada caso existiendo para este 4, uno por cada viga concurrente.

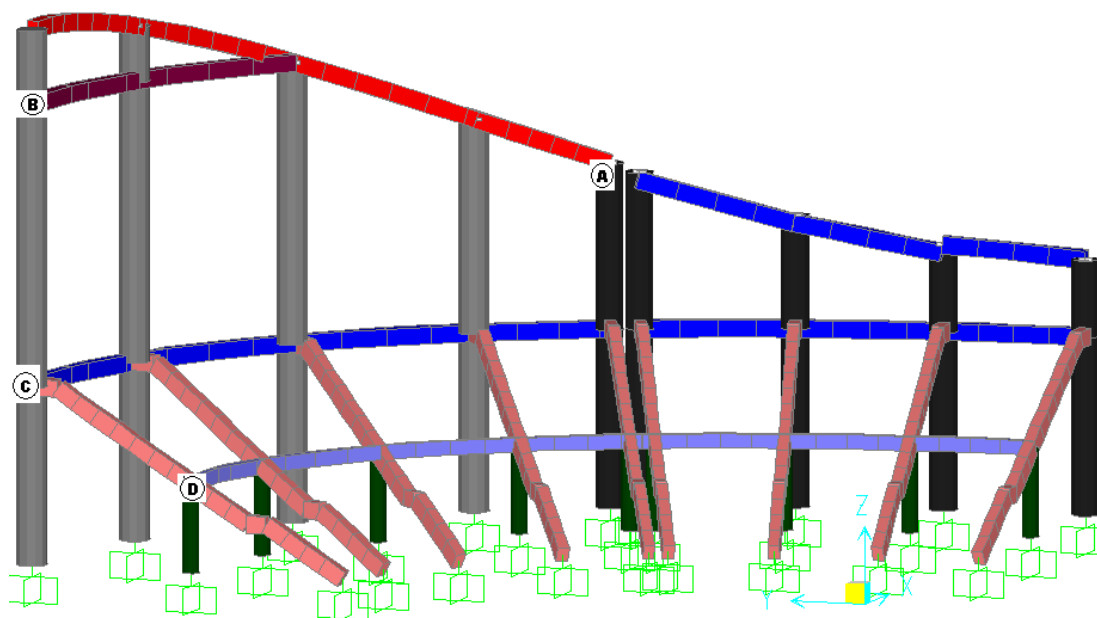


Figura 3.15 Ubicación de nudos para análisis.

a) Una viga concurrente

$$\begin{aligned}
 F'_c &= 280 \text{ kg/cm}^2 \\
 F_y &= 4200 \text{ kg/cm}^2 \\
 g &= 1 \text{ viga concurrente}
 \end{aligned}$$

DATOS COLUMNA

$$\begin{aligned}
 b - h &= 88.62 \text{ cm} \\
 l_c &= 5.9 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Datos Viga

$$\begin{aligned} b_b &= 40 \text{ cm} \\ d &= 56 \text{ cm} \\ A's &= 7.7 \text{ cm}^2 \\ A_s &= 7.7 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Cálculo de tensiones

$$T1 = A's * 1.25 * Fy$$

$$T1 = 40425 \text{ Kg}$$

$$T2 = A_s * 1.25 * Fy$$

$$T2 = 40425 \text{ Kg}$$

Cálculo de Momentos

$$M1 = T1 * 0.9 * d$$

$$M1 = 2037420 \text{ Kgcm}$$

$$M2 = T2 * 0.9 * d$$

$$M1 = 2037420 \text{ Kgcm}$$

Cortante último

$$Vu = T1 + T2 - \frac{M1 + M2}{Lc}$$

$$Vu = 73943.49 \text{ kg}$$

Cortante nominal

$$Vn = \gamma \sqrt{f'c} * b_j * h$$

$$b_j$$

$$b_j = \frac{b_b + b_b}{2} \leq b_b + h$$

$$\frac{b_b + b_b}{2} = 64.31135 \text{ cm}$$

$$b_b + h = 128.6227 \text{ cm}$$

$$b_j = 64.31135 \text{ cm}$$

$$Vn = 95369.95$$

$$fVn = 81064.46$$

Consideracion

$$Vu \leq \Phi Vn$$

ok

b) Dos vigas concurrentes

$$\begin{aligned}
 f'c &= 280 \text{ kg/cm}^2 \\
 Fy &= 4200 \text{ kg/cm}^2 \\
 g &= 1.0 \text{ 2 vigas concurrentes} \\
 f &= 0.85
 \end{aligned}$$

Datos Columna

$$\begin{aligned}
 r &= 97.48 \text{ cm} \\
 lc &= 6.3 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Datos Viga

$$\begin{aligned}
 bb &= 40 \text{ cm} \\
 d &= 56 \text{ cm} \\
 A's &= 9.24 \text{ cm}^2 \\
 As &= 7.7 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Cálculo de tensiones

$$T1 = A's * 1.25 * Fy$$

$$T1 = 48510 \text{ Kg}$$

$$T2 = As * 1.25 * Fy$$

$$T2 = 40425 \text{ Kg}$$

Cálculo de Momentos

$$M1 = T1 * 0.9 * d$$

$$M1 = 2444904 \text{ Kgcm}$$

$$M2 = T2 * 0.9 * d$$

$$M1 = 2037420 \text{ Kgcm}$$

Cortante último

$$Vu = T1 + T2 - \frac{M1 + M2}{Lc}$$

$$Vu = 81820.2 \text{ kg}$$

Cortante nominal

$$Vn = \gamma \sqrt{f'c} * bj * h$$

bj

$$bj = \frac{bb + bb}{2} \leq bb + h$$

$$\frac{b_s + b_s}{2} = 68.74248 \text{ cm}$$

$$b_s + h = 137.485 \text{ cm}$$

$$b_j = 68.74248 \text{ cm}$$

$$V_n = 112135.2$$

$$fV_n = 95314.89$$

Consideración

$$V_u \leq \Phi V_n \quad \text{ok}$$

c) Tres vigas concurrentes

$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$g = 1.25 \text{ 3 vigas concurrentes}$$

$$f = 0.85$$

Datos Columna

$$r = 97.48 \text{ cm}$$

$$l_c = 8.115 \text{ m}$$

Datos Viga

$$b_b = 40 \text{ cm}$$

$$d = 56 \text{ cm}$$

$$A'_s = 9.24 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 7.7 \text{ cm}^2$$

Cálculo de tensiones

$$T_1 = A'_s * 1.25 * F_y$$

$$T_1 = 48510 \text{ Kg}$$

$$T_2 = A_s * 1.25 * F_y$$

$$T_2 = 40425 \text{ Kg}$$

Cálculo de Momentos

$$M_1 = T_1 * 0.9 * d$$

$$M_1 = 2444904 \text{ Kgcm}$$

$$M_2 = T_2 * 0.9 * d$$

$$M_1 = 2037420 \text{ Kgcm}$$

Cortante último

$$V_u = T_1 + T_2 - \frac{M_1 + M_2}{L_c}$$

$$V_u = 83411.5 \text{ kg}$$

Cortante nominal

$$V_n = \gamma \sqrt{f'c} * b_j * h$$

b_j

$$b_j = \frac{b_b + b_b}{2} \leq b_b + h$$

$$\frac{b_b + b_b}{2} = 68.74248 \text{ cm}$$

$$b_b + h = 137.485 \text{ cm}$$

$$b_j = 68.74248 \text{ cm}$$

$$V_n = 140169$$

$$fV_n = 119143.6$$

Consideración

$$V_u \leq \Phi V_n$$

ok

d) Cuatro vigas concurrentes

$$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$g = 1.7 \text{ 4 vigas concurrentes}$$

$$f = 0.85$$

Datos Columna

$$r = 53.17 \text{ cm}$$

$$l_c = 3.15 \text{ m}$$

Datos Viga

$$b_b = 40 \text{ cm}$$

$$d = 56 \text{ cm}$$

$$A's = 4.62 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 4.62 \text{ cm}^2$$

Cálculo de tensiones

$$T1 = A's * 1.25 * Fy$$

$$T1 = 24255 \text{ Kg}$$

$$T2 = As * 1.25 * Fy$$

$$T2 = 24255 \text{ Kg}$$

Cálculo de Momentos

$$M1 = T1 * 0.9 * a$$

$$M1 = 1222452 \text{ Kgcm}$$

$$M2 = T2 * 0.9 * d$$

$$M1 = 1222452 \text{ Kgcm}$$

Cortante último

$$Vu = T1 + T2 - \frac{M1 + M2}{Lc}$$

$$Vu = 40748.4 \text{ kg}$$

Cortante nominal

$$Vn = \gamma \sqrt{f'c} * bj * h$$

bj

$$bj = \frac{b_b + b_b}{2} \leq b_b + h$$

$$\frac{b_b + b_b}{2} = 46.58681 \text{ cm}$$

$$b_b + h = 93.17362 \text{ cm}$$

$$bj = 46.58681 \text{ cm}$$

$$Vn = 70467.21$$

$$fVn = 59897.13$$

Consideración

$$Vu \leq \Phi Vn$$

ok

3.5. COMPROBACIÓN RESULTADOS DE DISEÑO EN ELEMENTOS

3.5.1 Columna exterior

Se realizara el chequeo de la columna **C1**, ubicada en el eje **1** y el eje **A**, para verificar que los datos obtenidos del programa **SAP-2000** concuerdan con chequeos manuales. Este chequeo nos servirá de base para el resto de elementos verticales, es decir cada uno de los tipos de columnas empleadas para el presente diseño.

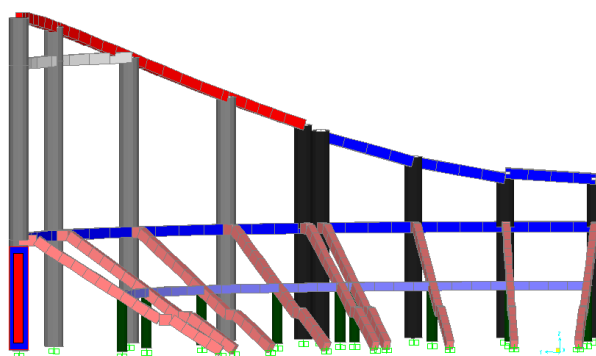


Figura 3.16 Ubicación del elemento para análisis.

ACI 318-05/IBC2003 COLUMN SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: Tonf, m, C (Summary)						
L=6.300						
Element	: 10742	D=1.100	dc=0.067			
Station Loc	: 0.000	E=2531050.65	fc=2812.279	Lt.Wt. Fac.=1.000		
Section ID	: H COLEXT1	Fy=42184.178	Fys=42184.178			
Combo ID	: C 0.75 (1.4 D + 1.7RLLF=1.000					
Phi(Compression-Spiral):	0.700	Overstrength Factor:	1.25			
Phi(Compression-Tied):	0.650					
Phi(Tension Controlled):	0.900					
Phi(Shear):	0.750					
Phi(Seismic Shear):	0.600					
Phi(Joint Shear):	0.850					
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN FOR PU, M2, M3						
	Rebar	Design	Design	Design	Minimum	Minimum
	Area	Pu	M2	M3	M2	M3
	0.010	121.952	-0.592	-5.883	5.883	5.883
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT FACTORS						
	Cn	Delta_ns	Delta_s	K	L	
	Factor	Factor	Factor	Factor	Length	
	0.400	1.000	1.000	1.000	6.300	
	0.592	1.000	1.000	1.000	6.300	
SHEAR DESIGN FOR U2,U3						
	Design	Shear	Shear	Shear	Shear	
	Rebar	Uu	phi*Uc	phi*Us	Up	
	0.003	78.286	0.000	78.286	78.286	
	0.003	78.286	0.000	78.286	78.286	

Figura 3.17 Hoja de resultados SAP2000 para el elemento de análisis.

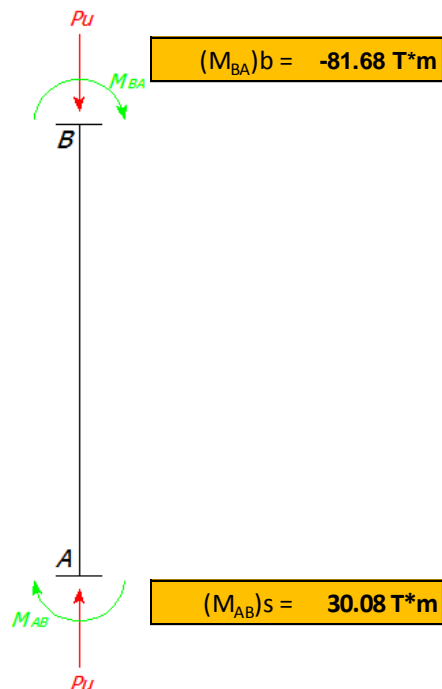
DATOS QUE CORRESPONDAN A LA COLUMNA A ANALIZAR:

