

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Ciencias de la tierra**

“Diseño estructural del edificio de educación virtual en la Ciudad  
Universitaria Milagro”

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero Civil**

Presentado por:

Rubén Darío Game Zapata

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

# DEDICATORIA

A Dios, a mis padres, a mi hermana.  
Inspiración y sustento en mis días de  
angustia.

Rubén Darío Game Zapata

# **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres y hermana.

Rubén Darío Game Zapata

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Rubén Darío Game Zapata, doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

---

Rubén Darío Game Zapata

# EVALUADORES

---

**MSc. Samantha Elizabeth  
Hidalgo Astudillo**

PROFESORA DE LA MATERIA

---

**PhD. Luis Alberto Sánchez  
Calderón**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

El presente proyecto trata el tema del diseño estructural de un edificio de dos niveles de servicio más una azotea con cubierta inaccesible para la Universidad Agraria del Ecuador ubicada en la ciudad de Milagro, provincia del Guayas. Esto surge por causa del aumento de la población estudiantil y a su vez por la nueva modalidad de estudio implementada que se generó por causa de la Pandemia.

Se realizó un diseño en concordancia con la norma internacional AISC 360 y 340, así como la norma ecuatoriana NEC-SE-DS y NEC-SE-AC que proporcionan directrices para el cálculo de los elementos estructurales sometidos a cargas externas. Se optó por estas normas a causa de escoger como material de diseño principal al acero, el cual da soluciones ventajosas en cuanto al peso del edificio y diseño de cimentación. Esta última fue diseñada en concreto armado bajo la Norma ACI 318-14S. El análisis estructural de la edificación fue realizado en el programa ETABS, donde se determinaron las cargas asociadas a los elementos estructurales y respuesta ante los sismos o fuerzas laterales.

Se determinó para este proyecto la necesidad de un estudio básico sobre el análisis de ciclo de vida y su impacto ambiental durante las fases iniciales que comprenden la extracción de materias primas, hasta la construcción de la edificación donde se demostró que el acero es un material menos contaminante que los convencionales.

Así también, se realizaron los análisis de precios unitarios para determinar el presupuesto de obra con el respectivo cronograma donde se determinó el tiempo de ejecución de esta obra.

**Palabras clave:** edificio, estructura metálica, diseño.

## **ABSTRACT**

*The present project deals with the structural design of a two-level building plus a roof with an inaccessible roof for the Agrarian University of Ecuador, This is due to the increase in the student population and in turn to the new modality of study implemented that was generated by the pandemic.*

*A design was made in accordance with the international standard AISC 360 and 340, as well as the Ecuadorian standard NEC-SE-DS and NEC-SE-AC which provide guidelines for the calculation of the elements subjected to stress. These standards were chosen because of the choice of steel as the main design material, which gives advantageous solutions in terms of the weight of the building and foundation design. The latter was designed in assembled concrete under ACI Standard 318-14S. The structural analysis was carried out in the ETABS program to determine the loads associated with the structural elements and response to earthquakes or lateral forces.*

*The need for a basic study on life cycle analysis and its environmental impact during the initial phases involving the extraction of raw materials was determined for this project. until construction of the building where it was shown that steel is a less polluting material than conventional ones.*

*Also, unit price analyses were carried out to determine the work budget with the respective schedule where the time of execution of this work was determined.*

**Keywords:** *building, metallic structure, design*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	I
ABSTRACT .....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS .....	IX
SIMBOLOGÍA .....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIII
ÍNDICE DE PLANOS .....	XV
CAPÍTULO 1 .....	2
1. INTRODUCCIÓN .....	2
1.1. Descripción del problema .....	2
1.2. Justificación del problema.....	3
1.3. Localización .....	4
1.4. Información básica.....	4
1.5. Objetivos .....	5
1.5.1. Objetivo general .....	5
1.5.2. Objetivos específicos .....	5
1.6. Marco Teórico.....	5
1.6.1. Geografía .....	5
1.6.2. Hidrografía.....	7
1.6.3. Suelos .....	7
1.6.4. Normativa.....	8
1.6.5. Criterios para el diseño sismo-resistente.....	8
1.6.6. Cargas vivas.....	9

1.6.7.	Cargas muertas.....	10
1.6.8.	Cargas ambientales .....	10
1.6.9.	Factor de importancia.....	10
1.6.10.	Zonas sísmicas y curvas de peligro sísmico .....	11
1.6.11.	Niveles de desempeño sísmico.....	12
1.6.12.	Sistemas estructurales dúctiles .....	12
1.6.13.	Pórticos especiales a momento – SMF .....	13
1.6.14.	Método de análisis de la estructura.....	13
	CAPÍTULO 2.....	14
2.	METODOLOGIA .....	14
2.1.	Revisión del diseño arquitectónico.....	14
2.2.	Filosofía de Diseño .....	16
2.2.1.	Estado límite de servicio.....	16
2.2.2.	Estado límite de resistencia.....	16
2.3.	Alternativas de diseño.....	17
2.3.1.	Descripción de la alternativa A: Acero estructural .....	17
2.3.2.	Descripción de la alternativa B: Hormigón armado .....	17
2.3.3.	Descripción de la alternativa C: Estructura mixta .....	18
2.3.4.	Criterios para la selección de alternativas .....	18
2.3.5.	Descripción de los criterios para selección de alternativas .....	18
2.3.6.	Ventajas y desventajas de cada alternativa .....	20
2.3.7.	Metodología de selección de alternativa óptima.....	21
2.3.8.	Análisis cualitativo de los criterios frente a las alternativas .....	22
2.4.	Análisis de alternativas de diseño.....	28
2.5.	Especificaciones técnicas de los materiales a utilizar .....	29
2.6.	Metodología de diseño de la edificación .....	29

2.7.	Cargas permanentes .....	30
2.8.	Cargas variables .....	31
2.9.	Cargas ambientales .....	31
2.10.	Carga por lluvia.....	31
2.11.	Carga por nieve .....	31
2.12.	Cargas por viento.....	32
2.13.	Carga por sismo.....	32
2.13.1.	Período estructural .....	33
2.13.2.	Espectro de respuesta .....	33
2.13.3.	Peak Ground Acceleration .....	34
2.13.4.	Perfil de suelo.....	35
2.13.5.	Coeficientes de suelo .....	36
2.13.6.	Factor $r$ y relación $\eta$ .....	37
2.13.7.	Peso sísmico .....	38
2.13.8.	Coeficiente sísmico .....	38
2.13.9.	Cortante basal.....	38
2.13.10.	Distribución de fuerzas sísmicas .....	38
2.14.	Derivas admisibles.....	39
2.15.	Estabilidad de estructura .....	40
2.16.	Participación de masa modal.....	41
2.17.	Diseño de la cimentación.....	41
2.17.1.	Parámetros de diseño .....	42
2.18.	Diseño de placa base .....	44
2.18.1.	Estado límite de compresión del concreto.....	44
2.18.2.	Estado límite de fluencia de la placa de acero .....	45
2.18.3.	Diseño de pernos de anclaje.....	46

2.19.	Diseño de conexiones.....	47
	CAPITULO 3 .....	51
3.	CALCULO Y DISEÑO DE LA ESTRUCTURA .....	51
3.1.	Diseño estructural .....	51
3.2.	Prediseño de elementos .....	51
3.3.	Prediseño de vigas .....	51
3.4.	Prediseño de columnas .....	52
3.5.	Diseño de placa colaborante .....	52
3.6.	Modelado en programa ETABS v18 .....	54
3.7.	Cumplimiento de criterios sismo-resistentes.....	61
3.7.1.	Chequeos de derivas .....	61
3.7.2.	Chequeos de estabilidad estructural .....	62
3.7.3.	Chequeo de participación de masa modal y períodos de vibración ....	62
3.8.	Diseño de elementos a compresión.....	63
3.8.1.	Chequeos de esbeltez.....	64
3.8.2.	Chequeos de resistencia a compresión .....	65
3.8.3.	Chequeo de resistencia a flexión .....	67
3.8.4.	Chequeo de cortante.....	67
3.8.5.	Chequeo de ecuación de interacción .....	68
3.9.	Diseño de elementos a flexión .....	69
3.9.1.	Chequeo de deflexiones.....	70
3.9.2.	Chequeo de esbeltez .....	71
3.9.3.	Chequeo de resistencia a flexión .....	72
3.9.4.	Chequeo cortante.....	73
3.10.	Diseño de correas de cubierta .....	74
3.11.	Diseño por torsión.....	75

3.12.	Diseño de cimentación.....	75
3.12.1.	Control de asentamientos.....	75
3.12.2.	Diseño a flexión.....	76
3.12.3.	Diseño por corte.....	78
3.12.4.	Diseño de acero de retracción.....	79
3.13.	Diseño de placa base.....	80
3.14.	Diseño de pernos de anclaje.....	81
3.15.	Diseño de conexiones.....	83
3.15.1.	Conexión Viga Principal Y – Viga secundaria.....	83
3.15.2.	Conexión Viga Principal Y – Columna.....	84
3.15.3.	Conexión Viga Y – Columna.....	85
3.15.4.	Conexión Viga X – Columna.....	85
3.15.5.	Conexión Viga Principal X – Columna.....	86
3.15.6.	Conexión Columna – Placa Base.....	87
	CAPITULO 4.....	89
4.	PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA.....	89
4.1.	Estructura de desglose de trabajo.....	89
4.2.	Cálculo de cantidades.....	90
4.3.	Análisis de precios Unitarios.....	91
4.4.	Presupuesto Referencial.....	91
4.5.	Cronograma de obra.....	93
	CAPITULO 5.....	94
5.	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	94
5.1.	Introducción.....	94
5.2.	Objetivos.....	95
5.2.1.	Objetivo general.....	95

5.2.2.	Objetivos específicos .....	95
5.3.	Metodología para el análisis de ciclo de vida (simplificado).....	95
5.4.	Alternativa A: Acero estructural.....	97
5.5.	Alternativa B: Hormigón armado .....	97
5.6.	Alternativa C: Estructura mixta (hormigón y acero estructural) .....	98
5.7.	Categorías de impacto ambiental .....	98
5.8.	Evaluación del Impacto de Ciclo de Vida .....	99
5.9.	Impacto generado por alternativas.....	100
5.9.1.	Impactos en la fase de producto .....	100
5.9.2.	Impactos generados en la fase de transporte. ....	101
5.9.3.	Impactos generados en la fase de construcción. ....	102
5.10.	Análisis de las alternativas.....	103
5.11.	Medidas de minimización de impactos .....	107
5.12.	Conclusiones y recomendaciones .....	109
	capitulo 6.....	110
6.	Conclusiones y Recomendaciones .....	110
6.1.	Conclusiones .....	110
6.2.	Recomendaciones .....	111
	Bibliografía .....	112

# ABREVIATURAS

AAPP	Agua potable
AASS	Agua residual
ACI	American Concrete Institute
ACV	Análisis de Ciclo de Vida
AISC	American Institute of Steel Construction
AISI	American Iron and Steel Institute
ANSI	American National Standards Institute
ASTM	American Society for Testing and Materials
AWS	American Welding Society
CUM	Ciudad Universitaria Milagro
ENSO	El Niño Southern Oscillation
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ETABS	Programa de análisis estructural
FICT	Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
INAHMI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INEN	Instituto Ecuatoriano de estandarización y normalización
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
INOCAR	Instituto Oceanográfico de la Armada
IVA	Impuesto al valor agregado (12%)
LRFD	Load and Resistance Factor Design
PIE	Presupuesto Inicial del Estado
MAE	Ministerio del Ambiente de Ecuador
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
SAFE	Programa de análisis de cimentaciones
SMF	Sistema de estructura metálica de pórticos especiales
SUIA	Sistema Único de Información Ambiental
TULSMA	Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente
UTM	Sistema de coordenadas universal transversal de Mercator
V.I.A.	Valoración de Impacto Ambiental
WGS	World Geodetic System

# SIMBOLOGÍA

cm	Centímetros
cm <sup>2</sup>	Centímetros cuadrados
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
g	Gravedad
Kg	Kilogramo
Kgf	Kilogramo fuerza
kPa	Kilo Pascales
Kip	Libra fuerza por pulgada cuadrada
KN/m <sup>3</sup>	Kilo newton por metro cúbico
Ksi	Kilo libra fuerza por pulgada cuadrada
Kg/cm <sup>2</sup>	Kilogramo por centímetro cuadrado
Kg/m <sup>3</sup>	Kilogramo por metro cúbico
Kgf/cm <sup>2</sup>	Kilogramo fuerza por centímetro cuadrado
Ha	Hectárea
m	Metro
mm	Milímetros
msnm	Metro sobre el nivel del mar
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
m/s	Metro por segundo
in, pulg	Pulgada
Ref	Referencia
etc	Etcétera, entre otros
s	Segundos
Ton	Tonelada
Tonf	Tonelada fuerza
Ton/cm <sup>2</sup>	Tonelada por centímetro cuadrado
Ton/m <sup>2</sup>	Tonelada por metro cuadrado
°C	Grado centígrado
%	Porcentaje
\$	Dólares americanos

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Implantación de la Ciudad Uiversitaria Milagro (Google Earth Pro, 2021).....	4
Figura 1.2 Mapa de implantación del edificio a diseñar (Google Earth Pro, 2021) .....	6
Figura 1.3: Tipo de uso, destino e importancia de edificaciones [Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015].....	11
Figura 2.1: Metodología de desarrollo .....	14
Figura 2.2: Diseño Arquitectónico-Planta Baja [Planos Arquitectónicos].....	15
Figura 2.3 Fachada frontal edificio educación virtual [Planos Arquitectónicos] .....	15
Figura 2.4 Metodología de diseño de edificación .....	30
Figura 2.5 Velocidad y dirección del viento [Universidad Agraria del Ecuador, 2021] ...	32
Figura 2.6 Espectro de respuesta sísmico [Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015] .....	34
Figura 2.7 Curva de peligro sísmico para la ciudad de Guayaquil [Quinde Martínez & Reinoso Ángulo, 2016] .....	35
Figura 2.8 Tipos de suelo [Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015] .....	36
Figura 2.9 Valores de $\alpha$ [Braja Das, 1999].....	44
Figura 2.10 Placa base tipo .....	45
Figura 2.11 Compatibilidad entre material de aporte de soldadura y metal base [AISC, 2016] .....	49
Figura 2.12 Tabla de tamaños mínimos de soldadura de filete [AISC, 2016].....	50
Figura 3.1 Carga viva máxima no factorada permisible para noalosa 55 [Novacero, 2019] .....	53
Figura 3.2 Momentos de diseño de la sección de placa colaborante y loseta de compresión de concreto [Novacero, 2019] .....	54
Figura 3.3 Definición de acero estructural ASTM A36.....	55
Figura 3.4 Definición de secciones de acero ASTM A36.....	55
Figura 3.5 Definición de losa Steel Panel.....	56

Figura 3.6 Definición de patrones de carga.....	56
Figura 3.7 Espectro de respuesta, $T_r=2500$ años .....	57
Figura 3.8 Espectro de respuesta, $T_r=475$ años .....	57
Figura 3.9 Casos de carga para el diseño.....	58
Figura 3.10 Caso de carga muerta con efectos $P-\Delta$ .....	58
Figura 3.11 Combinaciones de carga.....	58
Figura 3.12 Definición de casos modales.....	59
Figura 3.13 Definición de peso sísmico.....	59
Figura 3.14 Definición de sismo dinámico.....	59
Figura 3.15 Definición de carga sísmica estática .....	60
Figura 3.16 Modo 1 de vibración .....	60
Figura 3.17 Modo 2 de vibración .....	61
Figura 3.18 Distribución de correas.....	74
Figura 4.1 Estructura de Desglose de Trabajo - EDT.....	90
Figura 5.1 Diagrama del ciclo de vida de productos de construcción [Arteta R., 2017].	95
Figura 5.2 Impactos generados en la fase de productos de las alternativas A y B.....	104
Figura 5.3 Impactos generados en la fase de productos de las alternativas A y B.....	104
Figura 5.4 Impactos generados en la fase de productos de las alternativas A y B.....	105
Figura 5.5 Impactos generados en la fase de transportes de las alternativas A y B ...	106
Figura 5.6 Impactos generados en la fase de construcción de las alternativas A y B .	107
Figura 5.7 Impactos generados en la fase de construcción de las alternativas A y B .	107

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Número de estudiantes matriculados por carrera [Informe de Autoevaluación UAE, 2018] .....	3
Tabla 1.2 Coordenadas UTM del terreno del proyecto (Google Earth Pro, 2021) .....	6
Tabla 2.1: Criterios para selección de alternativas .....	18
Tabla 2.2 Ventajas y desventajas del hormigón y acero estructural [Rojas López & Arenas Giraldo, 2008].....	20
Tabla 2.3: Pesos y escala asignados a criterios para selección de alternativas .....	22
Tabla 2.4 Características de edificios [Pazmiño Licango, 2015].....	23
Tabla 2.5 Costos promedio de edificaciones mixtas [Entrevistas] .....	24
Tabla 2.6 Montos de Contratación Pública [LOSNC, 2021] .....	24
Tabla 2.7 Costos estimados de la construcción de la estructura.....	25
Tabla 2.8 Segmentación de costos para determinación de criterio .....	26
Tabla 2.9: Asignaciones de valores de escala de Likert a criterios considerados .....	28
Tabla 2.10: Matriz normalizada de asignación de valores de escala de Likert.....	28
Tabla 2.11 Propiedades de Materiales - Datos del acero [Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015].....	29
Tabla 2.12: Propiedades de Materiales - Datos de Concreto [Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015].....	29
Tabla 2.13 Propiedades de Materiales-Datos del acero de refuerzo [Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015].....	29
Tabla 2.14 Valores de sobrecarga para edificación [Varios] .....	30
Tabla 2.15 Valores de carga variable para edificación [NEC-SE-CG] .....	31
Tabla 2.16 Ubicación estación meteorológica CUM [Universidad Agraria del Ecuador, 2021] .....	32
Tabla 2.17 Datos de edificación .....	32
Tabla 2.18 Coeficientes de suelo [Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015] .....	37

Tabla 2.19 Valores de k según el período [Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015]	39
Tabla 2.20 Capacidad de carga admisible del suelo según autores consultados.....	43
Tabla 3.1 Propiedad de placa colaborante .....	53
Tabla 3.2 Desplazamiento lateral $\delta_{xe}$ y derivas de piso elásticas $\Delta_{\epsilon}$ .....	61
Tabla 3.3 Chequeo de estabilidad por piso de la estructura.....	62
Tabla 3.4 Ratios de participación modal de masa .....	62
Tabla 3.5 Ratios de participación modal de masa en para revisión de torsión .....	63
Tabla 3.6 Detalle de sección de la columna C5 sometida a compresión.....	63
Tabla 3.7 Cargas de diseño.....	64
Tabla 3.8 Relación ancho espesor, esbeltez y compacidad sísmica de la sección .....	65
Tabla 3.9 Cálculos de parámetros para resistencia nominal .....	66
Tabla 3.10 Relación altura espesor y límite.....	68
Tabla 3.11 Detalle de sección de la viga VPX sometida a flexión .....	70
Tabla 3.12 Cargas de diseño.....	70
Tabla 3.13 Deflexiones de viga .....	71
Tabla 3.14 Relación ancho espesor, esbeltez y compacidad sísmica de la sección .....	72
Tabla 3.15 Relación altura espesor y límite.....	73
Tabla 3.16 Características geométricas de correa .....	74
Tabla 3.17 Parámetros para cálculo de asentamientos elásticos .....	75
Tabla 3.18 Asentamientos elásticos .....	76
Tabla 3.19 Asentamientos elásticos diferenciales .....	76
Tabla 4.1 Presupuesto Referencial .....	91
Tabla 5.1 Ciclo de vida de un edificio [UPM, 2021] .....	96
Tabla 5.2 Impactos generados en la fase de producto [Varios].....	100
Tabla 5.3 Consumo de combustibles fósiles en la fase de transporte-A4 .....	101

Tabla 5.4 Impactos generados en la fase de transporte.....	102
Tabla 5.5 Consumo de combustibles fósiles en fase de construcción-A5 .....	102
Tabla 5.6 Impactos generados en la fase de construcción.....	103
Tabla 5.7 Mitigación de impactos en categorías ambientales durante la fase de producto y transporte.....	108
Tabla 5.8 Mitigación de impactos en categorías ambientales durante la fase de construcción .....	108

# ÍNDICE DE PLANOS

- Plano EST 1/4** PLANO ESTRUCTURAL - PLANTA DE CIMENTACIÓN, VIGAS DE CIMENTACIÓN Y SECCIONES DE VIGA
- Plano EST 2/4** PLANO ESTRUCTURAL - VISTAS EN PLANTA - DETALLE DE LOSA - DETALLES DE CONEXIONES
- Plano EST 3/4** PLANO ESTRUCTURAL - VISTA EN ELEVACION - DETALLE DE CONEXIONES - ALZADO DE COLUMNA
- Plano EST 4/4** PLANO ESTRUCTURAL - VISTA EN ELEVACIÓN - DETALLE DE ESCALERA - DETALLES DE CONEXIONES

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

La educación como inversión pública ha tomado una relevancia muy considerable en nuestro país en la época actual, lo que conlleva a ampliar el centro de atención no solo a una mayor cantidad de recursos para invertir sino a la búsqueda de un sistema que permita que las autoridades de la educación tengan un mejor desenvolvimiento. (Aguilar, 2014)

Con la expansión de la inversión pública en infraestructura para la educación de tercer nivel en el país, comenzó una creciente demanda de alumnado de las diferentes partes del país. Considerando que esta universidad es de carácter agrario, gran volumen de sus estudiantes tiene sus residencias fuera de la zona urbana donde se encuentran los campus universitarios.

Existe un sector estudiantil dentro de las zonas rurales y agrícolas del país que no presenta acceso a educación por falta de conectividad a internet, lo que afecta a la motivación de continuar una carrera universitaria.

Así mismo, sabemos por los medios de información actuales que los niveles de tecnología tienen grandes avances debido a la ciencia y conocimiento que se generan a diario. Por esta razón es necesario la adaptabilidad de los nuevos estudiantes que ingresen a las universidades a las Tecnologías de la Información y modelos de enseñanza donde se optimicen recursos como el tiempo, energía y dinero.

### 1.1. Descripción del problema

La Universidad Agraria del Ecuador al ser una Institución Educativa dedicada a la academia y la investigación en sus aulas de clases debe contar con la infraestructura necesaria que, de acuerdo a las necesidades del país, supla e incluso supere las expectativas que se enmarcan en la Ley de Educación Superior y la Constitución de la República del Ecuador. Si se considera el incremento de los índices de estudiantes registrados en las diferentes carreras se hace evidente

que el aumento de matriculados afecta la operatividad, servicio y la academia de la institución.

Según el informe de autoevaluación de la UAE del año 2018, las carreras han sufrido aumentos conforme se detalla en la tabla 1.1 lo que se refleja en mayor espacio, infraestructura en óptimas condiciones para dar un servicio de calidad a la población que ingresa a la vida universitaria.

**Tabla 1.1 Número de estudiantes matriculados por carrera [Informe de Autoevaluación UAE, 2018]**

Carreras	Cantidad de estudiantes matriculados		
	sep-16	abr-17	2016 -2017
Ciencias Económicas	183	295	478
Economía Agrícola	261	439	700
Ingeniería Agrícola mención Agroindustrial	278	318	596
Ingeniería Agronómica	519	656	1175
Ingeniería Ambiental	233	469	701
Ingeniería en Computación e Informática	325	535	860
Medicina Veterinaria y Zootecnia	256	424	680
Total General	2054	3136	5190

## 1.2. Justificación del problema

En la actualidad la Universidad Agraria del Ecuador, cuenta con una infraestructura que aloja 6384 estudiantes en sus cuatro campus universitarios según el último informe de rendición de cuentas otorgado al Consejo de Participación Ciudadana y Control Social – CPCCS – dado en el año 2020.

Todos los procesos de enseñanza impartidos deben modificarse por causa de la actualización de conocimientos, por evolución de la pedagogía, por mejora de las formas y propósitos de enseñanza, por mejor integración de las nuevas disciplinas del mercado, y, por causa de los objetivos trazados para el desarrollo de un país.

El poco acceso a la educación en línea por la pobreza en el sector agrícola de la población, la cual mayor beneficiaria de la enseñanza agraria que oferta esta Institución de Educación Superior, ha debocado en problemas y fallas en la

metodología de enseñanza por causa de las herramientas externas como la infraestructura tecnológica como los ordenadores y medios de telecomunicaciones. Estas carencias hacen necesario suplir de la infraestructura pertinente para las solicitudes que se generan de la nueva modalidad de educación.

### **1.3. Localización**

La Universidad Agraria del Ecuador, Campus Ciudad Universitaria Milagro – CUM – se encuentra ubicado en el cantón Milagro, provincia del Guayas aproximadamente a una hora desde la ciudad de Guayaquil. Este campus cuenta con dos áreas claramente marcadas como lo son la zona de edificios y la zona boscosa donde se realizan prácticas agrícolas. En la figura 1.1 se delimita el perímetro de la Institución.



**Figura 1.1** Implantación de la Ciudad Uiversitaria Milagro (Google Earth Pro, 2021)

### **1.4. Información básica**

Para el desarrollo de este proyecto se cuenta con los planos arquitectónicos terminados donde se dan las consideraciones de diseño de los espacios para los

estudiantes, así como un estudio de suelos de un proyecto anterior que se encuentra aproximadamente a unos 15 metros de la zona donde se pretende construir.

Según información preliminar de los trabajadores de la Institución, esta zona no es propensa a inundaciones a pesar de contar con un afluente que desemboca en el río Milagro, sin embargo, en tiempos de invierno las lluvias fuertes provocan que la escorrentía superficial supere la tasa de infiltración y de desboque del alcantarillado.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

Realizar el diseño estructural de un edificio de dos niveles en concordancia con la normativa ANSI/AISC 360, NEC y ASCE con capacidad de soportar efectos sísmicos.

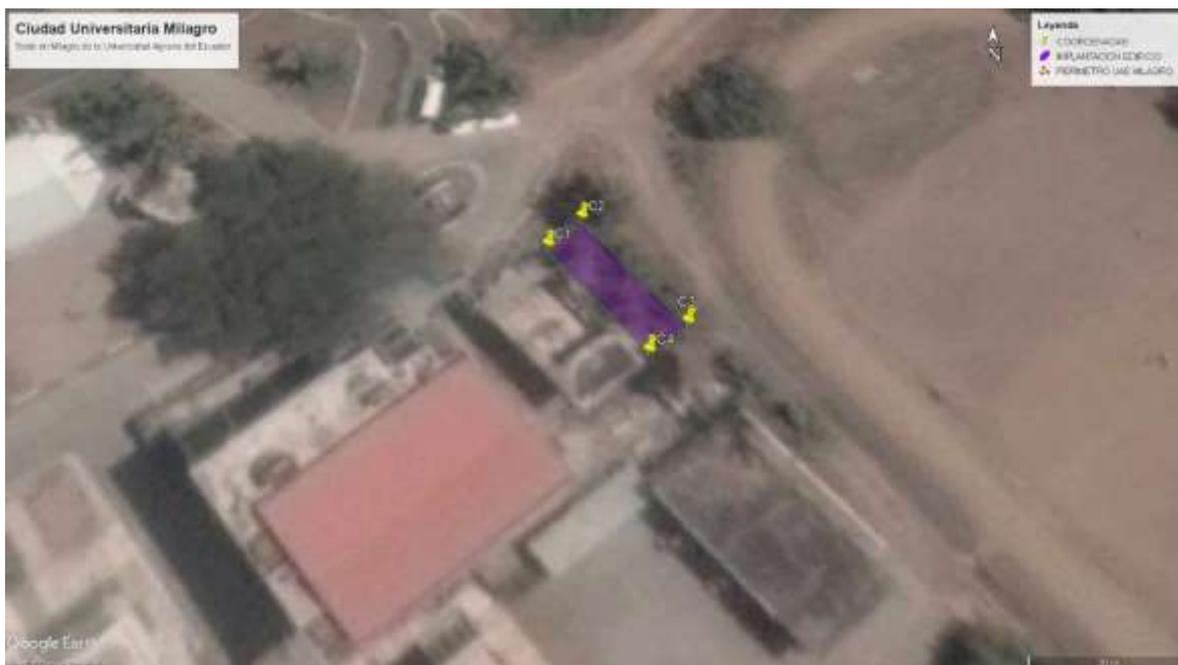
### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Seleccionar la alternativa óptima para el diseño sismo-resistente del edificio.
- Realizar el pre-diseño estructural con sus respectivos planos y memorias de cálculo.
- Elaborar un presupuesto referencial, análisis de precios unitarios del proyecto y su respectivo cronograma.
- Realizar el estudio de impacto ambiental.

## **1.6. Marco Teórico**

### **1.6.1. Geografía**

El proyecto se desarrollará en el campus ubicado en la ciudad de Milagro de la Universidad Agraria del Ecuador, Provincia del Guayas, dentro del Litoral ecuatoriano. Este cantón cuenta con una superficie de 226.02 km<sup>2</sup> y se encuentra a una altura media de 11 m.s.n.m. (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Ciudad de Milagro, s.f.)



**Figura 1.2 Mapa de implantación del edificio a diseñar (Google Earth Pro, 2021)**

Para este terreno, en los planos arquitectónicos proporcionados por la Institución de Educación Superior se considera un área de implantación de 292,6 m<sup>2</sup> correspondientes a una dimensión de 11,2 m de ancho por 26,125 m de largo. De las necesidades preliminares, la Universidad Agraria del Ecuador nos supo indicar que el edificio tiene un uso para aulas de clases con la característica de ser específicamente para la educación virtual de los estudiantes de la comunidad agraria, sin embargo, por las condiciones de diseño de espacios puede ser destinada a aulas de clases convencionales con equipamiento tecnológico unipersonal.

Las coordenadas de la implantación del edificio mostradas en la figura 1.2 se presentan en la tabla 1.2.

**Tabla 1.2 Coordenadas UTM del terreno del proyecto (Google Earth Pro, 2021)**

	COORDENADA ESTE (m)	COORDENADA SUR (m)
C1	657,656.67	9'764,343.46
C2	657,662.00	9'764,349.00
C3	657,678.00	9'764,329.00

C4	657,672.00	9'764,324.00
----	------------	--------------

### **1.6.2. Hidrografía**

La característica de la unidad litológica es de la edad Paleozoica y depósitos cuaternarios que afloran en el área, poseen diferentes grados de permeabilidad y fracturamiento, lo que da origen a la presencia de acuíferos de variadas características. Los depósitos aluviales son, sin duda, la unidad más importante desde el punto de vista hidrogeológico. Los sedimentos cuaternarios marinos y de estuario de la cuenca baja del Guayas, presentan permeabilidad heterogénea o compleja, originando acuíferos aislados. En la zona de Milagro, el acuífero se encuentra dentro de la depresión del sistema hidrográfico del río Guayas, con una superficie aflorante de 12.000 km<sup>2</sup>, la estación lluviosa invernal permite recargar periódicamente el acuífero. Los informes de puntos de agua indican pozos con más de 200 l/s, lo cual nos muestra un caudal notable. (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón San Francisco de Milagro, 2014)

### **1.6.3. Suelos**

Para la descripción del suelo en el cual se desarrollará el proyecto se tomará como referencia el estudio de suelos proporcionado por el cliente.

Para determinar el tipo de suelo, se realizaron dos perforaciones de 22 metros con tomas de muestras cada 1,50 metros de profundidad. En la tabla 1.3 se detallan las coordenadas de los sondeos realizados. El ensayo realizado es el de Standard Penetration Test – SPT – que consiste en la penetración de 45 centímetros de un tubo mediante el golpe de un martillo en la cual se suma el número de golpes de los últimos 30 centímetros para relaciones de capacidad admisible y ángulos de fricción.

Del estudio de suelos, se encontró que superficialmente el suelo presenta una capa de arcilla con raíces vegetales de 0,30 metros de espesor. Inmediatamente se presenta una capa de grava arenosa suelta de color café claro con valores de SPT de 10, con una profundidad de 1,20 metros de profundidad. Desde la profundidad indicada anteriormente hasta los 3,00 metros se encuentran arcillas

limosas de color café con consistencia media, pero de alta humedad con valores de SPT de 6. EL nivel freático se ubica a los 3,40 metros de profundidad.

#### **1.6.4. Normativa**

Los códigos de diseño estructural son documentos que brindan requerimientos que deben cumplir los diferentes elementos de una estructura para asegurar que estos bajo la acción de diferentes estados de carga no sufran ni produzcan un colapso de la estructura que forman. Estos requerimientos son productos de la experiencia e investigación de ingenieros durante muchos años analizando las diversas fallas a las que son susceptibles los miembros estructurales.

Se decide utilizar el manual de diseño LRFD 2016 de la AISC, para el proceso de diseño de la estructura. Además de los antes mencionados se utilizarán los siguientes códigos, normas y guías:

- NEC-SE-CG, (Cargas No Sísmicas) 2015
- NEC-SE-DS, (Peligro Sísmico, Diseño Sismo Resistente) 2015
- Guía para estructuras de hormigón armado
- Guía para estructuras de acero
- AISC360-16, (American Institute of Steel Construction) 2016
- AISC, (Base Plate and Anchor Rod Design Second Edition) 2006
- AISI, (American Iron and Steel Institute)
- ACI318S-14, (America Concrete Institute) 2014

#### **1.6.5. Criterios para el diseño sismo-resistente**

Los criterios que se toman en consideración para el diseño de la estructura se basan en los requisitos mínimos requeridos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción con la filosofía basada en desempeño. De la misma manera, esto se lo considera en el comportamiento lineal y no lineal de la estructura. Los criterios son los siguientes:

- El tipo de uso, destino e importancia de la estructura. Esto es conocido como factor de importancia de la edificación.
- La zona sísmica del país donde se va a construir la edificación y las curvas de peligro sísmico para determinar las aceleraciones máximas del suelo.

- Las características del suelo del sitio de emplazamiento.
- Las estructuras de uso normal deberán diseñarse para una resistencia tal que puedan soportar los desplazamientos laterales inducidos por el sismo de diseño, considerando la respuesta inelástica, la redundancia, la sobre resistencia estructural inherente y la ductilidad de la estructura. Así, para las estructuras de ocupación especial y edificaciones esenciales, además de los requisitos ya expuestos, se aplicarán verificaciones de comportamiento inelástico para diferentes niveles de terremotos.
- La resistencia mínima de diseño para todas las estructuras deberá basarse en las fuerzas sísmicas de diseño establecidas en la norma
  - El nivel de desempeño sísmico.
  - El tipo de sistema y configuración estructural a utilizarse.
  - Los métodos de análisis a ser empleados.
- El objetivo de desempeño de la filosofía de diseño basada en desempeño busca evitar la pérdida de vidas a través de impedir el colapso de todo tipo de estructura para lo cual, en la norma ecuatoriana se encuentran cuatro niveles de amenaza sísmica:
  - Frecuente (menor)
  - Ocasional (moderado)
  - Raro (severo): sismo de diseño con periodo de retorno de 475 años.
  - Muy raro (extremo): período de retorno de 2500 años. Usado en estructuras de uso esencial y especial.

#### **1.6.6. Cargas vivas**

También llamadas cargas variables, son aquellas que dependen de la ocupación que se le vaya a dar a la edificación. Están conformadas por: el peso de las personas, del mobiliario, de accesorios móviles o temporales, etc. (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015)

Son aquellas que dependen del peso propio de los elementos estructurales que conforman la edificación. Se refiere al peso de todos los elementos que permanecen inertes en su lugar, como: muros, instalaciones en general, paredes, recubrimiento y todo objeto integrado permanentemente a la estructura. (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015)

### **1.6.7. Cargas muertas**

Las cargas muertas, también se conocen como permanentes y están constituidas por los pesos gravitacionales de todos los elementos estructurales, tales como: muros, paredes, recubrimientos, instalaciones sanitarias, eléctricas, mecánicas, máquinas y todo artefacto integrado permanentemente a la estructura. (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015)

### **1.6.8. Cargas ambientales**

Según McCormack (2016), los edificios, por causa del medio ambiente, son expuestos a diferentes estados ambientales que producen distintas interacciones lo cual genera cargas que pueden ser por causa de lluvias, nevadas, vientos, cambios de temperatura y sismos. (pp. 45)

### **1.6.9. Factor de importancia**

Se denomina factor de Importancia  $I$  a la variable cuyo propósito es del incrementar la demanda sísmica de diseño para estructuras que deben permanecer operativas o sufrir daños menores durante y después del evento sísmico.

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coeficiente I
<b>Edificaciones esenciales</b>	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
<b>Estructuras de ocupación especial</b>	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
<b>Otras estructuras</b>	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

**Figura 1.3: Tipo de uso, destino e importancia de edificaciones [Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015]**

El propósito del factor I es incrementar la demanda sísmica de diseño para estructuras, que por sus características de utilización o de importancia deben permanecer operativas o sufrir menores daños durante y después de la ocurrencia del sismo de diseño.

#### **1.6.10. Zonas sísmicas y curvas de peligro sísmico**

El mapa de zonificación sísmica para diseño proviene del resultado del estudio de peligro sísmico para un 10% de excedencia en 50 años (período de retorno 475 años), que incluye una saturación a 0.50 g de los valores de aceleración sísmica en roca en el litoral ecuatoriano que caracteriza la zona VI. (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015)

Para el caso de edificaciones cuya ocupación es normal, se consideran estas zonas sísmicas y un factor de zona **Z** el cual representa la máxima aceleración esperada del terreno como fracción de la gravedad para un sismo con periodo de retorno de 475 años (sismo de diseño).

Para las edificaciones de uso esencial y especial, el valor del Peak Ground Acceleration – **PGA** – se determina mediante el uso de las curvas de peligro sísmico, con las cuales se pueden encontrar diferentes PGA para diferentes períodos de retorno, como el de 2500 años que representa un sismo muy raro de evento extremo.

#### **1.6.11. Niveles de desempeño sísmico**

Según la Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras de la NEC, el objetivo del diseño basado en desempeño es el de otorgar un nivel de seguridad razonable según los diferentes tipos de daño que puede recibir una estructura. Los niveles más comunes son:

- Ocupación inmediata (IO: Immediate Occupancy): baja o sin ningún daño, permite un pequeño comportamiento inelástico
- Seguridad de vida (LS: Life Safety): algunos daños, un poco o nada de lesiones, permite un considerable comportamiento inelástico.
- Prevención de colapso (CP: Collapse Prevention): más daño, pero sin colapso, llega a los límites de la capacidad de ductilidad de los elementos.

Para las Estructuras de ocupación especial, la Norma Ecuatoriana de la Construcción del año 2015 recomienda verificar un correcto desempeño sísmico en el rango inelástico para la **prevención de colapso (CP: collapse prevention)** ante un terremoto de 2500 años de período de retorno (probabilidad anual de excedencia 0.00004).

Estas consideraciones tienen una incidencia directa en el costo de la estructura. Por ejemplo, un edificio con nivel IO tiene un costo más elevado debido a que sus exigencias son mucho mayores que las de un nivel CP.

#### **1.6.12. Sistemas estructurales dúctiles**

Son los sistemas comprendidos por vigas y columnas, unidas entre sí que le dan capacidad de la estructura para deformarse más allá del rango elástico, sin pérdida sustancial de su resistencia y rigidez, ante cargas laterales estáticas o cíclicas o ante la ocurrencia de una acción sísmica. (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015)

Existen diferentes tipos de sistemas dúctiles, sin embargo, por ser una zona sísmica en la cual se desarrolla el proyecto ocuparemos el sistema que se describe en el siguiente punto.

