

**IMPACTO EN LOS COSTOS DEL TIPO DE TEJA Y LA ZONA SÍSMICA EN  
EL DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA METÁLICA**

**OSCAR RENÉ PARRA RAMÍREZ  
CÉSAR HUMBERTO ROJAS GALLARDO**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA  
2008**

**IMPACTO EN LOS COSTOS DEL TIPO DE TEJA Y LA ZONA SÍSMICA EN  
EL DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA METÁLICA**

**OSCAR RENÉ PARRA RAMÍREZ  
CÉSAR HUMBERTO ROJAS GALLARDO**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de  
INGENIERO CIVIL**

**Director:**

**Gustavo Chio Cho  
Ing. Civil**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA  
2008**

## Dedicatoria

*A Dios,  
por su ayuda y bendiciones, no solo durante mi carrera  
universitaria sino también durante mi vida, por que sé que  
siempre ha estado ahí.*

*A mis padres MANUEL Y ANA,  
quienes siempre han estado conmigo brindándome su amor y  
apoyo incondicional.*

*A mis hermanos,  
Jesús Manuel, Fabio Eduardo y Ana Eisnelda.  
A Nancy, a mis sobrinos y a Jorge,  
a todos ellos por su compañía, por su apoyo, por las alegrías y  
consejos que me han brindado.*

*A Sindy Yudith,  
por su amor, compañía, apoyo y consejos,  
que han sido de gran ayuda durante el tiempo que  
ha estado a mi lado.*

*Al ingeniero Gustavo Chío Cho,  
Por sus enseñanzas y colaboración durante el desarrollo  
de nuestro trabajo de grado.*

*Oscar René.*

Dedicatoria

*Principalmente a Dios  
Por ser tan especial conmigo.*

*A mis padres César Augusto Rojas y Luz Stella Gallardo,  
A mis hermanos,  
Luz Marina, Paola Ximena y Sergio Augusto  
Por su apoyo incondicional durante mi carrera.*

*Al amor de mi vida Francy Panqueba,  
Por su apoyo, comprensión, respeto y amor,  
Por ser para mí aquella mujer con la que quiero surgir,  
Por ser mi pasado, presente y futuro.*

*Un gran agradecimiento especial al  
Ingeniero Gustavo Chío Chío,  
Por sus enseñanzas, su infinita paciencia y su colaboración  
Sin límites a todo momento.*

*César Humberto.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestro director de proyecto de grado el Ingeniero Civil Gustavo Chio Cho, por su acertada dirección, por compartir con nosotros sus enseñanzas con paciencia, cariño y mucha devoción.

A los demás profesores de la Escuela de Ingeniería Civil por guiarnos en este largo camino al brindarnos su amplio conocimiento.

A nuestros compañeros de estudio por brindarnos esa luz de esperanza en los momentos más difíciles.

A los ingenieros Miguel Antonio Peralta y Jorge Zapata, por su colaboración y enseñanzas entregadas durante parte del desarrollo de nuestro trabajo de grado.

## CONTENIDO

	<b>Pág</b>
INTRODUCCIÓN	13
1. ALCANCES Y OBJETIVOS DE LA TESIS	14
1.1 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	14
1.2 OBJETIVOS ACADÉMICOS	14
1.3 OBJETIVOS PROFESIONALES	15
2. ESTRUCTURA TIPO DISEÑADA	16
2.1 Características generales de la bodega	19
2.2 Elementos estructurales que conforman la bodega tipo	19
2.2.1 Módulo I	20
2.2.2 Módulo II	20
3. PARÁMETROS VARIADOS	21
3.1 Tipo de Teja	21
3.1.1 Cargas de Diseño	21
3.1.2 Distancia entre correas	21
3.1.3 Longitud de la cubierta en el sentido de la pendiente	21
3.1.4 Perfilería	21
3.2 Coeficiente de Aceleración Pico Efectiva $A_a$	22
3.2.1 Espectro de Aceleraciones de diseño	24
4. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS Y DISEÑO	25

4.1	Diseño de las correas	25
4.2	Análisis y diseño de los modelos en SAP-2000, cargando cada una de las correas	25
4.3	Diseño de conexiones soldadas y apernadas	25
4.4	Diseño de placas base para columnas	25
4.5	Diseño de cimentaciones	25
4.6	Chequeo de derivas	25
4.7	Grupos escogidos de los resultados obtenidos en el SAP	25
5.	EVALUACIÓN DE COSTOS	26
5.1	Costos directos	26
5.1.1	Materiales	26
5.1.2.	Mano de obra	27
5.2	Costos Indirectos	27
6.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	28
7.	CONCLUSIONES	48
	BIBLIOGRAFÍA	49
	ANEXOS	50

## LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 2.1 Modelo Tridimensional en SAP	16
Figura 2.2 Cercha Cubierta 1	16
Figura 2.3 Cercha Cubierta 2	17
Figura 2.4 Planta de Cimientos	17
Figura 2.5 Planta de Cubiertas	18
Figura 2.6 Planta Nivel 1 y 2	18
Figura 2.7 Fachada Principal	19
Figura 2.8 Corte Lateral	19
Figura 3.1 Espectro de Aceleración $A_a = 0.25$	23
Figura 3.2 Espectro de Aceleración $A_a = 0.05$	23
Figura 6.1 Resultados Peso Acero Refuerzo $A_a = 0.25$	29
Figura 6.2 Resultados Peso Acero Refuerzo $A_a = 0.05$	30
Figura 6.3 Resultados Volumen Acero $A_a = 0.25$	31
Figura 6.4 Resultados Volumen Acero $A_a = 0.05$	32
Figura 6.5 Resultados Costo Acero Refuerzo $A_a = 0.25$	33
Figura 6.6 Resultados Costo Acero Refuerzo $A_a = 0.05$	34
Figura 6.7 Resultados Costo Perfilera $A_a = 0.25$	35
Figura 6.8 Resultados Costo Perfilera $A_a = 0.05$	36
Figura 6.9 Resultados Costo Teja y Accesorios $A_a = 0.25$ y $A_a = 0.05$	37
Figura 6.10 Resultados Costo Platinas $A_a = 0.25$	38
Figura 6.11 Resultados Costo Platinas $A_a = 0.05$	39
Figura 6.12 Resultados Costo Concreto $A_a = 0.25$	40
Figura 6.13 Resultados Costo Concreto $A_a = 0.05$	41
Figura 6.14 Resultados Volumen Concreto $A_a = 0.25$	42
Figura 6.15 Resultados Volumen Concreto $A_a = 0.05$	43
Figura 6.16 Resultados Peso Concreto $A_a = 0.25$	44
Figura 6.17 Resultados Peso Concreto $A_a = 0.05$	45
Figura 6.18 Resultados Volumen Acero $A_a = 0.25$	46
Figura 6.19 Resultados Volumen Acero $A_a = 0.05$	47

## RESUMEN

### TITULO:

**IMPACTO EN LOS COSTOS DEL TIPO DE TEJA Y LA ZONA SÍSMICA EN EL DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA METÁLICA.\***

### AUTOR:

PARRA RAMÍREZ, Oscar René  
ROJAS GALLARDO, César Humberto \*\*

### PALABRAS CLAVES:

Tipos de Teja, coeficiente de aceleración pico efectiva, estructura metálica, metodología de diseño LRFD.

### DESCRIPCIÓN:

En este documento se presentan las herramientas y criterios que se deben tener en cuenta para llevar a cabo el diseño más óptimo de una estructura metálica, con el fin de que el estudiante de la Asignatura Diseño de Estructuras Metálicas dictada en el pensum de Ingeniería Civil en la Universidad Industrial de Santander tenga acceso a una guía segura y confiable.

El método de diseño utilizado es el recomendado por la norma sismorresistente vigente NSR-98 llamado método de diseño con factores de carga y de resistencia (LRFD).

Los modelos tridimensionales se analizaron en el SAP 2000 versión 10 (software de análisis estructural) teniendo en cuenta los requerimientos exigidos por la norma sismorresistente NSR-98.

Este documento consta de seis capítulos de fácil entendimiento orientados de la siguiente manera: objetivos y alcances del proyecto, descripción detallada de la estructura a diseñar, parámetros variados durante el diseño, diseño tipo de la bodega, análisis de precios unitarios y análisis de resultados obtenidos. En su parte final, el libro contiene una serie de anexos que ayudarán al lector a comprender y utilizar los conceptos aplicados en el mismo.

Para que el lector comprenda de forma acertada el contenido de este libro debe conocer algunos conceptos básicos del diseño de estructuras metálicas y manejo del software de análisis estructural SAP 2000.

---

\* Proyecto de grado.

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela De Ingeniería Civil.  
Director: Ing.. Gustavo Chio Cho.

## ABSTRACT

### TITTLE:

**IMPACT IN COSTS OF THE TYPE OF TILE AND SISMIC ZONE IN THE DESIGN OF A METALIC STRUCTURE.\***

### AUTHORS:

PARRA RAMÍREZ, Oscar René

ROJAS GALLARDO, César Humberto \*\*

### KEY WORDS:

Types of tile, effective peak acceleration coefficient, metalic structure, LRFD design methodology.

### DESCRIPTION:

Tools and criteria that must be followed to achieve the most optimum design for a metallic structure are presented in this document with the goal of giving the student of the subject "Metallic structures design" included in the Universidad Industrial de Santander Civil Engineering pensum, access to a safe and reliable guide.

The design method used is the recommended by earthquake resistant norm NSR-98 denominated "load and resistance factors design method (LRFD)".

Tridimensional models were analyzed on the SAP 2000 version 10 software (structural analysis software) following the requirements demanded by the NSR-98 earth quake resistance standards.

The design method has six easy learning chapters guided as follows: Objectives and Project scope, detailed description of the structure to be designed, parameters varied during the design process, type of warehouse design, analyses of unit prices and obtained results analysis. On it's final part, the book contains a series of annexes that will help the reader to understand and apply the concepts studied in it.

In order to help the reader to understand the content of this book, he has to know some basic concepts of metallic structures design and he must should know the structural analysis software SAP 2000.

---

\* Degree Project

\*\* Faculty of Physical-Mechanical Engineering, Shool of Civil Engineering.  
Director: Eng. Gustavo Chio Cho.

## INTRODUCCIÓN

El siguiente texto tiene como objetivo dar a conocer al lector la mejor alternativa de diseño de una estructura metálica.

En este documento se presentan las herramientas y los criterios que se requieren para llevar a cabo el diseño más óptimo de una bodega metálica tipo, con el fin de que el lector tenga una guía válida y confiable.

El libro consta de 6 capítulos, el primero contiene los objetivos y alcances de este proyecto. En el segundo capítulo da al lector una orientación física de la estructura metálica tipo que va a ser diseñada. El tercer capítulo contiene los parámetros que varían durante el diseño y la forma en que influyen en el mismo. El cuarto capítulo brinda al lector los pasos que se deben seguir para llevar a cabo el diseño de la estructura metálica tipo. El quinto capítulo contiene todo lo relacionado con el análisis de precios unitarios que se debe hacer en cada diseño, finalmente en el capítulo siete se presenta al lector los resultados obtenidos en cada diseño, al igual que sus respectivos análisis. Después del capítulo seis se presentan las conclusiones finales, resultado del análisis general del proyecto.

Finalmente el libro trae una serie de anexos, que constituyen las herramientas necesarias para cumplir el objetivo principal del mismo. Entre estos catálogos encontramos los manuales de tejas, y perfilaría de acero, entre otros.

## **1. ALCANCES Y OBJETIVOS DE LA TESIS**

### **1.1 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN**

Después de llevar a cabo cada uno de los diseños y estimar sus respectivos costos generamos una gráfica (ver Capítulo 7-Análisis de resultados) teniendo en cuenta las siguientes variables:

- Costos
- Aceleración pico efectiva  $A_a$
- Tipo de teja

Las gráficas anteriores sirvieron para llevar a cabo un análisis comparativo entre los diseños (ver Conclusiones-Numeral 1). Bajo la premisa anterior se puede concluir que el objetivo se cumplió.

### **1.2 OBJETIVOS ACADÉMICOS**

Para llevar a cabo el diseño de la bodega tipo (ver Anexo 2-Ejemplo base) para cada una de las variables estudiadas se profundizó ampliamente en los temas (ver Anexo 1-Fundamentación) adquiridos en la Asignatura Diseño de Estructura Metálicas y se aplicaron de acuerdo a lo estipulado en la NSR-98. Con lo anterior podemos afirmar que el objetivo anterior se cumplió.

Para cada diseño se realizó el análisis de precios unitarios respectivo (ver Anexo 2-Ejemplo base Numeral 11), teniendo en cuenta los precios comerciales de materiales dados por las empresas FAJOVE, A STECKERL y DISTRIBUCIONES COLOMBIA; así como la mano de obra cotizada por varios contratistas; cumpliendo de manera satisfactoria el objetivo propuesto en el Plan de Proyecto.

Los modelos tridimensionales se analizaron en el SAP 2000 versión 10(ver Anexo 3-Modelos Analizados en SAP), cumpliendo con el objetivo que implica el uso de un software de análisis estructural como herramienta de diseño.

### **1.3 OBJETIVOS PROFESIONALES**

Se llevó a cabo el diseño de la estructura metálica en forma detallada (ver Anexo 2-Ejemplo base), cumpliendo con nuestro objetivo profesional.

## 2. ESTRUCTURA TIPO DISEÑADA

Figura 2.1 Modelo Tridimensional En Sap

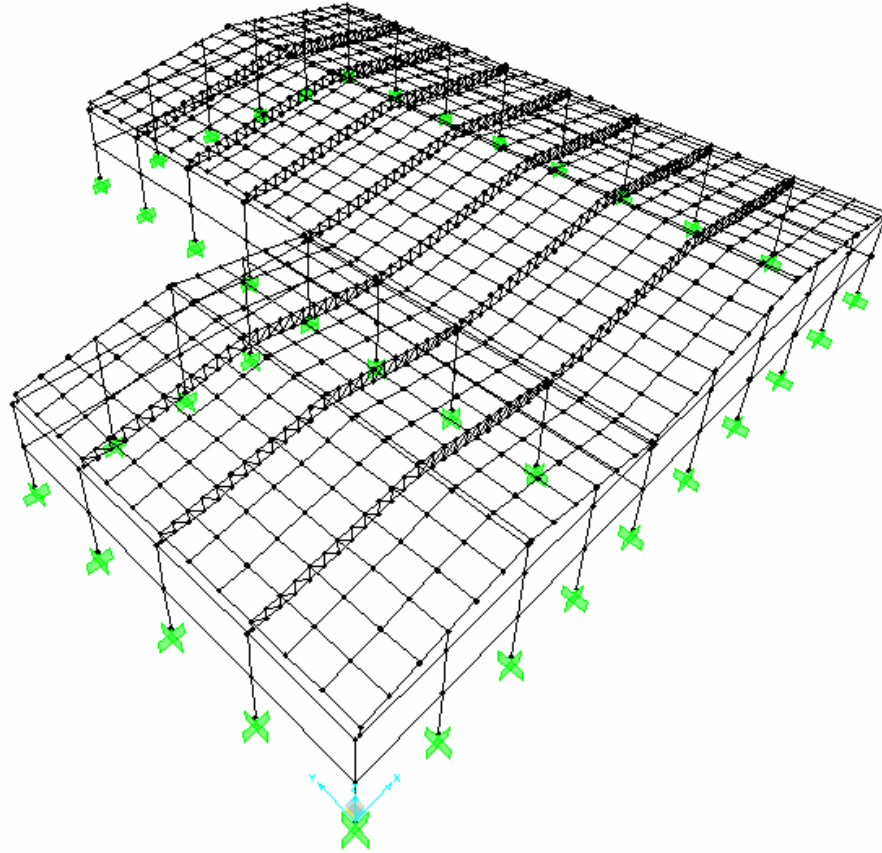


Figura 2.2 Cercha Cubierta 1



Figura 2.3 Cercha Cubierta 2

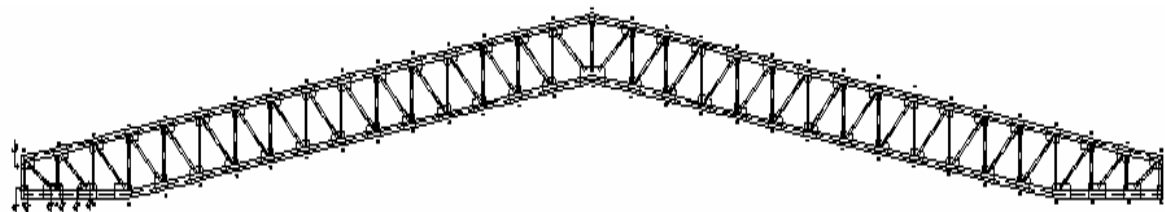


Figura 2.4 Planta de Cimientos

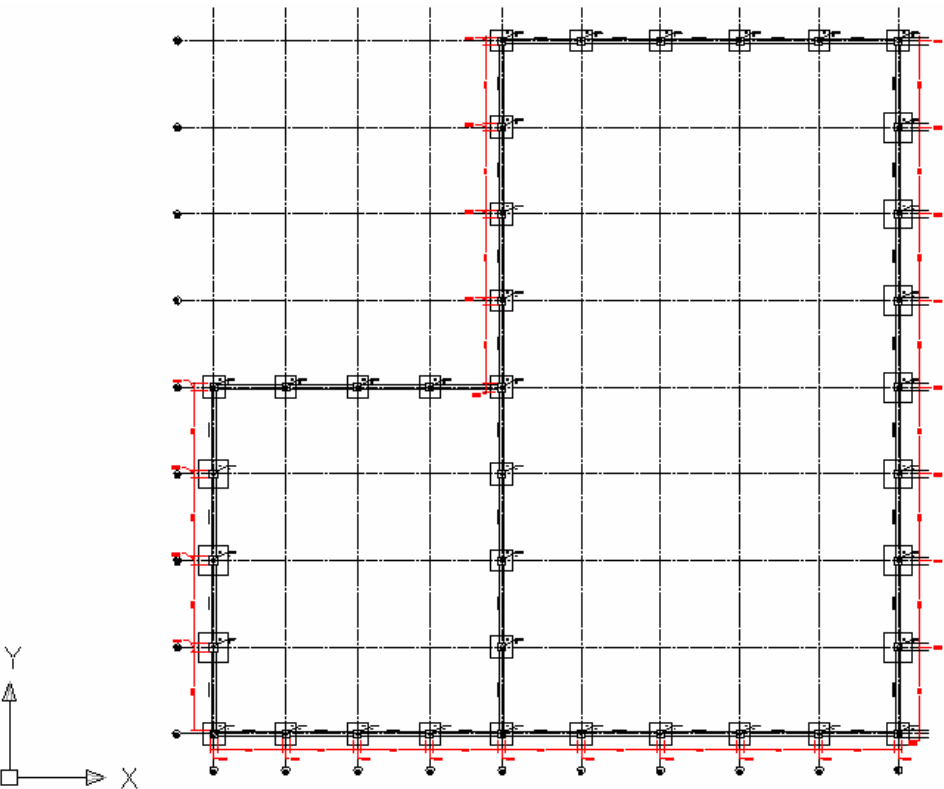


Figura 2.5 Planta de Cubiertas

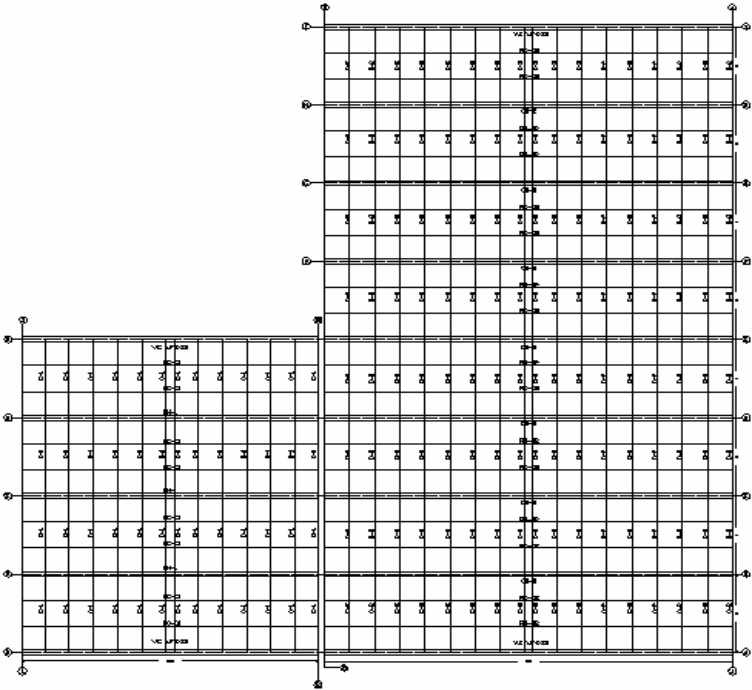
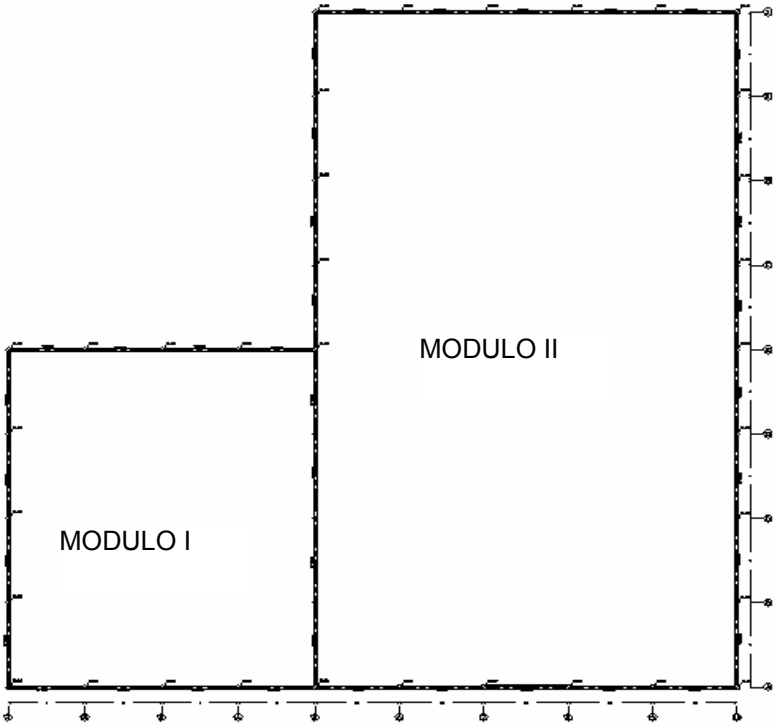
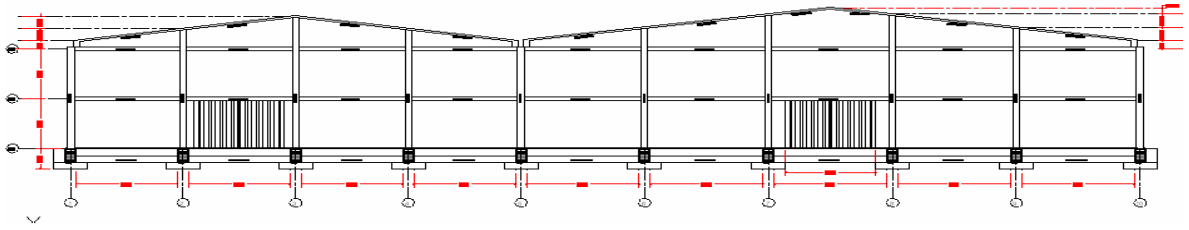


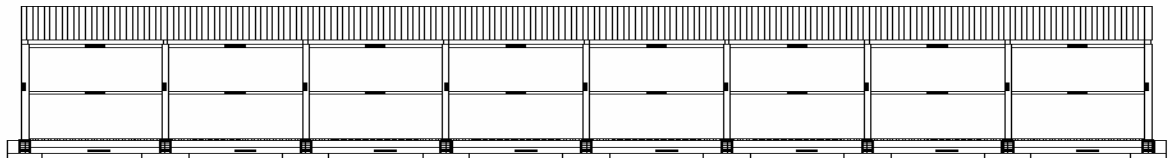
Figura 2.6 Planta Nivel 1 y 2



**Figura 2.7 Fachada Principal**



**Figura 2.8 Corte Lateral**



## **2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA BODEGA**

- Área = 1720 m<sup>2</sup>
- Perímetro = 191 m
- Número de Niveles = 3
- Altura entre niveles = 3 m
- Altura máxima cubierta 1 = 7.91 m
- Altura máxima cubierta 2 = 8.41 m

## **2.2 ELEMENTOS ESTRUCTURALES QUE CONFORMAN LA BODEGA TIPO**

La bodega tipo está formada por:

- 37 columnas metálicas de perfil circular.
- 38 vigas metálicas de perfil H Americano de ala ancha-WF para el Nivel I y el Nivel II.
- 37 zapatas de concreto reforzado de sección cuadrada.
- 38 vigas de amarre de concreto reforzado de sección rectangular.

La bodega se divide en dos módulos continuos con las siguientes características:

### **2.2.1 Módulo I**

- Ancho = 20 m
- Profundidad = 24 m
- Tres cerchas formadas por perfiles en dos ángulos sencillos pegados espalda con espalda, espaciadas 6 metros con una luz de 19.5 m.
- Correas en perfil de lámina delgada en C.
- Vigas corona metálicas que hacen parte de la cubierta.
- Teja y caballete de Eternit.

### **2.2.2 Módulo II**

- Ancho = 27.5 m
- Profundidad = 48 m
- Siete cerchas formadas por perfiles en dos ángulos sencillos pegados espalda con espalda, espaciadas 6 metros con una luz de 27 m.
- Correas en perfil de lámina delgada en C.
- Vigas corona metálicas que hacen parte de la cubierta.
- Teja y caballete de Eternit.

### 3. PARÁMETROS VARIADOS

Para cada diseño se tuvieron en cuenta las siguientes variables:

#### 3.1 TIPO DE TEJA

Para el diseño de la bodega se utilizaron los siguientes tipos de teja (ver Anexo 5-Materiales):

- Zinc
- Sin Traslapo
- Ondulada 1000 (asbesto-cemento)
- Canaleta 90 (asbesto-cemento)

Cada tipo de teja influye en los siguientes parámetros:

**3.1.1 Cargas de Diseño.** La variación en el peso de la teja influye en forma directa en la carga muerta de diseño; así como la variación de pendiente afecta las cargas de viento y la carga viva.

**3.1.2 Distancia entre correas.** La distancia entre correas es diferente para cada tipo de teja, lo cuál hace que varíe el número total de las mismas según sea el caso. Esta variación de correas afecta en forma directa el costo de la cubierta.

**3.1.3 Longitud de la cubierta en el sentido de la pendiente.** La variación en la pendiente para cada tipo de teja afecta en forma directa dicha longitud, lo cuál implica un cambio en el número de tejas; el cuál se reflejará en los costos de la cubierta.

**3.1.4 Perfilería.** Debido a que las cargas de diseño se ven afectadas por el peso de la teja, se espera una variación en la perfilería exigida por los elementos estructurales que conforman la bodega en cada diseño.

### 3.2 COEFICIENTE DE ACELERACIÓN PICO EFECTIVA $A_a$

Para el diseño de la bodega se utilizaron dos coeficientes de aceleración pico efectiva diferentes:

- Un valor de  $A_a$  igual a 0.05

Este valor corresponde a una región clasificada como zona de Amenaza Sísmica Baja (ver Anexo 1-Fundamentación Numeral 2).

- Un valor de  $A_a$  igual a 0.25

Este valor corresponde a una región clasificada como zona de Amenaza Sísmica Alta (ver Anexo 1-Fundamentación Numeral 2).

Para cada uno de los valores de  $A_a$  se generó un espectro de aceleraciones con las siguientes condiciones:

- El coeficiente de importancia escogido corresponde al de una edificación clasificada como Estructuras de Ocupación normal del Grupo I, cuyo valor es  $I = 1.0$  (ver Anexo 1-Fundamentación Numeral 2).
- EL coeficiente de sitio escogido corresponde al tipo de perfil de suelo S1 cuyo valor es  $S = 1.0$  (ver Anexo 1-Fundamentación Numeral 2).
- Los valores de  $A_a$  descritos anteriormente en el numeral 4.2.1 y 4.2.2.

