



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**

**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS FÍSICAS Y  
QUÍMICAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**“CÁLCULO ESTRUCTURAL PARA EL LABORATORIO DE  
ESTRUCTURAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, DE  
LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y  
QUÍMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ”**

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO CIVIL**

**MODALIDAD: DESARROLLO COMUNITARIO**

**AUTOR:**

**CUSME CHINGA LIDER XAVIER**

**DIRECTOR: ING. CARLOS VILLACRESES VITERI**

**2015**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado:

A Dios; mi padre celestial por bendecirme todos los días y haberme permitido llegar hasta este momento.

A mis padres; por haber estado ahí cuando más los necesite, por todos los sacrificios que sé que han tenido que hacer para poderme educar a mí y a mi hermano, por esas noches sentados en la mesa de la cocina enseñándome las tareas para el siguiente día de escuela, por nunca haberme dejado renunciar, por convertirme en el hombre que soy ahora, por todo eso y mucho más.

A mi hermano; quien aunque no lo demuestra siempre se preocupa por mí y ha estado ahí para darme la mano cuando más lo necesite.

A 4 hermanos, amigos, compinches, panas; que la vida me dio la oportunidad de conocer que siempre han estado para darme una palabra de aliento y su apoyo incondicional, que aunque no nos veamos siempre sabemos que estamos ahí el uno para el otro.

A mis amigos y amigas de la Universidad; con los que compartí tantas experiencias risas frustraciones pero que a pesar de eso supimos salir adelante.

A mis ángeles que están en el cielo que se fueron antes que yo, pero que me están mirando y acompañando siempre.

***Líder Xavier Cusme Chinga.***

## **AGRADECIMIENTO**

Un especial agradecimiento a todas y cada una de las personas que aportaron para la realización del presente trabajo.

Agradezco a Dios, por ser pilar fundamental en quien me sostuve en los momentos de flaqueza.

A mis padres, por su apoyo sus consejos y todas esas cosas que hicieron posible el poder llegar hasta esta instancia de mi vida.

A mis compañeros de trabajo, por apoyarme con sus conocimientos y recomendaciones, por acolitarme en tantas escapadas de la oficina para poder culminar con mi tesis.

A los miembros del tribunal de revisión y evaluación, quienes fueron una guía constante en el desarrollo de esta tesis.

A mi director de tesis, por aportar con su guía y su experiencia, además por el tiempo, la dedicación y la paciencia para culminar con este trabajo.

*Líder Xavier Cusme Chinga.*



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS FÍSICAS Y  
QUÍMICAS  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Yo, Ing. Carlos Villacreses Viteri, en calidad de Director de Tesis:

## CERTIFICO

Que la tesis previa a la investidura de Ingeniero Civil titulada: “CÁLCULO ESTRUCTURAL PARA EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ”, es trabajo original del autor Cusme Chinga Líder Xavier.

El mismo que ha cumplido con responsabilidad, honestidad y capacidad profesional, bajo mi dirección y tutoría, concordando con lo establecido en el Reglamento General de Graduación de la Universidad Técnica de Manabí, por tal motivo pongo a consideración la siguiente aprobación.

Portoviejo, Febrero del 2015

Ing. Carlos Villacreses Viteri. Mg. Sc.  
DIRECTOR DE TESIS



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS FÍSICAS Y  
QUÍMICAS

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TEMA:**

“CÁLCULO ESTRUCTURAL PARA EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ”

**TESIS DE GRADO**

Sometida a consideración del Tribunal de Revisión y Evaluación y legalizada por el Honorable Consejo Directivo, como requisito previo a la obtención del título de:

**INGENIERO CIVIL**

APROBADA:

Ing. Lincoln García Vinces. Mg. Sc

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Marcos Zevallos. Mg. Sc.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Julio Cevallos Centeno. Mg. Sc.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS FÍSICAS Y

QUÍMICAS

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

## **CERTIFICACIÓN**

El tribunal de Revisión y Evaluación conformado por el Ing. Lincoln García Vinces, el Ing. Marcos Zevallos y el Ing. Julio Cevallos Centeno, Presidentes y Miembros respectivamente, para la tesis, cuya modalidad es Desarrollo Comunitario, titulada: “CÁLCULO ESTRUCTURAL PARA EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ”, cuyo autor es el egresado: CUSME CHINGA LIDER XAVIER, certifica que se reunieron para el análisis y estudio de la tesis indicada, la misma que cumple con todos los requerimientos estipulados en el Reglamento General de Graduación de la Universidad Técnica de Manabí.

Portoviejo, Febrero del 2015

Ing. Lincoln García Vinces. Mg. Sc

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Marcos Zevallos. Mg. Sc.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Julio Cevallos Centeno. Mg. Sc.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **DECLARACIÓN SOBRE DERECHOS DEL AUTOR**

**LIDER XAVIER CUSME CHINGA**, egresado de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, **DECLARO QUE:**

La tesis de grado denominada: **“CÁLCULO ESTRUCTURAL PARA EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ”**, ha sido desarrollada en base a una exhaustiva investigación, respetando los derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía, en consecuencia esta tesis es fruto del esfuerzo, entrega y dedicación del autor.

---

**Líder Xavier Cusme Chinga.**

## INDICE

### Contenido

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR .....	iv
CERTIFICACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL .....	vi
DECLARACIÓN SOBRE DERECHOS DEL AUTOR .....	vii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY .....	xv
<b>1. TEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. MACRO Y MICRO LOCALIZACIÓN.....</b>	<b>2</b>
2.1. MACRO LOCALIZACIÓN .....	2
2.2. MICROLOCALIZACIÓN.....	3
<b>3. FUNDAMENTACIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>4. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>5</b>
4.1. ANTECEDENTES .....	5
4.2. JUSTIFICACIÓN.....	5
<b>5. OBJETIVOS .....</b>	<b>7</b>
<b>6. LINEAMIENTOS DEL MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>8</b>
<b>6.1. ESTRUCTURAS .....</b>	<b>8</b>
6.1.1. HORMIGÓN ARMADO.....	8
6.1.2. ARMADO.....	9
6.1.3. COLUMNAS DE HORMIGÓN ARMADO. ....	9
<b>6.2. DISEÑO DE MENSULAS DE HORMIGON ARMADO. ....</b>	<b>11</b>
6.2.1. COMPORTAMIENTO.....	12
6.2.2. FALLA POR FLEXIÓN.....	13
6.2.3. FALLA POR TENSIÓN DIAGONAL .....	13
6.2.4. FALLA POR CORTANTE DIRECTO. ....	14
<b>6.3. LOSA DE HORMIGON ARMADO.....</b>	<b>14</b>
6.3.1. TIPOS DE LOSA.....	14
6.3.1.1. POR EL TIPO DE APOYO.....	14
6.3.1.2. POR LA DIRECCIÓN DE TRABAJO.....	15
6.3.1.3. POR LA DISTRIBUCIÓN INTERIOR DEL HORMIGÓN. ....	15
<b>6.4. ESTRUCTURAS METÁLICAS .....</b>	<b>16</b>

6.4.1.	CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR LA ESTRUCTURA METÁLICA.....	16
6.4.2.	ELEMENTOS DE UNA CUBIERTA Y ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS .....	16
6.5.	TIPOS DE UNIONES DE LAS ESTRUCTURAS METALICAS .....	17
6.5.1.	SOLDADURA .....	17
6.5.2.	TORNILLOS.....	17
6.6.	PÓRTICO O MARCO RÍGIDO .....	18
6.7.	DISEÑO ESTRUCTURAL .....	18
6.7.1.	CARACTERÍSTICAS .....	18
6.7.2.	MATERIALES.....	19
6.7.3.	TIPOS DE ESTRUCTURA .....	19
6.8.	ACERO ESTRUCTURAL .....	20
6.8.1.	PERFILES DE ACERO.....	20
6.9.	CUBIERTA DE GALVALUME .....	21
6.9.1.	USO Y APLICACIONES.....	21
6.9.2.	INSTALACIÓN DE LA CUBIERTA.....	21
6.10.	CORREAS METALICAS .....	23
6.11.	TIPOS DE CARGAS.....	23
6.11.1.	Carga Muerta (Cargas Permanentes) .....	23
6.11.2.	Carga Viva (Sobrecargas de Uso).....	24
7.	DISEÑO METODOLOGICO .....	25
7.1.	PREDISEÑO DE CUBIERTA.....	25
7.1.1.	Calculo de reacciones (Carga Puntual).....	28
7.1.2.	MOMENTO FLEXIONANTE GENERADO EN LA CORREA.....	29
7.1.3.	Diseño a Flexión del larguero. ....	29
7.2.	PREDISEÑO DE LA ARMADURA .....	31
7.2.1.	CALCULO DE BARRAS DE LA ARMADURA, MEDIANTE EL METODO DE LOS NUDOS UTILIZANDO LA CARGA VIVA. ....	31
7.2.2.	CALCULO DE BARRAS DE LA ARMADURA, MEDIANTE EL METODO DE LOS NUDOS UTILIZANDO LA CARGA MUERTA. ....	33
7.3.	CÁLCULO DE BARRAS A TRACCION.....	39
7.3.2.	Calculo de Área Total. ....	40
7.4.	CALCULO DE BARRAS A COMPRESION.....	42
7.4.1.	RELACION DE ESBELTEZ.....	42
7.4.2.	ESFUERZO DE PANDEO O EULER.....	42
7.4.3.	ESBELTEZ EFECTIVA.....	43

7.4.4.	ESFUERZO CRITICO O DE PANDEO. ( $\lambda_c$ ) .....	43
7.4.5.	FACTORES DE CARGA.....	44
7.4.6.	AREA REQUERIDA.....	44
7.4.7.	RESISTENCIA NOMINAL DE DISEÑO.....	45
<b>7.5.</b>	<b>MODELAJE DE LA CERCHA METÁLICA DEL LABORATORIO EN SAP 2000.</b> .....	<b>48</b>
7.5.1.	DEFINICIÓN DEL MATERIAL.....	49
7.5.2.	ASIGNACION DE CARGAS .....	51
<b>7.6.</b>	<b>MODELAJE DE LAS COLUMNAS.</b> .....	<b>54</b>
<b>7.7.</b>	<b>MODELAJE DE LA CUBIERTA.</b> .....	<b>56</b>
<b>7.8.</b>	<b>MODELAJE DE LA LOSA.</b> .....	<b>57</b>
7.8.1.	DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA LOSA EN EL SENTIDO X.....	57
7.8.2.	DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA LOSA EN EL SENTIDO X.....	60
7.8.3.	MODELAJE DE LOSA EN SAP.....	62
<b>7.9.</b>	<b>MODELAJE DE LA ESCALERA.</b> .....	<b>63</b>
<b>7.10.</b>	<b>MODELAJE DE LA MENSULA.</b> .....	<b>73</b>
7.10.1.	<b>RESISTENCIA Y DIMENSIONAMIENTO.</b> .....	73
7.10.2.	DATOS GENERALES DE LA MENSULA.....	74
<b>7.11.</b>	<b>PREDISEÑO DE MURO DE REACCION Y LOSA DE REACCION.</b> .....	<b>79</b>
7.11.1.	PREDIMENSIONAMIENTO DEL MURO.....	80
7.11.2.	CALCULO DE LA ESTABILIDAD DEL MURO.....	81
7.11.3.	DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA PANTALLA .....	83
7.11.4.	DISEÑO DEL CONTRAFUERTE.....	88
7.11.5.	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LA LOSA DE REACCIÓN 90	
<b>7.12.</b>	<b>PREDIMENSIONAMIENTO DE LA CIMENTACION MEDIANTE ZAPATAS CORRIDAS.</b> .....	<b>93</b>
7.12.1.	DISEÑO DE ZAPATA CORRIDA MEDIANTE VIGA DE CIMENTACION EN EL SENTIDO Y.....	95
7.12.2.	DISEÑO DE ZAPATA CORRIDA MEDIANTE VIGA DE CIMENTACION EN EL SENTIDO X.....	105
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b> .....	<b>115</b>
8.1.	CONCLUSIONES.....	115
8.2.	RECOMENDACIONES.....	116
<b>9.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>117</b>
<b>10.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>117</b>
	ANEXO N° 1 .....	118

<b>PRESUPUESTO DE LA OBRA</b> .....	118
<b>ANEXO N° 2</b> .....	137
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b> .....	137
<b>ANEXO N° 3</b> .....	154
<b>CALCULO DEL CORTANTE BASAL</b> .....	154
<b>ANEXO N° 4</b> .....	161
<b>PLANOS ESTRUCTURALES</b> .....	161

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1. Macro Localización. ....	2
FIGURA N° 2. Micro Localización.....	3
FIGURA N° 3. Diferentes tipos de columnas de hormigón armado. (Nilson y Winter 1994). ....	10
FIGURA N° 4. Aplicaciones de Ménsulas de Hormigón Armado.....	12
FIGURA N° 5. Especímenes de ensayos para el estudio de ménsulas.....	12
FIGURA N° 6. Fallas por Flexión.....	13
FIGURA N° 7. Falla por Tensión Diagonal.....	13
FIGURA N° 8. Falla por Cortante Directo. ....	14
FIGURA N° 9. Esquema de la Losa Unidireccional y Bidireccional.....	15
FIGURA N° 10. Esquema de la Losa Macisa y Alivianada. ....	15
FIGURA N° 11. Tornillo. ....	17
FIGURA N° 12. Pórtico de Marco Rigido.....	18
FIGURA N° 13. Perfiles de Acero. ....	20
FIGURA N° 14. Colocación y Fijación de la Cubierta. ....	22
FIGURA N° 15. Colocación del Cumbreiro. ....	22
FIGURA N° 16. Colocación y Fijación del Canalón. ....	23
FIGURA N° 17. Sección típica de la armadura del laboratorio de estructuras.....	25
FIGURA N° 18. Sección típica de la armadura. ....	31
FIGURA N° 19. Edición de la Grilla.....	49
FIGURA N° 20. Material a utilizar. A36.....	49
FIGURA N° 21. Elección del perfil que utilizaremos. ....	50
FIGURA N° 22. Perfil UPN 260. ....	50
FIGURA N° 23. Asignación de la Carga Viva. ....	51
FIGURA N° 24. Asignación de la Carga Muerta.....	52
FIGURA N° 25. Deformación de la Estructura. ....	52
FIGURA N° 26. Estructura verificada.....	53
FIGURA N° 27. Edición de la grilla en el plano Z. ....	54
FIGURA N° 28. Columna de H. armado 50x50. ....	54
FIGURA N° 29. Incorporación de la Columna de H. armado 50x50 en el diseño. ...	55
FIGURA N° 30. Verificación de las Columnas. ....	55
FIGURA N° 31. Datos de la Cubierta. ....	56
FIGURA N° 32. Ubicación de la Cubierta.....	56

FIGURA N° 33. Asignación de cargas a la cubierta. ....	57
FIGURA N° 34. Datos de la Losa. ....	62
FIGURA N° 35. Datos de la Losa. ....	62
FIGURA N° 36. Notación y detalles de armado de ménsulas de hormigón armado. ....	78
FIGURA N° 37. Armado de Mensula. ....	78
FIGURA N° 38. Esquema del Muro de Reacción. ....	79
FIGURA N° 39. Predimensionamiento de Muro de Reacción. ....	80
FIGURA N° 40. Dimensiones del muro de Reacción ....	81
FIGURA N° 41. Idealización del muro de reacción con contrafuertes ....	83
FIGURA N° 42. Losa y Muro idealizado. ....	84
FIGURA N° 43. Esquema del muro para el cálculo del Momento Positivo. ....	84
FIGURA N° 44. Esquema del Contrafuerte. ....	88
FIGURA N° 45. Idealización de la losa de reacción. ....	90
FIGURA N° 46. Esquema de la Losa para el cálculo del momento positivo. ....	91
FIGURA N° 47. Distribución de presiones de contacto. (a) supuesta. (b) real para suelos granulares. (c) real para suelos cohesivos. (Nilson 2001). ....	93
FIGURA N° 48. Prediseño de zapata. Análisis estático de estructuras. Roberto Aguiar. ....	94
FIGURA N° 49. Predimensionamiento de Zapata. ....	99
FIGURA N° 50. Predimensionamiento de Zapata. ....	109

## INDICE DE TABLA

TABLA N° 1. Factores de posición de las columnas ....	11
TABLA N° 2. Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas. ....	26
TABLA N° 3. Especificaciones Técnicas del Galvalume. ....	26
TABLA N° 4. Especificaciones técnicas del UPN 120. ....	27
TABLA N° 5. Cálculo de las barras por carga muerta y por carga viva. ....	39
TABLA N° 6. Valores de K (longitud efectiva de columnas método LRFD) ....	43
TABLA N° 7. Especificaciones técnicas de UPN 240 laminado en caliente. ....	45
TABLA N° 8. Asignación de Cargas en la Estructura. ....	51
TABLA N° 9. Propiedades de los Perfiles. ....	53
TABLA N° 10. Datos del Diseño de la Losa en el sentido X. ....	57
TABLA N° 11. Datos del Diseño de la Losa en el Sentido Y. ....	60
TABLA N° 12. Datos de la Escalera. ....	63
TABLA N° 13. Datos de la viga de apoyo. ....	69
TABLA N° 14. Valores de (U). Coeficientes de fricción según ACI 318-02. ....	73
TABLA N° 15. Valores de la ménsula. ....	74
TABLA N° 16. Valores de la Pantalla. ....	84
TABLA N° 17. Valores para el diseño del contrafuerte. ....	90
TABLA N° 18. Valores de Losa de Reacción. ....	91
TABLA N° 19. Valores de la Zapata en sentido Y. ....	95
TABLA N° 20. Valores para el diseño de la cimentación en sentido Y. ....	99
TABLA N° 21. Valores para el diseño del acero transversal en sentido Y. ....	102

TABLA N° 22. Valores de la zapata en sentido X.....	105
TABLA N° 23. Valores para el diseño de la cimentación en el sentido X.....	109
TABLA N° 24. Valores para el diseño del acero transversal en sentido X. ....	112
TABLA N° 25. Valor Z para zonas de Portoviejo. ....	155
TABLA N° 26. Tipo de uso, destino e importancia de la Edificación. ....	155
TABLA N° 27. Coeficiente de Irregularidades en Planta.....	156
TABLA N° 28. Coeficiente de Irregularidades en Elevación.....	156
TABLA N° 29. Factores de Sitio Fa para diferentes tipos de suelo.....	156
TABLA N° 30. Factores de Sitio Fd para diferentes tipos de suelo.....	157
TABLA N° 31. Factores de Sitio Fs para diferentes tipos de suelo. ....	157
TABLA N° 32. Valores para el cálculo de la Cortante Basal. ....	157

## **RESUMEN**

El diseño del laboratorio de estructuras cumple con todas las normativas vigentes en ACI-318S-08 y en la Norma Ecuatoriana de la Construcción, además de esto se han utilizado libros y bibliografías de cálculos similares para ayudar a desarrollar el presente trabajo.

El laboratorio de estructuras servirá para la realización de ensayos que determinen las características de los materiales a escala real o reducida. Estos experimentos permitirán conocer las propiedades mecánicas como rigidez, deformación, ductilidad, además de propiedades dinámicas de las estructuras presentes en un sismo.

Entre las principales características con las que cuenta esta edificación para sus actividades de investigación es su sistema de reacción comprendido por una losa y un muro de reacción, los cuales estarán apoyados en contrafuertes, todo este sistema será capaz de soportar entre 90 y 150tn. Un sistema de esta magnitud permitirá realizar ensayos de sismo a escala real de edificios hasta 3 pisos.

## **SUMMARY**

The design of structures laboratory complies with all regulations in ACI- 318S -08 and the Reporting Standard Construction, besides that have been used books and bibliographies of similar calculations to help develop this work.

The structures laboratory serve for testing to determine the characteristics of the materials to real or scaled. These experiments allow to know the mechanical properties such as stiffness, deformation, ductility, plus dynamic properties of the structures in an earthquake.

Among the main features that comprise this building for its research is its reaction system comprised of a slab and a wall reaction, which will be supported by buttresses, the whole system will be capable of supporting 90 to 150tn. A system of this magnitude quake allow testing of full-scale buildings up to 3 stories.

## **1. TEMA DE INVESTIGACIÓN**

“CÁLCULO ESTRUCTURAL PARA EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ”

## 2. MACRO Y MICRO LOCALIZACIÓN

### 2.1.MACRO LOCALIZACIÓN

Esta investigación se la realizara en la Ciudad de Portoviejo, capital de la Provincia de Manabí, la cual limita al Norte con la Provincia de Esmeraldas, al Sur con la Provincias de Santa Elena y Guayas, al Este con las Provincias de Los Ríos y Santo Domingo de los Tsachilas, y al Oeste con el Océano Pacifico.

Las coordenadas son: **1°02'35.15" S; 80°27'24.33" O.**

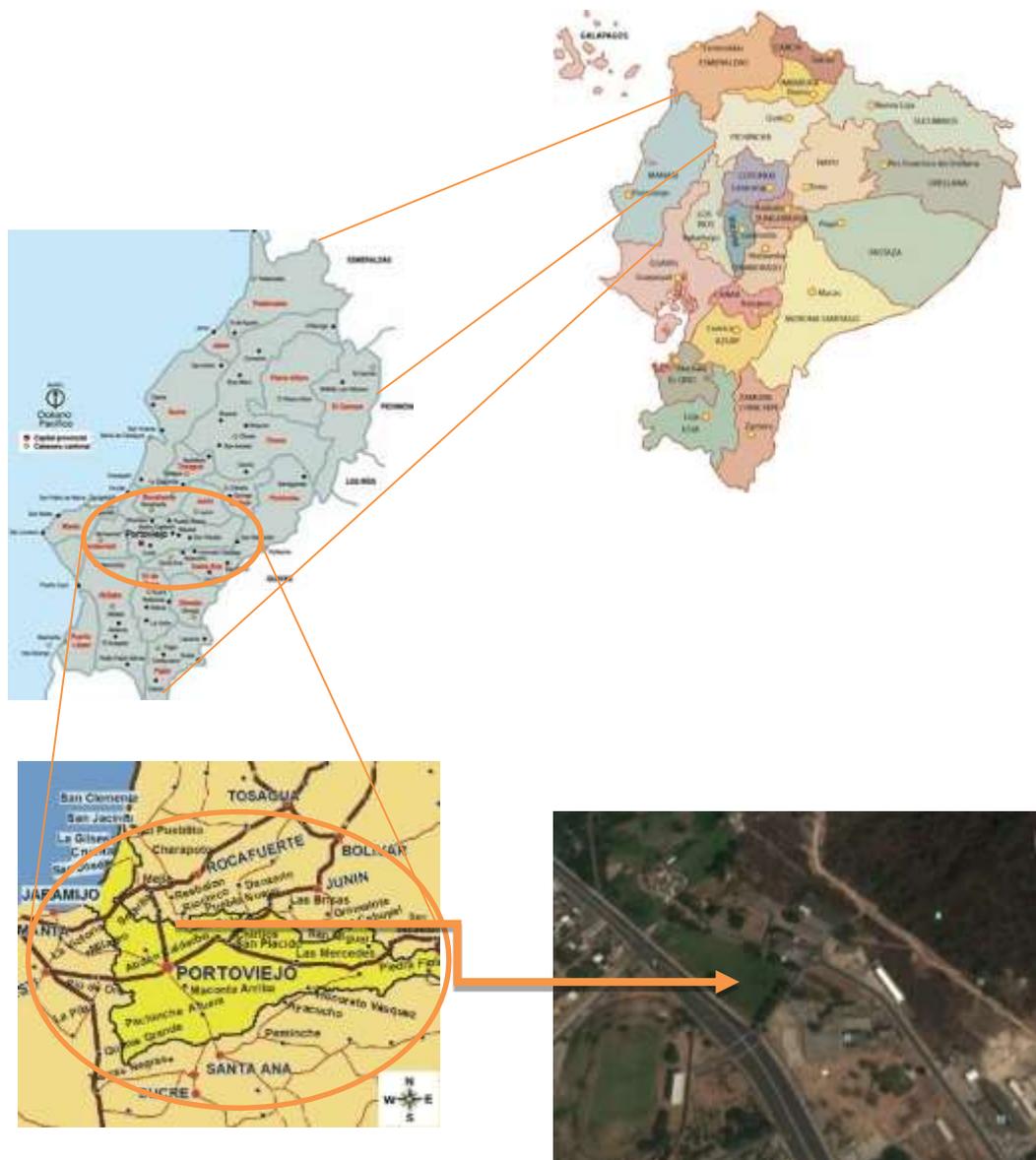


FIGURA N° 1. Macro Localización.

## 2.2.MICROLOCALIZACIÓN

El lugar donde se llevara a cabo la investigación es la Universidad Técnica de Manabí, la cual se encuentra ubicada en la Ciudad de Portoviejo, en la Avenida Urbina (Avenida Universitaria) y calle Che Guevara.

Las coordenadas de ubicación del sitio de la investigación son:

Latitud:  $-1.043060^{\circ}$

Longitud:  $-80.456758^{\circ}$

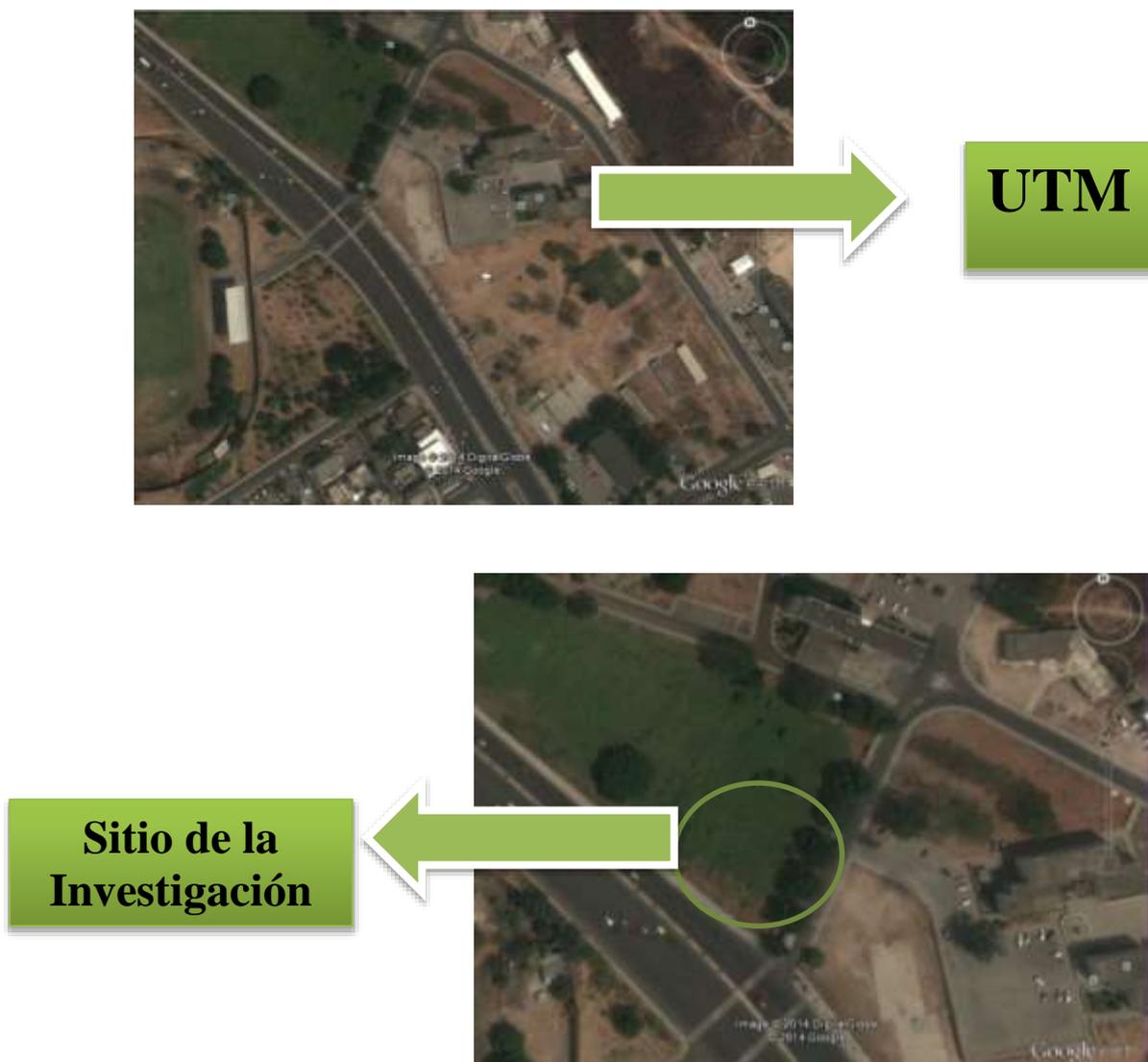


FIGURA N° 2. Micro Localización

### **3. FUNDAMENTACIÓN**

La búsqueda de una mejor educación para todos necesita de una adecuada planificación, que permita a los diferentes componentes del sector de la educación, establecer prioridades para el mejoramiento de la educación integral de la comunidad, requiriendo contemplar aspectos sociales, biológicos, ecológicos, culturales, entre otros.

La Universidad Técnica de Manabí pasó de ser una institución de educación pequeña a convertirse en una de las Universidades más grandes de la provincia desde su creación en 1952, y sobre la que se ha vertido numerosos cambios e innovaciones, como no podía ser de otro modo, al tenor de los cambios sociales. Se ha modificado en su totalidad los edificios, el currículo, el mobiliario y la diversificación de sus enseñanzas, todas en aras a contribuir al cumplimiento de la política estatal.

La Universidad Técnica de Manabí y la Carrera de Ingeniería Civil preparan estudiantes de alto nivel académico, pero aun así falta mucho para llegar a la excelencia académica, esta carrera a pesar de ser una de las más importantes dentro de la Alma Mater no cuenta con un laboratorio de estructuras, que permita a los futuros profesionales una mejor preparación académica.

La presente investigación está enfocada en el diseño de la estructura para el edificio del laboratorio de estructura, que permita dar el primer paso para la construcción de esta obra que sería de gran ayuda para los estudiantes de la Universidad Técnica de Manabí en especial para los alumnos de la carrera de Ingeniería Civil.

## **4. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN**

### **4.1.ANTECEDENTES**

La educación superior viene atravesando muchas modificaciones, estos cambios se producen en aras a formar profesionales mejor preparados y con un alto nivel competitivo que les permita desarrollarse de la mejor manera tanto dentro como fuera del país.

La Universidad Técnica de Manabí a fin de cumplir con estos procesos de transformación, viene implementando mejoras en sus infraestructuras que les permitan a los estudiantes un ambiente más cómodo y adecuado para poder desarrollar sus habilidades profesionales.

Desde la fundación de la UTM se han venido dando transformaciones a fin de favorecer a la comunidad educativa, es por esta razón que las autoridades universitarias vienen implementado la construcción de nuevos laboratorios que les permitan estar a la vanguardia educativa y así llegar a ser uno de los mejores centros educativos superiores del país.

### **4.2.JUSTIFICACIÓN**

En el Laboratorio de Estructuras se realizaran ensayos para determinar las características mecánicas de materiales, de componentes estructurales, y estructuras a escala natural o modelos a escala reducida. El estudio experimental permite determinar propiedades mecánicas como resistencia y deformación, rigidez, ductilidad, pero también propiedades dinámicas de las estructuras que son claves en el comportamiento de las estructuras ante los sismos.

La Universidad Técnica de Manabí y la Carrera de Ingeniería Civil si bien poseen laboratorios de Mecánica de Suelos e Hidráulica, no cuentan con un laboratorio de estructuras ni el equipamiento necesario para la realización de ensayos estructurales.

Tomando en consideración que no existe un laboratorio de este tipo, me veo en la necesidad de realizar el cálculo estructural para un laboratorio de estructura que sirva de base para que las autoridades proyecten a futuro la construcción de esta edificación que contribuirá con la formación de los futuros profesionales en sus temas de investigación y prácticas.

Este proyecto se lo justifica porque permitirá conocer a las autoridades el tipo de estructura que se debería utilizar en el laboratorio, sus facilidades, su costo y tiempo de construcción para poder planificar su construcción.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1.GENERAL**

Realizar el cálculo estructural en base al proyecto arquitectónico para el Laboratorio de Estructuras de la Escuela de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de Manabí

### **5.2.ESPECÍFICOS**

- Recopilar de los datos pertinentes para el cálculo y diseño estructural del Edificio.
- Diseñar con las especificaciones del NEC (Norma Ecuatoriana de la construcción) para este tipo de estructuras.
- Elaborar el cálculo y diseño de la estructura para el Laboratorio.
- Entregar el proyecto a las autoridades de la Facultad y de la Universidad.

## **6. LINEAMIENTOS DEL MARCO TEÓRICO**

### **6.1. ESTRUCTURAS**

La estructura de una edificación es el armazón capaz de soportar todas las cargas. Estas cargas son todos los factores que inciden sobre el edificio provocando deformaciones, las mismas que pueden ser el peso propio de la estructura u otras cargas.

A más de soportar su peso propio la estructura soporta también otras cargas y situaciones que afectan directamente su carga inicial total.

En la estructura actúan también fenómenos como el viento y los movimientos sísmicos, los cuales deben tomarse en cuenta cuando se realicen los cálculos estructurales de cualquier tipo de edificación sea esta poca altura o gran altura.

En el mundo el sistema constructivo más utilizado es el Hormigón Armado abarcando casi todos los tipos de construcciones de baja y mediana altura, esto debido a su flexibilidad y eficacia.

En los países industrializados y con edificios de gran altura el sistema estructural utilizado ya no es el hormigón armado, sino el sistema de las Estructuras Metálicas.