#### **1.6.13. Pórticos especiales a momento – SMF**

Es una estructura formada por columnas y vigas descolgadas del sistema de piso, que resiste cargas verticales y de origen sísmico (cargas laterales), en la cual tanto el pórtico como la conexión viga-columna son capaces de resistir tales fuerzas y está especialmente diseñado y detallado para presentar un comportamiento estructural dúctil. (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015)

#### **1.6.14. Método de análisis de la estructura**

La Norma Ecuatoriana de la Construcción del 2015, en su capítulo 6 y 7 da la sugerencia de dos métodos para el análisis de la estructura los cuales son:

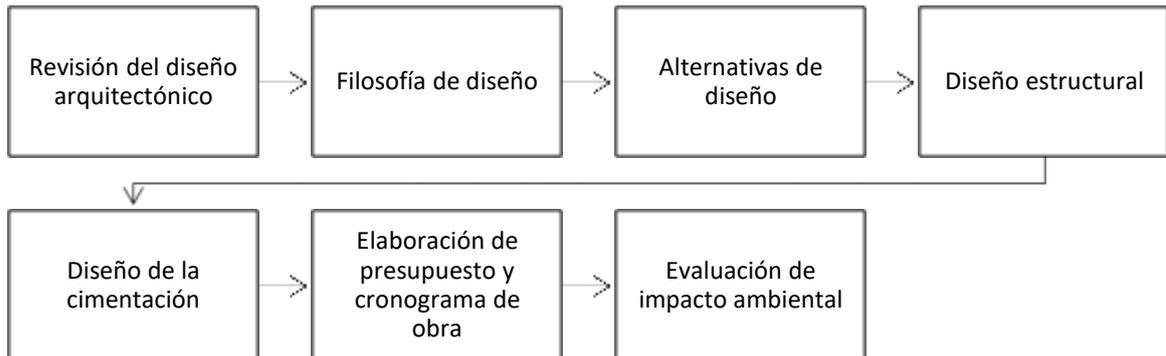
- Método 1: diseño basado en fuerzas (DBF)
- Método 2: diseño basado en desplazamientos (DBD)

Para este proyecto, analizaremos la estructura mediante el método 1, diseño basado en fuerzas.

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGIA

Para el presente proyecto se han desarrollado las siguientes actividades:

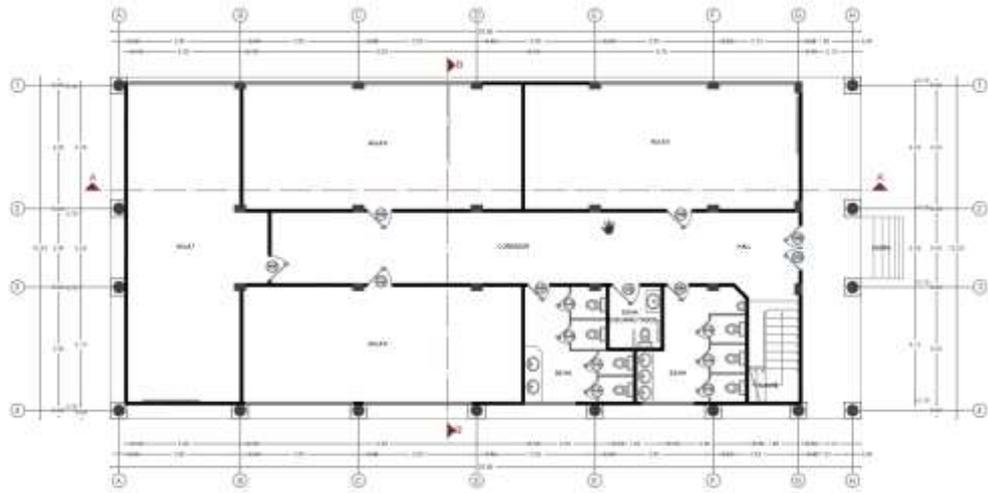


**Figura 2.1: Metodología de desarrollo**

### 2.1. Revisión del diseño arquitectónico

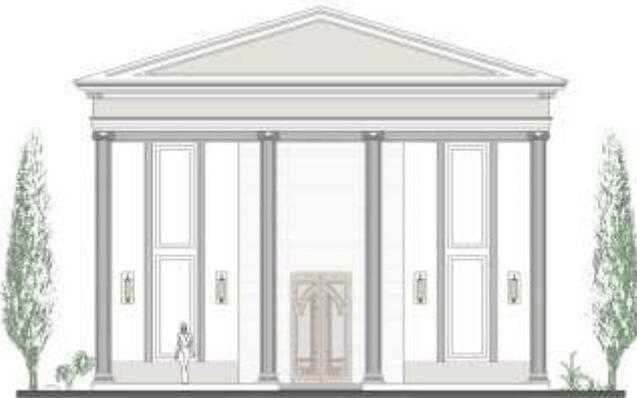
De la información básica otorgada por el cliente, se nos otorgaron planos arquitectónicos del diseño de los espacios, fachadas y consideraciones para cubrir las necesidades que se requiere satisfacer con este edificio.

Se evidencia que existen 8 aulas, 2 pasillos corredores, 2 baños para hombres, 2 baños para mujeres y 1 baño con características de accesibilidad universal.



**Figura 2.2: Diseño Arquitectónico-Planta Baja [Planos Arquitectónicos]**

Para continuar con la forma de arquitectura de los edificios aledaños, el diseño de las fachadas es greco-romano con un frontispicio de columnas esbeltas y una clásica cumbra triangular en la cual se pretende colocar un mural cerámico sobreimpuesto.



**Figura 2.3 Fachada frontal edificio educación virtual [Planos Arquitectónicos]**

## 2.2. Filosofía de Diseño

Para este caso de diseño se optará por la filosofía de diseño LRFD basada en factores de reducción de resistencia y factores de cargas. Para los cálculos se consideran los estados límites de servicio y resistencia

$$\phi R_n \geq R_u \quad (2.1)$$

donde:

$\phi$ : Factor de reducción de resistencia

$R_n$ : Resistencia nominal del miembro

$R_u$ : Carga factorizada en el miembro

$\phi R_n$ : Resistencia de diseño del miembro

### 2.2.1. Estado límite de servicio

Los estados límite de servicio – ELS – definen el comportamiento, incluyendo la deflexión, el agrietamiento, los deslizamientos, la vibración y el deterioro. (McCormac & Csernak., 2012)

Considerando esto, los ELS son una condición limitante debido a que produce afecciones a las capacidades para mantener la funcionalidad, comodidad, durabilidad y apariencia de la estructura. (McCormac & Csernak., 2012)

### 2.2.2. Estado límite de resistencia

Los estados límite de resistencia – ELR – definen la capacidad de sustentar una carga, incluyendo la fluencia excesiva, la fractura, el pandeo, la fatiga y el movimiento bruto de cuerpo rígido. (McCormac & Csernak., 2012)

Por lo tanto, los ELR son una condición limitante que compromete la integridad de la estructura frente al colapso, es decir es la mayor carga que es capaz de soportar.

### **2.3. Alternativas de diseño**

Un factor que determina la viabilidad de los proyectos de construcción, es el factor económico. Generalmente los proyectos de construcción giran en torno a este criterio, sin embargo, existen factores que inciden directamente en el precio global de la ejecución de un proyecto, como el material del cual estará hecha la estructura, el tiempo de construcción, la calificación de la mano de obra y otras más.

Se ha considerado para análisis tres alternativas para el diseño y son las siguientes:

- **ALTERNATIVA A:** Acero estructural.
- **ALTERNATIVA B:** Hormigón armado.
- **ALTERNATIVA C:** Estructura mixta o compuesta.

#### **2.3.1. Descripción de la alternativa A: Acero estructural**

Esta propuesta corresponde a un diseño en acero estructural, en la cual por medio de placas soldadas se construyen en taller los elementos del edificio como vigas principales, secundarias y columnas para todos los pórticos. La estructura propuesta se dividiría en pórticos que resistan fuerzas laterales como sismos y fuerzas gravitacionales como cargas muertas y vivas. La propuesta de acero estructural deberá llevar arriostamientos laterales en los marcos resistentes a cargas sísmicas a fin de cumplir con los criterios de derivas y período.

#### **2.3.2. Descripción de la alternativa B: Hormigón armado**

Esta alternativa comprende la construcción de la superestructura de la edificación en hormigón armado. Los elementos de los marcos estructurales como vigas y columnas serán construidos en sitio colando hormigón dentro de un encofrado de madera o metálico. El hormigón armado corresponde a la unión de concreto con varillas de acero corrugada que le otorgan rigidez a la flexión, misma que es necesaria para mejorar el desempeño sísmico. Esta propuesta considera elementos robustos a fin de cumplir con los criterios del período estructural.

### **2.3.3. Descripción de la alternativa C: Estructura mixta**

Con esta alternativa, se considera un diseño en hormigón confinado por acero estructural. En esta propuesta de diseño, las conexiones son embebidas dentro del concreto y soldadas para una mayor transferencia de esfuerzos. Esta alternativa es menos robusta, pero con una cantidad de peso considerable que aumenta el cortante basal de la estructura.

### **2.3.4. Criterios para la selección de alternativas**

Con la finalidad de determinar una alternativa para el diseño de la estructura, debemos definir ciertos criterios de comparación cuya función sea la de facilitar la toma de una decisión.

Los criterios de selección de alternativas pueden ser diversos y siempre cambiarán dependiendo del diseñador que se encuentre a cargo de la toma de decisión, sin embargo, siempre existirán constantes dentro del diseño y construcción de edificaciones a pesar de ser diferentes tipos de sistemas constructivos.

Con estas consideraciones se han determinado puntos de comparación que se enmarcan dentro de las tres alternativas como puntos fuertes de consideración dentro de la toma de decisión.

Los criterios se enumeran a continuación:

**Tabla 2.1: Criterios para selección de alternativas**

<b>Número</b>	<b>Criterio</b>
1	Costo
2	Comportamiento sísmico
3	Tiempo de construcción
4	Facilidad de construcción
5	Resistencia mecánica
6	Calificación de mano de obra
7	Durabilidad

### **2.3.5. Descripción de los criterios para selección de alternativas**

Definiremos a los criterios de selección seleccionados de la siguiente manera:

**Costo:** Corresponde al precio a pagar por la construcción de la estructura y lo que esta compone dentro lo referente a lo que se denomina obra gris. Para este proyecto se busca priorizar recursos a fin de evitar costos elevados dentro de los rubros de construcción.

**Comportamiento Sísmico:** Corresponde a la respuesta de la estructura frente a un sismo y la capacidad que la misma tiene de afrontar las fuerzas derivadas del mismo que producen esfuerzos internos. Al encontrarnos dentro de un país con una actividad sísmica considerable, se busca una alternativa que ofrezca la mejor respuesta ante fuerzas laterales.

**Tiempo de construcción:** Se considera este criterio como la cantidad de tiempo invertido para realizar la construcción de la alternativa en cuestión. A menor tiempo de construcción disminuyen los costos por mano de obra por lo que es indispensable el tiempo dentro de este análisis.

**Facilidad de construcción:** Lo identificamos como la dificultad que se genera al ejecutar la construcción de la alternativa en el campo. Si el sistema constructivo presenta mayores facilidades, hay reducciones en tiempo de construcción lo cual influye en los costos como se mencionó en el criterio anterior.

**Resistencia mecánica:** Se refiere al esfuerzo máximo que puede soportar el material antes de romperse o fallar. Los materiales más resistentes nos darán mayor margen al momento del diseño por lo que es una característica importante a considerar.

**Calificación de mano de obra:** Dependiendo de los sistemas constructivos y los materiales usados en éstos, se debe verificar cuán capacitado debe estar el personal lo cual le da las calificaciones necesarias para realizar un trabajo de la alta calidad. Así mismo, según el nivel de calificación de mano de obra aumentarán los sueldos al personal, por lo que mientras una obra aumenta su nivel de personal calificado, aumentan los gastos.

**Durabilidad:** La durabilidad la consideramos como el tiempo de vida útil que el material es funcional dentro de la estructura construida. Este criterio nos permite

determinar cuánto tiempo se aprovechará del edificio en condiciones óptimas para el servicio que se encuentre destinado.

### 2.3.6. Ventajas y desventajas de cada alternativa

Cada una de las alternativas tienen límites muy marcados que superan las otras propuestas, sin embargo, con la finalidad de estandarizarlas detallaremos las ventajas y desventajas más notables que se evidencian en nuestro proyecto.

**Tabla 2.2 Ventajas y desventajas del hormigón y acero estructural [Rojas López & Arenas Giraldo, 2008]**

<b>HORMIGÓN ARMADO</b>	<b>ACERO ESTRUCTURAL</b>
Se fabrica en obra	Se obtienen perfiles normalizados
El control de calidad se debe hacer en obra. Depende de la calidad del material y de la habilidad de los operarios. Se requiere ensayos para certificar calidad.	El control de calidad de la materia prima se efectúa en taller. La certificación de origen satisface los requerimientos del interventor.
El resultado es una construcción maciza. La simulación de la acción estructural es incierta.	La forma es un esqueleto. La acción estructural se aproxima a las idealizaciones lineales.
No hay limitaciones en cuanto a formas y tamaños que se pueden obtener.	Las formas y tamaños están limitados por las facilidades de transporte entre fábrica y obra.
Al aumentar la exigencia se aumenta el tamaño o la calidad de los materiales	Al aumentar la exigencia se puede controlar la respuesta mediante variación en la proporción general.
Los asentamientos diferenciales son perjudiciales.	Es menos sensible a los asentamientos diferenciales.
La acción sísmica es de cuidado debido a su rigidez.	Tolera la acción sísmica debido a su flexibilidad.
La conducta del comportamiento es más desconocida y su respuesta es aleatoria.	Se conoce mejor la conducta y es más conocido el comportamiento.
Una falla de estabilidad puede llevar al colapso.	Una falla de estabilidad puede llevar a deformación permanente.
La disponibilidad generalizada de materia prima lo hace fácil de usar en cualquier lugar.	El uso de algunos elementos puede ser prohibido en algunas partes.
La conducta en tracción es deficiente. Debe usarse hacer de refuerzo para mejorarla.	La capacidad bruta en todos los estados de tensión es equivalente. Debe controlarse la esbeltez para la compresión.
El ajuste de la estructura en condición de falla es impredecible.	La estructura es propicia a redistribuir cargas en condición de falla.
No influye por separado la resistencia en las uniones.	La resistencia en las uniones afecta la capacidad general.

La reducción de capacidad por esbeltez es moderada.	La reducción de capacidad por esbeltez es apreciable.
El límite de resistencia puede estar entre 200 y 400 MPa.	El límite de resistencia puede estar entre 200 y 600 MPa.
El costo en la mano de obra no está relacionada con especialización, es decir, la mano de obra es no calificada.	El costo asociado con mano de obra está relacionado con la especialización, es decir, debe ser personal formado técnicamente.
La mano obra calificada es ofrecida en el mercado laboral generalmente.	La mano de obra por ser especializada es necesario buscarla.
El costo del transporte es negociable por ser de libre oferta.	Es necesario transporte especializado por su carácter técnico de diseño.
La tasa de interés de oportunidad es relativamente moderada por estar asociada a bajo riesgo.	La tasa de interés de oportunidad es relativamente alta por estar asociada al riesgo por su exclusividad.
La calidad del material impone relaciones altas entre longitudes de las piezas y su sección transversal.	La mejor calidad permite obtener menores relaciones entre longitud y la sección.
El tiempo es más largo en la construcción por ser fruto de varias etapas.	El tiempo es menor por su fácil aplicación en la obra.
Aumenta costos en mano de obra por requerir más tiempo.	Los costos en mano de obra con relación al tiempo son menores.
Los costos en el ahorro de diseño es muy común.	No se pueden ahorrar costos en el diseño.

### 2.3.7. Metodología de selección de alternativa óptima

La metodología para la selección de la alternativa óptima para el diseño de la edificación consiste en la asignación de pesos o una ponderación para cada criterio de selección donde la suma de estos valores dará la cantidad de uno como se describe en la tabla 2.3.

De igual manera para cada criterio ha sido asignada una escala de cinco niveles, conocida como la escala de Likert donde dos de esos niveles corresponden a dos negativos, dos positivos y uno neutro. De manera análoga, esta escala normaliza la importancia de criterios frente a cada alternativa, así tenemos puntos de comparación para realizar un análisis cuantitativo de cada alternativa, considerando el análisis cualitativo previo.

Para la escala de Likert consideramos un rango desde 1 hasta 5, siendo uno el mínimo y 5 el máximo valor. En la tabla 2.3 se detalla la escala adoptada.

**Tabla 2.3: Pesos y escala asignados a criterios para selección de alternativas**

NÚMERO	CRITERIO	PESO %	ESCALA				
			1	2	3	4	5
1	Costo	25	Muy elevado	Elevado	Moderado	Bajo	Muy bajo
2	Comportamiento sísmico	20	Muy malo	Malo	Moderado	Bueno	Muy bueno
3	Tiempo de construcción	15	Muy alto	Alto	Moderado	Bajo	Muy bajo
4	Facilidad de construcción	5	Muy complicado	Complicado	Moderado	Fácil	Muy fácil
5	Resistencia mecánica	15	Muy baja	Baja	Moderado	Alta	Muy alta
6	Calificación de mano de obra	15	Muy alta	Alta	Moderada	Baja	No necesita
7	Durabilidad	5	Muy poca	Poca	Moderada	Alta	Muy alta

### **2.3.8. Análisis cualitativo de los criterios frente a las alternativas**

Los proyectos de construcción deben estar inmersos en un proceso de búsqueda de información para evitar sesgos y decantes hacia alternativas que sean de preferencia de los diseñadores.

Para una toma de decisión correcta de una alternativa de diseño, se realizará una comparativa de los criterios seleccionados versus las propuestas planteadas.

#### **CRITERIO COSTO:**

##### **Alternativa A.**

Para la determinación del costo de esta alternativa, se tomó como referencia la tesis de Pazmiño Licango del año 2015 donde realiza una comparativa entre edificios de acero estructural. Los edificios que consideran en el estudio cuentan con una estructura metálica para los pórticos y el sistema de piso está dado por losas tipo Steel panel. Se consideró dentro de los costos los rubros correspondientes a obras preliminares y la construcción de la superestructura de acero y hormigón a fin de que sean consistentes con los rubros del edificio objeto de diseño.

Las características de los edificios mencionados se detallan en la tabla 2.3.

**Tabla 2.4 Características de edificios [Pazmiño Licango, 2015]**

Edificio	Número de pisos	Altura total (m)	Área de construcción (m <sup>2</sup> )
Torre 6	14	44.40	8,688.96
Jade	14	54.40	13,786.41
Pietra	9	27.50	2,961.32
Edificio 6	11	30.00	5,144.79

Tomando estos edificios como punto de partida para el análisis económico parametrizado del costo de una estructura de acero estructural, podemos concluir tiene un costo de alrededor de USD \$ 180 por m<sup>2</sup> de construcción. (Pazmiño Licango, 2015)

### **Alternativa B:**

Para la alternativa B, buscaremos determinar su costo tomando como referencia la tesis de Vizueta Montalván y Pabón Revelo, que realizar el diseño de una edificación en concreto armado.

La superestructura del edificio referido a la tesis mencionada tiene como material dominante el hormigón, mismo que forma las vigas y columnas de los pórticos que sostienen la edificación.

El edificio tiene una altura de 30 metros y consta de 10 pisos con un costo de USD \$ 2'324.063,43.

Tomando esta referencia, se tiene que una estructura de hormigón armado convencional tiene un costo aproximado de USD \$ 260 por m<sup>2</sup> de construcción. (Vizueta Montalván & Pabón Revelo, 2019)

### **Alternativa C:**

Para la alternativa C, hemos determinado el costo mediante entrevistas realizadas a personas que se encuentran dentro del sector de la construcción.

Las estructuras mixtas generalmente están compuestas por columnas de acero estructural rellenas de concreto lo cual les da una resistencia axial considerable,

las cuales se complementan con vigas de acero que se colocan de forma que haya una conexión del acero de la viga con el concreto de la columna para así obtener una mayor adherencia y transmisión de esfuerzos.

De las entrevistas realizadas a tres contratistas públicos, se recopila la información referente al costo promedio que ronda en el mercado la construcción en estructura mixta.

**Tabla 2.5 Costos promedio de edificaciones mixtas [Entrevistas]**

Entrevistado	Ocupación	Costo en dólares por metro cuadrado de construcción
Ramón Wladimir López Vera	Contratista del Estado	250,00
Víctor Cristóbal Ubillús Espinoza	Contratista del Estado	230,00
Boanerges Pineda Suárez	Contratista del Estado	240,00

El promedio en el costo de una estructura mixta oscila los USD \$ 240,00 por m<sup>2</sup> de construcción.

De forma general, para determinar cuál alternativa es más costosa usaremos como referencia las obras públicas realizadas en los últimos años. Siendo esta una obra que se publicará eventualmente en el portal de compras públicas, nos hemos referido a los montos de contratación y procesos que se encuentran disponibles en el portal de compras públicas.

La Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública – LOSNCP– determina en sus artículos 48, 50 y 51 los coeficientes que multiplicados al Presupuesto Inicial del Estado – PIE – definen los montos de contratación. De esta manera para el año 2021 en la tabla 2.6 se da el detalle de los precios determinados por la Ley.

**Tabla 2.6 Montos de Contratación Pública [LOSNCP, 2021]**

Procedimiento de contratación de Obras	Monto de contratación		
	Menor Cuantía	Inferior a	USD \$ 224.562,54
Cotización	Entre	USD \$ 224.562,54	USD \$ 962.410,90
Licitación	Mayor a	USD \$ 962.410,90	

Los montos de contratación nos dan una idea aproximada de los costos en los cuales rondan las construcciones en el país. Según el monto al cual ascienda la construcción de la edificación a diseñar, las condiciones para la contratación darán paso a una mayor rigurosidad al momento de elegir el oferente para la ejecución de la misma a través de un contrato público. Es decir, el costo final del edificio incide directamente en la forma, requisitos y condiciones para la futura contratación. Por ejemplo, las condiciones de una cotización son más exigentes por cuanto los requisitos solicitados son calificados en base a puntuación sobre 100 mientras que en una menor cuantía es suficiente con cumplir ciertos requisitos mínimos sin puntuación alguna, algo parecido a un check list. A continuación, determinamos los costos aproximados de la estructura con la información disponible.

Los costos de la construcción de las estructuras considerando que los metros cuadrados de construcción son de 877.8 m<sup>2</sup> que se distribuyen en planta baja, planta alta y azotea. Así los costos por alternativas serían los siguientes:

**Tabla 2.7 Costos estimados de la construcción de la estructura**

Alternativa	Costo en dólares por m <sup>2</sup> de construcción	Costo estimado en dólares
A: Acero estructural	180,00	158.004,00
B: Hormigón armado	260,00	228.228,00
C: Estructura mixta	240,00	210.672,00

Realizando un pequeño análisis de la tabla 2.7 se evidencia que la construcción en hormigón armado supera el monto de la contratación por cotización y representa un gasto mayor al 40% comparado con la alternativa de acero estructural. Por su parte la estructura mixta, representa un aumento de más del 30% de los costos comparando con la alternativa más económica, es decir la A.

Realizando una comparativa con procesos de contratación pública, donde se tomaron en consideración los procesos COTO-ESPOCH-DMF-3-19, COTO-ESPOCH-DMF-2-19 entendemos que ambos cuentan con dos edificios de 3 niveles de hormigón armado cuyo costo para la construcción de la estructura es de USD \$ 319.575,69 y \$298.947,48 respectivamente. Utilizaremos estos montos y los de contratación pública dados en la Ley para definir nuestro rango de precios.

**Tabla 2.8 Segmentación de costos para determinación de criterio**

Muy elevado	Elevado	Moderado	Bajo	Muy bajo
Mayor a USD \$319.575,69	Entre USD \$ 319.575,69 y USD \$ 298.947,48	Entre USD \$ 298.947,48 y USD \$ 224.562,54	Entre USD \$ 224.562,53 y USD \$ 200.000,00	Menor a USD \$ 200.000,00

### **CRITERIO COMPORTAMIENTO SISMICO:**

Las estructuras de acero, también llamadas estructuras livianas, ofrecen mejores características en el desempeño de los elementos estructurales reduciendo significativamente el peso que llega a la cimentación en un 40 % lo cual se ve retribuido en secciones más pequeñas, menor tiempo en la ejecución de la obra y un ahorro de dinero considerable. (Vizueta Montalván & Pabón Revelo, 2019)

Las estructuras livianas conllevan un diseño y construcción más sencillo por la menor complejidad estructural que la de una estructura de hormigón armado. (Rojas López & Arenas Giraldo, 2008)

### **CRITERIO TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN:**

Las estructuras de acero, para la construcción de una edificación, se realiza mediante el montaje con grúa de las vigas y columnas para luego continuar con el proceso de conectar los miembros con soldadura o pernos.

Esto reduce el tiempo de construcción en un 20% aproximadamente con respecto a la construcción de estructuras de hormigón armado. (Vizueta Montalván & Pabón Revelo, 2019)

Al respecto de las estructuras mixtas o compuestas en comparativa con las de acero su tiempo de ensamblaje es el mismo, sin embargo, el colado de hormigón en columnas aumenta el tiempo de la construcción por el fraguado del mismo. (Salcedo Hurtado, 2015)

### **CRITERIO FACILIDAD DE CONSTRUCCION**

Según un artículo del año 2008 realizado por Rojas y Arenas, las estructuras de acero por su dinámica representan una mayor facilidad de construcción que la construcción en hormigón armado.

La estructura de acero conlleva un montaje de sus elementos, lo cual es similar en las estructuras compuestas. Sin embargo, para las estructuras de hormigón se necesita una logística mayor por causa de encofrados y armado de los refuerzos estructurales del hormigón.

### **CRITERIO RESISTENCIA MECANICA**

El acero como material cuenta con una mayor resistencia mecánica que el hormigón armado por lo que conviene usarlo. Sin embargo, el mismo es susceptible a pérdidas de resistencia por esbeltez, que no se presenta de manera tan alarmante dentro de las estructuras de hormigón, aun así, el acero cuenta con mejor resistencia siendo éste capaz de redistribuir energía mecánica lo que conviene para identificar de mejor manera las posibles formas de fallos de la estructura.

### **CRITERIO CALIFICACION DE MANO DE OBRA**

Las estructuras de hormigón armado requieren mano de obra menos calificada a comparación de las estructuras de acero. Sin embargo, la cantidad de mano de obra es menor en la alternativa A que en la alternativa B y al requerirse por menos tiempo los costos son menores. (Holguin Delgado, 2016)

### **CRITERIO DURABILIDAD**

La durabilidad en las tres alternativas es alta debido a que no estarán expuestas a ambientes agresivos. Generalmente, los edificios de acero estructural se les da un mayor mantenimiento para evitar la corrosión de sus miembros estructurales, sin embargo, solucionado el tema de mantenimiento del acero, las tres alternativas tienen tiempos de vida útil extensos permitiendo el aprovechamiento máximo del edificio.

## 2.4. Análisis de alternativas de diseño

Para el análisis de las alternativas de diseño se ha considerado los criterios desarrollados en lo ya descrito anteriormente, por lo que haremos uso de la escala de Likert propuesta.

**Tabla 2.9: Asignaciones de valores de escala de Likert a criterios considerados**

CRITERIO	PESO %	ALTERNATIVA A ACERO ESTRUCTURAL	ALTERNATIVA B HORMIGON ARMADO	ALTERNATIVA C ESTRUCTURA MIXTA
Costo	25,00%	5	3	4
Comportamiento sísmico	20,00%	5	4	5
Tiempo de construcción	15,00%	4	2	3
Facilidad de construcción	5,00%	4	3	4
Resistencia mecánica	15,00%	4	4	5
Calificación de mano de obra	15,00%	2	4	2
Durabilidad	5,00%	4	4	4

De la tabla 2.10 realizamos la ponderación de las tres alternativas con la finalidad de realizar una comparativa de cuál de todas las propuestas ofrece mejores condiciones para el desarrollo del proyecto.

**Tabla 2.10: Matriz normalizada de asignación de valores de escala de Likert**

CRITERIO	PESO %	ALTERNATIVA A ACERO ESTRUCTURAL	ALTERNATIVA B HORMIGON ARMADO	ALTERNATIVA C ESTRUCTURA MIXTA
Costo	25,00%	1,25	0,75	1,00
Comportamiento sísmico	20,00%	1,00	0,80	1,00
Tiempo de construcción	15,00%	0,60	0,30	0,45
Facilidad de construcción	5,00%	0,20	0,15	0,20
Resistencia mecánica	15,00%	0,60	0,60	0,75
Calificación de mano de obra	15,00%	0,30	0,60	0,30
Durabilidad	5,00%	0,20	0,20	0,20
	<b>SUMA</b>	<b>4,15</b>	<b>3,40</b>	<b>3,90</b>

Considerando la tabla 2.10 se puede realizar un análisis de cuál es la mejor solución de manera cuantitativa. Así, la mejor propuesta para el diseño de nuestra edificación es la alternativa A.

Por lo tanto, se toma la decisión de realizar un diseño en estructura metálica para el edificio de educación virtual.

## 2.5. Especificaciones técnicas de los materiales a utilizar

Para el diseño de la edificación se ha considerado que la estructura aporticada sea de acero estructural. De esta manera, se detallan las especificaciones técnicas a usar en el material del proyecto.

**Tabla 2.11 Propiedades de Materiales - Datos del acero [Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015]**

Tipo	Material	$F_y$	$F_u$	$F_{ye}$	$F_{ue}$	$E$	$R_y$	$R_u$
		Tonf/m <sup>2</sup>	NEC-SE-AC	NEC-SE-AC				
Acero estructural	ASTM A36	25.300	40.800	32.890	46.920	20'300.000	1,3	1,15

Así mismo, por la naturaleza del proyecto se considera una cimentación superficial de concreto armado. Las especificaciones de los materiales a usar se detallan en las tablas 2.12 y 2.13

**Tabla 2.12: Propiedades de Materiales - Datos de Concreto [Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015]**

Tipo	Material	$f'_c$	$E$
		Tonf/m <sup>2</sup>	Tonf/m <sup>2</sup>
Concreto	Isotrópico	2.100	2'188.198

**Tabla 2.13 Propiedades de Materiales-Datos del acero de refuerzo [Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015]**

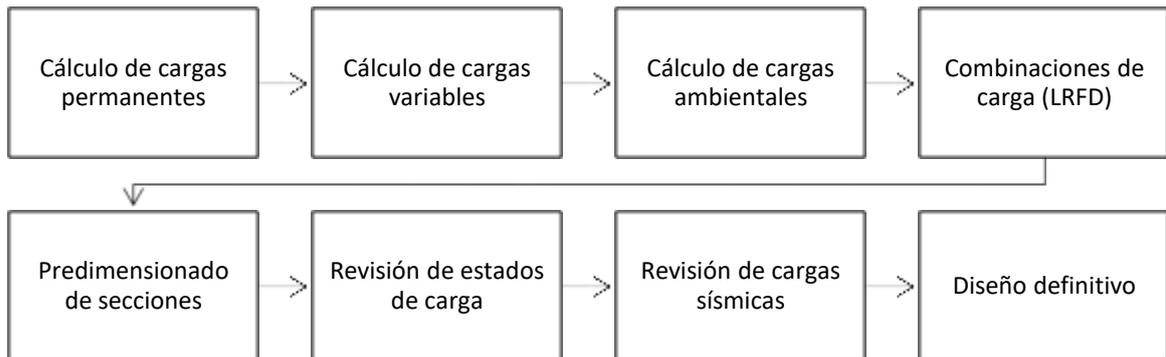
Tipo	$F_y$	$E$
	Tonf/m <sup>2</sup>	Tonf/m <sup>2</sup>
Acero de refuerzo	42.000	20'300.000

## 2.6. Metodología de diseño de la edificación

Con la finalidad de materializar los objetivos del presente documento, hemos de determinar una metodología para el diseño de la estructura consistente con los

criterios de diseño expuestos en el capítulo 1 y la alternativa seleccionada en acápite anteriores.

La metodología optada se desarrolla en la figura 2.4 la cual toma en consideración el diseño mediante la metodología LRFD y criterios de diseño sismo-resistentes.



**Figura 2.4 Metodología de diseño de edificación**

## 2.7. Cargas permanentes

La carga muerta para el presente proyecto estará compuesta por la carga ejercida por paredes, acabados, instalaciones y el peso propio de la estructura, los cuales se detallan en la tabla 2.14. Adicionalmente, se considera las cargas por el mural de cerámica ubicado en el frontispicio de la edificación, molduras y filos propios de la arquitectura grecorromana, debido a que tiene mayor cantidad de peso que un acabado normal.

**Tabla 2.14 Valores de sobrecarga para edificación [Varios]**

Descripción	Carga (Tonf/m <sup>2</sup> )	Observaciones	Norma
Novalosa	0,187	Novalosa de 0.65mm + loseta de 5cm	Ficha fabricante
Elementos estructurales	0,050	Peso propio de los elementos estructurales	Asumido
Paredes	0,200	Bloques PL9	NEC-SE-CG tabla 8
Baldosa de cerámica, con mortero de cemento	0,020	Cerámica Nacional	NEC-SE-CG tabla 8
Cielo raso	0,020	Tumbado tipo Gypsum	NEC-SE-CG tabla 8
Mortero	0,020	Mortero 3:1	NEC-SE-CG tabla 8

Ductos	0,030	Ductos de AASS, AAPP, A/C e Incendios	Fichas fabricantes
Tejas	0,050	Tejas DIPAC	NEC-SE-CG tabla 8
Plancha fibrocemento	0,015	Plancha fibrocemento 6 mm	NEC-SE-CG tabla 8

## 2.8. Cargas variables

La carga viva ha sido determinada en función de lo dispuesto por la por la NEC-SE-CG, Cargas (No Sísmicas) en la tabla 9 de la sección 4.2.1.

**Tabla 2.15 Valores de carga variable para edificación [NEC-SE-CG]**

Descripción	Carga (Tonf/m <sup>2</sup> )	Observaciones	Norma
Aulas	0,200	Carga en todas las aulas	NEC-SE-CG tabla 9
Pasillos	0,480	Carga en pasillo de planta alta	NEC-SE-CG tabla 9
Cubiertas	0,020	Carga en cubierta inclinada	NEC-SE-CG tabla 9

## 2.9. Cargas ambientales

Las cargas ambientales que se generan por el medio ambiente son las siguientes:

- Lluvia
- Nieve
- Viento
- Sismo

### 2.10. Carga por lluvia

Las cargas que se pueden generar por la lluvia no serán consideradas debido a que estas serán evacuadas por la cubierta inclinada.

### 2.11. Carga por nieve

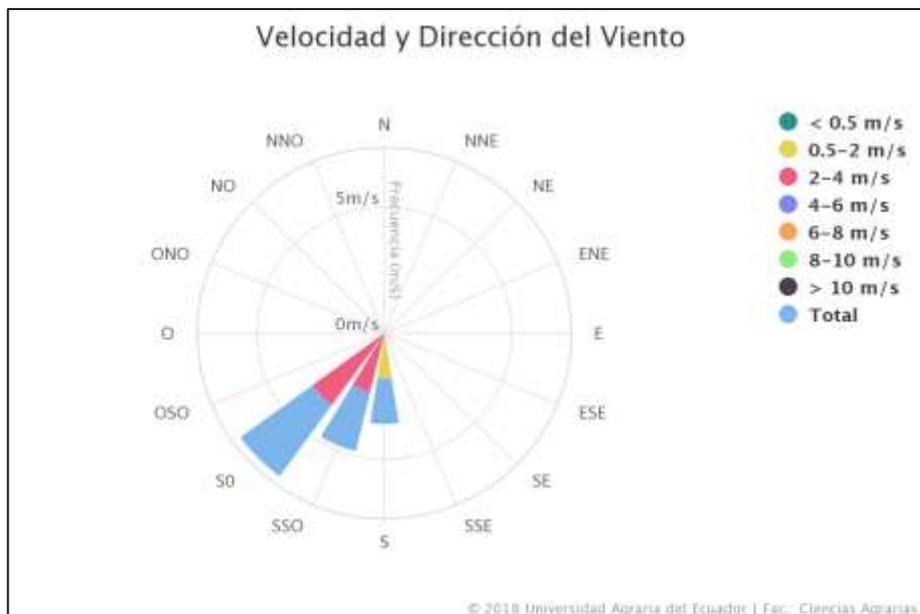
La región litoral del país no presenta fenómenos de nevadas, esto significa que nuestra edificación no estará sometida a esta clase de cargas. Así, no consideramos este tipo de carga a nuestro diseño.

## 2.12. Cargas por viento

Para el presente proyecto no se consideran cargas por viento debido a que en la zona se producen vientos de aproximadamente 5,3 m/s, según la estación meteorológica de la Universidad Agraria del Ecuador.

**Tabla 2.16 Ubicación estación meteorológica CUM [Universidad Agraria del Ecuador, 2021]**

Estación Meteorológica	Latitud	Longitud	Altura (m)
UAE-CUM	-2.13123	-79.583365	12



**Figura 2.5 Velocidad y dirección del viento [Universidad Agraria del Ecuador, 2021]**

## 2.13. Carga por sismo

Para la determinación de las cargas por sismos, haremos referencia a la Norma NEC-SE-DS y ASCE 7-16. Estas cargas estarán definidas por diferentes factores que se presentan en la tabla 2.17.

**Tabla 2.17 Datos de edificación**

Datos edificación		Descripción	Referencia
Tipo de uso	Centro educativo	Actividades a desarrollarse en el edificio	Cliente

Categoría	Especial	Clasificación de la estructura por su importancia	NEC-SE-DS Sección 4.1
Ubicación regional	Costa	Ubicación Geográfica	Mapas y zonas geográficas
Configuración estructural	PAA	Estructuras de acero con arriostramientos	NEC-SE-DS Sección 6.3.3

### 2.13.1. Período estructural

El período de vibración de la estructura se calculará por el Método 1 descrito en la Norma, conforme la sección 6.2.3 de la NEC-SE-DS, con la siguiente ecuación:

$$T = C_t * H^\alpha \quad (2.2)$$

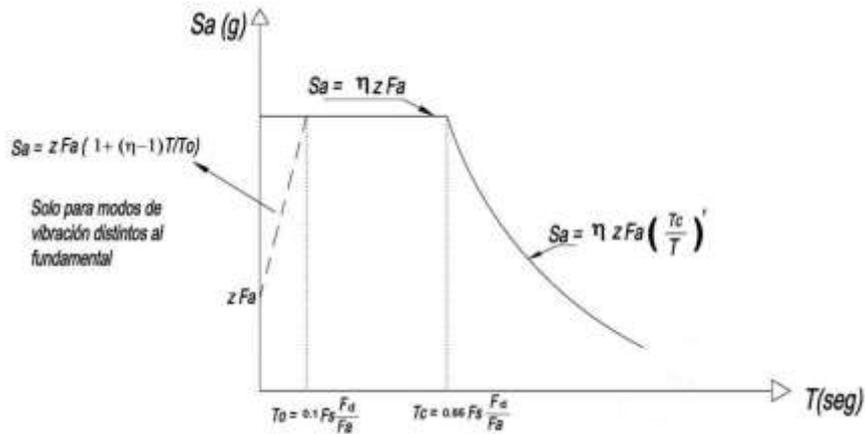
Donde:

- T = período de vibración de la estructura
- $C_t$  = Coeficiente que depende del tipo de edificio
- H = Altura máxima de la edificación de n pisos, medida desde la base de la estructura, en metros. (10,00 m)

Para un pórtico de acero arriostrado los valores de  $C_t$  y  $\alpha$  son de 0,073 y 0,75 respectivamente.