Las gráficas del espectro de aceleraciones para cada valor de  $A_a$  son:

Figura 3.1 Espectro de Aceleración  $A_a = 0.25$

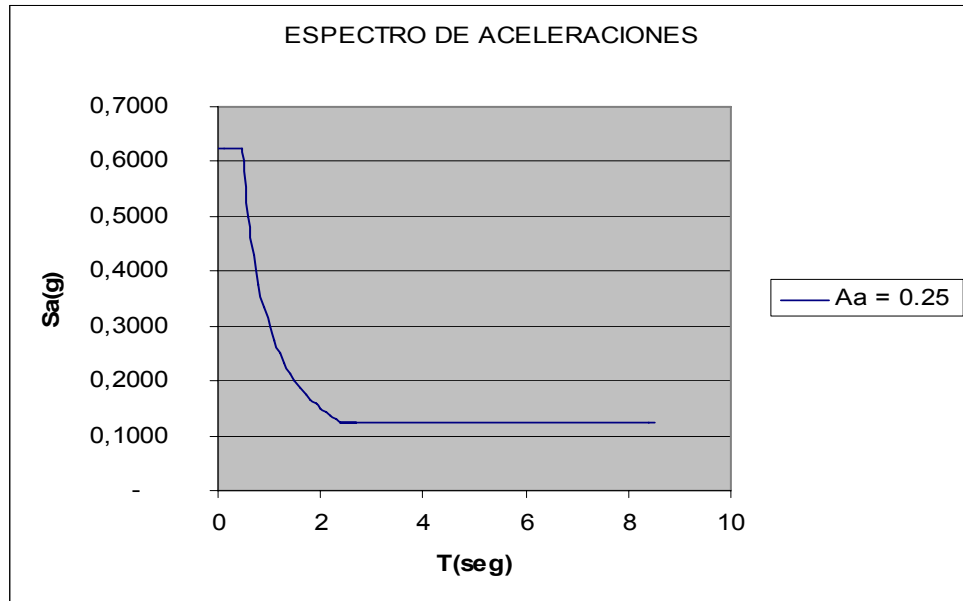
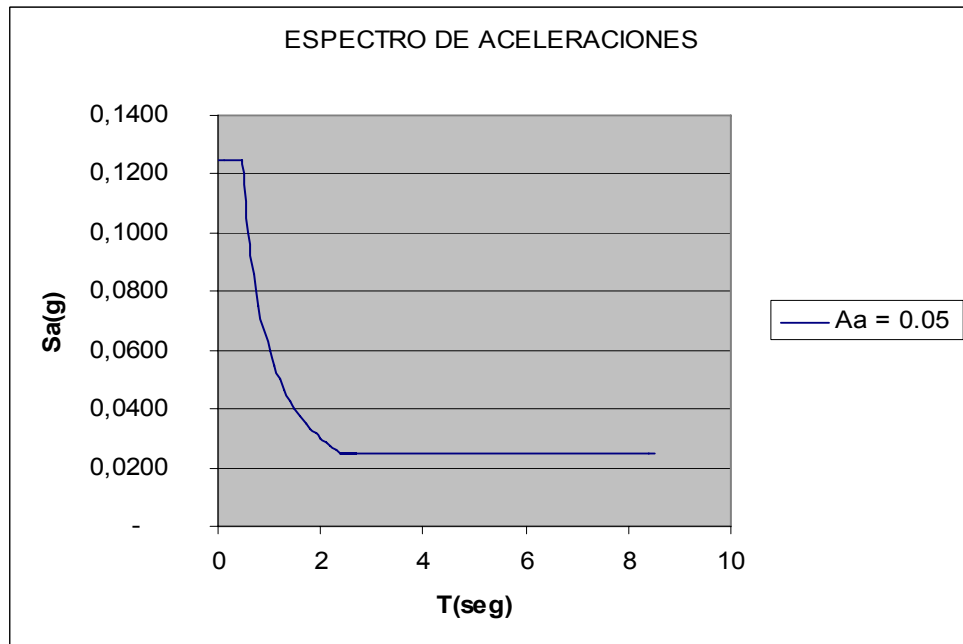


Figura 3.2 Espectro de Aceleración  $A_a = 0.05$



El valor de  $A_a$  influye en los siguientes parámetros:

**3.2.1 Espectro de Aceleraciones de diseño.** El valor de  $A_a$  afecta en forma directa el valor de  $S_a$ , lo cuál hace que varíe la fuerza sísmica y por lo tanto la sollicitación de sección de algunos elementos estructurales.

Bajo las condiciones anteriores se generaron un total de 8 modelos diferentes:

- Un modelo para cada tipo de teja con un valor de  $A_a$  igual a 0.05
- Un modelo para cada tipo de teja con un valor de  $A_a$  igual a 0.25.

## **4. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS Y DISEÑO**

El procedimiento de análisis y diseño fue el siguiente:

### **4.1 DISEÑO DE LAS CORREAS**

(Ver Anexo 2-Ejemplo Base Numeral 2).

### **4.2 ANÁLISIS Y DISEÑO DE LOS MODELOS EN SAP-2000, CARGANDO CADA UNA DE LAS CORREAS**

(ver Anexo 3-Modelos Analizados en SAP).

### **4.3 DISEÑO DE CONEXIONES SOLDADAS Y APERNADAS**

(ver Anexo 1-Fundamentación Numeral 7 y 8 y Anexo 2-Ejemplo base Numeral 4 y 5).

### **4.4 DISEÑO DE PLACAS BASE PARA COLUMNAS**

(ver Anexo 2- Ejemplo base Numeral 6)

### **4.5 DISEÑO DE CIMENTACIONES**

(ver Anexo 1-Fundamentación Numeral 4 y Anexo 2-Ejemplo base Numeral 7 y 8).

### **4.6 CHEQUEO DE DERIVAS**

(ver Anexo 1-Fundamentación Numeral 1 y Anexo 2-Ejemplo Base Numeral 3).

### **4.7 GRUPOS ESCOGIDOS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL SAP**

(ver Anexo 4- Grupos de diseño).

## 5. EVALUACIÓN DE COSTOS

La evaluación de costos se hizo para cada uno de los modelos de bodega diseñados (ver Anexo 2-Ejemplo base).

Dicho presupuesto general está formado por dos grandes ramas:

### 5.1 COSTOS DIRECTOS

Los costos directos se subdividen a su vez en Materiales y Mano de obra.

**5.1.1 Materiales.** Entre los materiales encontramos (ver Anexo 5- Materiales):

**a) Perfilería**

- Ángulos tipo Americano de lados iguales
- Perfiles H Americano de Ala Ancha-WF
- Perfil Circular en tubería de Acero
- Perfiles Estructurales sencillos de Lámina Delgada

**b) Concreto**

- Pedestales
- Zapatas
- Vigas de Amarre

**c) Acero**

- Barras de refuerzo
- Platinas

**d) Otros**

- Tejas y Accesorios

Los materiales se cotizaron en tres empresas diferentes:

- FAJOBE
- A. STECKERL
- DISTRIBUCIONES COLOMBIA

Se obtuvieron precios por longitud de 6 metros para el caso de las tejas y de la perfilera, por kilogramo para el acero; por metro cúbico para el concreto y por unidad para los accesorios (ver Anexo 2- Ejemplo Base Numeral 11).

**5.1.2. Mano de obra.** La mano de obra se cotizó con contratistas independientes de la siguiente manera (ver Anexo 2- Ejemplo base Numeral 11):

a) Ensamble y Armado de la Estructura Metálica  
Se cotizó a \$ 2300/kg incluyendo los cordones de soldadura.

b) Zapatas  
Se cotizó a \$ 70000/m<sup>3</sup>

c) Vigas de Amarre  
Se cotizó a \$ 75000/m<sup>3</sup>

Los precios anteriores incluyen el costo de prestaciones sociales.

## **5.2 Costos Indirectos**

Los costos indirectos contemplan el A.I.U (Administración, Imprevistos y Utilidades) y equivalen al 20 % de los costos directos.

## 6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación se presentan una serie de gráficos donde se muestra la influencia de los parámetros variados en las cantidades de material y costos del proyecto.

- **RESULTADOS PESO DE ACERO DE REFUERZO PARA UN VALOR DE  $A_a = 0,25$**

TEJA	PESO DE ACERO DE REFUERZO (KG)	Wteja (KG/M <sup>2</sup> )	% CRECIMIENTO
ZINC	2.583,97	3,22	0
SIN TRASLAPO	2.601,48	6,10	0,68
OND 1000	2.673,01	13,60	3,44
CANALETA 90	2.697,95	17,40	4,41

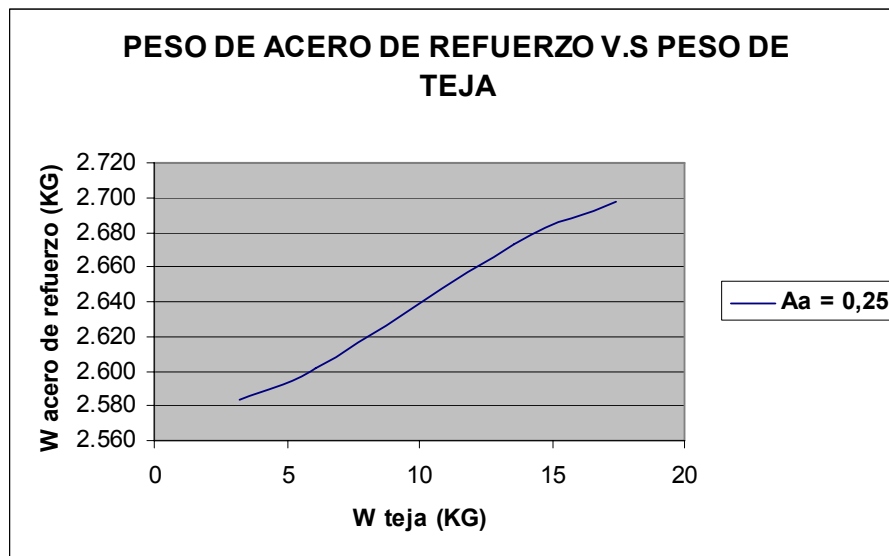
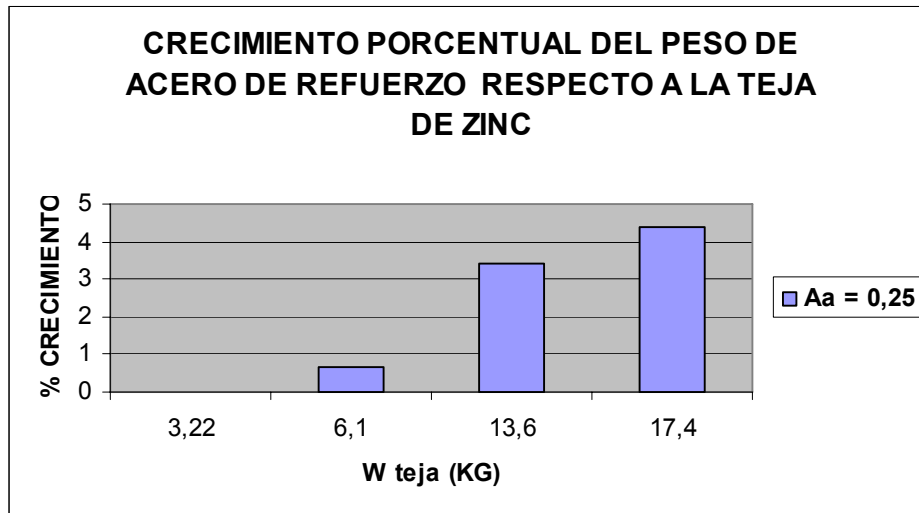


Figura 6.1 Resultados Peso Acero Refuerzo Aa = 0.25

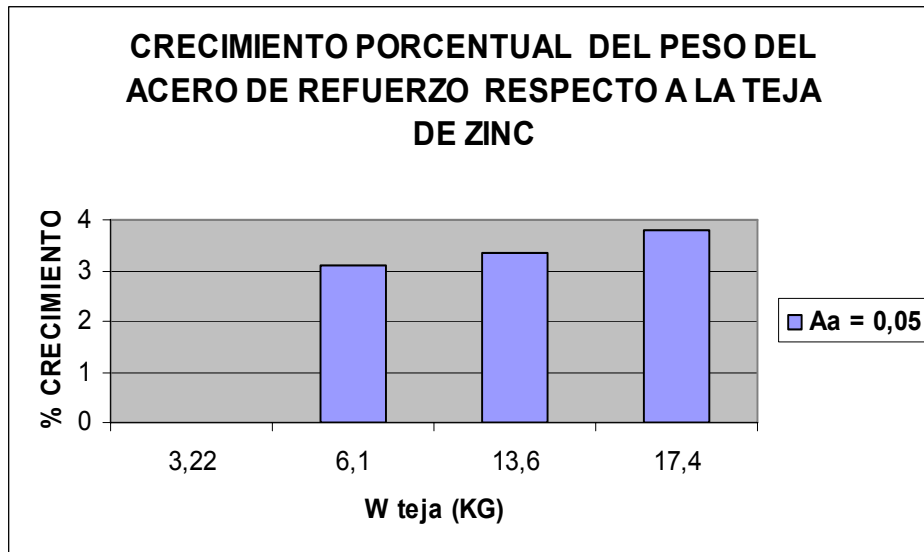
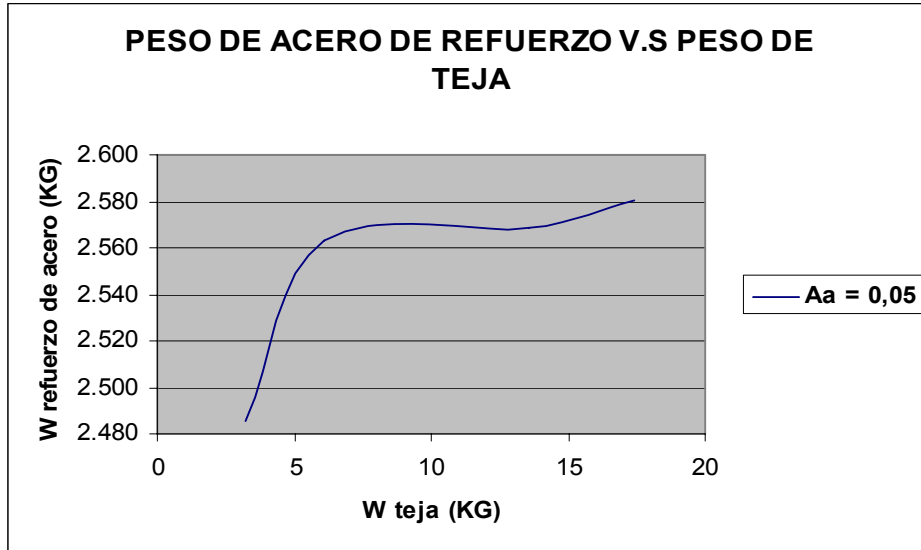


En la grafica superior se observa una dependencia casi lineal, directa y proporcional entre la cantidad de acero de refuerzo solicitada por la estructura y las tejas utilizadas para los diseños. La grafica inferior deja ver claramente que la variación en cantidad de refuerzo de una teja a otra no es significativa.

- **RESULTADOS PESO DE ACERO DE REFUERZO PARA UN VALOR DE Aa = 0,05**

TEJA	PESO DE ACERO DE REFUERZO (KG)	Wteja (KG/M <sup>2</sup> )	% CRECIMIENTO
ZINC	2.485,73	3,22	0
SIN TRASLAPO	2.563,17	6,10	3,12
OND 1000	2.568,84	13,60	3,34
CANALETA 90	2.580,07	17,40	3,79

Figura 6.2 Resultados Peso Acero Refuerzo Aa = 0.05

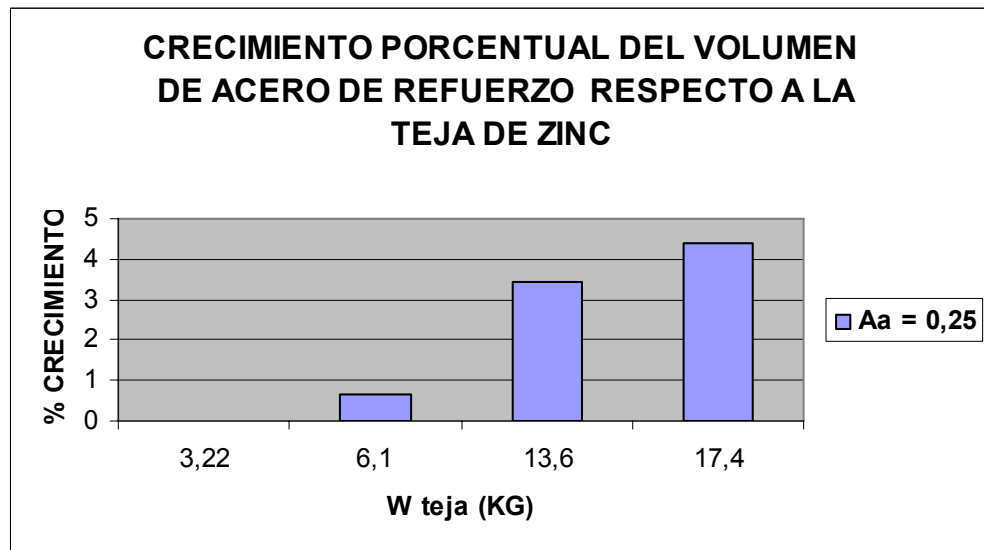
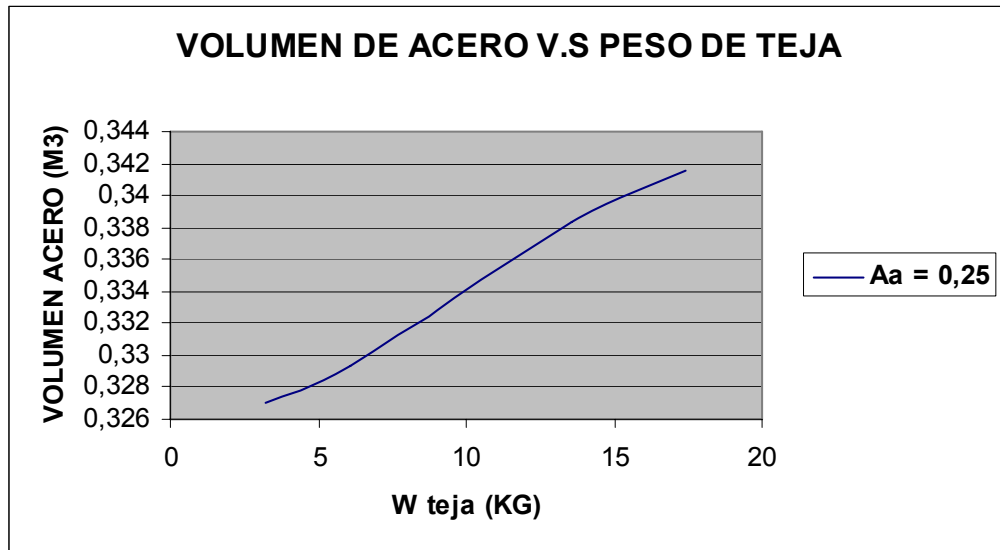


Se mantiene una relación de dependencia directa y proporcional entre el tipo de teja y la cantidad de refuerzo solicitado, aunque la tendencia no es tan lineal como en el caso anterior. Además podemos observar que el peso de la teja no es definitivo en lo que tiene que ver con la solicitud de acero de refuerzo, ya que la diferencia porcentual de una teja a otra no es considerable.

- **RESULTADOS VOLUMEN DE ACERO DE REFUERZO PARA UN VALOR DE  $A_a = 0,25$**

TEJA	VOL DE ACERO DE REFUERZO (M3)	Wteja (KG/M <sup>2</sup> )	% CRECIMIENTO
ZINC	0,327	3,22	0
SIN TRASLAPO	0,329	6,10	0,68
OND 1000	0,338	13,60	3,44
CANALETA 90	0,342	17,40	4,41

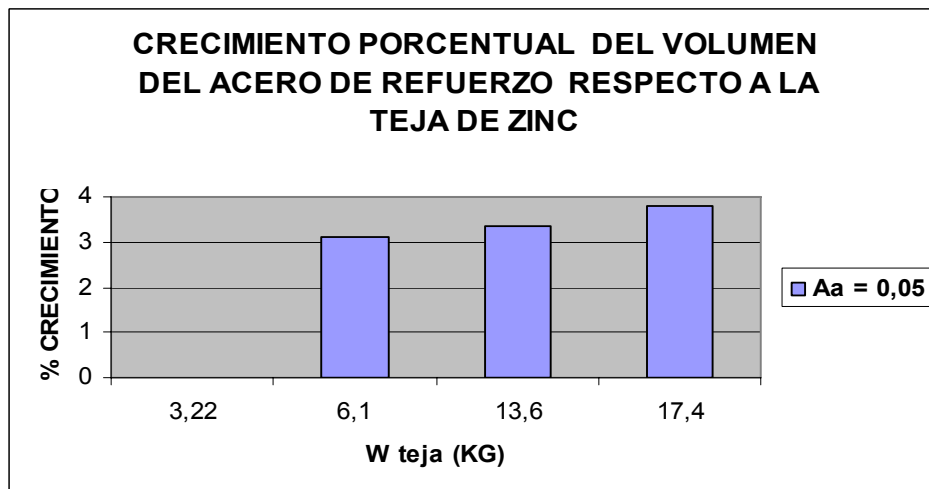
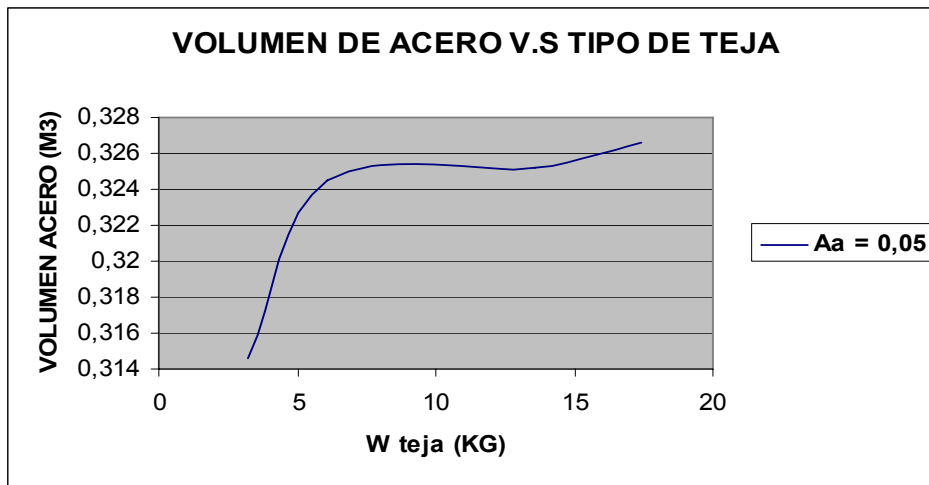
Figura 6.3. Resultados Volumen Acero  $A_a = 0.25$



- **RESULTADOS VOLUMEN DE ACERO DE REFUERZO PARA UN VALOR DE  $A_a = 0,05$**

TEJA	VOL DE ACERO DE REFUERZO (M3)	Wteja (KG/M <sup>2</sup> )	% CRECIMIENTO
ZINC	0,315	3,22	0
SIN TRASLAPO	0,324	6,10	3,115
OND 1000	0,325	13,60	3,34
CANALETA 90	0,326	17,40	3,795

Figura 6.4. Resultados Volumen Acero  $A_a = 0.05$

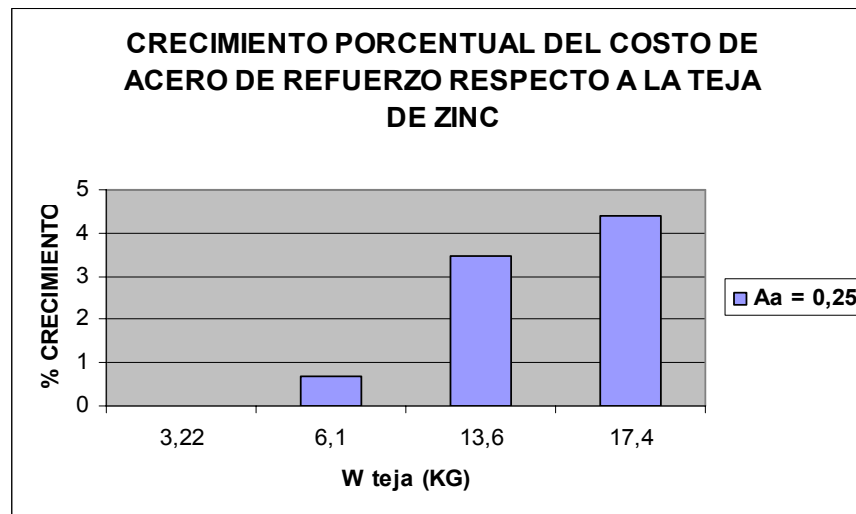
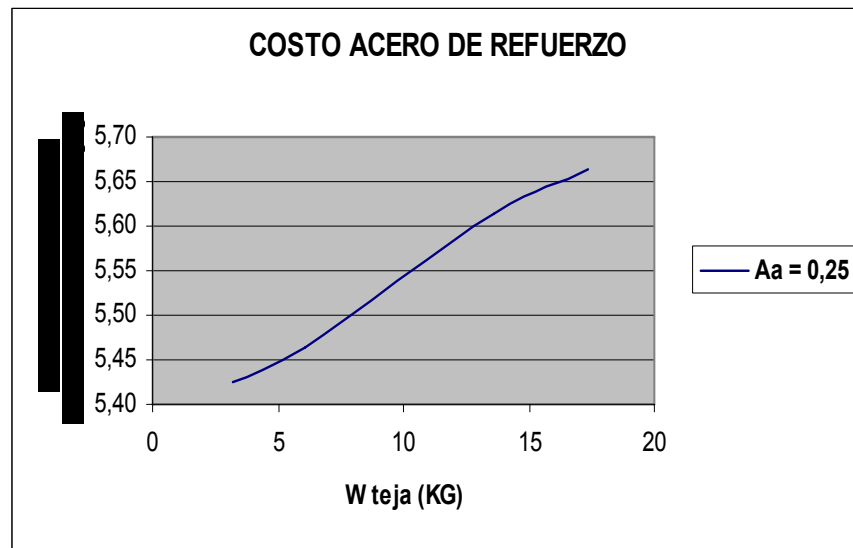


Este caso sigue el mismo comportamiento descrito anteriormente para las graficas de PESO DE ACERO V.S PESO DE TEJA para los dos valores de  $A_a$  estudiados.

- **RESULTADOS COSTOS DE ACERO DE REFUERZO PARA UN VALOR DE Aa = 0,25**

TEJA	COSTO DE ACERO DE REFUERZO (\$)	Wteja (KG/M <sup>2</sup> )	% CRECIMIENTO
ZINC	5.426.338,68	3,22	0
SIN TRASLAPO	5.463.118,08	6,10	0,68
OND 1000	5.613.322,68	13,60	3,45
CANALETA 90	5.665.685,76	17,40	4,41

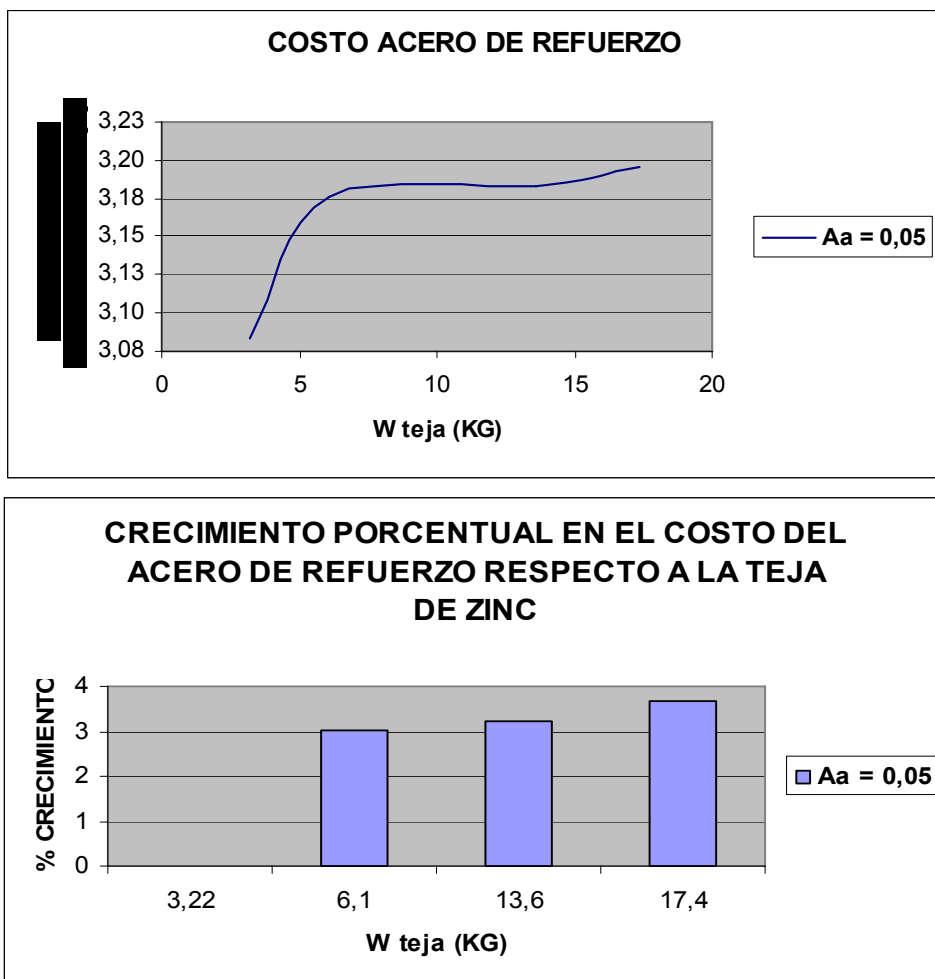
Figura 6.5 Resultados Costo Acero Refuerzo Aa = 0.25



- **RESULTADOS COSTOS DE ACERO DE REFUERZO PARA UN VALOR DE  $A_a = 0,05$**

TEJA	COSTO DE ACERO DE REFUERZO (\$)	Wteja (KG/M <sup>2</sup> )	% CRECIMIENTO
ZINC	3.083.340,48	3,22	0
SIN TRASLAPO	3.176.266,08	6,10	3,01
OND 1000	3.183.074,88	13,60	3,23
CANALETA 90	3.196.548,48	17,40	3,67

Figura 6.6 Resultados Costo Acero Refuerzo  $A_a = 0.05$

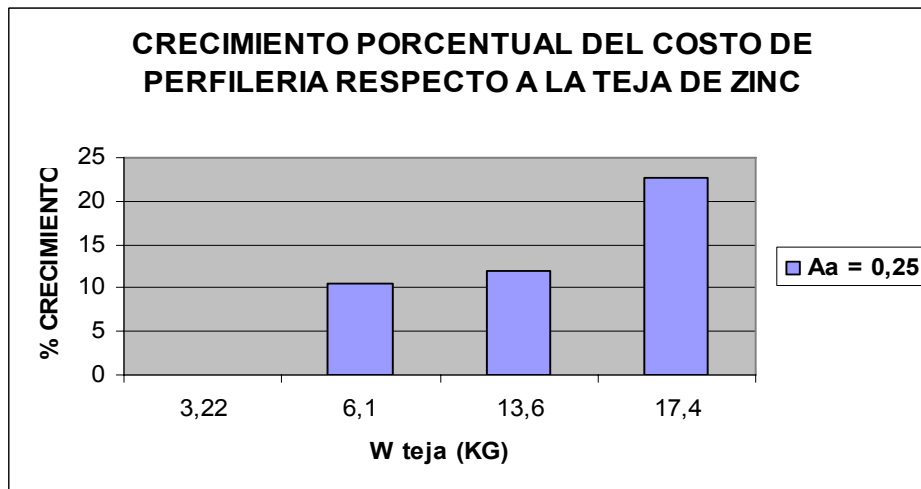
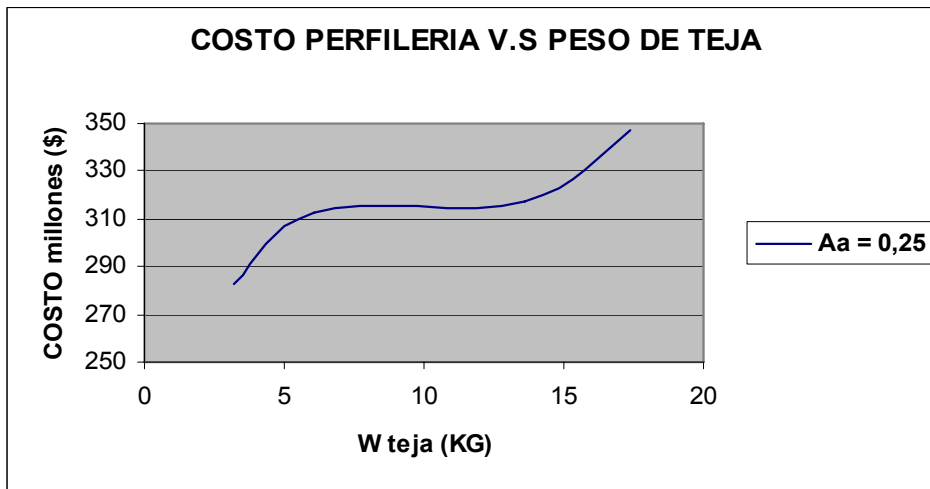


Debido a que el costo total de acero depende de la cantidad de refuerzo solicitado su variación es idéntica a la explicada en la graficas de PESO DE ACERO DE REFUERZO V.S. PESO DE TEJA para los dos valores de  $A_a$  estudiados. El costo por cantidad de acero de refuerzo no aumenta en forma significativa al aumentar el peso de la teja.