#### **6.1.1. HORMIGÓN ARMADO**

El hormigón armado está compuesto por diferentes componentes los cuales trabajan juntos para soportar y contrarrestar las cargas a las cuales estará sometida.

Los componentes del Hormigón Armado son:

- Acero Estructural:

Cumple con la misión de soportar los esfuerzos de tracción y corte a los cuales está sometida la estructura.

- Hormigón Simple:

“El hormigón es un material sumamente resistente a la compresión, pero extremadamente frágil y débil a solicitaciones de tracción. En estructuras se utiliza hormigón combinado con barras de acero resistentes a la tracción lo cual se conoce como hormigón armado.”<sup>1</sup> (ROMO, pág. 2)

“El hormigón es un material ineficiente resistiendo cargas de tracción; comparativamente esta resistencia representa hasta un 10% de su capacidad a la compresión.”<sup>2</sup> (ROMO, pág. 20)

### **6.1.2. ARMADO**

El armado de las barras de acero consiste en colocar las varillas en las zonas traccionadas. En las zonas donde el hormigón no sea capaz de resistir los esfuerzos a que este sometida la sección es indispensable colocar acero para ayudar a resistir los esfuerzos a tracción.

En algunos casos es necesario colocar la armadura para que trabaje a compresión, ya que el acero en una estructura recibe los esfuerzos de tracción y corte.

### **6.1.3. COLUMNAS DE HORMIGÓN ARMADO.**

La columna es un elemento estructural vertical empleado para sostener la carga de una estructura. Es utilizado ampliamente por la libertad que proporciona para distribuir espacios al tiempo que cumple con la función de soportar el peso de la estructura; es un elemento fundamental en el esquema de una estructura y la adecuada selección de su tamaño, forma, espaciamiento y composición influyen de manera directa en su capacidad de carga.

---

<sup>1</sup> ROMO, M. (s.f.). TEMAS DE HORMIGON ARMADO. En M. ROMO, *TEMAS DE HORMIGON ARMADO* (pág. 20).

<sup>2</sup> ROMO, M. (s.f.). TEMAS DE HORMIGON ARMADO. En M. ROMO, *TEMAS DE HORMIGON ARMADO* (pág. 20).

La columna es un elemento sometido principalmente a compresión, por lo tanto el diseño está basado en la fuerza interna, conjuntamente debido a las condiciones propias de las columnas, también se diseña para flexión de tal forma que la combinación de ambos esfuerzo se denomina flexo compresión

Las columnas de hormigón armado pueden ser de tres tipos: <sup>3</sup> (NILSON)

- Elementos reforzados longitudinalmente y zunchos.(a)
- Elementos reforzados longitudinalmente y estribo.(b)
- Elementos reforzados longitudinalmente con tubos de acero estructural, con o sin barras longitudinales, además de diferentes tipos de refuerzo transversal.(c)

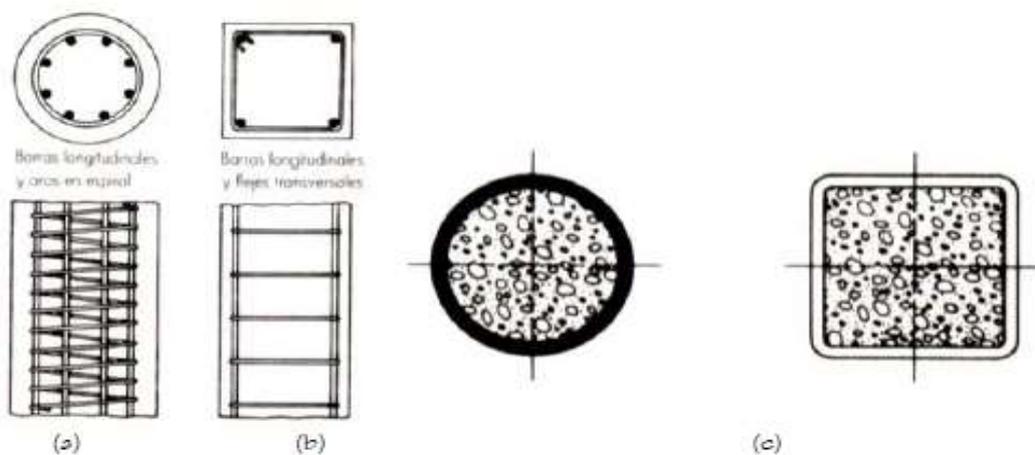


FIGURA N° 3. Diferentes tipos de columnas de hormigón armado. (Nilson y Winter 1994).

La cuantía mínima de acero es de 0,01 (1% de Ag) y la cuantía máxima es de 0,03 (3% de Ag).

<sup>3</sup> NILSON, A. H. (s.f.). *DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO* (DUODECIMA ed.). Capítulo 8. Columnas cortas. Compresión Axial. Pág. 257.

Para el pre dimensionamiento de las columnas se toma a consideración el método de Última Resistencia para hallar los valores de las secciones geométricas inicial de cada columna.

$$A_g = \frac{P_u * \text{Factor de Posición}}{0,21 * f'_c + 0,34 \rho * f_y}$$

Dónde:

$P_u$  = Carga final mayorada generada por la armadura.

Los factores de posición de las columnas son los siguientes:

<b>Central</b>	1,30
<b>Lateral</b>	2,00
<b>Esquinera</b>	2,50

**TABLA N° 1. Factores de posición de las columnas**

## **6.2.DISEÑO DE MENSULAS DE HORMIGÓN ARMADO.**

Las ménsulas son elementos estructurales cuya relación entre claro de cortante y el peralte es pequeña; en muchos reglamentos se definen como aquellos elementos en los que esta relación no es mayor que uno. Se usan para soportar carriles de grúas viajeras, vigas prefabricadas de concreto, armaduras de acero y otras estructuras similares.

En la figura nº4 se ilustran dos aplicaciones. El dimensionamiento correcto de las ménsulas es de gran importancia, ya que en ellas se apoyan generalmente miembros estructurales de grandes dimensiones o equipos pesados. <sup>4</sup> (ROBLES)

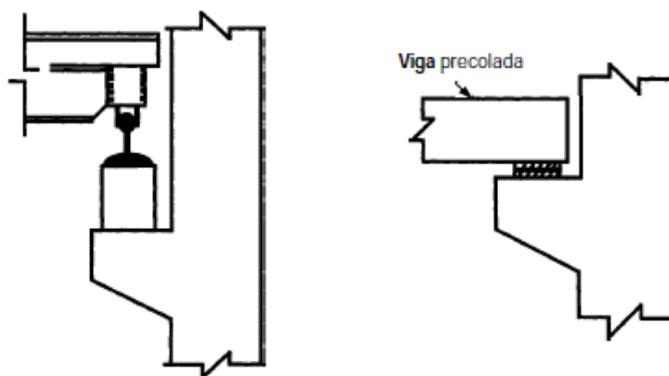


FIGURA N° 4. Aplicaciones de Ménsulas de Hormigón Armado.

### 6.2.1. COMPORTAMIENTO.

El comportamiento de las ménsulas ha sido estudiado por medio de ensayos de especímenes como el mostrado en la figura nº 5.

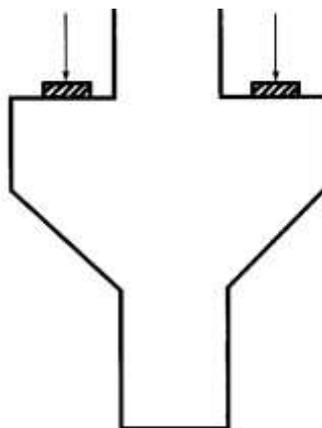


FIGURA N° 5. Especímenes de ensayos para el estudio de ménsulas. <sup>5</sup>

<sup>4</sup> ROBLES, G. C. (s.f.). *ASPECTOS FUNDAMENTALES DE CONCRETO REFORZADO* (CUARTA ed.). Capítulo 12. Ménsulas. Pág. 378.

<sup>5</sup> ROBLES, G. C. (s.f.). *ASPECTOS FUNDAMENTALES DE CONCRETO REFORZADO* (CUARTA ed.). Capítulo 12. Ménsulas. Pág. 379.

### 6.2.2. FALLA POR FLEXIÓN

Este tipo de falla es similar de vigas largas, consiste en el aplastamiento por compresión del concreto, que ocurre antes o después de que fluya el acero de tensión.

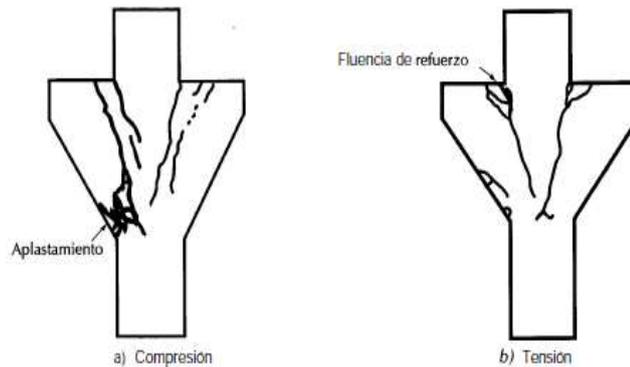


FIGURA N° 6. Fallas por Flexión.

### 6.2.3. FALLA POR TENSIÓN DIAGONAL

Se forma inicialmente una grieta de Flexión, a partir de la cual se desarrolla una grieta inclinada que se extiende desde el borde de la placa de carga, en la cara superior de la ménsula, hasta la intersección de la cara inclinada de la ménsula con la columna.

La falla ocurre en la zona de concreto sujeta a esfuerzos de compresión y es similar a la falla en compresión por cortante de vigas largas.

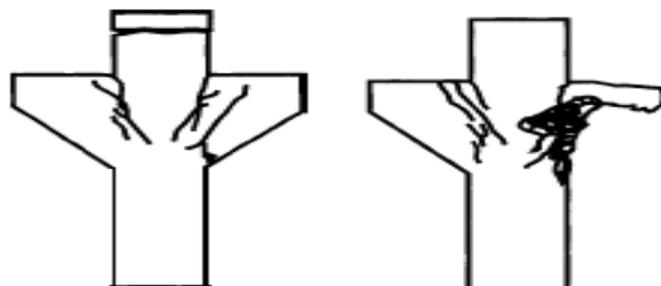
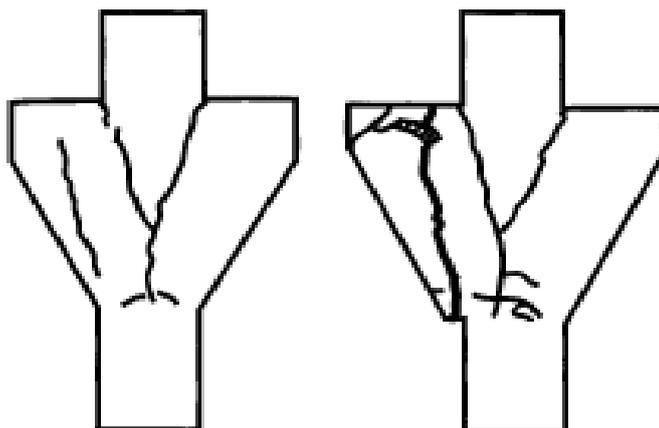


FIGURA N° 7. Falla por Tensión Diagonal.

#### **6.2.4. FALLA POR CORTANTE DIRECTO.**

Este tipo de fallas se caracteriza por el desarrollo de pequeñas grietas inclinadas en el plano de intersección de la columna y la ménsula. Dichas grietas debilitan este plano y propician una falla por cortante directo.



**FIGURA N° 8. Falla por Cortante Directo.**

#### **6.3.LOSA DE HORMIGÓN ARMADO.**

Las losas son elementos estructurales en la cual su peralte es relativamente pequeño comparado con sus dimensiones en planta. Las cargas que actúan sobre esta son perpendiculares al plano porque su comportamiento es a flexión.

##### **6.3.1. TIPOS DE LOSA.**

###### **6.3.1.1.POR EL TIPO DE APOYO.**

Pueden estar sustentadas por vigas de mayor peralte o por muros de distintos tipos (hormigón, mampostería). También pueden estar sustentadas directamente sobre las columnas, lo que no es muy recomendable en zonas sísmicas, este tipo de losa podría mejorar su comportamiento al incorporar vigas banda pero solo en edificaciones con luces y cargas pequeñas.

### 6.3.1.2.POR LA DIRECCIÓN DE TRABAJO.

Pueden ser Unidireccionales o Bidireccionales.

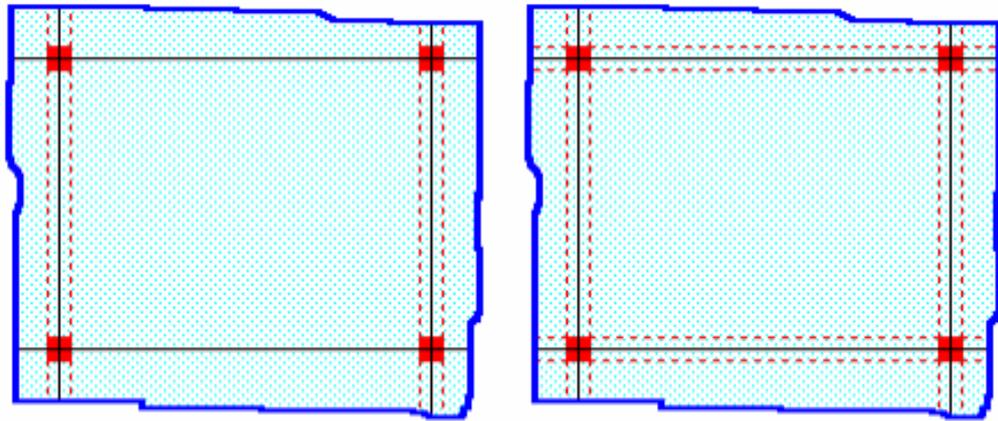


FIGURA N° 9. Esquema de la Losa Unidireccional y Bidireccional.

### 6.3.1.3.POR LA DISTRIBUCIÓN INTERIOR DEL HORMIGÓN.

Si el hormigón ocupa todo el espesor de la losa se la denomina Losa Maciza, y cuando parte del espesor de la losa está ocupado por materiales más livianos se denomina Losa Alivianada.

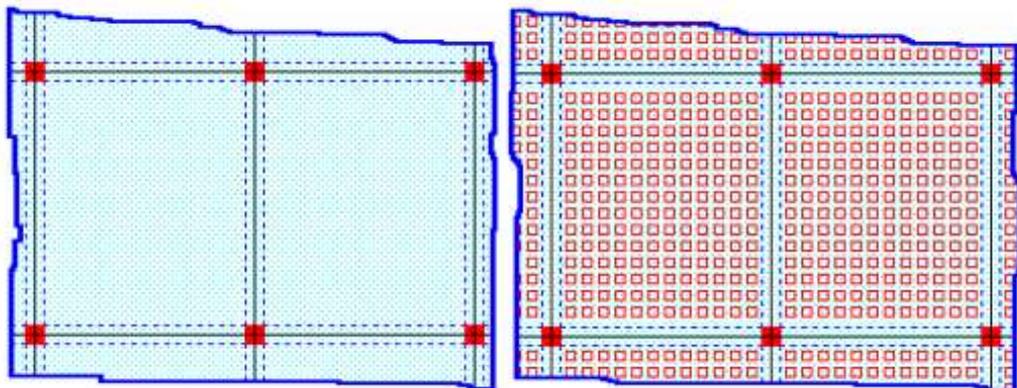


FIGURA N° 10. Esquema de la Losa Macisa y Alivianada.

## **6.4. ESTRUCTURAS METÁLICAS**

Se conoce como estructuras metálicas a un conjunto de piezas o partes estructurales que trabajan conjuntamente para la transmisión de fuerzas estáticas. Se puede decir también que una estructura metálica es un conjunto de miembros estructurales unidos entre sí de tal manera que forman un armazón rígido; este armazón rígido puede tener varias formas dependiendo de su uso (puentes, galpones, edificios, etc).

### **6.4.1. CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR LA ESTRUCTURA METÁLICA**

- Rigidez: La estructura no debe deformarse al recibir peso sobre ella.
- Estabilidad: No debe sufrir volcamiento.
- Resistencia: Al aplicar fuerza los elementos que la componente deben soportar estas fuerzas sin deformarse o romperse.

### **6.4.2. ELEMENTOS DE UNA CUBIERTA Y ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS**

- 1- “Unión de cerchas: Es la unión de las cuerdas inferiores y las superiores que dan lugar a los asientos para el apoyo.
- 2- Cuerda superior o par: Es la parte que va sobre los conjuntos de elementos.
- 3- Cuerda inferior o tirante: Es la parte que va bajo el conjunto de elementos.
- 4- Cumbre: Es el nudo central que va en la parte superior de la cercha.
- 5- Cartela: Es la plancha de refuerzo y que es parte del núcleo que sirve para sacar diagonales o tirantes de una cercha.
- 6- Nudo: es la unión de perfiles que va sobre o entre una plancha apernada, remachada o soldada.
- 7- Correas: son los travesaños que van sobre la cercha para sostener o apoyar la cubierta.

- 8- Cubierta: es la parte superior que cubre la estructura, y está cubierta puede ser de zinc, plástico, etc.”<sup>6</sup> (SEPULVEDA, 2009)

## 6.5. TIPOS DE UNIONES DE LAS ESTRUCTURAS METALICAS

Para que todos los elementos trabajen perfectamente es necesario que estén unidos. Se debe tener en cuenta los tipos de uniones que existen como son rígidos, semirrígidos, flexibles.

**6.5.1.** “Soldadura: Es la unión de las partes metálicas mediante el calentamiento de sus superficies para llevarlas a un estado plástico, lo que permite que la partes fluyan y se unan con o sin la adición de otro material fundido.”<sup>7</sup> (MEJIA, 2005, pág. 40)

**6.5.2.** Tornillos: “Se trata de un vástago enroscado de cabeza hexagonal generalmente. La longitud del tornillo deberá superar el espesor de las piezas a unir.”<sup>8</sup> (MEJIA, 2005, pág. 30)

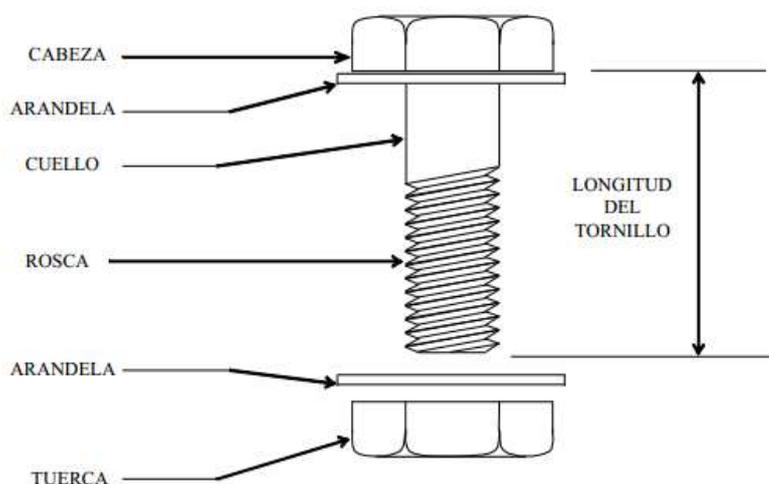


FIGURA N° 11. Tornillo.

<sup>6</sup> SEPULVEDA, F. (2009). CERCHAS RETICULADAS.

<sup>7</sup> MEJIA, C. A. (2005). *CURSO BASICO DE ESTRUCTURAS METALICAS*, pag. 40

<sup>8</sup> MEJIA, C. A. (2005). *CURSO BASICO DE ESTRUCTURAS METALICAS*, pag. 30

## 6.6. PÓRTICO O MARCO RÍGIDO

La ventaja principal que presenta este tipo de armadura es la luz libre con la que permite trabajar. “La cercha de dión es fija, pero puede ser articulada en ciertos casos para tramos de corta luz y altura o según el uso a que este destinada. Las cargas que actúan son transmitidas a los nudos de la armadura.”<sup>9</sup> (SEPULVEDA, 2009)



FIGURA N° 12. Pórtico de Marco Rígido.

## 6.7.DISEÑO ESTRUCTURAL

El diseño estructural es uno de los campos más importantes de la Ingeniería Civil, especialmente de la Ingeniería Estructural.

### 6.7.1. CARACTERÍSTICAS

El diseño estructural se realiza a partir de un adecuado balance entre las funciones propias que un material puede cumplir, a partir de sus características naturales específicas, sus capacidades mecánicas y el menor costo que puede conseguirse. El costo de la estructura siempre debe ser el menor, pero obteniendo el mejor resultado a partir de un análisis estructural previo.

---

<sup>9</sup> SEPULVEDA, F. (2009). CERCHAS RETICULADAS.

Una estructura debe ser diseñada con un balance entre la parte rígida y la parte plástica de los elementos que la componen, ya que un exceso en cualquiera de estos elementos podría provocar un fallo en la estructura.

### **6.7.2. MATERIALES**

Los materiales utilizados dentro del diseño estructural deben de cumplir otro tipo de características las cuales deben ser aislante térmico, acústico, división de aposentos, impermeabilidad y otras características propias de estas estructuras.

Otras de las funciones que deben cumplir los elementos dentro del diseño estructural es el aspecto arquitectónico, el cual debe ser integrado dentro del diseño, para así obtener un mejor rendimiento de toda la estructura.

El diseño de una estructura parte de un diseño base, para posteriormente proceder al cálculo de las fuerzas y resistencias en cada uno de sus miembros.

Para que el diseño sea el correcto se deben tomar en cuenta las combinaciones de cargas y además cualquier otra característica que pueda afectar a la estructura diseñada.

### **6.7.3. TIPOS DE ESTRUCTURA**

Pueden ser de varios tipos dependiendo de uso, necesidad o del material del que esté formado:

- 1.- Espaciales o planas
- 2.- Materiales: acero, hormigón, madera, mixtas...
- 3.- Isostáticas, hiperestáticas, hipostáticas.
- 4.- Uso industrial o residencial: arquitectónico, monumental, artístico.

Los materiales para la construcción de este tipo de estructuras deben cumplir con todas las normas y especificaciones requeridas a fin que no altere el debido desempeño de la estructura una vez colocada.

## 6.8. ACERO ESTRUCTURAL

Es el material más usado en el mundo para la construcción de estructuras, existen diferentes formas secciones y tipos de acero que se han ido desarrollando en los últimos años por la industria de la construcción.

### 6.8.1. PERFILES DE ACERO

Los perfiles de acero se encuentran en una gran variedad de tamaños y formas, pueden ser laminados en caliente o ensamblados. Muchos de los perfiles pueden ser obtenidos a través de una lámina delgada de acero que se dobla en frío hasta obtener la forma deseada.

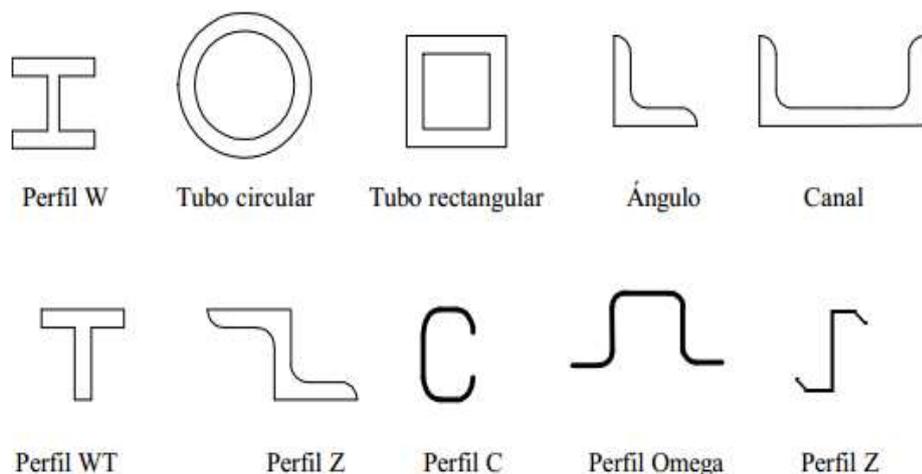


FIGURA N° 13. Perfiles de Acero.

## **6.9. CUBIERTA DE GALVALUME**

Las cubiertas de galvalume son planchas de acero con protección de aluminio y zinc, están formados por nervios en forma trapezoidal y reforzada con doble rigidizador. Presentan propiedades tales como:

- Larga duración
- Alta resistencia
- Gran frescura

### **6.9.1. USO Y APLICACIONES.**

Existen diversos usos en los cuales se pueden utilizar este tipo de material:

- Galpones
- Viviendas
- Construcciones escolares
- Coliseos
- Etc.

### **6.9.2. INSTALACIÓN DE LA CUBIERTA.**

El primer paso para la colocación de la cubierta de galvalume es ubicar la primera plancha sobre los perfiles metálicos desde abajo hacia arriba en sentido vertical.

Después de colocada la plancha de galvalume se procederá a sujetar mediante tornillos autoperforantes.



**FIGURA N° 14. Colocación y Fijación de la Cubierta.**

El siguiente paso será la colocación de las demás planchas de galvalume hasta cubrir toda el área, debiéndose respetar los traslapes mínimos para este tipo de cubierta tanto en el sentido horizontal como vertical.

Culminada la colocación de la cubierta en toda el área a proteger se procederá a ubicar el cumbrero en la unión de las dos caídas de aguas, con el fin de intersectar las aguas lluvias y encauzarla hacia las dos cubiertas.



**FIGURA N° 15. Colocación del Cumbrero.**

Como último paso en la colocación de la cubierta se instalarán los canalones para recoger las aguas lluvias, los cuales estarán ubicados en el borde al final de la cubierta y siempre por la parte inferior.



**FIGURA N° 16. Colocación y Fijación del Canalón.**

## **6.10. CORREAS METÁLICAS**

Las correas metálicas son las que soportan las cargas de la cubierta o la cubierta con el apoyo de las vigas principales.

El uso de las correas es común en la construcción de sistemas de ingeniería y en construcciones con tableros de madera. En la construcción de madera bajo techo las correas se utilizan para apoyar las vigas sobre las vigas más largas que se puedan construir. Las paredes internas son típicamente apoyadas bajo correas. En todos los sistemas de techo de metal o mixtos, los miembros de correas son frecuentemente contruidos de acero conformado en frío, en secciones C o G.

## **6.11. TIPOS DE CARGAS**

### **6.11.1. Carga Muerta (Cargas Permanentes):**

“Las cargas permanentes están constituidas por los pesos de todos los elementos estructurales, tales como muros, tabiques, recubrimientos, instalaciones

sanitarias, eléctricas, de acondicionamiento, maquinarias y todo artefacto integrado permanentemente a la estructura.”<sup>10</sup> (NEC-11, 2011)

#### **6.11.2. Carga Viva (Sobrecargas de Uso):**

“Las sobrecargas de uso dependen de la ocupación a la que está destinada la edificación y están conformadas por los pesos de personas, muebles, equipos y accesorios móviles o temporales, mercadería en transición y otras.”<sup>11</sup> (NEC-11, 2011)

---

<sup>10</sup> NEC 11, CAPITULO 1. Cargas y Materiales, Sección 1.1.2.1 CARGAS PERMANENTES.

<sup>11</sup> NEC 11, CAPITULO 1. Cargas y Materiales, Sección 1.1.2.2 SOBRECARGAS DE USO.

## 7. DISEÑO METODOLÓGICO

### 7.1.PREDISEÑO DE CUBIERTA.

Para elaborar el cálculo estructural de cualquier estructura se debe tomar muy en cuenta las cargas que van a actuar en estas. Estas cargas variaran dependiendo los componentes de la estructura, su ubicación, lugar y utilización de esta.

Entre las cargas más comunes que encontramos para el cálculo de estructuras son las cargas muertas, cargas vivas, carga sísmica, empujes de suelos, carga de viento, carga de nieve, entre otras.

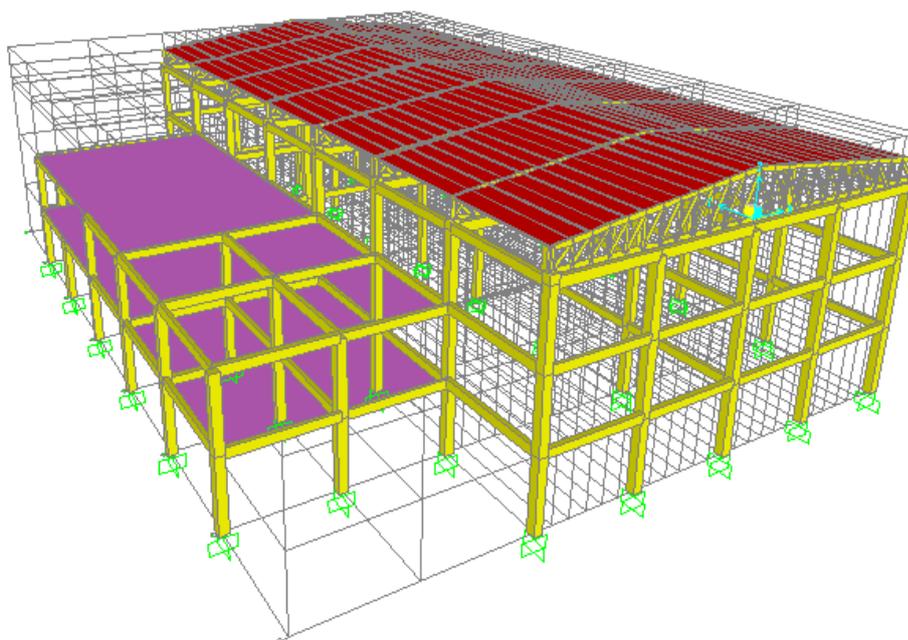


FIGURA N° 17. Sección típica de la armadura del laboratorio de estructuras.

**Carga viva (CV).** Para la estructura a diseñar la carga viva está regida a las consideraciones de diseño que nos da el NEC-11, para cubiertas inclinadas se debe tomar  $1\text{KN/m}^2$  que es igual a  $0,102\text{ T/m}^2$ .<sup>12</sup> (NEC-11, 2011)

---

<sup>12</sup> NEC-11. CAPITULO 1. Cargas y Materiales 1.1.2.2 SOBRECARGA DE USO (CARGA VIVA) CUBIERTA INCLINADAS

Cubiertas		
Cubiertas planas, inclinadas y curvas	1.00	
Cubiertas destinadas para áreas de paseo	3.00	
Cubiertas destinadas en jardinería o patios de reunión.	4.80	
Cubiertas destinadas para propósitos especiales		

**TABLA N° 2. Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas.**

**Carga Muerta (CM).** Para trabajar con la carga muerta, se deben considerar de los pesos que van a estar perennes en la estructura, estos pesos pertenecen al peso propio del material a construir, al peso de cubierta u otros elementos que van a actuar en la estructura.

A continuación se describirá el tipo de material que va a estar conformada la armadura, tanto la cubierta y correas.

### **Techo de la Cubierta.**

<b>Peso</b>	<b>2,33 kg/m<sup>2</sup></b>
<b>Espesor</b>	<b>0,25mm</b>
<b>Longitud</b>	<b>1220mm</b>

**TABLA N° 3. Especificaciones Técnicas del Galvalume.**

**Correas.** Se optara por trabajar con perfiles UPN que tienen una capacidad de trabajo óptimo y su capacidad es estandarizada (A36). Para este trabajo se eligió al interactuar un UPN 120.

DENOMINACION	DIMENSIONES						PROPIEDADES.					
	h	s	e	t	Rx	Ry	AREA	PESO	INERCIA cm <sup>4</sup>		MODULO RESISTENCIA cm <sup>3</sup>	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	Kg/m	Eje x-x	Eje y-y	Eje x- x	Eje y- y
UPN 120	120	55	7.0	9.0	9.0	4.5	17.0	13.4	364.0	43.2	60.7	11.1

TABLA N° 4. Especificaciones técnicas del UPN 120. <sup>13</sup>

**Carga muerta= Peso de la Correa+ Peso de la Cubierta**

$$CM= 0,0134 \text{ T/m}^2 + 0,00233 \text{ T/m}^2.$$

$$CM= 0,01573 \text{ T/m}^2.$$

Para la obtención de las cargas puntuales que actúan en los nudos de la armadura, que es necesario para el previo cálculo, estas cargas son las reacciones que genera la correa ubicada sobre la armadura.

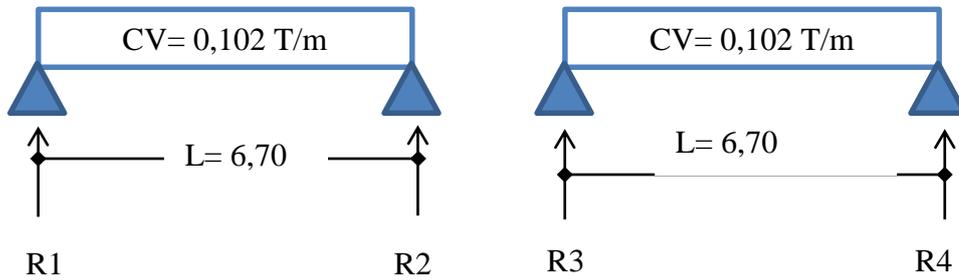
Para el cálculo de las reacciones se toman las cargas de servicio (CM y CV) pero su peso debe estar en metro lineal, es decir que para tener este peso lineal sobre la correa las cargas de servicios deben multiplicarse por su área portante.

Estas áreas portantes son las área comprendida entre parte de la cubierta que descansa sobre el larguero o correa. En este análisis el área portante es 1m.

$$CV= 0,102 \text{ T/m}^2 * 1\text{m} = 0,102 \text{ T/m}. \quad CM= 0,0149 \text{ T/m}^2 * 1\text{m} = 0,01573 \text{ T/m}.$$

<sup>13</sup> [www.dipacmanta.com/AcerosEstructurales/PerfilesLaminados](http://www.dipacmanta.com/AcerosEstructurales/PerfilesLaminados).