### 2.13.2. Espectro de respuesta

Según la NEC, 2015 el espectro de respuesta elástico de aceleraciones representa cómo reacciona la estructura a una aceleración horizontal a nivel del suelo. Esta aceleración corresponde a un movimiento sísmico y se expresa como fracción de la gravedad.



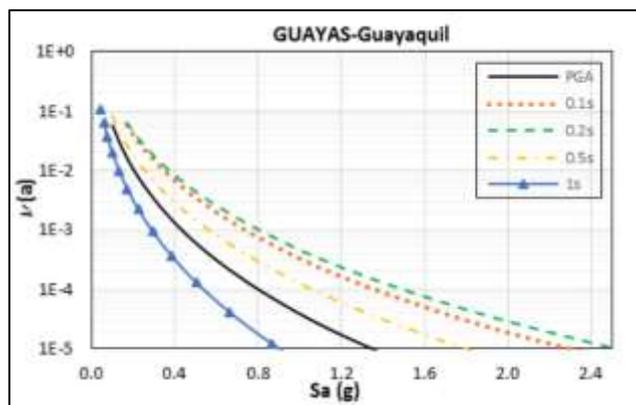
**Figura 2.6 Espectro de respuesta sísmico [Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015]**

El espectro de respuesta de diseño, se lo tomará según el nivel de desempeño sísmico deseado y la probabilidad de ocurrencia de un sismo asociada. Par nuestro caso usaremos un sismo con probabilidad anual de excedencia de un 0,0004, en las curvas de peligro sísmico, es decir un sismo con nivel de frecuencia **muy raro** y amenaza sísmica **extrema** por ser una estructura de uso educativo. El cálculo del espectro de respuesta se detalla en el anexo 1.

### 2.13.3. Peak Ground Acceleration

Para la determinación de la aceleración sísmica en el suelo haremos uso de las curvas de peligro sísmico conforme lo dictamina la norma NEC-SE-DS para una estructura de ocupación especial.

La curva de peligro sísmico será tomada de del artículo Estudio de peligro sísmico de Ecuador y propuesta de espectros de diseño para la ciudad de Cuenca del año 2016.



**Figura 2.7 Curva de peligro sísmico para la ciudad de Guayaquil [Quinde Martínez & Reinoso Ángulo, 2016]**

Las curvas de peligro sísmico están orientadas al diseño de edificaciones esenciales y especiales a fin de que el sismo escogido sea realizado con un período de retorno de 2500 años.

#### 2.13.4. Perfil de suelo

La NEC-SE-DS define los perfiles de suelo según se detalla en la siguiente tabla. Con el tipo de suelo, el cual se encuentra asociado al número de golpes SPT o resistencia del suelo.

**Tabla 2.18 Tipos de suelo [Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015]**

TIPO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN	DEFINICIÓN
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500 \text{ m/s}$
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > V_s \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > V_s \geq 360 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100 \text{ KPa}$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ $100 \text{ KPa} > S_u \geq 50 \text{ KPa}$

E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180 \text{ m/s}$
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50 \text{ Kpa}$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases:	
	F1—Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.	
	F2—Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).	
	F3—Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con índice de Plasticidad IP > 75)	
	F4—Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 30m)	
	F5—Suelos con contrastes de impedancia $\alpha$ ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte.	
F6—Rellenos colocados sin control ingenieril.		

### 2.13.5. Coeficientes de suelo

Los coeficientes de suelo, son factor que sirven para amplificar las ordenadas del espectro de respuesta elástico de aceleraciones de diseño en roca. Los valores se detallan en las siguientes figuras.

El factor  $F_a$  corresponde a un Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto.

El factor  $F_d$  corresponde a un coeficiente de amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca.

El factor  $F_s$  corresponde al comportamiento no lineal de los suelos.

**Tabla 2.19 Coeficientes de suelo [Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015]**

COEFICIENTES DEL PERFIL DEL SUELO							
Zona sísmica Factor z		I	II	III	IV	V	VI
Fa	Suelo	0,15	0,25	0,3	0,35	0,4	>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	1,12
	E	1,8	1,4	1,25	1,1	1	0,85
Fd							
	A	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
	B	1	1	1	1	1	1
	C	1,36	1,28	1,19	1,15	1,11	1,06
	D	1,62	1,45	1,36	1,28	1,19	1,11
	E	2,1	1,75	1,7	1,65	1,6	1,5
Fs							
	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	0,85	0,94	1,02	1,06	1,11	1,23
	D	1,02	1,06	1,11	1,19	1,28	1,4
	E	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2

### 2.13.6. Factor r y relación $\eta$

La NEC-SE-DS define el factor  $\eta$  como la razón entre la aceleración espectral  $S_a$  ( $T = 0.1$  s) y el PGA para el período de retorno seleccionado.

De igual manera, la NEC-SE-DS define a r como el factor usado en el espectro de diseño elástico, cuyos valores dependen de la ubicación geográfica del proyecto.

El valor de r es de 1.0 para los suelos tipo A, B, C y D. Para el suelo tipo E toma el valor de 1.5.

### 2.13.7. **Peso sísmico**

La carga sísmica reactiva está definida como el peso muerto asignado a toda la estructura para edificaciones que no contienen bodegas ni almacenajes. Para estos casos últimos, se le debe añadir el 25% de la carga viva.

### 2.13.8. **Coeficiente sísmico**

El coeficiente sísmico está determinado por la ecuación (2.3) la cual determina un porcentaje de aplicación de la fuerza de corte a la estructura.

$$C_S = \frac{I * S_a}{R * \phi_P * \phi_E} \quad (2.3)$$

Donde:

- R Factor de reducción
- $C_s$  Coeficiente sísmico
- I Factor de influencia
- $S_a$  Aceleración espectral
- $\phi_P$  Factor de irregularidad en planta
- $\phi_E$  Factor de irregularidad en elevación

### 2.13.9. **Cortante basal**

El cortante basal se determina mediante la ecuación (2.4) la cual determina la fuerza de corte en la base de la estructura.

$$V = C_s W \quad (2.3)$$

La NEC-SE-DS determina que el cortante resultante del análisis modal espectral debe ser superior al 85% del cortante basal de la ecuación (2.3)

### 2.13.10. **Distribución de fuerzas sísmicas**

Para la distribución de fuerzas sísmicas se atenderá lo estipulado en la sección 6.3.5 de la NEC-SE-DS el cual sostiene que las fuerzas sísmicas se encuentran distribuidas de forma tal que se asemejan a un triángulo de esfuerzos con similitud al modo fundamental de vibración, pero dependiente del período de vibración  $T_a$ .

Para lo cual, usaremos la siguiente formula de distribución del cortante basal.

$$F_x = \frac{W_x * h_x^k}{\sum_{i=1}^n W_i h_i^k} * V \quad (2.4)$$

Donde:

- V: Cortante total en la base de la estructura
- V<sub>x</sub>: Cortante total en el piso x de la estructura
- F<sub>i</sub>: Fuerza lateral aplicada en el piso i de la estructura
- F<sub>x</sub>: Fuerza lateral aplicada en el piso x de la estructura
- N: Número de pisos de la estructura
- W<sub>x</sub>: Peso aginado al piso o nivel x de la estructura, siendo una fracción de la carga reactiva W
- W<sub>i</sub>: Peso aginado al piso o nivel i de la estructura, siendo una fracción de la carga reactiva W
- h<sub>x</sub>: Altura del piso x de la estructura
- h<sub>i</sub>: Altura del piso i de la estructura
- k: Coeficiente relacionado con el período de vibración de la estructura T

Para determinar k nos valdremos de la siguiente tabla:

**Tabla 2.20 Valores de k según el período [Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015]**

Valores de T (s)	k
≤ 0.5	1
0.5 < T ≤ 2.5	0.75 + 0.50 T
T > 2.5	2

#### 2.14. Derivas admisibles

Las derivas admisibles serán consideradas según la sección 4.2.2 de la NEC-SE-DS. Para la estructura diseñada, la deriva dada por la mencionada norma es del 2% de la altura de piso.

Para el control de la deriva máxima de piso se hará uso de la sección 6.3.9 de la NEC-SE-DS donde la deriva máxima inelástica será calculada mediante la ecuación

$$\Delta_M = 0.75 * \Delta_\varepsilon * R \quad (2.5)$$

Donde:

- R Factor de reducción de resistencia
- $\Delta_M$  Deriva inelástica de piso
- $\Delta_\varepsilon$  Deriva elástica de piso

### 2.15. Estabilidad de estructura

La norma estadounidense ASCE 7-10 en la sección 12.8.7, para realizar el cálculo de la estabilidad estructural en pórticos resistentes a momento, facilita un método para el cálculo el cual se refiere a la ecuación 2.6, misma que debe ser chequeada para cada piso.

$$\theta = \frac{P_x \Delta I}{V_x h_x C_d} \quad (2.6)$$

Donde:

- $\theta$  Índice de estabilidad
- $P_x$  Carga gravitacional de piso
- $\Delta$  Deriva de piso
- $V_x$  Cortante de piso
- $h_x$  Altura de entrepiso
- $C_d$  Factor de amplificación de deflexiones

Para el cálculo de las cargas gravitacionales se usará lo determinado en la sección 12.8.7 de la ASCE 7-10, donde menciona que los factores de mayoración de carga no serán mayores a la unidad. Por tanto, será asignado para las cargas permanentes el factor de mayoración de 1.0 y para las cargas vivas de 0.5 debido a que actúan en simultáneo, conforme se detalla en la siguiente ecuación.

$$P_x = 1.0P_D + 0.5P_L \quad (2.7)$$

Para el control del índice de estabilidad haremos uso de la ecuación 2.7 dada por la ASCE 7-10 la cual menciona que no se podrá superar el valor que resulte de calcular:

$$\theta = \frac{0.5}{\beta C_d} \quad (2.8)$$

Donde:

- $\theta$  Índice de estabilidad
- $\beta$  Razón de la demanda y capacidad de cortante del nivel.
- $C_d$  Factor de amplificación de deflexiones

## **2.16. Participación de masa modal**

La participación modal de masa es un chequeo que se debe realizar a fin de verificar que la participación de la masa sea de al menos el 90% en el análisis modal del modelo espectral. Este chequeo es requerido por la NEC-SE-DS sección 6.2.2 literal e y debe ser realizado para cada dirección horizontal.

## **2.17. Diseño de la cimentación**

Para comportarse satisfactoriamente, Braja Das en el año 1999 en su libro Principios de Ingeniería de Cimentaciones, comentó que las cimentaciones superficiales deben tener dos características principales.

La primera es que la cimentación debe ser capaz de soportar las cargas de tal manera que al transmitir las al suelo no se produzcan fallos por corte general, y la segunda es que;

Los asentamientos que se producen no deben ser excesivos. El control de asentamientos se dará con la norma NEC-SE-GM considerando que los asentamientos diferenciales no deben superar los 2,0 cm.

El diseño de la cimentación se realizará conforme a la norma ACI 318-14 considerando que para este proyecto se realizarán vigas de cimentación en T a fin de transmitir los esfuerzos de las cargas al suelo.

### 2.17.1. Parámetros de diseño

- Capacidad admisible del suelo o carga última

La carga por área unitaria de la cimentación bajo la cual ocurre la falla por corte en el suelo se llama capacidad de carga última. (Braja Das, 1999)

La capacidad de carga para una cimentación corrida como la que será adoptada en el presente estudio está dada por la ecuación (2.9) misma que fue tomada del libro Principios de Ingeniería de Cimentaciones de Braja Das.

$$q_u = cN_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_f \quad (2.9)$$

Donde:

- $q_u$  Capacidad última de carga
- $c$  Cohesión.
- $q$  Sobrecarga.
- $\gamma$  Peso volumétrico.
- $B$  Ancho de la cimentación.
- $N_c$  Coeficiente de Capacidad de Carga.
- $N_q$  Coeficiente de Capacidad de Carga.
- $N_f$  Coeficiente de Capacidad de Carga.

Para el cálculo de la capacidad admisible del suelo, se tomará en consideración el estudio de suelos proporcionado por el cliente para los datos obtenidos de la prueba SPT. A su vez, se revisará bibliografía complementaria para obtener una capacidad de carga acorde a la información recolectada.

En Ecuador, para la revisión de los parámetros y normativas geotécnicas existe la NEC-SE-GM, la cual en su sección 6.2 sugiere que para el estado de carga de cargas muertas + cargas vivas máximas el factor de seguridad indirecto mínimo sea de 2.5, sin embargo, para el presente proyecto, de forma conservadora optaremos por el valor de 3.0

Con estas consideraciones, los autores consultados nos dan la capacidad de carga admisible del suelo, conforme se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 2.21 Capacidad de carga admisible del suelo según autores consultados**

<b>Autor</b>	<b>Fuente</b>	<b>q<sub>u</sub> (ton/m<sup>2</sup>)</b>
Braja Das	(Braja Das, 1999)	8,41
Bowless	(Bowless, 1974)	7,50
Peck	(Peck, Hanson , & Thornb, 1988)	7,50
ASTM D-1586	(American Society for Testing and Materials - ASTM, 1996)	7,50
<b>Adoptado</b>		<b>7,50</b>

- Cargas de diseño

Las cargas de diseño a considerar son las cargas gravitacionales de servicio, las cuales se calculan con la siguiente ecuación:

$$P_{SERV} = 1.0P_D + 1.0P_L \quad (2.9)$$

Estas cargas serán obtenidas del modelado que se realizará en el programa ETABS v18.0.2 según las solicitudes dadas en la sección 2.7, 2.8 y 2.13 del presente documento.

- Chequeos de asentamientos diferenciales

Braja Das menciona que cuando la cimentación descarga en suelos medianamente compactados cuya estructura es arcillosa, como es nuestro caso, un incremento de carga sobre la cimentación también será acompañado por un aumento del asentamiento.

Es decir, que para nuestro proyecto debemos realizar el cálculo de los asentamientos generados al realizar un aumento de cargas. Para esto nos valdremos de la teoría de elasticidad y de la siguiente ecuación:

$$S_e = \frac{Bq_0}{E_s} (1 - \mu^2) \alpha \quad (2.10)$$

Donde:

- $S_e$  Asentamiento elástico.
- $B$  Ancho de la cimentación.
- $q_0$  Carga unitaria.
- $E_s$  Módulo de elasticidad del suelo.
- $\mu$  Relación de poisson del suelo.

Para el cálculo de alfa usaremos la figura 2.7 considerando la cimentación como promedio.

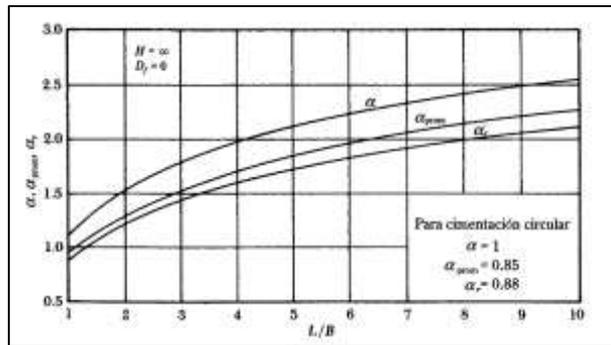


Figura 2.8 Valores de  $\alpha$  [Braja Das, 1999]

## 2.18. Diseño de placa base

La placa base será diseñada en relación a los estados límites de compresión del bloque de concreto y a la fluencia de la placa de acero.

### 2.18.1. Estado límite de compresión del concreto

Para cumplir con el estado límite de compresión de concreto para el cual no se produzcan fallas, se realizará el diseño de tal forma que al aplicar la carga máxima que proviene de las columnas se produzca una descarga en un área donde estas fallas no produzcan esfuerzos mayores al del concreto. Esto se expresa en la ecuación (2.11) con la finalidad de encontrar el área mínima requerida de la placa.

$$A_{req} = \frac{P_u}{\phi 0,85 f' c \sqrt{\frac{A_2}{A_1}}} \quad (2.11)$$

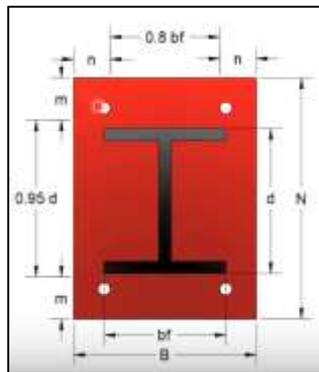
Donde:

- $P_u$  Carga axial de columna.
- $f'_c$  Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días.
- $A_{req}$  Área requerida para evitar falla.
- $\phi$  Factor de reducción de carga.
- $A_2$  Área del concreto
- $A_1$  Área de la placa base

De forma conservadora, las áreas de contacto entre la placa base y el concreto serán las mismas.

### 2.18.2. Estado límite de fluencia de la placa de acero

Para cumplir con el estado límite de fluencia de la placa de acero para el cual no se produzcan fallas por pandeo, se realizará el diseño considerando la figura 2.8 donde se discretiza una placa de acero con medidas dadas a partir de la sección de una columna. Esto se expresa en la ecuación (2.12) con la finalidad de encontrar el espesor mínimo requerido de la placa.



**Figura 2.9 Placa base tipo**

Para el cálculo del espesor usaremos la siguiente ecuación:

$$t_{req} = L \sqrt{\frac{2P_u}{\phi f_y B N}} \quad (2.12)$$

Donde:

- $P_u$  Carga axial de columna.
- $f_y$  Resistencia a la fluencia del acero.

- $t_{req}$  Espesor requerida para evitar falla.
- $\phi$  Factor de reducción de carga.
- B Ancho de la placa
- N Largo de la placa
- L Longitud mínima desde la perforación al extremo de placa.

### 2.18.3. Diseño de pernos de anclaje

Los pernos de anclaje son los encargados de realizar la transmisión de esfuerzos y mantener la estabilidad de la unión del dado de concreto con la placa base.

Para el cálculo de los pernos nos valdremos, necesitaremos encontrar la cantidad de pernos requeridos detallada en la ecuación (2.15) y la longitud de anclaje detallada en la ecuación (2.17).

Para determinar la cantidad de pernos usaremos la siguiente metodología:

- Calcularemos la cantidad de acero necesario para soportar las cargas de tensión que la columna ejerce. Se realizará con la ecuación (2.13)
- Calcularemos el área de un perno de medida comercial. Se realizará con la ecuación (2.14)
- Calcularemos la cantidad de pernos necesarios para soportar la carga. Se realizará con la ecuación (2.15)

$$A_g = \frac{T_u}{0,75\phi_t F_u} \quad (2.13)$$

$$A_{gu} = \frac{\pi}{4} d^2 \quad (2.14)$$

$$n = \frac{A_g}{A_{gu}} \quad (2.15)$$

Donde:

- $T_u$  Carga axial de columna.
- $F_u$  Resistencia última del acero.

- $A_g$  Área de acero requerida.
- $\phi_t$  Factor de reducción de carga (0,9)
- $A_{gu}$  Área de acero de 1 perno
- $d$  Diámetro escogido de perno
- $n$  número de pernos

Para determinar la longitud de anclaje realizaremos la siguiente metodología:

- Calcularemos el área de acero longitudinal requerido para soportar la carga de tensión. Se realizará con la ecuación (2.16)
- Para soportar la tensión, la longitud de anclaje mínima será calculada con la ecuación (2.17)

$$A_{gst} = \frac{t_u}{4\phi_t\sqrt{f'c}} \quad (2.16)$$

$$L = \sqrt{\frac{A_{gst}}{3,14}} \quad (2.17)$$

Donde:

- $t_u$  Carga unitaria del perno.
- $f'c$  Resistencia a la compresión del concreto.
- $A_{gst}$  Área longitudinal de acero requerida.
- $\phi_t$  Factor de reducción de carga (0,9)
- $L$  Longitud requerida de anclaje

## 2.19. Diseño de conexiones

Para el diseño de conexiones, se hará referencia a la AISC 360-16 capítulo J. Las conexiones serán soldadas, donde se usará electrodo E7018 para realizar el proceso de soldadura. Este electrodo tiene una resistencia de 70 ksi o 4921,50 kg/cm<sup>2</sup>. Las conexiones a diseñar serán de tipo momento y cortante, es decir deberán ser soldadas en todo el alrededor y serán de filete para las conexiones

alma de viga con otro elemento y de ranura completa para la conexión del patín con otro elemento.

Esto se realiza considerando que las conexiones del patín son las que transmiten los esfuerzos generados por los momentos, mientras que el alma transmite los esfuerzos cortantes.

De la práctica, se sabe que mientras el material de aporte sea de resistencia superior al metal base la resistencia en la conexión de los patines estará dominada por el metal base por la siguiente fórmula:

$$\phi R_n = \phi F_y b_f t_f \quad (2.18)$$

Donde:

- $R_n$  Resistencia nominal al corte de la soldadura.
- $F_y$  Resistencia del metal base.
- $t_f$  Ancho de soldadura – espesor del patín.
- $\phi$  Factor de reducción de carga.
- $b_f$  Longitud de soldadura – ancho del patín

Para nuestro caso, el ancho de soldadura será dado por el espesor del patín y la longitud de la soldadura estará dada por la dimensión del patín.

De igual manera, el proceso seleccionado en función de la normativa es la soldadura SMAW, como se detalla en la figura 2.9.

Requisitos de compatibilidad de los metales de aporte			
GRUPO	MATERIAL BASE (Especificación ASTM)	Proceso de soldadura	
		SMAW	GMAW
I	A36 ≤ 20mm espesor	E60XX o E70XX	ER70S-X
II	A36 > 20 mm espesor	E70XX	ER70S-X
	A572 Grados 42, 50 y 55		
	A588		
III	A572 Grados 60 y 65	E80XX	ER80S-X
IV	A709	E90XX	ER90S-XX

**Figura 2.10 Compatibilidad entre material de aporte de soldadura y metal base [AISC, 2016]**

Las conexiones entre las almas de las vigas principales y las secundarias, vigas principales y columnas serán realizadas por soldadura de filete donde la resistencia nominal al corte será determinada con la siguiente ecuación:

$$\phi R_n = \phi 0.6 F_{EXX} (0.707 a) l \quad (2.19)$$

Donde:

- $R_u$  Resistencia nominal al corte de la soldadura.
- $F_{EXX}$  Resistencia del electrodo.
- $a$  Ancho de soldadura.
- $\phi$  Factor de reducción de carga.
- $l$  Longitud de soldadura

Para el ancho de soldadura, usaremos la tabla J2.4 de la AISC 360-16 que se detalla en la figura 2.10.

<b>TABLA J2.4</b> <b>Tamaño Mínimo de Soldadura de Filete</b>	
<b>Espesor de parte unida más delgada, mm</b>	<b>Tamaño mínimo de soldadura de filete[a], mm</b>
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Mayor que 19	8
<small>[a] Dimensión del pie de la soldadura de filete. Se deben utilizar soldaduras de paso simple.  Nota: Ver la Sección J2.2b para el tamaño máximo de soldaduras de filete.</small>	

**Figura 2.11** Tabla de tamaños mínimos de soldadura de filete [AISC, 2016]

# CAPITULO 3

## 3. CALCULO Y DISEÑO DE LA ESTRUCTURA

El presente capítulo dará detalles y el análisis realizado para obtener el diseño final de la alternativa seleccionada en el capítulo anterior.

### 3.1. Diseño estructural

Para el diseño estructural de la alternativa compuesta por acero estructural usaremos la norma ecuatoriana de la construcción del año 2015 NEC-SE-AC, la norma del American National Standard Institute – American Institute Steel Construction ANSI/AISC 360-16 y ANSI/AISC 348-16.

El prediseño de la estructura se encuentra detallado en el anexo 2.

### 3.2. Prediseño de elementos

Para un dimensionado en el cual no se realicen constantes iteraciones buscamos aproximarnos a nuestra sección de diseño mediante el pre dimensionado de las mismas a través de un análisis estructural en dos dimensiones de los pórticos con las cargas calculadas en el capítulo anterior.

Los pórticos, para nuestro proyecto, son gravitacionales y sísmicos. Siendo estos últimos los que se encuentran en la zona perimetral del edificio a fin de que sean los encargados de absorber y distribuir los esfuerzos generados por las diferentes combinaciones de cargas asignadas.

### 3.3. Prediseño de vigas

El prediseño de las vigas lo realizaremos a fin de que soporten el momento máximo desarrollado a lo largo de la sección. El cálculo lo realizaremos a través de la siguiente expresión:

$$M_n = M_p = \phi F_y * Z \quad (3.1)$$

Donde:

- $\phi$  factor de reducción de resistencia (0,90)

- Mn Resistencia nominal del miembro
- Mp Momento plástico
- Fy Esfuerzo de fluencia del acero
- Z Módulo plástico

El detalle del predimensionado de las vigas se encuentra detallado en el anexo 2.

### 3.4. Prediseño de columnas

El pre dimensionado de columnas lo haremos a través de la carga axial que soporta debido a que la compresión es el estado donde se deben controlar mejor las secciones por causa de los pandeos.

Así, la expresión para el pre dimensionado de la sección es la siguiente:

$$\phi P_n = \phi F_{cr} * A_g \quad (3.2)$$

Donde:

- $\phi$  factor de reducción de resistencia (0,90)
- Pn Resistencia nominal del miembro
- Fcr Esfuerzo crítico del acero
- Ag Área de la sección transversal

El detalle del predimensionado de las columnas se encuentra detallado en el anexo 2.

### 3.5. Diseño de placa colaborante

Para el diseño de la placa colaborante que servirá como losa haremos uso del procedimiento dado por el proveedor de la estructura, el cual será Novacero.

Para el diseño de esta losa, usaremos la combinación de cargas  $U2=1.2D+1.6L$  conociendo que la carga muerta es de 0,54 ton/m<sup>2</sup> y la carga viva máxima soportada es de 0,48 ton/m<sup>2</sup>.

Del Catálogo estructuras metálicas y mixtas, Edición No. 3 del año 2019 de Novacero, optaremos por una placa colaborante de 0,76mm con las siguientes propiedades:

**Tabla 3.1 Propiedad de placa colaborante**

e	0,76 mm	Espesor de placa
w	7,47 kg/m <sup>2</sup>	Peso de placa
r	2,50 cm	Recubrimiento de malla
I	36,89 cm <sup>4</sup> /m	Módulo de inercia
S <sup>+</sup>	11,46 cm <sup>3</sup> /m	Módulo de sección positivo
S <sup>-</sup>	12,81 cm <sup>3</sup> /m	Módulo de sección negativo
A	9,03 cm <sup>2</sup> /m	Área transversal de placa
d	5,50 cm	Peralte o altura de onda
m	5,00 cm	Loseta superior de hormigón
w <sub>t</sub>	187,23 kg/m <sup>2</sup>	Peso muerto de losa

Se verifica con la figura 3.1 que con una separación de 2m entre viguetas o vigas secundarias obtenemos la máxima carga viva no mayorada que puede soportar la estructura. Para nuestro caso, estamos por debajo del límite impuesto por el fabricante.

		Carga Viva no Factorada Novalosa 55 mm (e) (kg/m <sup>2</sup> )												
Espesor placa colaborante (mm)	Espesor losa (a) (cm)	Separación entre apoyos (m)												
		1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
0,76	5	1716	125	1047	841	684	562	465	387	323	270	226	188	154
	6	2007	1552	1227	987	804	662	549	457	383	321	269	225	188
	8	2422	2031	1608	1295	1057	872	725	607	510	429	362	305	256
	10	3264	2535	2004	1618	1322	1092	910	763	643	543	460	389	329
	12	3924	3044	2435	1950	1594	1320	1102	925	781	661	561	476	404
	14	4596	3568	2833	2288	1875	1553	1297	1091	922	782	665	566	481
1,00	5	2261	1757	1396	1129	926	768	643	542	459	390	333	284	243
	6	2544	2057	1636	1324	1087	903	756	638	542	462	394	338	289
	8	3460	2693	2144	1738	1429	1189	998	844	718	614	526	452	389
	10	4314	3360	2677	2172	1788	1490	1252	1041	905	775	666	574	495
	12	5194	4047	3227	2621	2159	1800	1515	1286	1097	942	811	700	606
	14	6091	4748	3789	3079	2538	2118	1784	1515	1295	1112	959	830	719
	16	7010	5462	4399	3544	2922	2441	2058	1749	1496	1284	1110	942	825

**Figura 3.1 Carga viva máxima no factorada permisible para novalosa 55 [Novacero, 2019]**

Aplicando la combinación de cargas U2 y modelando la placa colaborante como una viga continua en el programa SAP200 se obtuvo que el momento máximo generado en la losa es de 0,55 ton-m.

El proveedor, en el catálogo nos ofrece la resistencia de la placa colaborante con el concreto colado conforme la figura 3.2.

Propiedades de la Sección Compuesta Novalosa 55 mm					
Espesor Novalosa (mm)	Espesor losa (a) (cm)	Volumen hormigón (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	Peso hormigón (kg/m <sup>2</sup> )	Id (b) (cm <sup>3</sup> /m)	ΦaMno (c) (Ton.m)
0,76	5	0,07491	179,8	654,57	0,950
	6	0,08491	203,8	773,98	1,109
	8	0,10491	251,8	1238,75	1,442
	10	0,12491	299,8	1861,98	1,789
	12	0,14491	347,8	2667,20	2,145
	14	0,16491	395,8	3677,76	2,508
1,00	16	0,18491	443,8	4916,88	2,875
	5	0,07473	179,3	654,57	1,230
	6	0,08473	203,3	851,84	1,437
	8	0,10473	251,3	1358,74	1,872
	10	0,12473	299,3	2035,55	2,327
	12	0,14473	347,3	2906,07	2,796
	14	0,16473	395,3	3993,85	3,274
	16	0,18473	443,3	5322,30	3,759

**Figura 3.2 Momentos de diseño de la sección de placa colaborante y loseta de compresión de concreto [Novacero, 2019]**

La resistencia de diseño a flexión de la placa colaborante es de 0,95 ton-m lo cual es mayor a la sollicitación de 0,55 ton-m.

Para el control de los esfuerzos producidos por la retracción del concreto a causa de la temperatura consideraremos una cuantía de 0,0018.

Para cumplir con la sollicitación de cuantía se considerarán varillas de 5,5 mm para el acero de retracción que tienen un área de 0,23 cm<sup>2</sup>.

Para el control de las retracciones por temperatura usaremos una malla Ø5,5 espaciada cada 20,00 cm.

El detalle de las verificaciones realizadas a la sección compuesta fue realizada a través de la teoría de esfuerzos, conforme al anexo 6.

### 3.6. Modelado en programa ETABS v18

Para encontrar resultados satisfactorios, se procedió a modelar el sistema estructural en el programa ETABS a fin de encontrar las sollicitaciones de cargas finales a las cuales estarán sometidos los elementos de esta estructura.

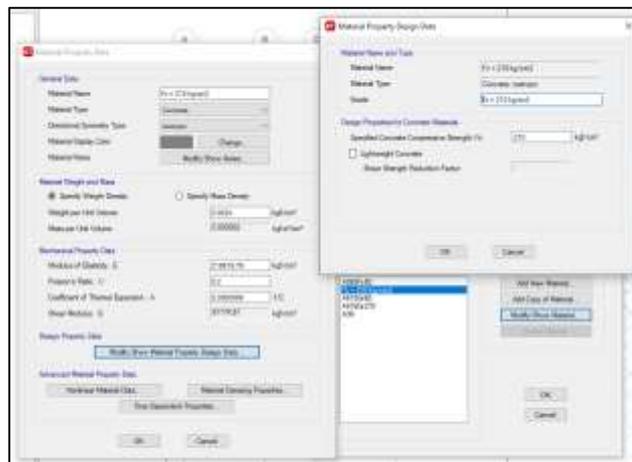
A continuación, se detallan los pasos del modelado:

- Definición de materiales: Se procede a definir el material del acero el cual es ASTM A36.



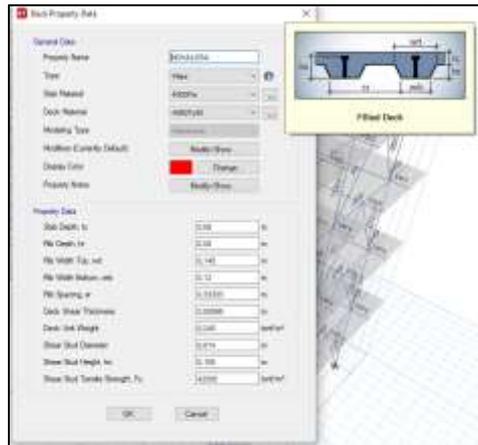
**Figura 3.3 Definición de acero estructural ASTM A36**

- Definición de secciones: Se ingresan los datos de las vigas y columnas.



**Figura 3.4 Definición de secciones de acero ASTM A36**

- Definición de sección de Novalosa: Se ingresan los datos de la losa modelo Steel panel.



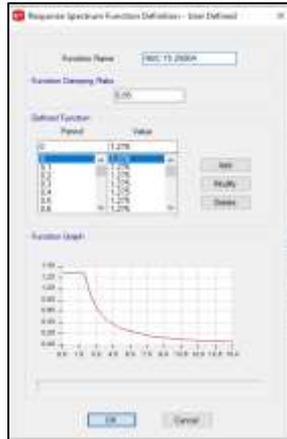
**Figura 3.5 Definición de losa Steel Panel**

- Definición de Patrones de Carga: Se agregaron las cargas a considerar en el diseño de la edificación.

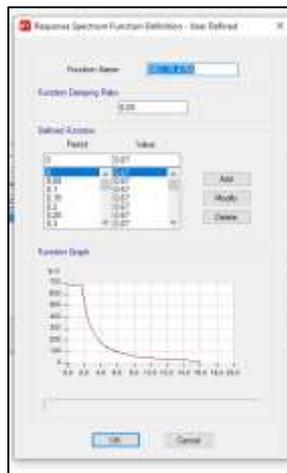


**Figura 3.6 Definición de patrones de carga**

- Definición de espectro de aceleraciones

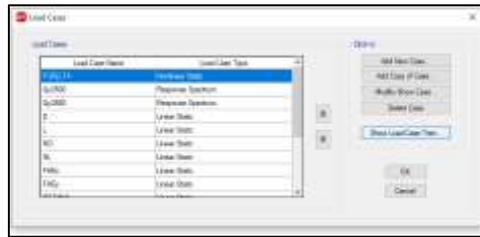


**Figura 3.7 Espectro de respuesta,  $T_r=2500$  años**



**Figura 3.8 Espectro de respuesta,  $T_r=475$  años**

- Definición de casos de carga: se definieron los casos de carga asociados a un cálculo de segundo orden, es decir tomando en cuenta los efectos P- $\Delta$



**Figura 3.9 Casos de carga para el diseño**



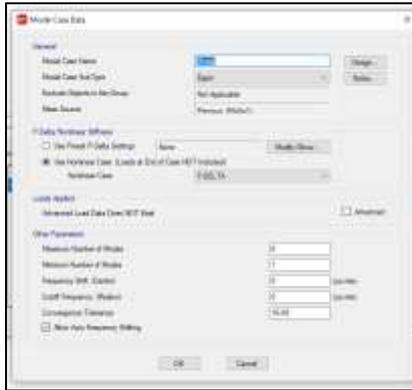
**Figura 3.10 Caso de carga muerta con efectos P-Δ**

- Definición de combinaciones de carga



**Figura 3.11 Combinaciones de carga**

- Definición de los casos modales: número de modos de vibración de la estructura frente a una fuerza lateral



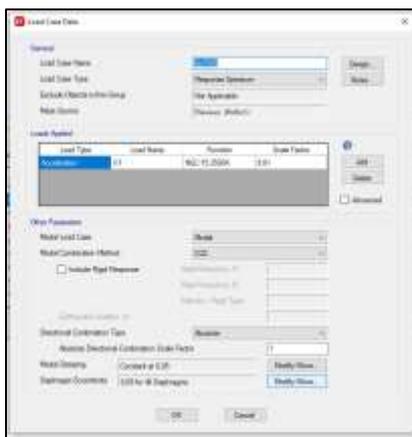
**Figura 3.12 Definición de casos modales**

- Definición de peso sísmico: Peso que será considerado para el cálculo del cortante basal.



**Figura 3.13 Definición de peso sísmico**

- Definición de carga de sismo dinámico: Este sismo será usado para los períodos con el espectro de aceleraciones.



**Figura 3.14 Definición de sismo dinámico**

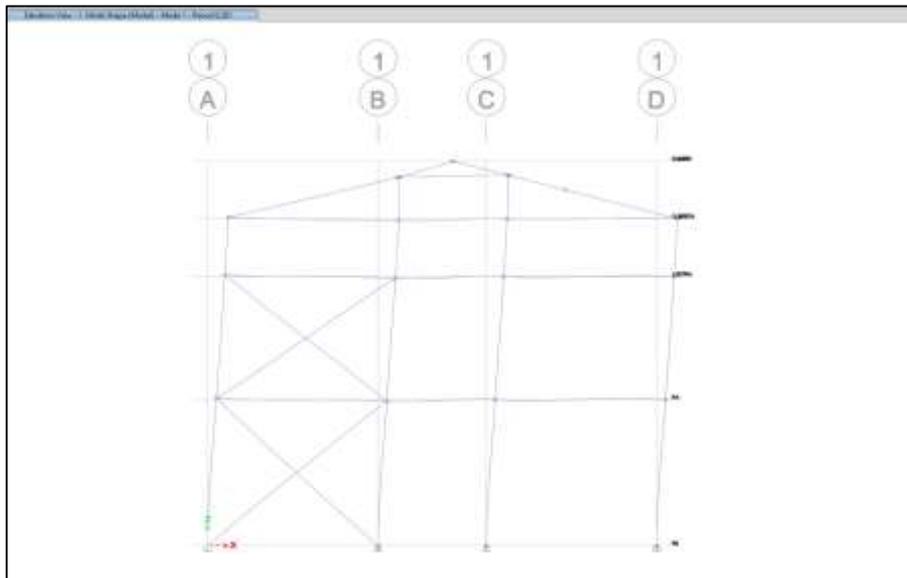
- Definición de sismos estáticos: carga de sismo por fuerza equivalente conforme la norma NEC-SE-DS.



**Figura 3.15 Definición de carga sísmica estática**

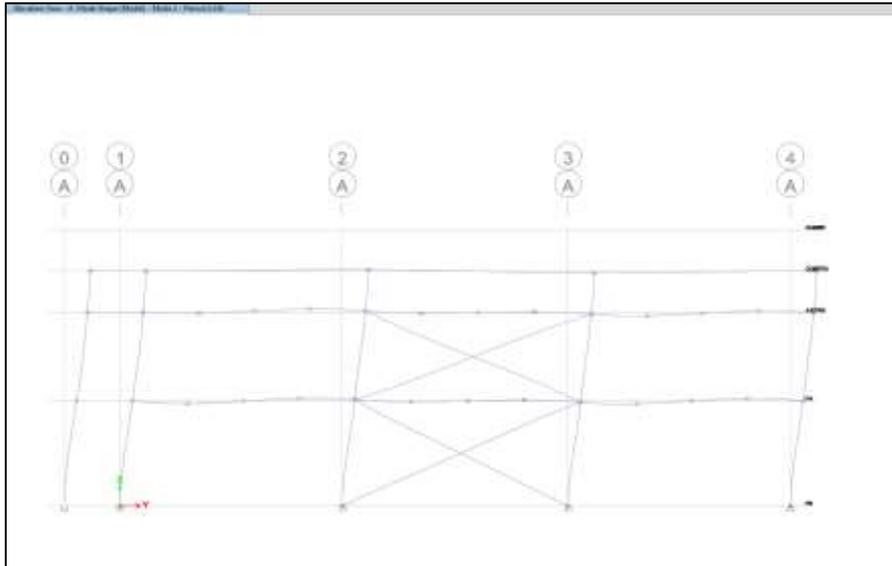
- Modos de vibración

Modo 1: Traslacional en X



**Figura 3.16 Modo 1 de vibración**

Modo 2: Traslacional en Y



**Figura 3.17 Modo 2 de vibración**

### 3.7. Cumplimiento de criterios sismo-resistentes

Para iniciar el diseño definitivo de las secciones de acero de la edificación se deben realizar ciertos chequeos a la estructura a fin de garantizar un comportamiento adecuado según la norma de diseño.