• **RESULTADOS COSTOS DE PERFILERIA PARA UN VALOR DE  $A_a = 0,25$**

TEJA	COSTO DE PERFILERIA (\$)	Wteja (KG/M <sup>2</sup> )	% CRECIMIENTO
ZINC	283.221.782,44	3,22	0
SIN TRASLAPO	313.208.745,20	6,10	10,59
OND 1000	317.242.493,14	13,60	12,01
CANALETA 90	347.451.678,92	17,40	22,68

Figura 6.7 Resultados Costo Perfilera  $A_a = 0.25$

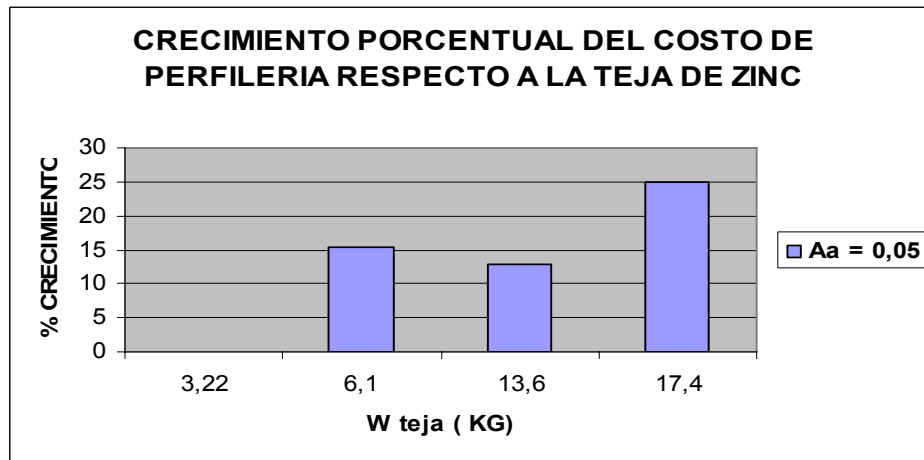
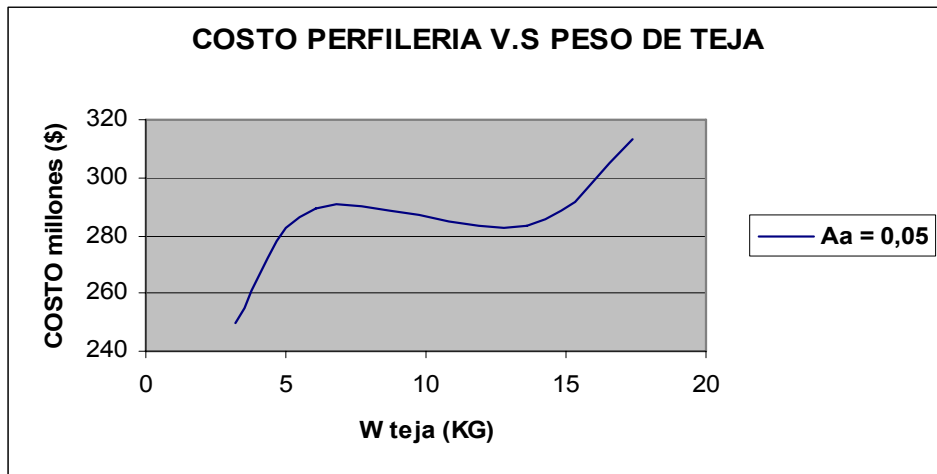


A medida que aumenta el peso de la teja se presenta un incremento notable en los costos de perfilera, razón por lo cual a la hora de proponer un diseño se debe prestar atención en la escogencia de la teja.

- **RESULTADOS COSTOS DE PERFILERIA PARA UN VALOR DE  $A_a = 0,05$**

TEJA	COSTO DE PERFILERIA (\$)	Wteja (KG/M <sup>2</sup> )	% CRECIMIENTO
ZINC	250.985.801,44	3,22	0
SIN TRASLAPO	289.785.409,20	6,10	15,46
OND 1000	283.232.453,14	13,60	12,85
CANALETA 90	313.421.048,92	17,40	24,88

Figura 6.8 Resultados Costo Perfilera  $A_a = 0.05$

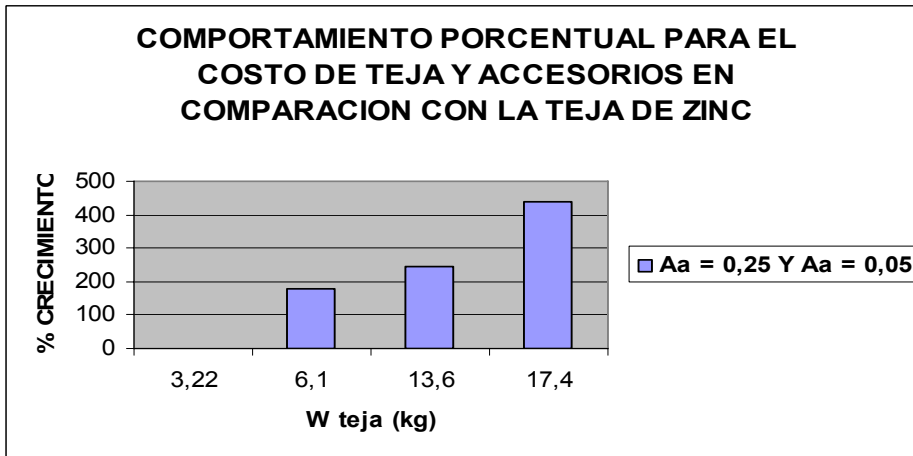
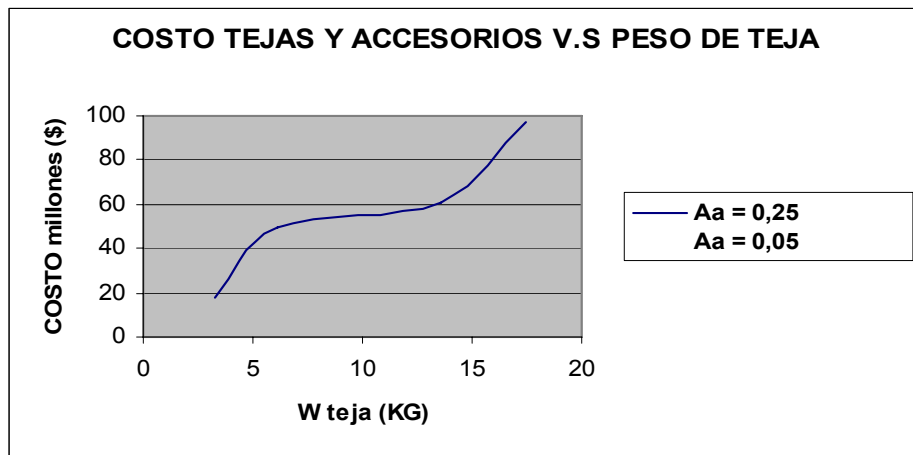


Debido que para este caso las columnas utilizadas para el diseño de los cuatro modelos son las mismas, la diferencia en los costos de perfilera esta dada por los elementos que hacen parte de la cubierta. La teja sin traslapo exigió un mayor número de correas que la teja ondulada 1000, lo cual implica un mayor costo y el comportamiento no lineal representado en la grafica.

- **RESULTADOS COSTOS DE TEJAS Y ACCESORIOS PARA UN VALOR DE  $A_a = 0,25$  Y  $A_a = 0,05$**

TEJA	COSTO DE TEJA Y ACCESORIOS (\$)	Wteja (KG/M <sup>2</sup> )	% CRECIMIENTO
ZINC	18.081.023,40	3,22	0
SIN TRASLAPO	50.539.932,00	6,10	179,52
OND 1000	61.937.240,00	13,60	242,55
CANALETA 90	97.512.240,00	17,40	439,31

Figura 6.9 Resultados Costo Teja y Accesorios  $A_a = 0.25$  y  $A_a = 0.05$

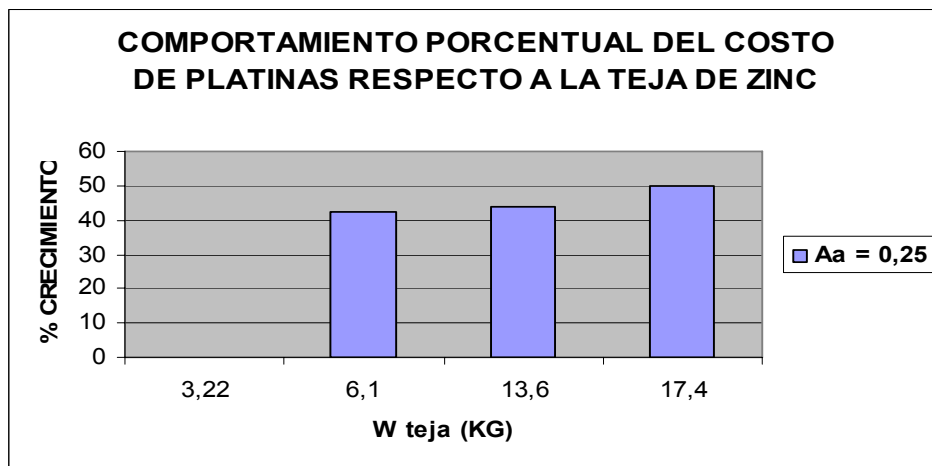
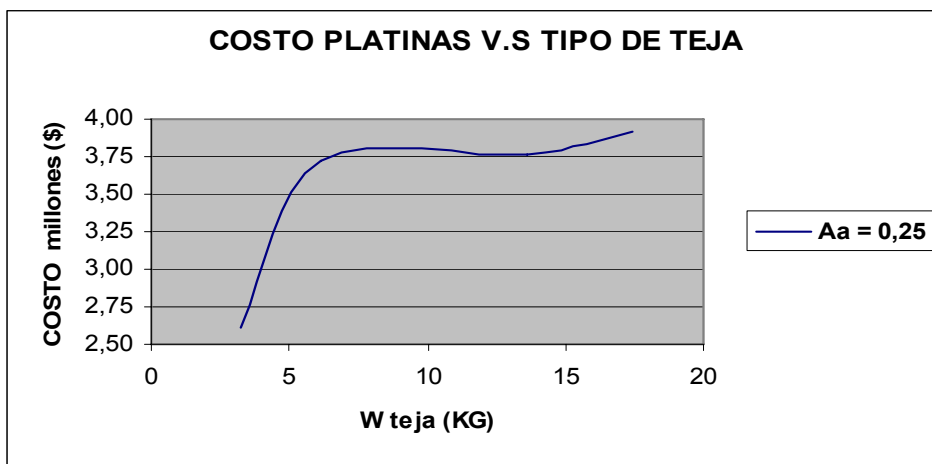


Con este comportamiento porcentual mostrado en la grafica se puede concluir que la variable que afecta en mayor proporción los costos de diseño de la bodega es el tipo de teja ya que la diferencia de precios de una a otra es considerable. La grafica también nos muestra una relación directa y proporcional entre el tipo de teja y el costo de la misma.

• **RESULTADOS COSTOS DE PLATINAS PARA UN VALOR DE  $A_a = 0,25$**

TEJA	COSTO DE PLATINAS(\$)	Wteja (KG/M2)	% CRECIMIENTO
ZINC	2.614.132,92	3,22	0
SIN TRASLAPO	3.718.867,26	6,10	42,26
ONDULADA 1000	3.758.016,30	13,60	43,76
CANALETA 90	3.921.182,10	17,40	49,99

Figura 6.10 Resultados Costo Platinas  $A_a = 0.25$

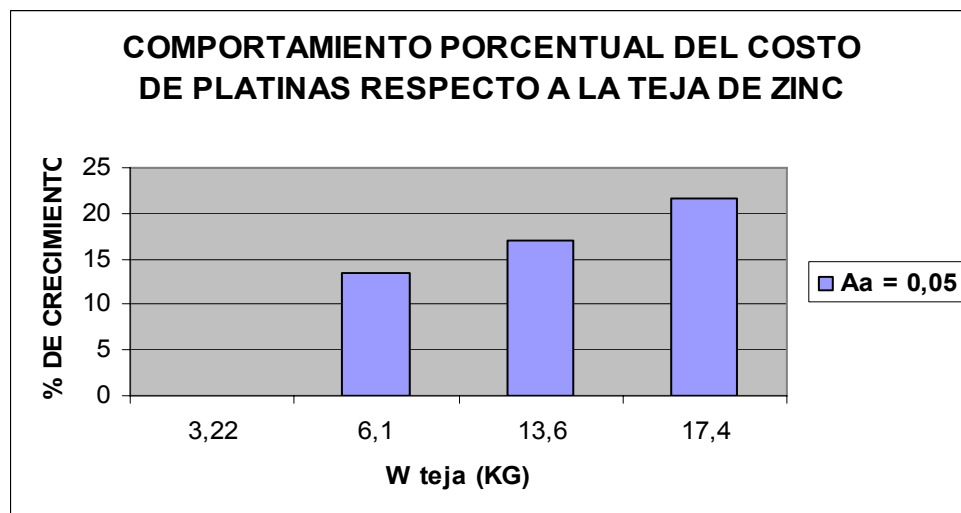
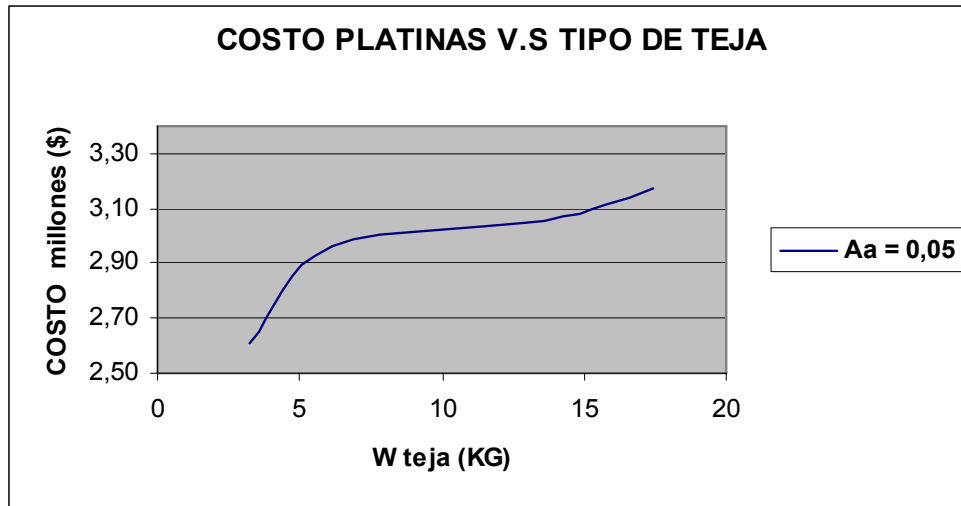


Entendemos que la variación en el costo de las platinas de las demás tejas con respecto a su punto de comparación ( teja de zinc) aumenta fuertemente; lo cual nos lleva a pensar que el tipo de teja es un factor importante que influye en el diseño de las mismas.

- **RESULTADOS COSTOS DE PLATINAS PARA UN VALOR DE  $A_a = 0,05$**

TEJA	COSTO DE PLATINAS(\$)	Wteja (KG/M <sup>2</sup> )	% CRECIMIENTO
ZINC	2.610.154,62	3,22	0
SIN TRASLAPO	2.960.225,04	6,10	13,41
ONDULADA 1000	3.052.295,34	13,60	16,93
CANALETA 90	3.176.346,54	17,40	21,69

Figura 6.11 Resultados Costo Platinas  $A_a = 0.05$

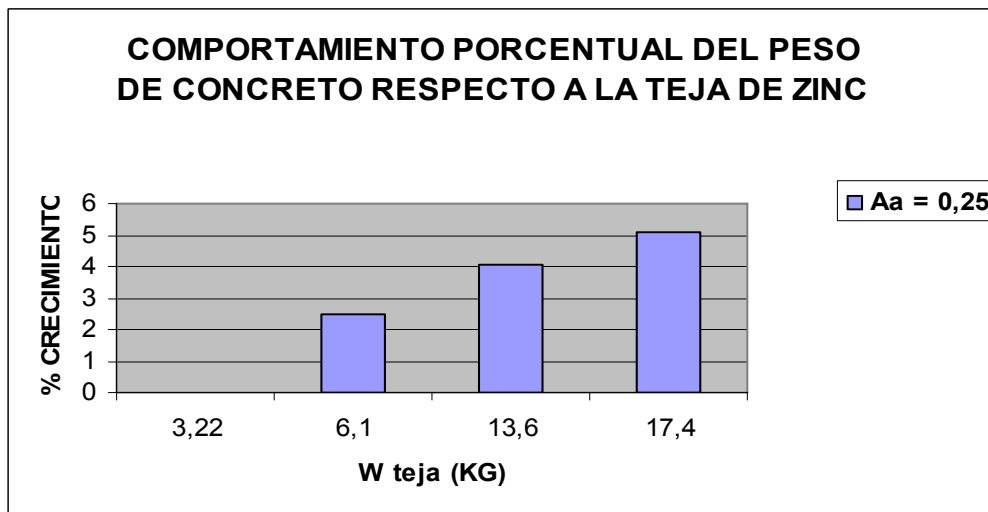
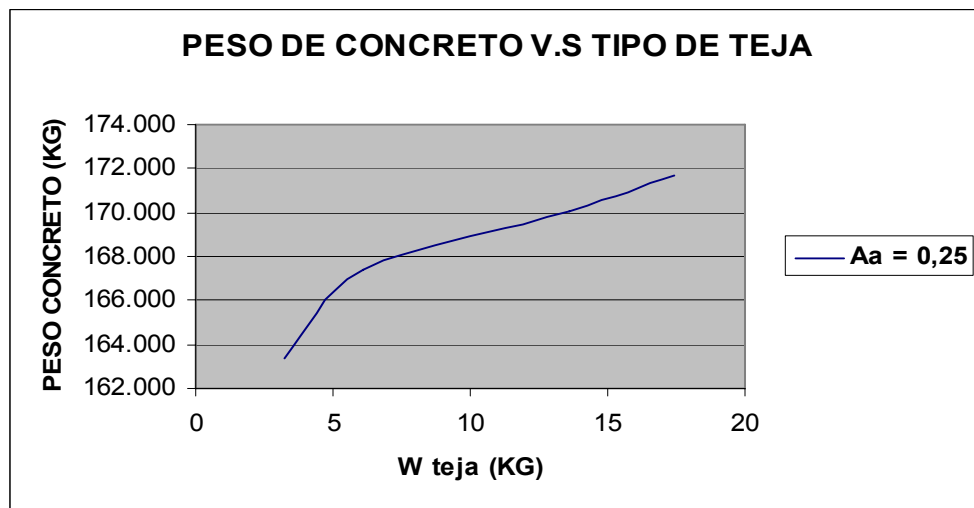


Para este valor de  $A_a$  se presenta una tendencia similar a la descrita anteriormente aunque sus porcentajes de aumento en el costo disminuyen notablemente.

- **RESULTADOS PESO DE CONCRETO PARA UN VALOR DE  $A_a = 0,25$**

TEJA	PESO DE CONCRETO (KG)	Wteja (KG/M <sup>2</sup> )	% CRECIMIENTO
ZINC	163.388,40	3,22	0
SIN TRASLAPO	167.404,80	6,10	2,46
OND 1000	170.057,04	13,60	4,08
CANALETA 90	171.699,36	17,40	5,086

Figura 6.12 Resultados Peso Concreto  $A_a = 0.25$

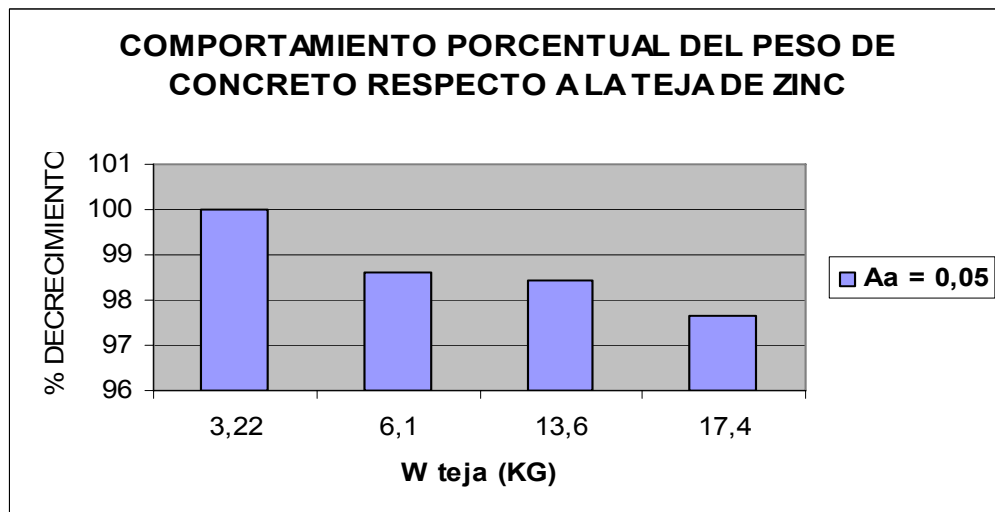
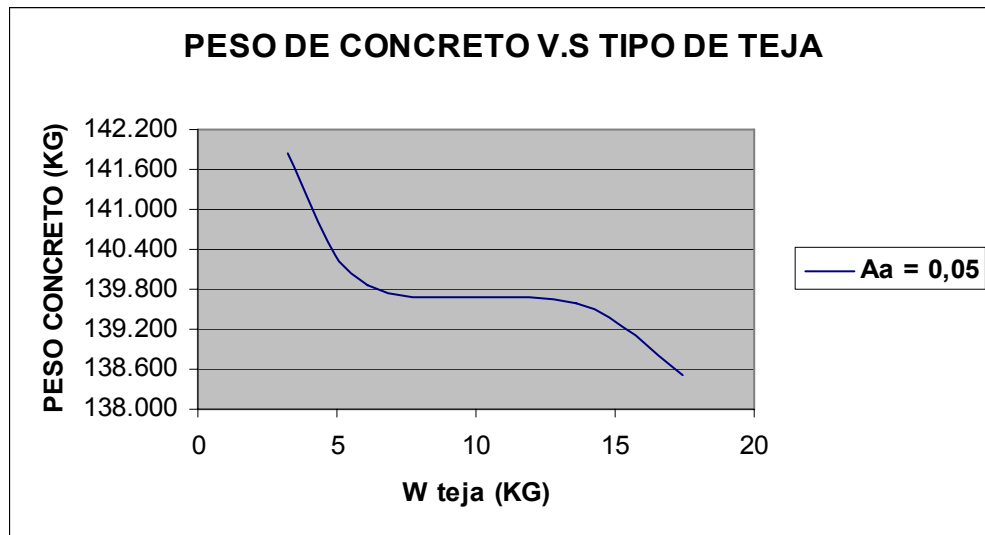


Presenta un comportamiento casi lineal con valores muy cercanos entre si que aumentan de forma directa y proporcional.

• **RESULTADOS PESO DE CONCRETO PARA UN VALOR DE  $A_a = 0,05$**

TEJA	PESO DE CONCRETO (M <sup>3</sup> )	Wteja (KG/M <sup>2</sup> )	% DECREMENTO
ZINC	141.838,80	3,22	0
SIN TRASLAPO	139.861,20	6,1	1,39
OND 1000	139.592,40	13,6	1,58
CANALETA 90	138.524,40	17,4	2,33

Figura 6.13 Resultados Peso Concreto  $A_a = 0.05$

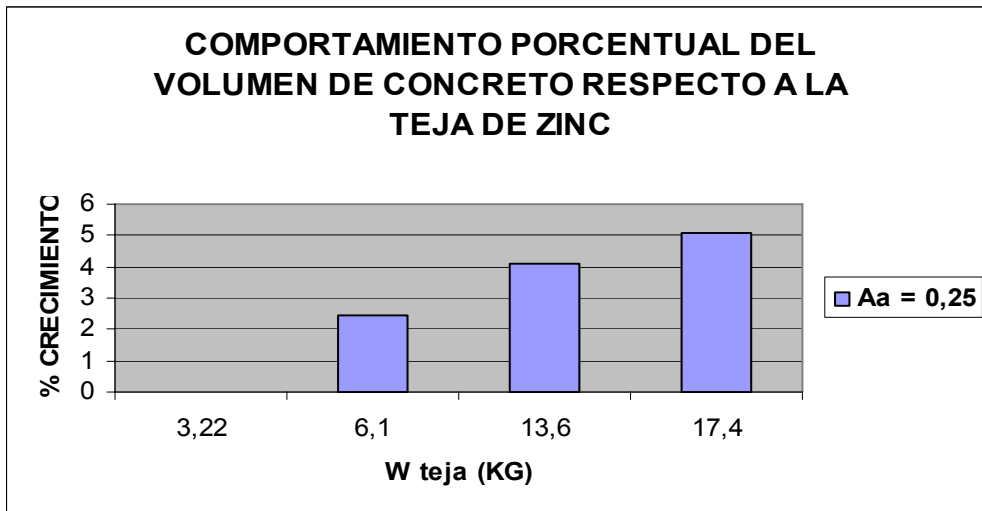
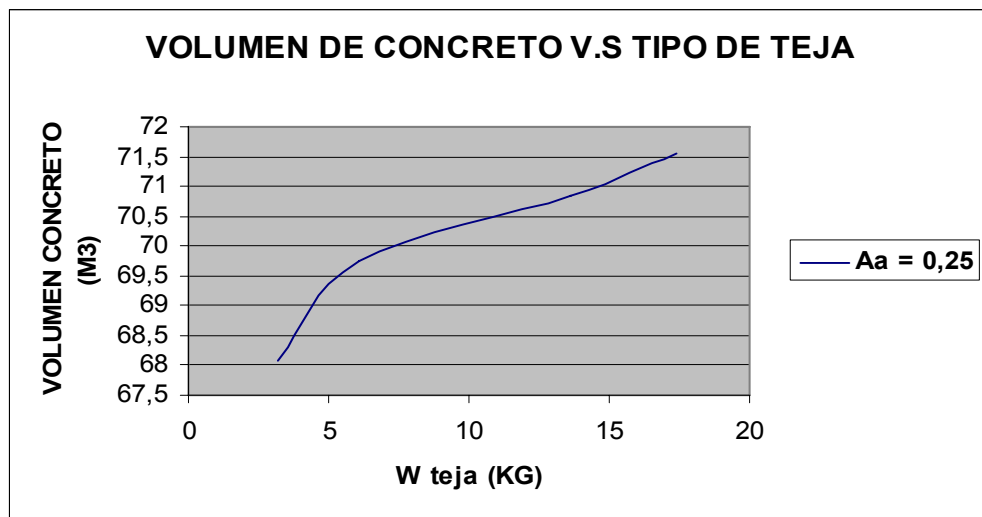


En este caso se presenta una variación descendente en el peso de concreto a medida que aumenta el peso de la teja de diseño, lo cual indica que a mayor peso de la teja menor es el peso del concreto requerido para el diseño.