Pu (Ton) =	121.95 T
Radio (cm) =	55

$f'_c =$	210 Kg/cm ²
$f_y =$	4200 Kg/cm ²
$\beta d =$	0.76

$$\beta d = \frac{M_{DU}}{M_{TU}} = \frac{25.79}{34.1}$$

$$\beta d = 0.76$$



DATOS VIGA

base (cm)	40
altura (cm)	60

VERIFICACION DE ESBELTEZ

INERCIAS

EI en Columnas:

$$EI_c = \frac{0.70 * E_c * I_c}{1 + \beta d}$$

$$E_c = 15000 \sqrt{f'_c}$$

$$I_c = \frac{\Pi \cdot R_c^4}{4}$$

$$E_c = 217370.65 \text{ Kg/cm}^2$$

$$I_c = 28747536.28 \text{ cm}^4$$

$$EI_c = 2485346293361.1 \text{ Kg/cm}^2$$

EI en Vigas:

$$EI_v = \frac{0.35 * E_c * I_v}{1 + \beta d}$$

$$E_c = 15000 \sqrt{f'c}$$

$$I_v = \frac{b_c * h_c^3}{12}$$

$$E_c = 217370.65 \text{ Kg/cm}^2$$

$$I_v = 720000 \text{ cm}^4$$

$$EI_v = 31123525057.16 \text{ Kg/cm}^2$$

RIGIDECES

PISO INFERIOR

k para VIGAS concurrentes:

$$k_{vigI} = \frac{EI_v}{L_{vi}}$$

$$k_{vigI} = \frac{31123525057.16}{490} = 63517398.08$$

$$k_{vigD} = \frac{EI_v}{L_{vd}}$$

$$k_{vigD} = \frac{31123525057.16}{490} = 63517398.08$$

k para COLUMNAS concurrentes:

$$k_{colI} = \frac{EI_c}{L_{ci}}$$

$$k_{colI} = \frac{2485346293361.08}{257} = 9670608145.37$$

Ψ para columnas de borde

Ψ_A NUDO

$$\psi_A = \frac{\sum k_{col}}{\sum k_{vig}}$$

$$\psi_A = \frac{9670608145.37}{127034796.15}$$

$$\Psi_A = 0.00$$

PISO INFERIOR

Ψ_B NUDO

$$\psi_b = \frac{\sum k_{col}}{\sum k_{vig}}$$

$$\psi_B = \frac{9670608145.37}{127034796.15}$$

$$\Psi_B = 76.13$$

LONGITUDES EFECTIVAS DE PANDEO

ELEMENTOS ARRIOSTRADOS

$$\frac{K.Lu}{r} < 34 - 12 * \frac{M_{1B}}{M_{2B}}$$

PARA
ELEMENTOS
ARRIOSTRADOS

$$\frac{K.Lu}{r} < 22$$

PARA ELEMENTOS
NO ARRIOSTRADOS

$K = \text{menor valor}$

$$0,7 + 0,05 (\psi_A + \psi_B)$$

$$0,85 + 0,05 \psi_{\min}$$

$$\psi_M = 2 \text{ (?) } \begin{cases} \text{SÍ} \Rightarrow K = 0,90 \cdot \sqrt{1 + \psi_M} \\ \text{NO} \Rightarrow K = \frac{20 - \psi_M}{20} \cdot \sqrt{1 + \psi_M} \end{cases}$$

	$\psi_A = 0,00$	$\psi_B = 76,13$	$\psi_M = 38,06$	K (ELEMENTOS ARRIOSTRADOS)	K (ELEMENTOS NO ARRIOSTRADOS)
COLUMNAS BORDE				K = 0.85	K = 5.63

Radio de Giro:

$r = 55 \text{ cm}$

CURVATURA DOBLE

$$\Rightarrow \frac{M_{1b}}{M_{2b}} \text{ es NEGATIVO (-)}$$

K =	0.85
Lu =	227 cm
r =	55 cm
(K*Lu)/r =	3.51

Chequeo		
3.51	<	34



NO EXISTE ESBELTEZ
SE PROCEDE A CALCULAR CON LOS MOMENTOS ORIGINALES

As A PARTIR DE LOS MOMENTOS ORIGINALES

Mu =	-81.68 T*m
Pu =	121.95 T
f'c	210 Kg/cm ²
Fy	4200 Kg/cm ²
Recubrimiento	6.00 cm

Dimensiones de la columna:

r = 55 cm

g = 0.89

Ing. Fausto Melendez

$$x = \frac{-8168000.00}{1045364.955} = -7.814$$

$$y = \frac{121950.00}{9503.31777} = 12.83$$

As longitudinal

f _c =	210	kg/cm ²
f _y =	4200	kg/cm ²
b =	30	cm
recub. =	6	cm

g = 0.70

Tablas del Ing. Marcelo Romo

g	fy [kg/cm2]	f'c [kg/cm2]
0,7	4200	210

f'c	g
210	0,6
	0,7
	0,8
	0,9
280	0,6

$$x = \frac{Mu}{f'c * Ag * h} = -0,2293$$

$$p = 0,01$$

$$y = \frac{Pu}{f'c * Ag} = 0,204$$

$$As = A * \rho$$

$$As = 95,03 \text{ cm}^2$$

As longitudinal 25 Ø 22

Tablas Ing. Melendez

g	fy [kg/cm2]	f'c [kg/cm2]
0,70	4200	210

$$x = \frac{Mu}{Ag * h} [kg/cm^2] = -7,81$$

$$p = 0,01$$

$$y = \frac{Pu}{Ag} [kg/cm^2] = 12,73$$

$$As = A * \rho$$

$$As = 95,03 \text{ cm}^2$$

As longitudinal 25 Ø 22

$f_c =$	280	kg/cm ²
$f_y =$	4200	kg/cm ²
$r =$	55	cm
recub. =	6	cm
$A_c =$	9503,32	cm ²
$A_g =$	7542,96	cm ²
$f =$	0,85	
d_s	99	cm

Diseño del zuncho

$$\rho_{z.\min} = 0.45 \frac{f'c}{F_y} \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right)$$

$$\rho_{z\min} = 0,00779675$$

$$\rho_{.z} = 0.12 \frac{f'c}{F_y}$$

$$\rho_z = 0,008$$

$$\rho_{z.\min} < \rho_z \rightarrow \rho_{z.\min}$$

$$A_e = \frac{\rho_{.z} * d * d_s}{4}$$

$$s = 5 \text{ cm}$$

$$0,96 \text{ cm}^2$$

1 Ø 12 @ 5 cm

NUMERO	2
TIPO	C1
UBICACION	A1, A15
<ul style="list-style-type: none"> • 24ϕ22Mc200 + • 24ϕ22Mc201 1Zϕ12Mc290 ⊙ 5cm <p style="text-align: center;">.035 1.03 .035 1.1</p>	

Figura 3.18 esquema de armado de la columna de análisis “C1”

3.5.2 VIGA

Se realizara el chequeo de un sector de la viga de revolución, la cual se encuentra arriostrando las cabezas de columnas del **sector 1** de la estructura de hormigon, y así comprobar que los datos obtenidos del programa **SAP-2000** son correctos, este análisis nos servida de referente para las vigas restantes utilizadas en el presente diseño.

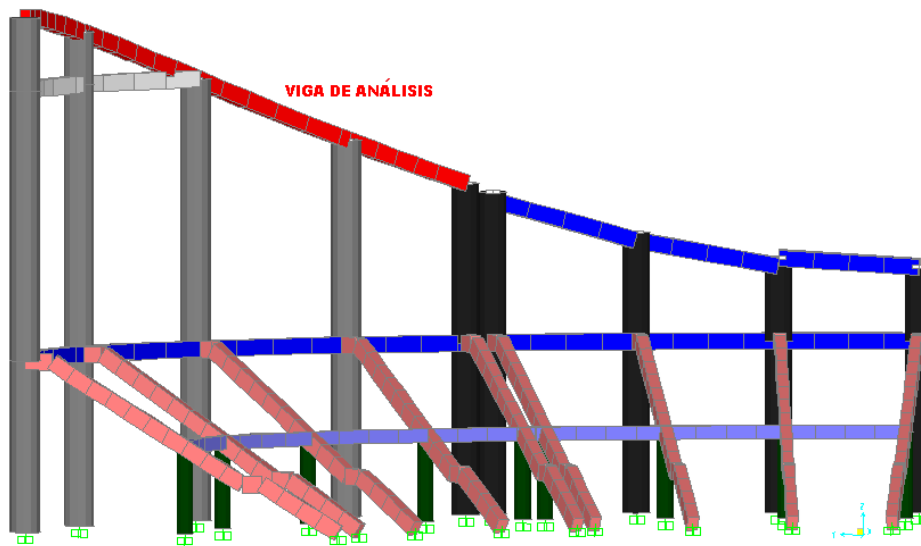


Figura 3.19 Disposición de viga para análisis.

ACI 318-05/IBC2003 BEAM SECTION DESIGN						Type: Sway Special	Units: Tonf, m, C (Summary)
L=1.177	Element : 11693	D=0.600	B=0.400	bf=0.400			
Station Loc : 0.000	ds=0.000	dct=0.060	dcb=0.060				
Section ID : H UREU2	E=2531050.65	fc=2812.279	Lt.Mt. Fac.=1.000				
Combo ID : HORMIGON	Fy=42184.178	fys=42184.178					
Phi(Bending):	0.900						
Phi(Shear):	0.750						
Phi(Seis Shear):	0.600						
Phi(Torsion):	0.750						
Design Moments, M3							
	Positive Moment	Negative Moment	Special +Moment	Special -Moment			
	6.112	-3.441	6.112	-3.441			
Flexural Reinforcement for Moment, M3							
	Required Rebar	+Moment Rebar	-Moment Rebar	Minimum Rebar			
Top (+2 Axis)	2.254E-04	0.000	1.690E-04	2.254E-04			
Bottom (-2 Axis)	4.025E-04	3.018E-04	0.000	4.025E-04			
Shear Reinforcement for Shear, U2							
	Design Rebar	Shear Uu	Shear phi*Uc	Shear phi*Us	Shear Up		
	0.000	3.073	14.407	0.000	0.000		
Reinforcement for Torsion, T							
	Rebar At	Rebar A1	Torsion Tu	Critical Phi*Tr	Area Ao	Perimeter Ph	
	1.072E-04	9.908E-04	0.917	0.180	0.135	1.644	

Figura 3.20 Hoja de resultados SAP2000 para el elemento de análisis.

DISEÑO FLEXIÓN DE VIGAS

Detos:

f'c = 280 kg/cm² INSERTAR
 fy = 4200 kg/cm²
 Es = 2100000 kg/cm²
 b = 40 cm
 h = 60 cm
 r = 6 cm

- 1) 1.4 D + 1.7 L
- 2) 0.75 (1.4 D + 1.7 L + 1.87 SX)
- 3) 0.75 (1.4 D + 1.7 L - 1.87 SX)
- 4) 0.75 (1.4 D + 1.7 L + 1.87 SY)
- 5) 0.75 (1.4 D + 1.7 L - 1.87 SY)
- 6) 0.75 (1.4 D + 1.7 L + 1.87 EX)
- 7) 0.75 (1.4 D + 1.7 L - 1.87 EX)
- 8) 0.75 (1.4 D + 1.7 L + 1.87 EY)
- 9) 0.75 (1.4 D + 1.7 L - 1.87 EY)
- 10) 0.9 + 1.43 SX
- 11) 0.9 - 1.43 SX
- 12) 0.9 + 1.43 SY
- 13) 0.9 - 1.43 SY
- 14) 0.9 + 1.43 EX
- 15) 0.9 - 1.43 EX
- 16) 0.9 + 1.43 EY
- 17) 0.9 - 1.43 EY

Resultados :

d = 54 cm

RESUMEN DE MOMENTOS MAGNIFICADOS

	T-m	T-m	T-m	T-m	T-m	T-m	T-m	T-m	T-m	T-m	T-m	T-m
Mu	30.54		31.47	22.86		20.44	16.31		13.62	13.81		13.33
kg.Cm	3024000		3147000	2286000		2044000	1631000		1362000	1381000		1333000
Mu	23.89	7.73	28.49	11	4	13.32	4.88	5.48	8	3.92	3.25	7.47
kg.cm	2389000	773000	2849000	1100000	400000	1332000	488000	548000	800000	392000	325000	747000
REVERSIBLE	1327000		1573500	1343000		1022000	823500		781000	792000		777500

PRIMER CHEQUEO

$$k = 0.85 f'c . b . d$$

k = 314080 kg

$$As = \frac{k}{fy} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 . Mu}{\phi . k . d}} \right] ; \phi = 0.9$$

$$\rho = \frac{As}{b . d}$$

	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²
As	16.0086728		16.534141	11.764686		10.4607219	8.37489431		7.90780839	8.00736324		7.8711521
AS FINAL	16.0086728		16.534141	16.534141		10.4607219	10.4607219		8.00736324	8.00736324		7.8711521
AS ARMADO	16.534141		16.534141	16.534141		16.534141	16.534141		16.534141	16.534141		16.534141
As	12.3243653	3.84745753	14.8594501	5.51314867	1.97557479	6.81317639	2.3895807	2.7148021	3.98410422	2.93545448	2.59962283	3.71602052
REVERSIBLE	7.72464411		7.96805493	5.73395374		5.11367945	4.11330437		3.88792901	3.93600685		3.87022104
AS MAX	31.212	31.212	31.212	31.212	31.212	31.212	31.212	31.212	31.212	31.212	31.212	31.212
AS MIN	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
AS FINAL	12.3243653	7.2	14.8594501	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
AS ARMADO		14.8594501			7.2			7.2			7.2	

CUANTIA BALANCEADA

$$\rho_b = 0.85 \beta_1 \frac{f'c}{fy} \cdot \frac{6300}{fy + 6300}$$

pb = 0.0289

β ₁	f'c (kg/cm ²)
0.85	210
0.85	280
0.8	350

$$\rho = \frac{As}{b . d}$$

As = 62.424 cm²

CUANTIA MÁXIMA

$$\rho_{\max} = 0.5 \rho_b$$

$$\rho_{\max} = 0.01445$$

$$A_s = 31.212 \text{ cm}^2$$

CUANTIA MÍNIMA

$$\rho_{\min} = \frac{14}{f_y}$$

$$\rho_{\min} = 0.00333333$$

$$A_s = 7.2 \text{ cm}^2$$

CHEQUEO DE CORTANTE POR MOMENTOS PROBABLES

	L (m)		L (m)		L (m)		L (m)	
	5.11		7.3		7.46		7.38	
As real	5 ϕ 14 5 ϕ 14	5 ϕ 14 5 ϕ 16	5 ϕ 14 5 ϕ 16	5 ϕ 14 2 ϕ 14	5 ϕ 14 2 ϕ 14	5 ϕ 14	5 ϕ 14	5 ϕ 14
cm2	15,4	17,75	17,75	10,78	10,78	7,7	7,7	7,7
cm2	12,32	15,4	15,4	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7
As real	5 ϕ 14 3 ϕ 14	5 ϕ 14 5 ϕ 14	5 ϕ 14 5 ϕ 14	5 ϕ 14	5 ϕ 14	5 ϕ 14	5 ϕ 14	5 ϕ 14

NOTA: se emplearán estribos cada 10cm en los extremos de la viga (2h), y en el centro la separación será de 20cm (L-4h)

$$M_{pr} = \alpha \cdot F_y \cdot A_s \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$a = \frac{\alpha \cdot F_y \cdot A_s}{0.85 f'c \cdot b}; \quad \alpha = 1.25$$

$$F_y = 5250 \quad \text{kg/cm}^2$$

a	10.6158088	12.2357537	12.2357537	7.43106618	7.43106618	5.30790441	5.30790441	5.30790441
a	8.49264706	10.6158088	10.6158088	5.30790441	5.30790441	5.30790441	5.30790441	5.30790441
Mpr	4920944.91	5577519.19	5577519.19	3557311.76	3557311.76	2594579.98	2594579.98	2594579.98 kg.cm
Mpr	4022584.74	4920944.91	4920944.91	2594579.98	2594579.98	2594579.98	2594579.98	2594579.98 kg.cm
Vhip 1 =	19260.0584		11194.6564		8246.50366		7031.38205	kg
Vhip 2 =	18786.8962		11614.0502		6955.97849		7031.38205	kg
Vhip final=	19260.0584		11614.0502		8246.50366		7031.38205	