#### 3.7.1. Chequeos de derivas

La norma NEC-SE-DS en su sección 4.2.2. determina que la deriva máxima es del 2% de la altura del piso, por lo cual en la siguiente tabla se presentan los desplazamientos máximos asociados a la aplicación de cargas laterales sísmicas.

**Tabla 3.2 Desplazamiento lateral  $\delta_{xe}$  y derivas de piso elásticas  $\Delta_e$**

Nivel	Desplazamiento de piso $\delta_{xe}$ [mm]	Deriva elástica $\Delta_e = \delta_{xe} - \delta_{(x-1)e}$ [mm]
PB – $\delta_{1e}$	-	-
PA – $\delta_{2e}$	6,19	6,19
AZOTEA – $\delta_{3e}$	12,10	5,91
CUBIERTA – $\delta_{4e}$	14,29	2,19

La deriva inelástica está dada por la ecuación (2.3) y esta se da en la planta alta, por lo cual sería:

$$\Delta_a = 0,02 * 3800 = 76 \text{ mm}$$

La deriva admisible es mayor a la que se resulta de la aplicación de la fuerza sísmica.

### 3.7.2. Chequeos de estabilidad estructural

Para el chequeo de estabilidad estructural se determinaron las cargas muertas y vivas de piso a través del programa ETABS v18.0.2 donde se le aplicó una combinación de carga de acuerdo a la ecuación 2.7. Las cargas laterales producidas por las fuerzas equivalentes del sismo, de igual manera que las cargas gravitacionales se determinaron a través del mismo programa para cada piso.

**Tabla 3.3 Chequeo de estabilidad por piso de la estructura**

Nivel	$\Delta$ (mm)	$P_D$ (tonf)	$P_L$ (tonf)	$P_x$ (tonf)	$V_x$ (tonf)	$h_{sx}$ (m)	$\theta$	$\theta/(\theta+1)$	$\theta_{MAX}$	Chequeo
PA	26,19	577,29	18,19	586,39	157,75	3,8	0,00466	0,00464	0,091	Cumple
Azotea	24,99	213,3	8,13	217,37	124,34	3,2	0,00248	0,00247	0,091	Cumple
Cubierta	9,28	51,52	1,97	52,51	63,01	1,5	0,00094	0,00094	0,091	Cumple

### 3.7.3. Chequeo de participación de masa modal y períodos de vibración

Para el chequeo de participación modal de masa, se obtuvo del programa ETABS v18.0.2 el porcentaje de masa aportada en cada dirección como se detalla en la tabla 3.4. Así mismo, se verifica que en el modo de vibración 1, el cual corresponde a movimiento traslacional en el eje X, se aporta el 90,06% de la masa que solicita la norma. El movimiento traslacional Y se produce en el modo 2 donde aporta el 86,41% de masa al análisis, cumpliéndose en el modo 3 lo solicitado por la norma.

**Tabla 3.4 Ratios de participación modal de masa**

Modo de vibración	Período (seg)	Ratio X	Ratio Y
1	0,3760	90,060%	0,000%
2	0,3300	90,060%	86,410%
3	0,3160	90,070%	92,500%
4	0,1230	98,520%	92,500%
5	0,1030	98,520%	99,730%
6	0,0860	99,360%	99,730%

Para el análisis de torsión de la estructura se revisará la participación modal de masa donde los dos primeros modos de vibración corresponden a movimientos traslaciones y el tercero a rotación en el eje z como se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 3.5 Ratios de participación modal de masa en para revisión de torsión**

Modo de vibración	Período (seg)	Rotación X	Rotación Y	Rotación Z
1	0,3760	0,000%	11,710%	0,000%
2	0,3300	8,450%	11,710%	6,050%
3	0,3160	8,850%	11,710%	89,910%
4	0,1230	8,850%	86,250%	91,450%
5	0,1030	97,240%	86,250%	91,470%
6	0,0860	97,250%	95,270%	98,360%

Según la recomendación de los diseñadores expertos, la rotación en el primer modo no debe ser mayor al 15% y en el segundo no debe superar el 20% a fin de que no ocurran problemas de torsión en las columnas, lo cual es cumplido en nuestro diseño.

### 3.8. Diseño de elementos a compresión

Para el diseño de los elementos a compresión, se realizará el cálculo para una sola columna a fin de ejemplo de ilustración de este ejemplo. Sin embargo, los detalles de las demás columnas serán agregadas en la memoria de cálculo del anexo 4.

Usaremos la columna C5 para el diseño a compresión cuyas características se detallan en la tabla 3.6. Esta sección se encuentra sometida a una compresión a causa de la carga axial producida por las fuerzas gravitacionales y las cargas laterales que generan fibras de compresión según la dirección en la cual se presente.

**Tabla 3.6 Detalle de sección de la columna C5 sometida a compresión**

Propiedad Geométrica	Simbología	Magnitud	Unidad
Altura	h	20,0	cm
Espesor 1	t <sub>1</sub>	2,5	cm
Ancho	b	20,0	cm

Espesor 2	t <sub>2</sub>	2,5	cm
Área	A	175,0	cm <sup>2</sup>
Inercia eje fuerte	I <sub>x</sub>	9114,6	cm <sup>4</sup>
Inercia eje débil	I <sub>y</sub>	9114,6	cm <sup>4</sup>
Módulo elástico eje fuerte	S <sub>x</sub>	911,5	cm <sup>3</sup>
Módulo elástico eje débil	S <sub>y</sub>	911,5	cm <sup>3</sup>
Constante torsional	J	13398,4	cm <sup>4</sup>
Módulo plástico eje fuerte	Z <sub>x</sub>	1156,3	cm <sup>3</sup>
Módulo plástico eje débil	Z <sub>y</sub>	1156,3	cm <sup>3</sup>
Factor de forma	F	1,3	-
Radio de giro eje fuerte	r <sub>x</sub>	7,2	cm
Radio de giro eje débil	r <sub>y</sub>	7,2	cm
Radio de giro torsional	r <sub>t</sub>	5,55	cm

Las cargas a las cuales está sometida la sección fueron obtenidas a través de un análisis en el programa ETABS v18.0.2 y son las siguientes:

**Tabla 3.7 Cargas de diseño**

Carga asociada	Simbología	Magnitud	Unidad
Axial	P	115,12	Ton
Momento eje fuerte	M <sub>x</sub>	3,10	Ton-m
Momento eje débil	M <sub>y</sub>	5,06	Ton-m
Cortante	V	2,76	Ton

### 3.8.1. Chequeos de esbeltez

Los chequeos de esbeltez son requeridos por las normas AISC 360-16 Capítulo B. Para esto, la relación de esbeltez de la sección se calculará con la siguiente ecuación:

$$\lambda = \frac{b}{t} \quad (3.3)$$

El control de esbeltez se realizará con la ecuación 3.4 que está tomada del capítulo B de la AISC 360-16.

$$\lambda_p = 1,12 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (3.4)$$

Así mismo, la norma NEC-SE-AC, en la sección 6.2 solicita que la estructura sea sísmicamente compacta. Para el cálculo haremos referencia a la norma AISC 341-16 en virtud de ser una norma más actualizada y ser la referencia internacional de la norma ecuatoriana. El cálculo se realizará con la siguiente ecuación:

$$\lambda_{ps} = 0,65 \sqrt{\frac{E}{R_y F_y}} \quad (3.5)$$

Aplicando las ecuaciones (3.3), (3.4) y (3.5) realiza el chequeo de secciones compactas y sísmicamente compactas donde se obtiene lo siguiente:

**Tabla 3.8 Relación ancho espesor, esbeltez y compacidad sísmica de la sección**

Relación	Valor	Referencia
$\lambda$	6,00	AISC 360-16 tabla B4.1b AISC 341-16 tabla D1.1
$\lambda_p$	31,80	AISC 360-16 tabla B4.1b
$\lambda_{ps}$	16,19	AISC 341-16 tabla D1.1

De la tabla 3.8 podemos determinar que la sección es compacta y sísmicamente compacta, lo cual la clasifica como una sección altamente dúctil.

### 3.8.2. Chequeos de resistencia a compresión

El chequeo de la resistencia a compresión se realizará con las consideraciones del capítulo E del AISC 360-16 y la siguiente ecuación:

$$\phi P_n = \phi F_{cr} A_g \quad (3.6)$$

Donde:

- $\phi$  Factor de reducción de resistencia (0,90)
- P Resistencia nominal
- $F_{cr}$  Esfuerzo crítico
- $A_g$  Área de sección acero

Se calculará en primera instancia la razón de esbeltez con la ecuación (3.7) donde se asumirá de manera conservadora el factor de longitud efectiva k con el valor

de la unidad. Esta razón se controlará con el límite de pandeo calculado con la ecuación (3.8).

$$\text{razón de esbeltez} = \frac{kL}{r} \quad (3.7)$$

Donde:

- k Factor de longitud efectiva
- L Longitud de la columna
- r Radio de giro del eje

$$\text{límite de pandeo} = 4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (3.8)$$

Se realizará el cálculo del esfuerzo elástico con la ecuación (3.8) el cual servirá para el cálculo del esfuerzo crítico de la sección conforme la ecuación (3.9)

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{kL}{r}\right)^2} \quad (3.8)$$

Donde:

- $F_e$  Esfuerzo elástico

$$F_{cr} = F_y \left( 0,658 \frac{F_y}{F_e} \right) \quad (3.9)$$

Para el presente trabajo, no se hará uso de elementos esbeltos por lo cual usaremos la versión presentada en la ecuación (3.9) y no las dos versiones presentadas por el AISC 360-16 en el capítulo E.

De esta manera se presentan los cálculos en la tabla 3.9.

**Tabla 3.9 Cálculos de parámetros para resistencia nominal**

Parámetro	Valor calculado
-----------	-----------------

Razón de esbeltez $\frac{kL}{r}$	52,65
Límite de pandeo $4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	133,74
Esfuerzo de Euler $F_e$	7262,09 kg/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo crítico $F_{cr}$	2186,72 kg/cm <sup>2</sup>

Con los datos de la tabla 3.9 y la ecuación (3.6) realizamos el cálculo de la resistencia nominal a compresión.

$$\phi P_n = 0,9 * \left( 2.186,72 \frac{kg}{cm^2} * 175cm^2 \right) * \frac{1 ton}{1000 kg} = 341,41 ton$$

$$\phi P_n = 341,41 ton > P_u = 115 ton$$

Por lo tanto, la resistencia axial satisface las solicitudes.

### 3.8.3. Chequeo de resistencia a flexión

La norma AISC 360-16 en el capítulo F sección 7 provee una ecuación, que es consistente con la (3.1) para el cálculo de la resistencia a flexión de una sección.

Por lo tanto, la flexión de la columna es:

$$\phi M_n = 0,9 * \left( 2530 \frac{kg}{cm^2} * 1156,3cm^3 \right) * \frac{1 ton}{1000 kg} * \frac{1 m}{100cm} = 26,33 ton - m$$

$$\phi M_n = 26,33 ton - m > M_{u,max} = 5,06 ton - m$$

Por lo tanto, la resistencia a flexión satisface las solicitudes.

### 3.8.4. Chequeo de cortante

La resistencia nominal a cortante está dada por ecuación (3.10) tomada del capítulo F de la AISC 360-16.

$$\phi V_n = \phi C_v F_y A_w \quad (3.10)$$

Donde:

- $\phi$  Factor de reducción de resistencia (0,60)
- $V_n$  Resistencia nominal
- $C_v$  Coeficiente de resistencia de corte del alma en pandeo
- $A_w$  Área resistente al corte

Para el cálculo del coeficiente  $C_v$ , la AISC 360-16 en su capítulo G define que es el valor de 1 cuando la relación altura-espesor es menor que el límite dado por la siguiente ecuación:

$$\lambda_v = 1,1 \sqrt{\frac{k_v E}{F_y}} \quad (3.11)$$

Donde:

- $k_v$  Coeficiente de valor igual a 5,34 para almas sin atiesadores

**Tabla 3.10 Relación altura espesor y límite**

Relación	Valor	Referencia
$h/t_w$	8,00	AISC 360-16 Sección G2.1
$\lambda_v$	72,18	AISC 360-16 Sección G2.3

Por lo tanto, el coeficiente  $C_v$  toma el valor de 1, de esta manera la resistencia nominal a cortante de la columna C5 sería:

$$\phi V_n = 0,6 * \left( 2.530 \frac{kg}{cm^2} * 75cm^2 \right) * \frac{1 ton}{1000 kg} = 102,47 ton$$

$$\phi V_n = 102,47 ton > V_u = 2,76 ton$$

Por lo tanto, la resistencia a cortante satisface las solicitaciones.

### 3.8.5. Chequeo de ecuación de interacción

El chequeo de la interacción entre los efectos de compresión y de flexión, se lo realiza de acuerdo a AISC 360-10, sección H1.1. La relación entre la resistencia requerida y la resistencia de diseño en compresión está dada por la ecuación (3.12) o (3.13) según las siguientes consideraciones:

- Cuando  $\frac{P_r}{P_c} \geq 0,2$

$$\frac{P_r}{P_c} + \frac{8}{9} \left( \frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1,0 \quad (3.10)$$

- Cuando  $\frac{P_r}{P_c} < 0,2$

$$\frac{P_r}{2P_c} + \left( \frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1,0 \quad (3.11)$$

Donde:

- $P_r$  Resistencia axial requerida
- $P_c$  Resistencia de compresión axial de diseño
- $M_r$  Resistencia de flexión requerida
- $M_c$  Resistencia a flexión de diseño
- $x$  Subíndice que indica flexión en torno al eje fuerte
- $y$  Subíndice que indica flexión en torno al eje débil

Por lo tanto, la relación  $P_r/P_c$  es 0,33 por lo tanto usaremos la ecuación (3.10)

$$\frac{115,12}{344,41} + \frac{8}{9} \left( \frac{3,10}{26,33} + \frac{5,06}{26,33} \right) = 0,61 \leq 1,00$$

Por lo tanto, la sección satisface los requerimientos.

### 3.9. Diseño de elementos a flexión

Para el diseño de los elementos a flexión, se realizará el cálculo para una sola viga a fin de ejemplo de ilustración. Sin embargo, los detalles de las demás vigas serán agregadas en la memoria de cálculo del anexo 5.

Usaremos la viga VPY de la planta alta del eje A2-B2 para el diseño a flexión cuyas características se detallan en la tabla 3.11. Esta sección se encuentra sometida a una flexión a causa de las cargas laterales y gravitacionales.

**Tabla 3.11 Detalle de sección de la viga VPX sometida a flexión**

Propiedad Geométrica	Simbología	Magnitud	Unidad
Altura	h	20,00	cm
Espesor de alma	$t_w$	0,50	cm
Ancho del patín	b	12,50	cm
Espesor del patín	$t_f$	0,80	cm
Área	A	30,0	cm <sup>2</sup>
Inercia eje fuerte	$I_x$	2177,6	cm <sup>4</sup>
Inercia eje débil	$I_y$	260,6	cm <sup>4</sup>
Módulo elástico eje fuerte	$S_x$	217,8	cm <sup>3</sup>
Módulo elástico eje débil	$S_y$	41,7	cm <sup>3</sup>
Constante torsional	J	5,1	cm <sup>4</sup>
Módulo plástico eje fuerte	$Z_x$	234,3	cm <sup>3</sup>
Módulo plástico eje débil	$Z_y$	60,1	cm <sup>3</sup>
Factor de forma	F	1,1	-
Factor de compresión de alma	$k_c$	0,63	-
Radio de giro eje fuerte	$r_x$	8,5	cm
Radio de giro eje débil	$r_y$	2,9	cm
Radio de giro torsional	$r_t$	3,47	cm

Las cargas a las cuales está sometida la sección fueron obtenidas a través de un análisis en el programa ETABS v18.0.2 y son las siguientes:

**Tabla 3.12 Cargas de diseño**

Carga asociada	Simbología	Magnitud	Unidad
Axial	P	0,005	Ton
Momento eje fuerte	$M_x$	2,289	Ton-m
Momento eje débil	$M_y$	0,003	Ton-m
Cortante	V	2,714	Ton

### 3.9.1. Chequeo de deflexiones

EL chequeo de deflexiones es un requisito de servicialidad que se aplica a fin de evitar que existan superficies cóncavas y generen problemas en mampostería y demás elementos no estructurales.

El chequeo se realiza para cargas no mayoradas vivas y de servicio conforme se detalla en la tabla 3.12. Las deflexiones fueron tomadas del programa ETABS v18.0.2.

**Tabla 3.13 Deflexiones de viga**

Carga	Deflexión calculada (m)	Limite (m)		Relación Demanda/Capacidad	Verificación de límite
		L/120	0,03667		
Peso Propio	0,00146	L/120	0,03667	0,04	Deflexión cumple límites
Sobrecarga + Viva	0,00139	L/120	0,03667	0,04	Deflexión cumple límites
Viva	0,00139	L/360	0,01222	0,11	Deflexión cumple límites
Servicio	0,00285	L/240	0,01833	0,16	Deflexión cumple límites

### 3.9.2. Chequeo de esbeltez

Los chequeos de esbeltez son requeridos por las normas AISC 360-16 Capítulo B. Para esto, la relación de esbeltez de la sección se calculará con la ecuación (3.12) para el alma y (3.13) para el patín:

$$\lambda_w = \frac{h}{t_w} \quad (3.12)$$

$$\lambda_f = \frac{b}{2t_f} \quad (3.13)$$

Así mismo, la norma NEC-SE-AC, en la sección 6.2 solicita que la estructura sea sísmicamente compacta. Para el cálculo haremos referencia a la norma AISC 341-16 en virtud de ser una norma más actualizada y ser la referencia internacional de la norma ecuatoriana.

Para el patín de la viga se usará la siguiente ecuación:

$$\lambda_{ps} = 0,32 \sqrt{\frac{E}{R_y F_y}} \quad (3.14)$$

Para el alma de la viga se usará la siguiente ecuación:

- Para  $C_a \leq 0,114$

$$\lambda_{ps} = 2,57 \sqrt{\frac{E}{R_y F_y}} (1 - 1,04 C_a) \quad (3.15)$$

- Para  $C_a > 0,114$

$$\lambda_{ps} = 0,88 \sqrt{\frac{E}{R_y F_y}} (2,68 - C_a) \geq 1,57 \sqrt{\frac{E}{R_y F_y}} \quad (3.15)$$

Aplicando las ecuaciones (3.12), (3.13), (3.14) y (3.15) se realiza el chequeo de secciones sísmicamente compactas donde se obtiene lo siguiente:

**Tabla 3.14 Relación ancho espesor, esbeltez y compacidad sísmica de la sección**

Relación	Valor	Referencia
$\lambda_f$	7,81	AISC 341-16 tabla D1.1
$\lambda_w$	40,00	AISC 341-16 tabla D1.1
$\lambda_{psw}$	64,00	AISC 341-16 tabla D1.1
$\lambda_{psf}$	7,97	AISC 341-16 tabla D1.1

De la tabla 3.13 podemos determinar que la sección es sísmicamente compacta, lo cual la clasifica como una sección altamente dúctil.

### 3.9.3. Chequeo de resistencia a flexión

El chequeo de resistencia a flexión de la sección será revisado en concordancia con el AISC 360-16 sección F. Así mismo, revisando la tabla F1.1 de la mencionada norma, las revisiones que se deben realizar son las de fluencia y pandeo lateral torsional.

El chequeo por fluencia será determinado por la ecuación (3.1) para el presente proyecto.

Para el chequeo de pandeo lateral torsional, primero se hará la revisión de la longitud no arriostrada. Si la longitud no arriostrada es menor a la siguiente expresión:

$$L_b = 1,76 * r_y \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (3.14)$$

La longitud no arriostrada para las vigas de este proyecto es cero debido a que se encuentran arriostradas por la losa, es decir esta revisión no aplica.

Por lo tanto la resistencia a flexión es:

$$\phi M_n = 0,9 * \left( 2530 \frac{kg}{cm^2} * 243,30 cm^3 \right) * \frac{1 ton}{1000 kg} * \frac{1 m}{100 cm} = 5,93 ton - m$$

$$\phi M_n = 5,93 ton - m > M_{u,max} = 2,29 ton - m$$

Por lo tanto, la sección satisface los requerimientos solicitados.

### 3.9.4. Chequeo cortante

La resistencia nominal a cortante está dada por ecuación (3.10) tomada del capítulo F de la AISC 360-16.

Para el cálculo del coeficiente  $C_v$ , la AISC 360-16 en su capítulo G define que es el valor de 1 cuando la relación altura-espesor es menor que el límite dado por la ecuación (3.11)

**Tabla 3.15 Relación altura espesor y límite**

Relación	Valor	Referencia
$h/t_w$	36,80	AISC 360-16 Sección G2.1
$\lambda_v$	69,84	AISC 360-16 Sección G2.3

Por lo tanto, el coeficiente  $C_v$  toma el valor de 1, de esta manera la resistencia nominal a cortante de la viga VPX sería:

$$\phi V_n = 0,6 * \left( 2.530 \frac{kg}{cm^2} * 9,20 cm^2 \right) * \frac{1 ton}{1000 kg} = 12,57 ton$$

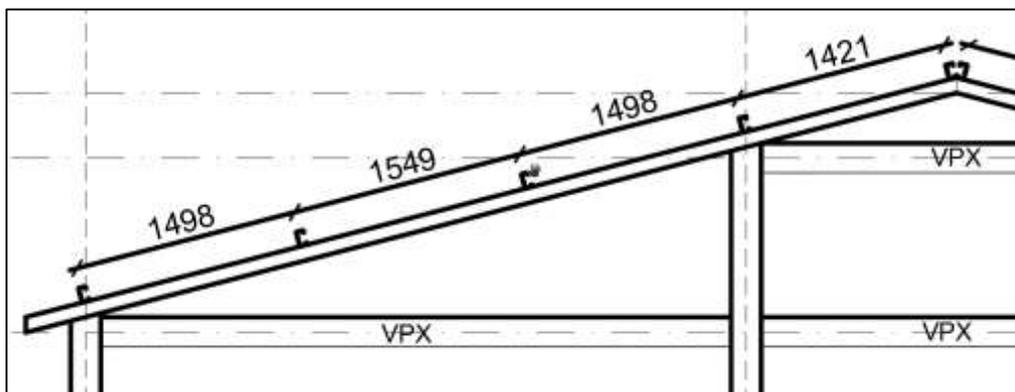
$$\phi V_n = 12,57 ton > V_u = 2,71 ton$$

Por lo tanto, la resistencia a cortante satisface las solicitaciones.

### 3.10. Diseño de correas de cubierta

Para el diseño de las correas de cubierta se tendrá en consideración que éstas trabajan solamente bajo la influencia de las cargas gravitacionales producidas por el material del cual estará hecha, que para este caso será de teja de cerámica recocida.

Para el cálculo de la carga que soporta usaremos la combinación U2 debido a que será una cubierta inaccesible, por lo tanto, la carga de cubierta será de  $0,1 \text{ ton/m}^2$ . Por temas de mantenimiento, se hará el cálculo para una cubierta con carga viva de  $0,02 \text{ ton/m}^2$  como lo dispone la Norma Ecuatoriana de la Construcción



**Figura 3.18 Distribución de correas**

La cubierta tiene una pendiente de  $14,5^\circ$  y se realizará el chequeo de la correa más desfavorable la cual es la segunda o tercera, cuyas características se presentan en la tabla 3.16.

**Tabla 3.16 Características geométricas de correa**

Propiedad Geométrica	Simbología	Magnitud	Unidad
Altura	h	10,00	cm
Espesor	t	0,30	cm
Ancho	b	5,00	cm
Gancho	tr	1,5	cm
Módulo plástico eje fuerte	$Z_x$	23,8	$\text{cm}^3$
Módulo plástico eje débil	$Z_y$	10,5	$\text{cm}^3$
Área	A	6,31	$\text{cm}^2$

La carga asociada a esta correa, según el modelado estructural realizado en ETABS es de 0,04 ton-m.

Para realizar el chequeo, verificamos con la ecuación (3.1) el momento nominal de la sección

$$\phi M_n = 0,9 * \left( 2530 \frac{kg}{cm^2} * 23,8cm^3 \right) * \frac{1 ton}{1000 kg} * \frac{1 m}{100cm} = 0,54 ton - m$$

Por lo tanto, el diseño es satisfactorio.

### 3.11. Diseño por torsión

Para el diseño a torsión no se realizaron consideraciones en virtud de que la estructura presentaba esfuerzos de orden de magnitud despreciable en comparación con los demás estados de carga. Por esta razón se concluyó en disentir de este diseño.

### 3.12. Diseño de cimentación

#### 3.12.1. Control de asentamientos

Para el control de asentamientos haremos uso de la ecuación (2.10) con las siguientes consideraciones:

**Tabla 3.17 Parámetros para cálculo de asentamientos elásticos**

Relación	Valor	Unidad
L/B	38,75	
E <sub>s</sub>	450	Ton/m <sup>2</sup>
B	0,70	m
μ	0,30	
α	2,25	Figura 2.7
q <sub>0</sub>	7,16	Ton/m <sup>2</sup>

Con estos valores, el asentamiento en la viga de cimentación del eje A tiene un asentamiento elástico de 2,28 cm luego de aplicar la ecuación (2.10).

Aplicando el mismo procedimiento a las demás vigas de cimentaciones, se tiene que los asentamientos son los siguientes:

**Tabla 3.18 Asentamientos elásticos**

Eje	Asentamiento (cm)
A	2,27
B	2,88
C	3,36
D	2,56

De esta manera los asentamientos diferenciales entre las vigas de cimentación son los siguientes:

**Tabla 3.19 Asentamientos elásticos diferenciales**

Eje	Asentamiento (cm)
A-B	0,60
B-C	0,48
C-D	0,79

La norma NEC-SE-GM limita los asentamientos diferenciales a la longitud entre ejes de la cimentación dividida entre 1000. Para el caso del eje A sería la división entre 4,4m y 1000.

### 3.12.2. Diseño a flexión

Para el diseño de la viga T a flexión, se realizará el cálculo para una sola viga a fin de ejemplo de ilustración. Sin embargo, los detalles de las demás vigas serán agregadas en la memoria de cálculo del anexo 6.

Para dimensionar la viga se hizo uso del programa SAP 2000 del cual se extrajeron los momentos solicitantes para las vigas. De esta manera desarrollaremos el cálculo de la viga del eje A.

**Tabla 3.1 Detalle de sección de la viga T**

Propiedad Geométrica	Simbología	Magnitud	Unidad
Altura	h	85,00	cm
Espesor de alma	$t_w$	50,00	cm
Ancho del patín	b	70,00	cm
Espesor del patín	$t_f$	30,00	cm

Las cargas a las cuales está sometida la sección fueron obtenidas a través de un análisis en el programa SAP 2000 y son las siguientes:

**Tabla 3.2 Cargas de diseño**

Carga asociada	Simbología	Magnitud (Ton-m)
Momento apoyo 1	$M_u$	-1,16
Momento apoyo 2	$M_u$	-62,49
Momento apoyo 3	$M_u$	-49,88
Momento apoyo 4	$M_u$	-39,48
Momento apoyo 5	$M_u$	-1,16
Momento claro 1	$M_u$	45,51
Momento claro 2	$M_u$	20,58
Momento claro 3	$M_u$	29,46
Cortante máximo	$V_u$	44,83 Ton

Con los momentos generados, procedemos a calcular el acero necesario para resistir la flexión generada. Lo haremos con la siguiente ecuación:

$$A_s = \frac{M_u}{0.9f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)} \quad (3.15)$$

Donde:

- $M_u$  Momento solicitado
- $f_y$  Esfuerzo de fluencia del acero (4200 kg/cm<sup>2</sup>)
- $d$  Peralte de la viga
- $a$  Altura del bloque de Whitney

Con esta ecuación se procedió a calcular la cantidad de acero, donde se obtiene como resultado lo siguiente:

**Tabla 3.3 Acero requerido**

Magnitud (Ton-m)	Acero requerido (cm <sup>2</sup> )
-1,16	0,47
-62,49	27,85
-49,88	21,70
-39,48	17,03
-1,16	0,47
45,51	19,64
20,58	8,52
29,46	12,37

Para cumplir con las solicitaciones de acero, se dispondrá el refuerzo de la siguiente manera:

**Tabla 3.4 Acero requerido**

Magnitud (Ton-m)	Acero requerido (cm <sup>2</sup> )	Varillas de acero (mm)
-1,16	0,47	Usar 4 varillas de 20 mm
-62,49	27,85	Usar 4 varillas de 20 mm + 4 varillas de 25 mm
-49,88	21,70	Usar 4 varillas de 20 mm + 2 varillas de 25 mm
-39,48	17,03	Usar 4 varillas de 20 mm + 1 varillas de 25 mm
-1,16	0,47	Usar 4 varillas de 20 mm
45,51	19,64	Usar 4 varillas de 20 mm+ 2 varillas de 25 mm
20,58	8,52	Usar 4 varillas de 20 mm
29,46	12,37	Usar 4 varillas de 20 mm

### 3.12.3. Diseño por corte

Para el diseño por corte de la viga de cimentación del eje A considerando que la carga que debe soportar debe ser de 44,83 Ton.

La carga por corte será soportada por el núcleo de hormigón y una sección de acero que colaborará. La aportación de resistencia del concreto está dada por la ecuación (3.16) y la del acero por la ecuación (3.17). Cabe indicar que las sumas de estas dos resistencias deben ser mayor a la solicitada a fin que cumplir con los requisitos solicitados.

$$V_c = 0,53\sqrt{f'c}bd \quad (3.16)$$

$$V_s = \frac{A_s f_y d}{s} \quad (3.17)$$

Donde:

- $V_c$  Resistencia al corte del concreto de la viga.
- $f'c$  Resistencia a la compresión del concreto (210 kg kg/cm<sup>2</sup>)
- $b$  Ancho de la viga.

- $f_y$  Esfuerzo de fluencia del acero (4200 kg/cm<sup>2</sup>).
- $d$  Peralte de la viga.
- $V_s$  Resistencia al corte del acero de la viga.
- $S$  Separación de estribos

La resistencia dada por el concreto, usando la ecuación (3.15) es de:

$$V_c = \frac{0,53\sqrt{210}(50)(64)}{1000} = 24577 \text{ kg}$$

$$V_c = 24,58 \text{ ton}$$

Para calcular el acero de aporte a la resistencia de la viga, restaremos de la resistencia requerida el valor de la resistencia del concreto para hallar la resistencia que debe ser cubierta por el acero.

Con esto tenemos que la resistencia al corte del acero debe ser de 35,20 ton. Este valor será el que usaremos para el diseño de los estribos.

La ACI 318-14 se refiere a la separación de los estribos como el valor mínimo de entre el peralte de la viga dividido entre dos y 60 centímetros. Para nuestro caso, la separación entre estribos será de 30cm lo cual es menor a lo dispuesto por la norma.

Así el acero requerido sería de:

$$A_s = \frac{35,20 * 1000 * 30}{4200 * 64} = 3,93 \text{ cm}^2$$

Para cumplir con a solicitud de acero, se usarán 2 estribos de 10 mm con una separación de 30 cm.

#### **3.12.4. Diseño de acero de retracción**

Para el cálculo del acero de retracción usaremos la siguiente ecuación:

$$A_s' = 0,0018 * b * h \quad (3.18)$$

Donde:

- $A_s'$  Acero de retracción.
- $b$  Ancho de los patines de la viga.
- $d$  Altura del patín de viga

De esta manera el acero requerido es de  $1,08 \text{ cm}^2$  lo cual es satisfecho con cuatro varillas de 8 mm.

### 3.13. Diseño de placa base

Para el diseño de la placa base, usaremos las ecuaciones (2.11) y (2.12) a fin de determinar las dimensiones mínimas requeridas para las cargas solicitadas. Se da un detalle más amplio en el anexo 7.

El área requerida para la placa de acero será de:

$$A_{req} = \frac{160 * 1000}{(0,9)(0,85 * 210)\sqrt{1}}$$

$$A_{req} = 995,95 \text{ cm}^2$$

Si consideramos la placa como cuadrada, las dimensiones serían dadas por:

$$B = \sqrt{A_{req}}$$

$$B = \sqrt{995,95} = 31,56 \text{ cm}$$

De esta manera, consideramos como mínimo una placa cuadrada de 32 cm.

Para calcular el espesor de la placa base, primero haremos el cálculo de  $l$  con las siguientes ecuaciones:

$$n = \frac{B - 0,8t}{2}$$

$$m = \frac{N - 0,95 * (h - 2t)}{2}$$

$$\lambda_n = \frac{\sqrt{(h - 2t) * (t)}}{4}$$

Donde:

- m, n Dimensiones mínimas de longitud adicional de placa.
- $\lambda$  Dimensión landa.
- t Espesor de columna.
- h Altura de sección de columna.

Realizando los cálculos se obtiene que:

**Tabla 3.5 Cálculo de m, n y  $\lambda$**

Factor	Medida (cm)
m	15
n	8,88
$\lambda$	1,53

El valor de L es el máximo de entre m, n y  $\lambda$ . Por lo tanto, es 15 cm.

Ahora aplicando la ecuación (2.12) tenemos:

$$t_{req} = (15) \sqrt{\frac{2 * 160 * 1000}{0.9 * 2530 * 32 * 32}}$$

$$t_{req} = 5,56 \text{ cm}$$

Para efectos de armonización con el mercado, se usará un espesor de 5,625 cm correspondientes a 2-1/4 de pulgada.

Para las columnas del eje 1, se procedió a realizar el mismo cálculo donde se tiene que la placa base es cuadrada de 35cm de lado con un espesor de 3,4375cm correspondientes a 1-3/8 de pulgada.

### 3.14. Diseño de pernos de anclaje

Para el diseño de pernos de anclaje, usaremos las ecuaciones (2.15) y (2.17), conociendo que la carga máxima es de 160 Ton.

Aplicando la ecuación (2.13) tenemos que:

$$A_g = \frac{160 * 1000}{0,75 * 0,90 * 4080}$$

$$A_g = 58,10 \text{ cm}^2$$

Para un perno de 1 pulgada, es decir 2,5 cm, tenemos que el área es de 4,91 cm<sup>2</sup> aplicando la ecuación (2.14). De esta manera tendríamos que aplicando la ecuación (2.15) la cantidad de pernos es de:

$$n = \frac{58,10}{4,91}$$

$$n = 11,8$$

De esta manera adoptamos 12 pernos para la placa base, configurados en una fila de 4 pernos por cada lado.

Para la longitud de anclaje usaremos la ecuación (2.16) conociendo que cada perno soporta una fuerza de:

$$t_u = \frac{160}{12} = 13,33 \text{ ton}$$

El área longitudinal requerida de anclaje es de:

$$A_{gst} = \frac{13,33 * 1000}{0,9 * \sqrt{210}}$$

$$A_{gst} = 1022,32 \text{ cm}^2$$

Aplicando la ecuación (2.17) tenemos que la longitud necesaria es de:

$$L = \sqrt{\frac{255,58}{3,14}}$$

$$L = 9,02 \text{ cm}$$

Para control de la longitud de anclaje nos valdremos del ACI 318-14 que dice que la longitud no puede ser menor a 12 veces el diámetro. Por lo tanto, la longitud de anclaje será el mayor entre L y 12d. De esta operación obtenemos que la longitud de anclaje será de 12b, adoptando la medida de 30,5cm.

### 3.15. Diseño de conexiones

Para el diseño de conexiones, haremos los chequeos de cortante requeridos para las diferentes conexiones generadas en la estructura.

Cabe indicar que se hará el diseño para la junta con mayor sollicitación, de este modo nos aseguramos que las demás sollicitaciones sean cubiertas por la resistencia de diseño.

#### 3.15.1. Conexión Viga Principal Y – Viga secundaria

Para el diseño de la conexión soldada, tendremos en cuenta las siguientes consideraciones obtenidas de la AISC 360-16 capítulo J y el modelo estructural. Se realizará el diseño de las juntas de conexión de la viga VPY situada en el eje A2-B2 y las vigas secundarias que se encuentran unidas a esta sección.

**Tabla 3.6 Parámetros de diseño**

Parámetro	Simbología	Valor	
Resistencia material de aporte	$F_{EXX}$	4921,50	kg/cm <sup>2</sup>
Espesor mínimo de material base	$t_{min}$	5,0	mm
Tamaño mínimo de soldadura	a	3,0	mm
Longitud mínima de soldadura	$l_{min}$	12,0	mm
Coefficiente de corte	$\phi$	0,75	-
Cortante	V	4,20	ton

La resistencia del patín es calculada con la ecuación (2.18):

$$\phi R_n = 0,9 * 2530 * 0,6 * 12,5$$

$$\phi R_n = 17,07 \text{ ton}$$

Usando la ecuación (2.19) obtenemos lo siguiente para la resistencia de la soldadura en el alma:

$$\phi R_n = 0,75 * 0,6 * 4921,50 * 0,707 * 0,3 * (14,8 * 2)$$

$$\phi R_n = 13,90 \text{ ton}$$

Por lo tanto, la conexión satisface las solicitaciones.

### 3.15.2. Conexión Viga Principal Y – Columna

Para el diseño de la conexión soldada, tendremos en cuenta las siguientes consideraciones obtenidas de la AISC 360-16 capítulo J y el modelo estructural. Se hará el cálculo para la conexión de la columna C5 y la viga del eje A2-A3.

**Tabla 3.7 Parámetros de diseño**

Parámetro	Simbología	Valor	
Resistencia soldadura	F <sub>EXX</sub>	4921,50	kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia acero A36	F <sub>y</sub>	2530	kg/cm <sup>2</sup>
Espesor mínimo de material base	t <sub>min</sub>	10,0	mm
Tamaño mínimo de soldadura	a	5,0	mm
Longitud mínima de soldadura	l <sub>min</sub>	20,0	mm
Coefficiente de corte	φ	0,75	-
Cortante	V	6,84	ton
Momento	M	14,20	ton-m
Cortante por momento	V <sub>M</sub>	47,33	ton

La resistencia del patín es calculada con la ecuación (2.18):

$$\phi R_n = 0,9 * 2530 * 1 * 15$$

$$\phi R_n = 34,16 \text{ ton}$$

Usando la ecuación (2.19) obtenemos lo siguiente para la resistencia de la soldadura en el alma:

$$\phi R_n = 0,75 * 0,6 * 4921,50 * 0,707 * 0,5 * (24 * 2)$$

$$\phi R_n = 37,58 \text{ ton}$$

Por lo tanto, la conexión satisface las solicitaciones.

### 3.15.3. Conexión Viga Y – Columna

Para el diseño de la conexión soldada, tendremos en cuenta las siguientes consideraciones obtenidas de la AISC 360-16 capítulo J y el modelo estructural. Se hará el cálculo para la conexión de la columna C10 y la viga del eje B3-B4.

**Tabla 3.8 Parámetros de diseño**

Parámetro	Simbología	Valor	
Resistencia soldadura	$F_{EXX}$	4921,50	kg/cm <sup>2</sup>
Espesor mínimo de material base	$t_{min}$	8,0	mm
Tamaño mínimo de soldadura	$a$	5,0	mm
Longitud mínima de soldadura	$l_{min}$	20,0	mm
Coefficiente de corte	$\phi$	0,75	-
Cortante	$V$	15,94	ton

La resistencia del patín es calculada con la ecuación (2.18):

$$\phi R_n = 0,9 * 2530 * 0,8 * 15$$

$$\phi R_n = 27,32 \text{ ton}$$

Usando la ecuación (2.19) obtenemos lo siguiente para la resistencia de la soldadura en el alma:

$$\phi R_n = 0,75 * 0,6 * 4921,50 * 0,707 * 0,5 * (24,4 * 2)$$

$$\phi R_n = 38,20 \text{ ton}$$

Por lo tanto, la conexión satisface las solicitaciones.