- RESULTADOS VOLUMEN DE CONCRETO PARA UN VALOR DE  $A_a = 0,25$

TEJA	VOLUMEN DE CONCRETO (M <sup>3</sup> )	Wteja (KG/M <sup>2</sup> )	% CRECIMIENTO
ZINC	68,079	3,22	0
SIN TRASLAPO	69,752	6,10	2,46
OND 1000	70,857	13,60	4,08
CANALETA 90	71,541	17,40	5,086

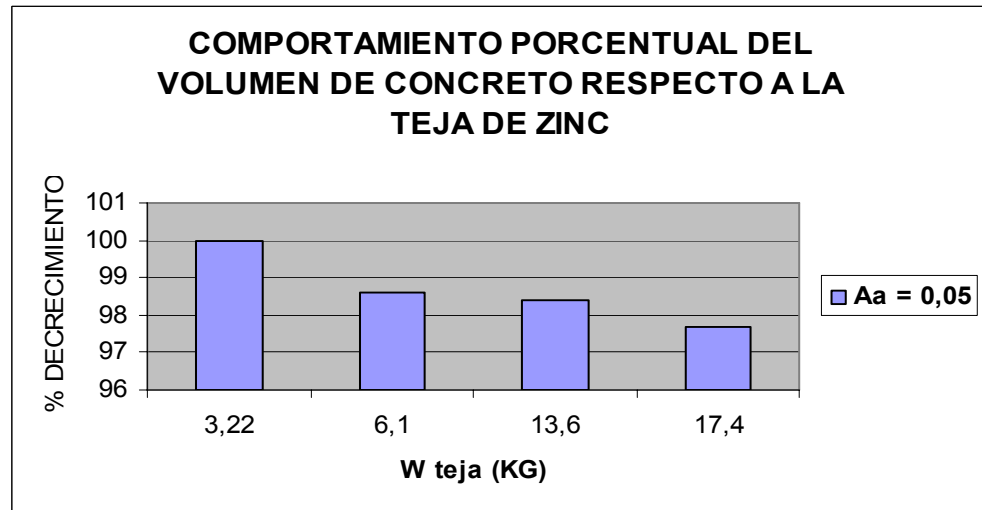
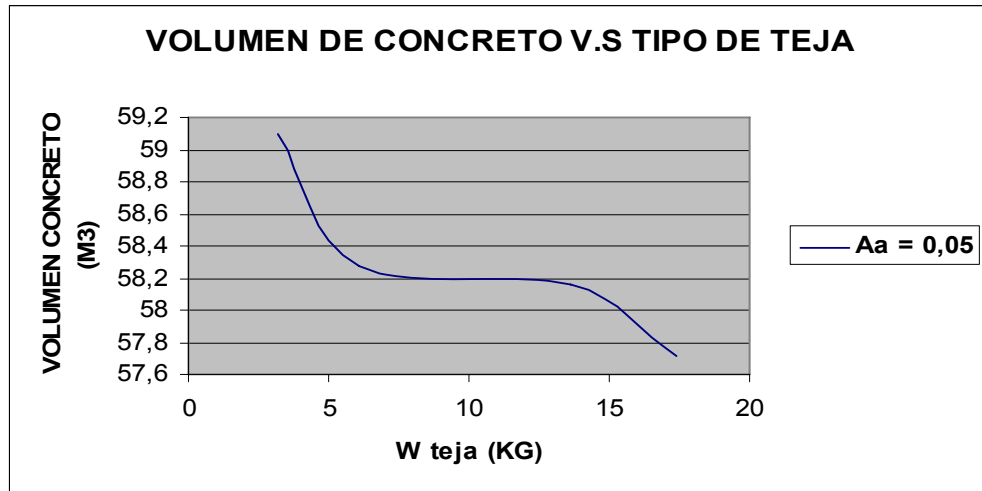
Figura 6.14 Resultados Volumen Concreto  $A_a = 0.25$



• **RESULTADOS COSTOS DE CONCRETO PARA UN VALOR DE  $A_a = 0,05$**

TEJA	VOLUMEN DE CONCRETO (M <sup>3</sup> )	Wteja(KG/M <sup>2</sup> )	% DECREMENTO
ZINC	59,099	3,22	0
SIN TRASLAPO	58,276	6,10	1,39
OND 1000	58,164	13,60	1,58
CANALETA 90	57,718	17,40	2,33

Figura 6.15 Resultados Volumen Concreto  $A_a = 0.05$

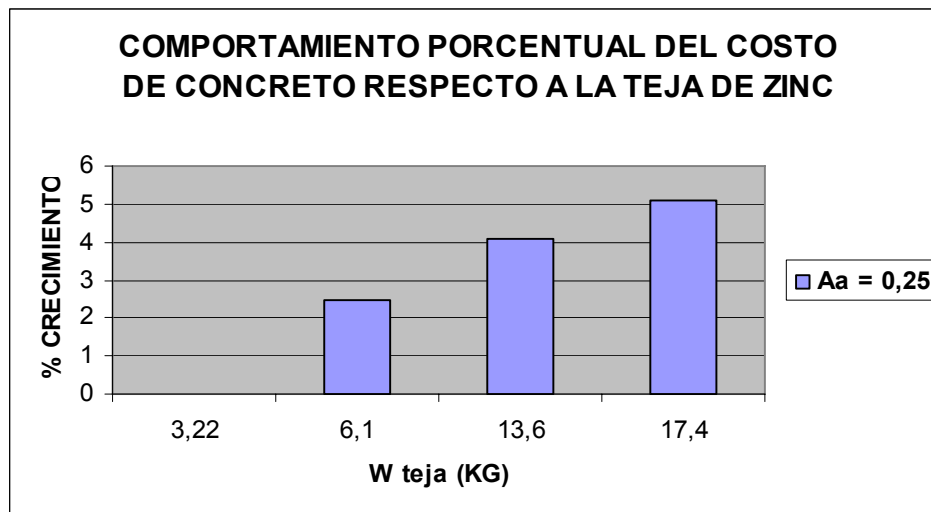
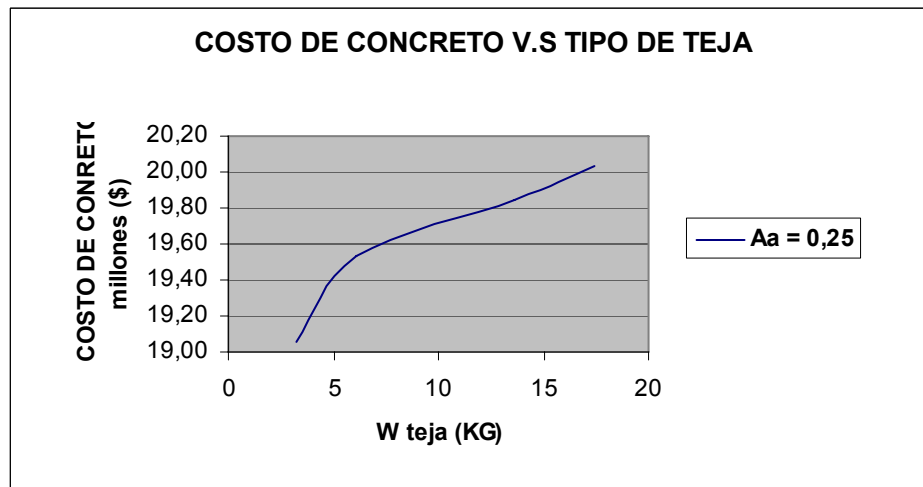


Estos resultados siguen el mismo comportamiento de las graficas de PESO DE CONCRETO V.S PESO DE TEJA para los dos valores de  $A_a$  estudiados.

• RESULTADOS COSTOS DE CONCRETO PARA UN VALOR DE  $A_a = 0,25$

TEJA	COSTO DE CONCRETO (\$)	Wteja (KG/M <sup>2</sup> )	% CRECIMIENTO
ZINC	19.061.980,00	3,22	0
SIN TRASLAPO	19.530.560,00	6,10	2,46
OND 1000	19.839.988,00	13,60	4,08
CANALETA 90	20.031.592,00	17,40	5,09

Figura. 6.16 Resultados Costo Concreto  $A_a = 0.25$

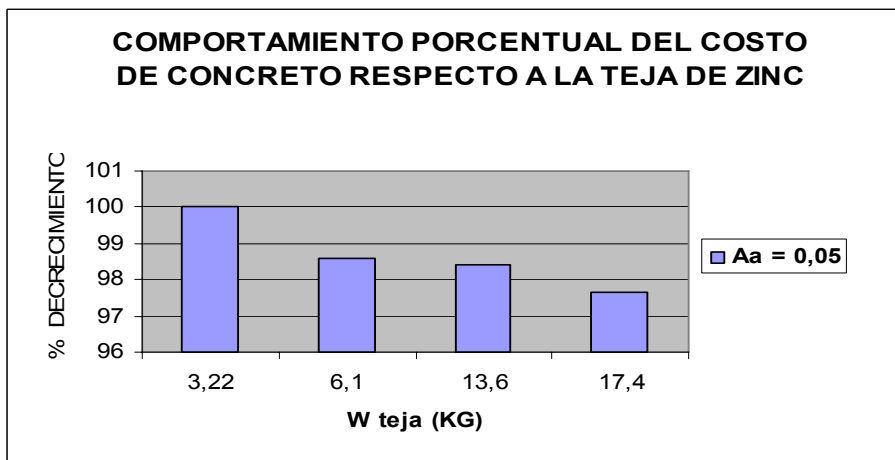
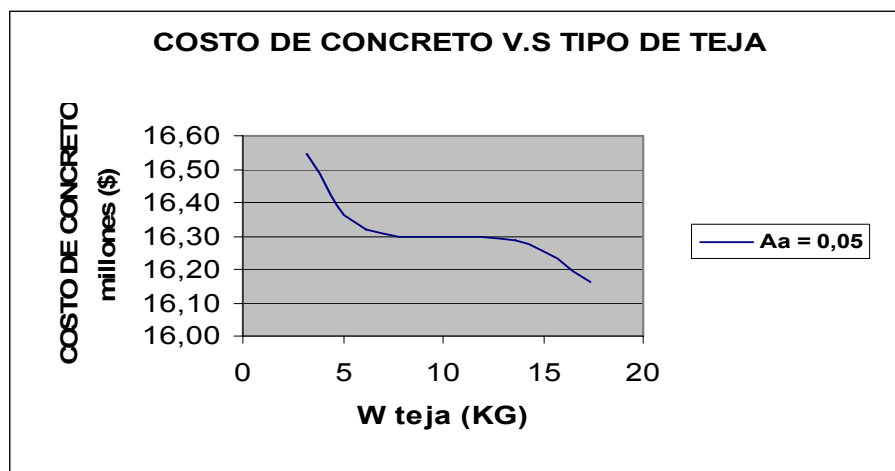


En este caso se presentan valores en el costo de concreto muy similares para cada tipo de teja, luego el peso de las mismas no influye notoriamente en dichos diseños.

• **RESULTADOS COSTOS DE CONCRETO PARA UN VALOR DE  $A_a = 0,05$**

TEJA	COSTO DE CONCRETO (\$)	Wteja (KG/M <sup>2</sup> )	% DECREMENTO
ZINC	16.547.860,00	3,22	0
SIN TRASLAPO	16.317.140,00	6,10	1,39
OND 1000	16.285.780,00	13,60	1,58
CANALETA 90	16.161.180,00	17,40	2,34

Figura 6.17 Resultados Costo Concreto  $A_a = 0.05$



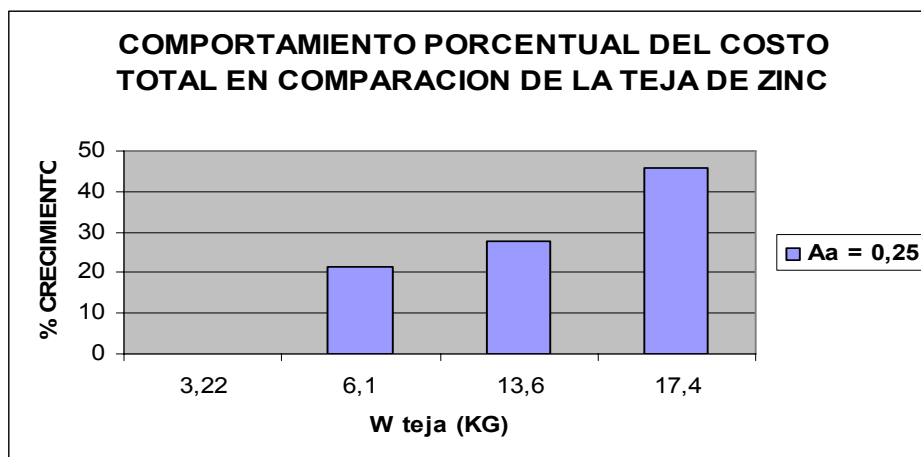
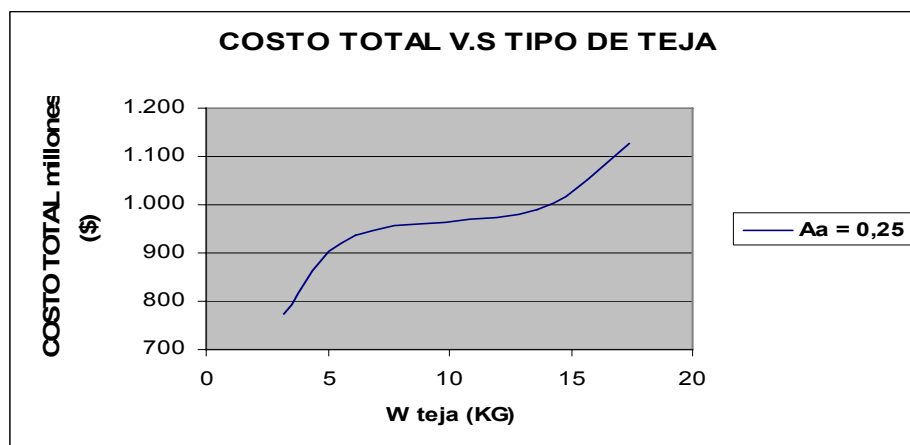
En este caso se presenta una variación descendente en los costos de concreto a medida que aumenta el peso de la teja de diseño. El decremento en dichos costos se debe a que el diseño exigió secciones de zapatas iguales para todos los casos y secciones de pedestal y vigas de amarre variables. Bajo estas condiciones de sección se cumple lo siguiente: a mayor peso de teja, mayor

sección de pedestal, por lo tanto menor volumen de concreto para las vigas de amarre; es decir: que la teja de zinc que tiene menor sección de pedestal debido a su peso, posee también vigas de amarre de mayor volumen, generando así costos mas altos.

- **RESULTADOS COSTO TOTAL PARA UN VALOR DE  $A_a = 0,25$**

TEJA	COSTO TOTAL (\$)	Wteja (KG/M <sup>2</sup> )	% CRECIMIENTO
ZINC	773.126.340,43	3,22	0
SIN TRASLAPO	938.774.286,37	6,10	21,43
ONDULADA 1000	989.056.854,84	13,60	27,93
CANALETA 90	1.126.292.434,50	17,40	45,68

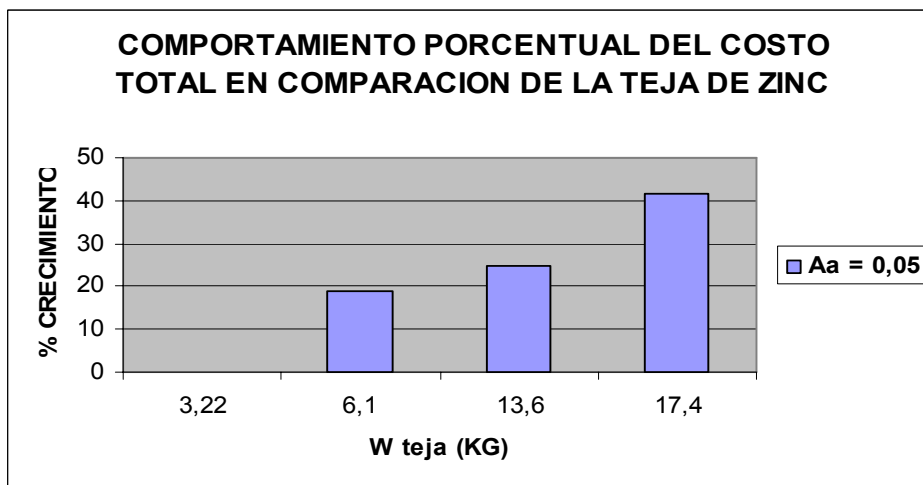
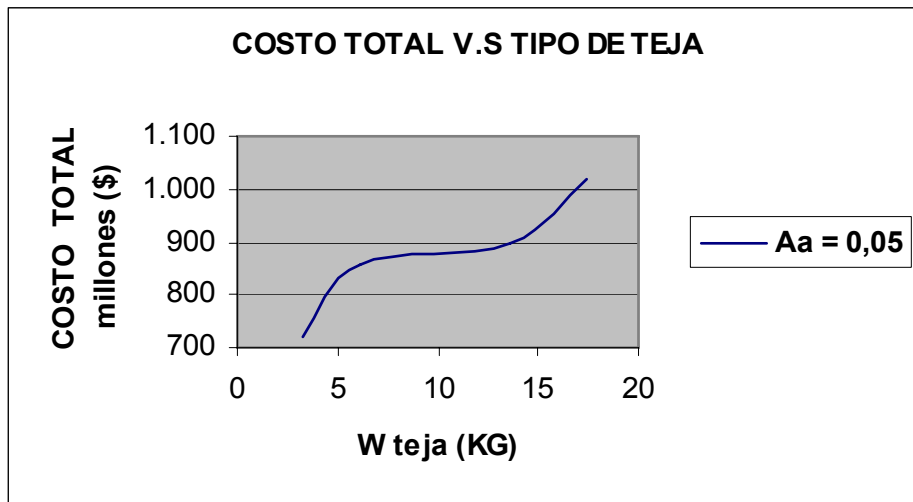
Figura 6.18 Resultados Costo Total  $A_a = 0.25$



- **RESULTADOS COSTO TOTAL PARA UN VALOR DE  $A_a = 0,05$**

TEJA	COSTO TOTAL (\$)	Wteja (KG/M <sup>2</sup> )	% CRECIMIENTO
ZINC	719.729.057,09	3,22	0
SIN TRASLAPO	855.327.334,77	6,10	18,84
ONDULADA 1000	897.244.448,33	13,60	24,66
CANALETA 90	1.019.458.812,76	17,40	41,64

Figura 6.19 Resultados Costo Total  $A_a = 0.05$



Para los dos valores de  $A_a$ , el costo total de diseño de la bodega aumenta a medida que subimos el peso de la teja, dando como resultado la condición de diseño mas optima y económica la correspondiente a la TEJA DE ZINC con un valor de  $A_a = 0.05$

## 7. CONCLUSIONES

El SAP considera que la unión viga-columna no genera restricciones, por lo tanto la longitud efectiva para cada viga es mucho mayor que su propia luz, haciendo imposible el cumplimiento satisfactorio de la relación de esbeltez. Para el diseño consideramos que la luz efectiva equivale a cada una de las luces de las vigas que hacen parte del sistema, debido a que para que la consideración del SAP sea verdadera; todas las vigas deben pandearse al tiempo, en un hecho imposible.

El diseño de las columnas metálicas fue gobernado por el chequeo de derivas, lo cual demuestra la importancia de  $A_a$  en los modelos, ya que si diseñamos una bodega en la Guajira ( $A_a = 0.05$ ) se requieren columnas de 8 pulgadas para todas las tejas; mientras que esa misma bodega en una ciudad como Bucaramanga ( $A_a = 0.25$ ) exige columnas entre 10 y 12 pulgadas dependiendo de las tejas utilizadas. En pocas palabras, bajo la premisa anterior podemos afirmar que a mayor  $A_a$ , mayor será el costo de las columnas y de la bodega.

Después de hacer el diseño concluimos que la teja que genera una cubierta más óptima, es la teja de zinc; debido a que es la más liviana y exige los perfiles más económicos. Además la teja de zinc es la de menor precio en el mercado. El caso de diseño mas desfavorable lo da la canaleta 90, por su gran peso y costo mientras que la teja sin traslapo aunque es muy liviana es a su vez muy costosa.

Los costos de la bodega tomada como un conjunto cubierta – estructura generaron los resultados esperados, ya que se obtuvo una relación peso-costo ascendente y proporcional; es decir; a mayor peso de teja mayor costo de bodega.

El cambio en el  $A_a$  no afecto la distribución de perfiles de las cerchas, lo cual indica la poca influencia que tiene la fuerza sísmica en el diseño de las mismas.

Los resultados obtenidos demuestran que el diseño de la bodega para un valor de  $A_a = 0.05$  es mas económico que para un  $A_a = 0.25$ .

Se recomienda utilizar para el diseño de una bodega la teja de Zinc como primera alternativa para las dos condiciones de aceleración pico efectiva ( $A_a = 0.25$  y  $A_a = 0.05$ ) debido a que la diferencia en costo total con respecto a las otras tejas es considerable.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Acerías de Colombia S.A. Acesco. CATÁLOGO DE PRODUCTOS.

Acerías de Colombia S.A. Acesco. MANUAL DE CUBIERTAS.

Acerías de Colombia S.A. Acesco. MANUAL TÉCNICO DE PERFILES ESTRUCTURALES EN ACERO DE LÁMINA DELGADA GRADO 50.

Ajover S.A. MANUAL DE INSTALACIÓN DE CUBIERTAS.

Asociación Colombiana de Ingeniería Civil Sísmica. Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistencia NSR-98.

Eternit S.A. CAATÁLOGO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

Fedestructuras. MANUAL DE DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO DIACO.

Jack C. McCormac. DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO. Método LRFD. Editorial Alfaomega.

## **ANEXO 1: FUNDAMENTACION**

(TOMADO DE LA NORMA SISMORESISTENTE NSR-98)

1. A.1.3 – PROCEDIMIENTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES
2. A.2 – ZONAS DE AMENAZA SISMICA Y MOVIMIENTOS SISMICOS DE DISEÑO
3. C.7 – DETALLES DEL REFUERZO
4. C.15 – FUNDACIONES
5. F2.2 – REQUISITOS DE DISEÑO
6. F2.5 – COLUMNAS Y OTROS MIEMBROS A COMPRESION
7. F.2.10 – CONEXIONES, JUNTAS Y PASADORES
8. F.2.19 – CONEXIONES, UNIONES Y PASADORES

## ANEXO 2: EJEMPLO BASE

### 1. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO TEJA TIPO

Diseño Teja de Zinc ( $A_a = 0.25$ )

#### ESPECIFICACIONES GENERALES

<b>NOMBRE</b>	TZA
<b>CALIBRE</b>	30
<b>ACABADO</b>	GALVANIZADO
<b>PESO(kg/m<sup>2</sup>)</b>	3,22
<b>ANCHO UTIL(cm)</b>	73
<b>ANCHO TOTAL(cm)</b>	78
<b>ALTURA DE LA CRESTA(cm)</b>	2,6
<b>VOLADIZO MAXIMO(cm)</b>	30
<b>PENDIENTE MINIMA CON TRASLAPO (%)</b>	15
<b>TRASLAPO LONGITUDINAL MINIMO (%)</b>	15
<b>DISTANCIA ENTRE CORREAS(m)</b>	1,7

### 2. DISEÑO DE CORREAS

#### 2.1 DISEÑO DE LAS CORREAS DE LA TEJA DE ZINC SISMO ALTO CUBIERTA 1

- **CALCULO DE LA PRESIÓN DE VELOCIDAD (KG/m<sup>2</sup>)**

Nodo	Barlovento	Sotavento	H(m)	Pw
1	-0,8		6,500	-35,368
3	-0,8		6,724	-35,712
5	-0,8		6,969	-36,078
7	-0,8		7,213	-36,436
9	-0,8		7,458	-36,785
11	-0,8		7,703	-37,126
13	-0,8		7,940	-37,449

15		-0,5	7,940	-23,406
17		-0,5	7,703	-23,204
19		-0,5	7,458	-22,990
21		-0,5	7,213	-22,772
23		-0,5	6,969	-22,549
25		-0,5	6,724	-22,319
27		-0,5	6,500	-22,105

L.H.A critico =	1,632	m		
D(PAG*100*50*1,2)	0,012255	KN/m <sup>2</sup> =	1,225490196	kg/m <sup>2</sup>
D(PAG*100*50*1,2)	0,02	KN/m		
WD =	0,032	KN/m <sup>2</sup>		

- **CALCULO DE LA CARGA MUERTA TOTAL (KN/m)**

Nodo	L.I.A(m)	D tejas(KN/m)	D correas(KN/m)	Dtotal(KN/m)
1	0,995	0,032	0,020	0,052
3	1,580	0,051	0,020	0,071
5	1,650	0,053	0,020	0,073
7	1,650	0,053	0,020	0,073
9	1,650	0,053	0,020	0,073
11	1,625	0,052	0,020	0,072
13	0,950	0,030	0,020	0,050
15	0,950	0,030	0,020	0,050
17	1,625	0,052	0,020	0,072
19	1,650	0,053	0,020	0,073
21	1,650	0,053	0,020	0,073
23	1,650	0,053	0,020	0,073
25	1,580	0,051	0,020	0,071
27	0,995	0,032	0,020	0,052

- **CALCULO DE LA CARGA DE VIENTO WB Y WS (KN/m)**

Nodo	L.I.A(m)	WB(KN/m)	WS(KN/m)
1	0,995	-0,352	
3	1,580	-0,564	
5	1,650	-0,595	
7	1,650	-0,601	
9	1,650	-0,607	
11	1,625	-0,603	
13	0,950	-0,356	
15	0,950		-0,222
17	1,625		-0,377
19	1,650		-0,379
21	1,650		-0,376
23	1,650		-0,372
25	1,580		-0,353
27	0,995		-0,220

ángulo rad = 0,148877

Lr(KN/m<sup>2</sup>) = 0,5 =50 kg/m<sup>2</sup>

Dcorreas = 1,65

Wx(kg/m<sup>2</sup>) = 51,25749

- **CALCULO DE CARGA VIVA Lr(KN/m)**

Nodo	Longitud horizontal(m) aferente	Lr(KN/m)
1	0,984	0,492
3	1,563	0,781
5	1,632	0,816
7	1,632	0,816
9	1,632	0,816
11	1,607	0,804
13	0,939	0,470
15	0,939	0,470
17	1,607	0,804
19	1,632	0,816
21	1,632	0,816
23	1,632	0,816
25	1,563	0,781
27	0,984	0,492

- DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA VIVA Y CARGA MUERTA EN NORMAL Y TANGENCIAL PARA CORREAS**

Nodo	Lrt(KN/m)	Lrn(KN/m)	Dt(KN/m)	Dn(KN/m)
1	0,073	0,486	0,008	0,051
3	0,116	0,773	0,010	0,070
5	0,121	0,807	0,011	0,072
7	0,121	0,807	0,011	0,072
9	0,121	0,807	0,011	0,072
11	0,119	0,795	0,011	0,071
13	0,070	0,464	0,007	0,050
15	0,070	0,464	0,007	0,050
17	0,119	0,795	0,011	0,071
19	0,121	0,807	0,011	0,072
21	0,121	0,807	0,011	0,072
23	0,121	0,807	0,011	0,072
25	0,116	0,773	0,010	0,070
27	0,073	0,486	0,008	0,051

- SELECCIÓN DE CARGAS CRÍTICAS**

Dt	0,011	WB	-0,607	Lrt	0,121
Dn	0,072	WS	-0,379	Lrn	0,807

- COMBINACIONES DE CARGA**

- 1,4D
- 1,2D+0,5L
- 1,2D+1,4L+0,8W
- 1,2D+1,3W+0,5L
- 0,9D+1,3W

- **SELECCIÓN DE LA COMBINACIÓN CRÍTICA MAYORADA PARA LAS CORREAS**

Comb.	Lrn	Lrt	Dn	Dt	WBn	WSn	$\sum F_n=W_y$	$\sum F_t=W_x$
1			0,101	0,015			0,101	0,015
2	0,403	0,061	0,086	0,013			0,490	0,073
3,1	1,130	0,169	0,086	0,013	-0,486		0,731	0,182
3,2	1,130	0,169	0,086	0,013		-0,303	0,913	0,182
4,1	0,403	0,061	0,086	0,013	-0,789		-0,299	0,073
4,2	0,403	0,061	0,086	0,013		-0,493	-0,003	0,073
5,1			0,065	0,010	-0,789		-0,724	0,010
5,2			0,065	0,010		-0,493	-0,428	0,010

- **CARGA DE DISEÑO**

CARGA DE DISEÑO EN DIRECCIÓN DEL EJE Y (KN/m)

$$W_y = 0.913$$

CARGA DE DISEÑO EN DIRECCIÓN DEL EJE X (KN/m)

$$W_x = 0.182$$

$$l_b. (L/3) = 2 \text{ m}$$

- **MOMENTO DE DISEÑO**

MOMENTO ALREDEDOR DEL EJE X (KN\*m)

$$M_x = 0,1071W_y \cdot L^2$$

$$M_x = 3.519$$

MOMENTO ALREDEDOR DEL EJE Y (KN\*m)

$$M_y = 0,1071W_x \cdot L^2$$

$$M_y = 0.703$$

SELECCIONAR EL PERFIL QUE CUMPLE CON EL MOMENTO MAYOR

EL PERFIL QUE CUMPLE ES EL PHR 220\*80\*2(TABLA 29 ACESCO PARA  $L_b = 6$  m)

$$\Phi M_{nx} = 3,62 \text{ KN}^*m$$

PARA LOGRAR UNA SECCION DE PERFIL CON UN MEJOR DISEÑO  
COLOCAMOS TEMPLETES A  $L/3$

$$L_b = L/3$$

$$L_b(m) = 2$$

LUEGO EL MOMENTO EN Y ES

$$M_y = 0,1071 W_x * L^2$$

$$M_y = 0.078 \text{ KN.M}$$

SELECCIONAR PERFIL QUE CUMPLE CON EL MOMENTO MAYOR PARA  
 $L_b = 2$

EL PERFIL QUE CUMPLE ES PHR-220X80X1.5 (TABLA 27 ACESCO  $L_b = 2$ )

$$\Phi M_{nx} = 7,96 \text{ KN}^*m$$

#### PROPIEDADES DEL PERFIL ASIGNADO PHR 220\*80\*1,5

E(kg/mm <sup>2</sup> )	20400	
I <sub>x</sub> (mm <sup>4</sup> )	4.510.252	TABLA 1
I <sub>y</sub> (mm <sup>4</sup> )	505.823	TABLA 1
$L_b = 2$		
$\Phi M_{nx}$ (KN*m)	7,96	TABLA 29
$\Phi M_{ny}$ (KN*m)	2,09	TABLA 30
$\Phi V_n$ (KN)	14,6	TABLA 40
$\Phi P_n$ exterior(KN)	3,97	TABLA 41
$\Phi P_n$ interno(KN)	7,24	TABLA 42