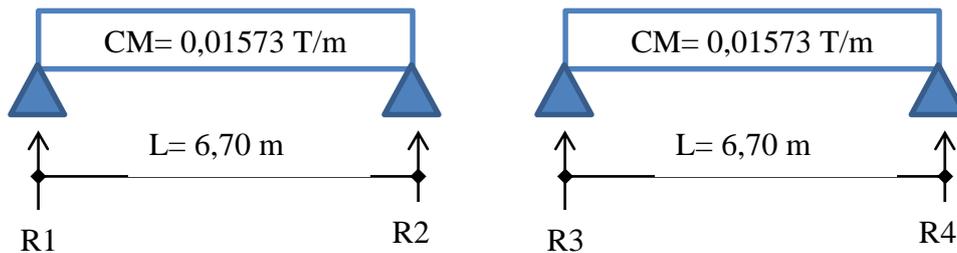
### 7.1.1. Cálculo de reacciones (Carga Puntual).



$$R = \frac{0,102 \frac{T}{m} * 6,70 m}{2} = 0,34 \text{ Ton.}$$

Todas las reacciones corresponden al valor de 0,34 Ton. La carga puntual generado para cada nudo es la suma de  $R2+R3$ .

$$CV = 0,68 \text{ Ton.}$$

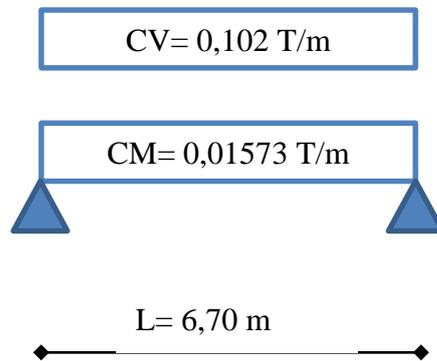


$$R = \frac{0,01573 \frac{T}{m} * 6,70 m}{2} = 0,053 \text{ Ton.}$$

Todas las reacciones corresponden al valor de 0,053 Ton. La carga puntual generado para cada nudo es la suma de  $R2+R3$ .

$$CM = 0,106 \text{ Ton.}$$

### 7.1.2. MOMENTO FLEXIONANTE GENERADO EN LA CORREA.



$$M = \frac{W * L^2}{8}$$

$$M = \frac{(0,102 + 0,0149) \frac{T}{m} * (6,7m)^2}{8}$$

$$M = 0,66 T - m$$

### 7.1.3. Diseño a Flexión del larguero.

Para el diseño a flexión de cualquier viga se debe tomar en consideración el momento flexionante generado por las cargas de servicios y el esfuerzo permisible que genera la propia viga dependiendo del material. Para este tipo de cálculo se toma en consideración el criterio del Método ASD.<sup>14</sup> (McCormac)

Las especificaciones del manual ASD, toma varios esfuerzos permisibles, pero en nuestro caso tomaremos el más utilizado:<sup>15</sup> (McCormac)

$$F_b = 0,66 F_y$$

<sup>14</sup> DISEÑO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS Método ASD 4ª Edición Jack C. McCormac Capítulo 8 Pag.181

<sup>15</sup> DISEÑO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS Método ASD 4ª Edición Jack C. McCormac Capítulo 8 Pag.183

Esta expresión se puede usar para obtener el esfuerzo permisible causado por flexión en fibras de perfiles laminados en caliente y miembros armados. La fluencia del acero (Fy) de A36 es de 2530kg/cm<sup>2</sup> es decir 36ksi.

$$S = \frac{M}{Fb}$$

$$S = \frac{0,66 * 10^5 kg - cm}{0,66 * 2530 \frac{kg}{cm^2}}$$

$$S = 39,56 cm^3$$

$$S = 60,7 cm^3 \text{ UPN 120.}$$

$$60,7 > 39,56 \text{ ok.}$$

Una vez prediseñado el perfil que funcionara como larguero o correa, que se apoyara en la armadura, y establecidas las cargas de servicios que generaran esfuerzos en la armadura detallaremos los datos obtenidos.

$$CM = 0,106 \text{ ton}$$

$$CV = 0,68 \text{ ton}$$

## 7.2.PREDISEÑO DE LA ARMADURA

Se propone usar el método de los nudos, para el prediseño de las barras ya que este método es muy práctico y confiable en el cálculo de este tipo de estructuras.

Para su diseño definitivo de la estructura se realizara mediante el software de estructuras SAP 2000.

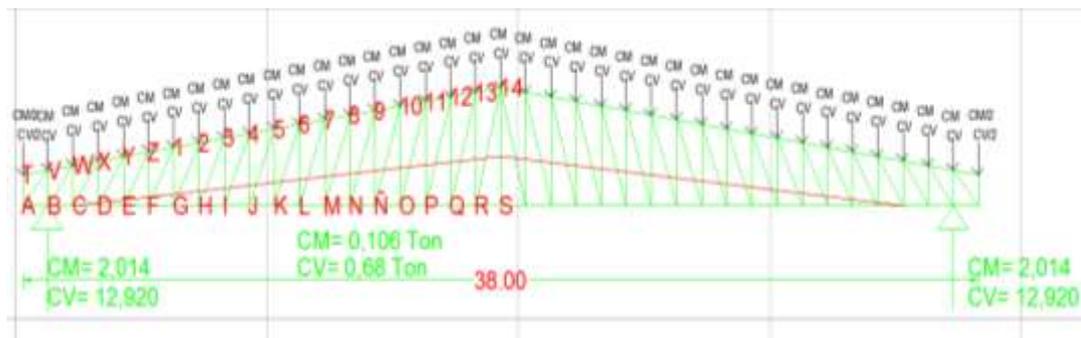


FIGURA N° 18. Sección típica de la armadura.

### 7.2.1. CALCULO DE BARRAS DE LA ARMADURA, MEDIANTE EL METODO DE LOS NUDOS UTILIZANDO LA CARGA VIVA.

$$\sum MA = 0$$

$$\begin{aligned}
 & -0,34 * 1 + 0,68 * 1 + 0,68 * 2 + 0,68 * 3 + 0,68 * 4 + 0,68 * 5 + 0,68 * 6 \\
 & + 0,68 * 7 + 0,68 * 8 + 0,68 * 9 + 0,68 * 10 + 0,68 * 11 + 0,68 \\
 & * 12 + 0,68 * 13 + 0,68 * 14 + 0,68 * 15 + 0,68 * 16 + 0,68 * 17 \\
 & + 0,68 * 18 + 0,68 * 19 + 0,68 * 20 + 0,68 * 21 + 0,68 * 22 \\
 & + 0,68 * 23 + 0,68 * 24 + 0,68 * 25 + 0,68 * 26 + 0,68 * 27 \\
 & + 0,68 * 28 + 0,68 * 29 + 0,68 * 30 + 0,68 * 31 + 0,68 * 32 \\
 & + 0,68 * 33 + 0,68 * 34 + 0,68 * 35 + 0,68 * 36 + 0,34 * 37 - RB \\
 & * 36 = 0
 \end{aligned}$$

$$RB = \frac{465,12}{36} = 12,92 \text{ ton}$$

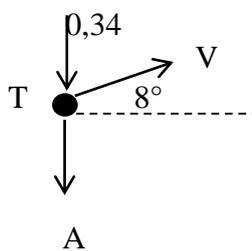
$$\sum F_Y = 0 \quad \downarrow +$$

$$RA = 38 * 0,68 - RB$$

$$RA = 12,92 \text{ ton}$$

Los ángulos se obtuvieron con la ayuda del software de dibujo AutoCAD 2014 la estructura es simétrica por lo que se analizara la mitad de esta, se detallara los nudos D, A, E, B y los demás nudos sus esfuerzos se darán a conocer en la tabla n°3.

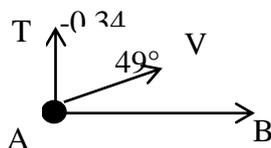
NUDO T



$$\begin{aligned} \sum F_Y = 0 + \uparrow \\ -0,34 - TA + TV \text{ Sen } 16 = 0 \\ TA = -0,34 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum F_X = 0 + \rightarrow \\ TV \text{ Cos } 8 = 0 \\ DE = 0,00 \end{aligned}$$

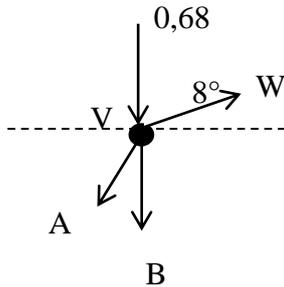
NUDO A



$$\begin{aligned} \sum F_Y = 0 + \uparrow \\ AT + AB \text{ Sen } 49 = 0 \\ AV = 0,34 / \text{Sen } 49 \\ AV = 0,45 \end{aligned}$$

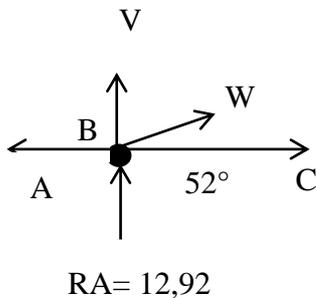
$$\begin{aligned} \sum F_X = 0 + \rightarrow \\ AB + AV \text{ Cos } 49 = 0 \\ AB = -(0,45 \text{ Cos } 49) \\ AB = -0,30 \end{aligned}$$

NUDO V



$$\begin{aligned} \sum F_Y = 0 + \uparrow & & \sum F_X = 0 + \rightarrow \\ -0,68 - V_B - V_A \text{ Sen } 49 + E F \text{ Sen } & & -V_A \text{ Cos } 49 + V_W \text{ Cos } 8 = 0 \\ 8 = 0 & & V_W = 0,45 \text{ Cos } 49 / \text{Cos } 8 = \\ V_B = -0,98 & & V_W = 0,30 \end{aligned}$$

NUDO B



$$\begin{aligned} \sum F_Y = 0 + \uparrow & & \sum F_X = 0 + \rightarrow \\ B_V + R_A + B_W \text{ Sen } 52 = 0 & & B_C + B_W \text{ Cos } 52 - B_A = 0 \\ B_W = -11,94 / \text{Sen } 52 & & B_C = -(-15,15 \text{ Cos } 52) + (0,30) \\ B_W = -15,15 & & B_C = -9,60 \end{aligned}$$

$$R_A = 12,92$$

### 7.2.2. CALCULO DE BARRAS DE LA ARMADURA, MEDIANTE EL METODO DE LOS NUDOS UTILIZANDO LA CARGA MUERTA.

$$\sum M_A = 0$$

$$\begin{aligned} -0,053 * 1 + 0,106 * 1 + 0,106 * 2 + 0,106 * 3 + 0,106 * 4 + 0,106 * 5 + 0,106 \\ * 6 + 0,106 * 7 + 0,106 * 8 + 0,106 * 9 + 0,106 * 10 + 0,106 * 11 \\ + 0,106 * 12 + 0,106 * 13 + 0,106 * 14 + 0,106 * 15 + 0,106 * 16 \\ + 0,106 * 17 + 0,106 * 18 + 0,106 * 19 + 0,106 * 20 + 0,106 * 21 \\ + 0,106 * 22 + 0,106 * 23 + 0,106 * 24 + 0,106 * 25 + 0,106 * 26 \\ + 0,106 * 27 + 0,106 * 28 + 0,106 * 29 + 0,106 * 30 + 0,106 * 31 \\ + 0,106 * 32 + 0,106 * 33 + 0,106 * 34 + 0,106 * 35 + 0,106 * 36 \\ + 0,053 * 37 - R_B * 36 = 0 \end{aligned}$$

$$RB = \frac{72,054}{36} = 2,014 \text{ ton}$$

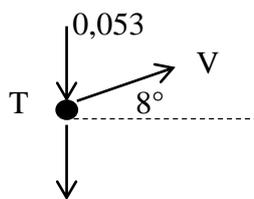
$$\Sigma FY = 0 \downarrow +$$

$$RA = 38 * 0,106 - RB$$

$$RA = 2,014 \text{ ton}$$

A igual que para el cálculo de las barras utilizando la carga viva aquí también los ángulos se obtuvieron con la ayuda del software de dibujo AutoCad 2014 y de la misma manera por simétrica se analiza la mitad de esta, los nudos a analizar son D, A, E, B y los demás nudos sus esfuerzos se darán a conocer en la tabla n°6.

NUDO T.



$$\Sigma FY = 0 + \uparrow$$

$$-0,053 - TA + TV \text{ Sen } 8 = 0$$

$$TA = -0,053$$

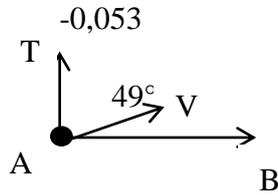
$$\Sigma FX = 0 + \rightarrow$$

$$TV \text{ Cos } 8 = 0$$

$$TV = 0,00$$

A

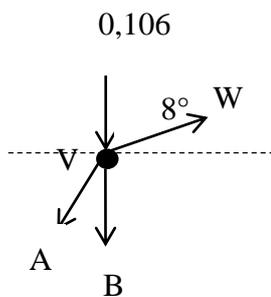
NUDO A



$$\begin{aligned} \sum F_Y = 0 + \uparrow \\ AT + AV \text{ Sen } 49 = 0 \\ AV = 0,053 / \text{Sen } 49 \\ AV = 0,07 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum F_X = 0 + \rightarrow \\ AB + AV \text{ Cos } 49 = 0 \\ AB = -(0,07 \text{ Cos } 49) \\ AB = -0,05 \end{aligned}$$

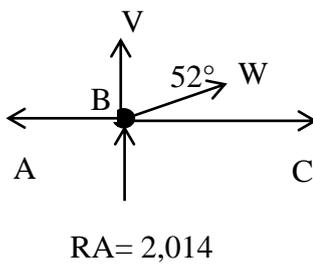
NUDO V



$$\begin{aligned} \sum F_Y = 0 + \uparrow \\ -0,106 - VB - VA \text{ Sen } 49 + VW \text{ Sen } 8 = 0 \\ VB = -0,15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum F_X = 0 + \rightarrow \\ -VA \text{ Cos } 49 + VW \text{ Cos } 8 = 0 \\ EF = 0,07 \text{ Cos } 49 / \text{Cos } 8 = \\ VW = 0,046 \end{aligned}$$

NUDO B



$$\begin{aligned} \sum F_Y = 0 + \uparrow \\ BV + RA + BW \text{ Sen } 52 = 0 \\ BW = -1,86 / \text{Sen } 52 \\ BW = -2,36 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum F_X = 0 + \rightarrow \\ BC + BW \text{ Cos } 52 - BA = 0 \\ BC = -(-2,36 \text{ Cos } 52) + (0,05) \\ BC = -1,40 \end{aligned}$$

$$RA = 2,014$$

BARRA	LONGITUD(m)	FUERZA AXIAL (CV)	ESFUERZO	FUERZA AXIAL (CM)	ESFUERZO
A-B	1,00	-0,3	Compresión	-0,05	Compresión
B-C	1,00	-19,60	Compresión	-1,40	Compresión
C-D	1,00	-12,74	Compresión	-3,51	Compresión
D-E	1,00	-7,57	Compresión	-2,19	Compresión
E-F	1,00	-3,67	Compresión	-1,18	Compresión
F-G	1,00	-0,74	Tracción.	-0,39	Compresión
G-H	1,00	1,42	Tracción.	0,21	Tracción.
H-I	1,00	2,99	Tracción.	0,66	Tracción.
I-J	1,00	4,06	Tracción.	0,98	Tracción.
J-K	1,00	4,73	Tracción.	1,21	Tracción.
K-L	1,00	5,06	Tracción.	1,34	Tracción.
L-M	1,00	5,12	Tracción.	1,40	Tracción.
M-N	1,00	4,93	Tracción.	1,39	Tracción.
N-Ñ	1,00	4,54	Tracción.	1,33	Tracción.
Ñ-O	1,00	3,98	Tracción.	1,21	Tracción.
O-P	1,00	3,26	Tracción.	1,04	Tracción.
P-Q	1,00	2,41	Tracción.	0,84	Tracción.
Q- R	1,00	1,44	Tracción.	0,59	Tracción.
R-S	1,00	0,37	Tracción.	0,31	Tracción.
A-T	1,00	-0,34	Compresión	-0,053	Compresión
T-V	1,01	0,00		0,00	
V-W	1,01	0,30	Tracción.	0,046	Tracción.
W-X	1,01	-9,02	Compresión	-2,22	Compresión
X-Y	1,01	-15,97	Compresión	-3,95	Compresión
Y-Z	1,01	-21,19	Compresión	-5,29	Compresión
Z-1	1,01	-25,13	Compresión	-6,32	Compresión
1-2	1,01	-28,09	Compresión	-7,11	Compresión
2-3	1,01	-30,28	Compresión	-7,72	Compresión
3-4	1,01	-31,86	Compresión	-8,17	Compresión
4-5	1,01	-32,94	Compresión	-8,50	Compresión
5-6	1,01	-33,62	Compresión	-8,73	Compresión
6-7	1,01	-33,96	Compresión	-8,86	Compresión
7-8	1,01	-34,01	Compresión	-8,92	Compresión
8-9	1,01	-33,83	Compresión	-8,91	Compresión
9-10	1,01	-33,43	Compresión	-8,85	Compresión
10-11	1,01	-32,86	Compresión	-8,73	Compresión
11-12	1,01	-32,14	Compresión	-8,56	Compresión
12-13	1,01	-31,28	Compresión	-8,35	Compresión
13-14	1,01	-30,30	Compresión	-8,10	Compresión
A-V	1,52	0,45	Tracción.	0,07	Tracción.
V-B	1,15	-0,98	Compresión	-0,15	Compresión
B-W	1,64	-15,09	Compresión	-2,36	Compresión
W-C	1,30	9,90	Tracción.	2,55	Tracción.
C-X	1,75	-12,05	Compresión	-3,01	Compresión
X-D	1,44	8,21	Tracción.	2,17	Tracción.

D-Y	1,88	-9,70	Compresión	-2,49	Compresión
Y-E	1,59	6,77	Tracción.	1,85	Tracción.
E-Z	2,00	-7,81	Compresión	-2,86	Compresión
Z-F	1,74	5,52	Tracción.	1,56	Tracción.
F-1	2,13	-6,24	Compresión	-1,69	Compresión
1-G	1,88	4,40	Tracción.	1,31	Tracción.
G-2	2,26	-4,91	Compresión	-1,70	Compresión
2-H	2,03	3,41	Tracción.	1,07	Tracción.
H-3	2,40	-3,75	Compresión	-1,10	Compresión
3-I	2,18	2,49	Tracción.	0,86	Tracción.
I-4	2,53	-2,72	Compresión	-0,85	Compresión
4-J	2,33	1,66	Tracción.	0,65	Tracción.
J-5	2,66	-1,79	Compresión	-0,62	Compresión
5-K	2,47	0,88	Tracción.	0,46	Tracción.
K-6	2,80	-0,94	Compresión	-0,40	Compresión
6-L	2,62	0,15	Tracción.	0,27	Tracción.
L-7	2,94	-0,16	Compresión	-0,20	Compresión
7-M	2,77	-0,54	Compresión	0,09	Tracción.
M-8	3,08	0,57	Tracción.	0,01	Tracción.
8-N	2,92	-1,19	Compresión	-0,14	Compresión
N-9	3,22	1,25	Tracción.	0,24	Tracción.
9-Ñ	3,06	-1,81	Compresión	-0,32	Compresión
Ñ-10	3,36	1,90	Tracción.	0,43	Tracción.
10-O	3,21	-2,41	Compresión	-0,19	Compresión
O-11	3,50	2,52	Tracción.	0,61	Tracción.
11-P	3,36	-2,99	Compresión	-0,66	Compresión
P-12	3,65	3,10	Tracción.	0,79	Tracción.
12-Q	3,50	-3,54	Compresión	-0,83	Compresión
Q-13	3,79	3,67	Tracción.	0,97	Tracción.
13-R	3,65	-4,08	Compresión	-1,00	Compresión
R-14	3,93	4,22	Tracción.	1,11	Tracción.
14-S	3,80	0,00		0,00	
A-B	1,00	-0,3	Compresión	-0,05	Compresión
B-C	1,00	-19,60	Compresión	-1,40	Compresión
C-D	1,00	-12,74	Compresión	-3,51	Compresión
D-E	1,00	-7,57	Compresión	-2,19	Compresión
E-F	1,00	-3,67	Compresión	-1,18	Compresión
F-G	1,00	-0,74	Tracción.	-0,39	Compresión
G-H	1,00	1,42	Tracción.	0,21	Tracción.
H-I	1,00	2,99	Tracción.	0,66	Tracción.
I-J	1,00	4,06	Tracción.	0,98	Tracción.
J-K	1,00	4,73	Tracción.	1,21	Tracción.
K-L	1,00	5,06	Tracción.	1,34	Tracción.
L-M	1,00	5,12	Tracción.	1,40	Tracción.
M-N	1,00	4,93	Tracción.	1,39	Tracción.
N-Ñ	1,00	4,54	Tracción.	1,33	Tracción.

Ñ-O	1,00	3,98	Tracción.	1,21	Tracción.
O-P	1,00	3,26	Tracción.	1,04	Tracción.
P-Q	1,00	2,41	Tracción.	0,84	Tracción.
Q- R	1,00	1,44	Tracción.	0,59	Tracción.
R-S	1,00	0,37	Tracción.	0,31	Tracción.
A-T	1,00	-0,34	Compresión	-0,053	Compresión
T-V	1,01	0,00		0,00	
V-W	1,01	0,30	Tracción.	0,046	Tracción.
W-X	1,01	-9,02	Compresión	-2,22	Compresión
X-Y	1,01	-15,97	Compresión	-3,95	Compresión
Y-Z	1,01	-21,19	Compresión	-5,29	Compresión
Z-1	1,01	-25,13	Compresión	-6,32	Compresión
1-2	1,01	-28,09	Compresión	-7,11	Compresión
2-3	1,01	-30,28	Compresión	-7,72	Compresión
3-4	1,01	-31,86	Compresión	-8,17	Compresión
4-5	1,01	-32,94	Compresión	-8,50	Compresión
5-6	1,01	-33,62	Compresión	-8,73	Compresión
6-7	1,01	-33,96	Compresión	-8,86	Compresión
7-8	1,01	-34,01	Compresión	-8,92	Compresión
8-9	1,01	-33,83	Compresión	-8,91	Compresión
9-10	1,01	-33,43	Compresión	-8,85	Compresión
10-11	1,01	-32,86	Compresión	-8,73	Compresión
11-12	1,01	-32,14	Compresión	-8,56	Compresión
12-13	1,01	-31,28	Compresión	-8,35	Compresión
13-14	1,01	-30,30	Compresión	-8,10	Compresión
A-V	1,52	0,45	Tracción.	0,07	Tracción.
V-B	1,15	-0,98	Compresión	-0,15	Compresión
B-W	1,64	-15,09	Compresión	-2,36	Compresión
W-C	1,30	9,90	Tracción.	2,55	Tracción.
C-X	1,75	-12,05	Compresión	-3,01	Compresión
X-D	1,44	8,21	Tracción.	2,17	Tracción.
D-Y	1,88	-9,70	Compresión	-2,49	Compresión
Y-E	1,59	6,77	Tracción.	1,85	Tracción.
E-Z	2,00	-7,81	Compresión	-2,86	Compresión
Z-F	1,74	5,52	Tracción.	1,56	Tracción.
F-1	2,13	-6,24	Compresión	-1,69	Compresión
1-G	1,88	4,40	Tracción.	1,31	Tracción.
G-2	2,26	-4,91	Compresión	-1,70	Compresión
2-H	2,03	3,41	Tracción.	1,07	Tracción.
H-3	2,40	-3,75	Compresión	-1,10	Compresión
3-I	2,18	2,49	Tracción.	0,86	Tracción.
I-4	2,53	-2,72	Compresión	-0,85	Compresión
4-J	2,33	1,66	Tracción.	0,65	Tracción.
J-5	2,66	-1,79	Compresión	-0,62	Compresión
5-K	2,47	0,88	Tracción.	0,46	Tracción.
K-6	2,80	-0,94	Compresión	-0,40	Compresión

6-L	2,62	0,15	Tracción.	0,27	Tracción.
L-7	2,94	-0,16	Compresión	-0,20	Compresión
7-M	2,77	-0,54	Compresión	0,09	Tracción.
M-8	3,08	0,57	Tracción.	0,01	Tracción.
8-N	2,92	-1,19	Compresión	-0,14	Compresión
N-9	3,22	1,25	Tracción.	0,24	Tracción.
9-Ñ	3,06	-1,81	Compresión	-0,32	Compresión
Ñ-10	3,36	1,90	Tracción.	0,43	Tracción.
10-O	3,21	-2,41	Compresión	-0,19	Compresión
O-11	3,50	2,52	Tracción.	0,61	Tracción.
11-P	3,36	-2,99	Compresión	-0,66	Compresión
P-12	3,65	3,10	Tracción.	0,79	Tracción.
12-Q	3,50	-3,54	Compresión	-0,83	Compresión
Q-13	3,79	3,67	Tracción.	0,97	Tracción.
13-R	3,65	-4,08	Compresión	-1,00	Compresión
R-14	3,93	4,22	Tracción.	1,11	Tracción.
14-S	3,80	0,00		0,00	

TABLA N° 5. Cálculo de las barras por carga muerta y por carga viva.

### 7.3.CÁLCULO DE BARRAS A TRACCIÓN.

El cálculo de barras a tracción es uno de los procesos más sencillos en el diseño de estructuras de cubiertas, ya que por el mismo hecho de ser a tracción no existe el efecto de pandeo solo se procede a factorizar las cargas de servicios y determinar el área o sección requerida para resistir este esfuerzo de tracción.

Las consideraciones de diseño están regidas en base al capítulo n° 4 del texto Estructuras de Acero Método LRFD.

#### 7.3.1. Carga factorizada.

El propósito o fin de mayorar las cargas es un sustento para salvaguardar la integridad de las estructuras y de las personas que ocupan las estructuras, esta integridad o seguridad es para guardar en caso de cualquier desastre o problema que se genere de manera inesperada.

Las especificaciones LRFD presentan varias opciones de mayorización o varias combinaciones, en este caso se optaran por la combinación de la Carga muerta y carga viva, ya que son las más comunes, sin descuidar y menospreciar la carga sísmica.

$$P_u = 1,2CM + 1,6 CV.$$

### 7.3.2. Calculo de Área Total.

Cuando se necesitan calcular barras a tracción, estas barras pueden estar soldadas o por medio de roscas (cuerdas) con tuercas. El esfuerzo se rige en el manual del LRFD, y no es más que el área requerida se obtiene con el  $P_u$ , distribuido en  $(\phi * 0,75 * F_u)$ .<sup>16</sup>

$$A_d = \frac{P_u}{\phi * 0,75 * F_u}$$

Dónde:

**A<sub>d</sub>**= Área total requerida.

**P<sub>u</sub>**= Carga Factorizada.

**F<sub>u</sub>**= Resistencia mínima especificada a la tracción ( $F_u$ ) está en un rango de 58-80 ksi.

<sup>17</sup> (McCormac)

$\phi$  = Factor de Resistencia (soldadura o muesca cuerda).<sup>18</sup> (McCormac)

---

<sup>16</sup> Diseño de Estructuras de Acero Método LRF 2da Edición Jack C. McCormac. Capítulo 1. Pág. 110.

<sup>17</sup> McCormac, J. C. (s.f.). *DISEÑO DE ESTRUCTURAS METALICAS. Metodo ASD 4° Edición.* Capítulo 1. Tabla 1.1 Propiedades de Aceros Estructurales. Pág.20

<sup>18</sup> McCormac, J. C. (s.f.). *DISEÑO DE ESTRUCTURAS METALICAS. Metodo ASD 4° Edición.*

Capítulo 2. Tabla 2.2 Factores de Resistencia Característicos. Pág.57

Con los parámetros conocidos a diseñar, se procede a tomar la barra que tenga el mayor esfuerzo de tracción generado tanto en carga viva como en carga muerta. La barra que genera los mayores esfuerzo es la barra (W-C).

Carga viva= 9,90t (N)

Carga muerta= 2,55t. (N)

### **Paso1. Carga.**

$$Pu = 1,2 CM + 1,6 CV$$

$$Pu = 1,2 ( 2,55) + 1,6 ( 9,90)$$

$$Pu = 18,90 ton$$

$$Pu = 18,90 * 2,2 lbs$$

$$Pu = 41,58 Ksi.$$

### **Paso 2. Área Requerida.**

$$Ad = \frac{Pu}{\phi * 0,75 * Fu}$$

$$Ad = \frac{41,58}{0,75 * 0,75 * 58}$$

$$Ad = 1,27 plg^2$$

$$Ad = 1,27 plg^2 * (2,54)^2$$

$$Ad = 8,22 cm^2$$

Usar UPN 100 donde el Área= 13,5 cm<sup>2</sup>.

## 7.4.CÁLCULO DE BARRAS A COMPRESIÓN.

El cálculo de las barras a compresión se dan los efectos de pandeo por lo que este diseño se tomara de esta manera, y usando las especificaciones del texto Diseño de Estructuras de Acero Método LRFD, capítulo 4 y 5 miembros cargados axialmente.<sup>19</sup> (McCormac)

### 7.4.1. RELACION DE ESBELTEZ

Para esta relación se debe tener en cuenta la longitud efectiva para que el uso de la ecuación de EULER sea efectivo. Esta longitud efectiva se considera como la distancia entre los puntos de inflexión.

$$\frac{L}{r}$$

### 7.4.2. ESFUERZO DE PANDEO O EULER.

Este es el esfuerzo que provoca que la barra o la columna se pandee, este valor se menora conforme la longitud de la columna crece, al alcanzar cierta longitud el esfuerzo se habrá reducido al límite proporcional del acero, para longitudes mayores el esfuerzo de pandeo es elástico.<sup>20</sup> (McCormac)

$$F_e = \frac{\pi^2 * E}{\frac{L^2}{r}}$$

Dónde:

Fe= Esfuerzo de Pandeo o EULER:

---

<sup>19</sup> McCormac, J. C. (s.f.). *DISEÑO DE ESTRUCTURAS METALICAS. Metodo ASD 4° Edición.* Capítulo 5. Pag.126

<sup>20</sup> McCormac, J. C. (s.f.). *DISEÑO DE ESTRUCTURAS METALICAS. Metodo ASD 4° Edición.* Capítulo 5. Pag.136

E= Modulo de Elasticidad=  $29 \cdot 10^3$

$\frac{L}{r}$  = Relación de Esbeltez.

### 7.4.3. ESBELTEZ EFECTIVA.

La longitud efectiva se denomina como KL, donde K es el factor de longitud efectiva que multiplica a la longitud de la barra para su efectivo trabajo.

Esbeltez efectiva en x  $\left(\frac{KL}{rx}\right)$

Esbeltez efectiva en y  $\left(\frac{KL}{ry}\right)$

Las líneas interrumpidas muestran la forma pandeada de la columna	a)	b)	c)	d)	e)	f)
Valor K teórico	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Valores recomendados de diseño cuando las condiciones reales son parecidas a las ideales	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0

TABLA N° 6. Valores de K (longitud efectiva de columnas método LRFD)

### 7.4.4. ESFUERZO CRITICO O DE PANDEO. ( $\lambda_c$ )

El manual LRFD señala que para columnas largas con pandeo inelástico propone la fórmula de EULER, mientras que para columnas cortas e intermedias propone una ecuación parabólica. Con esas ecuaciones se determinó un esfuerzo crítico o de pandeo para elementos a compresión ( $F_{cr}$ ).

$$\lambda_c = \frac{KL}{r} \pi \sqrt{\frac{F_y}{E}} \text{ Ecuación del LRFD.}$$

Si el esfuerzo crítico es menor de 1,5 entonces se utiliza la siguiente expresión:

$$F_{cr} = (0,685^{\lambda c^2}) * F_y$$

Si el esfuerzo crítico es mayor de 1,5 entonces se utiliza la siguiente expresión:

$$F_{cr} = \left(\frac{0,877}{\lambda c^2}\right) * F_y$$

Dónde:

$F_y$ = Fluencia del Acero A36 (36 ksi a 58ksi).

#### **7.4.5. FACTORES DE CARGA.**

Como en el diseño de barras a tracción la mayorización de cargas es para efectuar un diseño optimo y seguro.

$$P_u = 1,2 C_M + 1,6 C_V$$

#### **7.4.6. ÁREA REQUERIDA.**

El esfuerzo de diseño no se conoce hasta que se ha seleccionado un perfil y viceversa. Luego de haber calculado la carga factorizada de la columna se divide entre este esfuerzo para obtener el área estimada que necesita la columna, quedando la expresión de la siguiente manera:

$$A_r = \frac{P_u}{\phi_c * F_{cr}}$$

Donde  $\phi = 0,85$  factor de resistencia.

### 7.4.7. RESISTENCIA NOMINAL DE DISEÑO.

Calculado el esfuerzo de compresión, se multiplica por el área requerida para obtener la resistencia nominal de diseño de la barra. Entonces la resistencia se define mediante:

$$\phi_c P_n = F_{cr} * A_r$$

La resistencia de la columna debe cumplir la siguiente expresión para que pueda resistir los efectos y cargas con la que va a estar sometida.

$$\phi_c P_n > P_u.$$

Establecido el proceso de cálculo de las barras de compresión, se toma en cuenta la barra que tiene los esfuerzos más desfavorables quedando así la barra 7-8:

Carga viva= -34,01 ton (N)

Carga muerta= -8,92 ton (N).

Se debe tomar una barra o perfil para trabajar en el diseño y comprobar si cumple con las normativas de diseño, en este caso se empezó a interactuar con un UPN 240.