### 3.15.4. Conexión Viga X – Columna

Para el diseño de la conexión soldada, tendremos en cuenta las siguientes consideraciones obtenidas de la AISC 360-16 capítulo J y el modelo estructural. Se hará el cálculo para la conexión de la columna C10 y la viga del eje 2A-2B.

**Tabla 3.9 Parámetros de diseño**

Parámetro	Simbología	Valor	
Resistencia soldadura	$F_{EXX}$	4921,50	kg/cm <sup>2</sup>
Espesor mínimo de material base	$t_{min}$	5,0	mm

Tamaño mínimo de soldadura	a	3,0	mm
Longitud mínima de soldadura	$l_{min}$	12,0	mm
Coefficiente de corte	$\phi$	0,75	-
Cortante	V	2,45	ton

La resistencia del patín es calculada con la ecuación (2.18):

$$\phi R_n = 0,9 * 2530 * 0,6 * 12,5$$

$$\phi R_n = 17,08 \text{ ton}$$

Usando la ecuación (2.19) obtenemos lo siguiente para la resistencia de la soldadura en el alma:

$$\phi R_n = 0,75 * 0,6 * 4921,50 * 0,707 * 0,3 * (14,8 * 2)$$

$$\phi R_n = 13,90 \text{ ton}$$

Por lo tanto, la conexión satisface las solicitaciones.

### 3.15.5. Conexión Viga Principal X – Columna

Para el diseño de la conexión soldada, tendremos en cuenta las siguientes consideraciones obtenidas de la AISC 360-16 capítulo J y el modelo estructural. Se hará el cálculo para la conexión de la columna C5 y la viga del eje 2A-2B.

**Tabla 3.10 Parámetros de diseño**

Parámetro	Simbología	Valor	
Resistencia soldadura	$F_{EXX}$	4921,50	kg/cm <sup>2</sup>
Espesor mínimo de material base	$t_{min}$	5,0	mm
Tamaño mínimo de soldadura	a	3,0	mm
Longitud mínima de soldadura	$l_{min}$	12,0	mm
Coefficiente de corte	$\phi$	0,75	-
Cortante	V	2,45	ton

La resistencia del patín es calculada con la ecuación (2.18):

$$\phi R_n = 0,9 * 2530 * 0,8 * 12,5$$

$$\phi R_n = 22,77 \text{ ton}$$

Usando la ecuación (2.19) obtenemos lo siguiente para la resistencia de la soldadura en el alma:

$$\phi R_n = 0,75 * 0,6 * 4921,50 * 0,707 * 0,3 * (14,4 * 2)$$

$$\phi R_n = 13,53 \text{ ton}$$

Por lo tanto, la conexión satisface las solicitaciones.

### 3.15.6. Conexión Columna – Placa Base

Para el diseño de la conexión soldada, tendremos en cuenta las siguientes consideraciones obtenidas de la AISC 360-16 capítulo J y el modelo estructural. Se usará para este diseño la junta de conexión de la columna C11.

**Tabla 3.11 Parámetros de diseño**

Parámetro	Simbología	Valor	
Resistencia soldadura	$F_{EXX}$	4921,50	kg/cm <sup>2</sup>
Espesor mínimo de material base	$t_{min}$	20	mm
Tamaño mínimo de soldadura	$a$	8,0	mm
Longitud mínima de soldadura	$l_{min}$	32,0	mm
Coefficiente de corte	$\phi$	0,75	-
Cortante	$V$	2,90	ton
Momento	$M$	9,80	Ton-m

La fuerza actuante sobre la conexión será la producida por el par de fuerzas que general el momento. De tal manera, la fuerza sería la división entre el momento generado y el alto de la columna.

Así tenemos que la fuerza actuante es de 32.7 ton.

Con esto, aplicando la ecuación (2.19) tenemos:

$$\phi R_n = 0,75 * 0,6 * 4921,50 * 0,707 * 0,8 * (30)$$

$$\phi R_n = 37,58 \text{ ton}$$

Por lo tanto, la conexión satisface las solicitudes.

# CAPITULO 4

## 4. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA

El presente capítulo corresponde a la evaluación financiera para la ejecución de lo diseñado a fin de que proveer al cliente de herramientas para la planificación y oportuna gestión de la construcción. Para esto, obtendremos el presupuesto referencial a través de un análisis de precios unitarios con el objetivo de establecer los costos de cada actividad a ejecutarse. La metodología es costo más porcentaje donde el constructor se asegura de obtener una ganancia neta por la ejecución del proyecto.

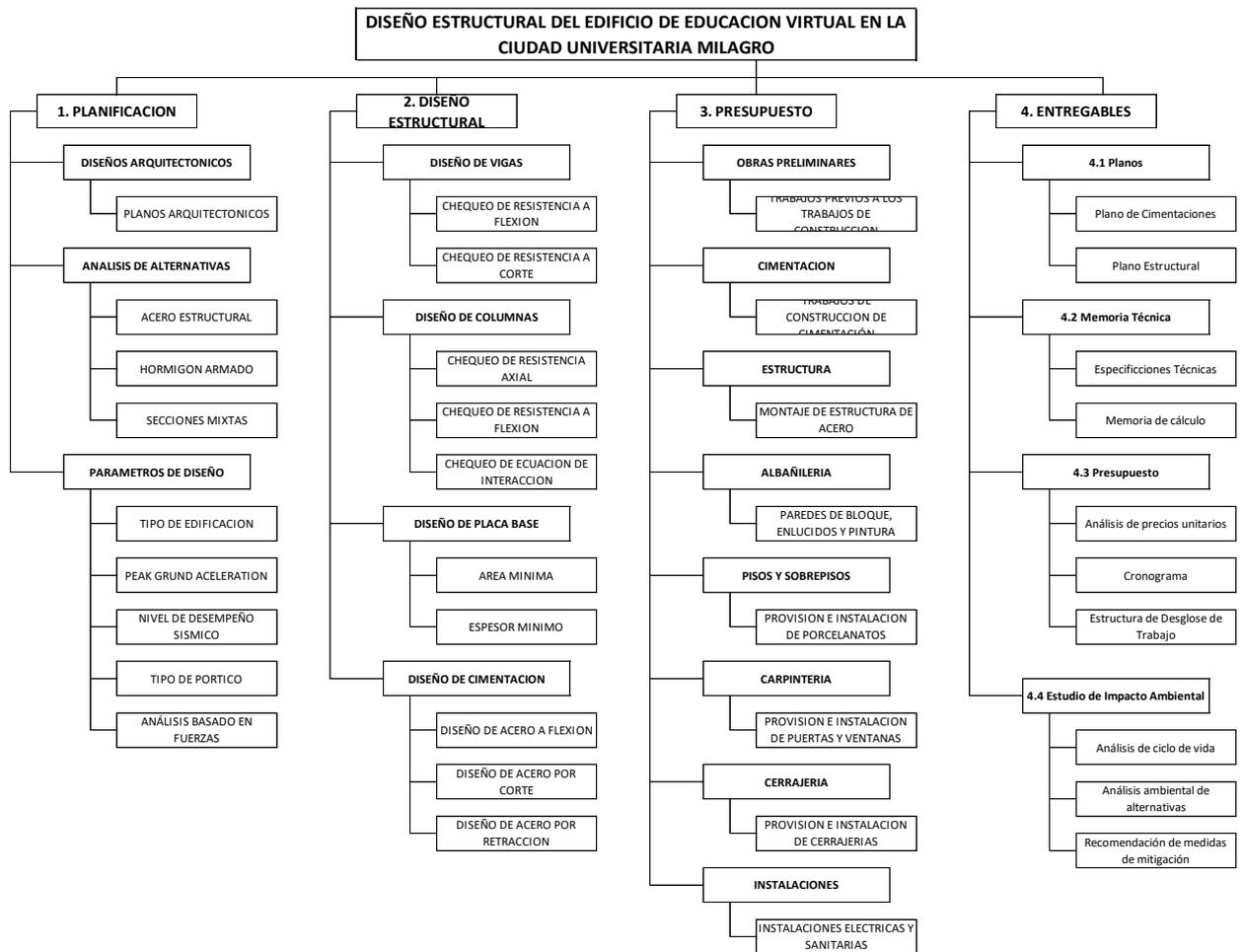
Si bien el alcance del proyecto corresponde al diseño estructural de la edificación, se hizo un presupuesto simplificado con algunas consideraciones sobre albañilería e instalaciones.

Así mismo, se propondrá una estructura de desglose de trabajo a fin de que el cliente pueda evaluar los avances.

### 4.1. Estructura de desglose de trabajo

La estructura de desglose de trabajo comprende la descomposición en fases más pequeñas para lograr identificar los entregables que se generan dentro del proyecto según Loor, 2016.

Para nuestro proyecto se presenta una estructura de desglose de trabajo con cinco niveles los cuales se presentan a continuación:



**Figura 4.1 Estructura de Desglose de Trabajo - EDT**

## 4.2. Cálculo de cantidades

Para determinar el presupuesto, es necesario obtener las cantidades asociadas a los rubros de construcción. Por este motivo, se ha desarrollado el anexo 8 donde se detallan las cantidades asociadas al proyecto. Estas cantidades son calculadas en concordancia con los planos de diseño.

Así mismo, se consideraron dentro del cálculo un porcentaje de desperdicio promedio asociado a cada material dentro de los rubros considerados en el presupuesto, los cuales están en concordancia con las especificaciones técnicas.

### 4.3. Análisis de precios Unitarios

Los análisis de precios unitarios – APUs – son cálculos realizados donde se detalla el costo por unidad de medida para realizar una actividad. Así, con los APUs se obtienen los precios requeridos para el cálculo del presupuesto referencial.

Estos análisis se presentan en el anexo 9 con un detalle de los precios y rendimientos asociados a cada actividad.

### 4.4. Presupuesto Referencial

Con las cantidades calculadas y los análisis de precios unitarios, se obtuvo un presupuesto de USD \$ 501.504,04 (quinientos un mil cuatrocientos cuatro dólares con cuatro centavos) más IVA conforme a la tabla 4.1.

**Tabla 4.1 Presupuesto Referencial**

<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL: TABLA DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS</b>					
<b>RUBRO</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
1.01	Bodega	m <sup>2</sup>	4,00	\$ 72,35	\$ 289,40
1.02	Caseta de guardianía	m <sup>2</sup>	6,00	\$ 35,31	\$ 211,86
1.03	Cabina sanitaria sencilla	Global	1,00	\$ 162,56	\$ 162,56
1.04	Cerramiento metálico (H=2,40 m)	m	78,45	\$ 40,22	\$ 3.155,26
1.05	Limpieza y nivelación del terreno	m <sup>2</sup>	380,80	\$ 0,91	\$ 346,53
1.06	Trazado y replanteo	m <sup>2</sup>	380,80	\$ 1,86	\$ 708,29
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 4.873,90</b>
<b>2</b>	<b>CIMENTACIÓN</b>				
2.01	Excavación con maquinaria	m <sup>3</sup>	280,00	\$ 5,79	\$ 1.621,20
2.02	Desalojo con volqueta	m <sup>3</sup>	364,00	\$ 7,14	\$ 2.598,96
2.03	Relleno compactado con material de sitio (incluye transporte)	m <sup>3</sup>	328,20	\$ 6,15	\$ 2.018,42
2.04	Replanteo con hormigón simple f'c=180kg/cm <sup>2</sup> e=5cm	m <sup>2</sup>	108,00	\$ 171,47	\$ 18.518,76
2.05	Vigas de cimentación f'c=210kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	27,54	\$ 200,00	\$ 5.508,00
2.06	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	7882,67	\$ 2,36	\$ 18.603,10
2.07	Encofrado de vigas de cimentación	m <sup>2</sup>	135,63	\$ 42,93	\$ 5.822,38
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 54.690,82</b>
<b>3</b>	<b>ESTRUCTURA</b>				
3.01	Vigas metálicas ASTM A-36	kg	21844,82	\$ 5,86	\$ 128.010,65

3.02	Columnas metálicas ASTM A-36	kg	26823,33	\$ 5,86	\$ 157.184,71
3.03	Arriostramientos ASTM A-36	kg	4444,77	\$ 5,86	\$ 26.046,35
3.04	Conexión viga-viga	u	108,00	\$ 11,71	\$ 1.264,68
3.05	Conexión viga-columna	u	184,00	\$ 12,63	\$ 2.323,92
3.06	Conexión columna-columna	u	20,00	\$ 2,20	\$ 44,00
3.07	Placa colaborante Steel Deck	m <sup>2</sup>	580,00	\$ 25,32	\$ 14.685,60
3.08	Malla electrosoldada 5.5x15	m <sup>2</sup>	580,00	\$ 5,13	\$ 2.975,40
3.09	Hormigón de losa f'c=210 Kg/cm2	m <sup>3</sup>	43,45	\$ 155,17	\$ 6.741,80
3.10	Escaleras f'c=210 Kg/cm2	m <sup>3</sup>	10,16	\$ 155,17	\$ 1.577,15
3.11	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 escalera	kg	147,62	\$ 2,36	\$ 348,39
3.12	Encofrado de escalera	m <sup>2</sup>	25,55	\$ 42,93	\$ 1.096,74
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 342.299,38</b>
<b>4</b>	<b>ALBAÑILERIA</b>				
4.01	Pared de Bloques PL9	m <sup>2</sup>	808,29	\$ 10,28	\$ 8.309,22
4.02	Enlucidos (mortero 1:3)	m <sup>2</sup>	1616,58	\$ 9,58	\$ 15.486,84
4.03	Pintura elastomérica (incluye empastado)	m <sup>2</sup>	1616,58	\$ 12,55	\$ 20.288,08
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 44.084,14</b>
<b>5</b>	<b>PISOS Y SOBREPISOS</b>				
5.01	Contrapiso de hormigón simple, e=8cm	m <sup>2</sup>	278,40	\$ 16,43	\$ 4.574,11
5.02	Baldosas en baños	m <sup>2</sup>	60,20	\$ 22,88	\$ 1.377,38
5.03	Cerámica nacional	m <sup>2</sup>	580,00	\$ 22,88	\$ 13.270,40
5.04	Pasamanos Aluminio	m	20,00	\$ 62,29	\$ 1.245,80
5.05	Aceras	m	58,00	\$ 11,59	\$ 672,22
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 21.139,91</b>
<b>6</b>	<b>CARPINTERIA</b>				
6.01	Puertas (0,90x2,00)-Aulas	u	8,00	\$ 207,70	\$ 1.661,60
6.02	Puertas (0,80x2,00)-Acceso a baños	u	4,00	\$ 178,22	\$ 712,88
6.03	Puerta (1,00x2,00)-Baño Acceso universal	u	1,00	\$ 219,50	\$ 219,50
6.04	Puerta principal (2,00x2,00)	u	1,00	\$ 304,42	\$ 304,42
6.05	Puerta aluminio y alucubond (0,70x1,70)	u	14,00	\$ 127,67	\$ 1.787,38
6.06	Ventanas corredizas (aluminio)	m <sup>2</sup>	55,84	\$ 12,86	\$ 718,10
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 5.403,88</b>
<b>7</b>	<b>CERRAJERIA</b>				
7.01	Cerradura principal	u	1,00	\$ 68,92	\$ 68,92
7.02	Cerradura para aulas	u	8,00	\$ 22,81	\$ 182,48
7.03	Cerradura para baños	u	5,00	\$ 22,81	\$ 114,05
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 365,45</b>
<b>8</b>	<b>INSTALACIONES</b>				
8.01	Inodoros de fluxómetro	u	15,00	\$ 93,96	\$ 1.409,40
8.02	Urinaris	u	3,00	\$ 128,43	\$ 385,29

8.03	Lavamanos	u	11,00	\$ 49,27	\$ 541,97
8.04	Puntos de agua potable (1/2")	Pto	29,00	\$ 33,65	\$ 975,85
8.05	Puntos de luz	Pto	42,00	\$ 58,66	\$ 2.463,72
8.06	Puntos de tomacorrientes (2 tomas 120V)	Pto	173,00	\$ 58,45	\$ 10.111,85
8.07	Puntos de tomacorrientes (220V)	Pto	9,00	\$ 79,35	\$ 714,15
8.08	Punto de voz y datos	Pto	66,00	\$ 182,49	\$ 12.044,34
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 28.646,57</b>
				<b>Total</b>	<b>\$ 501.504,04</b>

#### 4.5. Cronograma de obra

Para el presente proyecto realizaremos un cronograma de obra, el cual se define como la representación gráfica que sirve para un control de las actividades donde tienen un plazo establecido. El cronograma es de utilidad para lograr una continuidad de trabajo evitando retrasos en la ejecución de un proyecto. (Edison Díaz & Porras Moya, 2015)

El programa a usar para la elaboración de nuestro cronograma de obra es Project 2016. Así nuestro cronograma se presenta en el anexo 9, donde obtenemos un plazo de 154 días para la ejecución de la obra.

# CAPITULO 5

## 5. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

### 5.1. Introducción

Es un procedimiento jurídico-técnico-administrativo que tiene por objeto la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado; así como la prevención, corrección y valoración de los mismos. (Cruz Mínguez, Gallego Martín, & González de Paula , 2009)

Con la finalidad de conocer el efecto en el medio ambiente a causa de las actividades generadas para la ejecución de este proyecto se necesita tener una perspectiva amplia acerca de los recursos que se usan en los productos y los residuos de construcción que se generen. Esta visión calza de muy buena manera con la exploración del ciclo de vida, mismo que es un método de gestión ambiental para conseguir la mejor eficiencia ecológica de productos, mirando a los sistemas estructurales del presente proyecto como si se tratasen de productos. Esta visión difiere de la de un proyecto en la que se debe realizar una evaluación de impacto ambiental – EIA – lo cual está fuera del alcance de este trabajo.

El análisis de ciclo de vida – ACV – se define como *“una técnica para determinar los aspectos ambientales e impactos potenciales asociados a un producto: compilando un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema, evaluando los impactos ambientales potenciales asociados a esas entradas y salidas, e interpretando los resultados de las fases de inventario e impacto en relación con los objetivos del estudio”* (International Standar Organization, 2006)

Para la construcción de una edificación, el análisis de ciclo de vida está representado por la siguiente figura.



Figura 5.1 Diagrama del ciclo de vida de productos de construcción [Arteta R., 2017]

## 5.2. Objetivos

### 5.2.1. Objetivo general

Realizar una evaluación ambiental teórica de las tres alternativas de diseño bajo un enfoque de ciclo de vida para obtener la opción más eco-eficiente.

### 5.2.2. Objetivos específicos

- Realizar una valoración cualitativa teórica de los impactos ambientales de los sistemas estructurales.
- Realizar un análisis de ciclo de vida simplificado de las alternativas de diseño planteadas.
- Identificar el proceso constructivo más eco-eficiente.
- Recomendar medidas para la mitigación de los impactos generados por la aplicación del método constructivo durante su ciclo de vida.

## 5.3. Metodología para el análisis de ciclo de vida (simplificado)

Para el ACV de un producto o actividad, la norma ISO 14040 contempla cuatro etapas metodológicas para lograr el desarrollo del estudio, sin embargo, para este proyecto no se requiere un estudio pormenorizado del ACV desde la cuna hasta la cuna o desde la cuna hasta la muerte. Más bien se pretende realizar una simplificación en sus etapas para realizar una evaluación de los impactos de las

actividades generadas por la construcción de la edificación considerando el método constructivo como el parámetro de evaluación final.

Para el análisis del ciclo de vida de las tres alternativas, es necesario considerar a los sistemas con sus respectivas entradas con las cuales se producen distintos procesos los cuales tienen sus salidas. En la tabla 5.1 se da un detalle de las entradas, límites del sistema y salidas de la construcción de una edificación.

**Tabla 5.1 Ciclo de vida de un edificio [UPM, 2021]**

<b>Entradas</b>	<b>Límite del Sistema</b>	<b>Salidas</b>
Energía	Extracción de recursos	Productos utilizables
Materiales	Producción de materiales	Residuos sólidos
	Distribución	Emisiones atmosféricas
	Construcción	Efluentes líquidos
	Ocupación y mantenimiento	Otras emisiones
	Demolición	Energía residual

Con estas consideraciones, se realizará el ACV con la siguiente metodología, misma que se deriva de las normas ISO 14041, 14042 y 14043.

- Etapa 1: Definición de alcance y límites.
- Etapa 2: Revisión de Declaraciones Ambientales de Productos. (Material de construcción asociado a la alternativa)
- Etapa 3: Evaluación del impacto de la alternativa.
- Etapa 4: Interpretación de resultados. (Conclusiones y recomendaciones)

De igual manera, en las normas UNE-EN ISO 14040-14044, se establecen cuatro fases que integran el ciclo de vida de una construcción que corresponden a:

- Fase A1-A3: producto
- Fase A4-A5: proceso de construcción
- Fase B1-B7: Uso del producto
- Fase C1-C4: Fin de vida

Para este proyecto evaluaremos únicamente la fase de producto que corresponde desde la extracción de materias primas hasta la elaboración del material de construcción y la fase del proceso de construcción que corresponde desde el transporte al sitio del proyecto hasta la construcción, es decir desde la fase A1 hasta la fase A5. Esta consideración se la realiza tomando en cuenta que dentro del alcance del proyecto no se encuentra el diseño de toda la edificación, sino solo la parte estructural de la misma.

#### **5.4. Alternativa A: Acero estructural**

Sistema compuesto de acero estructural el cual es extraído de materias primas por medio de la minería con aporte de material de reciclaje y posterior tratamiento para su fundición en planchas estándar o elementos de secciones definidas generando afectaciones en la atmósfera como Smog, gases invernadero, consumo de agua, consumo de combustibles fósiles y generación de residuos, que son transportados hasta el lugar de construcción generando afectaciones en la atmósfera como Smog, gases invernadero para su posterior uso en el proceso de construcción se generan gases invernadero, consumo de agua y generación de residuos. El sistema será evaluado con las unidades de tonelada métrica.

Las dos fases del sistema serán divididas en subprocesos que son:

A1: Extracción y procesamiento de materia prima, y procesamiento de entrada de material secundario (procesos de reciclaje). A2:

Transporte hasta el fabricante. A3:

Fabricación de materiales.

A4: Transporte de los materiales hasta el sitio de construcción.

A5: Proceso de instalación de los materiales y construcción.

Categorías de impacto: Smog, Agotamiento de recursos abióticos, Generación de residuos, Generación de gases invernadero.

#### **5.5. Alternativa B: Hormigón armado**

Sistema compuesto de concreto reforzado por varillas de acero. El concreto es una mezcla formada por cemento, agregados finos, gruesos, agua y aditivos. Los

agregados son extraídos de materias primas en canteras abiertas donde se generan afectaciones a la atmósfera como Smog, gases invernadero, los cuales son transportados hacia las plantas hormigoneras generando gases invernadero, consumo de combustibles fósiles, consumo de agua y generando residuos.

Así mismo el cemento es generado por la extracción de piedra caliza la cual es transformada a Clinker en hornos donde se generan gases invernadero y existe consumo de combustibles fósiles, consumo de agua y generando residuos.

El acero de refuerzo usado en el hormigón armado se extrae de forma similar a la presentada en el numeral 5.4 del presente trabajo. El sistema será evaluado con las unidades de tonelada métrica.

Las dos fases del sistema serán divididas en subprocesos que son:

- A1: Extracción y procesamiento de materia prima.
- A2: Transporte hasta el fabricante.
- A3: Fabricación de materiales.
- A4: Transporte de los materiales hasta el sitio de construcción.
- A5: Proceso de instalación de los materiales y construcción.

Categorías de impacto ambiental: Smog, Agotamiento de recursos abióticos, Generación de residuos, Generación de gases invernadero

### **5.6. Alternativa C: Estructura mixta (hormigón y acero estructural)**

Esta alternativa es un desarrollo conjunto de las alternativas A y B descritas en los numerales 5.4 y 5.5 del presente documento.

### **5.7. Categorías de impacto ambiental**

Las categorías de impacto ambiental – CIA – son las afectaciones generadas por las actividades en las distintas fases de las alternativas. Las CIA adoptadas para este proyecto son las siguientes: Smog, Agotamiento de recursos abióticos (materias primas, consumo de agua), generación de residuos, generación de gases invernadero. Estas categorías fueron revisadas del documento web de

IHOBE S.A. Sociedad Pública de Gestión Ambiental *Análisis de ciclo de vida y huella de carbono. Dos maneras de medir el impacto ambiental de un producto* publicado en Bilbao, España en el año 2009.

Estas categorías fueron tomadas con la finalidad de tener parámetros normalizados para realizar comparaciones, teniendo en cuenta las Declaraciones Ambientales del acero y del concreto, las cuales fueron tomadas de la AISC y ASTM respectivamente. Para la varilla de acero corrugada necesaria para el concreto estructural, se tomó como referencia la tesis *Análisis de ciclo de vida de la varilla de acero SAE 1029 producida en Guayaquil* escrita por Ponton Tomaselli en el año 2017. Finalmente, para el hormigón armado se hizo un cálculo para combinar las categorías varilla de acero y concreto con una cuantía del 2% según norma ACI 318-14.

## **5.8. Evaluación del Impacto de Ciclo de Vida**

La estructura de esta fase viene determinada por la normativa ISO 14042, distinguiendo entre elementos obligatorios y elementos opcionales.

La mencionada norma establece que los elementos considerados obligatorios son:

- Selección de las categorías de impacto, indicadores de categoría y modelos.
- Clasificación: en esta fase se asignan los datos procedentes del inventario a cada categoría de impacto según el tipo de efecto ambiental esperado. Una categoría de impacto es una clase que representa las consecuencias ambientales generadas por los procesos o sistemas de productos.
- Caracterización: consiste en la modelización, mediante los factores de caracterización, de los datos del inventario para cada una de dichas categorías de impacto.

Cabe indicar que para el presente estudio no se usarán modelos, en su defecto se hará uso de bibliografía generada por Organismos Internacionales, Tesis y Revisión Bibliográfica para lograr un entendimiento del impacto generado por cada alternativa. Sin embargo, se da un ámbito de desarrollo que es solicitado por la

Normativa ISO para cualquier persona que opte por continuar el desarrollo la gestión ambiental.

## 5.9. Impacto generado por alternativas

### 5.9.1. Impactos en la fase de producto

De la bibliografía revisada, en las fases A1 hasta la A3, es decir en la fase de producto nos encontramos con que los impactos generados por el acero son mayores en comparación del concreto armado.

Para el detalle de los impactos, se consultaron las declaraciones ambientales dadas por el AISC, ASTM, la tesis de grado *Análisis de ciclo de vida de la varilla de acero SAE 1029 producida en Guayaquil* escrita por Ponton Tomaselli en el año 2017, el informe del Grupo Argos del año 2020 y la tesis de grado *Análisis de Ciclo de Vida (ACV) del proceso siderúrgico* escrita por Gabriel Hernando Cadavid Marín en el año 2014 lo cual se resume en la tabla 5.2.

El consumo y descarga de agua en los procesos siderúrgicos del acero se acercan a entre sí, según el artículo publicado en 2015 por Suvio, et al. Estos valores corresponden a 28,4 y 25,4 m<sup>3</sup> por tonelada de acero para el consumo y descarga, respectivamente. Es decir, existen pocas pérdidas en los procesos. La evaporación, es el principal medio de pérdida de agua.

**Tabla 5.2 Impactos generados en la fase de producto [Varios]**

	FASE PRODUCTO A1-A3				
		ACERO	CEMENTO	VARILLA	CONCRETO ARMADO
	Unidad	Valor	Valor	Valor	Valor
Agotamiento abiótico: consumo de materias primas	kg Sq eq	2,18E-05	1,97E-04	2,18E-05	1,97E-04
Agotamiento abiótico: Consumo de agua	litros	3000,00	235,00	ND	568,80
Combustibles fósiles	MJ	1430,00	363,00	690,00	376,80
PCG: Potencial de Calentamiento Global	kg CO <sub>2</sub> eq	1220,00	922	748,00	936,96
PAO: Potencial de Agotamiento de la capa de Ozono estratosférica	kg CFC-11 eq	1,63E-09	2,10E-05	1,42E-10	2,10E-05
PA: Potencial de Acidificación	kg SO <sub>2</sub> eq	2,98	1,75	1,58	1,78
PE: Potencial de Eutrofización	kg N eq	0,16	1,02	0,01	1,02
SFP: Smog Potential Formation	kg O <sub>3</sub> eq	45,80	32,9	24,90	33,40

### 5.9.2. Impactos generados en la fase de transporte.

Con el fin de determinar el impacto generado en la fase de transporte desde la fábrica hasta el sitio de construcción, revisaremos bibliografía de fuentes primarias y secundarias donde se determine el impacto generado por transportar 1 tonelada de producto por km.

Los impactos generados en la fase de transporte se relacionan con las categorías generación de gases invernadero y consumo de combustibles fósiles.

Para el análisis de Combustibles fósiles se revisó la información de la tesis de grado de *Costo del servicio de transporte de mercadería por km de recorrido para la empresa AGENCOMEX S.A.* realizada por Katherine Liseth Montenegro Herrera en el año 2005, en la cual aporta que el consumo de combustible para un camión de 10 toneladas es de 0,11 galones por kilómetros. En la tabla 5.3 se detalla el consumo en MJ que se producen por el transporte de 1 tonelada de acero.

**Tabla 5.3 Consumo de combustibles fósiles en la fase de transporte-A4**

Material	Unidad funcional (Ton)	Recorrido (km)	Consumo (l/km)	Consumo (l)	Consumo por tonelada	Consumo combustible fósil (MJ/Ton)
Acero estructural	10	114,8	0,42	47,80	7,97	308,32
Concreto	19,2	108	0,51	55,08	2,87	111,02
Varillas de acero	10	114,8	0,42	47,80	7,97	308,32

Para el análisis de generación de gases de invernadero, medidos en kg de CO<sub>2</sub>, se ha revisado la declaración ambiental de concreto de The Concrete Centre donde por 1 tonelada de concreto se generan 0,85 kg de CO<sub>2</sub>.

Para el acero, consideramos que las emisiones se darán únicamente por la transformación del combustible en CO<sub>2</sub>, así consideramos el factor de conversión provisto por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos cuyas siglas en inglés son EPA. Así, tenemos que, para 1 galón de diésel consumido, se generan 10,18 g de CO<sub>2</sub>. Considerando que el acero consume 7,97 litros de

combustible por tonelada en la fase de transporte según la tabla 5.3, la huella de carbono sería de 0,02 kg de CO<sub>2</sub> por cada tonelada de acero.

De esta manera, el transporte de una tonelada de producto se resume en la siguiente tabla.

**Tabla 5.4 Impactos generados en la fase de transporte**

	FASE TRANSPORTE A4		
		ACERO	CONCRETO ARMADO
	Unidad	Valor	Valor
Agotamiento abiótico: consumo de agua	litros	0,00	70,80
Combustibles fósiles	MJ	308,32	419,34
PCG: Potencial de Calentamiento Global	kg CO <sub>2</sub> eq	0,02	0,08

### 5.9.3. Impactos generados en la fase de construcción.

Para el análisis de combustibles fósiles se revisó la información del catálogo web de la compañía IRONGROUP en la cual señalan que, para una grúa de 12 toneladas, el consumo de combustible es de 0,3 galones por kilómetros. Así mismo los datos de consumos para la bomba de concreto fueron tomados de la página web de la compañía Fiorazio. En la tabla 5.5 se detalla el consumo en MJ que se producen para el ensamblaje de 1 tonelada de acero.

**Tabla 5.5 Consumo de combustibles fósiles en fase de construcción-A5**

	Unidad funcional (Ton)	Recorrido garaje-obra (km)	Consumo unitario		Consumo (l)	Horas de uso para 1 ton	Conversión energía (MJ/l)	Consumo combustible fósil (MJ/Ton)
Bomba (viaje a obra)	1,00	5	0,42	l/km	2,1	0,14	38,7	1,42
Bomba (uso en obra)	1,00	NA	3,00	m <sup>3</sup> /hora	NA	0,14	38,7	16,25
Grúa (viaje a obra)	1,00	3,4	0,30	l/km	1,02	0,14	38,7	0,69
Grúa (uso en obra)	1,00	NA	4,08	l/hora	NA	0,14	38,7	22,11

Para el análisis de generación de gases de invernadero, medidos en kg de CO<sub>2</sub>, se ha revisado la declaración ambiental de concreto de The Concrete Centre donde por 1 tonelada de concreto se generan 0,076 kg de CO<sub>2</sub>.

Para el consumo de agua se consideró el consumo de una hidrolavadora

, el cual es de aproximadamente 540 litros por minutos. Se estiman unos 15 minutos de limpieza de los materiales de obra cuando se realizan trabajos en hormigón armado. Así mismo consideramos que se remueve una cantidad aproximadamente similar al desperdicio de obra.

Para la generación de residuos se consideraron los desperdicios promedio de los materiales de construcción, los cuales fueron tomados del libro *Costos y tiempo en edificación* de Carlos Suárez Salazar.

En la tabla 5.6, se resume la fase de la construcción y sus impactos generados en las diferentes categorías ambientales adoptadas para 1 tonelada de producto.

**Tabla 5.6 Impactos generados en la fase de construcción**

	FASE CONSTRUCCION A5		
		ACERO	CONCRETO ARMADO
	Unidad	Valor	Valor
Agotamiento abiótico: consumo de agua	litros	0,00	8.375,40
Agotamiento abiótico: consumo de madera	kg	0,00	36,00
Residuos	kg	5,00	51,17
Combustibles fósiles	MJ	3256,61	17,66
PCG: Potencial de Calentamiento Global	kg CO <sub>2</sub> eq	14,75	0,08

### 5.10. Análisis de las alternativas

Los datos presentados en las tablas anteriores, dan a conocer de forma general cuánto es la afectación de las alternativas de diseño para con el entorno natural desde el inicio de su existencia hasta la construcción.

La huella de carbono de la alternativa A (acero estructural) produce una huella de carbono superior a la alternativa B (concreto armado) por un 30%. Así mismo, el consumo de combustibles fósiles es un 380% más en la alternativa A como se detalla en la figura 5.2.

En contraparte, en la figura 5.3, la alternativa consume 9 veces más de recursos en comparación a la alternativa A y la afectación directa que tiene con la capa de ozono es casi 12.000 veces mayor en comparación con el acero estructural.

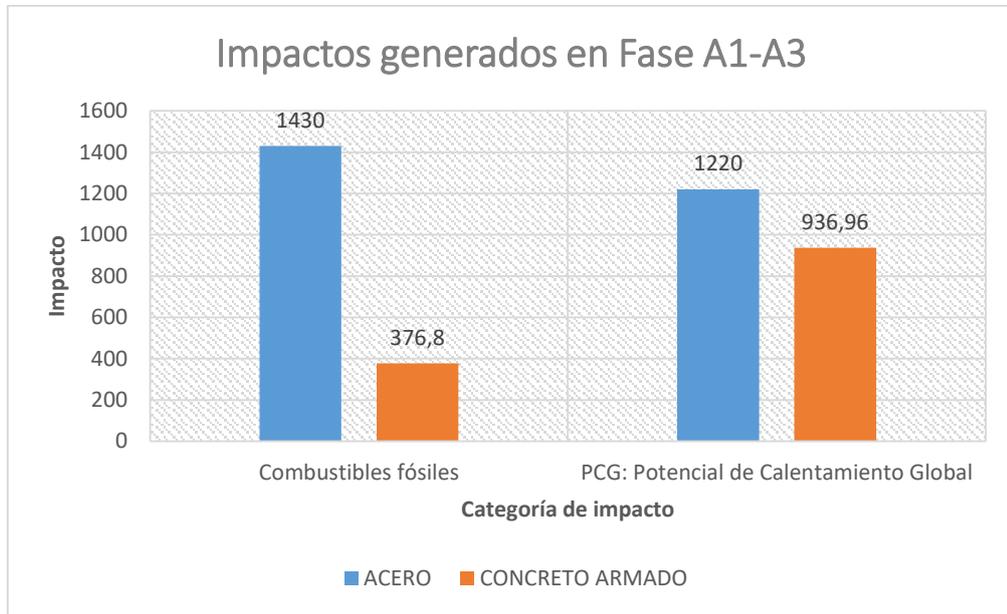


Figura 5.2 Impactos generados en la fase de productos de las alternativas A y B

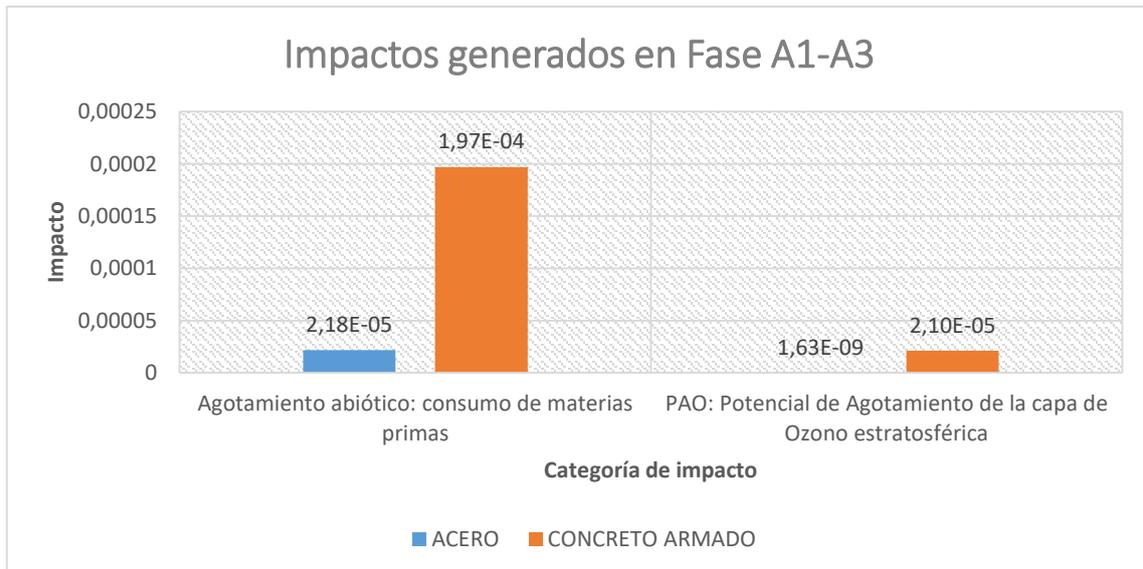
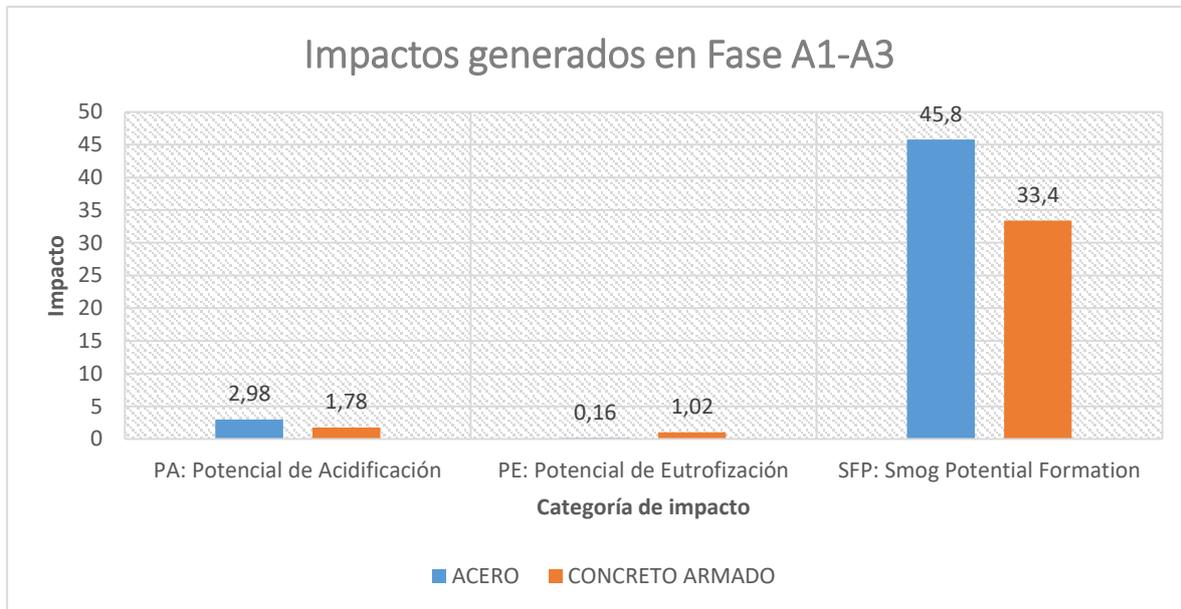


Figura 5.3 Impactos generados en la fase de productos de las alternativas A y B

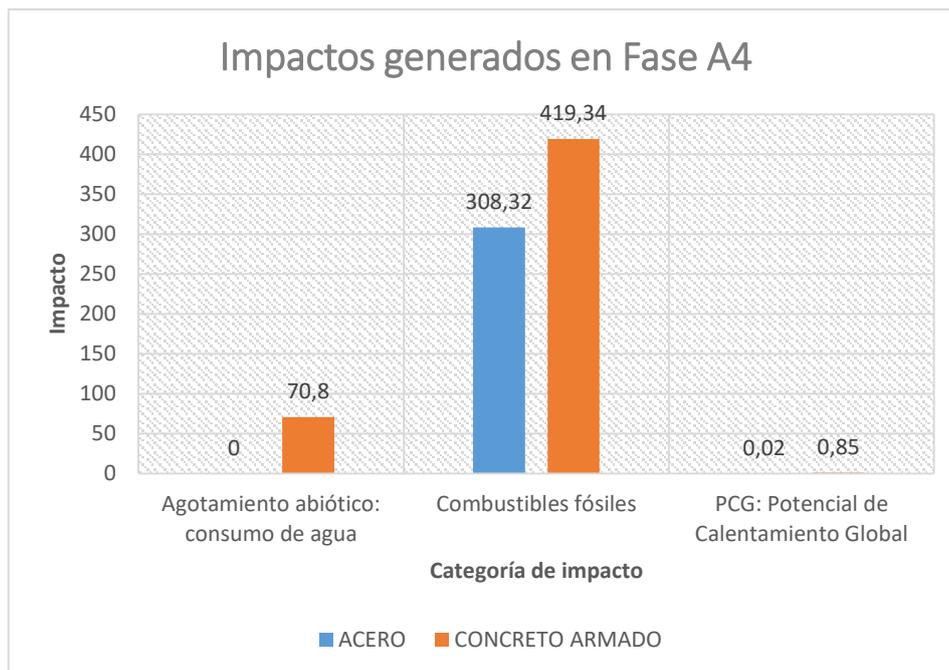
En la siguiente figura se muestran los impactos que genera la producción de 1 tonelada de acero, por ejemplo, la fabricación de acero provoca mayor riesgo de lluvias ácidas que es un contaminante local. Así mismo, provoca mayor Smog que provoca contaminación visual y afectaciones humanas.