- **VERIFICACIÓN FLEXION-AXIAL**

$$M_{ux}/\phi M_{nx} + M_{uy}/\phi M_{ny} \leq 1$$

$$0,479466804 \leq 1 \quad \text{O.K}$$

- **CALCULAR EL CORTANTE MAYOR**

$$V_u = 0.607 \cdot W_y \cdot L$$

$$V_u \text{ (KN)} = 3.324$$

- **VERIFICACIÓN CORTANTE**

$$V_u \text{ (KN)} \leq \phi V_n \text{ (KN)} \quad \text{O.K}$$

- **VERIFICACION FLEXO CORTANTE**

$$(M_{ux}/\phi M_{nx})^2 + (V_u/\phi V_n)^2 \leq 1$$

$$0,247 \leq 1 \quad \text{CUMPLE}$$

- **VERIFICACION ARRUGAMIENTO DEL ALMA**

APOYO EXTERNO

$$P_u = 0.393 \cdot W_y \cdot L \quad \text{(KN)}$$

$$P_u \leq \phi P_n \text{ EXTERNO}$$

$$2,152 \leq \phi P_n \text{ EXT} \quad \text{CUMPLE}$$

APOYO INTERNO

$$P_u = 1.143 \cdot W_y \cdot L \quad (\text{KN})$$

$$P_u \leq \Phi P_n \text{ INTERNO}$$

$$6,259 \leq \Phi P_n \text{ INT} \quad \text{CUMPLE}$$

- **VERIFICACIÓN FLEXO-ARRUGAMIENTO**

Se analiza solo el apoyo interior porque el apoyo exterior no tiene momento

$$1.07 \cdot (P_{u_{\text{interior}}} / \Phi P_{n_{\text{interior}}}) + (M_{ux} / \Phi M_{nx}) \leq 1,42$$

$$1,367 \leq 1.42 \text{ CUMPLE}$$

- **DEFLEXIONES**

Para el cálculo de deflexiones en dirección Y se utiliza la carga viva sin mayorar

$$\delta_{y\text{teórico}} = 5/384 \cdot (W_y \cdot L^4 / E \cdot I_x)$$

$$\delta_{y\text{teórico}}(\text{m}) = 0,014963595 = 14,96359497$$

$$\delta_{y\text{admisible}}(\text{m}) = 0,022222222 = 22,22222222$$

$$\text{CHEQUEO } \delta_{y\text{admisible}}(\text{m}) > \delta_{y\text{teórico}} \text{ CUMPLE}$$

Para el cálculo de deflexiones en dirección X se utiliza la carga total sin mayorar

$$\delta_{x\text{teórico}} = L/384 \cdot (W_x \cdot L^4 / E \cdot I_y)$$

$$\delta_{x\text{teórico}}(\text{m}) = 0,000506551 = 0,506551048$$

$$\delta_{x\text{admisible}}(\text{m}) = 0,007407407 = 7,407407407 \quad \text{CUMPLE}$$

## 2.2 DISEÑO DE LAS CORREAS DE TEJA DE ZINC DE LA CUBIERTA 2

- **CALCULO DE LA PRESIÓN DE VELOCIDAD (KG/m<sup>2</sup>)**

Nodo	Barlovento	Sotavento	H(m)	Pw
1	-0,800		6,500	-35,368
3	-0,800		6,748	-35,749
5	-0,800		7,001	-36,126
7	-0,800		7,253	-36,493
9	-0,800		7,505	-36,851
11	-0,800		7,757	-37,200
13	-0,800		8,009	-37,542
15	-0,800		8,261	-37,876
17	-0,800		8,506	-38,193
19		-0,5	8,506	-23,871
21		-0,5	8,261	-23,672
23		-0,5	8,009	-23,463
25		-0,5	7,757	-23,250
27		-0,5	7,505	-23,032
29		-0,5	7,253	-22,808
31		-0,5	7,001	-22,579
33		-0,5	6,748	-22,343
35		-0,5	6,500	-22,105

L.H.A.N.C = 1,681 m

D (PAG\*100\*50\*1,2) = 0,011898 =1,18977 kg/m<sup>2</sup>

D (PAG\*100\*50\*1,2) = 0,02 KN/m

WD = 0,032 KN/m<sup>2</sup>

- CALCULO DE LA CARGA MUERTA TOTAL(KN/m)**

Nodo	L.I.A(m)	D tejas(KN/m)	D correas(KN/m)	Dtotal(KN/m)
1	0,975	0,031	0,020	0,051
3	1,675	0,054	0,020	0,074
5	1,700	0,054	0,020	0,074
7	1,700	0,054	0,020	0,074
9	1,700	0,054	0,020	0,074
11	1,700	0,054	0,020	0,074
13	1,700	0,054	0,020	0,074
15	1,675	0,054	0,020	0,074
17	0,975	0,031	0,020	0,051
19	0,975	0,031	0,020	0,051
21	1,675	0,054	0,020	0,074
23	1,700	0,054	0,020	0,074
25	1,700	0,054	0,020	0,074
27	1,700	0,054	0,020	0,074
29	1,700	0,054	0,020	0,074
31	1,700	0,054	0,020	0,074
33	1,675	0,054	0,020	0,074
35	0,975	0,031	0,020	0,051

- CALCULO DE LA CARGA DE VIENTO WB Y WS (KN/m)**

Nodo	L.I.A(m)	WB(KN/m)	WS(KN/m)
1	0,975	-0,345	
3	1,675	-0,599	
5	1,700	-0,614	
7	1,700	-0,620	
9	1,700	-0,626	
11	1,700	-0,632	
13	1,700	-0,638	
15	1,675	-0,634	
17	0,975	-0,372	
19	0,975		-0,233
21	1,675		-0,397
23	1,700		-0,399
25	1,700		-0,395
27	1,700		-0,392
29	1,700		-0,388
31	1,700		-0,384
33	1,675		-0,374
35	0,975		-0,216

ángulo rad = 0,148877  
 Lr = 0,5 KN/m<sup>2</sup> = 50 kg/m<sup>2</sup>  
 Dcorreas = 1,7 m  
 Wx = 51,22177 kg/m<sup>2</sup>

• **CALCULO CARGA VIVA Lr (KN/m)**

Nodo	L.I.A(m)	Lr(KN/m)
1	0,964	0,482
3	1,657	0,828
5	1,681	0,841
7	1,681	0,841
9	1,681	0,841
11	1,681	0,841
13	1,681	0,841
15	1,657	0,828
17	0,964	0,482
19	0,964	0,482
21	1,657	0,829
23	1,681	0,841
25	1,681	0,841
27	1,681	0,841
29	1,681	0,841
31	1,681	0,841
33	1,657	0,829
35	0,964	0,482

• **DISTRIBUCION DE LA CARGA VIVA Y CARGA MUERTA EN NORMAL Y TANGENCIAL PARA CORREAS**

Nodo	Lrt(KN/m)	Lrn(KN/m)	Dt(KN/m)	Dn(KN/m)
1	0,071	0,477	0,008	0,051
3	0,123	0,819	0,011	0,073
5	0,125	0,831	0,011	0,074
7	0,125	0,831	0,011	0,074
9	0,125	0,831	0,011	0,074
11	0,125	0,831	0,011	0,074
13	0,125	0,831	0,011	0,074
15	0,123	0,819	0,011	0,073
17	0,071	0,477	0,008	0,051
19	0,071	0,477	0,008	0,051

21	0,123	0,819	0,011	0,073
23	0,125	0,831	0,011	0,074
25	0,125	0,831	0,011	0,074
27	0,125	0,831	0,011	0,074
29	0,125	0,831	0,011	0,074
31	0,125	0,831	0,011	0,074
33	0,123	0,819	0,011	0,073
35	0,071	0,477	0,008	0,051

- **SELECCIÓN DE CARGAS CRÍTICAS**

Dt	0,011	WB	-0,638	Lrt	0,125
Dn	0,074	WS	-0,399	Lrn	0,831

- **COMBINACIONES DE CARGA**

1. 1,4D
2. 1,2D+0,5L
3. 1,2D+1,4L+0,8W
4. 1,2D+1,3W+0,5L
5. 0,9D+1,3W

- **SELECCIÓN DE LA COMBINACION CRÍTICA MAYORADA PARA LAS CORREAS**

Comb.	Lrn	Lrt	Dn	Dt	WBn	WSn	$\Sigma F_n=W_y$	$\Sigma F_t=W_x$
1			0,103	0,015			0,103	0,015
2	0,416	0,062	0,088	0,013			0,504	0,076
3,1	1,164	0,175	0,088	0,013	-0,511		0,741	0,188
3,2	1,164	0,175	0,088	0,013		-0,319	0,933	0,188
4,1	0,416	0,062	0,088	0,013	-0,830		-0,326	0,076
4,2	0,416	0,062	0,088	0,013		-0,519	-0,015	0,076
5,1			0,066	0,010	-0,830		-0,763	0,010
5,2			0,066	0,010		-0,519	-0,452	0,010

- **CARGA DE DISEÑO**

CARGA DE DISEÑO EN DIRECCION DEL EJE Y (KN/m)

$$W_y = 0,933$$

CARGA DE DISEÑO EN DIRECCION DEL EJE X (KN/m)

$$W_x = 0,188 \quad \begin{array}{l} \text{LUZ (m)} = L_b = 6 \\ \text{LUZ (m)} = L_b (L/3) = 2 \end{array}$$

- **MOMENTO DE DISEÑO**

MOMENTO ALREDEDOR DEL EJE X (KN\*m)

$$M_x = 0,1071W_y \cdot L^2$$

$$M_x = 3,597$$

MOMENTO ALREDEDOR DEL EJE Y (KN\*m)

$$M_y = 0,1071W_x \cdot L^2$$

$$M_y = 0,724$$

SELECCIONAR EL PERFIL QUE CUMPLE CON EL MOMENTO MAYOR

EL PERFIL QUE CUMPLE ES EL PHR 220\*80\*2 (TABLA 29 ACESCO PARA  
 $L_b = 6 \text{ m}$ )

$$\Phi M_{nx} = 3,62 \text{ KN*m}$$

PARA LOGRAR UNA SECCION DE PERFIL CON UN MEJOR DISEÑO COLOCAMOS TEMPLETES A L/3

$$L_b = L/3$$

$$L_b (m) = 2$$

LUEGO EL MOMENTO EN Y ES

$$M_y = 0,1071W_x \cdot L^2$$

$$M_y = 0,080 \text{ (KN}\cdot\text{m)}$$

SELECCIONAR EL PERFIL QUE CUMPLE CON EL MOMENTO MAYOR PERO PARA EL NUEVO  $L_b = 2$

EL PERFIL QUE CUMPLE ES EL PHR 220\*80\*1.5 (TABLA 27 ACESCO PARA  $L_b = 2$  m)

$$\Phi M_{nx} = 7,96 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

#### PROPIEDADES DEL PERFIL ASIGNADO PHR 220\*80\*1.5

E(kg/mm <sup>2</sup> )	20400	2E+10	
I <sub>x</sub> (mm <sup>4</sup> )	4.510.252	TABLA 1	4,51025E-06
I <sub>y</sub> (mm <sup>4</sup> )	505.823	TABLA 1	5,05823E-07
L <sub>b</sub> = 2			
$\Phi M_{nx}$ (KN*m)	7,96	TABLA 29	
$\Phi M_{ny}$ (KN*m)	2,09	TABLA 30	
$\Phi V_n$ (KN)	14,6	TABLA 40	
$\Phi P_n$ exterior(KN)	3,97	TABLA 41	
$\Phi P_n$ interno(KN)	7,24	TABLA 42	

- VERIFICACION FLEXION-AXIAL**

$$M_{ux}/\Phi M_{nx} + M_{uy}/\Phi M_{ny} \leq 1$$

$$0,490348195 \leq 1 \quad \text{CUMPLE}$$

- **CALCULAR EL CORTANTE MAYOR**

$$V_u = 0.607 \cdot W_y \cdot L$$

$$V_u(\text{KN}) = 3,398$$

- **VERIFICACIÓN CORTANTE**

$$V_u (\text{KN}) = 3,398 \leq \phi V_n (\text{KN}) \quad \text{CUMPLE}$$

- **VERIFICACIÓN FLEXO CORTANTE**

$$(M_{ux}/\phi M_{nx})^2 + (V_u/\phi V_n)^2 \leq 1$$

$$0,258 \leq 1 \quad \text{CUMPLE}$$

- **VERIFICACIÓN ARRUGAMIENTO DEL ALMA**

APOYO EXTERNO

$$P_u = 0.393 \cdot W_y \cdot L (\text{KN})$$

$$P_u \leq \phi P_n \text{ EXTERNO}$$

$$2,200 \leq \phi P_n \text{ EXT} \quad \text{CUMPLE}$$

APOYO INTERNO

$$P_u = 1.143 \cdot W_y \cdot L (\text{KN})$$

$$P_u \leq \phi P_n \text{ INTERNO}$$

$$6,398 \leq \phi P_n \text{ INT} \quad \text{CUMPLE}$$

- **VERIFICACION FLEXO-ARRUGAMIENTO**

Se analiza solo el apoyo interior porque el apoyo exterior no tiene momento

$$1.07*(P_{\text{interior}}/\Phi P_{n\text{interior}})+(M_{ux}/\Phi M_{nx}) \leq 1,42$$

$$1,397 \leq 1.42 \text{ CUMPLE}$$

- **DEFLEXIONES**

Para el cálculo de deflexiones en dirección Y se utiliza la carga viva sin mayorar

$$\delta_{y\text{teórico}} = 5/384*(W_y*L^4/E*I_x)$$

$$\delta_{y\text{teórico}}(m) = 0,015417037 = 15,41703724$$

$$\delta_{y\text{admisible}}(m) = 0,022222222 = 22,22222222 \text{ MAYOR } \delta_{y\text{teórico}}$$

$$\text{CHEQUEO } \delta_{y\text{admisible}}(m) > \delta_{y\text{teórico}} \quad \text{CUMPLE}$$

Para el cálculo de deflexiones en dirección X se utiliza la carga total sin mayorar

$$\delta_{x\text{teórico}} = L/384*(W_x*L^4/E*I_y)$$

$$\delta_{x\text{teórico}}(m) = 0,000521537 = 0,521537358$$

$$\delta_{x\text{admisible}}(m) = 0,007407407 = 7,407407407 \quad \text{CUMPLE}$$

### 3. CHEQUEOS DE DERIVAS

TABLE: Joint Displacements				TEJA DE ZINC SISMO ALTO				
Joint	OutputCase	U1	U2	Joint	OutputCase	U1	U2	DERIVAS
Text	Text	m	m	Text	Text	m	m	m
38	SISMO X	0,000219	0,000116	322	SISMO X	0,000524	0,000296	0,000
38	SISMO Y	0,000068	0,00038	322	SISMO Y	0,000163	0,000971	0,001
39	SISMO X	0,00022	0,001395	1057	SISMO X	0,000517	0,004635	0,003
39	SISMO Y	0,000069	0,004589	1057	SISMO Y	0,000161	0,015363	0,011
40	SISMO X	0,00022	0,002058	1058	SISMO X	0,000514	0,006938	0,005
40	SISMO Y	0,000068	0,006832	1058	SISMO Y	0,00016	0,023041	0,016
41	SISMO X	0,00022	0,001322	1059	SISMO X	0,000514	0,004436	0,003
41	SISMO Y	0,000068	0,00431	1059	SISMO Y	0,00016	0,01451	0,010
42	SISMO X	0,000219	0,000162	812	SISMO X	0,000517	0,000411	0,000
42	SISMO Y	0,000068	0,000529	812	SISMO Y	0,000161	0,001347	0,001
43	SISMO X	0,000218	0,001548	1060	SISMO X	0,000507	0,00533	0,004
43	SISMO Y	0,000068	0,005083	1060	SISMO Y	0,000158	0,017604	0,013
44	SISMO X	0,000216	0,002581	1061	SISMO X	0,0005	0,008827	0,006
44	SISMO Y	0,000067	0,008589	1061	SISMO Y	0,000155	0,029375	0,021
45	SISMO X	0,000215	0,002599	1062	SISMO X	0,000496	0,008894	0,006
45	SISMO Y	0,000067	0,008621	1062	SISMO Y	0,000154	0,029504	0,021
46	SISMO X	0,000213	0,001563	1081	SISMO X	0,000495	0,005376	0,004
46	SISMO Y	0,000066	0,005169	1081	SISMO Y	0,000154	0,017783	0,013
47	SISMO X	0,000211	0,00011	930	SISMO X	0,000498	0,000281	0,000
47	SISMO Y	0,000065	0,000363	930	SISMO Y	0,000155	0,000932	0,001
48	SISMO X	0,002401	0,00011	114	SISMO X	0,007514	0,000276	0,005
48	SISMO Y	0,000937	0,000365	114	SISMO Y	0,002893	0,000914	0,002
49	SISMO X	0,004367	0,000111	759	SISMO X	0,013408	0,000272	0,009
49	SISMO Y	0,001321	0,000366	759	SISMO Y	0,004057	0,000902	0,003
50	SISMO X	0,004246	0,000111	762	SISMO X	0,013225	0,00027	0,009
50	SISMO Y	0,001274	0,000366	762	SISMO Y	0,003969	0,000895	0,003
51	SISMO X	0,003087	0,000111	766	SISMO X	0,009528	0,000269	0,006
51	SISMO Y	0,000926	0,000366	766	SISMO Y	0,002858	0,000892	0,002
52	SISMO X	0,004521	0,000111	770	SISMO X	0,014021	0,00027	0,010
52	SISMO Y	0,001357	0,000366	770	SISMO Y	0,004207	0,000895	0,003
53	SISMO X	0,004787	0,000111	774	SISMO X	0,014788	0,000273	0,010
53	SISMO Y	0,001446	0,000366	774	SISMO Y	0,004368	0,000902	0,003
54	SISMO X	0,002612	0,00011	778	SISMO X	0,008097	0,000276	0,005
54	SISMO Y	0,000987	0,000365	778	SISMO Y	0,003033	0,000914	0,002
55	SISMO X	0,000195	0,00011	962	SISMO X	0,000469	0,000281	0,000
55	SISMO Y	0,000073	0,000363	962	SISMO Y	0,000175	0,000932	0,001
56	SISMO X	0,000197	0,001563	1085	SISMO X	0,000467	0,005376	0,004
56	SISMO Y	0,000074	0,005169	1085	SISMO Y	0,000174	0,017783	0,013

TABLE: Joint Displacements				TEJA DE ZINC SISMO ALTO				
Joint	OutputCase	U1	U2	Joint	OutputCase	U1	U2	DERIVAS
Text	Text	m	m	Text	Text	m	m	m
57	SISMO X	0,000199	0,002599	1084	SISMO X	0,000467	0,008893	0,006
57	SISMO Y	0,000074	0,008621	1084	SISMO Y	0,000174	0,029502	0,021
58	SISMO X	0,0002	0,00258	1083	SISMO X	0,000472	0,008827	0,006
58	SISMO Y	0,000075	0,008583	1083	SISMO Y	0,000176	0,029366	0,021
59	SISMO X	0,0002	0,001566	1081	SISMO X	0,000495	0,005376	0,004
59	SISMO Y	0,000075	0,005137	1081	SISMO Y	0,000154	0,017783	0,013
60	SISMO X	0,000201	0,000161	846	SISMO X	0,00049	0,000401	0,000
60	SISMO Y	0,000075	0,000521	846	SISMO Y	0,000183	0,001306	0,001
61	SISMO X	0,008797	0,000162	914	SISMO X	0,028128	0,000397	0,019
61	SISMO Y	0,0029	0,000525	914	SISMO Y	0,009279	0,001292	0,006
62	SISMO X	0,013506	0,000162	913	SISMO X	0,042978	0,000394	0,029
62	SISMO Y	0,004118	0,000527	913	SISMO Y	0,013115	0,001284	0,009
63	SISMO X	0,008323	0,000163	912	SISMO X	0,026661	0,000393	0,018
63	SISMO Y	0,002628	0,000528	912	SISMO Y	0,008435	0,001283	0,006
64	SISMO X	0,000697	0,000163	911	SISMO X	0,001684	0,000395	0,001
64	SISMO Y	0,000218	0,000529	911	SISMO Y	0,000526	0,001288	0,001
65	SISMO X	0,000698	0,001347	1055	SISMO X	0,001659	0,004461	0,003
65	SISMO Y	0,000218	0,004326	1055	SISMO Y	0,000518	0,014527	0,010
66	SISMO X	0,000697	0,002056	1054	SISMO X	0,001645	0,006936	0,005
66	SISMO Y	0,000218	0,00683	1054	SISMO Y	0,000514	0,023039	0,016
67	SISMO X	0,000694	0,001383	994	SISMO X	0,001642	0,004621	0,003
67	SISMO Y	0,000217	0,004582	994	SISMO Y	0,000513	0,015349	0,011
68	SISMO X	0,00069	0,000115	780	SISMO X	0,00165	0,000295	0,001
68	SISMO Y	0,000216	0,00038	780	SISMO Y	0,000516	0,000972	0,001
69	SISMO X	0,006887	0,000116	910	SISMO X	0,021953	0,000293	0,015
69	SISMO Y	0,002108	0,000382	910	SISMO Y	0,0067	0,000963	0,005
70	SISMO X	0,010537	0,000116	909	SISMO X	0,033466	0,000292	0,023
70	SISMO Y	0,003165	0,000382	909	SISMO Y	0,010053	0,000961	0,007
71	SISMO X	0,006632	0,000116	908	SISMO X	0,021148	0,000293	0,015
71	SISMO Y	0,002069	0,000382	908	SISMO Y	0,006576	0,000963	0,005
72	SISMO X	0,00874	0,000163	210	SISMO X	0,027969	0,000396	0,019
72	SISMO Y	0,002631	0,000531	210	SISMO Y	0,008419	0,001293	0,006
73	SISMO X	0,013814	0,000163	208	SISMO X	0,043904	0,000399	0,030
73	SISMO Y	0,004152	0,000531	208	SISMO Y	0,013198	0,001305	0,009
74	SISMO X	0,008676	0,000163	204	SISMO X	0,027741	0,000404	0,019
74	SISMO Y	0,002639	0,000531	204	SISMO Y	0,008429	0,001322	0,006

### 3.1 CHEQUEO QUE LA DERIVA CUMPLA LO ESTABLECIDO EN LA NSR-98

$$H = 3.0 \text{ m}$$

$$\text{DERIVA permitida} = 0,1 H$$

$$\text{DERIVA permitida} = 0,3 \text{ m}$$

$$\text{DERIVA max} \leq 0,1 H \quad \text{O.K}$$

## 4. DISEÑO DE LA MENSULA

### 4.1 DISEÑO DE LA MENSULA APOYO FIJO GI

DATOS:

$$n = 2$$

$$F_v = 330 \text{ Mpa} = 330000 \text{ Kn/m}^2$$

$$P_{ux} = V_x = 5,146 \text{ Kn} \quad \text{sentido x}$$

$$\Phi_x = 0,75$$

$$F_u = 408000 \text{ Kn/m}^2$$

$$M = 15,7704 \text{ Kn.m}$$

$$P_{uy} = V_y = 46,811 \text{ Kn} \quad \text{sentido y}$$

$$\Phi_y = 0,9$$

$$F_y = 253000 \text{ Kn/m}^2$$

- **Calculo del área requerida por los pernos**

$$P_{ux} = n * \Phi * F_v * A_b$$

$$A_b = 1,0396E-05 \text{ m}^2$$

- **Escoger el perno comercial ( $\emptyset$ )**

Diámetro nominal de un perno  $\emptyset = d = 0,002572598 \text{ m} = 0,101283367 \text{ pulg.}$

$d$  comercial = 0,5 pulg. = 0,0127 m

- **Cálculo del espesor de la platina teniendo en cuenta el efecto aplastamiento que ejerce el perno sobre la platina**

$$\Phi R_n = P_{ux} = n \cdot \Phi_x \cdot 2,4 \cdot d \cdot t \cdot F_u$$

$$t = 0,000275869 \text{ m} = 0,010860997 \text{ pulg.}$$

$$t_{\text{comercial}} = 0,375 \text{ pulg}$$

- **Calculo la longitud  $L_p$  para la platina superior**

Apoyo fijo

$$L_p = d \text{ (nominal) perno} \cdot (1 + 3 \cdot n)$$

$$L_p = 0,0889 \text{ m}$$

$$L_p = 0,2 \text{ m}$$

- **Calculo la longitud de la platina vertical H**

$$V_y = \Phi_y \cdot 0,6 \cdot F_y \cdot A_{vg} > \text{Fluencia por cortante de los elementos conectados}$$

$$A_{vg} = L_y \cdot t$$

$$V_y = \Phi_y \cdot 0,6 \cdot F_y \cdot L_y \cdot t$$

$$L_y = V_y / (\Phi_y \cdot 0,6 \cdot F_y \cdot t)$$

$$L_y = 0,035972337 \text{ m}$$

$$L_y = 0,04 \text{ m}$$

$$H = (0,25 + L_p) \cdot \text{TAN } 45$$

$$H = 0,45 \text{ m}$$

- **Diseño de la soldadura vertical**

$$f_s = V_y/H = 104,0244444 \text{ Kn/m} \quad e = M / V_y = 0,336895174 \text{ m}$$

$$f = (V_y * e * H/2) / (1/12 * (1) * (H^3)) = 467,2711111 \text{ Kn/m}$$

$$f_r = \sqrt{(f_s)^2 + (f)^2} = 478,7101172 \text{ Kn/m}$$

$$f_r = 2,431847395 \text{ Klb/pulg}$$

$$\text{Tamaño requerido de soldadura} = (f_r) / ((0,707) (1) (\Phi_x) (0,60 * 70)) = 0,109195905 \text{ pulg}$$

USE SOLDADURA DE 1/8 DE PULGADA

#### 4.2 DISEÑO DE LA MENSULA APOYO MOVIL GIV

DATOS:

$$n = 2$$

$$F_v = 330 \text{ Mpa} = 330000 \text{ Kn/m}^2$$

$$P_{ux} = V_x = 0,105 \text{ Kn} \quad \text{sentido x}$$

$$\Phi_x = 0,75$$

$$F_u = 408000 \text{ Kn/m}^2$$

$$M = 20,98 \text{ Kn.m}$$

$$P_{uy} = V_y = 93,456 \text{ Kn} \quad \text{sentido y}$$

$$\Phi_y = 0,9$$

$$F_y = 253000 \text{ Kn/m}^2$$

- **Calculo del área requerida por los pernos**

$$P_{ux} = n * \Phi * F_v * A_b$$

$$A_b = 2,12121E-07 \text{ m}^2$$

- **Escoger el perno comercial ( $\emptyset$ )**

$$\text{Diámetro nominal de un perno } \emptyset = d = 0,000367478 \text{ m}$$

d comercial = 0,5 pulg. = 0,0127 m

- Calculo del espesor de la platina teniendo en cuenta el aplastamiento que ejerce el perno sobre la platina

$$\Phi R_n = P_{ux} = n \cdot \Phi_x \cdot 2,4 \cdot d \cdot t \cdot F_u$$

$$t = 5,62889E-06 \text{ m} = 0,00022161 \text{ pulg}$$

$$t_{\text{comercial}} = 0,375 \text{ pulg}$$

- **Calculo la longitud  $L_p$  para la platina superior y para la platina inferior.**

Apoyo móvil

$$L_p = 4d_{\text{nominal}} + s(n-1)$$

$$s = d_{\text{nominal}} + \text{incremento}$$

$$\text{incremento} = 1,25 \text{ pulg} = 0,03175 \text{ m}$$

$$s = 1,75 \text{ pulg} = 0,04445 \text{ m}$$

$$L_p = 3,75 \text{ pulg} = 0,09525 \text{ m}$$

$$L_p = 0,2 \text{ m}$$

- **Calculo la longitud de la platina vertical**

$$V_y = \Phi_y \cdot 0,6 \cdot F_y \cdot A_{vg} > \text{Fluencia por cortante de los elementos conectados}$$

$$A_{vg} = L_y \cdot t$$

$$V_y = \Phi_y \cdot 0,6 \cdot F_y \cdot L_y \cdot t$$

$$L_y = V_y / (\Phi_y \cdot 0,6 \cdot F_y \cdot t)$$

$$L_y = 0,07181711 \text{ m}$$

$$L_y = 0,072 \text{ m}$$

$$H = (0,25+LP) * \text{TAN } 45$$

$$H = 0,45 \text{ m}$$

- Diseño de la soldadura vertical

$$f_s = V_y/H = 207,68 \text{ Kn/m} \quad e = M / V_y = 0,224490669 \text{ m}$$

$$f = (V_y * e * H/2)/(1/12 * (1) * (H^3)) = 621,6296296 \text{ Kn/m}$$

$$f_r = \sqrt{(f_s)^2 + (f)^2} = 655,4039814 \text{ Kn/m}$$

$$f_r = 3,329452226 \text{ Klb/pulg}$$

$$\text{Tamaño requerido de soldadura} = (f_r)/((0,707)(1)(\Phi_x)(0,60*70)) = 0,14950056 \text{ pulg}$$

USE SOLDADURA DE 3/16 DE PULGADA

## 5. DISEÑO CONEXIÓN VIGA - COLUMNA

### 5.1 DISEÑO DE LA CONEXIÓN VIGA – COLUMNA GRUPO I

DATOS:

$$n = 1$$

$$F_v = 330 \text{ Mpa} = 330000 \text{ Kn/m}^2$$

$$P_{ux} = V_x = 13,128 \text{ Kn} \quad \text{sentido x}$$

$$\Phi_x = 0,75$$

$$F_u = 408000 \text{ Kn/m}^2$$

$$M = 8,3303 \text{ Kn.m}$$

$$P_{uy} = V_y = 13,041 \text{ Kn} \quad \text{sentido y}$$

$$\Phi_y = 0,9$$

$$F_y = 253000 \text{ Kn/m}^2$$

$$H_{viga} = 0,203 \text{ m}$$

- **Calculo del área requerida por los pernos**

$$P_{ux} = n * \Phi * F_v * A_b$$

$$A_b = 5,30424E-05 \text{ m}^2$$

- **Escoger el perno comercial ( $\emptyset$ )**

Diámetro nominal de un perno  $\emptyset = d = 0,008218002 \text{ m}$

$d_{\text{comercial}} = 0,5 \text{ pulg} = 0,0127 \text{ m}$

- **Calculo del espesor de la platina teniendo en cuenta el aplastamiento que ejerce el perno sobre la platina**

$$\Phi R_n = P_{ux} = n \cdot \Phi_x \cdot 2,4 \cdot d \cdot t \cdot F_u$$

$$t = 0,001407545 \text{ m} = 0,055415144 \text{ pulg}$$

$$t_{\text{comercial}} = 0,375 \text{ pulg}$$

- **Calculo la longitud  $L_p$  para la platina superior y para la platina inferior.**