Visos	7520.2848	15347.52	16027.6608	15685.7472	kg
Vu	26780.3432	26961.5702	24274.1645	22717.1293	kg
	12.398307	12.4822084	11.2380391	10.5171895	kg/cm ²

Vc = 8.86859628 kg/cm²
 Vc = 19156.168 kg

#	Φ				
	mm				
2	10	1.57079633 cm ²	1.57079633 cm ²		
2	0	0 cm ²			
Vs	12350.1181	12563.3264	9401.67258	7569.86645	kg
Vs	5.71764727	5.81635482	4.35262619	3.5045678	kg/cm ²
s	28.846413	28.3568694	37.8928966	47.0624692	cm
s final	11.2	11.2	11.2	11.2	cm

ESPACIAMIENTO MINIMO

Espaciamento minimo a lo largo de toda la viga d/2 = 27 cm

Hasta una distancia de 2 h desde el apoyo el espaciamento es =

2 h = 120 cm

s <= d/2 27 cm

11.2

s <= 60 cm

s <= d/4 13.5 cm

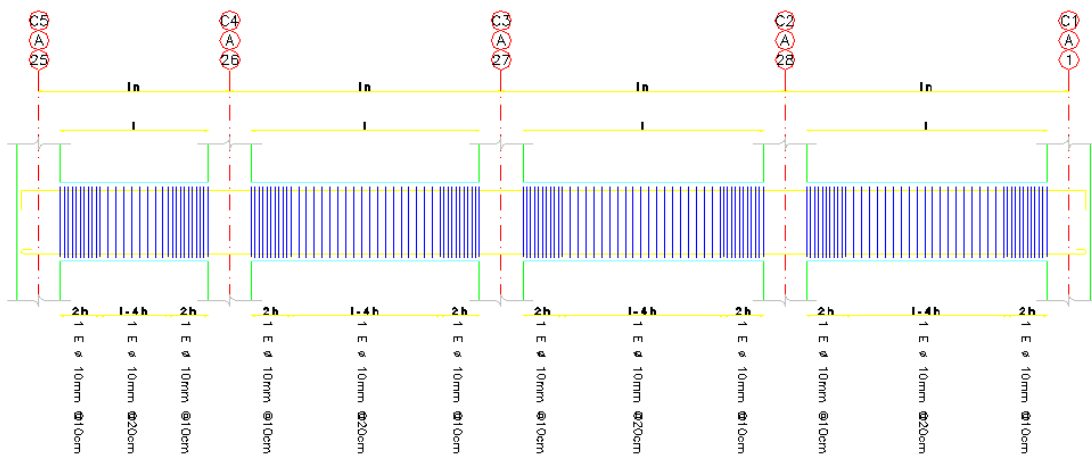
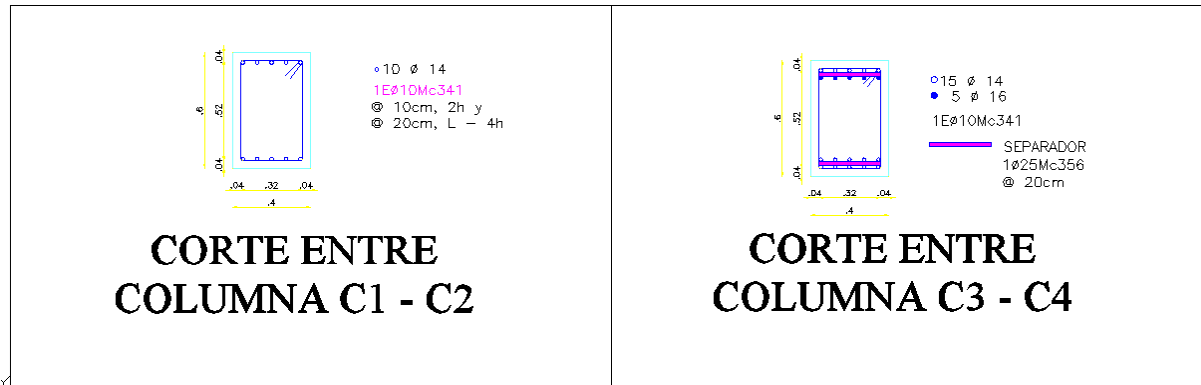
s <= 8 Φ L 11.2 cm

s <= 24 Φ T 24 cm

s <= 30 cm

As real	5 φ 14 5 φ 14	5 φ 14 5 φ 16	5 φ 14 5 φ 16	5 φ 14 2 φ 14	5 φ 14 2 φ 14	5 φ 14	5 φ 14	5 φ 14
cm2	15,4	17,75	17,75	10,78	10,78	7,7	7,7	7,7
cm2	12,32	15,4	15,4	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7
As real	5 φ 14 3 φ 14	5 φ 14 5 φ 14	5 φ 14 5 φ 14	5 φ 14	5 φ 14	5 φ 14	5 φ 14	5 φ 14

NOTA: se emplearán estribos cada 10cm en los extremos de la viga (2h), y en el centro la separación será de 20cm (L-4h)



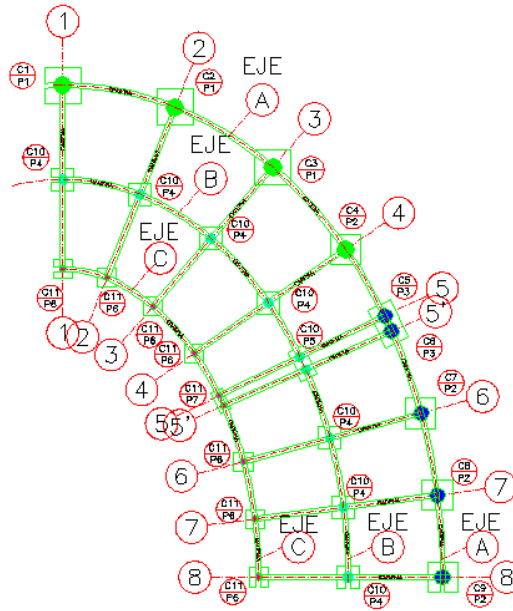
DETALLE GENERAL ARMADO ESTRIBOS

Esc.: S/E

Figura 3.21 esquema de armado de la viga de análisis (viga de revolución)

3.6. DISEÑO DE CIMENTACIÓN

Para el caso de la cimentación se realizara el diseño ayudados con hojas electrónicas elaboradas en el programa Excel, tomando en cuenta todas las acciones aplicadas, reacciones en el estrato de suelo y capacidad portante del mismo, dicha capacidad fue determinada en base a ensayos y análisis de suelo en el sitio donde se ejecutara la construcción del diseño aquí realizado.



1.7 **Figura 3.22** Esquema de ubicación de cimientos.

3.6.1 Plinto exterior (P1)

DATOS:

dc = 1.1 m
 qa = 33 T/m²
 f'c = 280 kg/cm²
 fy = 4200 kg/cm²

CARGAS

Carga Muerta:	Carga Viva:	Carga Sismica:
Pcm (T) = 78.4427	Pcv (T) = 10.9964	Ps (T) = 27.1802
Mxx (t-m) = 0.18889	Mxx (t-m) = 0.16218	Mxx (t-m) = 20.45309
Myy (t-m) = 0.00043	Myy (t-m) = 0.00622	Myy (t-m) = -11.23239

1.-CARGAS DE SERVICIO

$$P = 89.4391 \text{ T}$$

2.- ÁREA DE CIMENTACIÓN

$$1.2 \leq F.M. \leq 1.25$$

$$F.M. = 1.45$$

$$A = 3.929899848 \text{ m}^2$$

3.- DIMENSIONES DEL PLINTO

$$DP = 2.23689604 \text{ m} \longrightarrow 2.25 \text{ m}$$

$$A_{\text{REAL}} = 3.976078202 \text{ m}^2$$

4.- ESFUERZOS EN EL SUELO

SENTIDO X

$$e_x = 7.43523E-05 \text{ m} \quad \text{SAY O.K.}$$

$$q_1 = 22.49876104 \text{ T/m}^2 \quad \text{SAY O.K.}$$

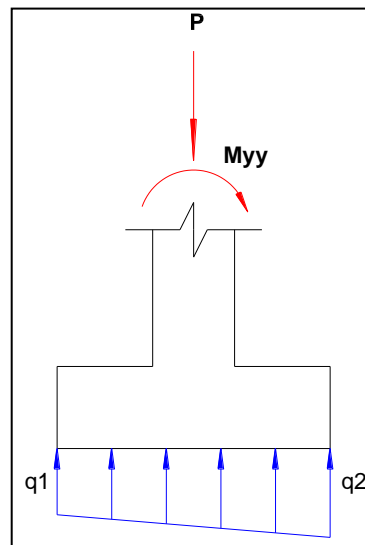
$$q_2 = 22.48984102 \text{ T/m}^2 \quad \text{SAY O.K.}$$

SISMO

$$e_x = -0.09625971 \text{ m} \quad \text{SAY O.K.}$$

$$q_1 = 21.80138039 \text{ T/m}^2 \quad \text{SAY O.K.}$$

$$q_2 = 24.71827404 \text{ T/m}^2 \quad \text{SAY O.K.}$$

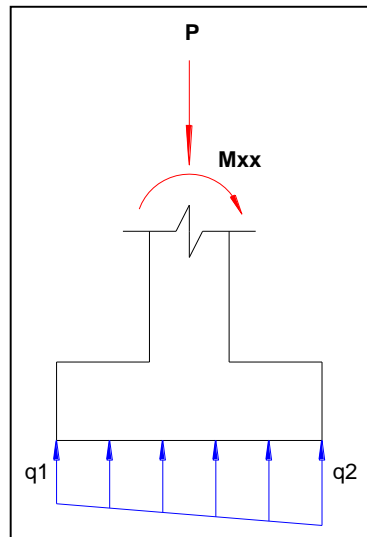


SENTIDO Y

ex = 0.00392524 m SAY O.K.
 q1 = 22.7297558 T/m² SAY O.K.
 q2 = 22.2588462 T/m² SAY O.K.

SISMO

ex = 0.1783938 m SAY O.K.
 q1 = 43.2831175 T/m² SAY O.K.
 q2 = 15.3773485 T/m² SAY O.K.



5.- CARGAS ULTIMAS

CARGA VERTICAL

Pu = 128.51366 T
 Muxx = 0.540152 T.m
 Muyy = 0.011176 T.m

CARGA VERTICAL + SISMO

(1.4D + 1.7L + 1.87S)

Pu = 134.505476 T
 Muxx = 29.4179197 T.m
 Muyy = 16.0627047 T.m

6.- ESFUERZOS ULTIMOS

SENTIDO X

ex = 8.69635E-05 m
 q1 = 32.32920887 T/m²
 q2 = 32.31421788 T/m²
 qsu = 32.68398123 T/m²

SENTIDO Y

ex = 0.00420307 m
 q1 = 32.6839812 T/m²
 q2 = 31.9594455 T/m²

SENTIDO X

ex = 0.11942045 m
 q1 = 44.6015761 T/m²
 q2 = 23.055783 T/m²
 qsu = 53.55862 T/m²

SENTIDO Y

ex = 0.21871169 m
 q1 = 53.55862 T/m²
 q2 = 14.0987392 T/m²

7.- CALCULO DE PERALTE CORTE BIDIRECCIONAL

$$V_c = 17.73719256 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_c = 177.3719256 \text{ T/m}^2$$

$$a = 499.3157266$$

$$b = 577.4842319$$

$$c = -98.8934393$$

$$d1 = 0.151423373$$

$$d2 = -1.30797463$$

$$\text{ASUMO} = 0.2 \text{ m}$$

$$h = 0.275 \text{ m} \longrightarrow 0.3 \text{ m}$$

$$h \text{ final} = 0.45 \text{ m}$$

$$V_c = 17.7371926 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_c = 177.371926 \text{ T/m}^2$$

$$a = 515.710629$$

$$b = 613.553018$$

$$c = -162.054803$$

$$d1 = 0.22250991$$

$$d2 = -1.41223334$$

$$\text{ASUMO} = 0.35 \text{ m}$$

$$h = 0.425 \text{ m} \longrightarrow 0.45 \text{ m}$$

8.- RESULTANTE DE PRESIONES

$$\alpha_{\text{ASUM.}} = 30 \text{ grados} \quad 0.523598776$$

$$R_u = 13.5045669 \text{ T/m}^2$$

$$\rho = 0.860327447$$

9.- MOMENTO ULTIMO

$$M_u = 11.61834957 \text{ T.m}$$

9.- ARMADURA

$$b = 0.44 \text{ m}$$

$$d = 0.375 \text{ m}$$

$$h = 0.45 \text{ m}$$

$$M_u = 11.61834957 \text{ T.m} \quad A_{s \text{ min}} = 3.55196319 \text{ cm}^2$$

$$k = 0.85 f'_c . b . d$$

$$k = 391373.7223 \text{ kg}$$

$$A_s = \frac{k}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_u}{\phi \cdot k \cdot d}} \right]; \phi = 0.9$$

$$\phi = 0.9$$

$$A_s = 8.592525304 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ final}} = 8.592525304 \text{ cm}^2 \quad @ 30 \text{ grados}$$

$$A_{s \text{ final}} = 25.77757591 \text{ cm}^2$$

$$A_{s x} = 36.45499746 \text{ cm}^2$$

$$A_{s y} = 36.45499746 \text{ cm}^2$$

1 Ø 18 @
1 Ø 18 @

3.6.2 Plinto exterior combinado (P3)

DATOS:

dee =	1.05 m
d COL 1 =	1 m
d COL 2 =	1 m
qa =	33 T/m ²
f'c =	280 kg/cm ²
fy =	4200 kg/cm ²

CARGAS

COLUMNA 1

Carga Muerta: Pcm (T) = 45.2583 Mxx (t-m) = 1.91206 Myy (t-m) = -0.09894	Carga Viva: Pcv (T) = 14.0107 Mxx (t-m) = 1.4257 Myy (t-m) = 0.4728	Carga Sismica: Ps (T) = 21.8141 Mxx (t-m) = -8.1465 Myy (t-m) = -16.07967
---	--	--