**Figura 5.4 Impactos generados en la fase de productos de las alternativas A y B**

De igual manera, en la figura 5.4, la cantidad de nitrógeno equivalente emanado por la alternativa A es 6 veces menor lo que provoca menor afectación en el efecto invernadero.

Para la etapa de transporte del producto desde la fábrica hasta el lugar de la obra, según la figura 5.5, el consumo de agua, combustibles y la emisión de gases de efecto invernadero es mucho menor en la alternativa de acero estructural.

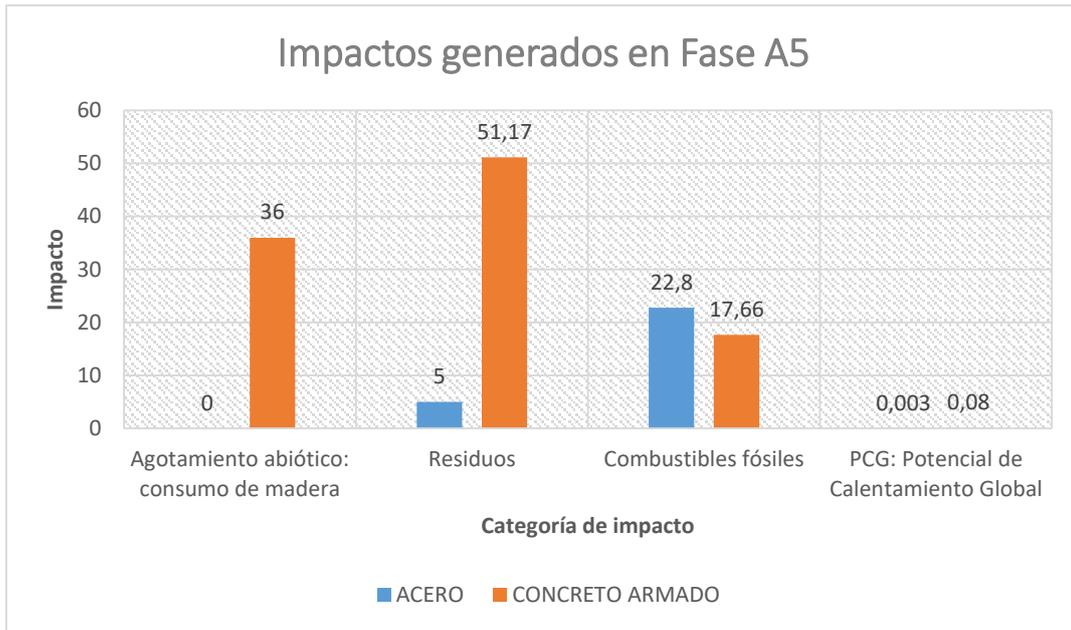


**Figura 5.5 Impactos generados en la fase de transportes de las alternativas A y B**

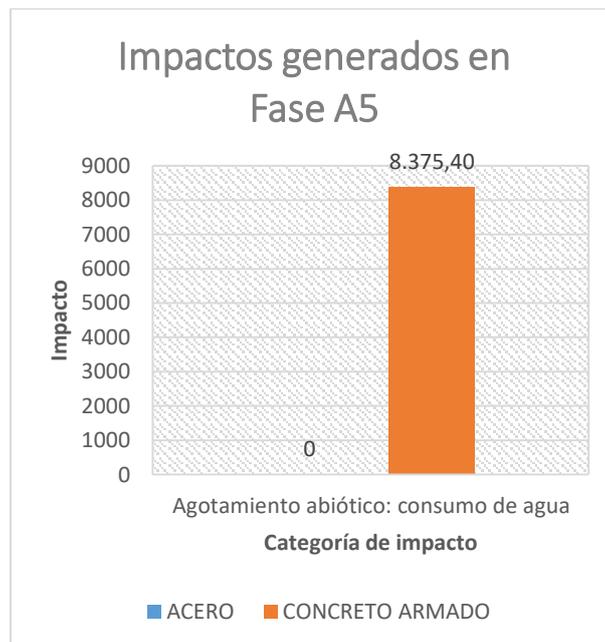
Para la etapa de construcción tenemos que a pesar de que el acero consume mayor cantidad de combustibles fósiles, el concreto armado consume muchísima agua en comparación a la alternativa A. Cabe indicar que el consumo descrito en la figura 5.6 es por 1 tonelada de concreto, es decir que para un edificio de 25 toneladas el consumo sería 25 veces mayor.

Así mismo, el acero es una forma de construir más limpia al generar 10 veces menos residuos que la alternativa de concreto armado. Además, cabe indicar, que los residuos generados por el acero son perfectamente reciclables.

Para llevar a cabo la alternativa B, se hace uso de madera lo cual es más consumo de recursos naturales. De igual manera, la huella del carbono del acero en esta fase es de 26 veces menos en comparación a la del concreto.



**Figura 5.6 Impactos generados en la fase de construcción de las alternativas A y B**



**Figura 5.7 Impactos generados en la fase de construcción de las alternativas A y B**

### 5.11. Medidas de minimización de impactos

Las medidas de minimización de impactos para las fases de producto y transporte (A1-A4) serán tratadas a continuación, considerando que los impactos que se generan se producen en un ámbito más grande al de la obra.

**Tabla 5.7 Mitigación de impactos en categorías ambientales durante la fase de producto y transporte**

<b>Categoría de impacto</b>	<b>Acero</b>	<b>Hormigón armado</b>
PCG: Potencial de Calentamiento Global	Implementación de tecnologías de procesamiento de materia prima mediante hornos de arco eléctrico, optando por electricidad como medio energético más limpio que el combustible fósil lo que genera menos emisión de gases invernadero	Implementación de sustitutos, en la medida de lo posible, de combustibles fósiles por materiales que aporten niveles caloríficos similares, así se disminuye la huella de carbono del producto.
Combustibles fósiles		
Agotamiento abiótico	Reciclaje de los desperdicios del material, considerando que el acero es perfectamente reciclable	Reciclar hormigón para procesamiento del material pétreo.
Consumo de agua	Aplicación de sistemas de reutilización de aguas.	Aplicación de sistemas de reutilización de aguas.

Para la fase de construcción, la cual es donde podemos observar impactos locales dentro de la zona de influencia de la construcción realizaremos las siguientes recomendaciones para la mitigación de impactos en las categorías ambientales descritas en la tabla

**Tabla 5.8 Mitigación de impactos en categorías ambientales durante la fase de construcción**

<b>Categoría de impacto</b>	<b>Acero</b>	<b>Hormigón armado</b>
PCG: Potencial de Calentamiento Global	Optar por el uso de bio-combustibles a fin de reducir la huella de carbono.	Optar por el uso de bio-combustibles a fin de reducir la huella de carbono.
Combustibles fósiles		
Agotamiento abiótico	No se requiere debido a que durante la fase de construcción no hay consumo de recursos directos de la tecnosfera.	Reciclaje de encofrados o uso de encofrados metálicos para aumentar el tiempo de vida y disminuir el consumo de madera.
Consumo de agua	No se requiere debido a que durante la fase de construcción no hay consumo de recursos directos de agua.	Aplicación de un sistema de reciclaje de aguas debido al alto consumo en limpieza de los equipos de construcción.
Residuos	Reciclaje del acero de desperdicio.	Reciclaje del concreto, en la medida de lo posible.

## **5.12. Conclusiones y recomendaciones**

- Se realizó un análisis de ciclo de vida simplificado con la obtención de información de fuentes secundarias para una valorización entre alternativas de diseño.
- El proceso constructivo más eco-eficiente a la luz del análisis es el del acero estructural al tener menor incidencia en el consumo de recursos naturales y emisiones de contaminantes, sin embargo, posee una huella de carbono más grande.
- El impacto generado por el hormigón armado es mayor a nivel de número de categorías ambientales. Por esta razón, se considera como un proceso constructivo de mayor contaminación que el del acero.
- Las medidas de mitigación más cercanas a aplicarse son las consideradas en la fase A5, por cuanto los efectos son locales con un alcance que se encuentra dentro de las posibilidades del constructor de este proyecto.

# CAPITULO 6

## 6. Conclusiones y Recomendaciones

### 6.1. Conclusiones

El material seleccionado para el diseño de la edificación es el acero, el cual satisface en mayor medida que otros materiales las solicitudes de resistencia, sísmica, costo, durabilidad y de impacto ambiental.

La estructura de acero tiene un comportamiento sísmico adecuado, siendo su período fundamental de 0,381 segundos cuando el obtenido por la Norma Ecuatoriana de la Construcción es de 0,41 segundos a causa de ser un material más ligero con una configuración estructural resistente a las fuerzas laterales.

El diseño de la edificación satisface los requerimientos de estabilidad de la norma ASCE presentando índices de 0,00464 frente al calculado por la norma, el cual es de 0,091.

Los sistemas de piso de la edificación diseñada presentan desplazamientos laterales menores a lo calculado por la Norma Ecuatoriana de la Construcción por causa de los arriostramientos, mismos que aportan rigidez a la estructura.

El impacto ambiental generado por el acero desde la extracción de las materias primas hasta la construcción es mayor en cada etapa, siendo la mayor incidencia en el ecosistema el consumo de agua y la emisión de gases invernadero.

El presupuesto calculado incluye actividades desde obras preliminares hasta instalaciones eléctricas, mismo que se obtuvo del método de análisis de precios unitarios incluyendo en estos los rendimientos por cada actividad, mano de obra, equipos, materiales, transporte y costos indirectos asociados. El presupuesto calculado es de USD \$ 501.504,04 (quinientos un mil cuatrocientos cuatro dólares con cuatro centavos) más IVA siendo el costo por metro cuadrado de USD \$ 568,86 (quinientos sesenta y ocho dólares con ochenta y seis centavos) más IVA.

## **6.2. Recomendaciones**

Realizar un estudio de suelo que incluya una evaluación geológica y geotécnica considerando la Norma Ecuatoriana de la Construcción a fin de que se puedan determinar los asentamientos inelásticos, capacidad portante real del suelo, límites de Atterberg para un correcto dimensionamiento de la cimentación.

Realizar un diseño hidrosanitario y eléctrico en virtud de que no fueron considerados parte del alcance del presente proyecto, sin embargo son esenciales para la operatividad del edificio, lo cual es el objetivo del cliente.

Realizar un detalle pormenorizado según las necesidades del cliente para la elaboración de un presupuesto con mayor grado de especificación donde se incluyan los rubros completos de diseños hidrosanitarios, eléctricos, de voz y datos.

# BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, A. (2014). *Análisis de la inversión pública en el sector de la educación y su impacto en la sociedad período 2006-2011*. Guayaquil, Ecuador: Universidad Estatal de Guayaquil.
- American Society for Testing and Materials - ASTM. (1996). *ASTM INTERNATIONAL. Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils: ASTM D-1586*. New York: ASTM.
- Arroyo Martínez, E. (2018). *Análisis del ciclo de vida enfocado a la construcción de una vivienda unifamiliar*. La Coruña, España: Universidade da Coruña.
- Arteta R., E. J. (2017). ACCIONES ECO-EFICIENTES PARA LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO SOSTENIBLE. *Ciudades Sostenibles*. Panamá: Argos Panamá.
- Bowless, J. (1974). *Foundation analysis and design*. Illinois: Mc-Graw Hill.
- Braja Das, M. (1999). *Principles of Foundation Engeneering 4th Edition*. Sacramento: PWS Publishing.
- Cadavid Marín , G. H. (2014). *Análisis de Ciclo de Vida (ACV) del proceso*. Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Cruz Mínguez, V., Gallego Martín, E., & González de Paula , L. (2009). *Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental*. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid.
- Edison Díaz, J., & Porras Moya, D. A. (2015). LA PLANEACIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DENTRO DE LAS BUENAS PRÁCTICAS DE LA ADMINISTRACIÓN Y PROGRAMACIÓN (PROYECTO TORRES DE LA 26-BOGOTÁ). *Tesis de grado*. Bogotá, Colombia: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA.
- FIORAZIO. (2021). *Productos: Fiorazio*. Obtenido de Fiorazio: <https://fiorazio.com/wp-content/uploads/2019/07/Turbosol-TB-30-min.pdf>

- Fluence Corporation Limited . (2021). *Uso de agua en industria metalúrgica: Fluencecorp*.  
Obtenido de Fluence Corporation Limited : <https://www.fluencecorp.com/es/uso-agua-industria-metalurgica/>
- Gobierno Autónomo Descentralizado de la Ciudad de Milagro. (s.f.). *Alcaldía de Milagro*.  
Obtenido de <https://milagro.gob.ec/>
- Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón San Francisco de Milagro. (2014).  
*Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Milagro.
- Holguin Delgado, J. E. (2016). *Diseño estructural y comparación económica entre hormigón armado y acero estructural para edificaciones sismo resistentes*.  
Guayaquil, Ecuador: Universidad Estatal de Guayaquil.
- IHOBE S.A. Sociedad Pública de Gestión Ambiental. (2009). *Análisis de ciclo de vida y huella de carbono. Dos maneras de medir el impacto ambiental de un producto*.  
Bilbao, España: Ihobe, Sociedad Pública de Gestión.
- IK Ingeniería. (8 de Agosto de 2021). *Análisis de Ciclo de Vida - ACV: IK Ingeniería*.  
Obtenido de IK / Ingeniería: <https://www.ik-ingenieria.com/es/>
- International Standar Organization. (2006). *Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia*.
- IRONGROUP. (2021). *Productos: IRONGROUP*. Obtenido de IRONGROUP:  
[http://www.iron-group.com/arg/wp-content/uploads/sites/2/2015/02/ig-web-gruas-camion\\_12t\\_25t\\_70t\\_ESP.pdf](http://www.iron-group.com/arg/wp-content/uploads/sites/2/2015/02/ig-web-gruas-camion_12t_25t_70t_ESP.pdf)
- Loor M., G. A. (2016). Estructura de Desglose de Trabajo como herramienta para la Planificación de Proyectos. *Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT*, 1(2), 1-4.
- McCormac, J. C., & Csernak., S. F. (2012). *Structural Steel Design*. New Jersey: Pearson Education, Inc. Upper Saddle River.

- Montenegro Herrera , K. L. (2015). *Costo del servicio de transporte de mercadería por km de recorrido para la empresa AGENCOMEX S.A.* . Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2015). *NEC-SE-CG (Cargas no sísmicas)*. Quito: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2015). *NEC-SE-DS (Peligro Sísmico Diseño Sismo Resistente)*. Quito.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2016). *Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015*. Quito.
- Pazmiño Lincango, H. P. (2015). *Diseño comparativo para edificios en estructura de acero con diversos tipos de arriostramiento lateral: Caso Muros de Corte*. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.
- Peck, R. B., Hanson , W. E., & Thornb, T. H. (1988). *Hanson, I. Ingeniería de cimentaciones*. Limusa: Noriega Editores.
- Ponton Tomaselli, B. A. (2017). Análisis de ciclo de vida de la varilla de Acero SAE 1029 producida en Guayaquil. *Tesis de Maestría*. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Prieto González, M. J. (2011). *Sistemas de gestión ambiental* . Madrid: AENOR Ediciones.
- Quinde Martínez, P., & Reinoso Angulo, E. (2016). Estudio de peligro sísmico de Ecuador y propuesta de espectros de diseño para la ciudad de Cuenca. *Revista de Ingeniería Sísmica*, 91, 1-26.
- Rojas López, M. D., & Arenas Giraldo, J. J. (2008). Comparación técnico-financiera del acero estructural y el hormigón armado. *DYNA*, 47-56.

- Salcedo Hurtado, M. A. (2015). *Análisis comparativo entre columnas de acero y columnas de acero compuestas*. Samborondón, Ecuador: Universidad Espíritu Santo.
- Servicio Nacional de Contratación Pública. (2021). *Búsqueda de procesos de contratación: Sistema Oficial de Contratación Pública*. Obtenido de Sistema Oficial de Contratación Pública: <https://www.compraspublicas.gob.ec>
- Suárez Salazar, C. (2002). *Costo y tiempo en edificación*. México: LIMUSA S.A. de C.V.
- Suvio, P., Van Hoorn, A., Szabo, M., & Ekdah, A. (2012). Water management for sustainable steel. *Ironmaking and Steelmaking*, 263-269.
- The Concrete Centre. (2021). *Generic ready-mixed concrete: The Concrete Centre*. Obtenido de mpa The Concrete Centre: <https://www.concretcentre.com/TCC/media/TCCMediaLibrary/PDF%20attachm ents/Generic-ready-mixed-concrete.pdf>
- Universidad Agraria del Ecuador. (2018). *Informe de Autoevaluación* . Guayaquil.
- Universidad Agraria del Ecuador. (2021). *Tiempo Real/Estación Metereológica Milagro: Universidad Agraria del Ecuador*. Obtenido de Metereología UAE: <http://meteorologiauae.uagraria.edu.ec>
- Universidad Agraria del Ecuador. (2021). *Transparencia 2020: Universidad Agraria del Ecuador*. Obtenido de Universidad Agraria del Ecuador: <http://archivo.uagraria.edu.ec/>
- Vizueta Montalván , A. D., & Pabón Revelo, C. S. (2019). *Estudio comparativo técnico-económico entre dos modelos de edificios de diez pisos: sistema dual de estructura de hormigón armado con losa postensada sin adherencia y estructura de acero con losa compuesta tipo plataforma de acero*. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.

**ANEXO 1: MEMORIA DE CALCULO  
DE LA DETERMINACION DE  
CARGAS**

## DEFINICION DE CARGAS

Para la definición de las cargas se usó la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-CG tabla 8 para las cargas permanentes y para la carga sísmica haremos uso de la norma ASCE-7-16

### CARGAS PERMANENTES

	ASCE 7-10 NEC-15	Tablas C3-1 y C3-2 NEC-SE-CG tabla 8	
DESCRIPCION	CARGA	OBSERVACIONES	NORMA
Novalosa	0,187 ton/m <sup>2</sup>	Novalosa de 0.76mm + loseta de 5cm	Ficha fabricante
Elementos estructurales	0,050 ton/m <sup>2</sup>	Peso propio de los elementos estructurales	Asumido
Paredes	0,200 ton/m <sup>2</sup>	Bloques PL9	NEC-SE-CG tabla 8
Baldosa de cerámica, con mortero de cemento	0,020 ton/m <sup>2</sup>	Cerámica Nacional	NEC-SE-CG tabla 8
Cielo raso	0,020 ton/m <sup>2</sup>	Tumbado tipo Gypsum	NEC-SE-CG tabla 8
Mortero	0,020 ton/m <sup>2</sup>	Mortero 3:1	NEC-SE-CG tabla 8
Ductos	0,030 ton/m <sup>2</sup>	Ductos de AASS, AAPP, A/C e Incendios	Fichas fabricantes
Tejas	0,050 ton/m <sup>2</sup>	Tejas DIPAC	NEC-SE-CG tabla 8
Plancha fibrocemento	0,015 ton/m <sup>2</sup>	Plancha fibrocemento 6 mm	NEC-SE-CG tabla 8

### CARGAS VARIABLES

	NEC-15	NEC-SE-CG tabla 9	
DESCRIPCION	CARGA	OBSERVACIONES	NORMA
Aulas	0,200 ton/m <sup>2</sup>	Carga en todas las aulas	NEC-SE-CG tabla 9
Pasillos	0,480 ton/m <sup>2</sup>	Carga en pasillo de planta alta	NEC-SE-CG tabla 9
Cubiertas	0,020 ton/m <sup>2</sup>	Carga en cubierta inclinad	NEC-SE-CG tabla 9

### CARGAS ACCIDENTALES

	NEC-15 ASCE/SEI 7-05	NEC-SE-DS	
--	-------------------------	-----------	--

### CARGAS POR SISMO: PERIODO DE RETORNO 475 años

DATOS EDIFICACION	DESCRIPCION	REFERENCIA
OCUPACION	CENTRO EDUCATIVO	Actividades a desarrollarse en el edificio
TIPO DE OCUPACION	ESPECIAL	Tipo de Ocupación
UBICACIÓN REGIONAL	COSTA	Ubicación Geográfica
CONFIGURACION ESTRUCTURAL	PAA	Estructuras de acero con arriostamiento

#### CALCULO PERIODO FUNDAMENTAL

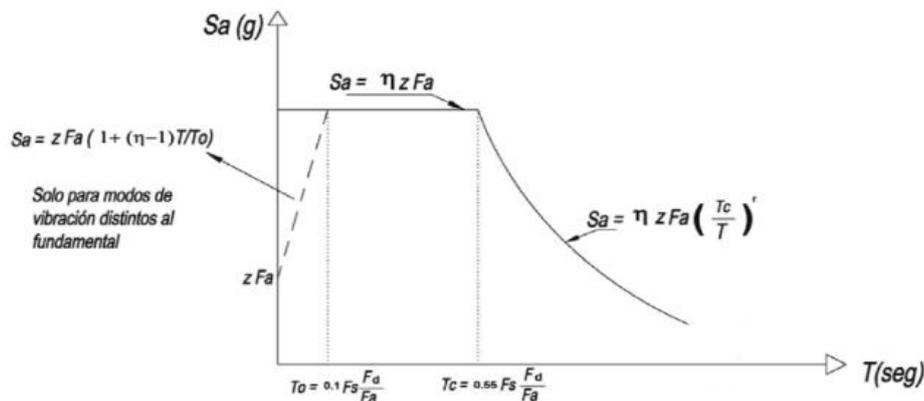
Ct = **0,0730**  
 $\alpha$  = **0,7500**  
 H = **10,00 m**  
 Ta = **Ct \* H<sup>0.75</sup>**  
 Ta = **0,41 seg**

#### METODO 1: NEC-SE-DS Seccion 6.3.3.a

Coefficiente que depende del tipo de edificio  
 Coeficiente que depende del tipo de edificio  
 Altura total del edificio  
 Ecuación 12.8-7 ASCE/SEI 7-05  
 Periodo fundamental del edificio

#### CALCULO DE ACELERACION ESPECTRAL

#### NEC-SE-DS Seccion 3.3.1



Por ser un edificio con una importancia elevada se utilizará el Peak Ground Acceleration - PGA según las curvas de peligro sísmico.

DATOS		DESCRIPCION	REFERENCIA
Zona Sísmica	<b>ZONA IV</b>	Zona sísmica donde se desarrollará el proyecto	NEC-SE-DS Seccion 3.1.1
PGA	<b>0,40 g</b>	Aceleración máxima del terreno	NEC-SE-DS Seccion 3.1.1
Perfil de suelo	<b>E</b>	Tipo de suelo según su resistencia	NEC-SE-DS Seccion 3.2.1
Coefficiente de amplificación de suelo <b>Fa</b>	<b>1,00</b>	Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de aceleraciones para diseño en roca, considerando los efectos de sitio	NEC-SE-DS Seccion 3.2.2
Coefficiente de amplificación de suelo <b>Fd</b>	<b>1,60</b>	Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca, considerando los efectos de sitio	NEC-SE-DS Seccion 3.2.2
Coefficiente de amplificación de suelo <b>Fs</b>	<b>1,90</b>	Considera el comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del período del sitio que depende de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo	NEC-SE-DS Seccion 3.2.2
Relación de amplificación espectral <b>η</b>	<b>1,68</b>	Razón entre la aceleración espectral Sa para T=0,1 seg y el PGA para el período de retorno seleccionado.	NEC-SE-DS Seccion 3.3.1
Factor de tipo de suelo <b>r</b>	<b>1,50</b>	Factor cuyos valores dependen de la ubicación geográfica del proyecto	NEC-SE-DS Seccion 3.3.1
Período <b>To</b>	<b>0,3040 seg</b>	Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño	NEC-SE-DS Seccion 3.3.1
Período <b>Tc</b>	<b>1,6720 seg</b>	Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño	NEC-SE-DS Seccion 3.3.1

El período fundamental es menor a Tc, por lo tanto usar nZFa para calcular Sa

Aceleración espectral **Sa** **0,6700 g**

**CALCULO DE COEFICIENTE Cs**

**NEC-SE-DS Seccion 6.3.2**

$$V = C_s * W$$

$$C_s = \frac{I * S_a}{R * \Phi_p * \Phi_E}$$

**Factores de irregularidad** NEC-SE-DS Seccion 5.3.4

	SENTIDO X	SENTIDO Y	DETALLE
Planta $\Phi_p$	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	
Tipo 1	1,00	1,00	Torsional
Tipo 2	1,00	1,00	Huecos de 15% de la longitud de su dirección
Tipo 3	1,00	1,00	Dicontinuidades mayores al 50% de area o rigidez
Tipo 4	1,00	1,00	Ejes no paralelos
Elevación $\Phi_E$	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	
Tipo 1	1,00	1,00	Rigidez menor que el 70% del piso superior
Tipo 2	1,00	1,00	Masa superior al 50% del piso inferior
Tipo 3	1,00	1,00	Cambios de longitud mayores al 30% entre pisos

DATOS		DESCRIPCION	REFERENCIA
Coefficiente de reducción de respuesta <b>R</b>	<b>6,00</b>	Reducción por respuesta inelástica de la estructura	ASCE/SEI 7-16 Tabla 12.2-1
Factor de Importancia <b>I</b>	<b>1,3</b>	Factor que define el nivel de importancia de una edificación	NEC-SE-DS Seccion 4.1
Factor de redundancia <b>p</b>	<b>1,30</b>	Redundancia de la estructura	ASCE/SEI 7-16 Tabla 12.2-1

Factor de sobrerresistencia  
 $\Omega_s$

**2,00**

Factor de sobrerresistencia por el material

ASCE/SEI 7-16 Tabla 12.2-1

Coeficiente sísmico X  $C_{sx}$

**0,1452**

Coeficiente sísmico Y  $C_{sy}$

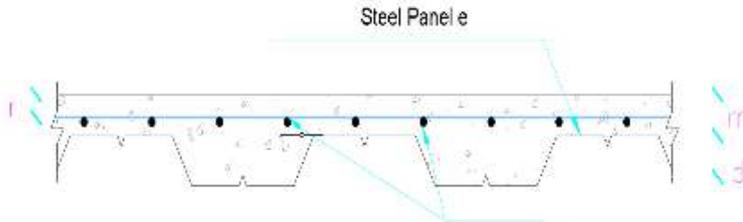
**0,1452**

# **ANEXO 2: MEMORIA DE CALCULO DEL PRE-DISEÑO DE ELEMENTOS**

**PREDIMENSIONAMIENTO DE SECCIONES DE ACERO**

**PLACA COLABORANTE NOVALOSA**

Para el análisis de la placa colaborante Novalosa, usaremos como área de análisis la franja comprendida entre el eje A-B-1-2, del plano arquitectónico.



**Elección de placa**

Usaremos una placa colaborante Novalosa 55 con las siguientes características:

e	<b>0,76 mm</b>	Espesor de placa
w	<b>7,47 kg/m<sup>2</sup></b>	Peso de placa
r	<b>2,50 cm</b>	Recubrimiento de malla
I	<b>36,89 cm<sup>4</sup>/m</b>	Modulo de inercia
S+	<b>11,46 cm<sup>3</sup>/m</b>	Modulo de seccion positivo
S-	<b>12,81 cm<sup>3</sup>/m</b>	Modulo de seccion negativo
A	<b>9,03 cm<sup>2</sup>/m</b>	Area transversal de placa
d	<b>5,50 cm</b>	Peralte o altura de onda
m	<b>5,00 cm</b>	Loseta superior de hormigón
wt	<b>187,23 kg/m<sup>2</sup></b>	Peso muerto de losa

**Revisión de sobrecarga permitida y carga viva**

Revisamos la sobrecarga que puede soportar la placa colaborante con el detalle obtenido de la ficha técnica del fabricante

Carga Viva no Factorada Novalosa 85 mm. (c) [kg/m <sup>2</sup> ]														
Espesor placa colaborante (mm)	Espesor losa (a) (cm)	Separación entre apoyos (m)												
		1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
0,76	5	1714	1325	1047	841	684	562	465	387	323	270	224	188	156
	6	2007	1552	1227	987	804	662	549	457	383	321	269	225	188
	8	2622	2031	1608	1295	1057	872	725	607	510	429	362	305	256
	10	3264	2530	2006	1618	1322	1093	910	763	643	543	460	389	329
	12	3924	3044	2415	1950	1596	1320	1102	926	781	661	561	476	404
	14	4596	3568	2833	2288	1875	1553	1297	1091	922	782	665	566	481
	16	5277	4099	3256	2632	2158	1788	1495	1259	1066	905	771	657	560
1,00	5	2261	1757	1396	1129	926	768	643	542	459	390	333	284	243
	6	2646	2057	1636	1324	1087	903	756	638	542	462	394	338	289
	8	3460	2693	2144	1738	1429	1189	998	844	718	614	526	452	389
	10	4314	3360	2677	2172	1788	1490	1232	1061	905	775	666	574	495
	12	5194	4047	3227	2621	2159	1800	1515	1286	1097	942	811	700	606
	14	6091	4749	3789	3079	2538	2118	1784	1515	1295	1112	959	830	719
	16	7003	5462	4359	3544	2923	2441	2098	1749	1496	1286	1110	962	835

CMt	<b>0,537 ton/m<sup>2</sup></b>	Carga muerta total
CVt	<b>0,480 ton/m<sup>2</sup></b>	Carga viva mas desfavorable
CS	<b>1,017 ton/m<sup>2</sup></b>	Carga de servicio

La carga viva es menor a la carga que puede soportar la novalosa 55 escogida, por lo tanto es factible su uso.

**Cálculo de momentos**

Calcularemos si la sección escogida es adecuada para soportar las cargas asignadas, para lo cual nos valdremos de la

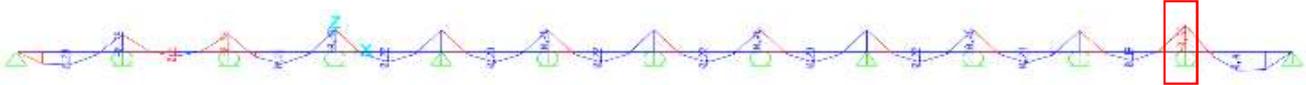
$$U2 = 1.2D + 1.6L + 0.5(Lr \text{ o } S \text{ o } R)$$

$U2 = 1,41 \text{ ton/m}^2$

Para el análisis utilizaremos una franja de diseño de 1m y el programa SAP2000 v21.1.0 para el modelado de la losa y sus

$wu = U2 * (\text{ancho franja de diseño})$

$wu = 1,41 \text{ ton/m}$



Del modelado se obtiene el momento máximo negativo en el apoyo #12 y el momento máximo positivo en el claro del vano #12 y corresponden a:

$M_{max-} = 0,55 \text{ ton-m}$

$M_{max+} = 0,40 \text{ ton-m}$

**Revisión de momentos resistentes vs solicitantes**

Propiedades de la Sección Compuesta Novalosa 55 mm					
Espesor Novalosa (mm)	Espesor losa (a) (cm)	Volumen homigón (m³/m²)	Peso hormigón (kg/m²)	Id (b) (cm²/m)	ΦsMno (c) (Ton.m)
0,76	5	0,07491	179,8	593,57	0,95
	6	0,08491	203,8	773,98	1,109
	8	0,10491	251,8	1238,75	1,442
	10	0,12491	299,8	1861,98	1,789
	12	0,14491	347,8	2667,20	2,145
	14	0,16491	395,8	3677,76	2,508
	16	0,18491	443,8	4916,88	2,875
1,00	5	0,07473	179,3	654,57	1,230
	6	0,08473	203,3	851,84	1,437
	8	0,10473	251,3	1358,74	1,872
	10	0,12473	299,3	2035,55	2,327
	12	0,14473	347,3	2906,07	2,796
	14	0,16473	395,3	3993,85	3,274
	16	0,18473	443,3	5322,30	3,759

Para el diseño escogido, el momento resistente es de 0,95 ton-m el cual es superior a los momentos requeridos por las

**Revisión de acero de temperatura**

ACI 318S-14 Tabla 24.4.3.2

Para el control de los esfuerzos producidos por la retracción del concreto a causa de la temperatura consideraremos

$\rho = 0,0018$

Por tanto el acero será de:

$A_s = \rho * m * (\text{ancho franja de diseño})$

Cantidad de acero por metro lineal considerada para efectos de retracción

$A_s = 0,90 \text{ cm}^2/\text{m}$

Consideremos varillas de 5,5 mm para el acero de retracción

$A_{S_{5,5}} = 0,23 \text{ cm}^2$

Usar malla Ø5,5 espaciada cada **25,00 cm**

### ANÁLISIS DE LOS PORTICOS SISMICOS Y GRAVITACIONALES

Los porticos sísmicos son aquellos que estarán sometidos a solicitaciones de cargas laterales como el sismo de diseño. Este pórtico además debe ser capaz de resistir las solicitaciones por cargas gravitacionales de pesos permanentes y variables.

Tomaremos como porticos sísmicos a todos los que se encuentran delimitando el contorno de la estructura reticular, es decir los pórticos que se encuentran en los ejes 1, 4 A y D. Por lo tanto los demás pórticos serán diseñados para solicitaciones de cargas gravitacionales.

Por ser una estructura regular, los pórticos serán simétricos. Es decir los pórticos 1 y A son simétricos a los pórticos 4 y D respectivamente. Así mismo los pórticos 2 y B son simétricos a los pórticos 3 y C.

#### CARGAS CONSIDERADAS

Los pórticos gravitacionales para nuestra estructura, llevan más área tributaria por lo que las solicitaciones de fuerza cortante aumentan en comparación con los pórticos sísmicos.