DENOMINACION	DIMENSIONES						PROPIEDADES.					
	h	s	e	T	Rx	Ry	AREA	PESO	INERCIA cm4		MODULO RESISTENCIA cm3	
	mm	mm	mm	Mm	mm	mm	cm2	Kg/m	Eje x-x	Eje y-y	Eje x- x	Eje y-y
UPN 240	240	85	9.5	13.	13.	6.5	42.3	33.2	3600	248	300	39.6

TABLA N° 7. Especificaciones técnicas de UPN 240 laminado en caliente.

## UPN 240

Área del perfil= 42,30 cm<sup>2</sup>= 6,56 plg<sup>2</sup>

Radio en giro de y= 6,5cm<sup>2</sup>= 1,01 plg<sup>2</sup>

Radio en giro de x= 13,0 cm<sup>2</sup>= 2,02 plg<sup>2</sup>

Longitud= 1,01= 39,76 plg (barra 7-8).

### Paso 1. Relación de Esbeltez.

$$\frac{L}{r_y} = \frac{39,76}{1,01} = 39,37 \text{ plg}$$

### Paso 2. Esfuerzo de Pandeo.

$$F_e = \frac{\pi^2 * E}{\left(\frac{L}{r}\right)^2} = \frac{3,1416^2 * (29 * 10^3)}{(39,37)^2} = 184,66 \text{ ksi}$$

### Paso 3. Esbeltez efectiva.

K=1,00

$$\text{Esbeltez efectiva en y } \left(\frac{KL}{r_y}\right) = \frac{1,00*39,76}{1,01} = 39,36 < 200 \text{ ok}$$

$$\text{Esbeltez efectiva en x } \left(\frac{KL}{r_x}\right) = \frac{1,00*39,76}{2,02} = 19,68 < 200 \text{ ok}$$

#### Paso 4. Esfuerzo crítico

$$\lambda_c = \frac{KL}{r * \pi} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$$

$$\lambda_c = \frac{39,36}{3,1416} \sqrt{\frac{36 \text{ ksi}}{29 * 10^3}} = 0,44$$

Entonces  $\lambda_c = 0,44 < 1,5$  se utiliza la siguiente expresión.

$$F_{cr} = (0,685^{\lambda_c^2}) * F_y$$

$$F_{cr} = (0,685^{0,44^2}) * 36$$

$$F_{cr} = 33,45 \text{ Ksi}$$

#### Paso 5. Carga mayorizada.

$$P_u = 1,2 \text{ CM} + 1,6 \text{ CV}$$

$$P_u = 1,2 * 8,92 + 1,6 * 34,01$$

$$P_u = 65,12 \text{ ton.}$$

$$P_u = 65,12 * 2,2 \text{ lb}$$

$$P_u = 143,26 \text{ ksi (Compresion)}$$

#### Paso 6. Calculo de área requerida.

$$\phi F_{cr} = 0,85 * 33,45$$

$$\phi F_{cr} = 28,43 \text{ ksi}$$

$$Ar = \frac{Pu}{\phi_c * Fcr}$$

$$Ar = \frac{143,26}{28,43}$$

$$Ar = 5,04 \text{ plg}^2$$

5,04 plg<sup>2</sup> < 6,56 plg<sup>2</sup> el área del UPN es mayor al área requerida

#### **Paso 7. Resistencia nominal de diseño.**

$$\phi_c Pn = Fcr * Ar$$

$$\phi_c Pn = 33,43 * 5,04$$

$$\phi_c Pn = 168,48 \text{ ksi}$$

$$\phi_c Pn > Pu \text{ ok}$$

$$168,48 > 146,23 \text{ ok}$$

### **7.5.MODELAJE DE LA CERCHA METÁLICA DEL LABORATORIO EN SAP 2000.**

La estructura diseñada cuenta con una cubierta metálica conformada por 8 cerchas de la misma forma, dimensiones y especificaciones ubicadas simétricamente una de otra a siete metros; y una losa de cubierta en uno de los costados.

Lo primero que se debe realizar previo al cálculo en el SAP 2000 es definir las unidades con las que se va a trabajar, en este caso son kilogramos metros.

Para iniciar con el modelaje de la cercha usamos la opción New Model y seleccionaremos Grid Only, donde ingresaremos las medidas exactas con las que

trabajara nuestro diseño, la cercha tendrá 24m de longitud y una altura igual al 10% de la luz 2,40m.

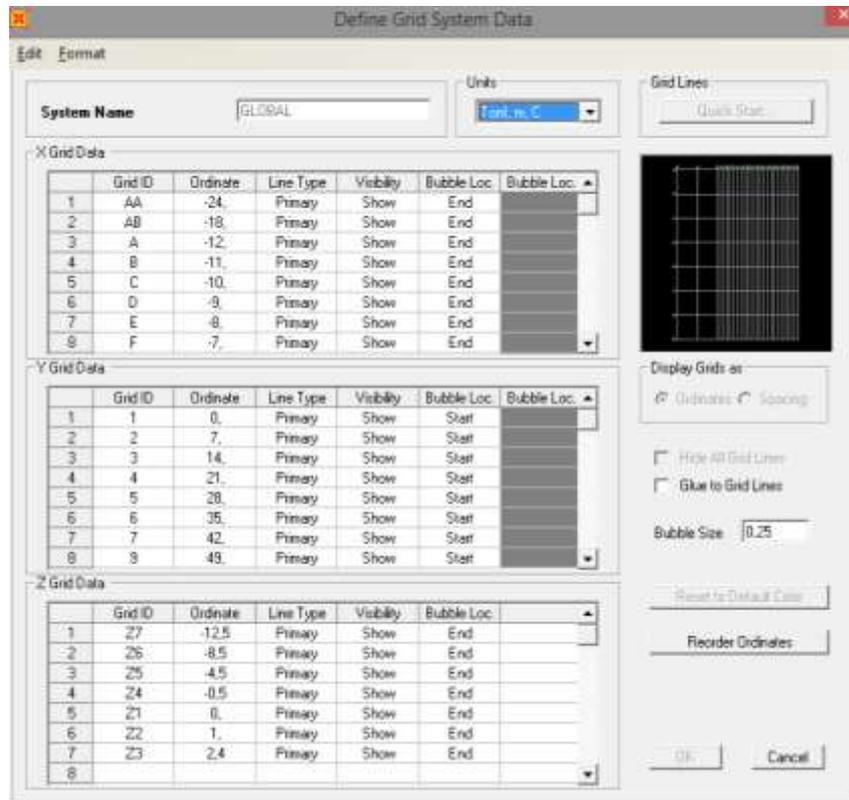


FIGURA N° 19. Edición de la Grilla.

### 7.5.1. DEFINICIÓN DEL MATERIAL

Definimos el material que vamos a utilizar para lo cual ingresamos al menú “Define”, “Materials” “Add New Material” y escogemos el material a utilizar ASTM A36, como se muestra en la figura N° 14.

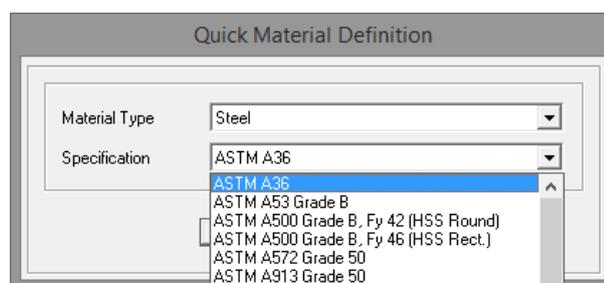


FIGURA N° 20. Material a utilizar. A36.

Ahora escogemos el tipo de elemento a utilizar en la opción Define, Seccion Propiedades y finalmente Frame Sections.

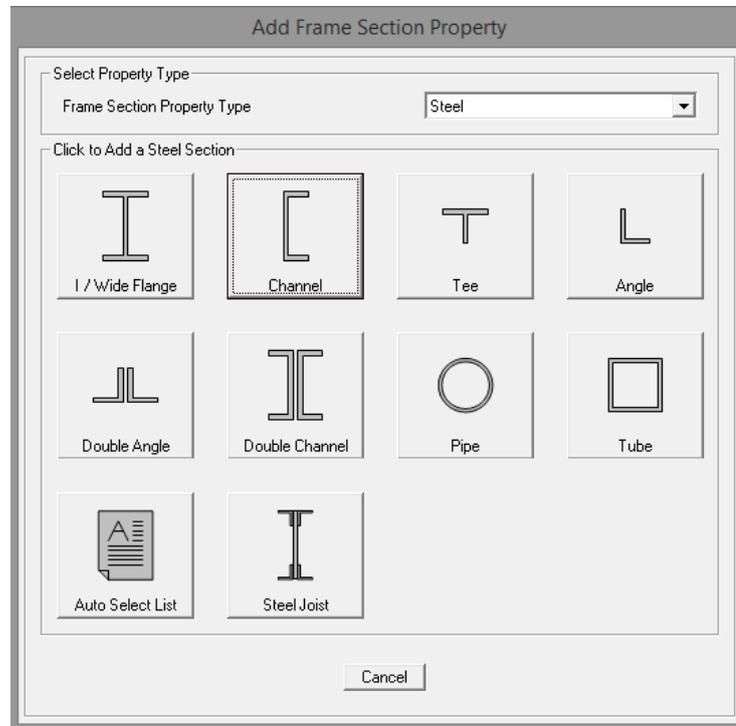


FIGURA N° 21. Elección del perfil que utilizaremos.

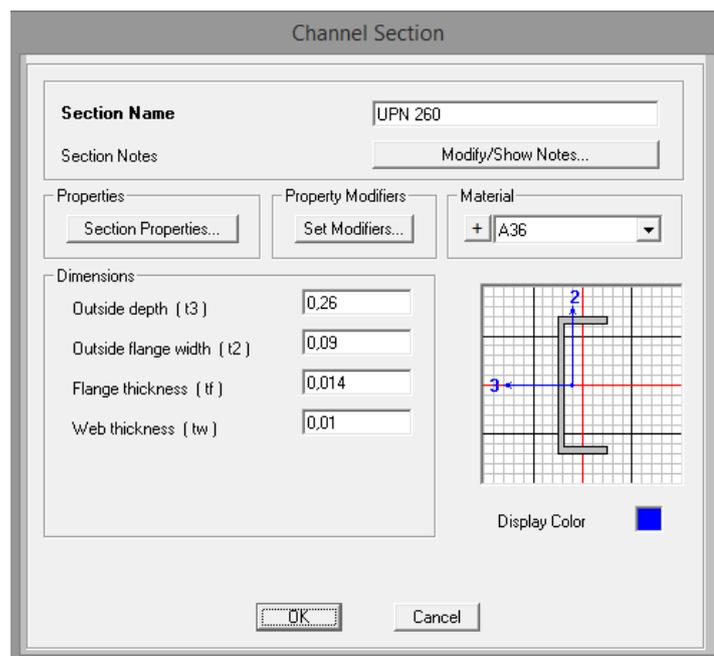


FIGURA N° 22. Perfil UPN 260.

El material a utilizar tendrá las mismas propiedades pero diferentes medidas de acuerdo a cada requerimiento:

- UPN 260 (barras compresión)
- UPN 200 (barras a tracción)
- UPN 100 (correas)

### 7.5.2. ASIGNACIÓN DE CARGAS

La estructura estará sometidas a cargas de servicios, para asignar las cargas lo primero que debemos hacer es seleccionar los puntos donde van a actuar, luego nos dirigimos al menú “Assing”, ”Joint Load”, “Forces” y procedemos a colocar los valores de las cargas; se debe tomar en cuenta la sección en donde vallan a ser ubicadas las cargas.

CARGA VIVA (T/M)	CARGA MUERTA (T/M)
0,68	0,106

TABLA N° 8. Asignación de Cargas en la Estructura.

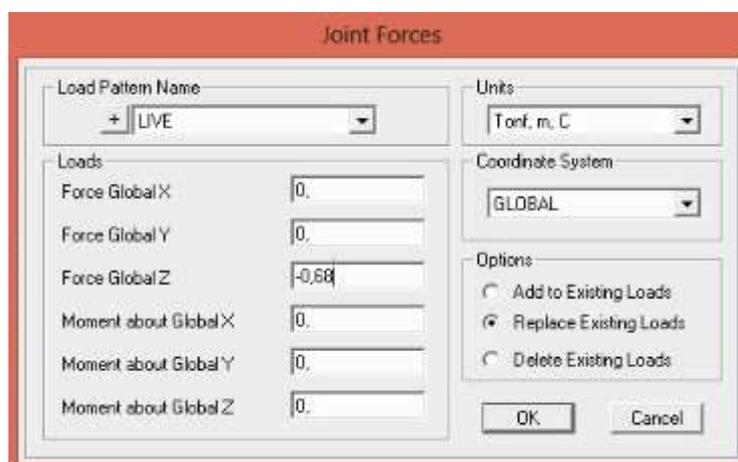


FIGURA N° 23. Asignación de la Carga Viva.



FIGURA N° 24. Asignación de la Carga Muerta.

Después de haber asignado todas las cargas al modelo, procedemos a su análisis dándole clic en el comando “Run Analysis”.

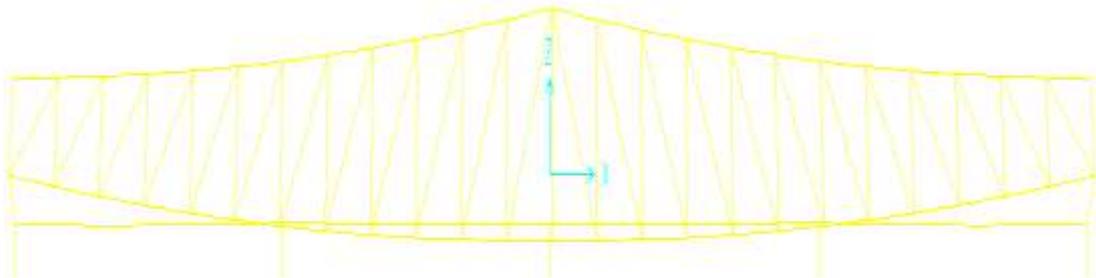


FIGURA N° 25. Deformación de la Estructura.

Conociendo ahora la deformación de la cercha procedemos a verificar si la estructura fue bien diseñada o no, nos dirigimos al menú “Design” “Steel Frame Design” “Start Design/Check of Structure”; los colores celeste, verde, amarillo nos indica que estamos dentro del rango 50-90 lo cual quiere decir que el diseño está correcto.

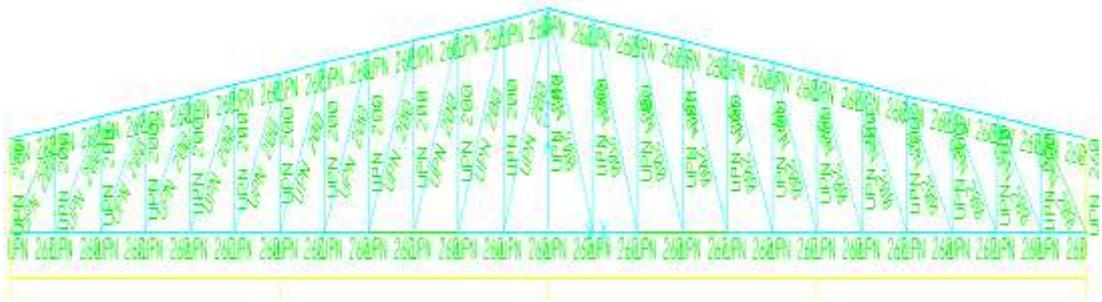


FIGURA N° 26. Estructura verificada.

El método que se usó para el prediseño de la cercha fue el de los mudos, cabe indicar que la luz que se utilizó en el cálculo manual fue de 38 mts, pero en el modelaje del Sap 2000 se usó 24 mts porque se decidió utilizar una cubierta mixta para el diseño del laboratorio; la comprobación en el software informático arrojó los siguientes perfiles:

- UPN 260 (barras compresión)
- UPN 200 (barras a tracción)
- UPN 100 (correas o largueros)

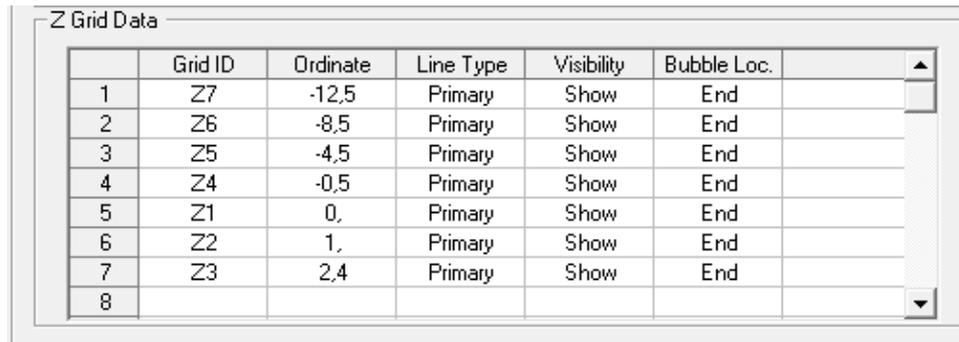
En la siguiente tabla se muestran las propiedades de cada uno de los perfiles utilizados:

DENOMINACIÓN	DIMENSIONES						PROPIEDADES					
	h	s	e	t	Rx	Ry	AREA cm <sup>2</sup>	PESOS Kg/m	INERCIA cm <sup>4</sup>		MODULO RESISTENCIA cm <sup>4</sup>	
	mm	mm	mm	mm	cm	cm			Eje x-x	Eje y-y	Eje x-x	Eje y-y
UPN 100	100	50	6,00	8,50	8,50	4,50	13,50	10,60	206,00	29,30	41,20	8,49
UPN 200	200	75	8,50	11,50	11,50	6,00	32,20	25,30	1910,00	148,00	191,00	27,00
UPN 260	260	90	10,00	14,00	14,00	7,00	48,30	37,90	4820,00	317,00	371,00	47,70

TABLA N° 9. Propiedades de los Perfiles.

## 7.6.MODELAJE DE LAS COLUMNAS.

Para comenzar con el modelaje de las columnas repetimos los mismos pasos que para modelar la cercha “New Model” “Grid Only”, solo que ahora ingresaremos los valores en el plano Z y no en el X como fue anteriormente.



	Grid ID	Ordinate	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	
1	Z7	-12,5	Primary	Show	End	
2	Z6	-8,5	Primary	Show	End	
3	Z5	-4,5	Primary	Show	End	
4	Z4	-0,5	Primary	Show	End	
5	Z1	0,	Primary	Show	End	
6	Z2	1,	Primary	Show	End	
7	Z3	2,4	Primary	Show	End	
8						

FIGURA N° 27. Edición de la grilla en el plano Z.

Ahora debemos introducir el tipo de material del que va a estar conformada la columna en mi caso es una columna cuadrada de 50x50 de hormigón armado.

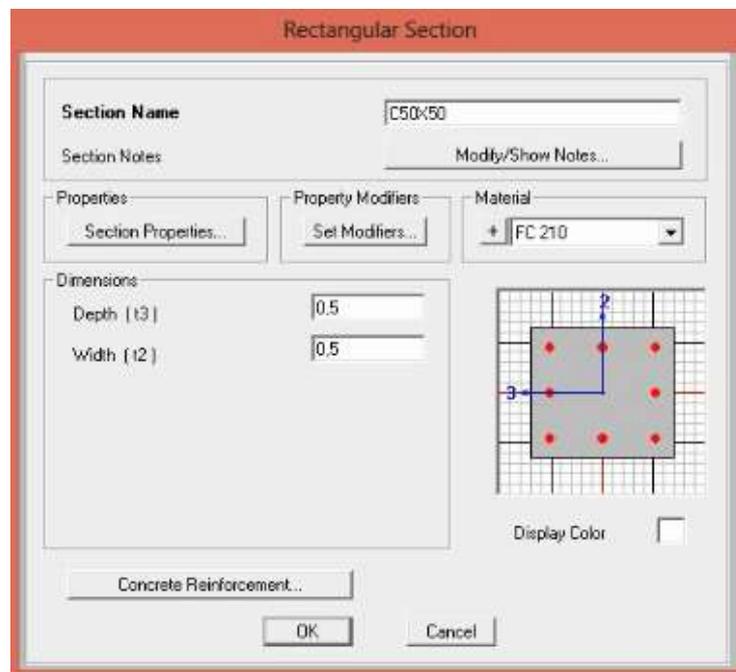


FIGURA N° 28. Columna de H. armado 50x50.

Una vez hecho esto procedemos a incorporar las columnas en los lugares que lo indiquen los planos arquitectónicos.

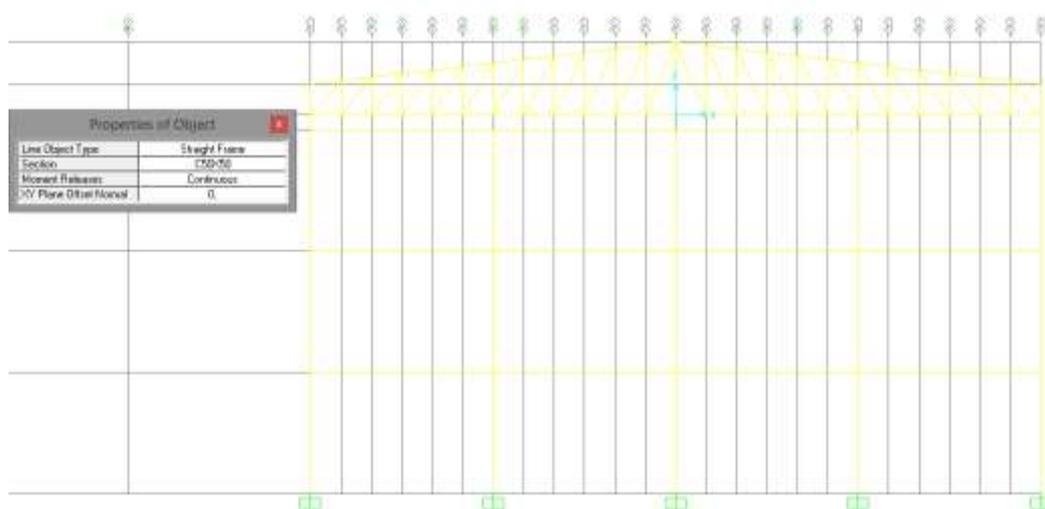


FIGURA N° 29. Incorporación de la Columna de H. armado 50x50 en el diseño.

El último paso es comprobar el diseño de las columnas para saber si cumple o no, para esto corremos el programa en “Run Analysis” y chequeamos el diseño de concreto en “Design” “Concrete Frame Design” “Start Design/Check of Structure”.

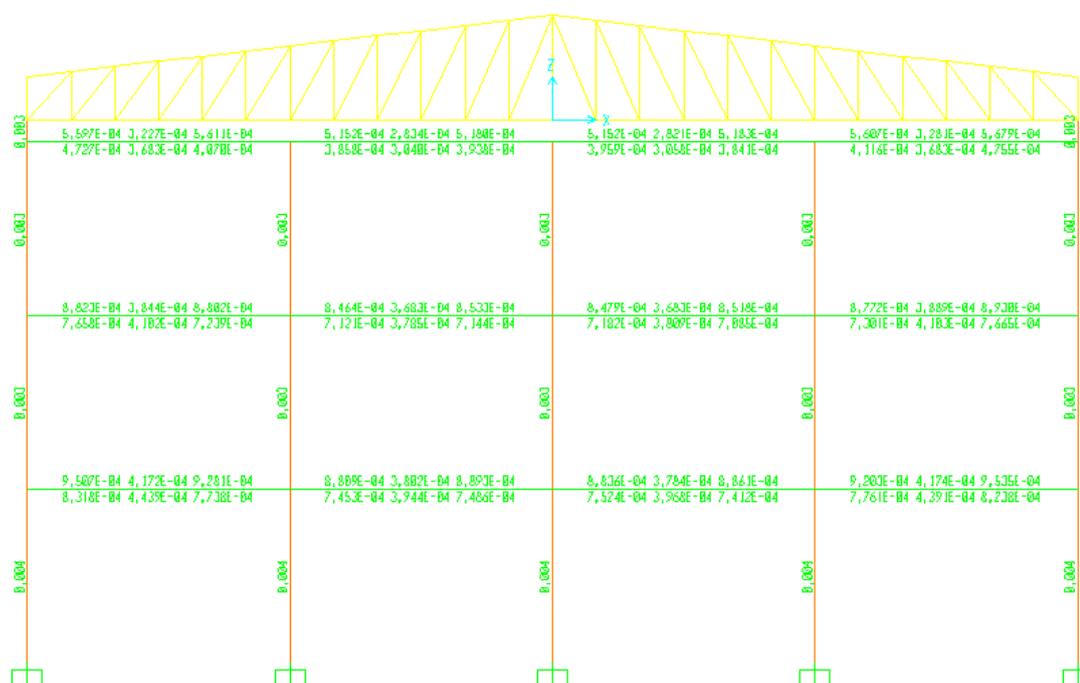


FIGURA N° 30. Verificación de las Columnas.

## 7.7.MODELAJE DE LA CUBIERTA.

El primer paso es definir el tipo de material de la cubierta “Define” “Sections Properties” “Area Section”, el tipo es “Shell-Thin”, utilizamos el material A-36.

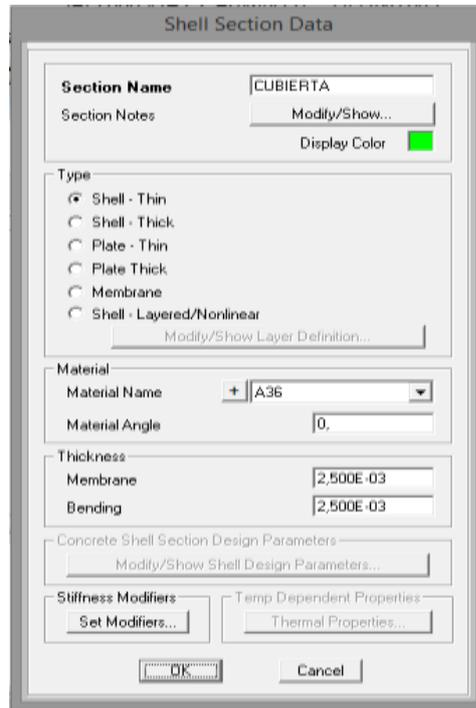


FIGURA N° 31. Datos de la Cubierta.

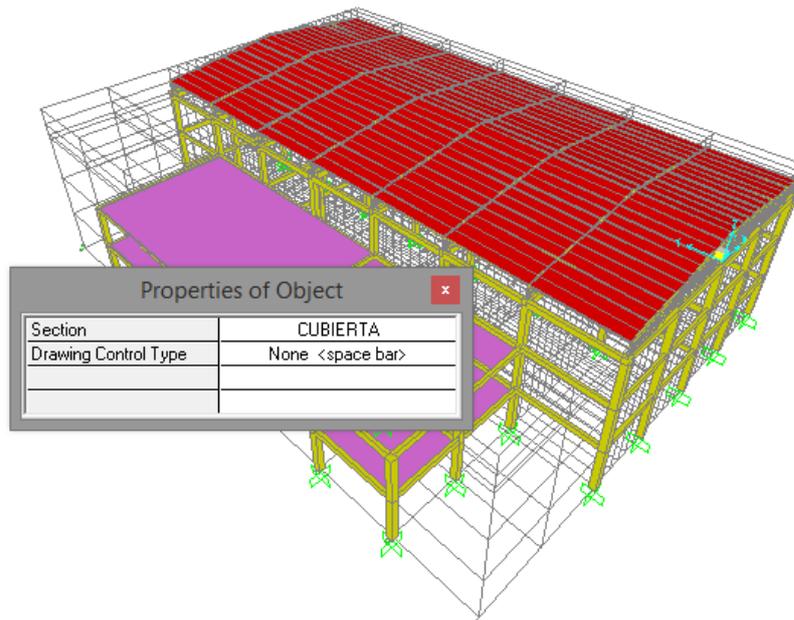


FIGURA N° 32. Ubicación de la Cubierta

Ahora asignaremos las cargas a la cubierta “Assign” “Area Loads” “Uniform Shell”, aparecerá un cuadro de dialogo en el cual procederemos a introducir las cargas viva y muerta.

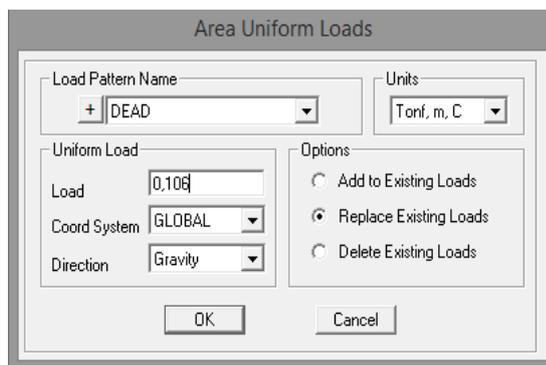


FIGURA N° 33. Asignación de cargas a la cubierta.

## 7.8.MODELAJE DE LA LOSA.

### 7.8.1. DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA LOSA EN EL SENTIDO X.



DATOS:		
F <sup>c</sup> =	210	Kg/cm <sup>2</sup>
F <sup>y</sup> =	4200	Kg/cm <sup>2</sup>
h=	20,00	cm
b <sub>w</sub> =	20,00	cm
d =	17,50	cm
r=	2,50	cm

TABLA N° 10. Datos del Diseño de la Losa en el sentido X.



## PLANTEAMIENTO MATRICIAL

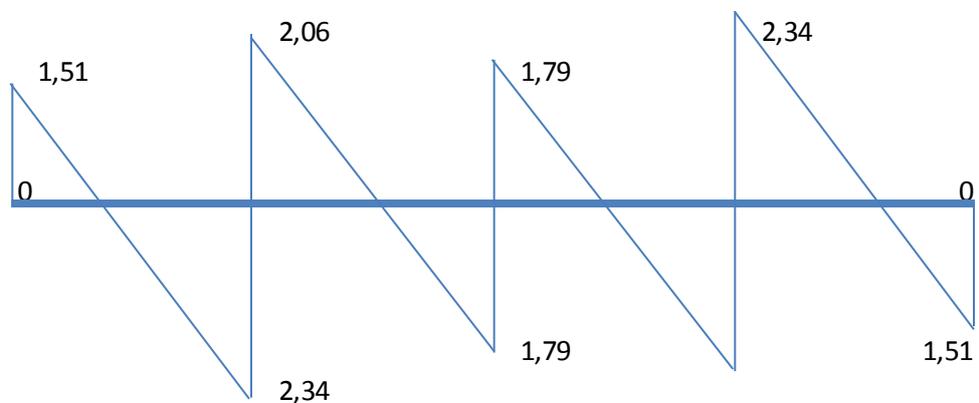
MEP	0,882	-0,88	0,882	-0,88	0,882	-0,88	0,882	-0,88
K	0,364	0,364	0,364	0,364	0,364	0,364	0,364	0,364
a		0,182		0,182		0,182		0,182

## MATRIZ

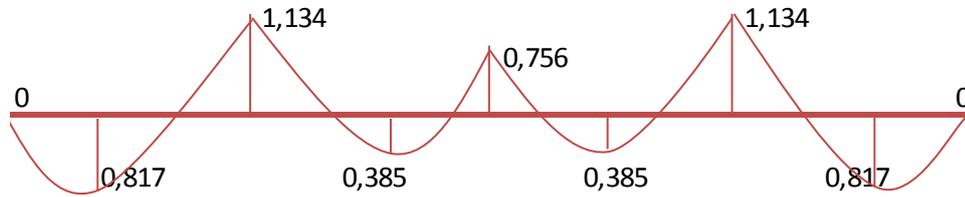
	A	B	C	D	E	-M	GF
A	0,364	0,182	0	0	0	-0,88	-2,77
B	0,182	0,727	0,182	0	0	0	0,69
C	0	0,182	0,727	0,182	0	0	0,00
D	0	0	0,182	0,727	0,182	0	-0,69
E	0	0	0	0,182	0,364	0,882	2,77

MF(-)	0	-1,13	1,134	-0,76	0,756	-1,13	1,134	0
VI	1,925	1,925	1,925	1,925	1,925	1,925	1,925	1,925
VH	-0,41	0,413	0,138	-0,14	-0,14	0,138	0,413	-0,41
VF	1,51	2,34	2,06	1,79	1,79	2,06	2,34	1,51
	1,513	4,4		3,575		4,4		1,513
MF(+)	0,817		0,385		0,385		0,817	

## DIAGRAMA DE CORTE



## DIAGRAMA DE MOMENTO



	A	B	C	D	E
RU	0,00 16,11	18,98 11,05	15,49 11,05	18,98 16,11	0,00
$\rho$ di	0,00 0,0040	0,0048 0,0027	0,0039 0,0027	0,0048 0,0040	0,00
As	0 1,409	1,68 0,952	1,35 0,952	1,68 1,409	0
# v	0 1	1 1	1 1	1 1	0 1
F v mm	12 12	12 12	12 12	12 12	12 12

## REVISIÓN POR CORTANTE

$$Vu = \frac{Vu \text{ max}}{0,85 * b * d}$$

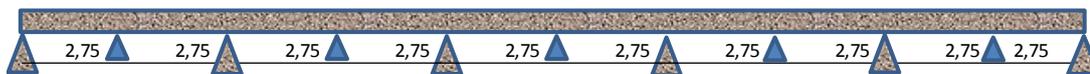
$$Vu = 7,86 \text{ kg}$$

$$Vc = 0,53\sqrt{f'c} * 1,06$$

$$Vc = 8,14 \text{ kg}$$

$$\text{Nota} = Vc > Vu$$

## 7.8.2. DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA LOSA EN EL SENTIDO X.



DATOS:	
$f'c=$	210 Kg/cm <sup>2</sup>
$f_y=$	4200 Kg/cm <sup>2</sup>
$h=$	20,00 cm
$bw=$	20,00 cm
$d =$	17,50 cm
$r=$	2,50 cm

TABLA N° 11. Datos del Diseño de la Losa en el Sentido Y.