COLUMNA 2

Carga Muerta: Pcm (T) = 44.235 Mxx (t-m) = 0.69654 Myy (t-m) = -2.914	Carga Viva: Pcv (T) = 11.8948 Mxx (t-m) = 1.03864 Myy (t-m) = -3.20338	Carga Sismica: Ps (T) = 10.4919 Mxx (t-m) = 4.84896 Myy (t-m) = -9.9321
--	---	--

1.-CARGAS DE SERVICIO

	COLUMNA 1	COLUMNA 2
P =	59.269 T	56.1298 T

2.- AREA DE CIMENTACION

$$1.2 \leq F.M. \leq 1.25$$

F.M. = 1

A COL 1 = 1.796030303 m² A COL 2 = 1.70090303 m²

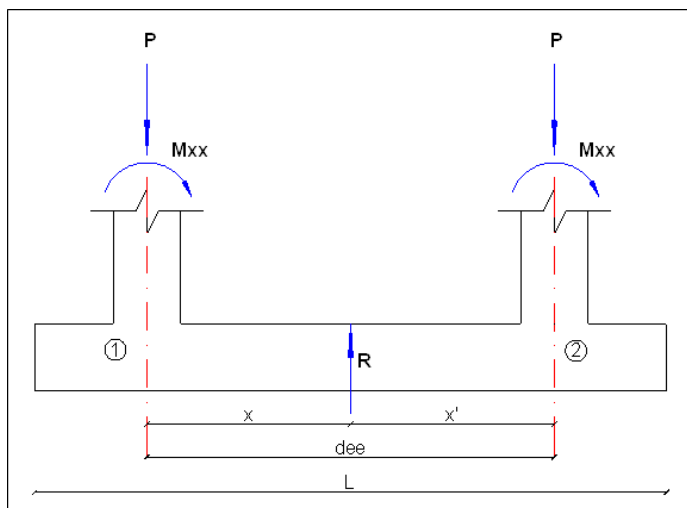
2.1.- UBICACION DE LA RESULTANTE

$$A = 3.49693333 \text{ m}^2$$

$$\sum M 1 = 0$$

$$x = 0.46675832 \text{ m}$$

$$x' = 0.58324168 \text{ m}$$



3.- DIMENSIONES DEL PLINTO

$$DP \text{ COL } 1 = 1.55 \text{ m}$$

$$L = 2.6 \text{ m}$$

$$B = 1.55 \text{ m}$$

$$A \text{ REAL} = 4.03 \text{ m}^2$$

$$DP \text{ COL } 2 = 1.5 \text{ m}$$

$$L = 2.2 \text{ m}$$

$$B = 1.6 \text{ m}$$

$$A \text{ REAL} = 3.52 \text{ m}^2$$

5.- CARGAS ULTIMAS

CARGA VERTICAL

	COLUMNA 1	COLUMNA 2
$P_u =$	87.17981 T	82.15016 T
$M_{uxx} =$	5.100574 T.m	2.740844 T.m
$M_{uyy} =$	0.665244 T.m	-9.525346 T.m

CARGA VERTICAL + SISMO

$$(1.4D + 1.7L + 1.87S)$$

	COLUMNA 1	COLUMNA 2
$P_u =$	95.9791328 T	76.3275098 T
$M_{uxx} =$	15.2508968 T.m	8.8562994 T.m
$M_{uyy} =$	-23.0829741 T.m	-21.0737798 T.m

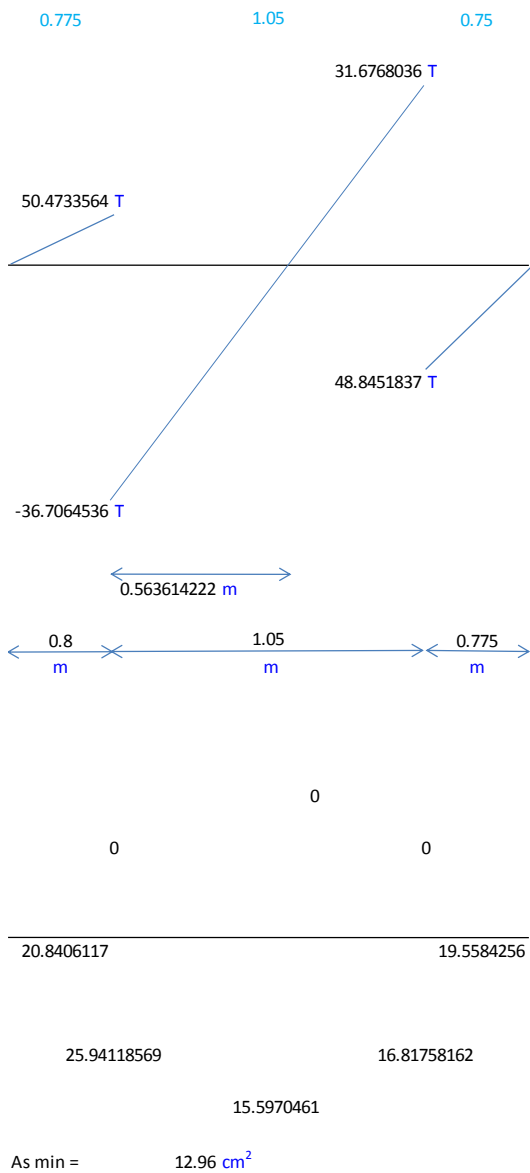
1.8

6.- ESFUERZOS ULTIMOS

CARGA VERTICAL

q su = 42.01736228 T/m²

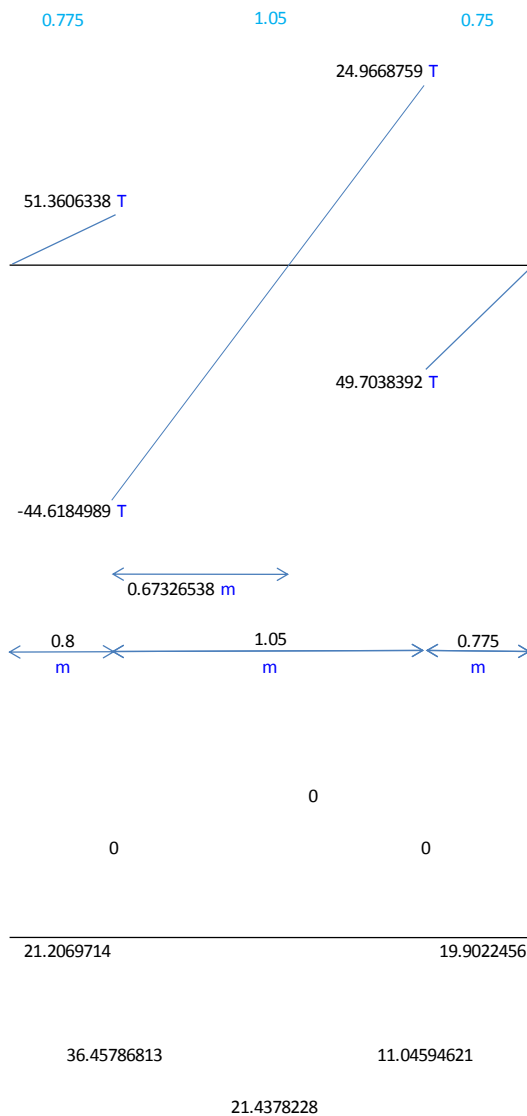
w su = 65.12691154 T/m



CARGA VERTICAL + SISMO

q su = 42.7559907 T/m²

w su = 66.2717856 T/m



7.- CALCULO DE PERALTE CORTE BIDIRECCIONAL

	COLUMNA 1	COLUMNA 2
Vc =	17.73719256 kg/cm ²	17.7371926 kg/cm ²
Vc =	177.3719256 T/m ²	177.371926 T/m ²
a =	506.6461469	506.646147
b =	539.6465061	539.646506
c =	-46.2830037	-41.250449
d1 =	0.079788509	0.07162353
d2 =	-1.14492343	-1.1367585
ASUMO =	0.3 m	0.06 m
h =	0.375 m	0.4 m

f final =

0.45 m

	COLUMNA 1	COLUMNA 2
Vc =	17.7371926 kg/cm ²	17.7371926 kg/cm ²
Vc =	177.371926 T/m ²	177.371926 T/m ²
a =	507.226264	507.226264
b =	540.806741	540.806741
c =	-47.0966184	-41.9755957
d1 =	0.08094118	0.07266438
d2 =	-1.14714532	-1.13886851
ASUMO =	0.2 m	0.35 m
h =	0.425 m	0.45 m

8.- CALCULO DE ARMADURA LONGITUDINAL

	0	0	0		
	20.8406117	25.94118569	15.5970461	16.8175816	19.5584256

POSITIVO

NEGATIVO

b =	1.60 m	1.60 m
d =	0.375 m	0.375 m
h =	0.45 m	0.45 m
Mu =	25.94118569 T.m	0 T.m

As min = 12.96 cm² 12.96 cm²

$$k = 0.85 f'c \cdot b \cdot d$$

k = 1428000 kg 1428000 kg

$$As = \frac{k}{fy} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Mu}{\phi \cdot k \cdot d}} \right]; \phi = 0.9$$

$$\Phi = 0.9$$

As = 18.82162101 cm² 0 cm²A s final = 18.82162101 cm² 12.96 cm²**As long. Asumido = 1 Ø 16 @ 20cm**

	0	0	0		
	21.2069714	36.4578681	21.4378228	11.0459462	19.9022456

POSITIVO

NEGATIVO

b =	1.60 m	1.60 m
d =	0.375 m	0.375 m
h =	0.45 m	0.45 m
Mu =	36.4578681 T.m	0 T.m

As min = 12.96 cm² 12.96 cm²

$$k = 0.85 f'c \cdot b \cdot d$$

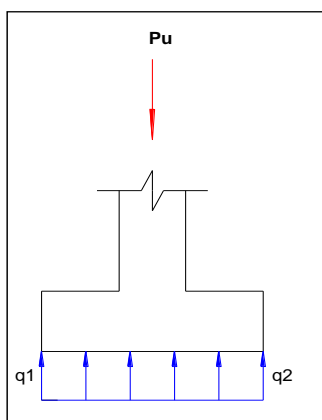
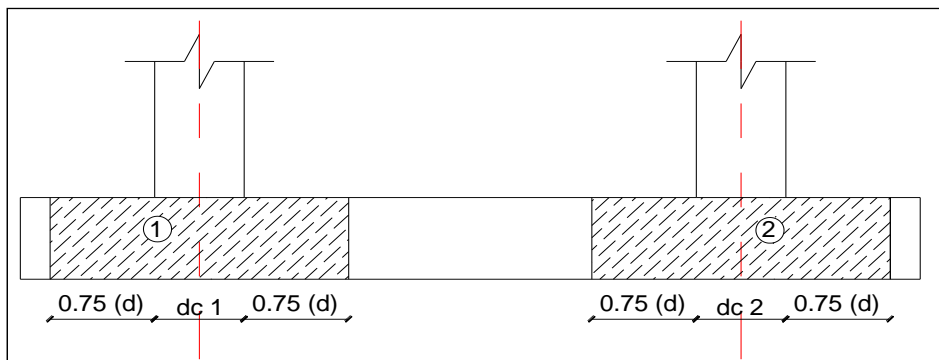
k = 1428000 kg 1428000 kg

$$As = \frac{k}{fy} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Mu}{\phi \cdot k \cdot d}} \right]; \phi = 0.9$$

$$\Phi = 0.9$$

As = 26.7740253 cm² 0 cm²A s final = 26.7740253 cm² 12.96 cm²

8.- CALCULO DE ARMADURA TRANSVERSAL



$$\begin{aligned} P_u &= 95.97913275 \text{ T} \\ q &= 59.98695797 \text{ T/m} \\ M_u &= 8.998043695 \text{ T.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= 1.5625 \text{ m} \\ d &= 0.375 \text{ m} \\ h &= 0.45 \text{ m} \\ f'_c &= 280 \text{ kg/cm}^2 \\ f_y &= 4200 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{s \text{ min}} = 12.65625 \text{ cm}^2$$

$$k = 0.85 f'_c \cdot b \cdot d$$

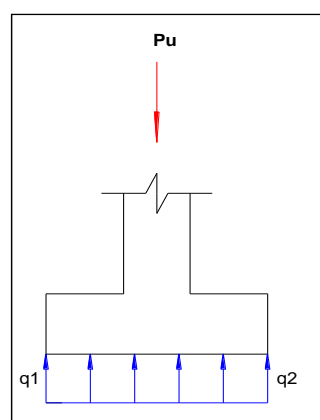
$$k = 1394531.25 \text{ kg}$$

$$A_s = \frac{k}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_u}{\Phi \cdot k \cdot d}} \right]; \Phi = 0.9$$

$$\Phi = 0.9$$

$$A_s = 6.409694181 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ final}} = 12.65625 \text{ cm}^2$$



$$\begin{aligned} P_u &= 82.15016 \text{ T} \\ q &= 51.34385 \text{ T/m} \\ M_u &= 7.7015775 \text{ T.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= 1.5625 \text{ m} \\ d &= 0.375 \text{ m} \\ h &= 0.45 \text{ m} \\ f'_c &= 280 \text{ kg/cm}^2 \\ f_y &= 4200 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{s \text{ min}} = 12.65625 \text{ cm}^2$$

$$k = 0.85 f'_c \cdot b \cdot d$$

$$k = 1394531.25 \text{ kg}$$

$$A_s = \frac{k}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_u}{\Phi \cdot k \cdot d}} \right]; \Phi = 0.9$$

$$\Phi = 0.9$$

$$A_s = 5.47840761 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ final}} = 12.65625 \text{ cm}^2$$

As transversal Asumido = 1 Ø 18 @ 16cm

3.6.3 Plinto intermedio (P4)

DATOS:

$d_c = 0.6 \text{ m}$
 $q_a = 33 \text{ T/m}^2$
 $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

CARGAS

Carga Muerta:	Carga Viva:	Carga Sismica:
$P_{cm} (T) = 31.5029$	$P_{cv} (T) = 12.9779$	$P_s (T) = 6.5793$
$M_{xx} (t-m) = 0.04518$	$M_{xx} (t-m) = 0.04925$	$M_{xx} (t-m) = 3.32832$
$M_{yy} (t-m) = -0.0002$	$M_{yy} (t-m) = 0.00037$	$M_{yy} (t-m) = -3.59643$