En la siguiente tabla definiremos las cargas a las cuales estarán sometidos los pórticos

<b>PORTICO 1-4: SISMICO</b>				
	<b>VANO A-B</b>	<b>VANO B-C</b>	<b>VANO C-D</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
L	4,40 m	2,80 m	4,40 m	Longitud de cada vano
At	1,00 m	1,00 m	1,00 m	Ancho tributario
<b>Ocupación</b>	<b>Aula</b>	<b>Pasillo</b>	<b>Aula</b>	Ocupacion de esa area
qd	0,54 ton/m	0,54 ton/m	0,54 ton/m	Carga muerta unitaria
ql	0,20 ton/m	0,48 ton/m	0,20 ton/m	Carga viva unitaria
	<b>PA</b>	<b>CUBIERTA</b>		La aplicación de la carga sísmica se
Qe	5,46 ton	10,91 ton		harán en los nodos exteriores

#### Del análisis estructural obtenido del programa SAP2000 obtenemos los siguientes momentos máximos

	<b>VIGAS</b>		<b>COLUMNAS</b>		
MD	0,60 ton-m	-5,80 ton-m	0,58 ton-m	-0,47 ton-m	Carga muerta
ML	0,20 ton-m	-2,07 ton-m	0,21 ton-m	-0,17 ton-m	Carga viva
MQ	3,30 ton-m	-3,16 ton-m	2,24 ton-m	-3,30 ton-m	Carga por sismo
VD	1,26 ton	-1,12 ton	0,00 ton	-0,30 ton	Carga muerta
VL	0,47 ton	-0,41 ton	0,00 ton	-0,11 ton	Carga viva
VQ	1,45 ton	0,00 ton	1,58 ton	0,00 ton	Carga por sismo

#### COMBINACIONES DE DISEÑO LRFD

<b>POSITIVO</b>	<b>5,29 ton-m</b>	<b>NEGATIVO</b>	<b>-13,92 ton-m</b>
<u>M1</u> =	0,84 ton-m	<u>M1</u> =	-8,12 ton-m
<u>M2</u> =	1,04 ton-m	<u>M2</u> =	-10,27 ton-m
<u>M5</u> =	5,29 ton-m	<u>M5</u> =	-13,92 ton-m
<u>M7</u> =	4,75 ton-m	<u>M7</u> =	-8,55 ton-m
<b>POSITIVO</b>	<b>4,04 ton-m</b>	<b>NEGATIVO</b>	<b>-2,00 ton-m</b>
<u>V1</u> =	1,76 ton	<u>V1</u> =	-1,57 ton
<u>V2</u> =	2,26 ton	<u>V2</u> =	-2,00 ton
<u>V5</u> =	4,04 ton	<u>V5</u> =	-1,90 ton
<u>V7</u> =	2,85 ton	<u>V7</u> =	-0,86 ton

Para la elección de una sección de acero, haremos uso de la ecuación F2-1 del AISC 360-16 y calcularemos el módulo

$$\phi Mn = Mp = \phi Fy * Z$$

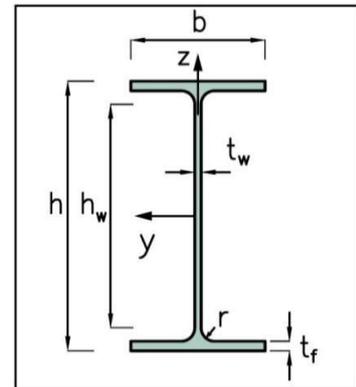
Ecuación F2-1 AISC/LRFD

$$Z = 232,34 \text{ cm}^3$$

**5.1.4 Dimensionamiento del perfil**

Para las solicitaciones de carga usaremos un perfil I soldado como viga secundaria con las siguientes características

	<b>Viga principal X</b>	
h	<b>200 mm</b>	Altura de viga
b	<b>125 mm</b>	Ancho de ala
t <sub>w</sub>	<b>5 mm</b>	Espesor del alma
t <sub>f</sub>	<b>8 mm</b>	Espesor de ala
h <sub>w</sub>	<b>184 mm</b>	Altura del alma
r	<b>0 mm</b>	Radio de soldadura
Z	<b>234,32 cm<sup>3</sup></b>	Módulo plástico Y-Y
I	<b>2103,83 cm<sup>4</sup></b>	Inercia Y-Y
A	<b>29,20 cm<sup>2</sup></b>	Área de la sección
i <sub>y</sub>	<b>8,49 cm</b>	Radio de giro Y-Y
h <sub>w</sub> /t <sub>w</sub>	<b>36,8</b>	relación alma/espesor
b/2t <sub>f</sub>	<b>7,8</b>	relación ala/espesor



**Aisma sismicamente compacta**  
**Ala sismicamente compacta**

**PORTICO 2-3: GRAVITACIONAL**

	<b>VANO A-B</b>	<b>VANO B-C</b>	<b>VANO C-D</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
L	4,40 m	2,80 m	4,40 m	Longitud de cada vano
At	2,00 m	2,00 m	2,00 m	Ancho tributario
Ocupación	<b>Aula</b>	<b>Pasillo</b>	<b>Aula</b>	Ocupacion de esa area
qd	1,07 ton/m	1,07 ton/m	1,07 ton/m	Carga muerta unitaria
ql	0,40 ton/m	0,96 ton/m	0,40 ton/m	Carga viva unitaria

Del análisis estructural obtenido del programa SAP2000 obtenemos los siguientes momentos máximos

	<b>VIGAS</b>		<b>COLUMNAS</b>		
MD	<b>1,13 ton-m</b>	<b>-1,77 ton-m</b>	<b>1,15 ton-m</b>	<b>-0,93 ton-m</b>	Carga muerta
ML	<b>0,40 ton-m</b>	<b>-0,71 ton-m</b>	<b>0,42 ton-m</b>	<b>-0,34 ton-m</b>	Carga viva
VD	<b>2,50 ton</b>	<b>-2,21 ton</b>	<b>0,00 ton</b>	<b>-0,60 ton</b>	Carga muerta
VL	<b>0,95 ton</b>	<b>-0,81 ton</b>	<b>0,00 ton</b>	<b>-0,31 ton</b>	Carga viva

COMBINACIONES DE DISEÑO LRFD

<b>POSITIVO</b>	<b>2,00 ton-m</b>	<b>NEGATIVO</b>	<b>-3,26 ton-m</b>
<u>M1 =</u>	<b>1,58 ton-m</b>	<u>M1 =</u>	<b>-2,48 ton-m</b>
<u>M2 =</u>	<b>2,00 ton-m</b>	<u>M2 =</u>	<b>-3,26 ton-m</b>
<b>POSITIVO</b>	<b>4,52 ton-m</b>	<b>NEGATIVO</b>	<b>-3,95 ton-m</b>
<u>V1 =</u>	<b>3,50 ton</b>	<u>V1 =</u>	<b>-3,09 ton</b>
<u>V2 =</u>	<b>4,52 ton</b>	<u>V2 =</u>	<b>-3,95 ton</b>

Para la elección de una sección de acero, haremos uso de la ecuación F2-1 del AISC 360-16 y calcularemos el módulo

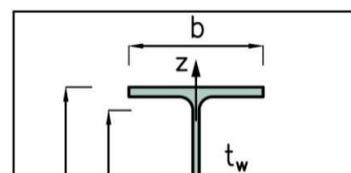
$$\phi Mn = Mp = \phi Fy * Z \quad \text{Ecuación F2-1 AISC/LRFD}$$

$$Z = \quad \quad \quad \mathbf{87,66 \text{ cm}^3}$$

**5.1.4 Dimensionamiento del perfil**

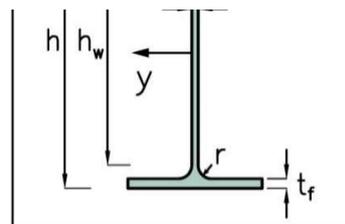
Para las solicitaciones de carga usaremos un perfil I soldado como viga secundaria con las siguientes características

	<b>Viga X</b>	
h	<b>300 mm</b>	Altura de viga
b	<b>100 mm</b>	Ancho de ala
t <sub>w</sub>	<b>5 mm</b>	Espesor del alma



$t_f$	<b>6 mm</b>
$h_w$	<b>188 mm</b>
$r$	<b>0 mm</b>
$Z$	<b>631,00 cm<sup>3</sup></b>
$I$	<b>8139,33 cm<sup>4</sup></b>
$A$	<b>58,00 cm<sup>2</sup></b>
$i_y$	<b>11,85 cm</b>
$h_w/t_w$	<b>37,6</b>
$b/2t_f$	<b>8,3</b>

Espesor de ala	
Altura del alma	
Radio de soldadura	
Módulo plástico Y-Y	
Inercia Y-Y	
Área de la sección	
Radio de giro Y-Y	
relación alma/espesor	
relación ala/espesor	



**Alma compacta**  
**Ala compacta**

**PORTICO A-D: SISMICO**

	<b>VANO 1-2</b>	<b>VANO 2-3</b>	<b>VANO 3-4</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
L	8,00 m	8,13 m	8,00 m	Longitud de cada vano
At	2,20 m	2,20 m	2,20 m	Ancho tributario
Ocupación	<b>Aula</b>	<b>Pasillo</b>	<b>Aula</b>	Ocupacion de esa area
Vd	2,36 ton	1,50 ton	2,36 ton	Carga muerta por viga secundaria
VI	0,88 ton	0,56 ton	0,88 ton	Carga viva por viga secundaria
qdd	0,04 ton/m	0,04 ton/m	0,04 ton/m	Carga por peso propio
	<b>PA</b>	<b>CUBIERTA</b>		
Qe	5,46 ton	10,91 ton		La aplicación de la carga sísmica se harán en los nodos exteriores

Del análisis estructural obtenido del programa SAP2000 obtenemos los siguientes momentos máximos

	<b>VIGAS</b>		<b>COLUMNAS</b>		
MD	<b>3,20 ton-m</b>	<b>-5,80 ton-m</b>	<b>3,85 ton-m</b>	<b>-2,90 ton-m</b>	Carga muerta
ML	<b>1,14 ton-m</b>	<b>-2,07 ton-m</b>	<b>1,38 ton-m</b>	<b>-1,04 ton-m</b>	Carga viva
MQ	<b>4,23 ton-m</b>	<b>-3,75 ton-m</b>	<b>2,54 ton-m</b>	<b>-4,23 ton-m</b>	Carga por sismo
VD	<b>3,51 ton</b>	<b>-3,03 ton</b>	<b>0,00 ton</b>	<b>-1,93 ton</b>	Carga muerta
VL	<b>1,25 ton</b>	<b>-1,07 ton</b>	<b>0,00 ton</b>	<b>-0,69 ton</b>	Carga viva
VQ	<b>1,00 ton</b>	<b>-3,75 ton</b>	<b>1,93 ton</b>	<b>0,00 ton</b>	Carga por sismo

COMBINACIONES DE DISEÑO LRFD PARA VIGA

<b>POSITIVO</b>	<b>10,91 ton-m</b>	<b>NEGATIVO</b>	<b>-14,68 ton-m</b>
<u>M1 =</u>	<b>4,48 ton-m</b>	<u>M1 =</u>	<b>-8,12 ton-m</b>
<u>M2 =</u>	<b>5,66 ton-m</b>	<u>M2 =</u>	<b>-10,27 ton-m</b>
<u>M5 =</u>	<b>10,91 ton-m</b>	<u>M5 =</u>	<b>-14,68 ton-m</b>
<u>M7 =</u>	<b>7,95 ton-m</b>	<u>M7 =</u>	<b>-9,32 ton-m</b>

<b>POSITIVO</b>	<b>7,23 ton-m</b>	<b>NEGATIVO</b>	<b>-9,99 ton-m</b>
<u>V1 =</u>	<b>4,91 ton</b>	<u>V1 =</u>	<b>-4,24 ton</b>
<u>V2 =</u>	<b>6,21 ton</b>	<u>V2 =</u>	<b>-5,35 ton</b>
<u>V5 =</u>	<b>7,23 ton</b>	<u>V5 =</u>	<b>-9,99 ton</b>
<u>V7 =</u>	<b>3,99 ton</b>	<u>V7 =</u>	<b>-7,20 ton</b>

COMBINACIONES DE DISEÑO LRFD PARA COLUMNA

<b>POSITIVO</b>	<b>9,82 ton-m</b>	<b>NEGATIVO</b>	<b>-10,41 ton-m</b>
<u>M1 =</u>	<b>5,39 ton-m</b>	<u>M1 =</u>	<b>-4,06 ton-m</b>
<u>M2 =</u>	<b>5,72 ton-m</b>	<u>M2 =</u>	<b>-5,14 ton-m</b>
<u>M5 =</u>	<b>9,82 ton-m</b>	<u>M5 =</u>	<b>-10,41 ton-m</b>
<u>M7 =</u>	<b>6,25 ton-m</b>	<u>M7 =</u>	<b>-7,72 ton-m</b>

<b>POSITIVO</b>	<b>2,51 ton-m</b>	<b>NEGATIVO</b>	<b>-3,42 ton-m</b>
<u>V1 =</u>	<b>0,00 ton</b>	<u>V1 =</u>	<b>-2,70 ton</b>
<u>V2 =</u>	<b>0,00 ton</b>	<u>V2 =</u>	<b>-3,42 ton</b>
<u>V5 =</u>	<b>2,51 ton</b>	<u>V5 =</u>	<b>-3,26 ton</b>
<u>V7 =</u>	<b>2,51 ton</b>	<u>V7 =</u>	<b>-1,48 ton</b>

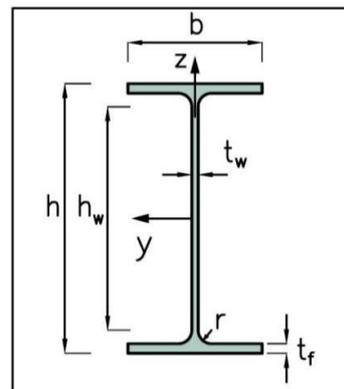
$$Z = 479,04 \text{ cm}^3$$

**Dimensionamiento del perfil para la viga**

Para las solicitaciones de carga usaremos un perfil I soldado como viga secundaria con las siguientes características

$$\phi Mn = Mp = \phi Fy * Z$$

	<b>Viga principal Y</b>	
h	<b>300 mm</b>	Altura de viga
b	<b>150 mm</b>	Ancho de ala
t <sub>w</sub>	<b>10 mm</b>	Espesor del alma
t <sub>f</sub>	<b>10 mm</b>	Espesor de ala
h <sub>w</sub>	<b>280 mm</b>	Altura del alma
r	<b>0 mm</b>	Radio de soldadura
Z	<b>631,00 cm<sup>3</sup></b>	Módulo plástico Y-Y
I	<b>8139,33 cm<sup>4</sup></b>	Inercia Y-Y
A	<b>58,00 cm<sup>2</sup></b>	Área de la sección
i <sub>y</sub>	<b>11,85 cm</b>	Radio de giro Y-Y
h <sub>w</sub> /t <sub>w</sub>	<b>28</b>	relación alma/espesor
b/2t <sub>f</sub>	<b>7,5</b>	relación ala/espesor



**Alma sismicamente compacta**  
**Ala sismicamente compacta**

**PORTICO B-C: GRAVITACIONAL**

	<b>VANO 1-2</b>	<b>VANO 2-3</b>	<b>VANO 3-4</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
L	8,00 m	8,13 m	8,00 m	Longitud de cada vano
At	3,60 m	3,60 m	3,60 m	Ancho tributario
Ocupación	<b>Aula</b>	<b>Pasillo</b>	<b>Aula</b>	Ocupacion de esa area
Vd	4,73 ton	3,01 ton	4,73 ton	Carga muerta por viga secundaria
Vi	1,76 ton	1,12 ton	1,76 ton	Carga viva por viga secundaria
qdd	0,06 ton/m	0,06 ton/m	0,06 ton/m	Carga por peso propio

Del análisis estructural obtenido del programa SAP2000 obtenemos los siguientes momentos máximos

	<b>VIGAS</b>			<b>COLUMNAS</b>		
MD	6,35 ton-m	-11,50 ton-m	7,63 ton-m	-5,76 ton-m		Carga muerta
ML	2,30 ton-m	-4,15 ton-m	2,75 ton-m	-2,08 ton-m		Carga viva
VD	6,96 ton	-5,99 ton	0,00 ton	-3,82 ton		Carga muerta
VL	2,49 ton	-2,15 ton	0,00 ton	-1,38 ton		Carga viva

**COMBINACIONES DE DISEÑO LRFD**

<b>POSITIVO</b>	<b>11,30 ton-m</b>	<b>NEGATIVO</b>	<b>-20,44 ton-m</b>
<b>M1 =</b>	<b>8,89 ton-m</b>	<b>M1 =</b>	<b>-16,10 ton-m</b>
<b>M2 =</b>	<b>11,30 ton-m</b>	<b>M2 =</b>	<b>-20,44 ton-m</b>
<b>POSITIVO</b>	<b>12,34 ton-m</b>	<b>NEGATIVO</b>	<b>-10,63 ton-m</b>
<b>V1 =</b>	<b>9,74 ton</b>	<b>V1 =</b>	<b>-8,39 ton</b>
<b>V2 =</b>	<b>12,34 ton</b>	<b>V2 =</b>	<b>-10,63 ton</b>

Para la elección de una sección de acero, haremos uso de la ecuación F2-1 del AISC 360-16 y calcularemos el módulo

$$\phi Mn = Mp = \phi Fy * Z$$

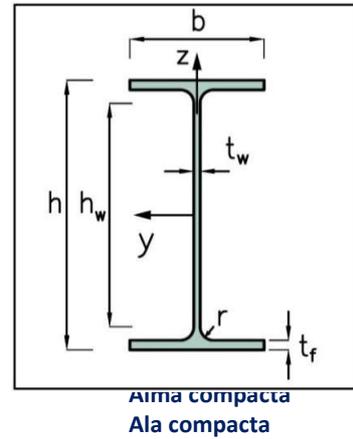
$$Z = 496,27 \text{ cm}^3$$

**5.1.4 Dimensionamiento del perfil**

Para las solicitaciones de carga usaremos un perfil I soldado como viga secundaria con las siguientes características

	<b>Viga Y</b>
h	<b>300 mm</b>
b	<b>150 mm</b>
$t_w$	<b>8 mm</b>
$t_f$	<b>8 mm</b>
$h_w$	<b>284 mm</b>
r	<b>0 mm</b>
Z	<b>631,00 cm<sup>3</sup></b>
I	<b>8139,33 cm<sup>4</sup></b>
A	<b>58,00 cm<sup>2</sup></b>
$i_y$	<b>11,85 cm</b>
$h_w/t_w$	<b>35,5</b>
$b/2t_f$	<b>9,375</b>

- Altura de viga
- Ancho de ala
- Espesor del alma
- Espesor de ala
- Altura del alma
- Radio de soldadura
- Módulo plástico Y-Y
- Inercia Y-Y
- Área de la sección
- Radio de giro Y-Y
- relación alma/espesor
- relación ala/espesor



**ANEXO 3: MEMORIA DE CALCULO  
DEL DISEÑO DE ELEMENTOS A  
COMPRESIÓN**

REVISIÓN DE: **COLUMNAS ESQUINERAS**  
PROYECTO: **EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL UAE**

PERFIL: **HSSB**  
COLUMNA: **C1**

¿Se dispone de soporte lateral completo?  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

**Si**

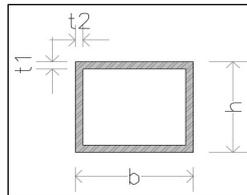
h **30,00** cm  
t1 **2,50** cm  
b **30,00** cm  
t2 **2,50** cm

L = **7,00** m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	275,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	34947,9	cm <sup>4</sup>
Iy =	34947,9	cm <sup>4</sup>
Sx =	2329,9	cm <sup>3</sup>
Sy =	2329,9	cm <sup>3</sup>
J =	51373,4	cm <sup>4</sup>
Cw =		cm <sup>6</sup>
Zx =	2843,8	cm <sup>3</sup>
Zy =	2843,8	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,2	-
kc =	1,15	-
Rx =	11,3	cm
Ry =	11,3	cm
Rt =	8,32	cm

Propiedades mecanicas		
Acero :	<b>A36</b>	
Fy =	2530,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830,00	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	204000,00	kg/cm <sup>2</sup>
G =	78400,00	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	
Pc =	695,75	ton

0,07



Elementos mecanicos Factorizados

P = **46,98** ton  
Mx = **9,74** ton-m  
My = **7,63** ton-m  
V = **2,93** ton

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

**Revisión del pandeo local del patin**

Rel. Ancho espesor =	10,00	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Ancho espesor =	10,00	Tabla D1.1
Rel. Limite compacto =	31,80	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Limite HDM =	16,19	Tabla D1.1
Rel. Limite esbeltos =	39,75	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Limite MDM =	29,39	Tabla D1.1

**Conclusión: Los patines son compactos**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A COMPRESION POR PANDEO FLEXIONANTE**

Factor de longitud efectiva=	1,00
Longitud no arriostrada =	7,00 m
Longitud efectiva =	7,00 m
Radio de giro =	11,27 cm
Razón de esbeltez =	62,09
Límite de pandeo =	133,74

**Conclusión: La razón de esbeltez es menor al límite de pandeo. Usar ecuación E3-2.**

Esfuerzo elástico Fe =	5221,83	kg/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo crítico Fcr =	2065,62	kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia nominal Pn =	568,05	ton
Resistencia $\phi Pn$ =	511,24	ton

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

**Revisión por fluencia**

Momento nominal Mn =	71,95 ton-m	Ecuación F7-1
----------------------	-------------	---------------

**Revisión por pandeo local de ala**

Momento nominal Mn =		No aplica esta revisión por tener una sección compacta
----------------------	--	--

**Revisión por pandeo local de ala**

Momento nominal Mn =		No aplica esta revisión por tener una sección compacta
----------------------	--	--

**Revisión por pandeo lateral torsional**

Longitud no arriostrada Lb	7,00 m	
Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp	15,62 m	Ecuación F7-12

Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr	418,98 m	Ecuación F7-13
--	----------	----------------

**Conclusión: La longitud no arriostrada Lb es menor a la longitud arriostrada Lp. Por lo tanto no aplica la revisión del LTB**

Momento nominal Mn =		No aplica esta revisión
----------------------	--	-------------------------

Resistencia  $\phi Mn$  = **64,75 ton-m**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal dada por ecuación G4-1 AISC 360-16

Área resistente al corte Aw =	150,00	cm <sup>2</sup>
Relación altura-espesor h/tw =	12,00	
Límite relación altura-espesor =	69,84	
Coefficiente kv =	5,00	

Coefficiente de resistencia de corte del alma  
en pandeo  $C_v2 =$  1,00

Resistencia nominal  $V_n =$  227,70 ton  
Resistencia  $\phi V_n =$  204,93 ton

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE ECUACION DE INTERACCION**

Criterio de interacción axial  $P_u/P_n$  0,09

La relación  $P_u/P_n$  es menor a 0,2, por lo tanto se usará la ecuación H1-1b de la AISC 360-16

Relación Solicitación-Resistencia  $P_u/P_n$  0,09

Relación Solicitación-Resistencia  $M_u/P_x$  0,15

Relación Solicitación-Resistencia  $M_u/P_y$  0,12

**Interaccion** 0,33

**Conclusión: El perfil se considera suficiente**

**CHEQUEO DE CORDON DE SOLDADURA**

Cortante 2,93 ton

Centroide al patín 13,75 cm

Inercia 34947,92  $\text{cm}^4$

Area patín 75,00  $\text{cm}^2$

Resistencia Soldadura 4921,50  $\text{kg}/\text{cm}^2$

Flujo de cortante 86,46  $\text{kg}/\text{cm}$

Tamaño del filete 0,55 mm

**Tamaño mínimo 8,00 mm**

REVISIÓN DE: **COLUMNAS ESQUINERAS**  
PROYECTO: **EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL UAE**

PERFIL: **HSSB**  
COLUMNA: **C2**

¿Se dispone de soporte lateral completo? **Si**  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

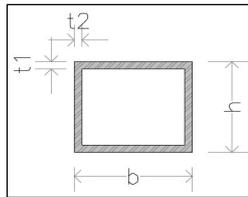
h **30,00** cm  
t1 **2,50** cm  
b **30,00** cm  
t2 **2,50** cm

L = **3,80** m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	275,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	34947,9	cm <sup>4</sup>
Iy =	34947,9	cm <sup>4</sup>
Sx =	2329,9	cm <sup>3</sup>
Sy =	2329,9	cm <sup>3</sup>
J =	51373,4	cm <sup>4</sup>
Cw =		cm <sup>6</sup>
Zx =	2843,8	cm <sup>3</sup>
Zy =	2843,8	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,2	-
kc =	1,15	-
Rx =	11,3	cm
Ry =	11,3	cm
Rt =	8,32	cm

Propiedades mecanicas		
Acero :	<b>A36</b>	
Fy =	2530,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830,00	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	204000,00	kg/cm <sup>2</sup>
G =	784000,00	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	
Pc =	695,75	ton

0,03



Elementos mecanicos Factorizados		
P =	<b>20,98</b>	ton
Mx =	<b>3,10</b>	ton-m
My =	<b>8,00</b>	ton-m
V =	<b>2,76</b>	ton

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

Revisión del pandeo local del patin

Rel. Ancho espesor =	10,00	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Ancho espesor =	10,00	Tabla D1.1
Rel. Limite compacto =	31,80	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Limite HDM =	16,19	Tabla D1.1
Rel. Limite esbeltos =	39,75	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Limite MDM =	29,39	Tabla D1.1

**Conclusión: Los patines son compactos**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A COMPRESION POR PANDEO FLEXIONANTE**

Factor de longitud efectiva=	0,92	
Longitud no arriostrada =	3,80 m	
Longitud efectiva =	3,50 m	
Radio de giro =	11,27 cm	
Razón de esbeltez =	<b>31,05</b>	
Límite de pandeo =	133,74	

**Conclusión: La razón de esbeltez es menor al límite de pandeo. Usar ecuación E3-2.**

Esfuerzo elástico Fe =	#####	
Esfuerzo crítico Fcr =	2404,95	kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia nominal Pn =	661,36	ton
Resistencia $\phi Pn$ =	<b>595,22</b>	ton

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

<b>Revisión por fluencia</b>	<b>Sección F7-1</b>	
Momento nominal Mn =	71,95	ton-m Ecuación F7-1
<b>Revisión por pandeo local de ala</b>	<b>Sección F7-2</b>	
Momento nominal Mn =		No aplica esta revisión por tener una sección compacta
<b>Revisión por pandeo local de ala</b>	<b>Sección F7-3</b>	
Momento nominal Mn =		No aplica esta revisión por tener una sección compacta
<b>Revisión por pandeo lateral torsional</b>	<b>Sección F7-4</b>	
Longitud no arriostrada Lb	3,80 m	
Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp	15,62 m	Ecuación F7-12
Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr	418,98 m	Ecuación F7-13
<b>Conclusión:</b>	<b>La longitud no arriostrada Lb es menor a la longitud arriostrada Lp. Por lo tanto no aplica la revisión del LTB</b>	
Momento nominal Mn =		No aplica esta revisión
Resistencia $\phi Mn$ =	<b>64,75</b>	ton-m
<b>Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria</b>		

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal dada por ecuación G4-1 AISC 360-16

Área resistente al corte Aw =	150,00	cm <sup>2</sup>
Relación altura-espesor h/tw =	12,00	
Límite relación altura-espesor =	69,84	
Coefficiente kv =	5,00	

Coefficiente de resistencia de corte del alma  
en pandeo  $C_v2 =$  1,00

Resistencia nominal  $V_n =$  227,70 ton  
**Resistencia  $\phi V_n =$  204,93 ton**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE ECUACION DE INTERACCION**

Criterio de interacción axial  $P_u/P_n$  0,04

La relación  $P_u/P_n$  es menor a 0,2, por lo tanto se usará la ecuación H1-1b de la AISC 360-16

Relación Solicitación-Resistencia  $P_u/P_n$  0,04

Relación Solicitación-Resistencia  $M_u/P_x$  0,05

Relación Solicitación-Resistencia  $M_u/P_y$  0,12

**Interaccion 0,19**

**Conclusión: El perfil se considera suficiente**

**CHEQUEO DE CORDON DE SOLDADURA**

Cortante 2,76 ton

Centroide al patín 13,75 cm

Inercia 34947,92  $\text{cm}^4$

Area patín 75,00  $\text{cm}^2$

Resistencia Soldadura 4921,50  $\text{kg/cm}^2$

Flujo de cortante 81,44  $\text{kg/cm}$

Tamaño del filete 0,52 mm

**Tamaño mínimo 8,00 mm**

REVISIÓN DE: **COLUMNAS ESQUINERAS**  
PROYECTO: **EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL UAE**

PERFIL: **HSSB**  
COLUMNA: **C3**

¿Se dispone de soporte lateral completo?  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

Si

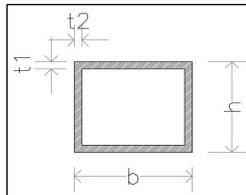
h **30,00** cm  
t1 **2,50** cm  
b **30,00** cm  
t2 **2,50** cm

L = **3,80** m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	275,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	34947,9	cm <sup>4</sup>
Iy =	34947,9	cm <sup>4</sup>
Sx =	2329,9	cm <sup>3</sup>
Sy =	2329,9	cm <sup>3</sup>
J =	51373,4	cm <sup>4</sup>
Cw =		cm <sup>6</sup>
Zx =	2843,8	cm <sup>3</sup>
Zy =	2843,8	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,2	-
kc =	1,15	-
Rx =	11,3	cm
Ry =	11,3	cm
Rt =	8,32	cm

Propiedades mecanicas		
Acero :	<b>A36</b>	
Fy =	2530,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830,00	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2040000,00	kg/cm <sup>2</sup>
G =	784000,00	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	
Pc =	695,75	ton

0,06



Elementos mecanicos Factorizados		
P =	<b>40,32</b>	ton
Mx =	<b>3,10</b>	ton-m
My =	<b>5,06</b>	ton-m
V =	<b>2,76</b>	ton

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

**Revisión del pandeo local del patin**

Rel. Ancho espesor =	10,00	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Ancho espesor =	10,00	Tabla D1.1
Rel. Limite compacto =	31,80	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Limite HDM =	16,19	Tabla D1.1
Rel. Limite esbeltos =	39,75	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Limite MDM =	29,39	Tabla D1.1

**Conclusión: Los patines son compactos**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A COMPRESION POR PANDEO FLEXIONANTE**

Factor de longitud efectiva=	0,92
Longitud no arriostrada =	3,80 m
Longitud efectiva =	3,50 m
Radio de giro =	11,27 cm
Razón de esbeltez =	31,05
Límite de pandeo =	133,74

**Conclusión: La razón de esbeltez es menor al límite de pandeo. Usar ecuación E3-2.**

Esfuerzo elástico Fe =	#####
Esfuerzo crítico Fcr =	2404,95 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia nominal Pn =	661,36 ton
Resistencia $\phi Pn$ =	595,22 ton

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

<b>Revisión por fluencia</b>	<b>Sección F7-1</b>	
Momento nominal Mn =	71,95 ton-m	Ecuación F7-1
<b>Revisión por pandeo local de ala</b>	<b>Sección F7-2</b>	
Momento nominal Mn =		No aplica esta revisión por tener una sección compacta
<b>Revisión por pandeo local de ala</b>	<b>Sección F7-3</b>	
Momento nominal Mn =		No aplica esta revisión por tener una sección compacta
<b>Revisión por pandeo lateral torsional</b>	<b>Sección F7-4</b>	
Longitud no arriostrada Lb	3,80 m	
Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp	15,62 m	Ecuación F7-12
Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr	418,98 m	Ecuación F7-13
<b>Conclusión:</b>	<b>La longitud no arriostrada Lb es menor a la longitud arriostrada Lp. Por lo tanto no aplica la revisión del LTB</b>	
Momento nominal Mn =		No aplica esta revisión
Resistencia $\phi Mn$ =	64,75 ton-m	
<b>Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria</b>		

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal dada por ecuación G4-1 AISC 360-16

Área resistente al corte Aw =	150,00 cm <sup>2</sup>
Relación altura-espesor h/tw =	12,00
Límite relación altura-espesor =	69,84
Coefficiente kv =	5,00

Coefficiente de resistencia de corte del alma  
en pandeo  $C_v2 =$  1,00

Resistencia nominal  $V_n =$  227,70 ton  
**Resistencia  $\phi V_n =$  204,93 ton**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE ECUACION DE INTERACCION**

Criterio de interacción axial  $P_u/P_n$  0,07

La relación  $P_u/P_n$  es menor a 0,2, por lo tanto se usará la ecuación H1-1b de la AISC 360-16

Relación Solicitación-Resistencia  $P_u/P_n$  0,07

Relación Solicitación-Resistencia  $M_u/P_x$  0,05

Relación Solicitación-Resistencia  $M_u/P_y$  0,08

**Interaccion 0,18**

**Conclusión: El perfil se considera suficiente**

REVISIÓN DE: **COLUMNAS ESQUINERAS**  
PROYECTO: **EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL UAE**

PERFIL: **HSSB**  
COLUMNA: **C4**

¿Se dispone de soporte lateral completo?  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

**Si**

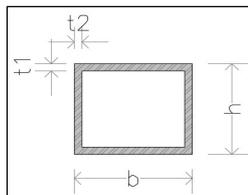
h **20,00** cm  
t1 **2,50** cm  
b **20,00** cm  
t2 **2,50** cm

L = **3,80** m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	175,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	9114,6	cm <sup>4</sup>
Iy =	9114,6	cm <sup>4</sup>
Sx =	911,5	cm <sup>3</sup>
Sy =	911,5	cm <sup>3</sup>
J =	13398,4	cm <sup>4</sup>
Cw =		cm <sup>6</sup>
Zx =	1156,3	cm <sup>3</sup>
Zy =	1156,3	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,3	-
kc =	1,41	-
Rx =	7,2	cm
Ry =	7,2	cm
Rt =	5,55	cm

Propiedades mecanicas		
Acero :	<b>A36</b>	
Fy =	2530,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830,00	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2040000,00	kg/cm <sup>2</sup>
G =	784000,00	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	
Pc =	442,75	ton

0,13



Elementos mecanicos Factorizados

P = **57,40** ton  
Mx = **3,10** ton-m  
My = **5,06** ton-m  
V = **2,76** ton

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

**Revisión del pandeo local del patin**

Rel. Ancho espesor =	6,00	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Ancho espesor =	6,00	Tabla D1.1
Rel. Limite compacto =	31,80	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Limite HDM =	16,19	Tabla D1.1
Rel. Limite esbeltos =	39,75	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Limite MDM =	29,39	Tabla D1.1

**Conclusión: Los patines son compactos**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A COMPRESION POR PANDEO FLEXIONANTE**

Factor de longitud efectiva=	0,92
Longitud no arriostrada =	3,80 m
Longitud efectiva =	3,50 m
Radio de giro =	7,22 cm
Razón de esbeltez =	<b>48,49</b>
Límite de pandeo =	133,74

**Conclusión: La razón de esbeltez es menor al límite de pandeo. Usar ecuación E3-2.**

Esfuerzo elástico Fe =	8561,35	kg/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo crítico Fcr =	2235,65	kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia nominal Pn =	391,24	ton
Resistencia $\phi Pn$ =	<b>352,11</b>	ton

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

<b>Revisión por fluencia</b>	<b>Sección F7-1</b>	
Momento nominal Mn =	29,25	ton-m Ecuación F7-1
<b>Revisión por pandeo local de ala</b>	<b>Sección F7-2</b>	
Momento nominal Mn =		No aplica esta revisión por tener una sección compacta
<b>Revisión por pandeo local de ala</b>	<b>Sección F7-3</b>	
Momento nominal Mn =		No aplica esta revisión por tener una sección compacta
<b>Revisión por pandeo lateral torsional</b>	<b>Sección F7-4</b>	
Longitud no arriostrada Lb	3,80 m	
Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp	10,02 m	Ecuación F7-12
Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr	279,32 m	Ecuación F7-13
<b>Conclusión:</b>	<b>La longitud no arriostrada Lb es menor a la longitud arriostrada Lp. Por lo tanto no aplica la revisión del LTB</b>	
Momento nominal Mn =		No aplica esta revisión
Resistencia $\phi Mn$ =	<b>26,33</b>	ton-m
<b>Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria</b>		

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal dada por ecuación G4-1 AISC 360-16

Área resistente al corte Aw =	100,00	cm <sup>2</sup>
Relación altura-espesor h/tw =	8,00	
Límite relación altura-espesor =	69,84	
Coefficiente kv =	5,00	

Coefficiente de resistencia de corte del alma  
en pandeo  $C_v2 =$  1,00

Resistencia nominal  $V_n =$  151,80 ton  
**Resistencia  $\phi V_n =$  136,62 ton**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE ECUACION DE INTERACCION**

Criterio de interacción axial  $P_u/P_n$  0,16

La relación  $P_u/P_n$  es menor a 0,2, por lo tanto se usará la ecuación H1-1b de la AISC 360-16

Relación Solicitación-Resistencia  $P_u/P_n$  0,16

Relación Solicitación-Resistencia  $M_u/P_x$  0,12

Relación Solicitación-Resistencia  $M_u/P_y$  0,19

**Interaccion 0,44**

**Conclusión: El perfil se considera suficiente**

REVISIÓN DE: **COLUMNAS ESQUINERAS**  
PROYECTO: **EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL UAE**

PERFIL: **HSSB**  
COLUMNA: **C5**

¿Se dispone de soporte lateral completo?  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

**Si**

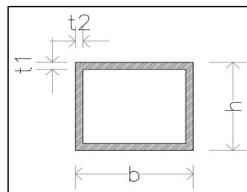
h **20,00** cm  
t1 **2,50** cm  
b **20,00** cm  
t2 **2,50** cm

L = **3,80** m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	175,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	9114,6	cm <sup>4</sup>
Iy =	9114,6	cm <sup>4</sup>
Sx =	911,5	cm <sup>3</sup>
Sy =	911,5	cm <sup>3</sup>
J =	13398,4	cm <sup>4</sup>
Cw =		cm <sup>6</sup>
Zx =	1156,3	cm <sup>3</sup>
Zy =	1156,3	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,3	-
kc =	1,41	-
Rx =	7,2	cm
Ry =	7,2	cm
Rt =	5,55	cm

Propiedades mecanicas		
Acero :	<b>A36</b>	
Fy =	2530,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830,00	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2040000,00	kg/cm <sup>2</sup>
G =	784000,00	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	
Pc =	442,75	ton

0,26



Elementos mecanicos Factorizados

P = **113,00** ton  
Mx = **3,10** ton-m  
My = **5,06** ton-m  
V = **2,76** ton

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

Revisión del pandeo local del patin

Rel. Ancho espesor =	6,00	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Ancho espesor =	6,00	Tabla D1.1
Rel. Limite compacto =	31,80	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Limite HDM =	16,19	Tabla D1.1
Rel. Limite esbeltos =	39,75	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Limite MDM =	29,39	Tabla D1.1

**Conclusión: Los patines son compactos**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A COMPRESION POR PANDEO FLEXIONANTE**

Factor de longitud efectiva=	1,00
Longitud no arriostrada =	3,80 m
Longitud efectiva =	3,80 m
Radio de giro =	7,22 cm
Razón de esbeltez =	52,65
Límite de pandeo =	133,74

**Conclusión: La razón de esbeltez es menor al límite de pandeo. Usar ecuación E3-2.**

Esfuerzo elástico Fe =	7262,09	kg/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo crítico Fcr =	2186,72	kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia nominal Pn =	382,68	ton
Resistencia $\phi Pn$ =	344,41	ton

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

<b>Revisión por fluencia</b>	<b>Sección F7-1</b>	
Momento nominal Mn =	29,25	ton-m Ecuación F7-1
<b>Revisión por pandeo local de ala</b>	<b>Sección F7-2</b>	
Momento nominal Mn =		No aplica esta revisión por tener una sección compacta
<b>Revisión por pandeo local de ala</b>	<b>Sección F7-3</b>	
Momento nominal Mn =		No aplica esta revisión por tener una sección compacta
<b>Revisión por pandeo lateral torsional</b>	<b>Sección F7-4</b>	
Longitud no arriostrada Lb	3,80 m	
Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp	10,02 m	Ecuación F7-12
Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr	279,32 m	Ecuación F7-13
<b>Conclusión:</b>	<b>La longitud no arriostrada Lb es menor a la longitud arriostrada Lp. Por lo tanto no aplica la revisión del LTB</b>	
Momento nominal Mn =		No aplica esta revisión
Resistencia $\phi Mn$ =	26,33	ton-m
<b>Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria</b>		

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal dada por ecuación G4-1 AISC 360-16

Área resistente al corte Aw =	75,00	cm <sup>2</sup>
Relación altura-espesor h/tw =	8,00	
Límite relación altura-espesor =	72,18	
Coefficiente kv =	5,34	

Coefficiente de resistencia de corte del alma  
en pandeo  $C_v2 =$  1,00

Resistencia nominal  $V_n =$  113,85 ton  
**Resistencia  $\phi V_n =$  102,47 ton**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE ECUACION DE INTERACCION**

Criterio de interacción axial  $P_u/P_n$  0,33

La relación  $P_u/P_n$  es mayor a 0,2, por lo tanto se usará la ecuación H1-1a de la AISC 360-16

Relación Solicitación-Resistencia  $P_u/P_n$  0,33

Relación Solicitación-Resistencia  $M_u/P_x$  0,12

Relación Solicitación-Resistencia  $M_u/P_y$  0,19

**Interaccion 0,60**

**Conclusión: El perfil se considera suficiente**

REVISIÓN DE: **COLUMNAS DE BORDE**  
PROYECTO: **EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL UAE**

PERFIL: **HSSB**  
COLUMNA: **C6**

¿Se dispone de soporte lateral completo?  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

**Si**

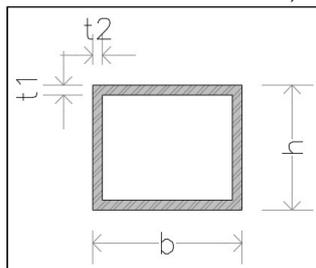
h **20,00** cm  
t1 **2,50** cm  
b **20,00** cm  
t2 **2,50** cm