Apoyo

$$L_p = d \text{ (nominal) perno} \cdot (1 + 3 \cdot n)$$

$$L_p = 0,0508 \text{ m}$$

$$L_p = 0,1 \text{ m}$$

- **Calculo la longitud de la platina vertical**

$V_y = \Phi_y \cdot 0,6 \cdot F_y \cdot A_{vg} >$  Fluencia por cortante de los elementos conectados

$$A_{vg} = L_y \cdot t$$

$$V_y = \Phi_y \cdot 0,6 \cdot F_y \cdot L_y \cdot t$$

$$L_y = V_y / (\Phi_y \cdot 0,6 \cdot F_y \cdot t)$$

$$L_y = 0,010021475 \text{ m}$$

$$L_y = 0,01 \text{ m}$$

$$H = LP * \text{TAN } 45$$

$$H = 0,1 \text{ m}$$

- **.Diseño de la soldadura vertical**

$$f_s = V_y/H = 130,41 \text{ Kn/m} \quad e = M / V_y = 0,638777701 \text{ m}$$

$$f = (V_y * e * H/2)/(1/12 * (1) * (H^3)) = 4998,18 \text{ Kn/m}$$

$$f_r = \sqrt{(f_s)^2 + (f)^2} = 4999,881007 \text{ Kn/m}$$

$$f_r = 25,39939551 \text{ Klb/pulg}$$

$$\text{Tamaño requerido de soldadura} = (f_r) / ((0,707)(1)(\Phi_x)(0,60 * 70)) = 1,140495073 \text{ pulg}$$

UTILICE SOLDADURA DE 1.3/4 DE PULGADA

- **DISEÑO DE LA SOLDADURA DEL PERIMETRO**

$$t_f = 0,011 \text{ m}$$

$$C = T = M/H_{\text{viga}} - t_f = 43,38697917 \text{ KN}$$

$$A_{\text{req}} = C/\phi F_y = 0,000190544 \text{ m}^2$$

$$\text{Ancho req} = A_{\text{req}}/t_f = 0,017322226 \text{ m} = 0,681977397 \text{ pulg}$$

$$\text{Ancho req comercial} = 0,75 \text{ pulg}$$

## 6. DISEÑO DE PLATINAS BASE PARA COLUMNAS SISMO ALTO

### 6.1 PLACA DE BASE PARA COLUMNA CON MOMENTO DE FLEXION ( $e \leq N/6$ )

DATOS:	NODO 27	GRUPO II	
Diámetro columna	Ø =	304,8	mm
Espesor	s =	9,52	mm
Carga axial	P =	120,855	Kn
Momento	M =	4,5362	Kn.m

$$B=N = 508 \text{ mm}$$

Área de la placa es un área parcial del apoyo en concreto

Entonces tomamos

$$P_p = 0.85 f'_c A_1 \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \text{ en Kn.}$$

$$P_p = 4836,76452 \text{ Kn}$$

$$FP = 0.85 f'_c \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \text{ en Mpa}$$

$$FP = 17,85 \text{ Mpa}$$

$$\phi_c = 0.6$$

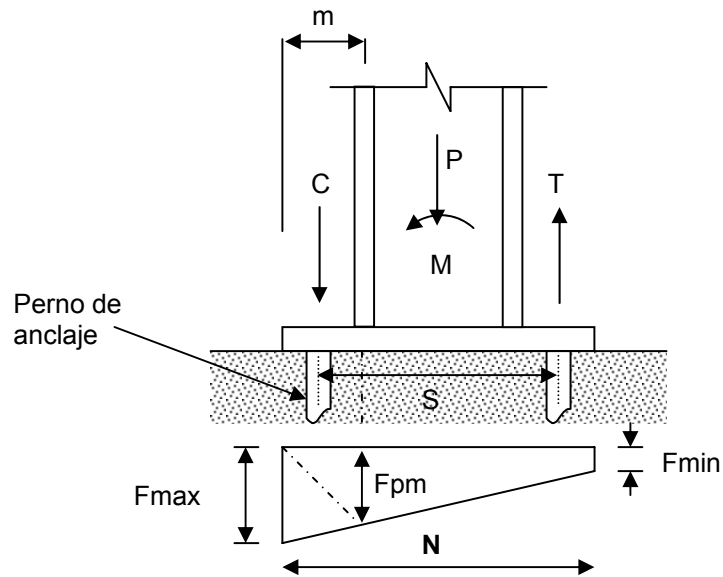
$$\Phi_c FP = 10,71 \text{ Mpa}$$

- Chequeo excentricidad debido al momento

$$e = 37,53423524 \text{ mm} \quad N/6 = 84,66666667 \text{ mm}$$

$$e = \frac{M}{P} \leq \frac{N}{6} \text{ Si cumple con esta condición se procede con lo siguiente.}$$

$$e \leq N/6 \quad \text{O.K}$$



- Calculo de esfuerzo de aplastamiento

Por la carga concéntrica:

$$f_p = 0,468314062 \text{ Mpa} \quad f_p \leq F_P \quad \text{O.K}$$

Por momento

$$f_m = \pm 0,207611931 \text{ Mpa}$$

- Los valores máximos y mínimos de esfuerzo son:

Esfuerzo máximo: |

$$F_{max} = 0,675925993 \text{ Mpa}$$

Esfuerzo mínimo: |

$$F_{min} = 0,260702131 \text{ Mpa}$$

- Determinación del espesor ( $t_p$  en mm) de la placa en el sentido perpendicular al momento.

$$l = 132,08 \text{ mm}$$

$$F_y = 0,253 \text{ kn/mm}^2$$

$$t_p = 2l \sqrt{\frac{f_p}{F_y}}$$

$$l = (B - 0.80 * b) / 2 \quad \text{en mm.}$$

$$f_p = P / (B * N) \leq F_p \quad \text{en Mpa.}$$

$$F_y = \text{Resistencia a la cedencia de la placa de base, en Mpa.}$$

$$P = \text{Carga que trasmite la viga en el extremo.}$$

$$t_p = 11,36515582 \text{ mm}$$

- Calculo de  $m$  y del esfuerzo de la placa debajo del borde de la columna  $F_{pm}$

$$m = (N - 0.95 * d) / 2$$

$$F_{pm} = F_{max} - \left( \frac{m(F_{max} - F_{min})}{N} \right), \quad \text{en Mpa.}$$

$$m = 109,22 \text{ mm}$$

$$F_{pm} = 0,586652862 \text{ Mp}$$

- Con los valores de  $F_{max}$  y  $F_{pm}$  Se determina el valor del momento en el voladizo de de la placa a una distancia  $m$

$$M = B * \left[ \frac{m^2 F_{pm}}{6} + \frac{m^2 F_{max}}{3} \right]; \text{ en Kn.mm.}$$

$$M = 1957,869305 \text{ Kn.mm}$$

- Con el valor del momento se determina el valor de tp

|

$$tp = 11,03938108 \text{ mm}$$

El valor de tp por momento se compara con el tp debido a la carga concéntrica y se toma el valor mayor

$$tp = 11,36515582 \text{ mm}$$

- Diseño de la soldadura entre la columna y la placa base

Longitud total de la soldadura de filete

$$L = \pi \phi$$

$$L = 37,7136 \text{ pulg}$$

Carga soportada por la soldadura

$$C = T = 3,379720943 \text{ klb}$$

La resistencia de una soldadura de filete de una pulgada de una pulgada de largo usando electrodos E70 es:

:

$$\Phi F_w = 31,5 \text{ klb/pulg}$$

- Tamaño de soldadura requerido

$$E = \frac{C}{L * \phi F_w}$$

E = 0,002844935 pulg

Usar soldadura de 1/8 de pulgada

## 6.2 PLACA DE BASE PARA COLUMNA CON MOMENTO DE FLEXION ( $e > N/6$ )

DATOS:	NODO 5	GRUPO I	
Diámetro columna	Ø =	304,8	mm
Espesor	s =	9,52	mm
Carga axial	P =	36.698	Kn
Momento	M =	3.8569	Kn.m

- B=N= 457,2 mm

$$P_p = 0.85 f'_c A_1 \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \text{ en Kn.}$$

$$P_p = 4606,4424 \text{ Kn}$$

$$FP = 0.85 f'_c \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \text{ en Mpa}$$

$$FP = 17,85 \text{ Mpa}$$

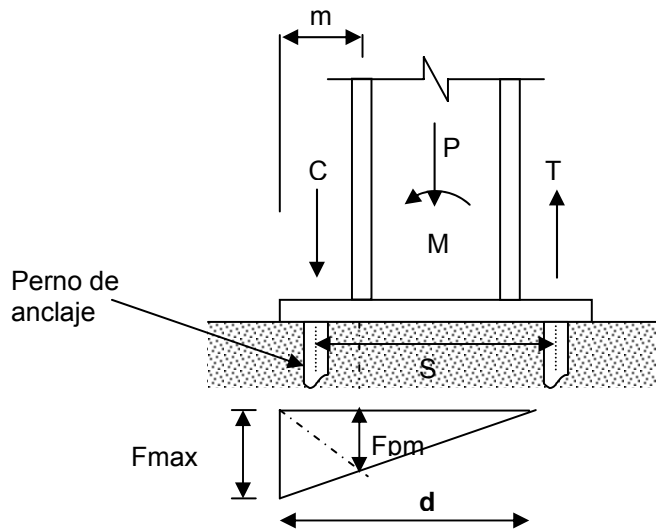
$$\Phi_c FP = 10,71 \text{ Mpa}$$

- Chequeo excentricidad debido al momento

$$e = \frac{M}{P} > \frac{N}{6}$$

$$e = 105,0983705 \text{ mm} \quad N/6 = 76,2$$

$$e > N/6 \quad \text{O.K}$$



- Presión en una parte de la placa

$$- \sum F = 0; P = \frac{B \cdot d \cdot F_{\max}}{2}$$

-  $\sum M = 0$ ; esta sumatoria se efectúa en el extremo de la placa,

$$\frac{P \cdot B}{2} - M = \frac{B \cdot d^2 \cdot F_{\max}}{6}$$

Resolviendo estas dos ecuaciones:  $d = 3 \cdot \left[ \frac{B}{2} + \frac{M}{P} \right]$ ; en mm.

$$d = 370,5048885 \text{ mm}$$

- Calculo del área requerida del perno de anclaje

Tomando momentos respecto al centro del extremo del espesor de la columna.

$$P * \left( e - \left( \left( \frac{\varnothing}{2} \right) - \left( \frac{s}{2} \right) \right) \right) - \left( 31.75 + \left( \varnothing - \left( \frac{e}{2} \right) \right) \right) * T = 0$$

T ; Kn

$$T = 4,705363995 \text{ mm}$$

Área requerida perno de anclaje = 0,209179584 cm<sup>2</sup>

$\Phi$  (PERNO) = 0,516076637 cm

$\Phi$ (PERNO) = 0,203179778 pulg

$\Phi_c$  (PERNO) = 1/2. pulg por perno

$R_u$  = 41,403364 Kn

- Calculo  $F_{max} \leq F_{P.O.K}$

$$F_{max} = \frac{2 * R_u}{B * d} \leq F_p \quad ; \quad \text{en Mpa}$$

$F_{max}$  = 0,488838564 Mpa

- Calculo de m y del esfuerzo de la placa debajo del borde de la columna  $F_{pm}$

$$m = (N - 0.95 * d) / 2$$

$$F_{pm} = \left( \frac{F_{max} * (d - m)}{m} \right), \quad \text{en Mpa.}$$

$m$  = 83,82 mm

$F_{pm}$  = 0,37824772 Mpa

- Se determina el valor del momento en el voladizo de de la placa a una distancia m

$$M = B * \left[ \frac{m^2 F_{pm}}{6} + \frac{m^2 F_{max}}{3} \right]; \quad \text{en Kn.mm.}$$

$M$  = 725,9152232 Kn.mm

- Espesor de la placa  $t_p$

$t_p = 7,085566431 \text{ mm}$

- Diseño de la soldadura entre la columna y la placa base

Longitud total de la soldadura de filete

L; pulg. (Perímetro de la columna)

$L = 37,7136 \text{ pulg}$

Carga soportada por la soldadura

$C = T = 2,873604714 \text{ klb}$

La resistencia de una soldadura de filete de una pulgada de una pulgada de largo usando electrodos E70 es:

$\Phi F_w = 31,5 \text{ klb/pulg}$

Tamaño de soldadura requerido

$E = 0,002418903 \text{ pulg}$

Usar soldadura de 1/8 de pulgada

## 7. DISEÑO ZAPATA CENTRICA GRUPO I

- DATOS DE ENTRADA

$P_u = 36,698 \text{ KN}$

$d = 0,3 \text{ m}$

$q_a = 200 \text{ KN/m}^2$

$d' = 0,07 \text{ m}$

$h_f = 1,2 \text{ m}$

$PD = 14,972 \text{ KN}$

$W_c = 24 \text{ KN/m}^3$

$PL = 9,257 \text{ KN}$

$F_c = 21 \text{ Mpa}$

$\delta_s = 18 \text{ KN/m}^3$

## SECCION PEDESTAL

B = 0,508 m b = 508 mm  
N = 0,508 m

- **PREDIMENSIONAMIENTO**

### CALCULO CAPACIDAD PORTANTE DE DISEÑO (qad)

hz = 0,37 m  
hs = 0,83 m  
qad = 176,18 KN/m<sup>2</sup>

### CALCULO AREA REQUERIDA (Areq)

$$qad = P/A(1+6e/L)$$

P = 24,229 KN  
M = 3,8569 KN.m  
e = 0,159185274 m  
L = 0,5975 m = 59,75 cm  
Areq = 0,35700625 m<sup>2</sup>

### PARA BRINDAR MAYOR RIGIDEZ AUMENTO L

L = 1,5m = 150 cm      Areq = 2,25 m<sup>2</sup>

- **CHEQUEOS**

### CHEQUEO POR VOLCAMIENTO

M. ACTUANTES = 3,8569 KN.m

M. RESISTENTES = 18,17175 KN.m

$$F.S \text{ volcamiento} = \frac{\text{momentos resistentes}}{\text{momentos actuantes}}$$

F.S. VOLCAMIENTO = 4,711491094

F.S. VOLCAMIENTO  $\geq 1,5$

O.K

- CHEQUEO POR APLASTAMIENTO O ESFUERZOS DE CONTACTO PEDESTAL - ZAPATA

$$A1 = 0,258064 \text{ m}^2$$

$$A2 = 2,25 \text{ m}^2$$

$$F_c = 21000 \text{ KN/m}^2$$

$$\Phi = 0,7$$

$$\Phi P_n = 9521,19 \text{ KN}$$

$$e = 0,159185274 \text{ m}$$

$$b/6 = 0,084666667 \text{ m}$$

$$F = 284,4100688 \text{ KN/M}^2$$

$$\Phi P_n > F \quad \text{O.K}$$

- **DISEÑO**

CALCULO REACCION ULTIMA NETA (qun)

$$q_{un} \text{ (KN/M}^2\text{)} = 16,31022222$$

➤ DISEÑO POR PUNZAMIENTO

$$A_o = 0,652864 \text{ m}^2$$

$$b_o = 3,232 \text{ m}$$

$$V_{up} = 26,04964308 \text{ KN}$$

$$v_{up} = 0,032 \text{ Mpa}$$

$$v_{cp} = 1,528 \text{ Mpa}$$

$$v_{up} \text{ (Mpa)} < v_{cp} \text{ (Mpa)}$$

OK NO REQUIERE ESTRIBOS

➤ **DISEÑO A CORTANTE**

$$d = 0,3 \text{ m} \quad b = 1 \text{ m}$$

$$W_u = 16,31022222 \text{ KN/M} \quad L = 0,496 \text{ m}$$

$$V_y = 3,196803556 \text{ KN}$$

$$v_u/\phi = 0,013 \text{ Mpa}$$

$$v_c = 0,764 \text{ Mpa}$$

$$v_u/\phi \text{ (Mpa)} \leq v_c \text{ (Mpa)}$$

OK NO REQUIERE ESTRIBOS

➤ **DISEÑO A FLEXION**

$$L = 0,496 \text{ m} \quad b = 100 \text{ cm} \\ d = 30 \text{ cm}$$

$$M_u = 2,006 \text{ KN.m} \quad M_u = 20,06287815 \text{ ton.cm}$$

$$\rho = 5,90E-05$$

$$\rho_{\min} = 0,0018$$

$$A_{s\text{long}} = 8,100 \text{ cm}^2$$

Colocar 12 barras No. 3

• **DIMENSIONAMIENTO FINAL**

$$h_z = 0,37 \text{ m}$$

$$L_1 = 1,500 \text{ m}$$

$$L_2 = 1,500 \text{ m}$$

8. **DISEÑO DE LA VIGA DE AMARRE PARA CIMIENTOS VX T-1 L = 5**

• **CALCULO LA FUERZA QUE SOPORTA LA VIGA DE AMARRE**

$$F_u = 0,25 * A_a * P_u \text{ máx.}$$

$$P_u \text{ max} = 120,855 \text{ KN}$$

$$A_a = 0,25$$

$$F_u = 7,5534375 \text{ KN}$$

- **PREDIMENSIONAMIENTO DE LA VIGA DE AMARRE**

$$F_u = 0,7 * (0,85 * F_c * A_{req})$$

$$F_c = 21 \text{ N/mm}^2 = 210 \text{ KG/Cm}^2$$

$$A_{req} = 604,5168067 \text{ mm}^2$$

$$b = h = 24,58692349 \text{ mm}$$

- **CHEQUEO QUE LAS DIMENSIONES DE LA VIGA DE AMARRE CUMPLAN CON LO MÍNIMO ESPECIFICADO EN LA NORMA NSR-98**

LAS DIMENSIONES MÍNIMAS PARA LA VIGA DE AMARRE SON LAS SIGUIENTES

$$h = L/30$$

PERO h EN NINGÚN CASO DEBE SER MENOR DE 25 CM EN EL CASO DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA MODERADA

$$L = 450 \text{ cm} = 4,5 \text{ m}$$

$$h = 35 \text{ cm}$$

$$b = 30 \text{ cm}$$

- **CHEQUEO**

$$h \geq 25 \text{ O.K}$$

- **VERIFICO SI LA VIGA DE AMARRE SE DISEÑA COMO COLUMNA**

SI  $F_u > 0,10 * F_c * A_{req}$  SE DISEÑA COMO COLUMNA

$$0,10 F_c A_{req} = 220500 \text{ N}$$

$$F_u = 7553,4375 \text{ N}$$

- **CHEQUEO**

$F_u > 0,10F_c A_{req}$  NO SE DISEÑA COMO COLUMNA

- **CALCULO DEL MOMENTO DE DISEÑO**

$$M_a = M_b = (6EI\Delta)/L^2$$

$$\Delta = 0,0015 \text{ m}$$

$$E = 2,04E+08 \text{ KN/m}^2$$

$$I = 0,001071875 \text{ m}^4$$

$$M = 97,18333333 \text{ KN.M} = 971,8333333 \text{ Ton.cm}$$

- **CALCULO DEL CORTANTE DE DISEÑO**

$$V = (12EI\Delta)/L^3$$

$$V = 43,19259259 \text{ KN}$$

- **DISEÑO A FLEXION**

$$K = M/bd^2 \text{ Ton/cm}^2$$

$$d' = 5,3 \text{ cm}$$

$$d = 29,7 \text{ cm}$$

$$K = 0,036724648 \text{ Ton.cm}^2$$

$$\rho = 0,0112$$

$$\rho(\text{MIN}) = 0,0033$$

$$\rho(\text{MAX}) = 0,016$$

- **CHEQUEO**

$\rho < \rho_{\text{max}}$  O.K NO REQUIERE REFUERZO A COMPRESION

$$A_s = \rho * b * d = 9,9792 \text{ CM}^2$$

COMPROBAMOS SI LAS BARRAS CABEN EN UNA FILA

BARRAS ESCOGIDAS 5 No 5

$D(\text{No } 5) = 1,59 \text{ cm}$       No BARRAS  
5

$A_s = 10 \text{ cm}^2$

ESPACIO OCUPADO = 15,95 cm

ESPACIO LIBRE = 14,05 cm

No BARRAS POR FILA = 5

NUMERO DE ESPACIOS = No BARRAS - 1 = 4

SEPARACION ENTRE BARRAS = 3,5125      O.K

- **DISEÑO A CORTANTE**

$v_u = V/(\phi * b * d)$

$v_u = 5,703121753 \text{ Kg/cm}^2$

$v_c = 0,53 * \sqrt{F_c}$

$v_c = 7,680429675 \text{ Kg/cm}^2$

- **CHEQUEO**

$v_u \leq v_c$       O.K NO REQUIERE ESTRIBOS

$S_{max} = d/2$     14,85cm    14,5 cm

ZONA DE ESTRIBOS = 440 cm

No. ESTRIBOS = 30,34482759

## 9. CAL CULO TIPO DE DISEÑO DE UNA CARTELA

### 9.1 DISEÑO DE LA CARTELA PARA UN ELEMENTO A TENSION.

- **DISEÑO DE LA SOLDADURA PARA LA CARTELA DE UN ELEMENTO A TENSION**

ELEMENTO DIAGONAL A TENSION

SECCION L1/8X2

Fy(ksi) = 50,054 FEXX(klb) = 70

Fu(ksi) = 69,962

b(pulg) = 2

h(pulg) = 2

t(pulg) = 0,125

- **CALCULO DE LA CAPACIDAD A TENSION DEL ANGULO DOBLE**

Ag(pulg<sup>2</sup>) = 0,96875

Pu(klb) = 43,64083125

Pu(klb) = 44,22363609

Pu(klb) = 43,64083125 = 218,2041563 KN

- **TAMAÑO DE LA SOLDADURA**

TAMAÑO MAXIMO (pulg) = 0,125

TAMAÑO MINIMO (pulg) TABLA = 0,125

TAMAÑO SOLDADURA (pulg) = 0,125

- **CALCULO DEL ESPESOR EFECTIVO DE LA GARGANTA**

E.E.G(pulg) = 0,088375

- **CALCULO DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO DE LA SOLDADURA DEL EXTREMO**

R.D.S.E (pulg) = 16,702875

- **CALCULO DE LA CARGA DE LA SOLDADURA LATERAL**

C.S.L = 26,9379563

- **CAPACIDAD DE LA SOLDADURA POR PULGADA**

$$\phi F_w \text{ (klb)} = 2,7838125$$

- **LONGITUD TOTAL REQUERIDA**

$$L.T.R \text{ (pulg)} = 9,676641746$$

- **TOMANDO MOMENTOS REPECTO A L1 DETERMINAMOS P2**

$$X = Y \text{ (pulg)} = 0,55$$

$$P_u \times X - P_2 \times b = 0$$

$$P_2 = (P_u X) / b$$

$$P_2 \text{ (klb)} = 7,407937969$$

- **CALCULO DE P1**

$$P_1 \text{ (klb)} = 19,53001828$$

- **CALCULO DE L1**

$$L_1 \text{ (pulg)} = 7,015565266$$

- **CALCULO DE L2**

$$L_2 \text{ (pulg)} = 2,66107648$$

- **CALCULO DE LA LONGITUD DE LA SOLDADURA DE CADA LADO**

$$L_{1 \text{ aproximada}} \text{ (pulg)} = 3,507782633$$

$$L_{1 \text{ aproximada}} \text{ (cm)} = 8,909767887$$

$$L_{2 \text{ aproximada}} \text{ (pulg.)} = 1,33053824$$

$$L_{2 \text{ aproximada}} \text{ (cm)} = 3,37956713$$

$$L_1 \text{ diseño (cm)} = 9$$

$$L_2 \text{ diseño (cm)} = 3,5$$

## 9.2 DISEÑO DE LA CARTELA PARA UN ELEMENTO A COMPRESION.

- **DISEÑO POR PANDEO FLECTOR PARA LAS CARTELAS**

### 9.2.1 DISEÑO FLECTOR

SECCION	L3/16X21/2
Fy(ksi)	50,054
E(MPa)	200000
b(pulg)	2,5
h(pulg)	2,5
t(pulg)	0,1875
rx(mm) = ry (mm)	19,8
rz(mm)	12,4

Fy(MPa)	345,312	Fy(kg/mm2)	34,5312
b(mm)	63,5		
h(mm)	63,5		
t(mm)	4,76		
K	1		
L(mm)	500		
Ag(pulg2)	0,90234375	Ag(m2)	0,00058216

- **RELACION ANCHO-ESPESOR**

$$b/t = 13,340$$

$$75/\sqrt{F_y} = 10,60087879$$

$b/t > 75/\sqrt{F_y}$  ENTONCES LA SECCION ES ESBELTA

$$64/\sqrt{F_y} = 10,89116001$$

$$130/\sqrt{F_y} = 22,12266877$$

$$Q = 0,922169809$$

- **CALCULO DE LAS RELACIONES DE ESBELTEZ**

$$(KL/r)_x = (KL/r)_y = 25,25252525$$

$$(KL/r)_z = 40,32258065$$

$$(KL/r) = 40,32258065$$

- ESBELTEZ CRITICA**

$$\lambda_c = 0,533116854 \quad Q\lambda^2 = 0,262093183$$

$$\lambda_c \sqrt{Q} = 0,511950371$$

- CALCULO DEL ESFUERZO CRÍTICO**

$$F_{cr} \text{ (Mpa)} = 285,3519316$$

- CALCULO DE LA RESISTENCIA ÚLTIMA**

$$P_u \text{ (KN)} = 282,4029219 = 56,48058438 \text{ KGB}$$

### 9.2.2 DISEÑO FLEXOTORSOR

- PROPIEDADES TORSIONALES DEL ANGULO**

		$r_o^2(\text{mm}^2)$	
		=	1056,43055
$J(\text{mm}^4) =$	4223,412892	$X_o^2(\text{mm}^2)$	
		=	135,0244
$X_o(\text{mm}) =$	11,62	$Y_o^2(\text{mm}^2)$	
		=	135,0244
$Y_o(\text{mm}) =$	11,62	$b'(\text{mm}) =$	61,12
$I_x(\text{mm}^4) =$	228900	$b(\text{mm}) =$	63,5
$I_y(\text{mm}^4) =$	228900	$t(\text{mm}) =$	4,76
$A(\text{mm}^2) =$	582,16	$E(\text{Mpa}) =$	200000
$r_w(\text{mm}) =$	19,7	$C_w(\text{mm}^6)$	
$x=y(\text{mm})$	14	=	1368038,72
		$L(\text{mm}) =$	500
		$G$	80000
		$F_y(\text{Mpa})$	
		=	345,312

- CALCULOS**

$$H = 0,744376192$$

$$F_{ez}(\text{Mpa}) = 566,9534213$$

$$F_{ey}(\text{Mpa}) = 3066,591505$$

$$1 - \frac{(4F_{ey}F_{ez}H)}{(F_{ey} + F_{ez})^2} = 0,607901929$$

$$F_e(\text{Mpa}) = 537,7255711$$

$$\lambda_e = 0,801355996$$

$$Q = 0,922169809$$

$$\lambda_e \sqrt{Q} = 0,769539542$$

$$F_{cr}(\text{Mpa}) = 248,5292799$$

$$P_u(\text{KN}) = 245,9624695 = 49,1924939 \text{ KLB}$$

- **CALCULO DE LA RESISTENCIA ÚLTIMA**

$$P_u(\text{KN}) = 245,9624695 = 49,1924939 \text{ KLB}$$

- **DISEÑO DE LA SOLDADURA**

- **TAMAÑO DE LA SOLDADURA**

$$\text{TAMAÑO MAXIMO (pulg)} = 0,1875$$

$$\text{TAMAÑO MINIMO (pulg)} = 0,125$$

$$\text{TAMAÑO SOLDADURA (pulg)} = 0,1875$$

- **CALCULO DEL ESPESOR EFECTIVO DE LA GARGANTA**

$$E.E.G (\text{pulg}) = 0,1325625$$

- **RESISTENCIA DE DISEÑO DE LA SOLDADURA LATERAL**

$$R.D.S.E (\text{KLB}) = 31,31789063$$

- **CARGA DE LA SOLDADURA LATERAL**

C.S.L (KLB) = 17,87460328

- **RESISTENCIA/PULGADA DE LA SOLDADURA LATERAL**

R.P.S.L (KLB/PULG) = 4,17571875

- **LONGITUD REQUERIDA**

L.R (PULG) = 4,280605171

L.Aproximada(pulg) = 1,070151293

L.Aproximada(cm) = 2,718184284

L.Diseño(cm) = 3

**10 CHEQUEO QUE EL CORDON INFERIOR Y SUPERIOR CUMPLAN LOS REQUERIMIENTOS DE LA NORMA AL VERSE AFECTADOS POR LAS CARTELAS.**