1.-CARGAS DE SERVICIO

$P = 44.4808 \text{ T}$

2.- AREA DE CIMENTACION

$1.2 \leq F.M. \leq 1.25$
 $F.M. = 1.1$

$A = 1.482693333 \text{ m}^2$

3.- DIMENSIONES DEL PLINTO

$DP = 1.373980999 \text{ m} \longrightarrow 1.4 \text{ m}$

$A_{REAL} = 1.5393804 \text{ m}^2$

4.- ESFUERZOS EN EL SUELO

SENTIDO X

$$e_x = 3.82187E-06 \text{ m} \quad \text{SAY O.K.}$$

$$q_1 = 28.8957353 \text{ T/m}^2 \quad \text{SAY O.K.}$$

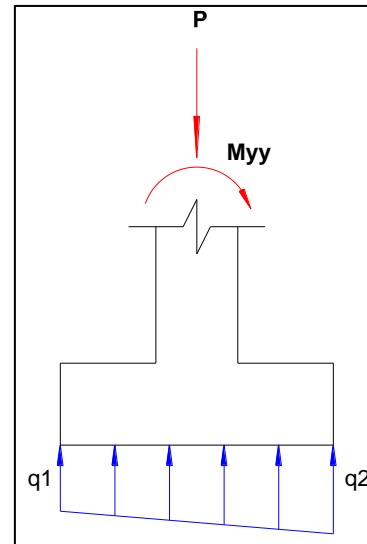
$$q_2 = 28.89478872 \text{ T/m}^2 \quad \text{SAY O.K.}$$

SISMO

$$e_x = -0.0704319 \text{ m} \quad \text{SAY O.K.}$$

$$q_1 = 23.15708134 \text{ T/m}^2 \quad \text{SAY O.K.}$$

$$q_2 = 34.57583223 \text{ T/m}^2 \quad \text{SAY O.K.}$$



SENTIDO Y

$$e_x = 0.00212294 \text{ m} \quad \text{SAY O.K.}$$

$$q_1 = 29.15816 \text{ T/m}^2 \quad \text{SAY O.K.}$$

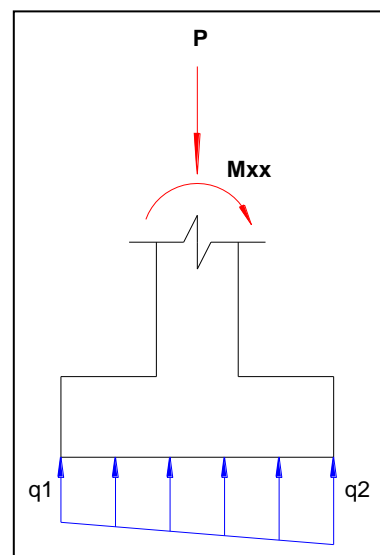
$$q_2 = 28.632364 \text{ T/m}^2 \quad \text{SAY O.K.}$$

SISMO

$$e_x = 0.06703375 \text{ m} \quad \text{SAY O.K.}$$

$$q_1 = 42.6983665 \text{ T/m}^2 \quad \text{SAY O.K.}$$

$$q_2 = 23.6401421 \text{ T/m}^2 \quad \text{SAY O.K.}$$



5.- CARGAS ULTIMAS**CARGA VERTICAL**

$$\begin{aligned} P_u &= 66.16649 \text{ T} \\ M_{uxx} &= 0.146977 \text{ T.m} \\ M_{uyy} &= 0.000349 \text{ T.m} \end{aligned}$$

6.- ESFUERZOS ULTIMOS

	SENTIDO X	SENTIDO Y
ex =	5.27457E-06 m	ex = 0.00222132 m
q1 =	42.98351837 T/m ²	q1 = 43.3917383 T/m ²
q2 =	42.9815751 T/m ²	q2 = 42.5733552 T/m ²
qsu =	43.39173827 T/m ²	

7.- CALCULO DE PERALTE CORTE BIDIRECCIONAL

$$\begin{aligned} V_c &= 17.73719256 \text{ kg/cm}^2 \\ V_c &= 177.3719256 \text{ T/m}^2 \\ a &= 507.7255793 \\ b &= 325.0832225 \\ c &= -54.5276665 \\ d_1 &= 0.137993671 \\ d_2 &= -0.77826715 \\ \text{ASUMO} &= 0.15 \text{ m} \\ h &= 0.225 \text{ m} \end{aligned}$$

$$h \text{ final} = 0.25 \text{ m}$$

CARGA VERTICAL + SISMO

$$(1.4D + 1.7L + 1.87S)$$

$$\begin{aligned} P_u &= 58.8523358 \text{ T} \\ M_{uxx} &= 4.8001596 \text{ T.m} \\ M_{uyy} &= -5.1430749 \text{ T.m} \end{aligned}$$

	SENTIDO X	SENTIDO Y
ex =	-0.08738948 m	ex = 0.08156277 m
q1 =	23.912599 T/m ²	q1 = 51.5950757 T/m ²
q2 =	52.5497696 T/m ²	q2 = 24.8672928 T/m ²
qsu =	52.5497696 T/m ²	

$$\begin{aligned} V_c &= 17.7371926 \text{ kg/cm}^2 \\ V_c &= 177.371926 \text{ T/m}^2 \\ a &= 514.91828 \\ b &= 333.714464 \\ c &= -66.035988 \\ d_1 &= 0.15891504 \\ d_2 &= -0.80700713 \\ \text{ASUMO} &= 0.3 \text{ m} \\ h &= 0.375 \text{ m} \end{aligned}$$

$$h = 0.375 \text{ m} \rightarrow 0.4 \text{ m}$$

$$h \text{ final} = 0.4 \text{ m}$$

8.- RESULTANTE DE PRESIONES

$$\alpha_{\text{ASUM.}} = 30 \text{ grados} \quad 0.523598776$$

$$R_u = 5.502999001 \text{ T/m}^2$$

$$\rho = 0.520573098$$

9.- MOMENTO ULTIMO

$$M_u = 2.864713239 \text{ T.m}$$

9.- ARMADURA

$$b = 0.26 \text{ m}$$

$$d = 0.325 \text{ m}$$

$$h = 0.4 \text{ m}$$

$$Mu = 2.864713239 \text{ T.m} \quad As \text{ min} = 1.88495559 \text{ cm}^2$$

$$k = 0.85 f'c . b . d$$

$$k = 202501.8265 \text{ kg}$$

$$As = \frac{k}{fy} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Mu}{\phi \cdot k \cdot d}} \right]; \phi = 0.9$$

$$\phi = 0.9$$

$$As = 2.391173134 \text{ cm}^2$$

$$As \text{ final} = 2.391173134 \text{ cm}^2 \quad @ 30 \text{ grados}$$

$$As \text{ final} = 7.173519401 \text{ cm}^2$$

$$As \text{ x} = 10.14488843 \text{ cm}^2$$

$$As \text{ y} = 10.14488843 \text{ cm}^2$$

1 Ø 12 @ 16cm

1 Ø 12 @ 16cm

3.6.4 Plinto intermedio combinado(P5)

DATOS:

$$dee = 0.87 \text{ m}$$

$$d_{COL1} = 0.6 \text{ m}$$

$$d_{COL2} = 0.6 \text{ m}$$

$$qa = 33 \text{ T/m}^2$$

$$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

1.- CARGAS DE SERVICIO

COLUMNA 1

Carga Muerta:	Carga Viva:	Carga Sismica:
Pcm (T) = 20.7365	Pcv (T) = 6.2558	Ps (T)= 3.3446
Mxx (t-m) = 0.19851	Mxx (t-m)= 0.1212	Mxx (t-m)= 1.09024
Myy (t-m) = -0.58669	Myy (t-m)= -0.71193	Myy (t-m)= -2.12577

COLUMNA 2

Carga Muerta:	Carga Viva:	Carga Sismica:
Pcm (T) = 18.7095	Pcv (T) = 5.0723	Ps (T)= 5.8066
Mxx (t-m) = 0.01063	Mxx (t-m)= -0.03348	Mxx (t-m)= 3.31621
Myy (t-m) = -0.15654	Myy (t-m)= 0.01883	Myy (t-m)= -2.53876


2.- ÁREA DE CIMENTACIÓN

$$1.2 \leq F.M. \leq 1.25$$

$$F.M. = 1$$

$$A_{COL1} = 0.817948485 \text{ m}^2 \quad A_{COL2} = 0.72066061 \text{ m}^2$$

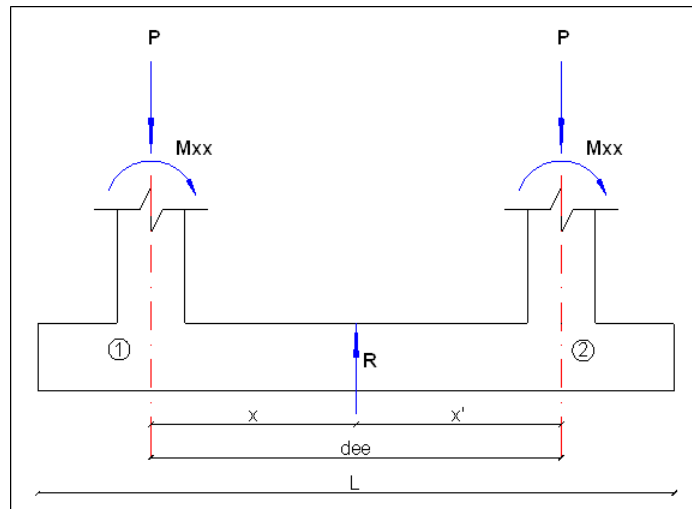
2.1.- UBICACION DE LA RESULTANTE

$$A = 1.53860909 \text{ m}^2$$


$$\sum M 1 = 0$$

$$x = 0.40164781 \text{ m}$$

$$x' = 0.46835219 \text{ m}$$



3.- DIMENSIONES DEL PLINTO

DP COL 1 = 1.05 m
 L = 1.92 m
 B = 1.05 m
 A REAL = 2.016 m²

DP COL 2 = 1 m
 L = 1.55 m
 B = 1 m
 A REAL = 1.55 m²

5.- CARGAS ULTIMAS

CARGA VERTICAL

	COLUMNA 1	COLUMNA 2
P _u =	39.66596 T	34.81621 T
M _{uxx} =	0.483954 T.m	-0.042034 T.m
M _{uyy} =	-2.031647 T.m	-0.187145 T.m

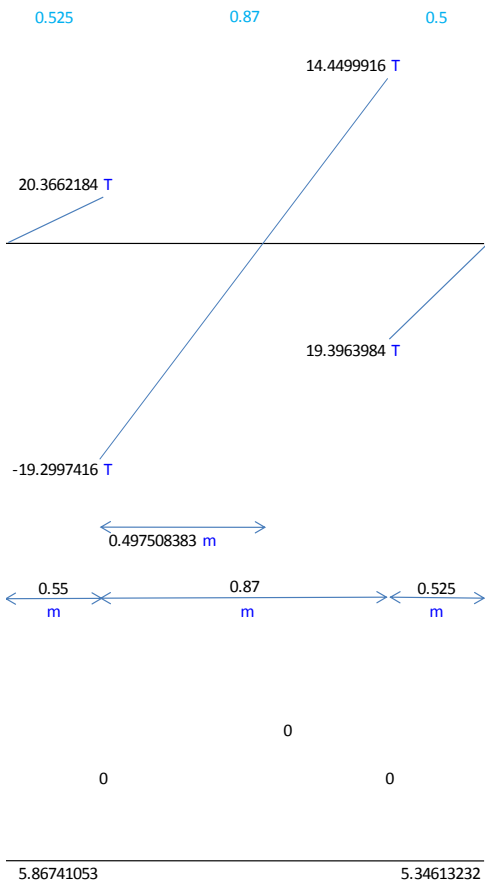
CARGA VERTICAL + SISMO

	COLUMNA 1	COLUMNA 2
(1.4D + 1.7L + 1.87S)		
P _u =	34.4402715 T	34.255914 T
M _{uxx} =	1.8920271 T.m	4.7517473 T.m
M _{uyy} =	-4.50512768 T.m	-3.7713128 T.m

6.- ESFUERZOS ULTIMOS

q su = 36.94552083 T/m²

w su = 38.79279688 T/m



6.351364527 5.388166319

1.5504729

As min = 7.56 cm²

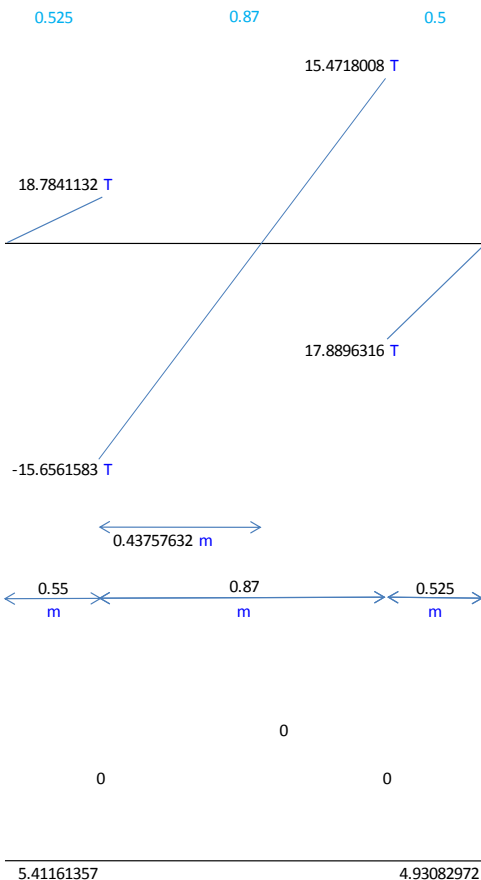
7.- CALCULO DE PERALTE CORTE BIDIRECCIONAL

	COLUMNA 1	COLUMNA 2
Vc =	17.73719256 kg/cm ²	17.7371926 kg/cm ²
Vc =	177.3719256 T/m ²	177.371926 T/m ²
a =	502.6627319	502.662732
b =	319.0078057	319.007806
c =	-21.5450811	-18.570844
d1 =	0.06156539	0.0536748
d2 =	-0.69620127	-0.6883107
ASUMO =	0.3 m	0.06 m
h =	0.375 m	0.4 m

f final = 0.4 m

q su = 34.0754888 T/m²

w su = 35.7792633 T/m



7.303640671 0.179082421

3.87825863

	COLUMNA 1	COLUMNA 2
Vc =	17.7371926 kg/cm ²	17.7371926 kg/cm ²
Vc =	177.371926 T/m ²	177.371926 T/m ²
a =	500.408614	500.408614
b =	316.302864	316.302864
c =	-19.8713986	-17.1282089
d1 =	0.05757892	0.05016932
d2 =	-0.68966809	-0.68225849
ASUMO =	0.2 m	0.3 m
h =	0.375 m	0.4 m