## PLANTEAMIENTO MATRICIAL

	0,88	-0,88	0,88	-0,88	0,88	-0,88	0,88	-0,88	0,88	-0,88	0,88	-0,88	0,88	-0,88	0,88	-0,88	0,88	-0,88
K	0,36		0,36		0,36		0,36		0,36		0,36		0,36		0,36		0,36	
a	0,182		0,182		0,182		0,182		0,182		0,182		0,182		0,182		0,182	

## MATRIZ

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	- M	GF
A	0,36	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,88	-2,80
B	0,18	0,73	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75
C	0,00	0,18	0,73	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,20
D	0,00	0,00	0,18	0,73	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
E	0,00	0,00	0,00	0,18	0,73	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01
F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,73	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,73	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
H	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,73	0,18	0,00	0,00	0,00	-0,05
I	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,73	0,18	0,00	0,00	0,20
J	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,73	0,18	0,00	-0,75
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,36	0,88	2,80



$$V_c = 0,53\sqrt{f'c} * 1,06$$

$$V_c = 8,14 \text{ kg}$$

$$\text{Nota} = V_c > V_u$$

### 7.8.3. MODELAJE DE LOSA EN SAP 2000.

Definimos el tipo de material de la losa “Define” “Sections Properties” “Area Section”, el tipo es “Membrane”, utilizamos un  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.



FIGURA N° 34. Datos de la Losa.

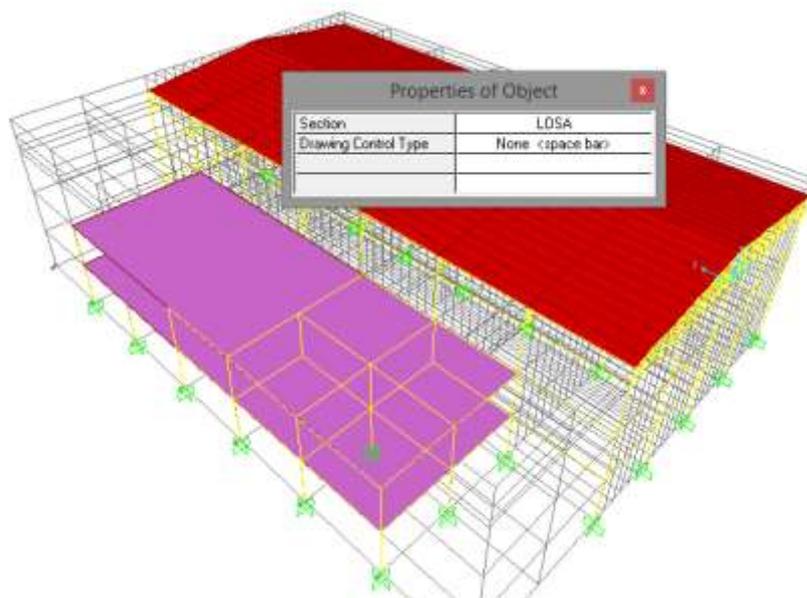


FIGURA N° 35. Datos de la Losa.

## 7.9.MODELAJE DE LA ESCALERA.

Datos:		
Altura h=	2,00	m
Contraheulla=	0,20	m
Huella=	0,30	m
Descanso=	2,00	m
Longitud =	3,00	m
Longitud I =	3,20	m
Ancho losa=	1,70	m
Longitud T =	5,00	m
# escalones=	10	u
Longitud TI =	5,20	m
F'c=	210	kg/cm <sup>2</sup>
Fy=	4200	kg/cm <sup>2</sup>
r =	4	cm
γ HA=	2,4	t/m <sup>3</sup>

**TABLA N° 12. Datos de la Escalera.**

### ESPEJOR TENTATIVO DE LA LOSA

$$t = \frac{L}{28}$$

$$t = \frac{5,20}{28}$$

$$t = 0,19m$$

### DEFINICIÓN DE LAS CARGAS

CARGA MUERTA:

Peso de la Rampa:  $1,7 * 5,20 * 0,19 * 2,4 = 4,03 \text{ ton}$

Peso de la Rampa:  $[(0,20 * 0,30)/2] * 1,70 * 10 * 2,4 = 1,22 \text{ ton}$

$$CM= 5,26 \text{ ton}$$

$$CM= 1,02 \text{ ton/m}$$

CARGA VIVIA:

$$CV= 1,00 \text{ ton/m}^2$$

$$CV= 1,70 \text{ ton/m}$$

CARGA MAYORADA:

$$Wu= 1,2 \text{ CM} + 1,6 \text{ CV}$$

$$Wu= 3,94 \text{ ton/m}$$

### **ESFUERZO DE FLEXIÓN**

MOMENTO POSITIVO:

$$M = \frac{Wu * L^2}{24}$$

$$M = 4,44 \text{ tn} - m$$

MOMENTO NEGATIVO:

$$M = \frac{Wu * L^2}{12}$$

$$M = 8,89 \text{ tn} - m$$

### **REVISIÓN POR CORTANTE**

$$V = \frac{Wu * L}{2}$$

$$V = 10,25 \text{ tn}$$

$$Vu_{act} = \frac{Vu_{max}}{0,85 * b * d}$$

$$Vu_{act} = 5,36 \text{ kg/cm}^2$$

$$Vurs = 0,53 * \sqrt{f'c} * 1,06$$

$$Vurs = 7,68 \text{ kg/cm}^2$$

*Nota= Vurs > Vu act*

### DISEÑO A LA FLEXIÓN CON MOMENTO POSITIVO

$$Ru = \frac{Mu * 10^5}{\emptyset * b * d^2}$$

$$Ru = 12,91$$

$$\rho = 0,85 * \frac{f'c}{fy} * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Ru}{0,85 * f'c}} \right)$$

$$\rho = 0,0032$$

$$As = \rho * b * d$$

$$As = 8,42 \text{ cm}^2$$

$$Av = \frac{\pi}{4} * D^2$$

Varilla de 1,2cm

$$Av = 1,13 \text{ cm}^2$$

$$\#V = \frac{As}{Av}$$

$$\#V = 8$$

$$S = \frac{(B - 2r) - (\#V * D)}{(\#V - 1)}$$

$$S = 21,77$$

*Smax = 45 cm segun ACI 318 S – 11. Capitulo 9.5.4*

**8 Ø de 12 mm c/21,77 cm**

### **ACERO DE REPARTO**

$$\rho = 0,0018$$

$$As = \rho * b * d$$

$$As = 2,70cm^2$$

$$Av = \frac{\pi}{4} * D^2$$

Varilla de 1,2cm

$$Av = 1,13cm^2$$

$$\#V = \frac{As}{Av}$$

$$\#V = 3$$

$$S = \frac{(B - 2r) - (\#V * D)}{(\#V - 1)}$$

$$S = 44,20\text{cm}$$

$S_{max} = 45\text{ cm}$  segun ACI 318 S – 11. Capitulo 9.5.4

**3 Ø de 12 mm c/44,20 cm**

### **DISEÑO A LA FLEXIÓN CON MOMENTO NEGATIVO**

$$Ru = \frac{Mu * 10^5}{\phi * b * d^2}$$

$$Ru = 25,82$$

$$\rho = 0,85 * \frac{f'c}{fy} * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Ru}{0,85 * f'c}} \right)$$

$$\rho = 0,0067$$

$$As = \rho * b * d$$

$$As = 17,01\text{cm}^2$$

$$A_v = \frac{\pi}{4} * D^2$$

Varilla de 1,2cm

$$A_v = 1,13\text{cm}^2$$

$$\#V = \frac{A_s}{A_v}$$

$$\#V = 16$$

$$S = \frac{(B - 2r) - (\#V * D)}{(\#V - 1)}$$

$$S = 9,52$$

$S_{max} = 45 \text{ cm}$  segun ACI 318 S – 11. Capitulo 9.5.4

**16 Ø de 12 mm c/9,52 cm**

### **ACERO DE REPARTO**

$$\rho = 0,0018$$

$$A_s = \rho * b * d$$

$$A_s = 4,59\text{cm}^2$$

$$A_v = \frac{\pi}{4} * D^2$$

Varilla de 1,2cm

$$A_v = 1,13\text{cm}^2$$

$$\#V = \frac{A_s}{A_v}$$

$$\#V = 5$$

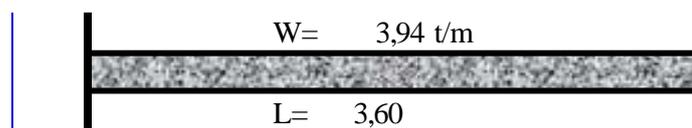
$$S = \frac{(B - 2r) - (\#V * D)}{(\#V - 1)}$$

$$S = 21,50\text{cm}$$

$S_{max} = 45\text{ cm}$  segun ACI 318 S – 11. Capitulo 9.5.4

**5 Ø de 12 mm c/21,50 cm**

### VIGA DE APOYO



DATOS		
b=	25,00	cm
h=	40,00	cm
r=	5,00	cm

**TABLA N° 13. Datos de la viga de apoyo.**

## ESFUERZO DE FLEXIÓN

MOMENTO POSITIVO:

$$M = \frac{Wu * L^2}{24}$$

$$M = 2,13 \text{ tn} - \text{m}$$

MOMENTO NEGATIVO:

$$M = \frac{Wu * L^2}{12}$$

$$M = 4,26 \text{ tn} - \text{m}$$

## DISEÑO A LA FLEXIÓN CON MOMENTO POSITIVO

$$Ru = \frac{Mu * 10^5}{\phi * b * d^2}$$

$$Ru = 7,73$$

$$\rho = 0,85 * \frac{f'c}{fy} * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Ru}{0,85 * f'c}} \right)$$

$$\rho = 0,0019$$

$$As = \rho * b * d$$

$$As = 2,89 \text{ cm}^2$$

$$Av = \frac{\pi}{4} * D^2$$

Varilla de 1,2cm

$$Av = 1,13\text{cm}^2$$

$$\#V = \frac{As}{Av}$$

$$\#V = 3$$

$$S = \frac{(B - 2r) - (\#V * D)}{(\#V - 1)}$$

$$S = 4,70$$

*Smin = 2,50 cm segun ACI 318 S – 11. Capitulo 9.5.4*

**3 Ø de 12 mm c/4,70 cm**

### **DISEÑO A LA FLEXIÓN CON MOMENTO NEGATIVO**

$$Ru = \frac{Mu * 10^5}{\phi * b * d^2}$$

$$Ru = 15,45$$

$$\rho = 0,85 * \frac{f'c}{fy} * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Ru}{0,85 * f'c}} \right)$$

$$\rho = 0,0039$$

$$As = \rho * b * d$$

$$As = 3,37 \text{ cm}^2$$

$$Av = \frac{\pi}{4} * D^2$$

Varilla de 1,2cm

$$Av = 1,13 \text{ cm}^2$$

$$\#V = \frac{As}{Av}$$

$$\#V = 3$$

$$S = \frac{(B - 2r) - (\#V * D)}{(\#V - 1)}$$

$$S = 4,70$$

$S_{min} = 2,50 \text{ cm}$  segun ACI 318 S – 11. Capitulo 9.5.4

**3 Ø de 12 mm c/4,70 cm**

### **ESTRIBOS**

1 Ø de 10 mm c/15,00cm en 1/3 de luz extremos.

1 Ø de 10 mm c/15,00cm en 1/3 de luz centro de luz.

## 7.10. MODELAJE DE LA MÉNSULA.

### 7.10.1. RESISTENCIA Y DIMENSIONAMIENTO.

La fórmula para su cálculo es de naturaleza empírica obtenida a base de análisis estadísticos. Del resultado de ensayos de laboratorio que han observado que la resistencia de la ménsula está en función del ancho (b), el peralte efectivo (d), de la relación del refuerzo, de la resistencia del concreto ( $f_c$ ) y de la relación entre el claro del cortante (a) y el peralte (d).

En el caso de ménsulas cortas (relación claro-peralte menor a 1  $a/d < 1$ ) los esfuerzos cortantes puros pueden ser en factor crítico de diseño, aunque la resistencia del concreto al esfuerzo cortante directo, es muy elevado, pueden existir secciones a través de las cuales será necesario transferir fuerza cortante cuya capacidad para hacerlo sea nula o pequeña, debido a la presencia de grietas previas o porque la unión no sea monolítica.

U	<i>COEFICIENTE DE FRICCIÓN SEGÚN ACI 318-02</i>
1.4	Concreto colado monolíticamente.
1.0	Concreto colado contra concreto endurecido cuya superficie rugosa se ha hecho en forma intencional.
0.6	Concreto colado contra concreto endurecido cuya superficie no se haya hecho rugosa en forma intencional
0.7	Concreto anclado, acero estructural por medios de pernos con cabeza o barras de refuerzo.

TABLA N° 14. Valores de (U). Coeficientes de fricción según ACI 318-02.<sup>21</sup>

<sup>21</sup> ROBLES, G. C. (s.f.). *ASPECTOS FUNDAMENTALES DE CONCRETO REFORZADO* (CUARTA ed.). Capítulo 12. Ménsulas. Pág. 384.

### 7.10.2. DATOS GENERALES DE LA MÉNSULA

CM=	5	T
CV=	20	T
F'C=	210	KG/CM2
b=	50	CM
fy=	4200	KG/CM2
d=	45	CM
$\mu$ =	1,4	
h=	50	

TABLA N° 15. Valores de la ménsula.

Método aplicable a ménsula con una relación entre claro cortante (a) y peralte (d) menor a 1, ( $a/d < 1$ ) y siempre que la fuerza horizontal (Nuc) no sea mayor que la fuerza vertical (Vu).

#### Mayorización de las Cargas:

$$W_u = 1,2 CV + 1,6 CM$$

$$W_u = 30 \text{ tn}$$

$$V_u = 38000 \text{ kg}$$

#### Calculo de AS:

$$N_{uc} = 20\% (V_u)$$

<b>Nuc= 7600 Kg</b>
---------------------

- Las fuerzas Vu y Nuc producen momentos flexionante en la intersección de la cara de la columna con la barra de tensión diagonal.

$$M_u = V_u * a + N_{uc} (h - d)$$

$$\mathbf{Mu= 418000 \text{ Kg-cm}}$$

$$Dist= 80\% (d)$$

$$\mathbf{dist= 36 \text{ cm}}$$

- Para resistir este momento se requieren un refuerzo de tensión ( $A_f$ ) que se calcula de forma similar a los momentos sometidos en tensión.

$$A_f = \frac{Mu}{\phi * f_y * (80\% d)}$$

Donde  $\phi = 0,9$

$$\mathbf{*A_f= 3,07 \text{ cm}^2}$$

- La fuerza horizontal ( $N_{uc}$ ) es resistida por una cantidad adicional de refuerzo horizontal por una cantidad de acero que se llama ( $A_n$ ).

$$A_n = \frac{N_{uc}}{f_y * \phi}$$

Donde  $\phi = 0,85$

$$\mathbf{*A_n= 2,13 \text{ cm}^2}$$

Se especifica que ( $N_{uc}$ ) no sea menor que el 20% de  $V_u$  a menos que se tomen precauciones especiales para que no se desarrollen estas fuerzas.

- La fuerza cortante ( $V_u$ ) es resistido por el refuerzo horizontal ( $A_{vf}$ ):

$$A_{vf} = \frac{V_u}{\phi * f_y * u}$$

$$\mathbf{A_{vf}= 7,60 \text{ cm}^2}$$

- Los valores de ( $A_f$ ,  $A_{vf}$ ,  $A_n$ ) deben distribuirse en un área principal ( $A_s$ ) que se coloca en el lecho superior y un área restante ( $A_h$ ) que se distribuye a  $2/3$  del peralte ( $d$ ).<sup>22</sup> (ROBLES)

### ACERO PRINCIPAL

$$A_s = A_f + A_n$$

$$A_s = \frac{2}{3} A_{vf} + A_n$$

$$A_s = 5,20 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 7,20 \text{ cm}^2$$

De estos valores se debe tomar el mayor.

$$A_v = 0,7854 * D^2$$

varilla de	1,4 cm
$A_v =$	1,54 cm <sup>2</sup>

$$\# \text{ de varillas} = A_s / A_v$$

# de varillas	4,68
---------------	------

$$s = \frac{(b - 2r) - (\#v * D)}{\#v - 1}$$

s =	8,250
-----	-------

**5,00 varillas de Ø 14mm @ 8,25 cm**

<sup>22</sup> ROBLES, G. C. (s.f.). ASPECTOS FUNDAMENTALES DE CONCRETO REFORZADO (CUARTA ed.). Capítulo 12. Ménsulas. Pág. 384.

## ESTRIBOS CERRADOS

$$A_h = 0,5 (A_s - A_n)$$

$$A_h = 0,5 - 2/3 A_f$$

$$A_h = 2,78 \text{ cm}^2$$

$$A_h = 1,02 \text{ cm}^2$$

De estos valores se debe tomar el mayor.

## DISTRIBUCIÓN DEL ACERO 2/3 D

$$A_v = 0,7854 * D^2$$

varilla de	1,2 cm
Av=	1,13 cm <sup>2</sup>

$$\# \text{ de varillas} = A_s / A_v$$

# de varillas	2,46
---------------	------

$$S = \frac{(b - 2r) - (\#v * D)}{\#v - 1}$$

s=	11,95
----	-------

3,00 varillas de  $\varnothing$  12mm @ 11,95cm

## VERIFICACIÓN DE LA CUANTIA

La cuantía no debe ser menor de  $0,04 * \frac{f_c}{f_y}$  entonces  $\rho = \frac{A_s}{b*d} \geq 0,04 * \frac{f_c}{f_y}$ .

$$\rho = \frac{A_s}{A_g}$$

$$A_s \text{ real} = 7,70$$

$\rho =$	0,0034 0k
----------	-----------

$\rho > 0,004 * f'c / fy =$	<b>0,0002</b>
-----------------------------	---------------

El ACI especifica que el refuerzo ( $A_s$ ) se ancle adecuadamente en su extremo lo cual puede lograrse un ángulo o barra transversal de igual diámetro o bien doblando horizontalmente las barras.

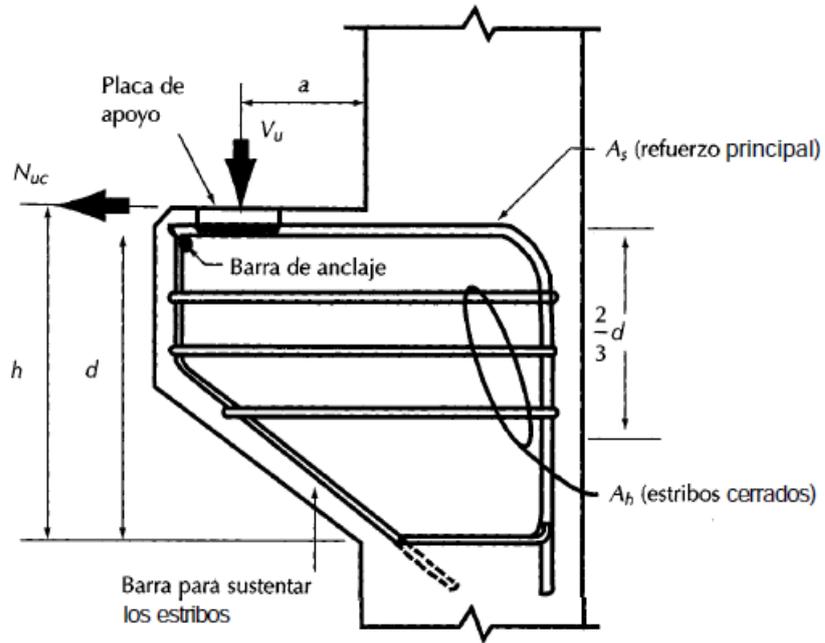
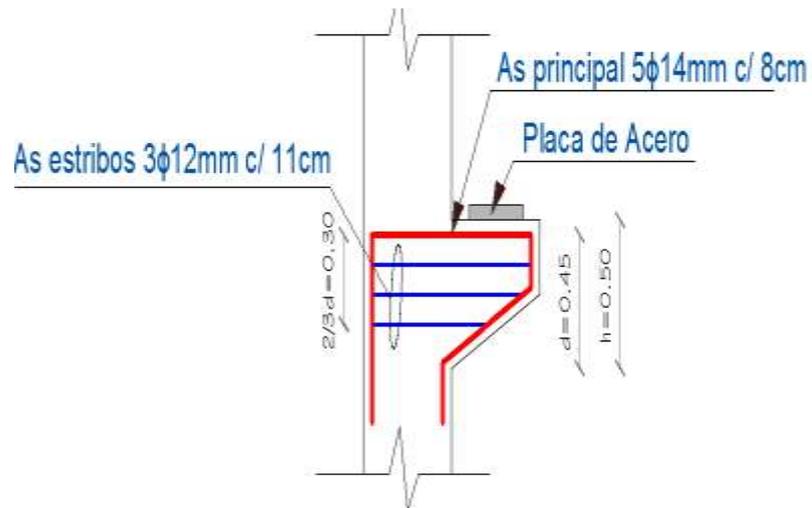


FIGURA N° 36. Notación y detalles de armado de ménsulas de hormigón armado.



DETALLE DEL ARMADO DE LA MENSULA

FIGURA N° 37. Armado de Mensula.

## 7.11. PREDISEÑO DE MURO DE REACCIÓN Y LOSA DE REACCIÓN.

El conjunto de un muro y losa de reacción forman un sistema de reacción. Este sistema de reacción está diseñado para que por su rigidez, se ensayen en él diversos elementos estructurales sin que se produzcan deformaciones ni fisuraciones en el mismo. Existen sistemas de reacción Uni-direccionales y sistemas bidireccionales.

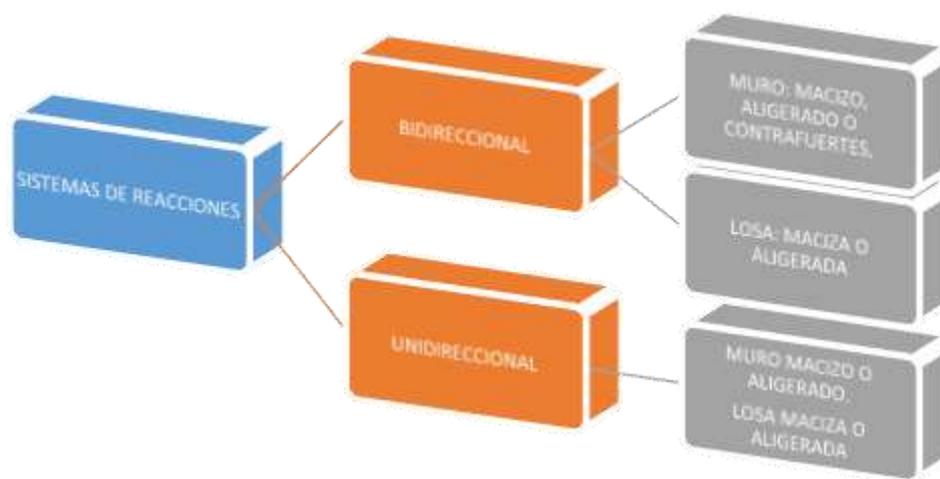


FIGURA N° 38. Esquema del Muro de Reacción.

Para el diseño del muro se tomaron las siguientes consideraciones:

- Las cargas máximas a las cuales trabajará el sistema de reacción y las posibles combinaciones de carga serán aproximadamente 90 ton.
- El diseño del muro será lo suficientemente rígido que no permita deformaciones. El primer paso fue un predimensionamiento del muro con contrafuertes para que no tuvieran problemas con la deflexión y a fin de evitar las fisuraciones. Estas fisuraciones aparecen cuando los materiales que constituyen el muro se fatigan debido a las constantes cargas que actúan en él.
- En estas estructuras de reacción, deben fallar las estructuras a ensayar y no los elementos que componen el sistema de reacción, esto es de vital importancia en el comportamiento de una estructura de esta clase ya que el conjunto de losa y muro de reacción debe ser mucho más rígido que los especímenes para evitar el deterioro del sistema.

### 7.11.1. PREDIMENSIONAMIENTO DEL MURO.

**a.- Ancho de la zapata b:** Use  $1/2$  a  $2/3$  (h)  
 $1/2$  (h) a  $2/3$  (h) = 4,50 a 6,00 m  
de donde: Use **4,50 m**

**b.- Espesor de la zapata h:**  
Use  $1/10$  (h)  $1/10$  (h) = 0,90 m  
de donde: Use **0,90 m**

**c.- Espesor superior del alma:**  
Use  $1/12$  (h)  $\geq 25$  cm  $1/12$  (h) = 0,75 m = 75,00  
de donde: Use **0,75 m**

**d.- Ancho del Toe (Frente)**  
Use  $1/4$  a  $1/3$  (b)  
 $1/4$  (b) a  $1/3$  (b) = 1,13 a 1,50 m  
de donde: Use **1,50 m**

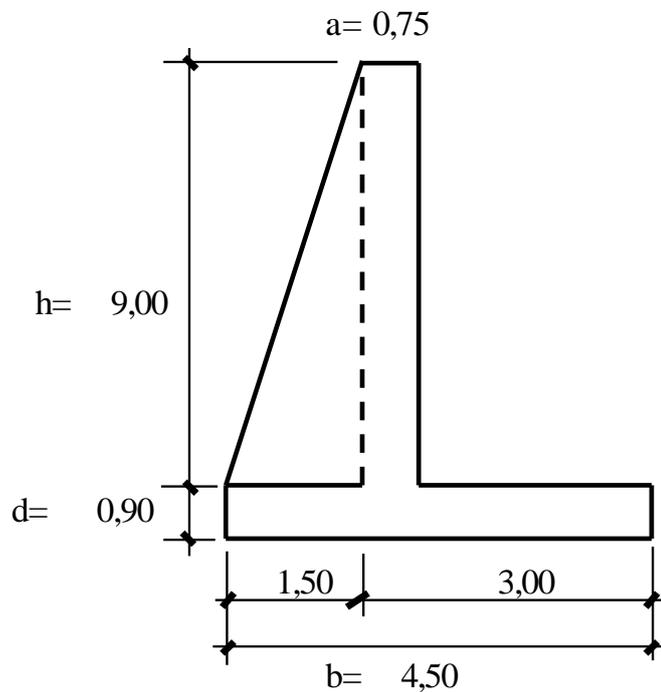


FIGURA N° 39. Predimensionamiento de Muro de Reacción.

### 7.11.2. CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD DEL MURO.

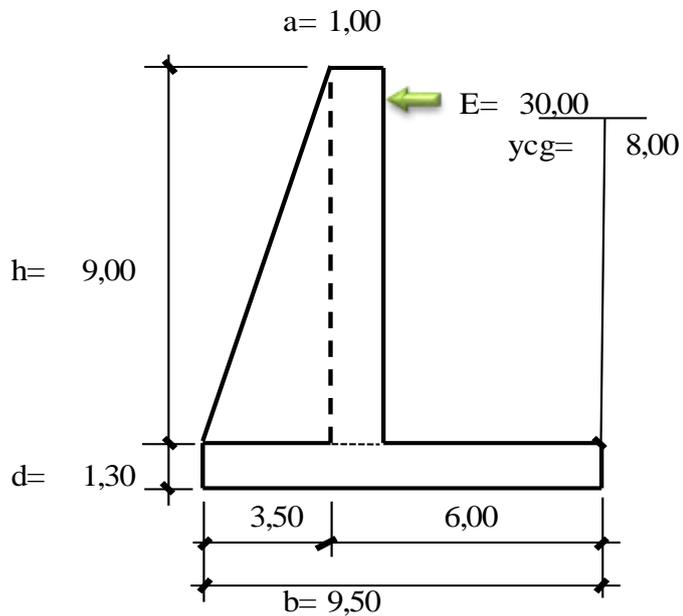


FIGURA N° 40. Dimensiones del muro de Reacción

figura	b	h	L	$\sigma$ mat	W	Xg	Mx	Yg	My
1	9,50	1,30	1,00	2,4	29,64	4,75	140,79	0,65	19,27
2	1,00	9,00	1,00	2,4	21,6	5,5	118,8	5,80	125,3
3	3,50	9,00	1,00	2,4	37,8	7,167	270,9	4,3	162,5
				$\Sigma w =$	89,04	$\Sigma M x =$	530,49	$\Sigma M y =$	307,09

$$x_{cg} = 5,96$$

$$y_{cg} = 3,45$$

### MOMENTO DE VOLCAMIENTO

$$MV = E \times \text{Distancia}$$

$$MV = 30 \text{ tn} \times 8 \text{ m} = 240 \text{ t} - \text{m}$$

### SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO

$$FSV = \frac{MR}{MV} = \frac{530,49}{240,0} = 2,3$$

$$FSV > 1,5 \text{ ok}$$

## SEGURIDAD AL DESIZAMIENTO

$$FSV = \frac{Wt \times tg\phi}{E} = \frac{84,6 \times 0,58}{30,0} = 1,63$$

$$FSV > 1,2 \text{ ok}$$

## RESULTANTE

$$x = \frac{MR - MV}{Wt} = \frac{530,49 - 240,0}{89,04} = 3,26$$

## EXCENTRICIDAD

$$e = \frac{b}{2} - x$$

$$e = \frac{9,50}{2} - 3,26$$

$$e = 1,49$$

$$e < \frac{b}{6} \text{ ok}$$

$$1,49 < 1,58 \text{ ok}$$

## ESFUERZO DEL SUELO

$$s = \frac{WT}{b} \left( 1 \pm \frac{6 \times e}{b} \right)$$

$$s = mx \ 18,20 < 20 \text{ adm}$$

$$s = mn \ 0,57 < 20 \text{ adm}$$

### 7.11.3. DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA PANTALLA

Para diseñar el muro con contrafuertes, se tomaron las siguientes consideraciones:

- Momento en el centro del muro: Se la tomo como una placa simplemente apoyada, con tres cargas puntuales con capacidad de 30ton.
- Momentos en los extremos del contrafuerte. Se la tomo como una viga empotrada en sus apoyos.
- Los contrafuertes soportan una carga de 45ton.

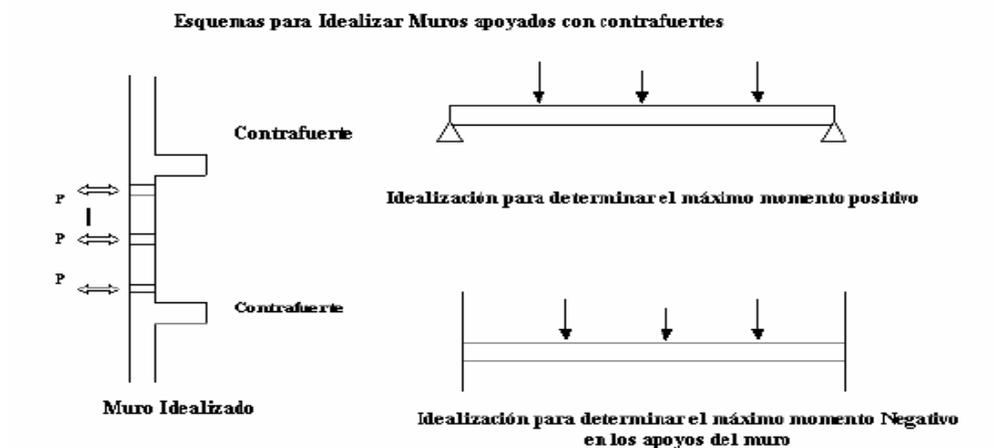


FIGURA N° 41. Idealización del muro de reacción con contrafuertes

**PROPUESTA DE DISEÑO:** Sistema Uni-direccional con Losa y Muro tipo Cajón (2 secciones).  $P_{max} = 90 \text{ ton}$ .



FIGURA N° 42. Losa y Muro idealizado.

### CÁLCULO DE MOMENTO +

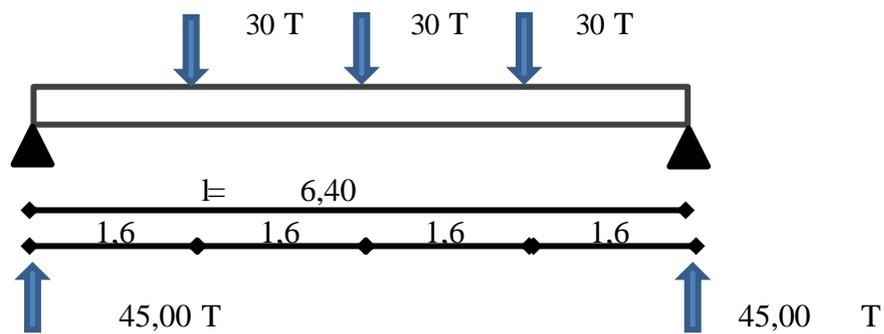


FIGURA N° 43. Esquema del muro para el cálculo del Momento Positivo.

$f'c=$	350	kg/cm <sup>2</sup>
$f_y=$	4200	kg/cm <sup>2</sup>
$M_{+}=$	96,00	T-M
$M_{-}=$	60,00	T-M
$b=$	100	cm
$d=$	93	cm
$r=$	7	cm

TABLA N° 16. Valores de la Pantalla.