**10.1 CHEQUEO DEL CORDON INFERIOR**

- **DIMENSIONAMIENTO DE LA PLATINA**

B(mm) = 150

L(mm) = 296

W(mm) = 19,05

- **CALCULO DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO A TENSION PARA EL CORDON INFERIOR**

SECCION DAL 1/4X2,5

h(mm) = 63,5      Fu(Mpa) = 482,652 = 0,482652 KN/MM<sup>2</sup>

b(mm) = 63,5

t(mm) = 6,35

$$A_g(\text{mm}^2) = 1532,255$$

$$F_y(\text{Mpa}) = 345,312 = 0,345312 \text{ KN/MM}^2$$

- **FLUENCIA EN EL AREA BRUTA**

$$P_u = \phi A_g F_y$$

$$P_u(\text{KN}) = 476,1954347$$

- **FRACTURA EN EL AREA NETA**

$$P_u = \phi A_e F_u$$

$$\text{Si } L \geq 2W \rightarrow U = 1$$

$$\text{Si } 2W > L \geq 1.5W \rightarrow U = 0,87$$

$$\text{Si } 1.5W > L \geq W \rightarrow U = 0,75$$

$$L(\text{mm}) = 296$$

$$2W(\text{mm}) = 38,1$$

$$U = 1$$

$$A_e(\text{mm}^2) = 5638,8$$

$$P_u(\text{KN}) = 2041,183573$$

- **BLOQUE DE CORTANTE**

$$A_{nt} = A_{gt} = h \times W$$

$$A_{nt} = A_{gt} = 1209,675 \text{ mm}^2$$

$$A_{gv} = A_{nv} = L \times t$$

$$A_{gv} = A_{nv} = 1879,6 \text{ mm}^2$$

- **FRACTURA POR TENSION Y FLUENCIA POR CORTANTE**

$$F_u A_{nt} \geq 0.6 F_u A_{nv}$$

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

- **FRACTURA POR CORTANTE Y FLUENCIA POR TENSION**

$$0.6F_u Anv > F_u Ant$$

$$\phi R_n = \phi(0.6F_u Anv + F_y A_{gt})$$

ENTONCES:

$$F_u Ant \text{ (KN)} = 583,8520581$$

$$0.6F_u Anv \text{ (KN)} = 544,3156195$$

$$\phi R_n \text{ (KN)} = 605,358266$$

$$\phi R_n \text{ (KN) SAP} = 351,813$$

- **DETERMINAR EL VALOR DE Pu**

$$P_u \text{ (KN)} = 476,1954347$$

- **CHEQUEO**

$$\phi R_n \text{ (KN) SAP} \leq \phi R_n \text{ (KN)} \quad \text{O.K}$$

## 10.2 CALCULO PARA LA RESISTENCIA DE DISEÑO A COMPRESION DEL CORDON SUPERIOR

SECCION	DAL5/16X2,5
F <sub>y</sub> (ksi)	50,054
E(MPa)	200000
b(pulg)	2,5
h(pulg)	2,5
t(pulg)	0,3125
r <sub>x</sub> (mm) = r <sub>y</sub> (mm)	19,3
r <sub>z</sub> (mm)	12,4
x = y (mm)	18,8

F <sub>y</sub> (MPa)	345,312	F <sub>y</sub> (kg/mm <sup>2</sup> )	34,5312
b(mm)	63,5		
h(mm)	63,5		
t(mm)	7,94		
K	1		
L(mm)	948,7		
Ag(pulg <sup>2</sup> )	1,4648437	Ag(m <sup>2</sup> )	0,000945
	5		06

- **RELACION ANCHO-ESPESOR**

$$b/t = 7,997$$

$$75/\sqrt{F_y} = 10,60087879$$

$b/t > 75/\sqrt{F_y}$  ENTONCES LA SECCION ES COMPACTA

- **CALCULO DE LAS RELACIONES DE ESBELTEZ**

$$(KL/r)_x = (KL/r)_y = 49,15544041$$

$$(KL/r)_z = 76,50806452$$

$$(KL/r) = 76,50806452$$

- **ESBELTEZ CRÍTICA**

$$\lambda_c = 1,011535918$$

$$\lambda_c^2 = 1,023204914$$

- **CALCULO DEL ESFUERZO CRÍTICO**

$$F_{cr}(\text{Mpa}) = 225,0191667$$

- **CALCULO DE LA RESISTENCIA ÚLTIMA**

$$P_u(\text{KN}) = 361,5157053$$

$$P_u(\text{KN}) \text{ SAP} = 354,137$$

- **CHEQUEO**

$$P_u(\text{KN}) \geq P_u(\text{KN}) \text{ SAP} \quad \text{OK}$$

## 11. PRESUPUESTO

- **TEJA DE ZINC  $A_a = 0,25$**

## 11.1 COSTOS DIRECTOS

### ➤ MATERIALES

#### • CUBIERTA 1

ITEM	UN	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
DAL 5/16X2,5	ML	59,154	29000	1715466
DAL 1/8X2	ML	110,226	12825,33	1413684,825
DAL 1/4X2,5	ML	58,998	32063,33	1891672,343
DAL 3/16X2,5	ML	2,166	24264,33	52556,53878
TEJA DE ZINC TZA-CAL 30 L = 3,5 m GALVANIZADO	UN	198	22090,16	4373851,68
PERFIL PHR 220*80*1,5 MM CAL 16 L = 6 m	UN	56	114735,6	6425193,6
RIOSTRAS CORREAS	ML	157,6	19122,6	3013721,76
CABALLETE EN LAMINA GALVANIZADA CAL 30 L = 2 m	UN	13	12840	166920
TORNILLO AUTOPERFORANTE PARA METAL 3/4 CABEZA HEXAGONAL	UN	1176	400	470400

#### • CUBIERTA 2

DAL 1/2X4	ML	191,128	95000	18157160
DAL 3/16X2	ML	345,863	18700	6467638,1
DAL 5/16X4	ML	190,736	64127	12231327,47
DAL 1/4X4	ML	4,9	58666,66	287466,634
TEJA DE ZINC TZA-CAL 30 L = 3,6 m GALVANIZADO	UN	528	22721,31	11996851,68
PERFIL PHR 220*80*1,5 MM CAL 16 L = 6 m	UN	144	114735,6	16521926,4
RIOSTRAS CORREAS	ML	436,8	19122,6	8352751,68
CABALLETE EN LAMINA GALVANIZADA CAL 30 L = 2 m	UN	25	12840	321000
TORNILLO AUTOPERFORANTE PARA METAL 3/4 CABEZA HEXAGONAL	UN	1880	400	752000

➤ **ESTRUCTURA**

• **VIGAS METALICAS**

WF8X31	ML	430	152666,66	65646663,8
WF4X13	ML	91,8828	59166,66	5436398,387

• **COLUMNAS METALICAS**

PC12 PULG	ML	42	610000	25620000
PC10 PULG	ML	210,3024	523000	109988155,2

• **PLATINAS BASE**

PLATINA 18X18X3/8	KG	330,31	2100	693651
PLATINA 18X18X3/4	KG	314,58	2100	660618
PLATINA 20X20X1/2	KG	25,89	2100	54369
PLATINA 20X20X7/8	KG	135,93	2100	285453
PLATINA 18X18X1.1/4	KG	157,29	2100	330309

• **PLATINAS MENSULAS**

PLATINA SUPERIOR APOYO FIJO CUBIERTA 1	KG	6,6366	2100	13936,86
PLATINA SUPERIOR APOYO MOVIL CUBIERTA 1	KG	6,6366	2100	13936,86
PLATINA SUPERIOR APOYO FIJO CUBIERTA 2	KG	23,513	2100	49377,3
PLATINA SUPERIOR APOYO MOVIL CUBIERTA 2	KG	23,513	2100	49377,3
PLATINA TRIANGULAR APOYO FIJO CUBIERTA 1	KG	22,854	2100	47993,4
PLATINA TRIANGULAR APOYO MOVIL CUBIERTA 2	KG	22,854	2100	47993,4
PLATINA TRIANGULAR APOYO FIJO CUBIERTA 2	KG	53,326	2100	111984,6
PLATINA TRIANGULAR APOYO MOVIL CUBIERTA 2	KG	53,326	2100	111984,6

PLATINA SEMICIRCULAR APOYO FIJO CUBIERTA 1	KG	34,041	2100	71486,1
PLATINA SEMICIRCULAR APOYO MOVIL CUBIERTA 1	KG	34,041	2100	71486,1
PLATINA SEMICIRCULAR APOYO FIJO CUBIERTA 2	KG	79,429	2100	166800,9
PLATINA SEMICIRCULAR APOYO MOVIL CUBIERTA 2	KG	79,429	2100	166800,9

- **PLATINAS CONEXIÓN VIGA COLUMNA**

PLATINA TRIANGULAR	KG	28,576	2100	60009,6
PLATINA SEMICIRCULAR COL 12 PULG	KG	10,318	2100	21667,8
PLATINA SEMICIRCULAR COL 10 PULG	KG	39,051	2100	82007,1

- **PEDESTAL**

P20X20X0.83	M3	7,2825	280000	2039100
P22X22X0.83	M3	1,036	280000	290080

- **ZAPATAS**

- **CONCRETO**

ZAPATA 1.5X1.5X0.37	M3	19,98	280000	5594400
ZAPATA 2X2X0.37	M3	19,24	280000	5387200

- **ACERO DE REFUERZO**

BARRA No 5	KG	69,6384	2100	146240,64
BARRA No 3	KG	55,8144	2100	117210,24

- **VIGAS DE AMARRE**

CONCRETO	M3	20,54	280000	5751200
----------	----	-------	--------	---------

- **ACERO DE REFUERZO**

BARRAS No 5	KG	1565,148	2100	3286810,8
BARRAS No 4	KG	832,55	2100	1748355
ESTRIBOS No 3	KG	60,82	2100	127722

- **MANO DE OBRA**

ESTRUCTURA METALICA	KG	130346	2300	299795800
ZAPATAS Y PEDESTALES	M3	47,5385	70000	3327695
VIGAS DE AMARRE	M3	20,54	75000	1540500
MONTAJE DE TEJA	M2	1800	7000	12600000

**TOTAL COSTOS DIRECTOS: \$ 646.166.362,64**

11.2 COSTOS INDIRECTOS

- **A.I.U = \$ 126.959.977,8**

11.3 TOTAL COSTOS

- **TOTAL COSTOS DIRECTOS+COSTOS INDIRECTOS = \$ 763.126.340,44**

### **ANEXO 3: MODELOS ANALIZADOS EN SAP**

Los modelos se analizaron en el software SAP 2000 Advanced 10.0.1  
(Structural Analysis Program)

Los archivos analizados se encuentran en el CD-ROOM anexos a la tesis que contiene:

- 4 modelos para la bodega: (1 modelo para cada tipo de teja con un valor de  $A_a = 0.25$ )
- 4 modelos para la bodega: (1 modelo para cada tipo de teja con un valor de  $A_a = 0.05$ )

## ANEXO 4: GRUPOS DE DISEÑO

Para el diseño de zapatas, vigas de amarre y placa base se formaron los siguientes grupos para valores que se encuentren entre la reacción mínima y la reacción máxima escrita a continuación:

### 1. TEJA DE ZINC CON $A_a = 0.25$

GRUPO	REACCIÓN MÁXIMA (KN)	REACCIÓN MÍNIMA (KN)
I	36.698	19.159
II	120.855	105.704
III	75.772	75.722
IV	169.095	168.724

### 2. TEJA DE ZINC CON $A_a = 0.05$

GRUPO	REACCIÓN MÁXIMA (KN)	REACCIÓN MÍNIMA (KN)
I	28.596	15.471
II	118.88	104.364
III	74.463	74.268
IV	167.699	167.383

### 3. TEJA SIN TRASLAPO CON $A_a = 0.25$

GRUPO	REACCIÓN MÁXIMA (KN)	REACCIÓN MÍNIMA (KN)
I	36.046	20.024
II	133.175	118.893
III	83.054	82.921
IV	187.4	187.185

### 4. TEJA SIN TRASLAPO CON $A_a = 0.05$

GRUPO	REACCIÓN MÁXIMA (KN)	REACCIÓN MÍNIMA (KN)
I	33.464	15.336
II	130.145	115.373
III	79.584	79.35
IV	183.845	183.578

**5. TEJA ONDULADA 1000 CON  $A_a = 0.25$**

GRUPO	REACCIÓN MÁXIMA (KN)	REACCIÓN MÍNIMA (KN)
I	40.008	19.751
II	141.774	126.422
III	88.439	87.799
IV	201.73	201.268

**6. TEJA ONDULADA 1000 CON  $A_a = 0.05$**

GRUPO	REACCIÓN MÁXIMA (KN)	REACCIÓN MÍNIMA (KN)
I	37.521	15.465
II	140.509	123.908
III	85.937	85.208
IV	199.166	198.75

**7. TEJA CANALETA 90 CON  $A_a = 0.25$**

GRUPO	REACCIÓN MÁXIMA (KN)	REACCIÓN MÍNIMA (KN)
I	45.424	23.064
II	154.513	136.412
III	97.837	97.766
IV	219.89	219.549

**8. TEJA CANALETA 90 CON  $A_a = 0.05$**

GRUPO	REACCIÓN MÁXIMA (KN)	REACCIÓN MÍNIMA (KN)
I	41.163	17.878
II	151.738	132.901
III	94.264	94.234
IV	216.347	215.966

Para el diseño de las ménsulas se formaron grupos con los siguientes valores de carga axial, cortante y momento:

**1. TEJA DE ZINC CON Aa = 0.25**

GRUPO	APOYO	P(KN)	V(KN)	M(KN.M)
I	FIJO	5.146	46.811	15.7704
II	MOVIL	0.661	63.234	14.18
III	FIJO	10.96	66.941	23.2842
IV	MOVIL	0.105	93.456	20.98

**2. TEJA DE ZINC CON Aa = 0.05**

GRUPO	APOYO	P(KN)	V(KN)	M(KN.M)
I	FIJO	1.36	47.021	15.7872
II	MOVIL	0.013	63.259	14.1856
III	FIJO	3.671	69.352	23.2805
IV	MOVIL	0.024	93.445	20.9775

**3. TEJA SIN TRASLAPO CON Aa = 0.25**

GRUPO	APOYO	P(KN)	V(KN)	M(KN.M)
I	FIJO	8.361	50.706	17.0693
II	MOVIL	0.015	68.349	15.3604
III	FIJO	11.97	76.65	26.0855
IV	MOVIL	0.0004124	104.413	23.4749

**4. TEJA SIN TRASLAPO CON Aa = 0.05**

GRUPO	APOYO	P(KN)	V(KN)	M(KN.M)
I	FIJO	1.679	51.077	17.107
II	MOVIL	0.002442	68.349	15.3604
III	FIJO	2.153	77.459	26.0855
IV	MOVIL	0.006565	104.413	23.4749

**5. TEJA ONDULADA 1000 CON Aa = 0.25**

GRUPO	APOYO	P(KN)	V(KN)	M(KN.M)
I	FIJO	11.563	74.257	18.5418
II	MOVIL	14.846	75.06	14.9976
III	FIJO	13.757	114.172	28.5205
IV	MOVIL	0.0005285	117.579	23.5016

**6. TEJA ONDULADA 1000 CON Aa = 0.05**

GRUPO	APOYO	P(KN)	V(KN)	M(KN.M)
I	FIJO	3.875	74.918	18.7072
II	MOVIL	0.002442	75.089	15.0035
III	FIJO	2.579	114.172	28.5205
IV	MOVIL	0.002864	117.579	23.5016

**7. TEJA CANALETA 90 CON Aa = 0.25**

GRUPO	APOYO	P(KN)	V(KN)	M(KN.M)
I	FIJO	9.775	83.237	20.7869
II	MOVIL	0.011	83.201	16.6259
III	FIJO	13.642	122.061	30.4929
IV	MOVIL	0.0005939	121.954	24.3765

**8. TEJA CANALETA 90 CON Aa = 0.05**

GRUPO	APOYO	P(KN)	V(KN)	M(KN.M)
I	FIJO	1.843	83.237	20.7869
II	MOVIL	0.002452	83.201	16.6259
III	FIJO	2.712	122.061	30.4929
IV	MOVIL	0.007536	121.954	24.3765

Para el diseño de las conexiones viga - columna se formaron grupos con los siguientes valores de carga axial, momento y cortante:

**1. TEJA DE ZINC CON Aa = 0.25**

GRUPO	P(KN)	M(KN.M)	V(KN)
I	13.128	8.3303	13.041
II	2.854	2.0866	2.85
III	1.037	3.2017	2.019
IV	4.199	14.3569	1.957

TEJA DE ZINC CON  $Aa = 0.05$

GRUPO	P(KN)	M(KN.M)	V(KN)
I	2.056	1.6849	2.718
II	13.152	6.2756	12.911
III	0.546	1.9535	1.919
IV	1.236	11.6671	1.962

TEJA SIN TRASLAPO CON  $Aa = 0.25$

GRUPO	P(KN)	M(KN.M)	V(KN)
I	11.988	5.6615	3.579
II	2.417	2.2182	3.162
III	1.017	2.7861	2.312
IV	5.28	12.9532	2.276

TEJA SIN TRASLAPO CON  $Aa = 0.05$

GRUPO	P(KN)	M(KN.M)	V(KN)
I	1.74	2.0139	2.763
II	10.739	4.8172	3.975
III	0.526	1.3965	1.928
IV	1.407	1.959	11.89

TEJA ONDULADA 1000 CON  $Aa = 0.25$

GRUPO	P(KN)	M(KN.M)	V(KN)
I	15.931	7.5793	14.966
II	5.183	12.7054	2.106
III	3.972	2.0212	2.887
IV	0.953	2.9286	2.174

TEJA ONDULADA 1000 CON  $Aa = 0.05$

GRUPO	P(KN)	M(KN.M)	V(KN)
I	14.583	7.7267	14.935
II	1.313	13.8721	1.938
III	2.611	2.1225	3.067
IV	0.58	2.1424	1.895

TEJA CANALETA 90 CON Aa = 0.25

GRUPO	P(KN)	M(KN.M)	V(KN)
I	35.715	8.5456	17.496
II	7.8	14.8492	2.521
III	4.377	2.2799	3.128
IV	1.591	3.1275	2.486

TEJA CANALETA 90 CON Aa = 0.05

GRUPO	P(KN)	M(KN.M)	V(KN)
I	33.512	7.3644	17.116
II	1.614	10.0423	1.93
III	2.624	2.2405	3.035
IV	0.634	1.8302	1.887

## ANEXO 5: MATERIALES

LAS PROPIEDADES PARA LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DISTRIBUIDOS POR FAJOBE SON:

PERFIL TIPO AMERICANO		
DENOMINACION ASTM	LIMITE ELASTICO (Kgmf/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA TRACCION (Kgmf/cm <sup>2</sup> )
A 572 GR50	3.520	4.920

LAS PROPIEDADES PARA LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DISTRIBUIDOS POR A.STECKERL SON:

PERFIL TIPO A.S.A. PIPE SCHEDULE		
DENOMINACION ASTM	LIMITE ELASTICO (MPa)	RESISTENCIA A LA TRACCION (MPa)
A 572 GR50	345	450

LAS PROPIEDADES PARA LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DISTRIBUIDOS POR ACESCO SON:

PERFIL DE LAMINA DELGADA TIPO C		
DENOMINACION ASTM	LIMITE ELASTICO (Kg/mm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA TRACCION (Kg/mm <sup>2</sup> )
HSLAS G50	35.15	45.7

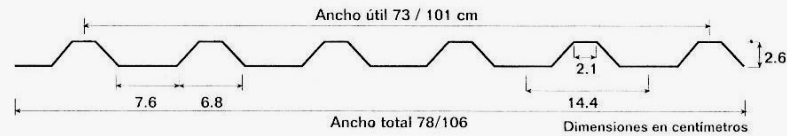
## TEJA DE ZINC

### INFORMACION TECNICA

#### FICHA TECNICA

ESPESOR	CALIBRE	ACABADO	PESO kg/m <sup>2</sup>	ANCHO	ANCHO
				UTIL cm	TOTAL cm
0.30 mm	30	Galvanizado	3.22	73	78
		Pintado	3.31	101	106
0.36 mm	28	Galvanizado	3.38	101	106
0.46 mm	26	Galvanizado y/o pintado	4.59	101	106
0.60 mm	24	Galvanizado y/o pintado	6.02	101	106
0.70 mm	22	Galvanizado	6.90	101	106

- Altura de la cresta: 2.6 cm.
- Voladizo máximo: 30 cm.
- Pendiente mínima con traslazo 15%
- Pendiente mínima sin traslazo 6%
- Traslazo longitudinal mínimo 15 cm.



#### DESCRIPCION

CUBIERTA GALVANIZADA	LONG.	PESO	CUBIERTA PINTADA	LONG.	PESO
	m	kg/und		m	kg/und
TZA-0.73 X 1.83-0.30	1.83	4.30	TZA-1.01 X 1.83-0.30	1.83	6.11
TZA-0.73 X 2.44-0.30	2.44	5.73	TZA-1.01 X 2.44-0.30	2.44	8.15
TZA-0.73 X 3.05-0.30	3.05	7.17	TZA-1.01 X 3.05-0.30	3.05	10.19
TZA-0.73 X 3.66-0.30	3.66	8.60	TZA-1.01 X 3.66-0.30	3.66	12.22

También disponible en medidas especiales de acuerdo con el despiece del proyecto

#### TABLA DE CARGA

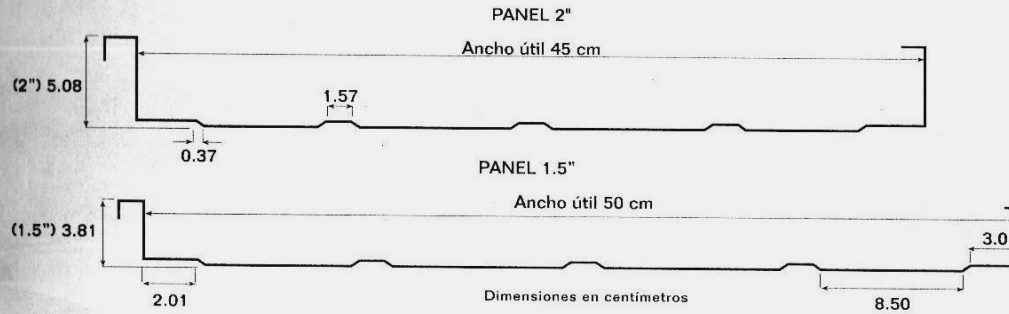
Luces mm	Luz simple					Luz continua				
	Carga (kg/m <sup>2</sup> )					Carga (kg/m <sup>2</sup> )				
	Cal 30	Cal 28	Cal 26	Cal 24	Cal 22	Cal 30	Cal 28	Cal 26	Cal 24	Cal 22
1500	45	58	81	111	131	79	98	138	203	246
1700	31	40	56	76	90	55	68	95	139	175
1900	22	29	40	54	64	39	48	68	100	125
2100						29	36	50	74	93
2300						22	27	38	56	71

#### NOTA

Tornillos fijadores de ala, a 80 cm cada uno.  
Distancia recomendada entre correas: 1.70 cm.

## TEJA SIN TRASLAPO

### INFORMACION TECNICA



FICHA TECNICA				
ALTURA PANEL	ESPESOR	CALIBRE	PESO	ANCHO UTIL
			kg/m <sup>2</sup>	cm
2" (5.08 cm)	0.60 mm	24	6.83	45
	0.46 mm	26	5.21	
1 1/2" (3.81 cm)	0.60 mm	24	6.10	50
	0.46 mm	26	4.66	

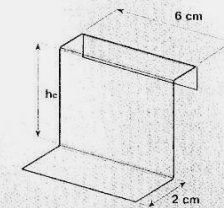
TABLA DE CARGA PANEL 2"						
Luzes (mm)	Luz simple			Luz continua		
	Carga (kg/m <sup>2</sup> )			Carga (kg/m <sup>2</sup> )		
	Cal 26	Cal 24	Cal 22	Cal 26	Cal 24	Cal 22
1800	78	123	156	110	181	232
1900	67	104	132	99	163	209
2000	57	89	114	89	147	188
2100	49	77	98	81	133	171
2200	43	67	85	74	121	156

TABLA DE CARGA PANEL 1.5"						
Luzes (mm)	Luz simple			Luz continua		
	Carga (kg/m <sup>2</sup> )			Carga (kg/m <sup>2</sup> )		
	Cal 26	Cal 24	Cal 22	Cal 26	Cal 24	Cal 22
1400	49	101	120	115	174	211
1500	40	82	98	97	152	184
1600	33	68	80	80	134	161
1700	28	56	67	66	118	143
1800	23	48	56	56	106	143

**NOTA**

- Pendiente mínima de 4% para panel 2"
- Pendiente mínima de 4% para panel 1 1/2"

**CLIP DE FIJACION**



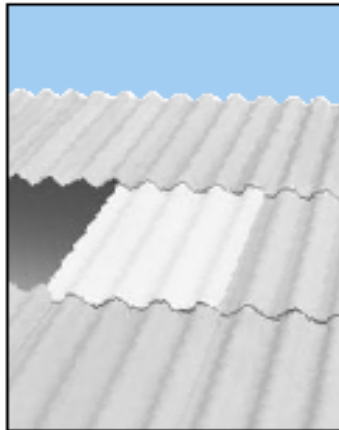
hc = 1 1/2" (3.81 cm) ó 2" (5.08 cm)

# EJA ONDULADA 1000

Teja Ondulada 1000

Ficha Técnica

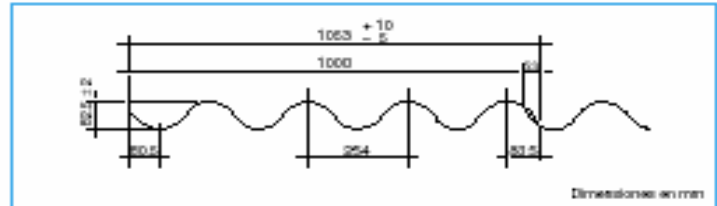
Cubiertas



Además del producto sin pintar (gris natural), Eternit ofrece la Teja 1000 en los siguientes colores:

- Verde      • Ocre      • Negro
- Rojo      • Blanco      • Azul

Para remodelar sus cubiertas de fibrocemento utilice la Pintura Colorcol de Eternit.



Teja No.	Longitud		Ancho		Superficie		Traslapo		Peso kg
	Total m	Útil m	Total m	Útil m	Total m <sup>2</sup>	Útil m <sup>2</sup>	Long. m	Lateral m	
2	0.61	0.47	1.053	1.00	0.642	0.47	0.14	0.053	8.64
3	0.91	0.77	1.053	1.00	0.958	0.77	0.14	0.053	12.96
4	1.22	1.08	1.053	1.00	1.285	1.08	0.14	0.053	17.28
5	1.52	1.38	1.053	1.00	1.601	1.38	0.14	0.053	21.60
6	1.83	1.69	1.053	1.00	1.927	1.69	0.14	0.053	25.92
8	2.44	2.30	1.053	1.00	2.599	2.30	0.14	0.053	34.94
10	3.05	2.91	1.053	1.00	3.212	2.91	0.14	0.053	43.68
12	3.66	3.52	1.053	1.00	3.854	3.52	0.14	0.053	54.78

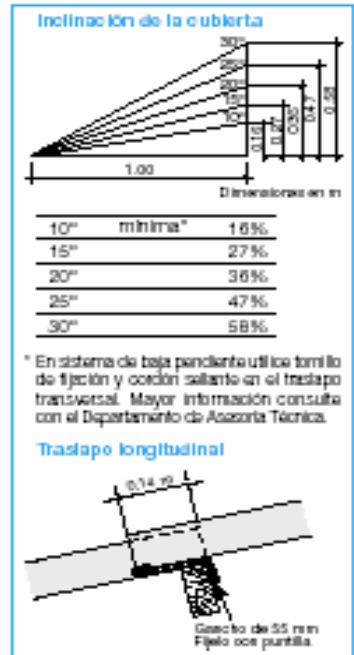
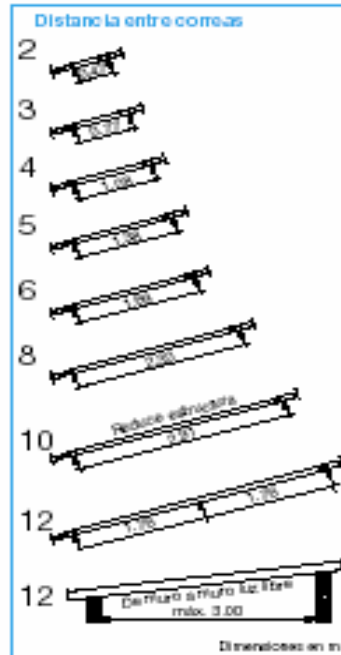
**Resistencia a la flexión:** para una distancia de 110 cm entre apoyos: 575 daN/m ancho

**Peso promedio por unidad de superficie:** 13.6 kg/m<sup>2</sup>

**Coefficiente de conductibilidad térmica k:** 4.76 kcal/m<sup>2</sup>h °C

**Tolerancias:** en el largo (+10/-6)

**Nota:** Para pintar en la obra las cubiertas de fibrocemento grises, aplique primero, en la cara interior de la teja, el Estabilizador Colorcol y en la cara exterior, Pintura Colorcol Eternit. Para mayor información consulte el catálogo de Colorcol.