8.- CALCULO DE ARMADURA LONGITUDINAL

0	0	0	0	0
5.86741053	6.351364527	1.5504729	5.38816632	5.34613232

	POSITIVO	NEGATIVO
b =	1.05 m	1.05 m
d =	0.325 m	0.325 m
h =	0.4 m	0.4 m
Mu =	6.351364527 T.m	0 T.m

As min = 7.56 cm² 7.56 cm²
 $k = 0.85 f'c \cdot b \cdot d$

k = 812175 kg 812175 kg

$$As = \frac{k}{fy} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Mu}{\phi \cdot k \cdot d}} \right]; \phi = 0.9$$

$\phi = 0.9$

As = 5.241039808 cm² 0 cm²

As final = 7.56 cm² 7.56 cm²

0	0	0	0	0
5.41161357	7.30364067	3.87825863	0.17908242	4.93082972

	POSITIVO	NEGATIVO
b =	1.05 m	1.05 m
d =	0.325 m	0.325 m
h =	0.4 m	0.4 m
Mu =	7.30364067 T.m	0 T.m

As min = 7.56 cm² 7.56 cm²
 $k = 0.85 f'c \cdot b \cdot d$

k = 812175 kg 812175 kg

$$As = \frac{k}{fy} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Mu}{\phi \cdot k \cdot d}} \right]; \phi = 0.9$$

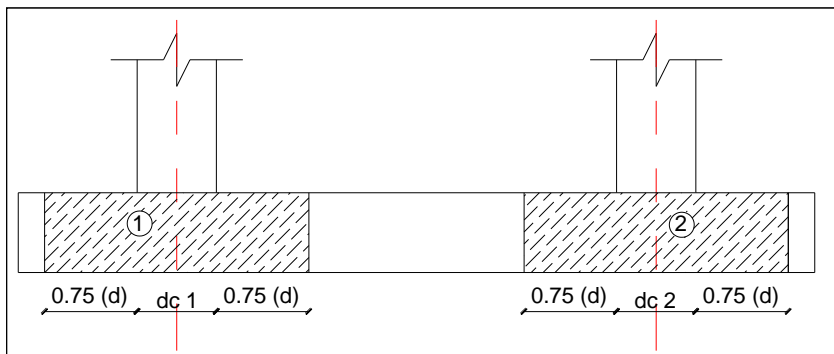
$\phi = 0.9$

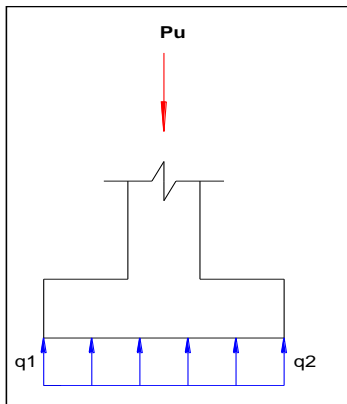
As = 6.03948191 cm² 0 cm²

As final = 7.56 cm² 7.56 cm²

As long. Asumido = 1 Ø 10 @ 21cm

8.- CALCULO DE ARMADURA TRANSVERSAL





$$\begin{aligned} P_u &= 39.66596 \text{ T} \\ q &= 37.77710476 \text{ T/m} \\ M_u &= 4.249924286 \text{ T.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= 1.0875 \text{ m} \\ d &= 0.325 \text{ m} \\ h &= 0.4 \text{ m} \\ f'_c &= 280 \text{ kg/cm}^2 \\ f_y &= 4200 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{s \text{ min}} &= 7.83 \text{ cm}^2 \\ k &= 0.85 f'_c \cdot b \cdot d \end{aligned}$$

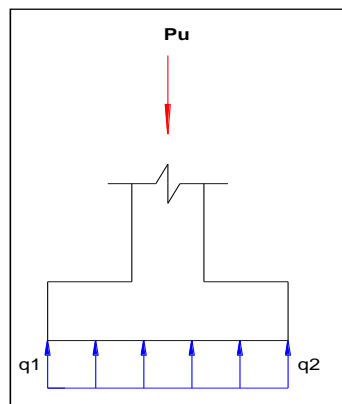
$$k = 841181.25 \text{ kg}$$

$$A_s = \frac{k}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_u}{\Phi \cdot k \cdot d}} \right]; \Phi = 0.9$$

$$\Phi = 0.9$$

$$A_s = 3.489846645 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ final}} = 7.83 \text{ cm}^2$$



$$\begin{aligned} P_u &= 34.81621 \text{ T} \\ q &= 33.1582952 \text{ T/m} \\ M_u &= 3.73030821 \text{ T.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= 1.0875 \text{ m} \\ d &= 0.325 \text{ m} \\ h &= 0.4 \text{ m} \\ f'_c &= 280 \text{ kg/cm}^2 \\ f_y &= 4200 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{s \text{ min}} &= 7.83 \text{ cm}^2 \\ k &= 0.85 f'_c \cdot b \cdot d \end{aligned}$$

$$k = 841181.25 \text{ kg}$$

$$A_s = \frac{k}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_u}{\Phi \cdot k \cdot d}} \right]; \Phi = 0.9$$

$$\Phi = 0.9$$

$$A_s = 3.05984772 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ final}} = 7.83 \text{ cm}^2$$

As transversal asumido (As mínimo): 1 Ø 14 @ 11cm

3.6.5 Plinto interior (P6)

DATOS:

$$\begin{aligned} d_c &= 0,4 \text{ m} \\ q_a &= 33 \text{ T/m}^2 \\ f'_c &= 280 \text{ kg/cm}^2 \\ f_y &= 4200 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Carga Muerta:	Carga Viva:	Carga Sísmica:
Pcm (T) = 12,8467	Pcv (T) = 5,631	Ps (T) = 12,2831
Mxx (t-m) = -0,56632	Mxx (t-m) = -0,33879	Mxx (t-m) = -2,27633
Myy (t-m) = 0,66624	Myy (t-m) = 0,31422	Myy (t-m) = -3,2353

1.-CARGAS DE SERVICIO

P = 18,4777 T

2.- ÁREA DE CIMENTACIÓN

1.2 ≤ F.M. ≤ 1.25
 F.M. = 1,9

A = 1,063867576 m²

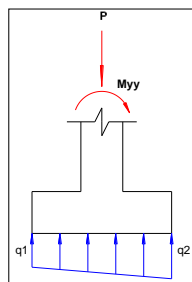
3.- DIMENSIONES DEL PLINTO

DP = 1,163854917 m → 1,2 m

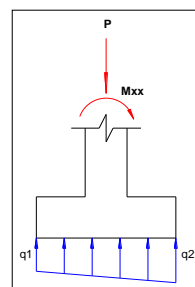
A REAL = 1,130973355 m²

4.- ESFUERZOS EN EL SUELO

SENTIDO X		
ex =	0,053061799 m	SAY O.K.
q1 =	20,67245872 T/m ²	SAY O.K.
q2 =	12,00328897 T/m ²	SAY O.K.
SISMO		
ex =	-0,07330238 m	SAY O.K.
q1 =	17,2299373 T/m ²	SAY O.K.
q2 =	18,41680996 T/m ²	SAY O.K.



SENTIDO Y		
ex =	-0,04898391 m	SAY O.K.
q1 =	12,3364091 T/m ²	SAY O.K.
q2 =	20,3393386 T/m ²	SAY O.K.
SISMO		
ex =	-0,10342514 m	SAY O.K.
q1 =	13,1334659 T/m ²	SAY O.K.
q2 =	41,2635716 T/m ²	SAY O.K.



5.- CARGAS ULTIMAS

CARGA VERTICAL	
Pu =	27,55808 T
Muxx =	-1,368791 T.m
Muyy =	1,46691 T.m

CARGA VERTICAL + SISMO	
Pu =	37,8956078 T
Muxx =	-4,21914608 T.m
Muyy =	5,63769075 T.m

6.- ESFUERZOS ÚLTIMOS

SENTIDO X		SENTIDO Y	
ex =	0,053229761 m	ex =	-0,04966932 m
q1 =	30,85185857 T/m ²	q1 =	18,3153077 T/m ²
q2 =	17,88152648 T/m ²	q2 =	30,4180773 T/m ²
qsu =	30,85185857 T/m ²		

SENTIDO X		SENTIDO Y	
ex =	0,14876898 m	ex =	-0,11133602 m
q1 =	58,4311392 T/m ²	q1 =	14,8543529 T/m ²
q2 =	8,58300857 T/m ²	q2 =	52,1597948 T/m ²
qsu =	58,4311392 T/m ²		

7.- CALCULO DE PERALTE CORTE BIDIRECCIONAL

$$V_c = 17,73719256 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_c = 177,3719256 \text{ T/m}^2$$

$$a = 497,8767808$$

$$b = 208,8431095$$

$$c = -31,0156711$$

$$d_1 = 0,116278716$$

$$d_2 = -0,53574618$$

$$\text{ASUMO} = 0,2 \text{ m}$$

$$h = 0,275 \text{ m} \longrightarrow 0,3 \text{ m}$$

$$h \text{ final} = 0,3 \text{ m}$$

$$V_c = 17,7371926 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_c = 177,371926 \text{ T/m}^2$$

$$a = 519,537497$$

$$b = 226,171683$$

$$c = -58,741388$$

$$d_1 = 0,18288752$$

$$d_2 = -0,61822026$$

$$\text{ASUMO} = 0,2 \text{ m}$$

$$h = 0,275 \text{ m} \longrightarrow 0,3 \text{ m}$$

8.- RESULTANTE DE PRESIONES

$$\alpha_{\text{ASUM.}} = 30 \text{ grados} \quad 0,523598776$$

$$R_u = 4,895115667 \text{ T/m}^2$$

$$\rho = 0,428319638$$

9.- MOMENTO ULTIMO

$$M_u = 2,096674169 \text{ T.m}$$

9.- ARMADURA

$$b = 0,21 \text{ m}$$

$$d = 0,225 \text{ m}$$

$$h = 0,3 \text{ m}$$

$$M_u = 2,096674169 \text{ T.m} \quad A_{s \text{ min}} = 1,13097336 \text{ cm}^2$$

$$k = 0.85 f'c . b . d$$

$$k = 112154,8577 \text{ kg}$$

$$A_s = \frac{k}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_u}{\phi \cdot k \cdot d}} \right]; \phi = 0.9$$

$$\Phi = 0,9$$

$$A_s = 2,590917582 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ final} = 2,590917582 \text{ cm}^2 \quad @ 30 \text{ grados}$$

$$A_s \text{ final} = 7,772752746 \text{ cm}^2$$

$$A_s x = 10,99233235 \text{ cm}^2$$

$$A_s y = 10,99233235 \text{ cm}^2$$

1 Ø 12 @ 12cm

1 Ø 12 @ 12cm

3.6.6 Plinto interior combinado (P7)

DATOS:

dee =	0.7 m
d COL 1 =	0.4 m
d COL 2 =	0.4 m
qa =	33 T/m ²
f'c =	280 kg/cm ²
fy =	4200 kg/cm ²

COLUMNA 1

Carga Muerta: Pcm (T) = 4.025 Mxx (t-m) = -0.18429 Myy (t-m) = 0.65377	Carga Viva: Pcv (T) = 0.7547 Mxx (t-m) = -0.10211 Myy (t-m) = 0.24192	Carga Sismica: Ps (T) = 14.6187 Mxx (t-m) = -3.06476 Myy (t-m) = -1.47703
---	--	--

COLUMNA 2

Carga Muerta: Pcm (T) = 4.0101 Mxx (t-m) = -0.38396 Myy (t-m) = 0.50139	Carga Viva: Pcv (T) = 1.7356 Mxx (t-m) = -0.20774 Myy (t-m) = 0.05095	Carga Sismica: Ps (T) = 8.9529 Mxx (t-m) = 2.12475 Myy (t-m) = 1.28244
--	--	---

1.-CARGAS DE SERVICIO

	COLUMNA 1	COLUMNA 2
P =	4.7797 T	5.7457 T

2.- ÁREA DE CIMENTACIÓN

$$1.2 \leq F.M. \leq 1.25$$

F.M. = 2

A COL 1 =	0.289678788 m ²	A COL 2 =	0.34822424 m ²
-----------	----------------------------	-----------	---------------------------

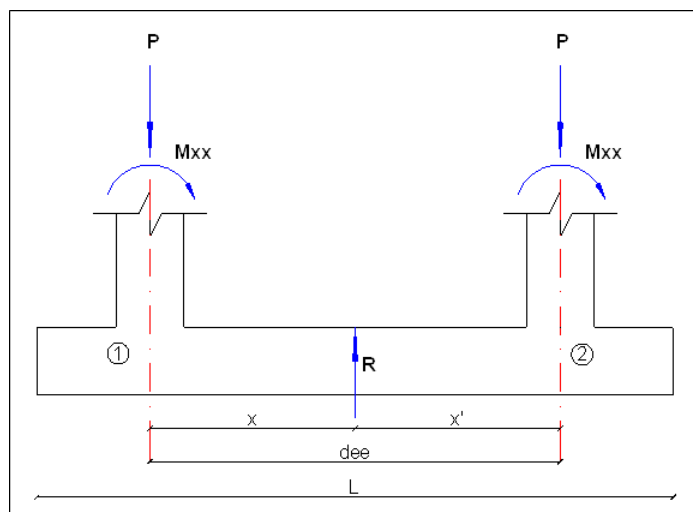
2.1.- UBICACION DE LA RESULTANTE

$$A = 0.31895152 \text{ m}^2$$

$$\sum M 1 = 0$$

$$x = 0.46554905 \text{ m}$$

$$x' = 0.23445095 \text{ m}$$



3.- DIMENSIONES DEL PLINTO

$$DP \text{ col } 1 = 0.65 \text{ m} \quad DP \text{ col } 2 = 0.7 \text{ m}$$

$$L = 1.4 \text{ m}$$

$$B = 0.7 \text{ m}$$

$$A \text{ REAL} = 0.98 \text{ m}^2$$

$$L = 1.35 \text{ m}$$

$$B = 0.25 \text{ m}$$

$$A \text{ REAL} = 0.3375 \text{ m}^2$$

5.- CARGAS ULTIMAS

CARGA VERTICAL

	COLUMNA 1	COLUMNA 2
$P_u =$	6.91799 T	8.56466 T
$M_{uxx} =$	-0.431593 T.m	-0.890702 T.m
$M_{uyy} =$	1.326542 T.m	0.788561 T.m