## CÁLCULO DEL ACERO (M+)

$$\rho = \beta_1 * \frac{f'_c}{f_y} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2,36 * M_u}{0,85 * f'_c * b * d^2}} \right]$$

$$\rho = 0,0032$$

$$A_s = \rho * b * d$$

$$A_s = 29,7 \text{ cm}^2$$

$$A_v = \frac{\pi}{4} * D^2$$

Varilla de 1,8cm

$$A_v = 2,54 \text{ cm}^2$$

$$\#V = \frac{A_s}{A_v}$$

$$\#V = 11,7$$

$$S = \frac{(B - 2r) - (\#V * D)}{(\#V - 1)}$$

$$S = 5,85 \text{ cm}$$

**12 Ø de 18 mm c/5,22 cm**

## DISEÑO A CORTE

$$V_{max} = 45000 \text{ kg}$$

$$V_c = \frac{V_{max}}{\phi}$$

$$V_c = 52941 \text{ kg}$$

$$V_{u \text{ act}} = \frac{V_c}{b * d}$$

$$V_{u \text{ act}} = 5,69 \text{ kg}$$

$$V_s = 0,53 \sqrt{f'c}$$

$$V_s = 9,92 \text{ kg}$$

*Nota=  $V_s > V_{u \text{ act}}$  si no cumple estribos.*

## CÁLCULO DEL ACERO (M-)

$$\rho = \beta_1 * \frac{f'c}{f_y} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2,36 * M_u}{0,85 * f'c * b * d^2}} \right]$$

$$\rho = 0,0020$$

$$A_s = \rho * b * d$$

$$A_s = 18,4 \text{ cm}^2$$

$$A_v = \frac{\pi}{4} * D^2$$

Varilla de 1,8cm

$$A_v = 2,54 \text{ cm}^2$$

$$\#V = \frac{A_s}{A_v}$$

$$\#V = 7,2$$

$$S = \frac{(B - 2r) - (\#V * D)}{(\#V - 1)}$$

$$S = 10,2 \text{ cm}$$

**8 Ø de 18 mm c/10,20 cm**

## ACERO DE REPARTO

$$\rho = 0,0020$$

$$A_s = \rho * b * d$$

$$A_s = 18,6 \text{ cm}^2$$

$$A_v = \frac{\pi}{4} * D^2$$

Varilla de 1,6cm

$$A_v = 2,01 \text{ cm}^2$$

$$\#V = \frac{As}{A_v}$$

$$\#V = 9,3$$

$$S = \frac{(B - 2r) - (\#v * D)}{(\#V - 1)}$$

$$S = 7,78 \text{ cm}$$

10 Ø de 16 mm c/7,78 cm

#### 7.11.4. DISEÑO DEL CONTRAFUERTE

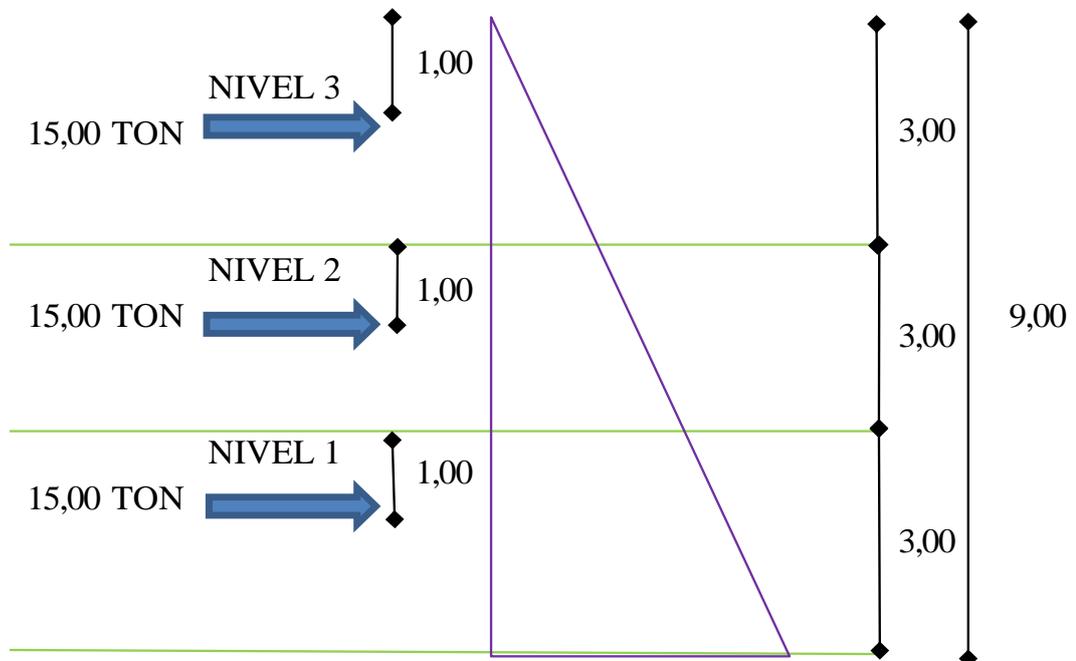


FIGURA N° 44. Esquema del Contrafuerte.

### NIVEL 3

$$\begin{aligned}Vu &= 15,00 = 15 \text{ T} \\Vu &= 15 \text{ T}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Mu &= 30,00 = 30 \text{ T-m} \\Mu &= 30 \text{ T-m}\end{aligned}$$

### NIVEL 2

$$\begin{aligned}Vu &= 15,00 + 15,00 = 30 \text{ T} \\Vu &= 30 \text{ T}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Mu &= 75 + 30 = 105 \text{ T-m} \\Mu &= 105 \text{ T-m}\end{aligned}$$

### NIVEL 3

$$\begin{aligned}Vu &= 15,00 + 15,00 + 15,00 = 45 \text{ T} \\Vu &= 45 \text{ T}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Mu &= 120 + 75 + 30,00 = 225 \text{ T-m} \\Mu &= 225 \text{ T-m}\end{aligned}$$

$$\rho_{deflex.} = 0,18 \frac{f'c}{fy} =$$

$$\rho = 0,015$$

$$Ru = \rho * fy * \left(1 - 0,59 * \rho * \frac{fy}{f'c}\right)$$

$$Ru = 56,31$$

	b	Mu	d	r	dr	hr	$\rho$	Ru	As	f'c	fy	d $\phi$	as v	n° v	s
nivel 1	50	225,00	94,23	7	113	120	0,0095	39,16	53,53	350	4200	3,20	8,04	7	2,27
nivel 2	50	105,00	64,37	7	65	72	0,0139	55,23	45,02	350	4200	3,20	8,04	6	3,36
nivel 3	50	30,00	34,41	7	35	42	0,0136	54,42	23,84	350	4200	3,20	8,04	3	13,20

**TABLA N° 17. Valores para el diseño del contrafuerte.**

### 7.11.5. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LA LOSA DE REACCIÓN

El diseño de la losa fue concebido como si se encontrara simplemente apoyada en sus extremos, la cual soportara un momento Mu, que se obtiene a partir de la expresión:

$$M_u = P_{max} * H_{muro}$$

Dónde:

Mu = momento último de volcamiento

Pmax= carga máxima suministrada por los actuadores o gatos.



**FIGURA N° 45. Idealización de la losa de reacción.**

### CÁLCULO DEL MOMENTO (+)

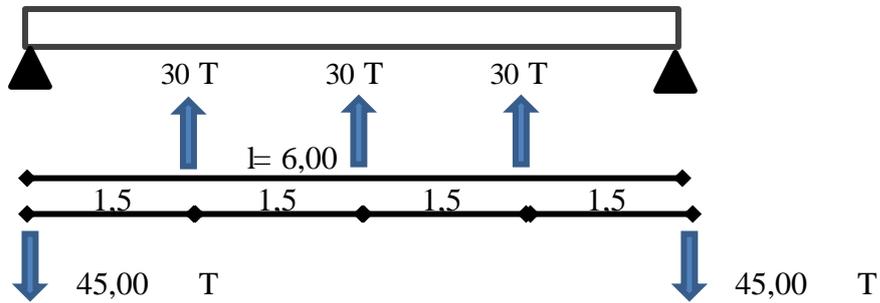


FIGURA N° 46. Esquema de la Losa para el cálculo del momento positivo.

<b>F'c=</b>	350	kg/cm2
<b>fy=</b>	4200	kg/cm2
<b>M+=</b>	96,00	T-M
<b>b=</b>	100	cm
<b>d=</b>	93	cm
<b>r=</b>	7	cm

TABLA N° 18. Valores de Losa de Reacción.

### CÁLCULO DEL ACERO (M+)

$$\rho = \beta_1 * \frac{f'c}{fy} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2,36 * Mu}{0,85 * f'c * b * d^2}} \right]$$

$$\rho = 0,0030$$

$$As = \rho * b * d$$

$$As = 27,8 \text{ cm}^2$$

$$Av = \frac{\pi}{4} * d^2$$

Varilla de 2,2cm

$$A_v = 3,80 \text{ cm}^2$$

$$\#V = \frac{A_s}{A_v}$$

$$\#V = 7,3$$

$$S = \frac{(B - 2r) - (\#V * D)}{(\#V - 1)}$$

$$S = 9,77 \text{ cm}$$

**8 Ø de 22 mm c/9,77 cm**

## DISEÑO A CORTE

$$V_{max} = 45000 \text{ kg}$$

$$V_c = \frac{V_{max}}{\phi}$$

$$V_c = 52941 \text{ kg}$$

$$V_{u \text{ act}} = \frac{V_c}{b * d}$$

$$V_{u \text{ act}} = 5,69 \text{ kg}$$

$$V_s = 0,53 \sqrt{f'c}$$

$$V_s = 9,92 \text{ kg}$$

*Nota=  $V_s > V_u \text{ act}$  si no cumple entonces estribos*

## 7.12. PREDIMENSIONAMIENTO DE LA CIMENTACIÓN MEDIANTE ZAPATAS CORRIDAS.

La cimentación es aquella parte de la estructura que se coloca generalmente por debajo de la superficie del terreno y que transmite las cargas al suelo. Todos los suelos se comprimen al someterlos a cargas y causan asentamiento en la estructura soportada.

Los requisitos esenciales en el diseño de cimentaciones son: que el asentamiento total de la estructura este limitado a una cantidad tolerablemente pequeña y que, en lo posible, el asentamiento diferencial de las distintas partes de las estructuras se elimine.

Para limitar los asentamientos de la manera indicada, es necesario; transmitir la carga de la estructura hasta un estrato de suelo que tenga la resistencia suficiente, y distribuir la carga sobre un área suficientemente grande de este estrato para minimizar las presiones de contacto.<sup>23</sup> (NILSON)

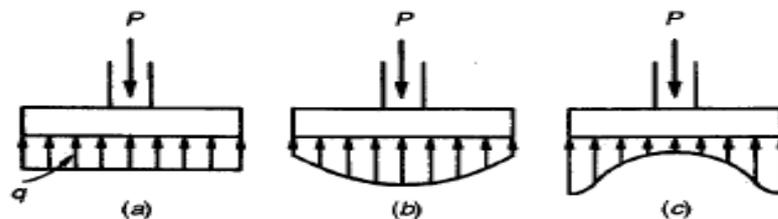


FIGURA N° 47. Distribución de presiones de contacto. (a) supuesta. (b) real para suelos granulares. (c) real para suelos cohesivos. (Nilson 2001). 24

<sup>23</sup> NILSON, A. H. (s.f.). *DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO* (DUODECIMA ed.). Capítulo 16. Zapatas y Cimentaciones. Pág. 499.

<sup>24</sup> NILSON, A. H. (s.f.). *DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO* (DUODECIMA ed.). Capítulo 16. Zapatas y Cimentaciones. Pág. 500.

Dentro del seguimiento de este tema se optara en realizar un diseño de zapatas corridas con vigas de cimentación, que se optara por la seguridad que genera en casos sísmicos y además por tener una capacidad de resistir cargas muy grandes.

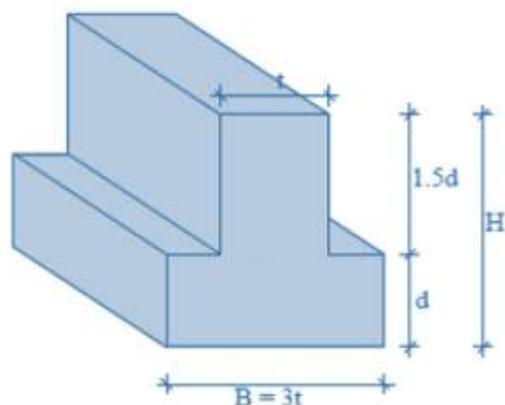


FIGURA N° 48. Prediseño de zapata. Análisis estático de estructuras. Roberto Aguiar.

Donde el parámetro fundamental de diseño es el valor de (t) que depende mucho del ancho de la columna que se va a apoyar sobre dicha cimentación, para ello tomaremos el valor de  $t = 0,50\text{m}$ , ya que después de un cálculo de diseño de columnas estas son las dimensiones de la columna por trabajar.

$$t = 0,50\text{m}$$

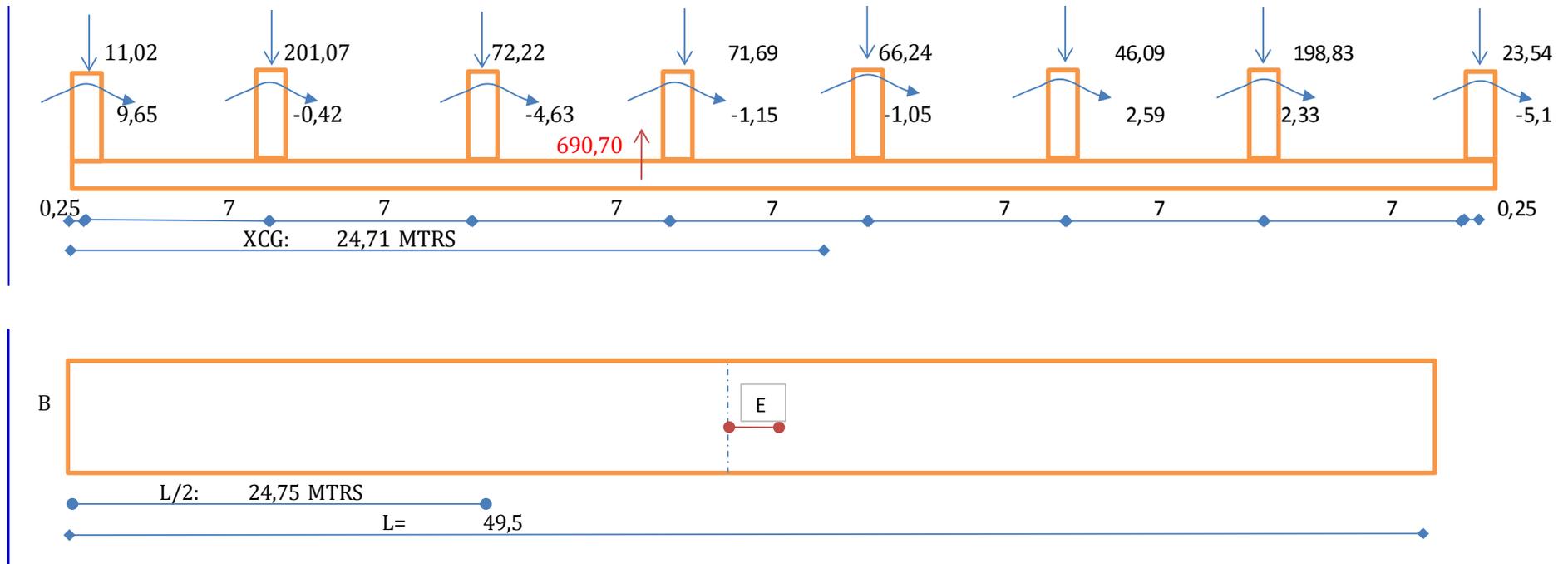
$$B = 3 * t = 3 * 0,50 = 1,50\text{m}$$

$$H = 3 * t = 3 * 0,50 = 1,50\text{m}$$

$$H = 1,5 * d + d = 0,90$$

$$d = H/2,5 = 1,50/2,50 = 0,60\text{m}.$$

### 7.12.1. DISEÑO DE ZAPATA CORRIDA MEDIANTE VIGA DE CIMENTACIÓN EN EL SENTIDO Y.



<b>Qadm:</b>	<b>8</b>	<b>ton/m<sup>2</sup></b>
<b>Long:</b>	<b>49,5</b>	<b>mtrs</b>
<b>Base:</b>	<b>1,50</b>	<b>mtrs</b>
<b>E:</b>	<b>-0,04</b>	<b>mtrs</b>

TABLA N° 19. Valores de la Zapata en sentido Y.

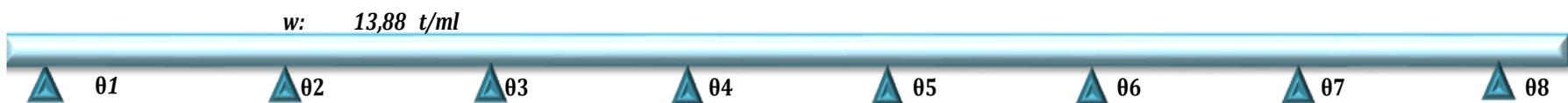
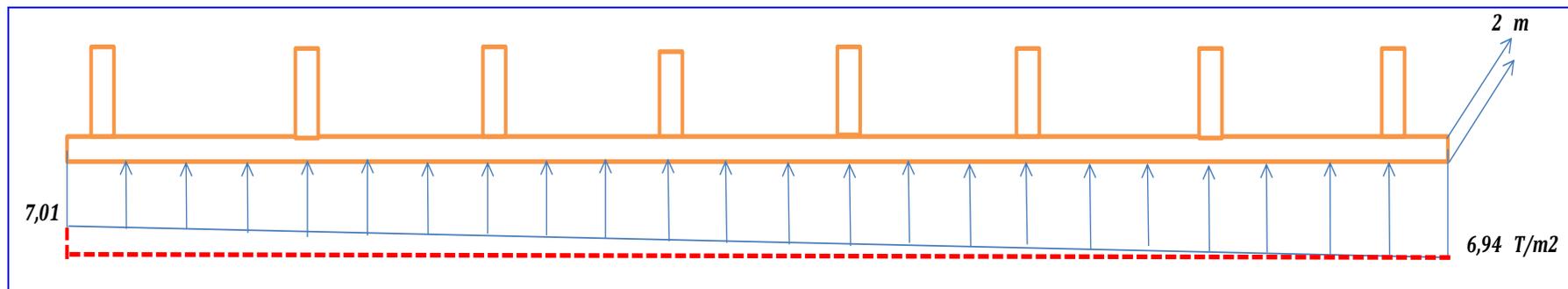
$$B = \frac{Pt}{Q_{adm} * Lon}$$

$$B = 1,74$$

$$Q_{act} = \frac{Pt}{Area} \left( 1 \pm \frac{6e}{long} \right)$$

$$Q_{ac +} = 6,94$$

$$Q_{ac -} = 7,01$$



MEP	-0,43	56,69	-56,69	56,69	-56,69	56,69	-56,69	56,69	-56,69	56,69	-56,69	56,69	-56,69	56,69	-56,69	0,43
$K=I/L$		0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
$a=K/2$			0,01		0,01		0,01		0,01		0,01		0,01		0,01	

	$\theta 1$	$\theta 2$	$\theta 3$	$\theta 4$	$\theta 5$	$\theta 6$	$\theta 7$	$\theta 8$	(-) m	$\theta F$
$\theta 1$	0,0201	0,01	0	0	0	0	0	0	-56,26	3234,4
$\theta 2$	0,01	0,0402	0,01	0	0	0	0	0	0	867,8
$\theta 3$	0	0,01	0,0402	0,01	0	0	0	0	0	-236,7
$\theta 4$	0	0	0,01	0,0402	0,01	0	0	0	0,00	78,9
$\theta 5$	0	0	0	0,01	0,0402	0,01	0	0	0,00	-78,9
$\theta 6$	0	0	0	0	0,01	0,0402	0,01	0	0,00	236,7
$\theta 7$	0	0	0	0	0	0,01	0,0402	0,01	0,00	-867,8
$\theta 8$	0	0	0	0	0	0	0,01	0,0201	56,26	3234,4

**ECUACION GENERAL**

$$MF = MEP + (K_{\text{punto}} * \theta_{\text{punto}}) + (a_{\text{punto}} * \theta_{\text{extremo}})$$

<b>M</b>	-0,43	0,43	-71,7	71,7	-52,7	52,7	-57,5	57,5	-57,5	57,5	-52,7	52,7	-71,7	71,7	-0,43	0,43	
<b>V</b>	3,47	48,59	48,59	48,59	48,59	48,59	48,59	48,59	48,59	48,59	48,59	48,59	48,59	48,59	48,59	3,47	
	1,736	-10,19	10,19	2,7	-2,7	-0,7	0,7	0,0	0,7	0,0	0,7	-0,7	-2,7	2,7	10,19	-10,2	1,736
	43,61		110,09		93,79		97,87		97,87		93,79		110,09		43,61		

## DISEÑO DE LA VIGA DE CIMENTACIÓN

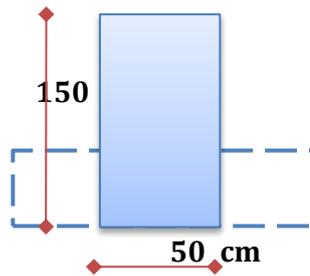


FIGURA N° 49. Predimensionamiento de Zapata.

<b>M MAX</b>	<b>71,75</b>	<b>T-M</b>
<b><math>f'c=</math></b>	<b>210</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>
<b><math>f_y=</math></b>	<b>4200</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>
<b><math>\beta_1=</math></b>	<b>0,85</b>	
<b><math>V_{max}</math></b>	<b>110,1</b>	
<b><math>r:</math></b>	<b>7</b>	<b>cm</b>
<b><math>d:</math></b>	<b>143</b>	<b>cm</b>

TABLA N° 20. Valores para el diseño de la cimentación en sentido Y.

$$\rho = \beta_1 * \frac{f'c}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2,36 * Mu}{0,85 * f'c * b * d^2}} \right)$$

$\rho =$	<b>0,0020</b>
----------	---------------

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

$$\rho_{max} = 0,010$$

**Nota:**  $\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$

Ok

$$As = \rho * b * d$$

$$As = 14,44 \text{ cm}^2$$

$$Av = \frac{\pi}{4} * D^2$$

Varilla 2,2cm

$$Av = 3,80 \text{ cm}^2$$

$$\#v = \frac{As}{Av}$$

$$\#V = 3,8$$

$$S = \frac{(B - 2r) - (\#v * D)}{(\#v - 1)}$$

$$S = 9,07 \text{ cm}$$

**4,0  $\theta$  de 22mm @ 9,07cm**

## DISEÑO A CORTE

$$Vmax = 110094 \text{ kg}$$

$$Vc = \frac{Vmax}{\phi} \quad \phi = 0,85$$

$$V_c = 129522 \text{ kg}$$

$$V_{u \text{ act}} = \frac{V_c}{b * d}$$

$$V_{u \text{ act}} = 18,11 \text{ kg}$$

$$V_s = 0,53 \sqrt{f'c}$$

$$V_s = 7,68 \text{ kg}$$

**Nota:**  $V_s > V_{u \text{ act}}$ , si no cumple usar estribos.

$$V_r = V_s * b * d$$

$$V_r = 54915 \text{ kg}$$

$$V_{as} = V_c - V_r$$

$$V_{as} = 74607 \text{ kg}$$

$$A_v = \frac{\pi}{4} * D^2$$

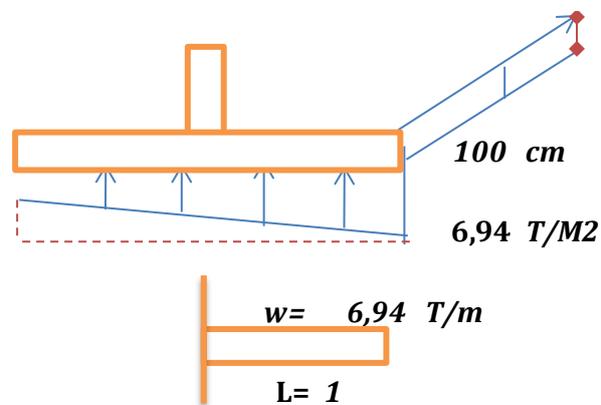
$$A_v = 2,26$$

$$S = \frac{Av * fy * d}{Vas}$$

$$S = 18,21 \text{ cm}$$

Ø 12mm c/18,21cm

### DISEÑO DE ACERO TRANSVERSAL



$f'c =$	210	kg/cm <sup>2</sup>
$fy =$	4200	kg/cm <sup>2</sup>
$\beta 1 =$	0,85	
$m \text{ max} =$	3,47	ton
$v \text{ max} =$	6,94	t.m
$r =$	7	cm
$d =$	53	cm
$h =$	60	cm

TABLA N° 21. Valores para el diseño del acero transversal en sentido Y.

$$\rho = \beta 1 * \frac{f'c}{fy} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2,36 * Mu}{0,85 * f'c * b * d^2}} \right)$$

$$\rho = 0,0003$$

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

$$\rho_{max} = 0,010$$

Nota:  $\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$

Use cuantía mínima

$$As = \rho * b * d$$

$$As = 9,54 \text{ cm}^2$$

$$Av = \frac{\pi}{4} * D^2$$

Varilla 1,6cm

$$Av = 2,01 \text{ cm}^2$$

$$\#v = \frac{As}{Av}$$

$$\#V = 4,74$$

$$S = \frac{(B - 2r) - (\#v * D)}{(\#v - 1)}$$

$$S = 19,50 \text{ cm}$$

5  $\emptyset$  16mm c/19,50cm

## DISEÑO A CORTE

$$V_{max} = 6942 \quad kg$$

$$V_c = \frac{V_{max}}{\phi} \quad \phi = 0,85$$

$$V_c = 8167 \quad kg$$

$$V_{u \text{ act}} = \frac{V_c}{b * d}$$

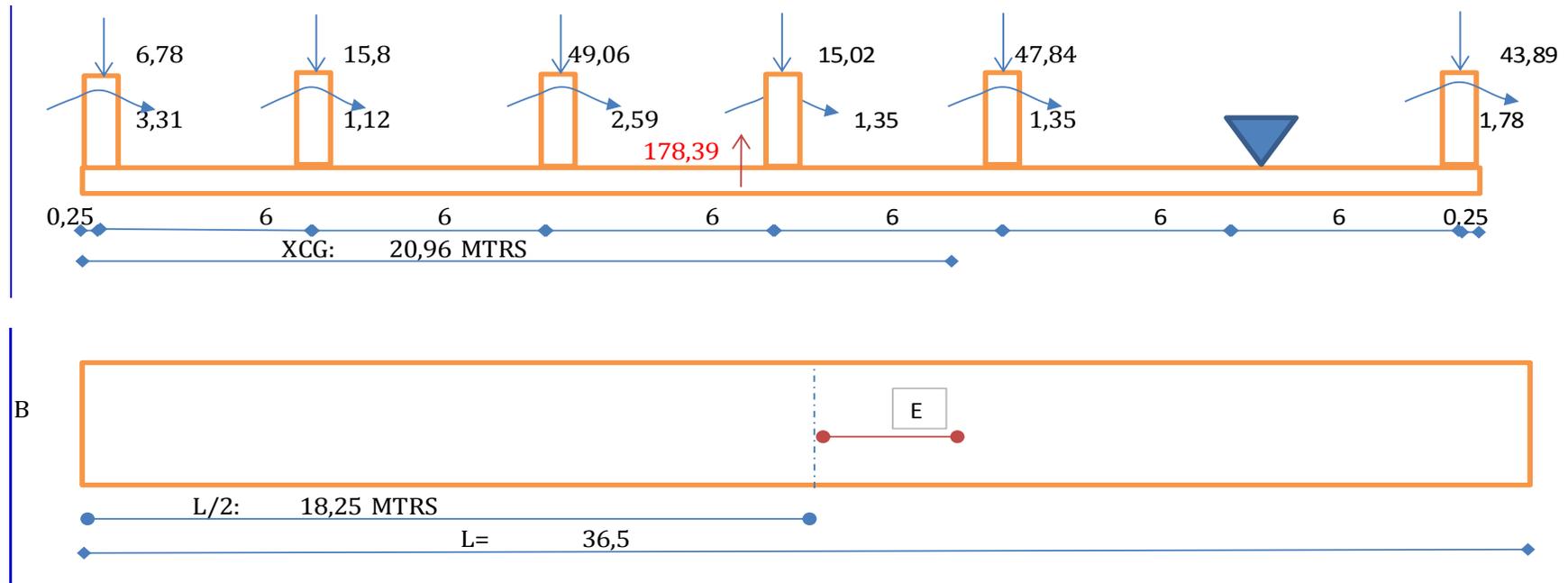
$$V_{u \text{ act}} = 1,54 \quad kg$$

$$V_s = 0,53\sqrt{f'c}$$

$$V_s = 7,68 \quad kg$$

**Nota:**  $V_s > V_{u \text{ act}}$  *ok*

**7.12.2. DISEÑO DE ZAPATA CORRIDA MEDIANTE VIGA DE CIMENTACIÓN EN EL SENTIDO X.**



<b><i>Qadm:</i></b>	<b>8</b>	<b>ton/m<sup>2</sup></b>
<b><i>Long:</i></b>	<b>36,5</b>	<b>mtrs</b>
<b><i>Base:</i></b>	<b>1,5</b>	<b>mtrs</b>
<b><i>E:</i></b>	<b>2,71</b>	<b>mtrs</b>

TABLA N° 22. Valores de la zapata en sentido X.

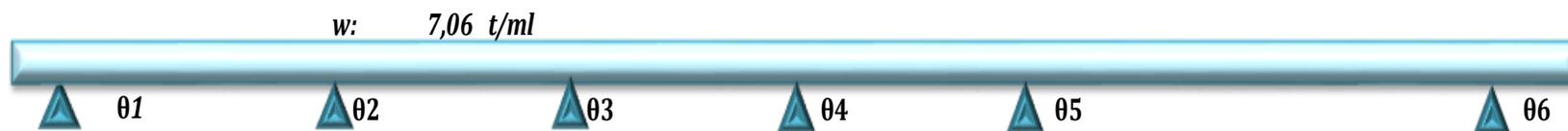
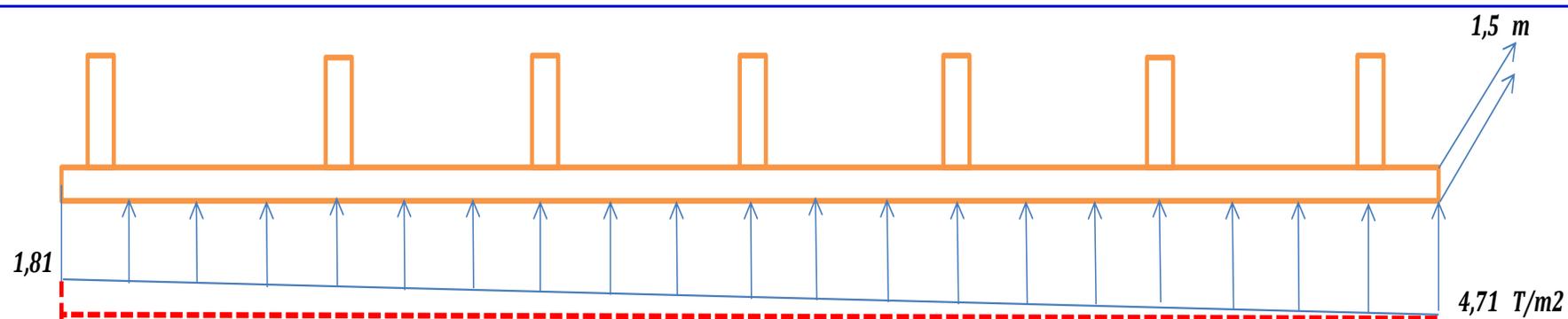
$$B = \frac{Pt}{Q_{adm} * Lon}$$

$$B = 0,61$$

$$Q_{act} = \frac{Pt}{Area} \left( 1 \pm \frac{6e}{long} \right)$$

$$Q_{ac +} = 4,71$$

$$Q_{ac -} = 1,81$$



MEP	-0,22	21,18	-21,18	21,18	-21,18	21,18	-21,18	21,18	-21,18	84,73	-84,73	0,22
$K=I/L$		0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,012	0,012	
$a=K/2$			0,012		0,012		0,012		0,012		0,006	

	$\theta 1$	$\theta 2$	$\theta 3$	$\theta 4$	$\theta 5$	$\theta 6$	(-) m	$\theta F$
$\theta 1$	0,0234	0,0117	0	0	0	0	-20,96	-1070
$\theta 2$	0,0117	0,0469	0,0117	0	0	0	0,00	351,8
$\theta 3$	0	0,0117	0,0469	0,0117	0	0	0	-336,8
$\theta 4$	0	0	0,0117	0,0469	0,0117	0	0,00	995,4
$\theta 5$	0	0	0	0,0117	0,0352	0,0059	-63,55	-3645
$\theta 6$	0	0	0	0	0,0059	0,0117	84,51	9033,8

**ECUACION GENERAL**

$$MF = MEP + (K_{\text{punto}} * \theta_{\text{punto}}) + (a_{\text{punto}} * \theta_{\text{extremo}})$$

<i>M</i>	-0,22	0,22	-25,5	25,5	-25,0	25,0	-1,8	1,8	-94,9	94,9	-0,22	0,22
<i>V</i>	1,77	21,18	21,18	21,18	21,18	21,18	21,18	21,18	21,18	42,36	42,36	1,77
	0,883	-4,21	4,21	0,1	-0,1	3,9	-3,9	-15,5	15,5	7,9	-7,9	0,883
	19,62		46,66		46,14		22,98		86,96		37,12	

## DISEÑO DE LA VIGA DE CIMENTACIÓN

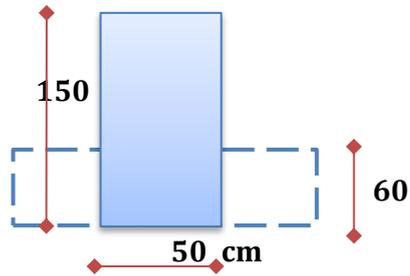


FIGURA N° 50. Predimensionamiento de Zapata.