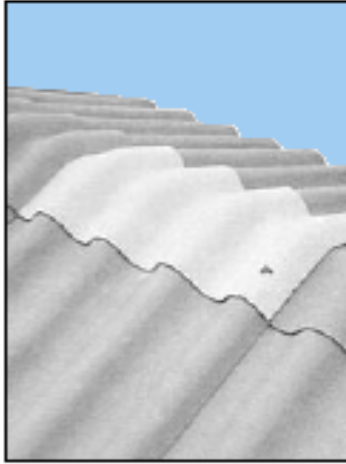


## CABALLETE TEJA ONDULADA 1000

Teja Ondulada 1000

Piezas Complementarias  
Caballetes

Cubiertas

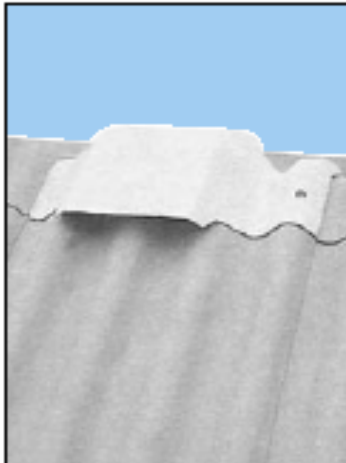


Caballete G

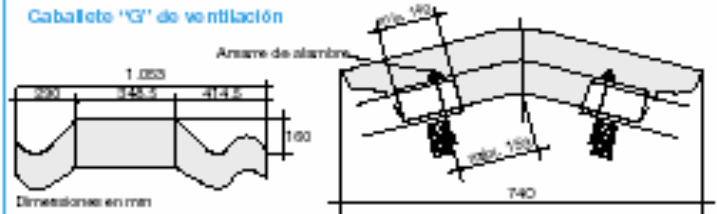


Dimensiones en mm

Inclinación	Ancho		Traslado		Peso
	Total	Útil	Long.	Lateral	
	m	m	m	m	kg
15°	1.053	1.00	0.14	0.053	7.0
20°	1.053	1.00	0.14	0.053	7.0
25°	1.053	1.00	0.14	0.053	7.4

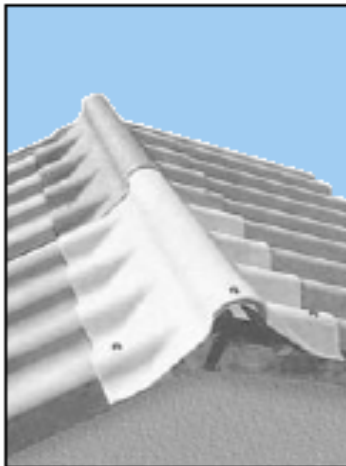


Caballete "G" de ventilación



Dimensiones en mm

Inclinación	Ancho		Traslado		Peso
	Total	Útil	Long.	Lateral	
	m	m	m	m	kg
15°	1.053	1.00	0.14	0.053	9.3
20°	1.053	1.00	0.14	0.053	8.8
25°	1.053	1.00	0.14	0.053	8.5



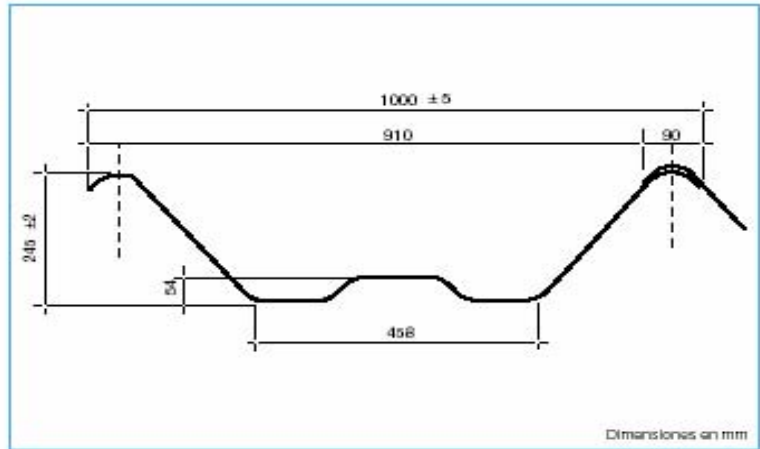
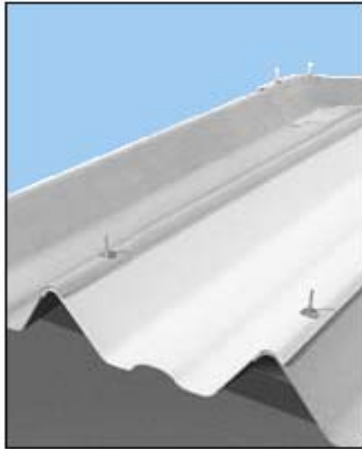
Caballete articulado ondulado



Dimensiones en mm

	Ancho		Traslado		Peso
	Total	Útil	Long.	Lateral	
	m	m	m	m	kg
Superior	1.107	1.00	0.14	0.107	7.5
Inferior	1.107	1.00	0.14	0.107	6.3

Tornillo: 4 3/4" x 1/4" con tuerca, arandela galvanizada y arandela de caucho.



Longitud		Ancho		Traslado		Superficie		Peso
Total	Util	Total	Util	Long.	Lateral	Total	Util	kg
m	m	m	m	m	m	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	
3.75	3.50	1.00	0.91	0.25	0.09	3.75	3.185	66.28
4.50	4.25	1.00	0.91	0.25	0.09	4.50	3.867	78.34
5.25	5.00	1.00	0.91	0.25	0.09	5.25	4.550	91.40
6.00	5.75	1.00	0.91	0.25	0.09	6.00	5.232	104.46
6.50	6.25	1.00	0.91	0.25	0.09	6.50	5.687	113.17
7.00	6.75	1.00	0.91	0.25	0.09	7.00	6.142	121.87
7.50	7.25	1.00	0.91	0.25	0.09	7.50	6.597	130.57
8.00	7.75	1.00	0.91	0.25	0.09	8.00	7.052	139.28
8.50	8.25	1.00	0.91	0.25	0.09	8.50	7.507	147.99
9.00	8.75	1.00	0.91	0.25	0.09	9.00	7.962	156.65

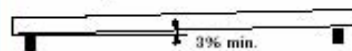
Peso promedio por unidad de superficie: 17.4 kg/m<sup>2</sup>  
 Coeficiente de conductibilidad térmica k: 4.76 kcal/m<sup>2</sup>h °C  
 Tolerancia en el largo: ± 20  
 Nota: Además de fabricarse en color natural, Canaleta 90 se vende pintada por la cara interior en color blanco.

Distancia entre correas, voladizo y cargas puntuales máximas

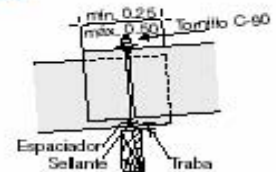
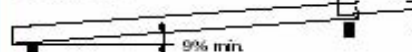


Inclinación de la cubierta y traslape longitudinal

Sin traslape



Con traslape



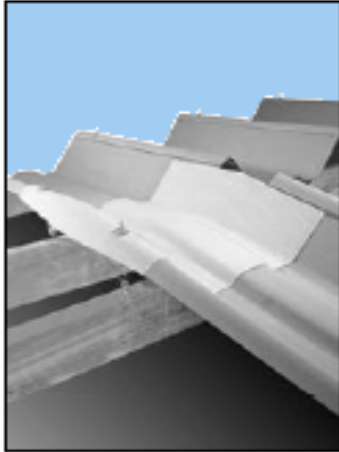
Pendientes mayores de 15° consulte con nuestro Departamento de Asesoría Técnica.

## CABALLETA TEJA CANALETA 90

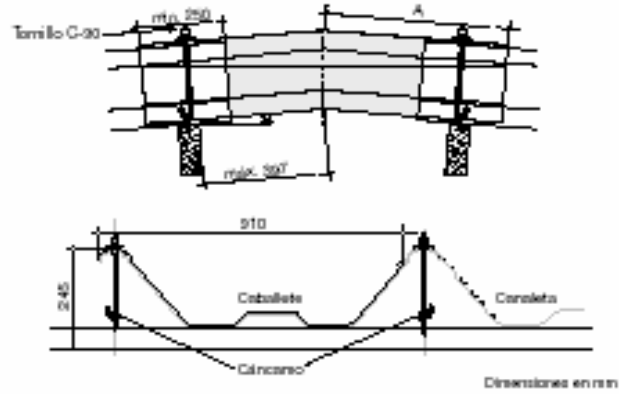
Canaleta 90

Piezas Complementarias  
Caballetes

Cubiertas

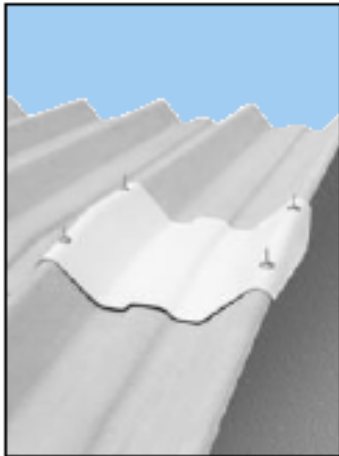


Caballete tipo

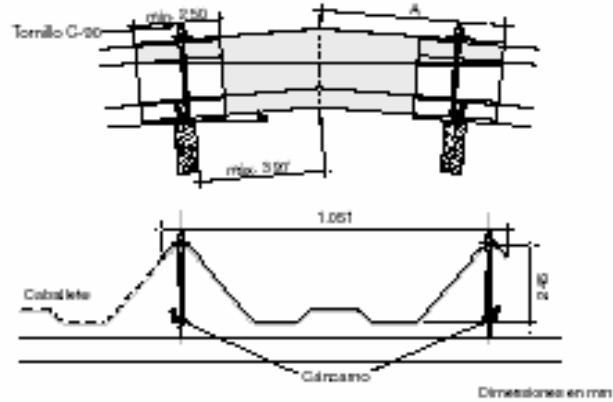


Inclinación $\alpha$	Ancho	Traslapo		Distancia A	Peso
	Total	Long.	Lateral		
	m	m	m	m	kg
3%	0.935	0.25	variable	0.533	16.8
9%	0.935	0.25	variable	0.549	17.4

En cada uno de los traslapos coloque un cordón de sellante (400 gr).



Caballete terminal



Inclinación $\alpha$	Ancho	Traslapo		Distancia A	Peso
	Total	Long.	Lateral		
	m	m	m	m	kg
9%	1.051	0.25	variable	0.549	20.1

En cada uno de los traslapos coloque un cordón de sellante (400 gr).

El caballete terminal es el último caballete que se instala y remata la cubierta lateralmente.

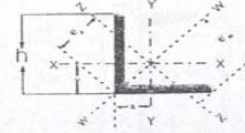
TUBERIA ACERO PARA COLUMNAS

NOMINAL		STD		XS		XXS		Sch 10		Sch 20		Sch 30		Sch 40		Sch 60		Sch 80	
Ø en"	Ø en mm	EP	Pds	EP	Pds	EP	Pds	EP	Pds	EP	Pds	EP	Pds	EP	Pds	EP	Pds	EP	Pds
1/8	10,3	1,73	0,36	2,41	0,46									1,73	0,36			2,41	0,46
1/4	13,7	2,24	0,63	3,03	0,80									2,24	0,63			3,03	0,80
3/8	17,1	2,31	0,85	3,20	1,10									2,31	0,85			3,20	1,10
1/2	21,3	2,77	1,27	3,73	1,62	7,47	2,55							2,77	1,27			3,73	1,62
3/4	26,7	2,87	1,68	3,91	2,19	7,82	3,63							2,87	1,68			3,91	2,19
1	33,4	3,38	2,50	4,55	3,23	9,09	5,45							3,38	2,50			4,55	3,23
1 1/4	42,2	3,56	3,38	4,85	4,47	9,70	7,76							3,56	3,38			4,85	4,47
1 1/2	48,3	3,68	4,05	5,08	5,41	10,16	9,55							3,68	4,05			5,08	5,41
2	60,3	3,91	5,44	5,54	7,48	11,07	13,45							3,91	5,44			5,54	7,48
2 1/2	73,0	5,16	8,62	7,01	11,41	14,02	20,41							5,16	8,62			7,01	11,41
3	88,9	5,49	11,29	7,62	15,27	15,24	27,67							5,49	11,29			7,62	15,27
3 1/2	101,6	5,74	13,57	8,08	18,63	16,15	34,03							5,74	13,57			8,08	18,63
4	114,3	6,02	16,07	8,56	22,31	17,12	41,02							6,02	16,07			8,56	22,31
5	141,3	6,55	21,78	9,52	30,95	19,05	57,42							6,55	21,78			9,52	30,95
6	168,3	7,11	28,26	10,97	42,56	21,95	79,18							7,11	28,26			10,97	42,56
8	219,1	8,18	42,53	12,70	64,63	22,22	107,27			6,05	33,31	7,04	36,79	8,18	42,53	10,31	53,14	12,70	64,63
10	273,0	9,27	60,29	12,70	81,54					6,35	49,72	7,80	51,00	9,27	60,29	12,70	81,54	15,06	95,84
12	323,8	9,52	73,82	12,70	97,44					6,35	49,72	8,38	65,20	10,31	79,72	14,27	108,96	17,48	132,01
14	355,6	9,52	81,28	12,70	107,38			6,35	54,68	7,92	67,94	9,52	81,28	11,13	94,49	15,06	126,50	19,05	158,08
16	406,4	9,52	93,21	12,70	123,29			6,35	62,63	7,92	77,86	9,52	93,21	12,70	123,29	16,66	160,73	21,41	203,88
18	457,2	9,52	105,14	12,70	139,19			6,35	70,59	7,92	87,79	11,13	122,38	14,27	155,91	19,05	205,80	23,83	254,59
20	508,0	9,52	117,07	12,70	155,10			6,35	78,54	9,52	117,07	12,70	155,10	15,08	183,05	20,62	247,85	26,19	311,03
22	558,8	9,52	129,01	12,70	171,01			6,35	86,50	9,52	129,01	12,70	171,01		22,22	294,04	28,58	373,58	
24	609,6	9,52	140,94	12,70	186,92			6,35	94,45	9,52	140,94	14,27	209,54	17,48	255,14	24,61	354,19	30,96	442,00
26	660,4	9,52	152,87	12,70	202,83			7,92	127,50	12,70	202,83								
28	711,2	9,52	164,80	12,70	218,73			7,92	137,42	12,70	218,73	15,88	272,18						
30	762,0	9,52	176,73	12,70	234,64			7,92	147,36	12,70	234,64	15,88	292,06						
32	812,8	9,52	188,66	12,70	250,55			7,92	157,28	12,70	250,55	15,88	311,96	17,48	342,70				
34	863,6	9,52	200,59	12,70	266,46			7,92	167,20	12,70	266,46	15,88	331,83	17,48	364,58				
36	914,4	9,52	212,52	12,70	282,36			7,92	177,13	12,70	282,36	15,88	351,72	19,05	420,56				

EP = ESPESOR PARED EN mm. Pds = KG/METRO

# ANGULOS TIPO AMERICANO DE LADOS IGUALES

## ANGULOS TIPO AMERICANO DE LADOS IGUALES



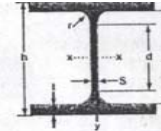
PERFILES EN L

Dimensiones y propiedades para el diseño

DESIGNACION	DIMENSIONES						AREA	PESO	PROPIEDADES ELASTICAS								
	ALTURA ALA			RADIOS					DISTANCIAS DE LOS EJES			EJE X-X			EJE Y-Y		
	h	c	r1	x=y	w	z			Ix	Sx	rx	Iy	ry	Iz	Sz	rz	
mm	mm	mm	cm	cm	cm	cm <sup>4</sup>	kg/ml	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm		
L 1/8" X 3/4"	19,05	3,17	3,20	0,58	1,34	0,82	1,11	0,88	0,37	0,28	0,58	0,58	0,73	0,16	0,19	0,38	
L 1/8" X 1"	25,40	3,17	3,20	0,76	1,79	1,07	1,52	1,19	0,92	0,51	0,79	1,24	0,93	0,41	0,38	0,48	
L 1/8" X 1 1/4"	31,75	3,17	4,70	0,89	2,24	1,25	1,93	1,50	1,83	0,80	0,97	2,91	1,19	0,83	0,65	0,60	
L 1/8" X 1 1/2"	38,10	3,17	4,70	1,07	2,69	1,51	2,34	1,83	3,25	1,18	1,17	5,41	1,47	1,24	0,82	0,73	
L 1/8" X 2"	50,80	3,17	6,30	1,40	3,58	1,97	3,10	2,46	7,91	2,13	1,60	12,49	1,97	3,32	1,68	0,99	
L 3/16" X 1"	25,40	4,76	3,20	0,81	1,79	1,14	2,21	1,73	1,25	0,72	0,76	2,08	0,93	0,41	0,36	0,48	
L 3/16" X 1 1/4"	31,75	4,76	4,70	0,97	2,24	1,37	2,79	2,20	2,54	1,16	0,97	3,74	1,19	0,83	0,61	0,60	
L 3/16" X 1 1/2"	38,10	4,76	4,70	1,12	2,69	1,58	3,43	2,68	4,58	1,64	1,17	7,07	1,44	1,66	1,05	0,73	
L 3/16" X 2"	50,80	4,76	6,30	1,45	3,58	2,00	4,61	3,63	11,45	3,11	1,57	17,48	1,95	4,57	2,28	0,99	
L 3/16" X 2 1/2"	63,50	4,76	6,30	1,75	4,49	2,47	5,81	4,61	22,89	4,92	1,98	36,62	2,46	9,15	3,70	1,24	
L 3/16" X 3"	76,20	4,76	7,90	2,08	5,38	2,94	7,03	5,52	40,01	7,22	2,39	64,38	3,03	16,12	5,48	1,51	
L 1/4" X 1"	25,04	6,35	3,20	0,86	1,79	1,21	2,80	2,22	1,64	0,92	0,74	2,49	0,91	0,83	0,69	0,48	
L 1/4" X 1 1/4"	31,75	6,35	4,70	1,02	2,24	1,44	3,72	2,86	3,21	1,49	0,94	4,99	1,16	1,24	0,86	0,60	
L 1/4" X 1 1/2"	38,10	6,35	4,70	1,19	2,69	1,68	4,40	3,48	5,83	2,20	1,14	8,74	1,42	2,49	1,48	0,73	
L 1/4" X 2"	50,80	6,35	6,30	1,50	3,58	2,10	6,06	4,75	14,57	4,10	1,55	22,47	1,93	5,82	2,77	0,99	
L 1/4" X 2 1/2"	63,50	6,35	6,30	1,83	4,49	2,54	7,68	6,10	29,14	6,39	1,96	45,36	2,43	11,65	4,58	1,24	
L 1/4" X 3"	76,20	6,35	7,90	2,13	5,38	2,97	9,29	7,29	51,60	9,50	2,36	78,66	2,94	20,39	6,86	1,49	
L 1/4" X 4"	101,60	6,35	9,50	2,77	7,18	3,91	12,52	9,82	124,90	17,20	3,18	191,89	3,96	48,10	12,30	2,00	
L 5/16" X 2"	50,80	7,94	6,30	1,55	3,58	2,18	7,42	5,83	17,46	4,92	1,52	26,83	1,90	7,07	3,24	0,99	
L 5/16" X 2 1/2"	63,50	7,94	6,30	1,88	4,49	2,64	9,48	7,44	35,38	7,87	1,93	55,35	2,41	14,56	5,51	1,24	
L 5/16" X 3"	76,20	7,94	7,90	2,21	5,38	3,04	11,48	9,08	62,50	11,60	2,34	96,98	2,92	24,97	8,21	1,47	
L 5/16" X 4"	101,60	7,94	9,50	2,84	7,18	4,01	15,48	12,20	154,40	21,10	3,15	239,33	3,93	61,60	15,36	2,00	
L 3/8" X 2"	50,80	9,53	6,30	1,83	3,58	2,30	8,77	6,99	19,98	5,74	1,50	30,80	1,87	8,32	3,61	0,99	
L 3/8" X 2 1/2"	63,50	9,53	6,30	1,93	4,49	2,71	11,16	8,78	40,79	9,34	1,91	64,09	2,38	17,06	6,29	1,24	
L 3/8" X 3"	76,20	9,53	7,90	2,26	5,38	3,14	13,61	10,72	73,30	13,60	2,31	112,79	2,89	29,55	9,41	1,47	
L 3/8" X 4"	101,60	9,53	9,50	2,89	7,18	4,03	18,45	14,58	181,90	24,90	3,12	283,03	3,91	73,25	18,17	1,98	
L 3/8" X 5"	127,00	9,53	12,70	3,53	8,96	4,97	23,29	18,30	363,80	39,70	3,96	579,60	4,99	148,00	29,80	2,52	
L 3/8" X 6"	152,40	9,53	12,70	4,16	10,76	5,88	28,13	22,17	640,60	57,80	4,78	1018,60	6,02	262,60	44,70	3,05	
L 1/2" X 3"	76,20	12,70	7,90	2,36	5,38	3,32	17,74	13,99	92,40	17,50	2,29	142,76	2,84	38,29	11,53	1,47	
L 1/2" X 4"	101,60	12,70	9,50	2,99	7,18	4,21	24,19	19,05	231,40	32,30	3,10	381,28	3,86	94,48	22,44	1,98	
L 1/2" X 5"	127,00	12,70	12,70	3,63	8,96	5,12	30,65	24,11	468,30	51,60	3,91	746,50	4,94	190,10	37,20	2,49	
L 1/2" X 6"	152,40	12,70	12,70	4,27	10,76	6,03	37,10	29,17	828,70	75,50	4,72	1326,10	5,97	331,30	54,90	2,99	
L 5/8" X 4"	101,60	15,88	9,50	3,12	7,18	4,39	29,74	23,36	277,20	39,30	3,05	433,71	3,81	115,71	26,35	1,98	
L 5/8" X 6"	152,40	15,88	12,70	4,39	10,76	6,20	45,87	36,01	1.005,60	92,80	4,67	1.604,80	5,92	406,40	65,60	2,98	
L 3/4" X 6"	152,40	19,05	12,70	4,52	10,76	6,38	54,45	42,71	1.171,70	109,10	4,65	1.859,20	5,85	484,20	75,90	2,98	
L 1" X 6"	152,40	25,40	12,70	4,72	10,76	6,66	70,97	55,66	1.476,00	140,00	4,57	2.327,80	5,73	624,20	93,70	2,96	

## PERFILES H AMERICANO DE ALA ANCHA - WF

### PERFILES H AMERICANO DE ALA ANCHA - WF



Dimensiones y propiedades para el diseño

PERFILES WF

DESIGNACION	DIMENSIONES							AREA Cm <sup>2</sup>	PESO Kg/mt	PROPIEDADES ELASTICAS						MODULO PLASTICO		CONS TORS
	ALTURA		ALA		DISTANCIAS					EJE X-X'		EJE Y-Y'		Zx	Zy	Jt		
	h	s	b	t	r	c	d			Ix	Sx	Iy	Sy	ry	Zx	Zy	Jt	
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>				
WF 4x13	102,00	6,60	100,00	9,40	8,00	83,20	71,20	24,50	19,35	441,00	89,40	4,24	157,00	31,40	2,53	99,50	48,00	6,80
WF 4x13.8	102,00	8,00	102,00	5,40	6,00	83,20	71,20	26,10	20,54	456,00	89,40	4,16	167,00	32,70	2,53	104,00	60,40	8,13
WF 4x16.3	107,00	7,90	100,00	12,00	6,00	83,00	71,00	30,90	24,26	587,00	110,00	4,36	200,00	40,10	2,55	129,00	61,50	13,70
WF 5x16	127,00	6,10	127,00	9,10	8,00	108,80	92,80	30,30	23,81	886,00	139,00	5,41	311,00	49,00	3,20	157,00	74,70	8,10
WF 5x19	131,00	6,90	128,00	10,90	8,00	109,00	93,20	36,00	28,28	1.099,00	168,00	5,53	381,00	59,60	3,26	191,00	90,90	13,40
WF 6x15	152,00	5,80	152,00	6,60	6,00	138,80	126,80	28,40	22,32	1.205,00	159,00	6,51	387,00	50,90	3,69	176,00	77,50	4,31
WF 6x20	157,00	6,60	153,00	9,30	6,00	138,40	126,40	37,90	29,76	1.714,00	218,00	6,73	556,00	72,60	3,83	244,00	111,00	10,20
WF 6x25	162,00	6,10	154,00	11,60	6,00	138,80	126,80	47,30	37,20	2.219,00	274,00	6,86	707,00	91,80	3,87	310,00	140,00	19,80
WF 8x18	207,00	5,80	133,00	8,40	8,00	190,20	174,20	33,90	26,79	2.585,00	250,00	8,73	330,00	49,60	3,12	279,00	76,20	7,31
WF 8x21	210,00	6,40	134,00	10,20	8,00	189,60	173,60	40,00	31,25	3.124,00	299,00	8,86	410,00	61,10	3,20	336,00	93,80	12,10
WF 8x24	201,00	6,20	165,00	10,20	10,00	180,60	160,60	45,70	35,72	3.437,00	342,00	8,67	764,00	92,60	4,09	379,00	141,00	14,50
WF 8x28	205,00	7,20	166,00	11,80	10,00	181,40	161,40	53,10	41,67	4.086,00	399,00	8,77	900,00	108,00	4,12	445,00	165,00	22,30
WF 8x31	203,00	7,20	203,00	11,00	10,00	181,00	161,00	58,60	46,13	4.543,00	448,00	8,81	1.535,00	151,00	5,12	495,00	229,00	22,20
WF 8x35	206,00	7,90	204,00	12,60	10,00	180,80	160,80	66,50	52,09	5.270,00	512,00	8,90	1.784,00	175,00	5,18	569,00	266,00	32,50
WF 8x40	210,00	9,10	205,00	14,20	10,00	181,60	161,60	75,60	59,53	6.111,00	582,00	8,99	2.040,00	199,00	5,20	653,00	303,00	46,80
WF 8x48	216,00	10,20	206,00	17,40	10,00	181,20	161,20	91,00	71,43	7.660,00	709,00	9,17	2.537,00	246,00	5,28	803,00	375,00	82,10
WF 8x58	222,00	13,00	209,00	20,60	10,00	180,80	160,80	110,00	86,31	9.469,00	853,00	9,26	3.138,00	300,00	5,33	981,00	458,00	141,00
WF 8x67	229,00	14,50	210,00	23,70	10,00	181,60	161,60	127,00	99,71	11.330,00	959,00	9,45	3.664,00	349,00	5,38	1.149,00	533,00	211,00
WF 10x22	258,00	6,10	146,00	9,10	8,00	239,80	223,80	41,70	32,74	4.895,00	379,00	10,80	473,00	64,70	3,38	425,00	99,50	10,00
WF 10x26	262,00	6,60	147,00	11,20	8,00	239,60	223,60	49,30	38,69	6.014,00	459,00	11,00	594,00	80,80	3,47	514,00	124,00	17,00
WF 10x30	266,00	7,60	148,00	13,00	8,00	240,00	224,00	57,30	44,63	7.115,00	535,00	11,10	703,00	95,10	3,50	603,00	146,00	26,40
WF 10x33	247,00	7,40	202,00	11,00	13,00	225,00	199,00	62,50	49,11	7.069,00	572,00	10,60	1.513,00	150,00	4,92	634,00	228,00	24,50
WF 10x39	252,00	8,00	203,00	13,50	13,00	225,00	199,00	74,30	58,04	8.736,00	693,00	10,80	1.684,00	186,00	5,04	771,00	283,00	41,10
WF 10x45	257,00	8,60	204,00	15,70	13,00	225,60	199,60	85,60	66,97	10.360,00	807,00	11,00	2.224,00	218,00	5,10	902,00	332,00	62,50
WF 10x49	253,00	8,60	254,00	14,20	13,00	224,60	198,60	92,90	72,92	11.280,00	892,00	11,00	3.880,00	306,00	6,46	986,00	463,00	57,80
WF 10x54	256,00	9,40	255,00	15,60	13,00	224,80	198,80	102,00	80,36	12.570,00	982,00	11,10	4.314,00	338,00	6,50	1.091,00	513,00	76,20
WF 10x60	260,00	10,70	256,00	17,30	13,00	225,40	199,40	114,00	89,29	14.260,00	1.097,00	11,20	4.841,00	376,00	6,51	1.227,00	575,00	105,00
WF 10x68	264,00	11,90	257,00	19,60	13,00	224,80	198,80	129,00	101,20	16.380,00	1.241,00	11,30	5.549,00	432,00	6,56	1.397,00	657,00	150,00
WF 10x77	269,00	13,50	259,00	22,10	13,00	224,80	198,80	146,00	114,59	18.940,00	1.409,00	11,40	6.405,00	495,00	6,62	1.600,00	753,00	216,00
WF 10x88	275,00	15,40	261,00	25,10	13,00	224,80	198,80	167,00	130,96	22.160,00	1.611,00	11,50	7.446,00	571,00	6,68	1.848,00	870,00	316,00
WF 10x100	282,00	17,30	263,00	28,40	13,00	225,20	199,20	190,00	148,82	25.940,00	1.840,00	11,70	8.622,00	656,00	6,74	2.129,00	1.001,00	457,00
WF 10x112	289,00	19,20	265,00	31,80	13,00	225,40	199,40	213,00	166,67	30.020,00	2.078,00	11,90	9.879,00	746,00	6,81	2.427,00	1.139,00	640,00
WF 12x26	310,00	5,80	185,00	9,70	8,00	290,60	274,60	49,40	38,69	8.618,00	550,00	13,10	727,00	88,10	3,84	611,00	135,00	12,70
WF 12x30	313,00	6,60	186,00	11,20	8,00	290,60	274,60	56,90	44,66	9.934,00	635,00	13,20	855,00	103,00	3,88	708,00	158,00	19,30
WF 12x35	317,00	7,60	187,00	13,20	8,00	290,60	274,60	66,70	52,09	11.850,00	747,00	13,30	1.026,00	123,00	3,92	838,00	189,00	31,10
WF 12x53	306,00	8,80	254,00	14,60	15,00	276,80	246,80	100,00	78,87	17.670,00	1.155,00	13,30	3.990,00	314,00	6,30	1.275,00	478,00	65,50
WF 12x65	308,00	9,90	305,00	15,40	15,00	277,20	247,20	123,00	96,73	22.240,00	1.444,00	13,40	7.286,00	478,00	6,69	1.591,00	725,00	91,50
WF 12x72	311,00	10,90	306,00	17,00	15,00	277,00	247,00	136,00	107,15	24.790,00	1.694,00	13,50	8.123,00	531,00	7,72	1.765,00	806,00	122,00
WF 12x79	314,00	11,90	307,00	18,70	15,00	276,60	246,60	150,00	117,57	27.510,00	1.753,00	13,60	9.024,00	588,00	7,76	1.949,00	893,00	161,00
WF 12x87	318,00	13,10	308,00	20,60	15,00	276,80	246,80	165,00	129,47	30.770,00	1.935,00	13,70	10.040,00	652,00	7,80	2.161,00	991,00	214,00
WF 12x96	323,00	14,00	309,00	22,90	15,00	277,20	247,20	182,00	142,86	34.760,00	2.153,00	13,80	11.270,00	729,00	7,88	2.419,00	1.109,00	288,00
WF 12x106	327,00	15,50	310,00	25,10	15,00	276,80	246,80	200,00	157,75	38.630,00	2.363,00	13,90	12.470,00	805,00	7,89	2.672,00	1.225,00	380,00
WF 12x120	333,00	18,00	313,00	28,10	15,00	276,80	246,80	228,00	178,58	44.530,00	2.675,00	14,00	14.380,00	919,00	7,95	3.053,00	1.401,00	544,00
WF 12x136	341,00	20,10	315,00	31,70	15,00	277,60	247,60	257,00	202,39	51.870,00	3.042,00	14,20	16.540,00	1.050,00	8,01	3.502,00	1.603,00	777,00
WF 12x152	348,00	22,10	317,00	35,60	15,00	276,80	246,80	289,00	226,20	59.560,00	3.423,00	14,40	18.930,00	1.194,00	8,10	3.975,00	1.825,00	1.069,00