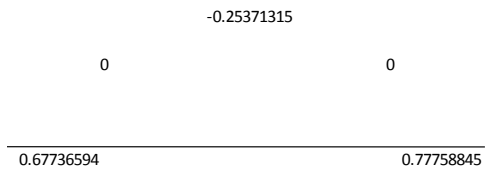
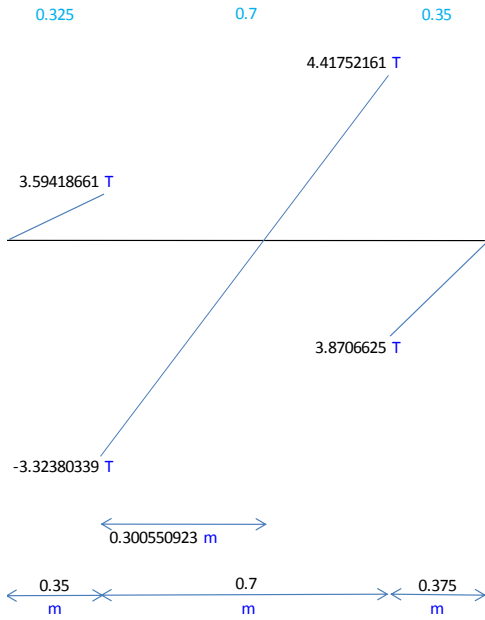
CARGA VERTICAL + SISMO

	COLUMNA 1 (1.4D + 1.7L + 1.87S)	COLUMNA 2
$P_u =$	25.6912193 T	18.9799373 T
$M_{uxx} =$	-4.62202065 T.m	-3.64798838 T.m
$M_{uyy} =$	3.06644108 T.m	2.39004285 T.m

6.- ESFUERZOS ULTIMOS

$q_{su} = 15.79862245 \text{ T/m}^2$

$w_{su} = 11.05903571 \text{ T/m}$



$A_{s \text{ min}} = 3.78 \text{ cm}^2$

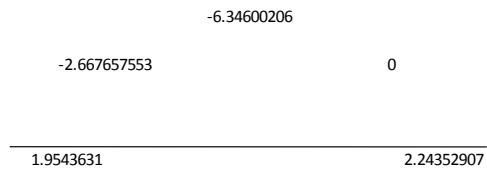
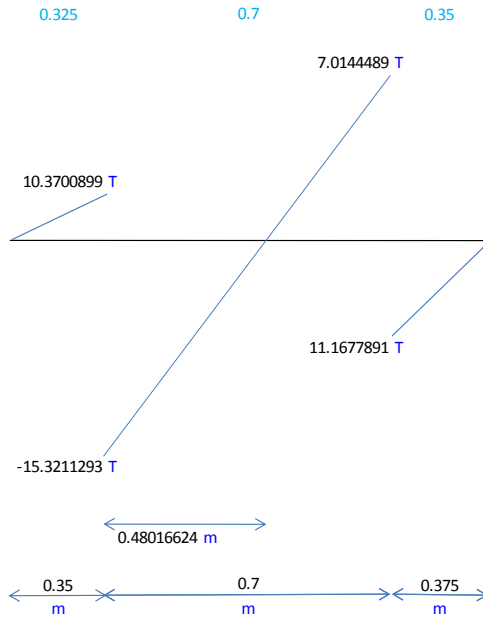
7.- CALCULO DE PERALTE CORTE BIDIRECCIONAL

	COLUMNA 1	COLUMNA 2
$V_c =$	17.73719256 kg/cm ²	17.7371926 kg/cm ²
$V_c =$	177.3719256 T/m ²	177.371926 T/m ²
a =	486.0539968	486.053997
b =	199.3848823	199.384882
c =	-3.25715488	-4.094709
d1 =	0.015732632	0.0196002
d2 =	-0.42594401	-0.4298116
ASUMO =	0.2 m	0.06 m
h =	0.275 m	0.3 m

f final = 0.3 m

$q_{su} = 45.5828128 \text{ T/m}^2$

$w_{su} = 31.9079689 \text{ T/m}$



	COLUMNA 1	COLUMNA 2
$V_c =$	17.7371926 kg/cm ²	17.7371926 kg/cm ²
$V_c =$	177.371926 T/m ²	177.371926 T/m ²
a =	509.446445	509.446445
b =	218.098841	218.098841
c =	-9.39767257	-11.8142169
d1 =	0.03945318	0.0486423
d2 =	-0.46756263	-0.47675176
ASUMO =	0.2 m	0.2 m
h =	0.275 m	0.3 m

8.- CALCULO DE ARMADURA LONGITUDINAL

0	-0.25371315	0
0.67736594	0.245772938	0
1.66829045	0.77758845	

POSITIVO

NEGATIVO

b =	0.70 m	0.70 m
d =	0.225 m	0.225 m
h =	0.3 m	0.3 m
Mu =	1.668290449 T.m	-0.2537132 T.m

$$As \text{ min} = 3.78 \text{ cm}^2 \quad 3.78 \text{ cm}^2$$

$$k = 0.85 f'c \cdot b \cdot d$$

$$k = 374850 \text{ kg} \quad 374850 \text{ kg}$$

$$As = \frac{k}{fy} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Mu}{\phi \cdot k \cdot d}} \right]; \phi = 0.9$$

$$\phi = 0.9$$

$$As = 1.983583392 \text{ cm}^2 \quad -0.2978137 \text{ cm}^2$$

$$As \text{ final} = 3.78 \text{ cm}^2 \quad 3.78 \text{ cm}^2$$

-2.667657553	-6.34600206	0
1.9543631	0	0
5.89151744	2.24352907	

POSITIVO

NEGATIVO

b =	0.70 m	0.70 m
d =	0.225 m	0.225 m
h =	0.3 m	0.3 m
Mu =	5.89151744 T.m	-6.34600206 T.m

$$As \text{ min} = 3.78 \text{ cm}^2 \quad 3.78 \text{ cm}^2$$

$$k = 0.85 f'c \cdot b \cdot d$$

$$k = 374850 \text{ kg} \quad 374850 \text{ kg}$$

$$As = \frac{k}{fy} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Mu}{\phi \cdot k \cdot d}} \right]; \phi = 0.9$$

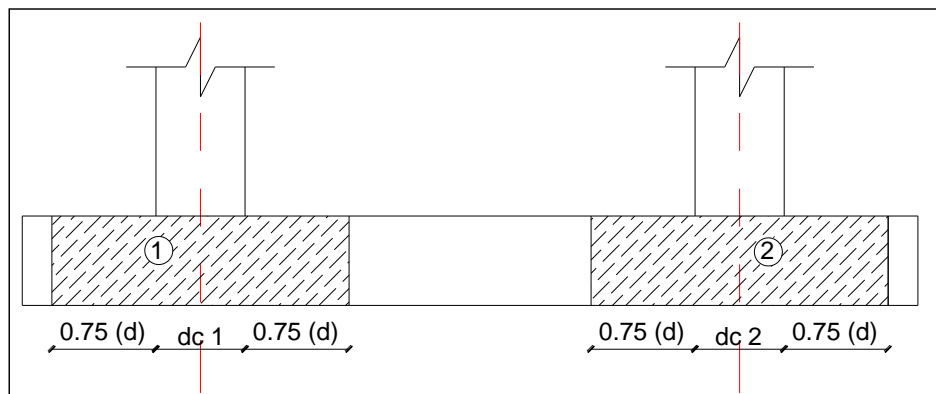
$$\phi = 0.9$$

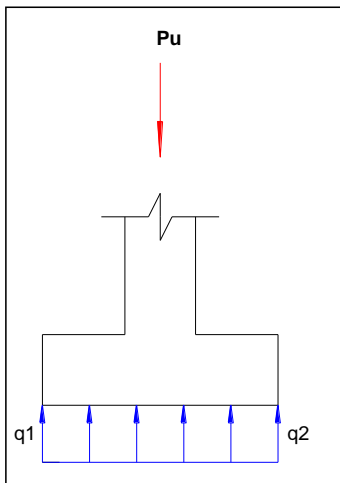
$$As = 7.21908397 \text{ cm}^2 \quad 7.80255974 \text{ cm}^2$$

$$As \text{ final} = 7.21908397 \text{ cm}^2 \quad 7.80255974 \text{ cm}^2$$

As longitudinal asumido: 1 Ø 10 @ 16cm

8.- CALCULO DE ARMADURA TRANSVERSAL





$$\begin{aligned} P_u &= 25.69121925 \text{ T} \\ q &= 36.70174179 \text{ T/m} \\ M_u &= 2.752630634 \text{ T.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= 0.7375 \text{ m} \\ d &= 0.225 \text{ m} \\ h &= 0.3 \text{ m} \\ f'_c &= 280 \text{ kg/cm}^2 \\ f_y &= 4200 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{s \text{ min}} &= 3.9825 \text{ cm}^2 \\ k &= 0.85 f'_c \cdot b \cdot d \end{aligned}$$

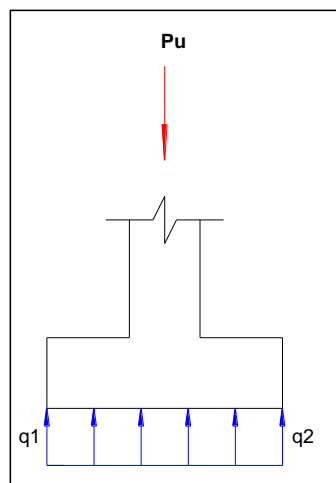
$$k = 394931.25 \text{ kg}$$

$$A_s = \frac{k}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_u}{\Phi \cdot k \cdot d}} \right]; \Phi = 0.9$$

$$\Phi = 0.9$$

$$A_s = 3.294187644 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ final}} = 3.9825 \text{ cm}^2$$



$$\begin{aligned} P_u &= 18.9799373 \text{ T} \\ q &= 27.1141961 \text{ T/m} \\ M_u &= 2.03356471 \text{ T.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= 0.7375 \text{ m} \\ d &= 0.225 \text{ m} \\ h &= 0.3 \text{ m} \\ f'_c &= 280 \text{ kg/cm}^2 \\ f_y &= 4200 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{s \text{ min}} &= 3.9825 \text{ cm}^2 \\ k &= 0.85 f'_c \cdot b \cdot d \end{aligned}$$

$$k = 394931.25 \text{ kg}$$

$$A_s = \frac{k}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_u}{\Phi \cdot k \cdot d}} \right]; \Phi = 0.9$$

$$\Phi = 0.9$$

$$A_s = 2.42222046 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ final}} = 3.9825 \text{ cm}^2$$

As transversal asumido (mínimo): 1 Ø 14 @ 14cm

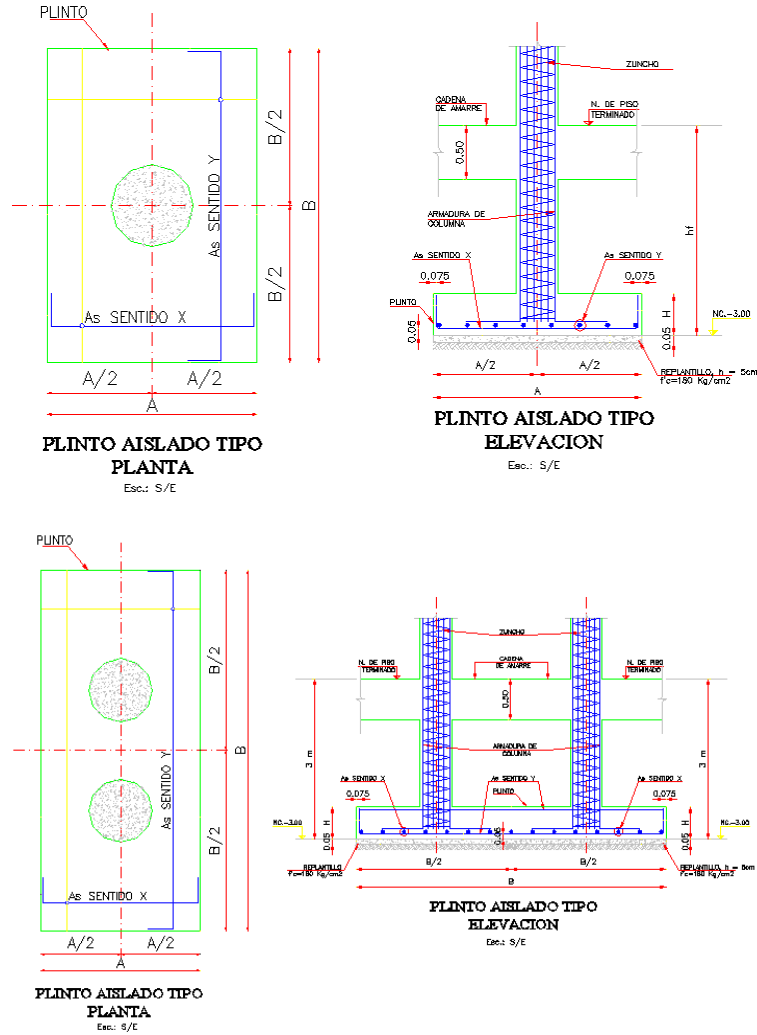


Figura 3.23 Esquema tipo de plintos aislados y combinados

Tabla 3.15 resumen de armadura en plintos

CUADRO DE PLINTOS									
TIPO	NUMERO	DIMENSIONES (m)			ARMADURA INFERIOR		ARMADURA SUPERIOR		
		A	B	H	SENTIDO X	SENTIDO Y	SENTIDO X	SENTIDO Y	
P1	A1, A2, A3, A13, A14, A15, A16, A17, A27, A28	10	2.25	2.25	0.45	14#18Mc100 1 c/0.16	14#18Mc100 1 c/0.16		
P2	A4, A6, A7, A8, A9, A10, A12, A18, A20, A21, A22, A23, A24, A26	14	1.90	1.90	0.45	10#18Mc101 1 c/0.19	10#18Mc101 1 c/0.19		
P3	A5, A5', A11', A11, A19, A19', A25, A25'	4	1.60	2.60	0.45	13#16Mc102 1 c/0.20	10#18Mc103 1 c/0.16		8#14Mc104 1 c/0.21
P4	B1, B2, B3, B4, B6, B7, B8, B9, B10, B12, B13, B14, B15, B16, B17, B18, B20, B21, B22, B23, B24, B26, B27, B28	24	1.40	1.40	0.40	9#12Mc105 1 c/0.16	9#12Mc105 1 c/0.16		
P5	B5, B5', B11', B11, B19, B19', B25', B25	4	1.10	2.00	0.40	10#12Mc106 1 c/0.21	8#16Mc107 1 c/0.14		7#12Mc108 1 c/0.16
P6	C1, C2, C3, C4, C6, C7, C8, C9, C10, C12, C13, C14, C15, C16, C17, C18, C20, C21, C22, C23, C24, C26, C27, C28	24	1.20	1.20	0.30	7#14Mc109 1 c/0.18	7#14Mc109 1 c/0.18		
P7	C5, C5', C11', C11	4	0.70	1.40	0.30	9#10Mc110 1 c/0.16	5#14Mc111 1 c/0.14		5#14Mc111 1 c/0.14