M MAX	94,95	T-M
$f'c=$	210	kg/cm <sup>2</sup>
$f_y=$	4200	kg/cm <sup>2</sup>
$\beta_1=$	0,85	
Vmax	86,96	
r:	7	cm
d:	143	cm

TABLA N° 23. Valores para el diseño de la cimentación en el sentido X.

$$\rho = \beta_1 * \frac{f'c}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2,36 * Mu}{0,85 * f'c * b * d^2}} \right)$$

$\rho=$	0,0027
---------	--------

$$\rho \text{ min} = 0,0018$$

$$\rho \text{ max} = 0,0109$$

Nota:  $\rho \text{ min} < \rho < \rho \text{ max}$

Ok

$$A_s = \rho * b * d$$

$$A_s = 19,26 \text{ cm}^2$$

$$A_v = \frac{\pi}{4} * D^2$$

Varilla 2,2cm

$$A_v = 3,80 \text{ cm}^2$$

$$\#v = \frac{A_s}{A_v}$$

$$\#V = 5,1$$

$$S = \frac{(B - 2r) - (\#v * D)}{(\#v - 1)}$$

$$S = 4,56 \text{ cm}$$

6  $\emptyset$  22mm c/4,56cm

## DISEÑO A CORTE

$$V_{max} = 86965 \text{ kg}$$

$$V_c = \frac{V_{max}}{\emptyset} \quad \emptyset = 0,85$$

$$V_c = 102311 \text{ kg}$$

$$V_{u \text{ act}} = \frac{V_c}{b * d}$$

$$V_{u \text{ act}} = 14,31 \text{ kg}$$

$$V_s = 0,53 \sqrt{f'c}$$

$$V_s = 7,68 \text{ kg}$$

**Nota:**  $V_s > V_{u \text{ act}}$ , si no cumple usar estribos.

$$V_r = V_s * b * d$$

$$V_r = 54915 \text{ kg}$$

$$V_{as} = V_c - V_r$$

$$V_{as} = 47396 \text{ kg}$$

$$A_v = \frac{\pi}{4} * D^2$$

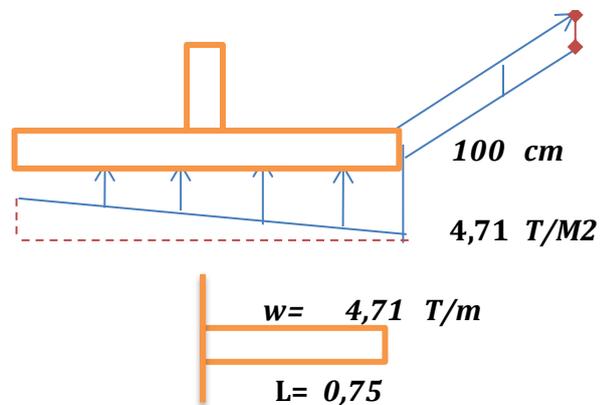
$$A_v = 2,26$$

$$S = \frac{A_v * f_y * d}{V_{as}}$$

<b>S= 28,7 cm</b>
-------------------

$\emptyset 12mm \text{ c}/28,7cm$

### DISEÑO DEL ACERO TRANSVERSAL



$f'c =$	210	$kg/cm^2$
$f_y =$	4200	$kg/cm^2$
$\beta_1 =$	0,85	
$r =$	7	$cm$
$d =$	53	$cm$
$h =$	60	$cm$
$m \text{ max} =$	1,32	$ton$
$v \text{ max} =$	3,53	$t.m$

TABLA N° 24. Valores para el diseño del acero transversal en sentido X.

$$\rho = \beta_1 * \frac{f'c}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2,36 * Mu}{0,85 * f'c * b * d^2}} \right)$$

<b><math>\rho = 0,0001</math></b>
-----------------------------------

$$\rho \text{ min} = 0,0018$$

$$\rho \text{ max} = 0,0109$$

Nota:  $\rho \text{ min} < \rho < \rho \text{ max}$

Use cuantía mínima

$$As = \rho * b * d$$

$$As = 9,54 \text{ cm}^2$$

$$Av = \frac{\pi}{4} * D^2$$

Varilla 1,6cm

$$Av = 2,01 \text{ cm}^2$$

$$\#v = \frac{As}{Av}$$

$$\#V = 4,74$$

$$S = \frac{(B - 2r) - (\#v * D)}{(\#v - 1)}$$

$$S = 19,50 \text{ cm}$$

**5  $\emptyset$  1,6mm c/19,50mm**

## DISEÑO A CORTE

$$V_{max} = 3530 \quad kg$$

$$V_c = \frac{V_{max}}{\phi} \quad \phi = 0,85$$

$$V_c = 4153 \quad kg$$

$$V_{u \text{ act}} = \frac{V_c}{b * d}$$

$$V_{u \text{ act}} = 0,78 \quad kg$$

$$V_s = 0,53\sqrt{f'c}$$

$$V_s = 7,68 \quad kg$$

**Nota:**  $V_s > V_{u \text{ act}}$  *ok*

## **8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **8.1. CONCLUSIONES.**

De acuerdo a la investigación realizada se determinaron las siguientes conclusiones:

Los cálculos y diseños fueron realizados cumpliendo con lo que establece el ACI-318, la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11 y las normas LRFD, para este tipo estructuras.

Los cálculos a tracción y compresión en las barras de la estructura se realizaron utilizando el método ASD.

El uso de software informático para este tipo de cálculos es una herramienta valiosa ya que permite resultados más exactos y acorde a diversas normas establecidas para edificaciones como esta.

Para el diseño de los planos arquitectónicos de la cercha metálica se utilizaron los datos obtenidos del SAP-2000, ya que el prediseño de las cercha por el método de los nudos que se detalla en la parte superior de este texto sufrió variaciones en cuanto a su dimensiones y longitud.

Los cálculos fueron realizados asumiendo una fuerza admisible de suelo de  $8\text{tn/m}^2$  ya que el área para edificar este laboratorio aún no está determinada.

El diseño del sistema de reacción es similar al del laboratorio de estructuras de la universidad Politécnica en la ciudad de Quito, pero con ciertas modificaciones en su altura y espesores.

## **8.2.RECOMENDACIONES.**

En base a las conclusiones obtenidas en el inciso anterior, a continuación se detallan las siguientes recomendaciones:

Si las autoridades universitarias deciden poner en marcha esta obra basándose en estos cálculos, lo primero que se debe de realizar es un estudio de suelo del lugar donde se construirá a fin de determinar la capacidad admisible del mismo y adaptarla a esos diseños.

Toda obra civil debe de estar a cargo de un profesional, por lo tanto es fundamental que quienes estén al frente de este proyecto de llegarse a dar sean Ingenieros Civiles, ya que serán capaces de tomar cualquier decisión en caso de que se tenga que cambiar o mejorar los cálculos y los diseños.

Los sistemas de reacción son estructuras capaces de resistir esfuerzos bastante altos, por lo que se debe tener especial cuidado al momento del armado respetando lo establecido en los planos arquitectónicos; así mismo se deberán respetar las normas al momento del vaciado del hormigón.

El SAP-2000 es una herramienta muy útil que modela estructuras de cualquier tipo, pero hay que tener mucho cuidado al momento de ingresar los datos en el programa ya que datos inapropiados podrían tener resultados graves en la concepción del diseño.

Cuando se realicen cálculos como este es necesario tener conocimiento de ingeniería estructural para la interpretación de los datos y para poder dar soluciones a los distintos problemas que se puedan presentar.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- McCormac, J. C. (s.f.). *DISEÑO DE ESTRUCTURAS METALICAS. Metodo ASD 4° Edición.*
- MEJIA, C. A. (2005). *CURSO BASICO DE ESTRUCTURAS MEATLICAS.*  
NEC-11. (2011).
- NILSON, A. H. (s.f.). *DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO* (DUODECIMA ed.).
- ROBLES, G. C. (s.f.). *ASPECTOS FUNDAMENTALES DE CONCRETO REFORZADO* (CUARTA ed.).
- ROMO, M. (s.f.). TEMAS DE HORMIGON ARMADO. En M. ROMO, *TEMAS DE HORMIGON ARMADO* (pág. 20).
- SEPULVEDA, F. (2009). CERCHAS RETICULADAS. Obtenido de [file:///D:/Descargas/representacion%20grafica\\_3\\_cerchas%20reticuladas%202%20\(1\).pdf](file:///D:/Descargas/representacion%20grafica_3_cerchas%20reticuladas%202%20(1).pdf)

## 10.ANEXOS

**ANEXO N° 1**  
**PRESUPUESTO DE LA**  
**OBRA**

Para el elaboración del presupuesto del Laboratorio de Estructuras se tomaron en cuentas los precios de los materiales vigentes en el mercado, los costos de la mano de obra son los registrados en la Contraloria General del Estado para el año 2015.

Los costo indirectos para este proyecto son del 25%, tal como los establecen las leyes de contratación publica. El valor total del proyecto esta estimado en \$1006635,22 (Un millon seis mil seicientos treinta y cinco 22/100 dolares) si se decide hacerlo por contratación publica; si la Universidad Técnica decide asumir las directrices de la obra el costo del proyecto sera \$754976,42 (Setecientos cincuenta y nueve mil novecientos setenta y seis 42/100 dolares).



**CÁLCULO ESTRUCTURAL PARA EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL,  
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE  
MANABÍ**

**TABLA DE DESCRIPCION DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL USD
1	Replanteo y Nivelación	m2	2.109,44	1,07	2.257,10
2	Excavacion Mecanica y Desalojo	m3	2.703,94	9,04	24.443,60
3	Relleno de Piedra Bola	m3	1.638,75	18,76	30.742,95
4	Hormigon Simple en Zapata Corrida, f'c=210 kg/cm2	m3	906,15	220,82	200.096,04
5	Hormigon Simple en Columnas, f'c=210 kg/cm2	m3	108,00	252,70	27.291,60
6	Relleno de Lastre Hidrocompactado	m3	950,95	13,75	13.075,56
7	Hormigon Simple en Viga Superior f'c=210 kg/cm2	m3	95,94	278,68	26.736,56
8	Acero de Refuerzo fy= 4200 kg/cm2	kg	100.127,72	1,98	198.252,89
9	Contrapiso de Hormigon Simple f'c=210kg/cm2 + MALLA. e=7cm	m2	1.588,25	21,65	34.385,61
10	Hormigon Simple en Sistema de Reacción f'c=350 kg/cm2	m3	142,04	298,39	42.383,32
11	Mamposteria Ladrillo Maleta	m2	2.335,59	15,64	36.528,63
12	Enlucido mortero comun ambos lados 1:3 e=2cm	m2	5.535,18	10,28	56.901,65
13	Pintura Interior y Exterior	m2	5.535,18	6,54	36.200,08
15	Cubierta Duratecho	m2	1.301,86	18,97	24.696,28
16	Estructura Metalica. Incl. Montaje y Armado.	kg	46.797,32	5,36	250.833,64
17	Canalon Tol Galvanizado	ml	99,00	14,44	1.429,56
18	Bajante Aguas Lluvias	ml	27,00	14,08	380,16
<b>TOTAL</b>					<b>1.006.635,22</b>
<b>IVA 0%</b>					
<b>SUMA TOTAL</b>					<b>1.006.635,22</b>

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Elaborado por:  
LIDER XAVIER CUSME CHINGA

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO:** CÁLCULO ESTRUCTURAL PARA EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL,  
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE  
MANABÍ

**CANTON:** PORTOVIEJO

**PROVINCIA:** MANABÍ

**RUBRO:** REPLANTEO Y NIVELACIÓN

**UNIDAD:** m<sup>2</sup>

### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M.O)					0,01
EQUIPO TOPOGRAFICO	1,00	3,50	3,50	0,020	0,07
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,08</b>

### MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
TOPOGRAFO (CAT. C1)	1,00	3,57	3,57	0,020	0,07
CADENERO (CAT. D2)	1,00	3,22	3,22	0,020	0,06
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,13</b>

### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=A*B
CUARTONES	UNIDAD	0,20	2,40	0,48
CLAVOS 2 1/2 "	LB	0,05	2,85	0,14
PIOLA	ROLLO	0,01	1,50	0,02
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0,64</b>

### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,85
ADMINISTRACION 7%	0,06
IMPREVISTOS 8%	0,07
UTILIDAD 10%	0,09
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>1,07</b>

Elaborado por:

LIDER XAVIER CUSME CHINGA

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO:** CÁLCULO ESTRUCTURAL PARA EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL,  
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE  
MANABÍ

**CANTON:** PORTOVIEJO

**PROVINCIA:** MANABÍ

**RUBRO:** EXCAVACIÓN Y DESALOJO MECANICO

**UNIDAD:** m<sup>3</sup>

### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M.O)					0,08
RETROEXCAVADORA	1,00	35,00	35,00	0,07	2,45
Volqueta 8m3	1,00	25,00	25,00	0,07	1,75
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>4,28</b>

### MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
MAESTRO DE OBRA (CAT. C1)	0,50	3,57	1,79	0,10	0,18
CHOFER DE VOLQUETA ( EST. OC. C1)	1,00	4,67	4,67	0,10	0,47
OPERADOR RETROEXCAVADORA (GRUPO 1)	1,00	3,57	3,57	0,10	0,36
AYUDANTE DE OPERADOR	2,00	3,18	6,36	0,10	0,64
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1,65</b>

### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=A*B
<b>SUBTOTAL O</b>				

### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	DTM	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
	A	B	C	B	C=A*B
DESALOJO	M <sup>3</sup>	6	1,20	0,18	1,30
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>1,30</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	<b>7,23</b>
ADMINISTRACION 7%	0,51
IMPREVISTOS 8%	0,58
UTILIDAD 10%	0,72
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>9,04</b>

**Elaborado por:**

LIDER XAVIER CUSME CHINGA

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO:** CÁLCULO ESTRUCTURAL PARA EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

**CANTON:** PORTOVIEJO

**PROVINCIA:** MANABÍ

**RUBRO:** RELLENO DE PIEDRA BOLA

**UNIDAD:** m<sup>3</sup>

### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M.O)					0,05
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,05</b>

### MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
MAESTRO DE OBRA (CAT. C1)	1,00	3,57	3,57	0,10	0,36
PEON	2,00	3,18	6,36	0,10	0,64
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,99</b>

### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=A*B
PIEDRA BOLA SELECCIONADA	M3	1,10	10,00	11,00
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>11,00</b>

### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	DTM	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
	A	B	C	B	C=A*B
PIEDRA BOLA	M <sup>3</sup>	15	1,10	0,18	2,97
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>2,97</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	15,01
ADMINISTRACION 7%	1,05
IMPREVISTOS 8%	1,20
UTILIDAD 10%	1,50
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>18,76</b>

Elaborado por:
LIDER XAVIER CUSME CHINGA

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO:** CÁLCULO ESTRUCTURAL PARA EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL,  
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE  
MANABÍ

**CANTON:** PORTOVIEJO

**PROVINCIA:** MANABÍ

**RUBRO:** H. SIMPLE EN ZAPATA CORRIDA F´C=210 Kg/cm<sup>2</sup>

**UNIDAD:** m<sup>3</sup>

### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M.O) CONCRETERA	1,00	5,00	5,00	3,50	3,98 17,50
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>21,48</b>

### MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
MAESTRO DE OBRA (CAT. C1)	1,00	3,57	3,57	3,50	12,50
ALBAÑIL (CAT. D2)	2,00	3,22	6,44	3,50	22,54
PEON (CAT. E2)	4,00	3,18	12,72	3,50	44,52
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>79,56</b>

### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=A*B
CEMENTO	SC	7,02	7,60	53,35
RIPIO	m <sup>3</sup>	0,83	13,00	10,74
ARENA	m <sup>3</sup>	0,59	10,00	5,86
AGUA	m <sup>3</sup>	0,18	1,50	0,27
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>70,22</b>

### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	DTM	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			C	B	C=A*B
ARENA	M <sup>3</sup>	30	0,59	0,18	3,16
RIPIO	M <sup>3</sup>	15	0,83	0,18	2,23
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>5,39</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	176,65
ADMINISTRACION 7%	12,37
IMPREVISTOS 8%	14,13
UTILIDAD 10%	17,67
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>220,82</b>

Elaborado por:
LIDER XAVIER CUSME CHINGA

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO:** CÁLCULO ESTRUCTURAL PARA EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

**CANTON:** PORTOVIEJO

**PROVINCIA:** MANABÍ

**RUBRO:** HORMIGON SIMPLE EN COLUMNAS  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

**UNIDAD:** m<sup>3</sup>

### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M.O)					3,98
CONCRETERA	1,00	5,00	5,00	3,50	17,50
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>21,48</b>

### MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
MAESTRO DE OBRA (CAT. C1)	1,00	3,57	3,57	3,50	12,50
ALBAÑIL (CAT. D2)	2,00	3,22	6,44	3,50	22,54
PEON (CAT. E2)	4,00	3,18	12,72	3,50	44,52
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>79,56</b>

### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=A*B
CEMENTO	SC	7,02	7,60	53,35
RIPIO	m <sup>3</sup>	0,83	13,00	10,74
ARENA	m <sup>3</sup>	0,59	10,00	5,86
AGUA	m <sup>3</sup>	0,18	1,50	0,27
TABLAS DE ENCOFRADO	u	5,00	4,00	20,00
CLAVOS DE 2 1/2"	kg	0,25	2,85	0,71
CUARTON	u	2,00	2,40	4,80
<b>SUBTOTAL M</b>				<b>95,73</b>

### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	DTM	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			C	B	C=A*B
ARENA	M <sup>3</sup>	30	0,59	0,18	3,16
RIPIO	M <sup>3</sup>	15	0,83	0,18	2,23
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>5,39</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>202,16</b>
<b>ADMINISTRACION 7%</b>	<b>14,15</b>
<b>IMPREVISTOS 8%</b>	<b>16,17</b>
<b>UTILIDAD 10%</b>	<b>20,22</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>252,70</b>

Elaborado por:
LIDER XAVIER CUSME CHINGA

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO:** CÁLCULO ESTRUCTURAL PARA EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL,  
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE  
MANABÍ

**CANTON:** PORTOVIEJO

**PROVINCIA:** MANABÍ

**RUBRO:** ACERO DE REFUERZO  $F_y=4200$  kg/cm<sup>2</sup>

**UNIDAD:** KG

### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C = A*B$	R	$D=C*R$
HERRAMIENTAS MENORES (5% M.O)					0,01
CIZALLA	1,00	0,20	0,20	0,050	0,01
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,02</b>

### MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C = A*B$	R	$D=C*R$
FIERRERO	1,00	3,22	3,22	0,030	0,10
AYUDANTE DE FIERRERO	2,00	3,18	6,36	0,030	0,19
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,29</b>

### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	$C=A*B$
Acero estructural $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	KG	1,00	1,21	1,21
Alambre galv. #18	KG	0,02	2,25	0,05
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>1,27</b>

### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	$C=A*B$
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1,58
ADMINISTRACION 7%	0,11
IMPREVISTOS 8%	0,13
UTILIDAD 10%	0,16
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>1,98</b>

<b>Elaborado por:</b>
LIDER XAVIER CUSME CHINGA

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO:** CÁLCULO ESTRUCTURAL PARA EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

**CANTON:** PORTOVIEJO

**PROVINCIA:** MANABÍ

**RUBRO:** RELLENO DE LASTRE HIDROCOMPACTADO

**UNIDAD:** m<sup>3</sup>

### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M.O)					0,10
COMPACTADOR MANUAL	1,00	4,00	4,00	0,20	0,80
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,90</b>

### MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
MAESTRO DE OBRA (CAT. C1)	1,00	3,57	3,57	0,20	0,71
PEON (CAT. E2)	2,00	3,18	6,36	0,20	1,27
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1,99</b>

### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=A*B
MATERIAL DE MEJORAMIENTO	m <sup>3</sup>	1,05	5,00	5,25
AGUA	m <sup>3</sup>	0,010	1,50	0,02
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>5,27</b>

### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	DTM	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
	A	B	C	B	C=A*B
MATERIAL DE MEJORAMIENTO	M <sup>3</sup>	15	1,05	0,18	2,84
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>2,84</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>11,00</b>
ADMINISTRACION 7%	0,77
IMPREVISTOS 8%	0,88
UTILIDAD 10%	1,10
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>13,75</b>

Elaborado por:
LIDER XAVIER CUSME CHINGA

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y FISCALIZACIÓN**

**PROYECTO:** CÁLCULO ESTRUCTURAL PARA EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

**CANTON:** PORTOVIEJO

**PROVINCIA:** MANABÍ

**RUBRO:** CONTRAPISO MAS MALLA ELECTROSOLDADA H=0,07cm

**UNIDAD:** m<sup>2</sup>

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M.O)					0,27
CONCRETERA	1,00	5,00	5,00	0,40	2,00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>2,27</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
MAESTRO DE OBRA (CAT. C1)	1,00	3,57	3,57	0,40	1,50
ALBAÑIL	1,00	3,22	3,22	0,40	1,29
PEON	2,00	3,18	6,36	0,40	2,54
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>5,33</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=A*B
CEMENTO	kg	35,00	0,15	5,25
ARENA	m3	0,06	7,00	0,42
RIPIO	m3	0,08	12,50	1,00
AGUA	m3	0,01	1,50	0,02
MALLA ARMEX R-2106 (15X15)cm D=4,5mm	m2	1,00	2,50	2,50
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>9,19</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	DTM	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C	D=A*B*C
ARENA	M <sup>3</sup>	30	0,06	0,18	0,32
RIPIO	M3	15	0,08	0,18	0,22
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,54</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>17,32</b>
<b>ADMINISTRACION 7%</b>	<b>1,21</b>
<b>IMPREVISTOS 8%</b>	<b>1,39</b>
<b>UTILIDAD 10%</b>	<b>1,73</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>21,65</b>

Elaborado por:
LIDER XAVIER CUSME CHINGA

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO:** CÁLCULO ESTRUCTURAL PARA EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

**CANTON:** PORTOVIEJO

**PROVINCIA:** MANABÍ

**RUBRO:** HORMIGON SIMPLE EN SISTEMA DE REACCIÓN  $f_c=350 \text{ Kg/cm}^2$

**UNIDAD:** m<sup>3</sup>

### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M.O) CONCRETERA	1,00	5,00	5,00	4,00	4,55 20,00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>24,55</b>

### MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
MAESTRO DE OBRA (CAT. C1)	1,00	3,57	3,57	4,00	14,28
ALBAÑIL (CAT. D2)	2,00	3,22	6,44	4,00	25,76
PEON (CAT. E2)	4,00	3,18	12,72	4,00	50,88
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>90,92</b>

### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=A*B
CEMENTO PORTLAND	SC	9,25	7,60	70,30
RIPIO	m <sup>3</sup>	0,88	13,00	11,44
ARENA	m <sup>3</sup>	0,43	10,00	4,30
AGUA	m <sup>3</sup>	0,20	1,50	0,30
TABLAS DE ENCOFRADO	u	6,00	4,00	24,00
CLAVOS DE 2 1/2"	kg	0,35	2,85	1,00
CUARTON	u	3,00	2,40	7,20
<b>SUBTOTAL M</b>				<b>118,54</b>

### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	DTM	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			C	B	C=A*B
ARENA	M <sup>3</sup>	30	0,43	0,18	2,32
RIPIO	M <sup>3</sup>	15	0,88	0,18	2,38
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>4,70</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>238,71</b>
<b>ADMINISTRACION 7%</b>	<b>16,71</b>
<b>IMPREVISTOS 8%</b>	<b>19,10</b>
<b>UTILIDAD 10%</b>	<b>23,87</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>298,39</b>

Elaborado por:
LIDER XAVIER CUSME CHINGA

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO:** CÁLCULO ESTRUCTURAL PARA EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL,  
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE  
MANABÍ

**CANTON:** PORTOVIEJO

**PROVINCIA:** MANABÍ

**RUBRO:** MAMPOSTERIA DE LADRILLO MALETA

**UNIDAD:** m<sup>2</sup>

### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M.O)					0,18
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,18</b>

### MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
MAESTRO DE OBRA (CAT. C1)	1,00	3,57	3,57	0,28	1,00
ALBAÑIL (CAT. D2)	1,00	3,22	3,22	0,28	0,90
PEON (CAT. E2)	2,00	3,18	6,36	0,28	1,78
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>3,68</b>

### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=A*B
CEMENTO PORTLAND	SC	0,25	7,60	1,90
ARENA	m <sup>3</sup>	0,15	10,00	1,50
AGUA	m <sup>3</sup>	0,08	1,50	0,12
LADRILLO MALETA	u	24,00	0,18	4,32
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>7,84</b>

### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	DTM	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			C	B	C=A*B
ARENA	M <sup>3</sup>	30	0,15	0,18	0,81
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,81</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>12,51</b>
ADMINISTRACION 7%	0,88
IMPREVISTOS 8%	1,00
UTILIDAD 10%	1,25
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>15,64</b>

Elaborado por:
LIDER XAVIER CUSME CHINGA

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO:** CÁLCULO ESTRUCTURAL PARA EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL,  
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE  
MANABÍ

**CANTON:** PORTOVIEJO

**PROVINCIA:** MANABÍ

**RUBRO:** H. ARMADO EN VIGAS SUPERIORES  $f'c=210\text{Kg}/\text{cm}^2$

**UNIDAD:**  $\text{m}^3$

### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C = A*B$	R	$D=C*R$
HERRAMIENTAS MENORES (5% M.O)					5,11
CONCRETERA	1,00	5,00	5,00	4,50	22,50
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>27,61</b>

### MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C = A*B$	R	$D=C*R$
MAESTRO DE OBRA (CAT. C1)	1,00	3,57	3,57	4,50	16,07
ALBAÑIL (CAT. D2)	2,00	3,22	6,44	4,50	28,98
PEON (CAT. E2)	4,00	3,18	12,72	4,50	57,24
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>102,29</b>

### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	$C=A*B$
CEMENTO	SC	7,02	7,60	53,35
RIPIO	$\text{m}^3$	0,83	13,00	10,74
ARENA	$\text{m}^3$	0,59	10,00	5,86
AGUA	$\text{m}^3$	0,18	1,50	0,27
TABLAS DE ENCOFRADO	u	4,00	4,00	16,00
CLAVOS DE 2 1/2"	Kg	0,50	2,85	1,43
<b>SUBTOTAL M</b>				<b>87,65</b>

### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	DTM	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			C	B	$C=A*B$
ARENA	$\text{M}^3$	30	0,59	0,18	3,16
RIPIO	$\text{M}^3$	15	0,83	0,18	2,23
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>5,39</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>222,94</b>
ADMINISTRACION 7%	15,61
IMPREVISTOS 8%	17,84
UTILIDAD 10%	22,29
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>278,68</b>

Elaborado por:
LIDER XAVIER CUSME CHINGA

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO:** CÁLCULO ESTRUCTURAL PARA EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

**CANTON:** PORTOVIEJO

**PROVINCIA:** MANABÍ

**RUBRO:** ENLUCIDO MORTERO COMUN EN PAREDES, AMBOS LADOS

**UNIDAD:** m<sup>2</sup>

### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M.O)					0,23
ANDAMIO	1,00	1,85	1,85	0,35	0,65
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,88</b>

### MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
MAESTRO DE OBRA (CAT. C1)	1,00	3,57	3,57	0,35	1,25
ALBAÑIL	1,00	3,22	3,22	0,35	1,13
PEON (CAT. E2)	2,00	3,18	6,36	0,35	2,23
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>4,60</b>

### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=A*B
CEMENTO	SACO	0,25	7,60	1,90
ARENA	m3	0,06	10,00	0,60
AGUA	m3	0,01	1,50	0,02
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>2,52</b>

### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	DTM	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		B	C	B	C=A*B
ARENA	M <sup>3</sup>	20	0,06	0,18	0,22
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,22</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	8,22
ADMINISTRACION 7%	0,58
IMPREVISTOS 8%	0,66
UTILIDAD 10%	0,82
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>10,28</b>

Elaborado por:
LIDER XAVIER CUSME CHINGA

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO:** CÁLCULO ESTRUCTURAL PARA EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL,  
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE  
MANABÍ

**CANTON:** PORTOVIEJO

**PROVINCIA:** MANABÍ

**RUBRO:** PINTURA INTERIOR

**UNIDAD:** M<sup>2</sup>

### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M.O)					0,13
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,13</b>

### MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
PINTOR (CAT.D2)	1,00	3,22	3,02	0,45	1,36
AYUDANTE DE PINTOR (CAT. E2)	1,00	3,18	2,78	0,45	1,25
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>2,61</b>

### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=A*B
PINTURA DE CAUCHO	GLN	0,10	18,00	1,80
LIJA	HOJA	0,10	0,65	0,07
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>1,87</b>

### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	4,61
ADMINISTRACION 7%	0,32
IMPREVISTOS 8%	0,37
UTILIDAD 10%	0,46
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>5,76</b>

Elaborado por:

LIDER XAVIER CUSME CHINGA

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO:** CÁLCULO ESTRUCTURAL PARA EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL,  
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE  
MANABÍ

**CANTON:** PORTOVIEJO

**PROVINCIA:** MANABÍ

**RUBRO:** PINTURA EXTERIOR

**UNIDAD:** M<sup>2</sup>

### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M.O)					0,16
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,16</b>

### MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
PINTOR (CAT.D2)	1,00	3,22	3,02	0,55	1,66
AYUDANTE DE PINTOR (CAT. E2)	1,00	3,18	2,78	0,55	1,53
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>3,19</b>

### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=A*B
PINTURA DE CAUCHO	GLN	0,10	18,00	1,80
LIJA	HOJA	0,12	0,65	0,08
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>1,88</b>

### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	5,23
ADMINISTRACION 7%	0,37
IMPREVISTOS 8%	0,42
UTILIDAD 10%	0,52
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>6,54</b>

Elaborado por:

LIDER XAVIER CUSME CHINGA

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO:** CÁLCULO ESTRUCTURAL PARA EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL,  
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE  
MANABÍ

**CANTON:** PORTOVIEJO

**PROVINCIA:** MANABÍ

**RUBRO:** CUBIERTA DURATECHO

**UNIDAD:** U

### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M.O)					0,08
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,08</b>

### MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
INSTALADOR	1,00	3,57	3,57	0,10	0,36
AYUDANTE	4,00	3,18	12,72	0,10	1,27
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1,63</b>

### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=A*B
GALVALUNE e=0,4mm	M2	1,00	9,63	9,63
PERNOS AUTOPERFORABLES	U	4,0	0,06	0,24
PINTURA ANTICORROSIVA	GL	0,2	18,00	3,60
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>13,47</b>

### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	DTM	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			C	B	C=A*B
<b>SUBTOTAL P</b>					

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	15,18
ADMINISTRACION 7%	1,06
IMPREVISTOS 8%	1,21
UTILIDAD 10%	1,52
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>18,97</b>

Elaborado por:

LIDER XAVIER CUSME CHINGA

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO:** CÁLCULO ESTRUCTURAL PARA EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

**CANTON:** PORTOVIEJO

**PROVINCIA:** MANABÍ

**RUBRO:** ESTRUCTURA METALICA

**UNIDAD:** KG

### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES (5% M.O)					0,05
SOLDADORA	1,00	3,00	3,00	0,035	0,11
GRUA	1,00	30,00	30,00	0,035	1,05
ANDAMIO METALICOS	2,00	1,85	3,70	0,035	0,13
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1,33</b>

### MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
PEON	3,00	3,18	9,54	0,065	0,62
MAESTRO DE OBRA (CAT. C1)	1,00	3,57	3,57	0,065	0,23
MAESTRO INSTALADOR	1,00	3,22	3,22	0,065	0,21
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1,06</b>

### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=A*B
ACERO ESTRUCTURAL EN PERFILES	KG	1,05	1,35	1,42
SOLDADURA	KG	0,10	3,00	0,30
PINTURA ANTICORROSIVA	GL	0,01	18,00	0,18
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>1,90</b>

### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
<b>SUBTOTAL P</b>				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>4,29</b>
ADMINISTRACION 7%	0,30
IMPREVISTOS 8%	0,34
UTILIDAD 10%	0,43
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>5,36</b>

**Elaborado por:**

LIDER XAVIER CUSME CHINGA

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO:** CÁLCULO ESTRUCTURAL PARA EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL,  
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE  
MANABÍ

**CANTON:** PORTOVIEJO

**PROVINCIA:** MANABÍ

**RUBRO:** BAJANTE DE AGUAS LLUVIAS DE 110MM

**UNIDAD:** ML

### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES 5% M.O.					0,16
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,16</b>

### MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D=C*R
PLOMERO	1,00	3,22	3,22	0,50	1,61
AYUDANTE	1,00	3,18	3,18	0,50	1,59
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>3,20</b>

### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=A*B
TUBERIA PVC ESPECIAL DESAGUE 4" x 3m	ML	1,00	4,70	4,70
KALIPEGA	GLN	0,01	20,00	0,20
codo 90°- 4"	U	1,00	3,00	3,00
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>7,90</b>

### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	DTM	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C	D=A*B*C
<b>SUBTOTAL P</b>					

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>11,26</b>
ADMINISTRACION 7%	0,79
IMPREVISTOS 8%	0,90
UTILIDAD 10%	1,13
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>14,08</b>

Elaborado por:

LIDER XAVIER CUSME CHINGA

**ANEXO N° 2**  
**ESPECIFICACIONES**  
**TÉCNICAS**

### **1. RUBRO: REPLANTEO Y NIVELACIÓN.**

Corresponde a la ubicación en el terreno de los ejes y niveles, en base a los planos respectivos o a las órdenes del Fiscalizador, esto como paso previo a la construcción.