Longitud de desarrollo de varillas a tracción

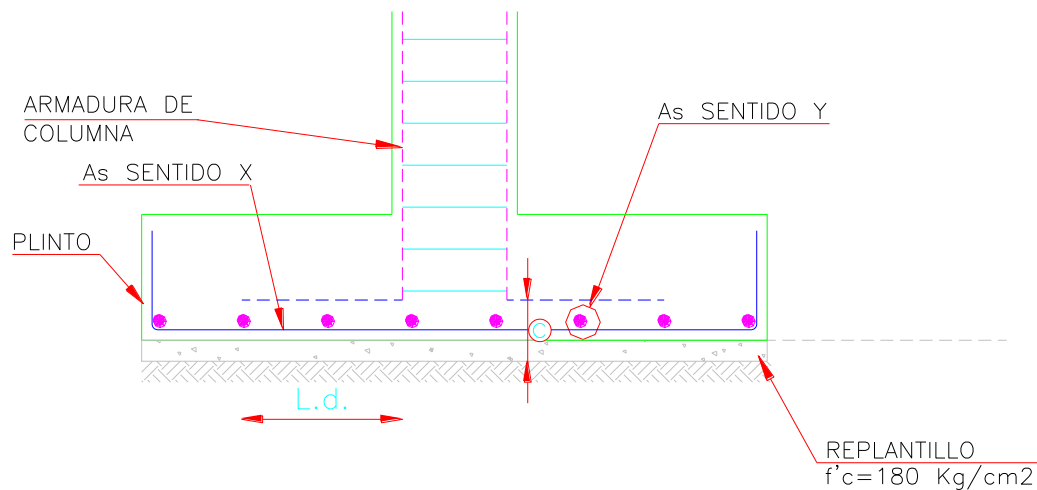


Figura 3.24 Longitud de desarrollo (L.d.)

a) Plintos exteriores

LONGITUD DE DESARROLLO

VARILLAS EN TRACCIÓN

$$l_d = \frac{d_b}{1.1} \frac{F_y}{\sqrt{f'_c}} \left[\frac{a + b + g + i}{c + K_{tr}} \right]$$

db=	25	mm	
fy=	4200	Kg/cm ²	
fc=	280	Kg/cm ²	
a =	1	var sup	1 otros
b =	1		
g =	1		
i =	0.8		
c =	0.1973	m	
Ktr=	0		

ld=	57.84	cm	
ld=	60	cm	ASUMIDO

b) Plintos intermedios

LONGITUD DE DESARROLLO

VARILLAS EN TRACCIÓN

$$l_d = \frac{db}{1.1} \frac{F_y}{\sqrt{f''c}} \frac{a b g i}{(c + K_{tr.}) db}$$

$db = 18$ mm
 $f_y = 4200$ Kg/cm²
 $f_c = 280$ Kg/cm²
 $a = 1$ var sup 1 otros
 $b = 1$
 $g = 1$
 $i = 0.8$
 $c = 0.1590$ m
 $K_{tr} = 0$

$l_d = 37.20$ cm
 $l_d = 40$ cm ASUMIDO

c) Plintos Internos

LONGITUD DE DESARROLLO

VARILLAS EN TRACCIÓN

$$l_d = \frac{db}{1.1} \frac{F_y}{\sqrt{f''c}} \frac{a b g i}{(c + K_{tr.}) db}$$

$db = 14$ mm
 $f_y = 4200$ Kg/cm²
 $f_c = 280$ Kg/cm²
 $a = 1$ var sup 1 otros
 $b = 1$
 $g = 1$
 $i = 0.8$
 $c = 0.1270$ m
 $K_{tr} = 0$

$l_d = 28.17$ cm
 $l_d = 30$ cm ASUMIDO

3.7. DISEÑO DEL REFUERZO EN GRADERÍO

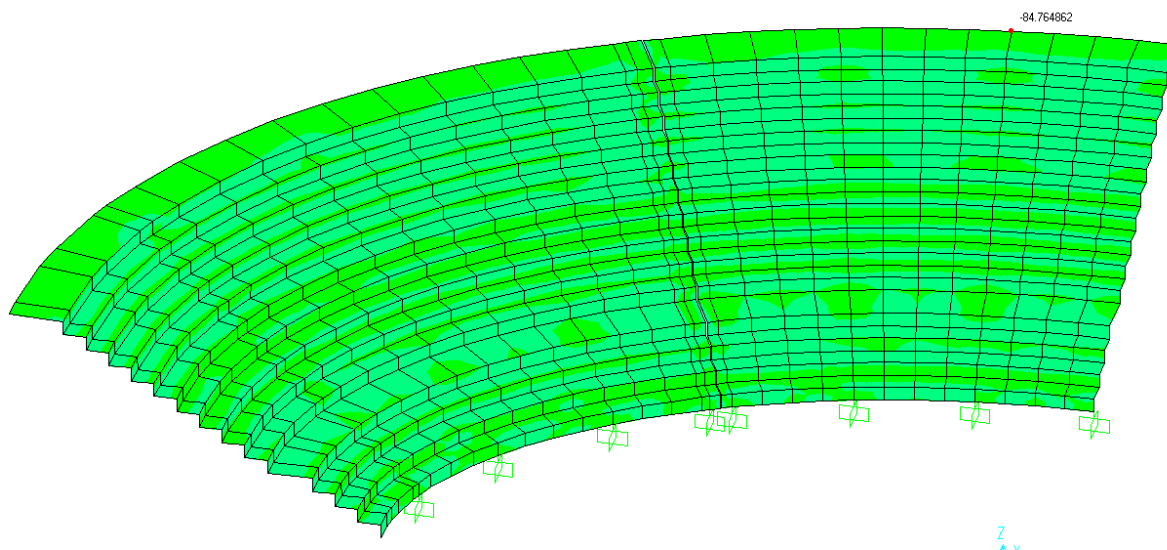


Figura 3.25 Momento máximo flector en graderío.

3.7.1 Refuerzo transversal y longitudinal

$f'c =$	280	kg.cm ²
$f_y =$	4200	kg.cm ²
$h =$	15	cm
$b_{1-1} =$	100	cm
$d_{1-1} =$	3.5	cm
$b_{2-2} =$	70	cm
$d_{2-2} =$	3.5	cm
$M_{max\ 1-1} =$	84.544	kg.cm
$M_{max\ 2-2} =$	84.765	kg.cm
$\phi =$	0.9	

$$k = 0.85 f'c . b . d$$

$$k_{1-1} = 83300$$

$$k_{2-2} = 58310$$

$$A_s = \frac{k}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_u}{\phi \cdot k \cdot d}} \right]; \phi = 0.9$$

$$A_s \text{ 1-1} = 0.0064 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ 2-2} = 0.0064 \text{ cm}^2$$

ARMADURA MINIMA

$$A_s \text{ min} = b * d * \frac{14}{F_y}$$

$$A_{smin} = 1.1667 \text{ cm}^2$$

ARMADURA POR TEMPERATURA

$$A_{stemp} = 0.0018 * b * h$$

$$A_{s.temp} = 2.7 \text{ cm}^2$$

2 Ø 10

CHEQUEO DEL CORTANTE

$$V_{max} = 1210 \text{ kg}$$

$$b_w = 150 \text{ cm}$$

$$d = 3,5 \text{ cm}$$

$$\emptyset = 0,85$$

$$v_c = 0.53 * \sqrt{f'c}$$

$$v_c = 8,87 \text{ Kg/cm}^2$$

$$v_u = \frac{V_u}{\Phi * b_w * d}$$

$$v_u = 2,71148459 \text{ kg/cm}^2$$

$V_u < V_c$

OK

3.5.3 Refuerzo en vértices

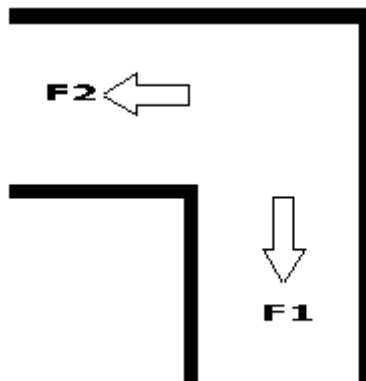


Figura 3.26 Esquema de fuerzas en vértices.

$$\begin{aligned}
 F_y &= 4200 \text{ kg.cm}^2 \\
 F_1 &= 15.655 \text{ T/m} \\
 F_2 &= 16.655 \text{ T/m}
 \end{aligned}$$

RESULTANTE

$$F_r = 22.86 \text{ T/m}$$

$$A_s = \frac{F_r}{F_y}$$

$$A_s/m = 5.442 \text{ cm}^2$$

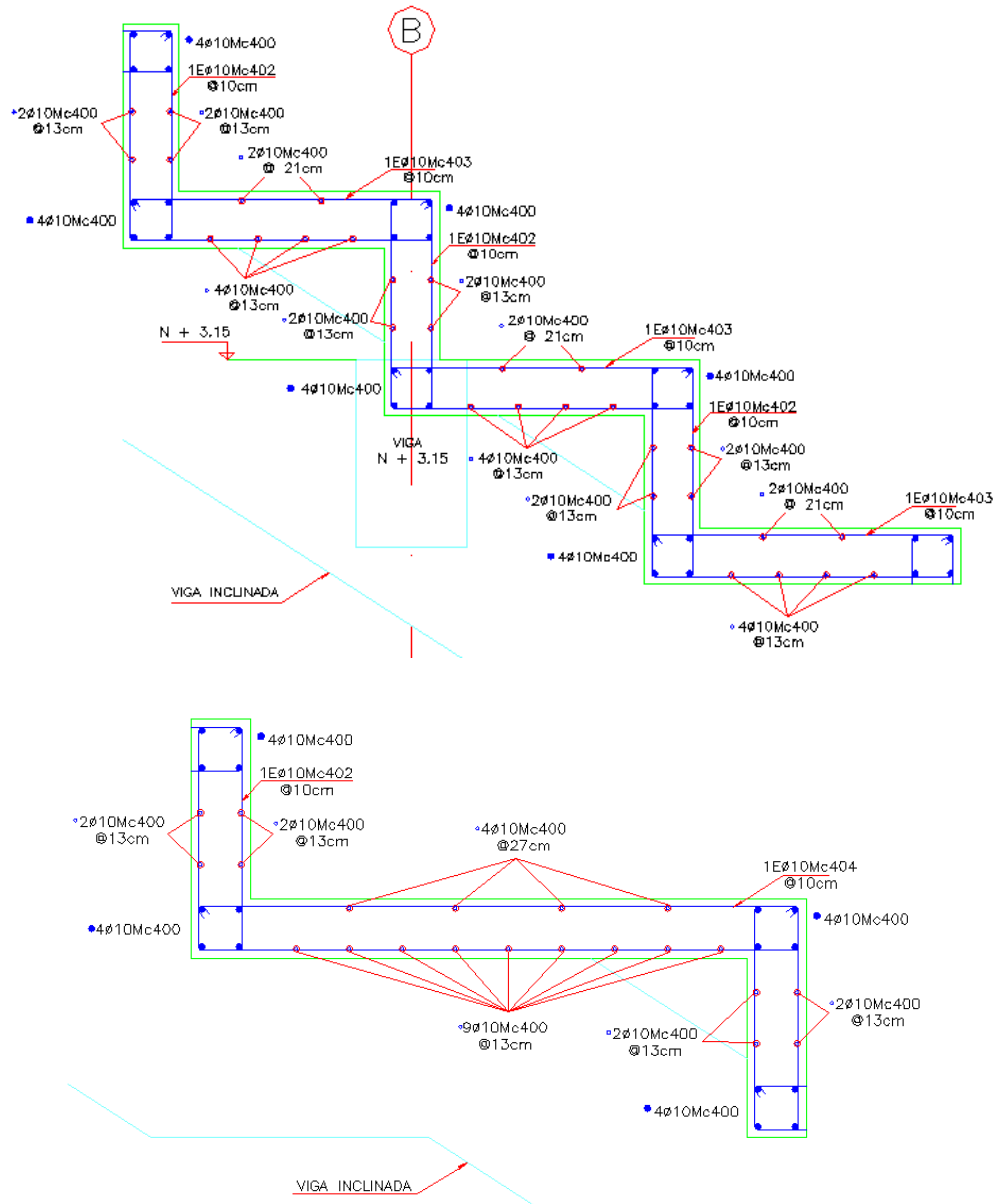


Figura 3.27 Esquema armado longitudinal en graderío.

BIOGRAFÍA DE LOS AUTORES

RODRIGO DANIEL ARÉVALO LUNA

Nace un 6 de Octubre de 1983 en la ciudad de Quito, hijo de la Sra. Maglory Edith Luna Santin y del Sr. Hitler Aníbal Arévalo Vizcaíno. Sus estudios primarios los curso en la Escuela “Oswaldo Guayasamin”, y los secundarios en el Colegio “San Vicente de Paul” de la capital.

HÉCTOR ANÍBAL OÑA CUJI

Nace un 15 de Noviembre de 1982 en la ciudad de Quito, hijo de la Sra. Zoila Victoria Cuji Gaguancela y el Sr. Héctor Aníbal Oña Lala. Sus estudios primarios los curso en la Escuela “Alberto Acosta Soberón”, y los secundarios en el Colegio “Instituto Tecnológico Superior Central Técnico” de la capital.

.

DECLARACIÓN

Nosotros: **RODRIGO DANIEL ARÉVALO LUNA** y **HÉCTOR ANÍBAL OÑA CUJI**, declaramos que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que este no ha sido presentado previamente para ningún grado o calificación profesional; y, que se han consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica del Ejército, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

RODRIGO D. ARÉVALO L.

HÉCTOR A. OÑA C.