**UNIDAD: M2**

**MEDICION Y PAGO:** La medición se hará por metros cuadrados, y su pago se realizara de acuerdo a la cantidad real ejecutada medida en el terreno, una vez aprobada por el Fiscalizador.

### **2. RUBRO: EXCAVACIÓN MECÁNICA Y DESALOJO.**

Consiste en la excavación a máquina del suelo en los lugares donde se necesite desalojar el material para dar paso a la cimentación de la estructura.

El material desalojado será retirado en volquetes a algún lugar determinado por el contratista siempre y cuando no afecte a terceros o al ornato de la ciudad.

**UNIDAD: M3**

**MEDICION Y PAGO:** Se medirá por metros cúbicos, y su pago se realizara de acuerdo a los volúmenes reales ejecutados en el terreno, una vez aprobada por el Fiscalizador.

### **3. RUBRO: RELLENO DE PIEDRA BOLA.**

Los rellenos se realizaran con piedra bola seleccionada en los lugares donde los indique el proyecto; antes de la colocación de la piedra el terreno deberá estar libre de materia orgánica.

**UNIDAD: M3**

**MEDICION Y PAGO:** La cantidad a pagarse por la colocación de la piedra bola, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Fiscalizador.

**4. RUBRO: HORMIGÓN SIMPLE EN ZAPATA CORRIDA**  
 **$f'c=210\text{kg/cm}^2$ .**

Es el hormigón de determinada resistencia, que se lo utiliza para la conformación de plintos, zapatas, losas y vigas de cimentación, y es la base de la estructura de hormigón que requiere el uso de encofrados (parciales o totales) y acero de refuerzo.

El objetivo es la construcción de losas de cimentación de hormigón, plintos y/o las vigas, especificados en planos estructurales y demás documentos del proyecto. Incluye el proceso de fabricación, vertido y curado del hormigón.

**UNIDAD:** Metro cúbico (m<sup>3</sup>).

**REQUERIMIENTOS PREVIOS:**

Revisión de los diseños del hormigón a ejecutar y los planos del proyecto.

Terminadas las excavaciones y/o mejoramiento de suelos, con las pendientes requeridas, instalaciones bajo el suelo, sistemas de drenaje, hormigón de replantillo y sistema de impermeabilización.

Terminado la colocación del acero de refuerzo, separadores, elementos de alivianamiento e instalaciones empotradas.

Trazado de niveles y colocación de guías que permitan una fácil determinación del espesor de la zapata. Verificación de dimensiones y niveles en encofrados de viga.

Determinación de las juntas de construcción (machihembradas preferiblemente) y de las cintas de impermeabilización.

Verificación de que los encofrados o superficies de apoyo se encuentran listos, estables y húmedos para recibir el hormigón.

Tipo, dosificación, instrucciones y recomendaciones al utilizar aditivos.

Fiscalización aprobará la colocación del acero de refuerzo e indicará que se puede iniciar con el hormigonado.

#### **DURANTE LA EJECUCIÓN:**

Verificación de niveles y cualquier deformación de los encofrados, especialmente de los que conforman los costados de la losa, plintos y de las vigas de cimentación y su sistema de arriostramiento y apuntalamiento.

Verificación de la posición del acero de refuerzo, separadores y otros elementos embebidos, cuidando y exigiendo que conserven su posición adecuada y prevista.

Control de la posición de los alivianamientos, colocación del hormigón y vibrado uniforme.

#### **POSTERIOR A LA EJECUCIÓN:**

Revisión de sistemas de instalaciones y su funcionamiento, que puedan afectarse durante el proceso de hormigonado.

Las superficies a la vista serán lisas y limpias de cualquier rebaba o desperdicio.

#### **MEDICIÓN Y PAGO:**

La medición se la hará en unidad de volumen y su pago será por metro cúbico “M3”. Se cubicará las tres dimensiones del elemento ejecutado: largo, ancho y altura; es decir el volumen real del rubro ejecutado.

### **5. RUBRO: HORMIGÓN SIMPLE EN COLUMNA DE F´C= 210 KG/CM2 DOSIF. (1:2:3)**

Es el hormigón de resistencia  $f_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$ , que se lo utiliza para la conformación de columnas y es la estructura de hormigón que requiere el uso de encofrados (parciales o totales) y acero de refuerzo. El objetivo es la construcción de

los elementos de hormigón armado, especificados en planos estructurales y demás documentos del proyecto. Incluye el proceso de fabricación, vertido y curado del hormigón.

**UNIDAD:** Metro cúbico (m.<sup>3</sup>).

**MATERIALES MÍNIMOS:**

Cemento, árido fino, árido grueso, agua, encofrado, innibidor de corrosión, plastificante reductor de agua; que cumplirán con las especificaciones técnicas de materiales.

**REQUERIMIENTOS PREVIOS:**

Revisión de los diseños del hormigón a ejecutar y los planos del proyecto.

Terminado la colocación del acero de refuerzo y separadores.

Determinación de las juntas de construcción (machihembradas preferiblemente) y de las cintas de impermeabilización.

Verificación de que los encofrados o superficies de apoyo se encuentran listos, estables y húmedos para recibir el hormigón.

Tipo, dosificación, instrucciones y recomendaciones al utilizar aditivos.

Fiscalización aprobará la colocación del acero de refuerzo e indicará que se puede iniciar con el hormigonado.

**DURANTE LA EJECUCIÓN:**

Verificación de niveles y cualquier deformación de los encofrados, especialmente de los que conforman los costados de la columna y su sistema de arriostramiento y apuntalamiento.

Verificación de la posición del acero de refuerzo, separadores y otros elementos embebidos, cuidando y exigiendo que conserven su posición adecuada y prevista.

## **POSTERIOR A LA EJECUCIÓN:**

Revisión de sistemas de instalaciones y su funcionamiento, que puedan afectarse durante el proceso de hormigonado.

Las superficies a la vista serán lisas y limpias de cualquier rebaba o desperdicio.

Cuidados para no provocar daños al hormigón, durante el proceso de desencofrado.

Mantenimiento hasta el momento de su aprobación y/o de entrega recepción de la obra.

## **EJECUCIÓN Y COMPLEMENTACIÓN:**

Verificado el cumplimiento de los requerimientos previos, con el hormigón simple elaborado en obra o premezclado, se procederá a colocar en capas de espesor que permitan un fácil y adecuado vibrado y compactación del hormigón que se va vertiendo.

Respetando el tiempo mínimo para el desencofrado de los laterales, se cuidará de no provocar daños y desprendimientos en las aristas del elemento, y de existir se procederá a cubrir las fallas en forma inmediata, por medio de un mortero de similar características al hormigón utilizado, con los aditivos requeridos, que garanticen las reparaciones ejecutadas.

Fiscalización aprobará o rechazará la entrega del rubro concluido, que se sujetará a los resultados de las pruebas de laboratorio y de campo; así como las tolerancias y condiciones en las que se hace dicha entrega.

## **MEDICIÓN Y PAGO:**

La medición se la hará en unidad de volumen y su pago será por metro cúbico “m<sup>3</sup>”. Se cubicará las tres dimensiones del elemento ejecutado: largo, ancho y altura; es decir el volumen real del rubro ejecutado.

## **6. RUBRO: LASTRE HIDROCOMPACTADO.**

Deberá ser suelo granular, material rocoso o combinaciones de ambos, libre de material orgánico y escombros, y salvo que se especifique de otra manera, tendrá una granulometría tal que todas las partículas pasarán por un tamiz de cuatro pulgadas (100mm.) con abertura cuadrada y no más de 20 por ciento pasará el tamiz No 200 (0,075mm.) de acuerdo al ensayo AASHO-T.11.

La parte del material que pase el tamiz No (0,425mm.) deberá tener un índice de plasticidad no mayor de nueve (9) y límite líquido hasta 35% siempre que el valor del CBR sea mayor al 20%, tal como se determina en el ensayo AASHO-T-91. Material de tamaño mayor al máximo especificado, si se presenta, deberá ser retirado antes de que se incorpore al material de la obra.

El contratista deberá desmenuzar, cribar, mezclar o quitar el material, conforme sea necesario, para producir un suelo seleccionado que cumpla con las especificaciones correspondientes.

De no requerir ningún procesamiento para cumplir las especificaciones pertinentes, el suelo seleccionado será transportado desde el sitio de excavación e incorporado directamente a la obra.

En casos especiales, siempre que las características del suelo y humedad y más condiciones climáticas de la región del proyecto lo exijan, se podrá considerar otros límites en cuanto al tamaño, forma de compactar y el porcentaje de compactación exigible. Sin embargo, en estos casos, la capa de 20 cm., inmediatamente anterior al nivel de subrasante, deberá necesariamente cumplir con las especificaciones antes indicadas.

El contratista deberá dedicar a estos trabajos todo el equipo adecuado necesario para la debida y oportuna ejecución de los mismos. El equipo deberá ser mantenido en óptimas condiciones de funcionamiento.

**UNIDAD: M<sup>3</sup>**

**MEDICIÓN Y PAGO.-** La cantidad a pagarse, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el ingeniero fiscalizador, medidos en su lugar, después de la compactación, y al costo contractual.

#### **7. RUBRO: HORMIGÓN SIMPLE VIGA SUPERIOR**

El hormigón tendrá una resistencia a la compresión de  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ ; las dimensiones de los elementos y diámetros del refuerzo se indican en los detalles respectivos. Se deberán respetar las normas y los códigos de la construcción antes durante y después de la ejecución de este rubro.

**UNIDAD:**  $M^3$

**MEDICIÓN Y PAGO.-** La cantidad a pagarse será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Fiscalizador, a los precios contractuales.

#### **8. RUBRO: ACERO DE REFUERZO EN VARILLAS CORRUGADAS FY=4200 KG/CM2 (PROVISIÓN, CONF Y COLOCACIÓN)**

Serán las operaciones necesarias para cortar, doblar, conformar ganchos, soldar y colocar el acero de refuerzo que se requiere en la conformación de elementos de hormigón armado, de conformidad con los diseños y detalles mostrados en los planos en cada caso y/o las órdenes del Fiscalizador.

#### **PROCEDIMIENTO:**

Disponer de una estructura de refuerzo para el hormigón, y que consistirá en el suministro y colocación de acero de refuerzo de la clase, tipo y dimensiones que se indiquen en las planillas de hierro, planos estructurales y/o especificaciones.

Verificación en obra de los resaltes que certifican la resistencia de las varillas.

Dobles y corte en frío, a máquina o a mano. Se permitirá el uso de suelda para el corte, cuando así lo determine la fiscalización.

El constructor realizará muestras de estribos y otros elementos representativos por su cantidad o dificultad, para su aprobación y el de la fiscalización, antes de proseguir con el trabajo total requerido.

En el caso de que se requiera soldar el acero, se regirá a lo establecido en la Norma Ecuatoriana de la Construcción vigente.

Control de que las varillas se encuentren libre de pintura, grasas y otro elemento que perjudique la adherencia con el hormigón a fundir.

La separación libre entre varillas paralelas tanto horizontal como vertical no será menor de 25mm.

Durante el armado del hierro, se preverán los recubrimientos mínimos para hormigón armado y fundido en obra determinados en la Norma Ecuatoriana de la Construcción vigente.

Se realizaran amarres con alambre galvanizado # 18 en todos los cruces de varillas.

El constructor suministrará y colocará los separadores, grapas, sillas metálicas y tacos de mortero, para ubicar y fijar el acero de refuerzo, en los niveles y lugares previstos en los planos, asegurando los recubrimientos mínimos establecidos en planos.

Los empalmes serán efectuados cuando lo requieran o permitan los planos estructurales, las especificaciones o si lo autoriza el Ingeniero responsable.

Verificación del número y diámetros del acero de refuerzo colocado. Control de ubicación, amarres y niveles.

Verificación del sistema de instalaciones concluido y protegido.

Nivelación y estabilidad de los encofrados.

Cualquier cambio o modificación, aprobado por el ingeniero responsable, deberá registrarse en el libro de obra y en los planos de verificación y control de obra.

Fiscalización aprobará o rechazará la entrega del rubro concluido.

A pedido del Fiscalizador, el constructor está en la obligación de suministrar los certificados de calidad del acero de refuerzo que utilizará en el proyecto; o realizará ensayos mecánicos que garanticen su calidad.

### **MEDICIÓN Y PAGO:**

La medición será de acuerdo a la cantidad efectiva ejecutada y colocada en obra según planos del proyecto o indicaciones de la Fiscalización, la que se verificará por marcas, con la respectiva planilla de aceros del plano estructural previo a la colocación del hormigón. Su pago será por kilogramo (Kg) con aproximación a la décima.

**UNIDAD:** Kilogramo (kg.).

### **9. CONTRAPISO F 'C= 210 KG/CM<sup>2</sup> E=7CM (incluye malla electrosoldada de 150x150x4 mm)**

Este sub piso se construirá en los ambientes en que se vaya a colocar pisos de cerámico, vinílico, terrazo u otro que lo requiera. Efectuado antes del piso final sirve de apoyo y base para alcanzar el nivel requerido, proporcionando la superficie regular y plana que se necesita especialmente para pisos pegados u otros. El contrapiso es una capa conformada por la mezcla de cemento con arena en 1:4 y de un espesor mínimo de 6cm. Y acabado de 1cm con pasta 1:2. Se aplicará sobre el falso piso en los ambientes del primer piso o sobre las losas en los pisos superiores. Su acabado debe ser tal que permita la adherencia de una capa de pegamento. Se coloca antes del piso final y sirve de apoyo y base para alcanzar el nivel requerido, proporcionando la superficie regular y planta que se necesita especialmente para pisos pegados u otros.

### **PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO:**

Se verificaran los niveles de la superficie. La superficie del falso piso, se limpiara y se regara con agua.

El espesor del contrapiso se establecerá a un nivel inferior al del piso terminado. Este nivel inferior será igual el del piso terminado menos el espesor del cerámico o la loseta vitrificada.

Este sub-piso se colocara sobre la superficie de suelo perfectamente limpia, humedecida de la cimentación. La nivelación debe ser precisa, para lo cual será indispensable colocar reglas adecuadas, a fin de asegurar un acabado plano por medio de cintas debidamente alineadas y controladas respecto al nivel general de los pisos.

Se colocara malla electrosoldada de medidas 150x150x4.5mm.

La mezcla de la primera capa será seca y al apisonarla no se debe arrojar agua en la superficie; el terminado será rugoso a fin de obtener una buena adherencia con la segunda capa, la cual se colocara inmediatamente después de la primera capa y será igualmente seca. El acabado de esta última capa será rayado y con nivelación precisa.

**UNIDAD:** m<sup>2</sup>

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

La unidad de medición es (m2). Se tomara el área realmente ejecutada de acuerdo con los planos de arquitectura.

### **CONDICIONES DE PAGO**

Esta partida se pagará, previa autorización del Supervisor, por metro cuadrado (m2) de contrapiso, ejecutado de acuerdo a las especificaciones antes descritas. La partida será pagada de acuerdo al precio unitario del contrato, el cual contempla todos los costos de mano de obra, materiales, herramientas, transporte, y demás insumos e imprevistos necesarios para la ejecución de la partida.

**10. RUBRO: HORMIGÓN SIMPLE EN SISTEMA DE REACCIÓN**  
 **$f'c=350\text{kg/cm}^2$ .**

Para la construcción de este sistema de reacción se tendrá en cuenta las regulaciones de la Norma Ecuatoriana de la construcción (NEC) y las normas INEN que correspondan.

El hormigón tendrá una resistencia a la compresión de  $f'c=350\text{ Kg/cm}^2$ ; y el hierro de refuerzo será de una fluencia de  $4200\text{kg/cm}^2$ ; las dimensiones de los elementos y diámetros del refuerzo se indican en los detalles respectivos.

Se construirán respetando los diseños establecidos en los planos, cualquier modificación deberá ser notificada y aprobada por el ingeniero fiscalizador.

**UNIDAD:**  $\text{M}^3$

**MEDICIÓN Y PAGO.-** La cantidad a pagarse será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Fiscalizador, a los precios contractuales.

**11. RUBRO: MAMPOSTERIA DE LADRILLO**

La mampostería se construirá con ladrillo de arcilla común tipo maleta de 5.5cm de espesor, se arriostrarán con chicotes de 8 mm a las columnas de hormigón, tendrán 50 cm de largo y espaciadas entre sí a 45 cm., el chicote será centrado al eje del ladrillo, de acuerdo a planos.

Se construirán las mamposterías de acuerdo a los planos arquitectónicos. Será obligación del Contratista, comprobar las resistencias establecidas en estas especificaciones que no serán menores a  $10\text{ Kg/cm}^2$ .

Todas las hiladas serán perfectamente niveladas, trabadas y aplomadas. Las paredes se rematarán hasta el nivel de las vigas superiores.

Toda la mampostería irá debidamente nivelada a la altura determinada en planos, que se batirá hasta obtener una composición homogénea, la argamasa será de 2.00 cm. de espesor tanto horizontal como vertical.

**UNIDAD:** M<sup>2</sup>

**MEDICIÓN Y PAGO.-** La cantidad a pagarse, será el número de metros cuadrados efectivamente ejecutados y aceptados por el ingeniero fiscalizador, medidos en su lugar, después de la colocación, y al costo contractual.

## **12. RUBRO: ENLUCIDO VERTICAL**

Previo a la ejecución del rubro se verificarán los planos del proyecto, determinando los sitios en los que se ejecutará el enlucido y definiendo o ratificando la forma y dimensiones de filos, remates o similares y de requerirse se realizarán planos de taller. No se iniciará el rubro mientras no se concluyan todas las instalaciones (las que deberán estar probadas y verificado su funcionamiento), y otros elementos que deben quedar empotrados en la mampostería y cubiertos con en el mortero. Se cumplirán las siguientes indicaciones, previo el inicio del enlucido.

Definición y aprobación de los aditivos a utilizar, para lograr un enlucido impermeable, que permita la evaporación del vapor de agua y con una retracción mínima inicial y final prácticamente nula.

No se aplicará un enlucido, sin antes verificar que la obra de mamposterías y hormigón, estén completamente secos, fraguados, limpios de polvo, grasas y otros elementos que impidan la buena adherencia del mortero.

Verificación de las juntas entre mampostería y estructura: deben encontrarse totalmente selladas, sin rajaduras. Caso contrario se procederá a resanar las mismas, previa la ejecución de los enlucidos, mediante masillas elastoméricas o con una malla metálica galvanizada, debidamente sujeta y traslapada, que garantice la estabilidad de la junta.

Superficie áspera de la mampostería y con un acabado rehundido de las juntas, para mejorar la adherencia del mortero. Las superficies de hormigón serán martelinadas, para permitir una mejor adherencia del enlucido.

Humedecimiento previo de la superficie que va a recibir el enlucido, verificando que se conserve una absorción residual.

Durante la ejecución: Todo enlucido se iniciará por el nivel máximo superior de cada paramento o superficie a enlucir.

La máxima cantidad de preparación de mortero, será para una jornada de trabajo.

El constructor realizará un detallado y concurrente control de calidad y de la granulometría del agregado fino, el proceso de medido, mezclado y transporte del mortero, para garantizar la calidad del mismo.

Control de la ejecución de los enlucido de los filos (encuentros de dos superficies verticales) perfectamente verticales; remates y detalles que conforman los vanos de puertas y ventanas: totalmente horizontales, de anchos uniformes, sin desplomes.

Cuando se corte una etapa de enlucido se concluirá chaflanada, para obtener una mejor adherencia con la siguiente etapa.

Control de la superficie de acabado: deberán ser uniformes a la vista, conforme a la(s) muestra(s) aprobadas. Las superficies obtenidas, serán regulares, parejas, sin grietas o fisuras.

Las superficies que se inicien en una jornada de trabajo, deberán terminarse en la misma, para lo que se determinarán oportunamente las áreas a trabajarse en una jornada de trabajo, acorde con los medios disponibles.

## **POSTERIOR A LA EJECUCIÓN.**

Fiscalización realizará la recepción y posterior aprobación o rechazo del rubro ejecutado, para lo cual se observarán:

El cumplimiento de la resistencia especificada para el mortero (100kg/cm<sup>2</sup>), mediante las pruebas de las muestras tomadas durante la ejecución del rubro.

Pruebas de una buena adherencia del mortero, mediante golpes con una varilla de 12 mm de diámetro, que permita localizar posibles áreas de enlucido no adheridas suficientemente a las mamposterías. El enlucido no se desprenderá al clavar y retirar clavos de acero de 1 1/2". Las áreas defectuosas deberán retirarse y ejecutarse nuevamente.

Verificación de escuadría en uniones verticales y plomo de las aristas de unión; verificación de la nivelación de franjas y filos y anchos uniformes de las mismas, con tolerancias de +/- 2 mm. en 3000 mm. de longitud o altura.

Eliminación y limpieza de manchas, por florescencias producidas por sales minerales, salitres u otros.

Limpieza del mortero sobrante y de los sitios afectados durante el proceso de ejecución del rubro.

**UNIDAD:** m<sup>2</sup>

### **13. RUBRO: PINTURA DE EXTERIOR E INTERIOR.**

Son los trabajos de pintura, para las zonas específicas indicadas en los planos o en sitios que indique el Fiscalizador.

#### **PROCEDIMIENTO:**

Previo a la colocación de la pintura se debe delimitar el área de pintura, estas áreas deben estar libres de polvo, aceites grasas, etc.

Una vez concluido todo el proceso de pintura de esmalte, Fiscalización efectuará la verificación de que éste rubro se encuentre perfectamente terminado.

**MEDICIÓN Y PAGO.-** La medición será de acuerdo a la cantidad pintada. Su pago será por metro cuadrado (m2).

**UNIDAD:** Metro cuadrado (m2).

#### **14. RUBRO: CUBIERTAS ESTRUCTURA METÁLICA DIPANEL.**

La cubierta será de galvalume  $e=0,4\text{mm}$  y se montarán sobre estructura metálicas, correas metálicas de sección variable tal como se muestran en los planos arquitectónicos.

Los elementos de fijación de las chapas con la estructura serán tornillos autoperforantes. La separación máxima entre apoyos de las cubiertas está determinada en los diseños.

**UNIDAD:** M2

**MEDICIÓN Y PAGO.-** Será por m2 efectivamente ejecutada, verificada en sitio y aprobada por la administración o fiscalización.

#### **15. RUBRO: ESTRUCTURA METÁLICA.**

La estructura estará apoyada sobre las columnas de hormigón armado ancladas a este mediante una placa metálica de espesor 1mm, será diseñada en perfiles UPN de secciones variables tal como lo indican los planos estructurales, sobre la estructura metálica estarán colocadas los largueros en los cuales a la vez se apoyara la cubierta de galvalume.

Los perfiles serán unidos mediante soldadura especial haciendo un cordón en las uniones de los perfiles, luego de la soldadura recibirá un tratamiento de limpieza y pintura anticorrosiva.

**UNIDAD:** M2

**MEDICIÓN Y PAGO.-** Será por m2 efectivamente ejecutada, verificada en sitio y aprobada por la administración o fiscalización.

## **16. CANALON TOL GALVANIZADO**

Son considerados aquellos elementos, que serán instalados para conducción de aguas lluvias recogidas de las cubiertas.

**UNIDAD:** metros lineales (m).

**MEDICIÓN Y PAGO:** La medición se la hará en metros lineales “m”; contabilizadas en obra correctamente instaladas y verificadas por fiscalización.

## **17. RUBRO: BAJANTE DE AGUAS LLUVIAS**

Son considerados aquellos elementos, que serán instalados en los extremos de los canalones a fin de conducir las aguas desde la cubierta hacia los sistemas de alcantarillado pluvial.

**UNIDAD:** metros lineales (m).

**MATERIALES MÍNIMOS:** Tubos PVC 4”, Codo 90° - “4”

**MEDICIÓN Y PAGO:** La medición se la hará en metros lineales “m”; contabilizadas en obra correctamente instaladas y verificadas por fiscalización.

**ANEXO N° 3**  
**CALCULO DEL**  
**CORTANTE BASAL**

Para el cálculo del cortante basal se estimó un suelo tipo E, cabe indicar que al momento de ser puesto en marcha el proyecto se debe realizar los ensayos del suelo a fin de determinar las condiciones del suelo donde se valla a construir esta edificación.

El valor Z se determinó considerando la zona de diseño del proyecto, para nuestro caso este valor será:

EL LIMON	PORTOVIEJO	PORTOVIEJO	MANABI	0.50
CALDERON	ABDON CALDERON (SAN FRANCISCO)	PORTOVIEJO	MANABI	0.50
PORTOVIEJO	PORTOVIEJO	PORTOVIEJO	MANABI	0.50
SAN PLACIDO	SAN PLACIDO	PORTOVIEJO	MANABI	0.50

**TABLA N° 25. Valor Z para zonas de Portoviejo.**

El factor de importancia se lo considero en función de los servicios que prestara este proyecto, teniendo en cuenta que tendrá un servicio académico para la escuela de Ingeniería Civil.

<b>Categoría</b>	<b>Tipo de uso, destino e importancia</b>	<b>Factor</b>
Edificaciones esenciales y/o peligrosas	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

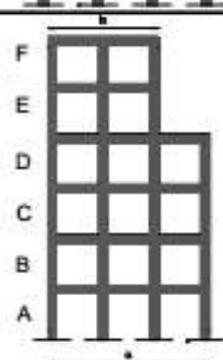
**TABLA N° 26. Tipo de uso, destino e importancia de la Edificación.**

El coeficiente de configuración en planta el cual indica que la estructura es irregular.

<p><b>Tipo 2 - Retrocesos excesivos en las esquinas</b> <math>\phi_{tr}=0.9</math>  <math>A &gt; 0.15B</math> y <math>C &gt; 0.15D</math></p> <p>La configuración de una estructura se considera irregular cuando presenta entrantes excesivos en sus esquinas. Un entrante en una esquina se considera excesivo cuando las proyecciones de la estructura, a ambos lados del entrante, son mayores que el 15% de la dimensión de la planta de la estructura en la dirección del entrante.</p>	
---	---

**TABLA N° 27. Coeficiente de Irregularidades en Planta.**

El coeficiente de configuración en elevación indica que la estructura presenta irregularidades.

<p><b>Tipo 3 - Irregularidad geométrica</b>  <math>\phi_{tr}=0.9</math></p> <p><math>a &gt; 1.3 b</math></p> <p>La estructura se considera irregular cuando la dimensión en planta del sistema resistente en cualquier piso es mayor que 1.3 veces la misma dimensión en un piso adyacente, exceptuando el caso de los altillos de un solo piso.</p>	
--	--

**TABLA N° 28. Coeficiente de Irregularidades en Elevación.**

Los coeficientes de ampliación  $F_a$ ,  $F_s$ ,  $F_d$  son considerados en base al tipo de suelo con el que estoy trabajando.

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
	valor Z (Aceleración esperada en roca, 'g)	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq 0.5$
A		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B		1	1	1	1	1	1
C		1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D		1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.15
E		1.8	1.5	1.4	1.28	1.15	1.05
F		ver nota					

**TABLA N° 29. Factores de Sitio  $F_a$  para diferentes tipos de suelo.**

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
	valor Z (Aceleración esperada en roca, 'g)	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B		1	1	1	1	1	1
C		1.6	1.5	1.4	1.35	1.3	1.25
D		1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
E		2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F		ver nota					

**TABLA N° 30. Factores de Sitio Fd para diferentes tipos de suelo.**

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
	valor Z (Aceleración esperada en roca, 'g)	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C		1	1.1	1.2	1.25	1.3	1.45
D		1.2	1.25	1.3	1.4	1.5	1.65
E		1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F		ver nota					

**TABLA N° 31. Factores de Sitio Fs para diferentes tipos de suelo.**

Todos los valores obtenidos en la siguiente tabla fueron obtenidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción, Capítulo 2, Peligro Sísmico y Requisitos de Diseño Sismo Resistente:

DATOS	
Tipo de Suelo	E
Z=	0,50
I=	1,50
$\Phi P=$	0,90
$\Phi E=$	0,90
Fa=	1,05
Fd=	1,50
Fs=	2,00
R=	6
ht=	14,00
$\alpha =$	0,90
Ct=	0,047
$\eta =$	1,80
r=	1,5

**TABLA N° 32. Valores para el cálculo de la Cortante Basal.**

$$Sa = n * Z * Fa$$

$$Sa = 0,945$$

Coeficiente/Cortante Basal:

$$V = \frac{I * Sa}{R * \Phi P * \Phi E}$$

$$V = 0,29$$

Periodo de Vibración:

$$T = Ct * ht^2$$

$$T = 0,51$$

$$To = 0,10 * Fs * \frac{Fd}{Fa}$$

$$To = 0,29$$

$$Tc = 0,55 * Fs * \frac{Fd}{Fa}$$

$$Tc = 1,57$$

$$TL = 2,4 * Fd$$

$$TL = 3,6$$

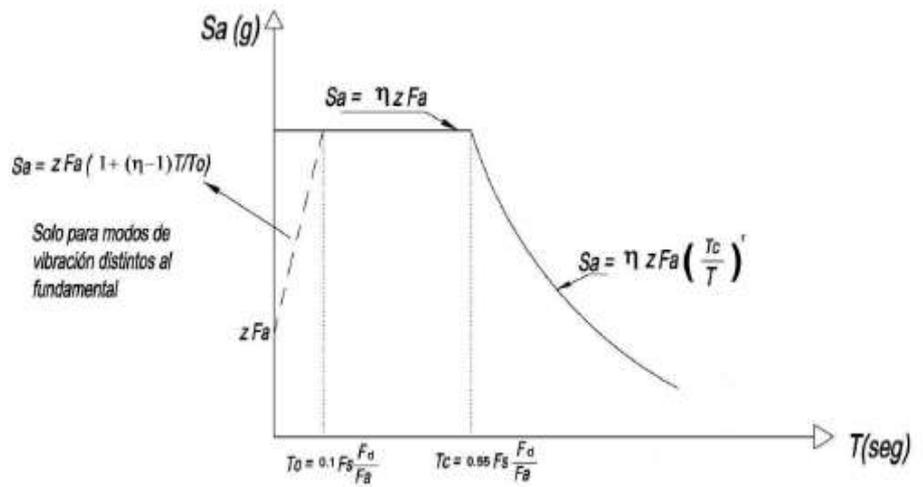
$$Sa = n * Z * Fa * \left(\frac{Tc}{T}\right)^r$$

$$Sa = 5,18$$

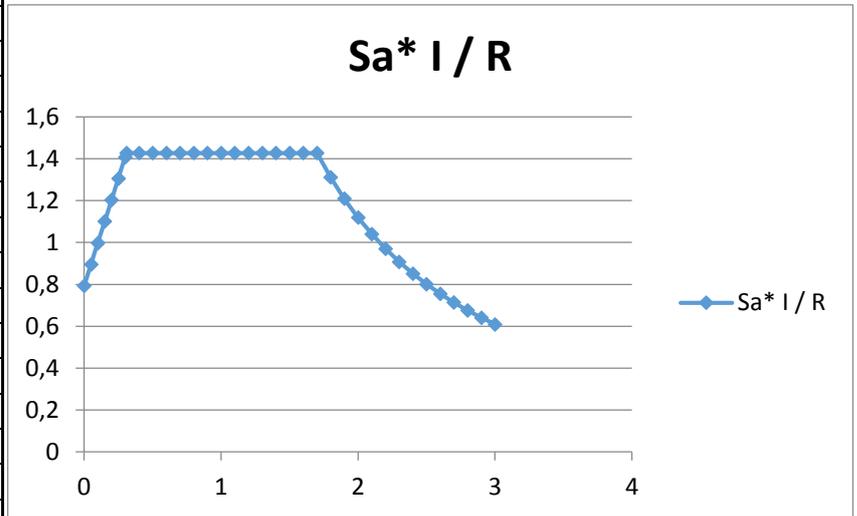
$$Sa = Z * Fa * \left(1 + (n - 1) \frac{T}{T_0}\right)$$

$$Sa = 1,27$$

Tiempo	Sa
0,00	0,525
0,05	0,599
0,10	0,672
0,15	0,746
0,20	0,819
0,25	0,893
0,30	0,966
0,29	0,945
0,40	0,945
0,50	0,945
0,60	0,945
0,70	0,945
0,80	0,945
0,90	0,945
1,00	0,945
1,10	0,945
1,20	0,945
1,30	0,945
1,40	0,945
1,50	0,945
1,60	0,945
1,57	0,945
1,80	0,771
1,90	0,711
2,00	0,658
2,10	0,612
2,20	0,570
2,30	0,534
2,40	0,501
2,50	0,471
2,60	0,444
2,70	0,420
2,80	0,397
2,90	0,377
3,00	0,358



Tiempo	Sa* I / R
0,00	0,86
0,05	0,98
0,10	1,10
0,15	1,22
0,20	1,34
0,25	1,46
0,30	1,58
0,29	1,55
0,40	1,55
0,50	1,55
0,60	1,55
0,70	1,55
0,80	1,55
0,90	1,55
1,00	1,55
1,10	1,55
1,20	1,55
1,30	1,55
1,40	1,55
1,50	1,55
1,60	1,55
1,57	1,55
1,80	1,26
1,90	1,16
2,00	1,08
2,10	1,00
2,20	0,93
2,30	0,87
2,40	0,82
2,50	0,77
2,60	0,73
2,70	0,69
2,80	0,65
2,90	0,62
3,00	0,59



**ANEXO N° 4**  
**PLANOS**  
**ESTRUCTURALES**