L = **3,80** m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	175,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	9114,6	cm <sup>4</sup>
Iy =	9114,6	cm <sup>4</sup>
Sx =	911,5	cm <sup>3</sup>
Sy =	911,5	cm <sup>3</sup>
J =	13398,4	cm <sup>4</sup>
Cw =		cm <sup>6</sup>
Zx =	1156,3	cm <sup>3</sup>
Zy =	1156,3	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,3	-
kc =	1,41	-
Rx =	7,2	cm
Ry =	7,2	cm
Rt =	5,55	cm

Propiedades mecanicas		
Acero :	<b>A36</b>	
Fy =	2530,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830,00	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2040000,00	kg/cm <sup>2</sup>
G =	784000,00	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	
Pc =	442,75	ton

0,296



Elementos mecanicos Factorizados

P = **131,00** ton  
Mx = **2,10** ton-m  
My = **1,72** ton-m  
V = **3,00** ton

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

**Revisión del pandeo local del patin**

Rel. Ancho espesor =	6,00	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Ancho espesor =	6,00	Tabla D1.1
Rel. Limite compacto =	31,80	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Limite HDM =	16,19	Tabla D1.1
Rel. Limite esbeltos =	39,75	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Limite MDM =	29,39	Tabla D1.1

**Conclusión: Los patines son compactos**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A COMPRESION POR PANDEO FLEXIONANTE**

Factor de longitud efectiva = 0,92  
Longitud no arriostrada = 3,80 m  
Longitud efectiva = 3,50 m  
Radio de giro = 7,22 cm  
Razón de esbeltez = 48,49  
Límite de pandeo = 133,74

**Conclusión: La razón de esbeltez es menor al límite de pandeo. Usar ecuación E3-2.**

Esfuerzo elástico Fe = 8561,35 kg/cm<sup>2</sup>  
Esfuerzo crítico Fcr = 2235,65 kg/cm<sup>2</sup>  
Resistencia nominal Pn = 391,24 ton  
Resistencia  $\phi Pn$  = 352,11 ton

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

<b>Revisión por fluencia</b>	<b>Sección F7-1</b>	
Momento nominal Mn =	29,25 ton-m	Ecuación F7-1
<b>Revisión por pandeo local de ala</b>	<b>Sección F7-2</b>	
Momento nominal Mn =		No aplica esta revisión por tener una sección compacta
<b>Revisión por pandeo local de ala</b>	<b>Sección F7-3</b>	
Momento nominal Mn =		No aplica esta revisión por tener una sección compacta
<b>Revisión por pandeo lateral torsional</b>	<b>Sección F7-4</b>	
Longitud no arriostrada Lb	3,80 m	
Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp	10,02 m	Ecuación F7-12
Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr	279,32 m	Ecuación F7-13

**Conclusión: La longitud no arriostrada Lb es menor a la longitud arriostrada Lp. Por lo tanto no aplica la revisión del LTB**

Momento nominal Mn = No aplica esta revisión

Resistencia  $\phi Mn$  = **26,33 ton-m**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal

Área resistente al corte Aw = 100,00 cm<sup>2</sup>  
Relación altura-espesor h/tw = 8,00  
Límite relación altura-espesor = 69,84  
Coeficiente kv = 5,00

Coefficiente de resistencia de corte  
del alma en pandeo  $C_v2 =$  1,00

Resistencia nominal  $V_n =$  151,80 ton  
**Resistencia  $\phi V_n =$  102,47 ton**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE ECUACION DE INTERACCION**

Criterio de interacción axial  $P_u/P_n$  0,37

La relación  $P_u/P_n$  es mayor a 0,2, por lo tanto se usará la ecuación H1-1a de la AISC 360-16

Relación Solicitación-Resistencia  $P_u/$  0,37

Relación Solicitación-Resistencia  $M_u$  0,08

Relación Solicitación-Resistencia  $M_u$  0,07

**Interaccion 0,50**

**Conclusión: El perfil se considera suficiente**

REVISIÓN DE: **COLUMNAS DE BORDE**  
PROYECTO: **EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL UAE**

PERFIL: **HSSB**  
COLUMNA: **C7**

¿Se dispone de soporte lateral completo?  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

Si

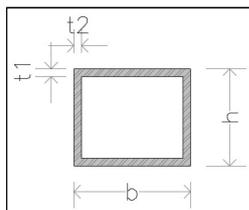
h **20,00** cm  
t1 **2,50** cm  
b **20,00** cm  
t2 **2,50** cm

L = **3,80** m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	175,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	9114,6	cm <sup>4</sup>
Iy =	9114,6	cm <sup>4</sup>
Sx =	911,5	cm <sup>3</sup>
Sy =	911,5	cm <sup>3</sup>
J =	13398,4	cm <sup>4</sup>
Cw =		cm <sup>6</sup>
Zx =	1156,3	cm <sup>3</sup>
Zy =	1156,3	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,3	-
kc =	1,41	-
Rx =	7,2	cm
Ry =	7,2	cm
Rt =	5,55	cm

Propiedades mecanicas		
Acero :	<b>A36</b>	
Fy =	2530,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830,00	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2040000,00	kg/cm <sup>2</sup>
G =	784000,00	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	
Pc =	442,75	ton

0,10



Elementos mecanicos Factorizados

P = **43,00** ton  
Mx = **2,10** ton-m  
My = **1,72** ton-m  
V = **3,00** ton

#### CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS

##### Revisión del pandeo local del patin

Rel. Ancho espesor =	6,00	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Ancho espesor =	6,00	Tabla D1.1
Rel. Limite compacto =	31,80	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Limite HDM =	16,19	Tabla D1.1
Rel. Limite esbeltos =	39,75	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Limite MDM =	29,39	Tabla D1.1

**Conclusión: Los patines son compactos**

#### CHEQUEOS DE RESISTENCIA A COMPRESION POR PANDEO FLEXIONANTE

Factor de longitud efectiva = 0,92  
Longitud no arriostrada = 3,80 m  
Longitud efectiva = 3,50 m  
Radio de giro = 7,22 cm  
Razón de esbeltez = 48,49  
Límite de pandeo = 133,74

**Conclusión: La razón de esbeltez es menor al límite de pandeo. Usar ecuación E3-2.**

Esfuerzo elástico Fe = 8561,35 kg/cm<sup>2</sup>  
Esfuerzo crítico Fcr = 2235,65 kg/cm<sup>2</sup>  
Resistencia nominal Pn = 391,24 ton  
Resistencia  $\phi Pn$  = 352,11 ton

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

#### CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION

##### Revisión por fluencia

Momento nominal Mn = 29,25 ton-m Ecuación F7-1

##### Revisión por pandeo local de ala

Momento nominal Mn = No aplica esta revisión por tener una sección compacta

##### Revisión por pandeo local de ala

Momento nominal Mn = No aplica esta revisión por tener una sección compacta

##### Revisión por pandeo lateral torsional

Longitud no arriostrada Lb = 3,80 m  
Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp = 10,02 m Ecuación F7-12

Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr = 279,32 m Ecuación F7-13

**Conclusión: La longitud no arriostrada Lb es menor a la longitud arriostrada Lp. Por lo tanto no aplica la revisión del LTB**

Momento nominal Mn = No aplica esta revisión

Resistencia  $\phi Mn$  = 26,33 ton-m

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

#### CHEQUEO DE CORTANTE

Resistencia nominal

Área resistente al corte Aw = 100,00 cm<sup>2</sup>  
Relación altura-espesor h/tw = 8,00  
Límite relación altura-espesor = 69,84  
Coeficiente kv = 5,00

Coefficiente de resistencia de corte  
del alma en pandeo  $C_v2 =$  1,00

Resistencia nominal  $V_n =$  151,80 ton  
Resistencia  $\phi V_n =$  102,47 ton

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE ECUACION DE INTERACCION**

Criterio de interacción axial  $P_u/P_n$  0,12

La relación  $P_u/P_n$  es menor a 0,2, por lo tanto se usará la ecuación H1-1b de la AISC 360-16

Relación Solicitación-Resistencia  
 $P_u/P_n$  0,12

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_x$  0,08

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_y$  0,07

**Interaccion** 0,25

**Conclusión:** El perfil se considera suficiente

REVISIÓN DE: **COLUMNAS ESQUINERAS**  
PROYECTO: **EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL UAE**

PERFIL: **HSSB**  
COLUMNA: **C8**

¿Se dispone de soporte lateral completo? **Si**  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

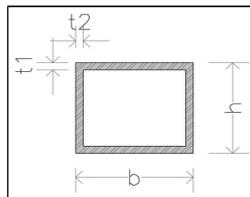
h **20,00** cm  
t1 **2,50** cm  
b **20,00** cm  
t2 **2,50** cm

L = **3,80** m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	175,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	9114,6	cm <sup>4</sup>
Iy =	9114,6	cm <sup>4</sup>
Sx =	911,5	cm <sup>3</sup>
Sy =	911,5	cm <sup>3</sup>
J =	13398,4	cm <sup>4</sup>
Cw =		cm <sup>6</sup>
Zx =	1156,3	cm <sup>3</sup>
Zy =	1156,3	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,3	-
kc =	1,41	-
Rx =	7,2	cm
Ry =	7,2	cm
Rt =	5,55	cm

Propiedades mecanicas		
Acero :	<b>A36</b>	
Fy =	2530,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830,00	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2040000,00	kg/cm <sup>2</sup>
G =	784000,00	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	
Pc =	442,75	ton

0,06



Elementos mecanicos Factorizados

P = **26,00** ton  
Mx = **3,44** ton-m  
My = **5,17** ton-m  
V = **2,76** ton

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

**Revisión del pandeo local del patin**

Rel. Ancho espesor =	6,00	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Ancho espesor =	6,00	Tabla D1.1
Rel. Limite compacto =	31,80	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Limite HDM =	16,19	Tabla D1.1
Rel. Limite esbeltos =	39,75	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Limite MDM =	29,39	Tabla D1.1

**Conclusión: Los patines son compactos**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A COMPRESION POR PANDEO FLEXIONANTE**

Factor de longitud efectiva =	0,92
Longitud no arriostrada =	3,80 m
Longitud efectiva =	3,50 m
Radio de giro =	7,22 cm
Razón de esbeltez =	48,49
Límite de pandeo =	133,74

**Conclusión: La razón de esbeltez es menor al límite de pandeo. Usar ecuación E3-2.**

Esfuerzo elástico Fe =	8561,35 kg/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo crítico Fcr =	2235,65 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia nominal Pn =	391,24 ton
Resistencia $\phi Pn$ =	352,11 ton

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

<b>Revisión por fluencia</b>	<b>Sección F7-1</b>	
Momento nominal Mn =	29,25 ton-m	Ecuación F7-1
<b>Revisión por pandeo local de ala</b>	<b>Sección F7-2</b>	
Momento nominal Mn =		No aplica esta revisión por tener una sección compacta
<b>Revisión por pandeo local de ala</b>	<b>Sección F7-3</b>	
Momento nominal Mn =		No aplica esta revisión por tener una sección compacta
<b>Revisión por pandeo lateral torsional</b>	<b>Sección F7-4</b>	
Longitud no arriostrada Lb	3,80 m	
Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp	10,02 m	Ecuación F7-12
Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr	279,32 m	Ecuación F7-13

**Conclusión: La longitud no arriostrada Lb es menor a la longitud arriostrada Lp. Por lo tanto no aplica la revisión del LTB**

Momento nominal Mn = No aplica esta revisión

Resistencia  $\phi Mn$  = **26,33 ton-m**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal	
Área resistente al corte Aw =	100,00 cm <sup>2</sup>
Relación altura-espesor h/tw =	8,00
Límite relación altura-espesor =	69,84
Coefficiente kv =	5,00

Coefficiente de resistencia de corte  
del alma en pandeo  $C_v2 =$  1,00

Resistencia nominal  $V_n =$  151,80 ton  
**Resistencia  $\phi V_n =$  102,47 ton**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE ECUACION DE INTERACCION**

Criterio de interacción axial  $P_u/P_n$  0,07

La relación  $P_u/P_n$  es menor a 0,2, por lo tanto se usará la ecuación H1-1b de la AISC 360-16

Relación Solicitación-Resistencia  $P_u/$  0,07

Relación Solicitación-Resistencia  $M_u$  0,13

Relación Solicitación-Resistencia  $M_u$  0,20

**Interaccion 0,36**

**Conclusión: El perfil se considera suficiente**

REVISIÓN DE: **COLUMNAS ESQUINERAS**  
PROYECTO: **EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL UAE**

PERFIL: **HSSB**  
COLUMNA: **C9**

¿Se dispone de soporte lateral completo? **Si**  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

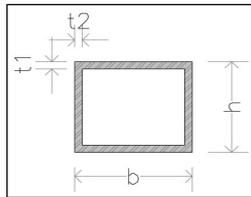
h **20,00** cm  
t1 **2,50** cm  
b **20,00** cm  
t2 **2,50** cm

L = **3,80** m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	175,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	9114,6	cm <sup>4</sup>
Iy =	9114,6	cm <sup>4</sup>
Sx =	911,5	cm <sup>3</sup>
Sy =	911,5	cm <sup>3</sup>
J =	13398,4	cm <sup>4</sup>
Cw =		cm <sup>6</sup>
Zx =	1156,3	cm <sup>3</sup>
Zy =	1156,3	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,3	-
kc =	1,41	-
Rx =	7,2	cm
Ry =	7,2	cm
Rt =	5,55	cm

Propiedades mecanicas		
Acero :	<b>A36</b>	
Fy =	2530,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830,00	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2040000,00	kg/cm <sup>2</sup>
G =	784000,00	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	
Pc =	442,75	ton

0,19



Elementos mecanicos Factorizados

P = **82,00** ton  
Mx = **3,44** ton-m  
My = **5,17** ton-m  
V = **2,76** ton

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

**Revisión del pandeo local del patin**

Rel. Ancho espesor =	6,00	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Ancho espesor =	6,00	Tabla D1.1
Rel. Limite compacto =	31,80	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Limite HDM =	16,19	Tabla D1.1
Rel. Limite esbeltos =	39,75	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Limite MDM =	29,39	Tabla D1.1

**Conclusión: Los patines son compactos**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A COMPRESION POR PANDEO FLEXIONANTE**

Factor de longitud efectiva =	0,92
Longitud no arriostrada =	3,80 m
Longitud efectiva =	3,50 m
Radio de giro =	7,22 cm
Razón de esbeltez =	48,49
Límite de pandeo =	133,74

**Conclusión: La razón de esbeltez es menor al límite de pandeo. Usar ecuación E3-2.**

Esfuerzo elástico Fe =	8561,35 kg/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo crítico Fcr =	2235,65 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia nominal Pn =	391,24 ton
Resistencia $\phi Pn$ =	352,11 ton

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

<b>Revisión por fluencia</b>	<b>Sección F7-1</b>	
Momento nominal Mn =	29,25 ton-m	Ecuación F7-1
<b>Revisión por pandeo local de ala</b>	<b>Sección F7-2</b>	
Momento nominal Mn =		No aplica esta revisión por tener una sección compacta
<b>Revisión por pandeo local de ala</b>	<b>Sección F7-3</b>	
Momento nominal Mn =		No aplica esta revisión por tener una sección compacta
<b>Revisión por pandeo lateral torsional</b>	<b>Sección F7-4</b>	
Longitud no arriostrada Lb	3,80 m	
Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp	10,02 m	Ecuación F7-12
Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr	279,32 m	Ecuación F7-13

**Conclusión: La longitud no arriostrada Lb es menor a la longitud arriostrada Lp. Por lo tanto no aplica la revisión del LTB**

Momento nominal Mn = No aplica esta revisión

Resistencia  $\phi Mn$  = **26,33 ton-m**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal	
Área resistente al corte Aw =	100,00 cm <sup>2</sup>
Relación altura-espesor h/tw =	8,00
Límite relación altura-espesor =	69,84
Coefficiente kv =	5,00

Coefficiente de resistencia de corte  
del alma en pandeo  $C_v2 =$  1,00

Resistencia nominal  $V_n =$  151,80 ton  
**Resistencia  $\phi V_n =$  102,47 ton**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE ECUACION DE INTERACCION**

Criterio de interacción axial  $P_u/P_n$  0,23

La relación  $P_u/P_n$  es mayor a 0,2, por lo tanto se usará la ecuación H1-1a de la AISC 360-16

Relación Solicitud-Resistencia  
 $P_u/P_n$  0,23

Relación Solicitud-Resistencia  
 $M_u/P_x$  0,13

Relación Solicitud-Resistencia  
 $M_u/P_y$  0,20

**Interaccion 0,52**

**Conclusión: El perfil se considera suficiente**

REVISIÓN DE: **COLUMNAS ESQUINERAS**  
PROYECTO: **EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL UAE**

PERFIL: **HSSB**  
COLUMNA: **C10**

¿Se dispone de soporte lateral completo?  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

Si

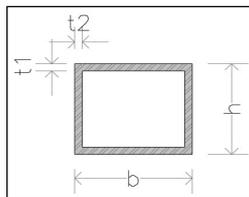
h **20,00** cm  
t1 **2,00** cm  
b **20,00** cm  
t2 **2,00** cm

L = **3,80** m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	144,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	7872,0	cm <sup>4</sup>
Iy =	7872,0	cm <sup>4</sup>
Sx =	787,2	cm <sup>3</sup>
Sy =	787,2	cm <sup>3</sup>
J =	11571,8	cm <sup>4</sup>
Cw =		cm <sup>6</sup>
Zx =	976,0	cm <sup>3</sup>
Zy =	976,0	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,2	-
kc =	1,26	-
Rx =	7,4	cm
Ry =	7,4	cm
Rt =	5,55	cm

Propiedades mecanicas		
Acero :	<b>A36</b>	
Fy =	2530,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830,00	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2040000,00	kg/cm <sup>2</sup>
G =	784000,00	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	
Pc =	364,32	ton

0,19



Elementos mecanicos Factorizados

P = **71,00** ton  
Mx = **3,22** ton-m  
My = **5,00** ton-m  
V = **2,00** ton

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

Revisión del pandeo local del patin

Rel. Ancho espesor = 8,00 Tabla B4.1b Caso 17  
Rel. Limite compacto = 31,80 Tabla B4.1b Caso 17  
Rel. Limite esbeltos = 39,75 Tabla B4.1b Caso 17

**Conclusión: Los patines son compactos**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A COMPRESION POR PANDEO FLEXIONANTE**

Factor de longitud efectiva = 0,92  
Longitud no arriostrada = 3,80 m  
Longitud efectiva = 3,50 m  
Radio de giro = 7,39 cm  
Razón de esbeltez = 47,33  
Límite de pandeo = 133,74

**Conclusión: La razón de esbeltez es menor al límite de pandeo. Usar ecuación E3-2.**

Esfuerzo elástico Fe = 8985,99 kg/cm<sup>2</sup>  
Esfuerzo crítico Fcr = 2248,76 kg/cm<sup>2</sup>  
Resistencia nominal Pn = 323,82 ton  
Resistencia  $\phi Pn$  = 291,44 ton

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

**Revisión por fluencia**

Momento nominal Mn = 24,69 ton-m Ecuación F7-1

**Revisión por pandeo local de ala**

Momento nominal Mn = **Sección F7-2** No aplica esta revisión por tener una sección compacta

**Revisión por pandeo local de ala**

Momento nominal Mn = **Sección F7-3** No aplica esta revisión por tener una sección compacta

**Revisión por pandeo lateral torsional**

Longitud no arriostrada Lb = 3,80 m **Sección F7-4**

Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp = 10,25 m Ecuación F7-12

Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr = 279,32 m Ecuación F7-13

**Conclusión: La longitud no arriostrada Lb es menor a la longitud arriostrada Lp. Por lo tanto no aplica la revisión del LTB**

Momento nominal Mn = No aplica esta revisión

Resistencia  $\phi Mn$  = **22,22 ton-m**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal

Área resistente al corte Aw = 80,00 cm<sup>2</sup>  
Relación altura-espesor h/tw = 10,00  
Límite relación altura-espesor = 69,84  
Coeficiente kv = 5,00

Coefficiente de resistencia de corte  
del alma en pandeo  $C_v2 =$  1,00

Resistencia nominal  $V_n =$  121,44 ton  
**Resistencia  $\phi V_n =$  102,47 ton**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE ECUACION DE INTERACCION**

Criterio de interacción axial  $P_u/P_n$  0,24

La relación  $P_u/P_n$  es mayor a 0,2, por lo tanto se usará la ecuación H1-1a de la AISC 360-16

Relación Solicitación-Resistencia  
 $P_u/P_n$  0,24

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_x$  0,14

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_y$  0,22

**Interaccion 0,57**

**Conclusión: El perfil se considera suficiente**

REVISIÓN DE: **COLUMNAS ESQUINERAS**  
PROYECTO: **EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL UAE**

PERFIL: **HSSB**  
COLUMNA: **C11**

¿Se dispone de soporte lateral completo? **Si**  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

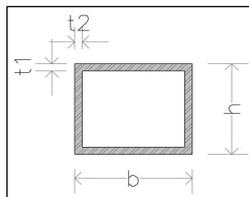
h **20,00** cm  
t1 **2,00** cm  
b **20,00** cm  
t2 **2,00** cm

L = **3,80** m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	144,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	7872,0	cm <sup>4</sup>
Iy =	7872,0	cm <sup>4</sup>
Sx =	787,2	cm <sup>3</sup>
Sy =	787,2	cm <sup>3</sup>
J =	11571,8	cm <sup>4</sup>
Cw =		cm <sup>6</sup>
Zx =	976,0	cm <sup>3</sup>
Zy =	976,0	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,2	-
kc =	1,26	-
Rx =	7,4	cm
Ry =	7,4	cm
Rt =	5,55	cm

Propiedades mecanicas		
Acero :	<b>A36</b>	
Fy =	2530,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830,00	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2040000,00	kg/cm <sup>2</sup>
G =	784000,00	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	
Pc =	364,32	ton

0,19



Elementos mecanicos Factorizados

P = **71,00** ton  
Mx = **3,44** ton-m  
My = **5,17** ton-m  
V = **2,76** ton

#### CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS

##### Revisión del pandeo local del patin

Rel. Ancho espesor = 8,00 Tabla B4.1b Caso 17  
Rel. Limite compacto = 31,80 Tabla B4.1b Caso 17  
Rel. Limite esbeltos = 39,75 Tabla B4.1b Caso 17

**Conclusión: Los patines son compactos**

#### CHEQUEOS DE RESISTENCIA A COMPRESION POR PANDEO FLEXIONANTE

Factor de longitud efectiva = 0,92  
Longitud no arriostrada = 3,80 m  
Longitud efectiva = 3,50 m  
Radio de giro = 7,39 cm  
Razón de esbeltez = 47,33  
Límite de pandeo = 133,74

**Conclusión: La razón de esbeltez es menor al límite de pandeo. Usar ecuación E3-2.**

Esfuerzo elástico Fe = 8985,99 kg/cm<sup>2</sup>  
Esfuerzo crítico Fcr = 2248,76 kg/cm<sup>2</sup>  
Resistencia nominal Pn = 323,82 ton  
Resistencia  $\phi Pn$  = 291,44 ton

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

#### CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION

##### Revisión por fluencia

Momento nominal Mn = 24,69 ton-m Ecuación F7-1

##### Revisión por pandeo local de ala

Momento nominal Mn = **Sección F7-2** No aplica esta revisión por tener una sección compacta

##### Revisión por pandeo local de ala

Momento nominal Mn = **Sección F7-3** No aplica esta revisión por tener una sección compacta

##### Revisión por pandeo lateral torsional

Longitud no arriostrada Lb = **Sección F7-4** 3,80 m

Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp = 10,25 m Ecuación F7-12

Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr = 279,32 m Ecuación F7-13

**Conclusión: La longitud no arriostrada Lb es menor a la longitud arriostrada Lp. Por lo tanto no aplica la revisión del LTB**

Momento nominal Mn = No aplica esta revisión

Resistencia  $\phi Mn$  = **22,22 ton-m**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

#### CHEQUEO DE CORTANTE

Resistencia nominal

Área resistente al corte Aw = 80,00 cm<sup>2</sup>  
Relación altura-espesor h/tw = 10,00  
Límite relación altura-espesor = 69,84  
Coeficiente kv = 5,00

Coefficiente de resistencia de corte  
del alma en pandeo  $C_v2 =$  1,00

Resistencia nominal  $V_n =$  121,44 ton  
**Resistencia  $\phi V_n =$  102,47 ton**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE ECUACION DE INTERACCION**

Criterio de interacción axial  $P_u/P_n$  0,24

La relación  $P_u/P_n$  es mayor a 0,2, por lo tanto se usará la ecuación H1-1a de la AISC 360-16

Relación Solicitación-Resistencia  
 $P_u/P_n$  0,24

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_x$  0,15

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_y$  0,23

**Interaccion 0,59**

**Conclusión: El perfil se considera suficiente**

REVISIÓN DE: **COLUMNAS ESQUINERAS**  
PROYECTO: **EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL UAE**

PERFIL: **HSSB**  
COLUMNA: **C12**

¿Se dispone de soporte lateral completo? **Si**  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

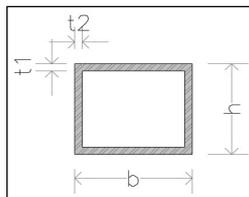
h **20,00** cm  
t1 **2,50** cm  
b **20,00** cm  
t2 **2,50** cm

L = **3,80** m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	175,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	9114,6	cm <sup>4</sup>
Iy =	9114,6	cm <sup>4</sup>
Sx =	911,5	cm <sup>3</sup>
Sy =	911,5	cm <sup>3</sup>
J =	13398,4	cm <sup>4</sup>
Cw =		cm <sup>6</sup>
Zx =	1156,3	cm <sup>3</sup>
Zy =	1156,3	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,3	-
kc =	1,41	-
Rx =	7,2	cm
Ry =	7,2	cm
Rt =	5,55	cm

Propiedades mecanicas		
Acero :	<b>A36</b>	
Fy =	2530,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830,00	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2040000,00	kg/cm <sup>2</sup>
G =	784000,00	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	
Pc =	442,75	ton

0,16



Elementos mecanicos Factorizados

P = **73,00** ton  
Mx = **3,44** ton-m  
My = **5,17** ton-m  
V = **2,76** ton

#### CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS

##### Revisión del pandeo local del patin

Rel. Ancho espesor =	6,00	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Ancho espesor =	6,00	Tabla D1.1
Rel. Limite compacto =	31,80	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Limite HDM =	16,19	Tabla D1.1
Rel. Limite esbeltos =	39,75	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Limite MDM =	29,39	Tabla D1.1

**Conclusión: Los patines son compactos**

#### CHEQUEOS DE RESISTENCIA A COMPRESION POR PANDEO FLEXIONANTE

Factor de longitud efectiva =	0,92
Longitud no arriostrada =	3,80 m
Longitud efectiva =	3,50 m
Radio de giro =	7,22 cm
Razón de esbeltez =	48,49
Límite de pandeo =	133,74

**Conclusión: La razón de esbeltez es menor al límite de pandeo. Usar ecuación E3-2.**

Esfuerzo elástico Fe =	8561,35 kg/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo crítico Fcr =	2235,65 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia nominal Pn =	391,24 ton
Resistencia $\phi Pn$ =	352,11 ton

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

#### CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION

<b>Revisión por fluencia</b>	<b>Sección F7-1</b>	
Momento nominal Mn =	29,25 ton-m	Ecuación F7-1
<b>Revisión por pandeo local de ala</b>	<b>Sección F7-2</b>	
Momento nominal Mn =		No aplica esta revisión por tener una sección compacta
<b>Revisión por pandeo local de ala</b>	<b>Sección F7-3</b>	
Momento nominal Mn =		No aplica esta revisión por tener una sección compacta
<b>Revisión por pandeo lateral torsional</b>	<b>Sección F7-4</b>	
Longitud no arriostrada Lb	3,80 m	
Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp	10,02 m	Ecuación F7-12
Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr	279,32 m	Ecuación F7-13

**Conclusión: La longitud no arriostrada Lb es menor a la longitud arriostrada Lp. Por lo tanto no aplica la revisión del LTB**

Momento nominal Mn =		No aplica esta revisión
Resistencia $\phi Mn$ =	26,33 ton-m	

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

#### CHEQUEO DE CORTANTE

Resistencia nominal

Área resistente al corte Aw =	100,00 cm <sup>2</sup>
Relación altura-espesor h/tw =	8,00
Límite relación altura-espesor =	69,84
Coefficiente kv =	5,00

Coefficiente de resistencia de corte  
del alma en pandeo  $C_v2 =$  1,00

Resistencia nominal  $V_n =$  151,80 ton  
Resistencia  $\phi V_n =$  102,47 ton

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE ECUACION DE INTERACCION**

Criterio de interacción axial  $P_u/P_n$  0,21

La relación  $P_u/P_n$  es mayor a 0,2, por lo tanto se usará la ecuación H1-1a de la AISC 360-16

Relación Solicitación-Resistencia  
 $P_u/P_n$  0,21

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_x$  0,13

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_y$  0,20

**Interaccion** 0,50

**Conclusión:** El perfil se considera suficiente

REVISIÓN DE: **COLUMNAS ESQUINERAS**  
PROYECTO: **EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL UAE**

PERFIL: **HSSB**  
COLUMNA: **C13**

¿Se dispone de soporte lateral completo? **Si**  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

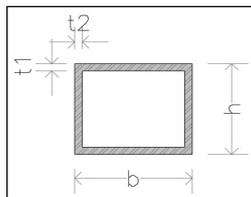
h **20,00** cm  
t1 **2,50** cm  
b **20,00** cm  
t2 **2,50** cm

L = **3,80** m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	175,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	9114,6	cm <sup>4</sup>
Iy =	9114,6	cm <sup>4</sup>
Sx =	911,5	cm <sup>3</sup>
Sy =	911,5	cm <sup>3</sup>
J =	13398,4	cm <sup>4</sup>
Cw =		cm <sup>6</sup>
Zx =	1156,3	cm <sup>3</sup>
Zy =	1156,3	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,3	-
kc =	1,41	-
Rx =	7,2	cm
Ry =	7,2	cm
Rt =	5,55	cm

Propiedades mecanicas		
Acero :	<b>A36</b>	
Fy =	2530,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830,00	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2040000,00	kg/cm <sup>2</sup>
G =	784000,00	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	
Pc =	442,75	ton

0,19



Elementos mecanicos Factorizados

P = **82,00** ton  
Mx = **3,44** ton-m  
My = **5,17** ton-m  
V = **2,76** ton

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

Revisión del pandeo local del patin

Rel. Ancho espesor =	6,00	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Ancho espesor =	6,00	Tabla D1.1
Rel. Limite compacto =	31,80	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Limite HDM =	16,19	Tabla D1.1
Rel. Limite esbeltos =	39,75	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Limite MDM =	29,39	Tabla D1.1

**Conclusión: Los patines son compactos**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A COMPRESION POR PANDEO FLEXIONANTE**

Factor de longitud efectiva = 0,92  
Longitud no arriostrada = 3,80 m  
Longitud efectiva = 3,50 m  
Radio de giro = 7,22 cm  
Razón de esbeltez = 48,49  
Límite de pandeo = 133,74

**Conclusión: La razón de esbeltez es menor al límite de pandeo. Usar ecuación E3-2.**

Esfuerzo elástico Fe = 8561,35 kg/cm<sup>2</sup>  
Esfuerzo crítico Fcr = 2235,65 kg/cm<sup>2</sup>  
Resistencia nominal Pn = 391,24 ton  
Resistencia  $\phi Pn$  = 352,11 ton

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

**Revisión por fluencia**

Momento nominal Mn = 29,25 ton-m Ecuación F7-1

**Revisión por pandeo local de ala**

Momento nominal Mn = No aplica esta revisión por tener una sección compacta

**Revisión por pandeo local de ala**

Momento nominal Mn = No aplica esta revisión por tener una sección compacta

**Revisión por pandeo lateral torsional**

Longitud no arriostrada Lb = 3,80 m Ecuación F7-12

Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp = 10,02 m Ecuación F7-12

Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr = 279,32 m Ecuación F7-13

**Conclusión: La longitud no arriostrada Lb es menor a la longitud arriostrada Lp. Por lo tanto no aplica la revisión del LTB**

Momento nominal Mn = No aplica esta revisión

Resistencia  $\phi Mn$  = 26,33 ton-m

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal

Área resistente al corte Aw = 100,00 cm<sup>2</sup>  
Relación altura-espesor h/tw = 8,00  
Límite relación altura-espesor = 69,84  
Coeficiente kv = 5,00

Coefficiente de resistencia de corte  
del alma en pandeo  $C_v2 =$  1,00

Resistencia nominal  $V_n =$  151,80 ton  
Resistencia  $\phi V_n =$  102,47 ton

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE ECUACION DE INTERACCION**

Criterio de interacción axial  $P_u/P_n$  0,23

La relación  $P_u/P_n$  es mayor a 0,2, por lo tanto se usará la ecuación H1-1a de la AISC 360-16

Relación Solicitación-Resistencia  
 $P_u/P_n$  0,23

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_x$  0,13

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_y$  0,20

**Interaccion** 0,52

**Conclusión:** El perfil se considera suficiente

REVISIÓN DE: **COLUMNAS ESQUINERAS**  
PROYECTO: **EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL UAE**

PERFIL: **HSSB**  
COLUMNA: **C14**

¿Se dispone de soporte lateral completo? **Si**  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

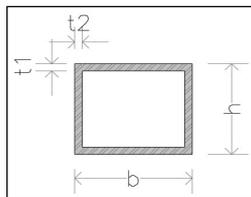
h **20,00** cm  
t1 **2,00** cm  
b **20,00** cm  
t2 **2,00** cm

L = **3,80** m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	144,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	7872,0	cm <sup>4</sup>
Iy =	7872,0	cm <sup>4</sup>
Sx =	787,2	cm <sup>3</sup>
Sy =	787,2	cm <sup>3</sup>
J =	11571,8	cm <sup>4</sup>
Cw =		cm <sup>6</sup>
Zx =	976,0	cm <sup>3</sup>
Zy =	976,0	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,2	-
kc =	1,26	-
Rx =	7,4	cm
Ry =	7,4	cm
Rt =	5,55	cm

Propiedades mecanicas		
Acero :	<b>A36</b>	
Fy =	2530,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830,00	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2040000,00	kg/cm <sup>2</sup>
G =	784000,00	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	
Pc =	364,32	ton

0,19



Elementos mecanicos Factorizados

P = **69,00** ton  
Mx = **3,44** ton-m  
My = **5,17** ton-m  
V = **2,76** ton

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

**Revisión del pandeo local del patin**

Rel. Ancho espesor = 8,00 Tabla B4.1b Caso 17  
Rel. Limite compacto = 31,80 Tabla B4.1b Caso 17  
Rel. Limite esbeltos = 39,75 Tabla B4.1b Caso 17

**Conclusión: Los patines son compactos**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A COMPRESION POR PANDEO FLEXIONANTE**

Factor de longitud efectiva = 0,92  
Longitud no arriestrada = 3,80 m  
Longitud efectiva = 3,50 m  
Radio de giro = 7,39 cm  
Razón de esbeltez = 47,33  
Límite de pandeo = 133,74

**Conclusión: La razón de esbeltez es menor al límite de pandeo. Usar ecuación E3-2.**

Esfuerzo elástico Fe = 8985,99 kg/cm<sup>2</sup>  
Esfuerzo crítico Fcr = 2248,76 kg/cm<sup>2</sup>  
Resistencia nominal Pn = 323,82 ton  
Resistencia  $\phi Pn$  = 291,44 ton

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

**Revisión por fluencia**

Momento nominal Mn = 24,69 ton-m Ecuación F7-1

**Revisión por pandeo local de ala**

Momento nominal Mn = **Sección F7-2** No aplica esta revisión por tener una sección compacta

**Revisión por pandeo local de ala**

Momento nominal Mn = **Sección F7-3** No aplica esta revisión por tener una sección compacta

**Revisión por pandeo lateral torsional**

Longitud no arriestrada Lb = 3,80 m **Sección F7-4**

Longitud no arriestrada: Estado límite de fluencia Lp = 10,25 m Ecuación F7-12

Longitud no arriestrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr = 279,32 m Ecuación F7-13

**Conclusión: La longitud no arriestrada Lb es menor a la longitud arriestrada Lp. Por lo tanto no aplica la revisión del LTB**

Momento nominal Mn = No aplica esta revisión

Resistencia  $\phi Mn$  = **22,22 ton-m**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal

Área resistente al corte Aw = 80,00 cm<sup>2</sup>  
Relación altura-espesor h/tw = 10,00  
Límite relación altura-espesor = 69,84  
Coeficiente kv = 5,00

Coefficiente de resistencia de corte  
del alma en pandeo  $C_v2 =$  1,00

Resistencia nominal  $V_n =$  121,44 ton  
**Resistencia  $\phi V_n =$  102,47 ton**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE ECUACION DE INTERACCION**

Criterio de interacción axial  $P_u/P_n$  0,24

La relación  $P_u/P_n$  es mayor a 0,2, por lo tanto se usará la ecuación H1-1a de la AISC 360-16

Relación Solicitación-Resistencia  
 $P_u/P_n$  0,24

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_x$  0,15

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_y$  0,23

**Interaccion 0,58**

**Conclusión: El perfil se considera suficiente**

REVISIÓN DE: **COLUMNAS ESQUINERAS**  
PROYECTO: **EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL UAE**

PERFIL: **HSSB**  
COLUMNA: **C15**

¿Se dispone de soporte lateral completo?  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

Si

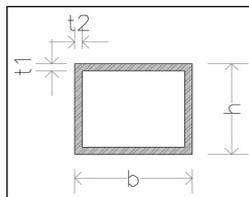
h **20,00** cm  
t1 **2,00** cm  
b **20,00** cm  
t2 **2,00** cm

L = **3,80** m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	144,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	7872,0	cm <sup>4</sup>
Iy =	7872,0	cm <sup>4</sup>
Sx =	787,2	cm <sup>3</sup>
Sy =	787,2	cm <sup>3</sup>
J =	11571,8	cm <sup>4</sup>
Cw =		cm <sup>6</sup>
Zx =	976,0	cm <sup>3</sup>
Zy =	976,0	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,2	-
kc =	1,26	-
Rx =	7,4	cm
Ry =	7,4	cm
Rt =	5,55	cm

Propiedades mecanicas		
Acero :	<b>A36</b>	
Fy =	2530,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830,00	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2040000,00	kg/cm <sup>2</sup>
G =	784000,00	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	
Pc =	364,32	ton

0,19



Elementos mecanicos Factorizados

P = **71,00** ton  
Mx = **3,44** ton-m  
My = **5,17** ton-m  
V = **2,76** ton

#### CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS

##### Revisión del pandeo local del patin

Rel. Ancho espesor = 8,00 Tabla B4.1b Caso 17  
Rel. Limite compacto = 31,80 Tabla B4.1b Caso 17  
Rel. Limite esbeltos = 39,75 Tabla B4.1b Caso 17

**Conclusión: Los patines son compactos**

#### CHEQUEOS DE RESISTENCIA A COMPRESION POR PANDEO FLEXIONANTE

Factor de longitud efectiva = 0,92  
Longitud no arriostrada = 3,80 m  
Longitud efectiva = 3,50 m  
Radio de giro = 7,39 cm  
Razón de esbeltez = 47,33  
Límite de pandeo = 133,74

**Conclusión: La razón de esbeltez es menor al límite de pandeo. Usar ecuación E3-2.**

Esfuerzo elástico Fe = 8985,99 kg/cm<sup>2</sup>  
Esfuerzo crítico Fcr = 2248,76 kg/cm<sup>2</sup>  
Resistencia nominal Pn = 323,82 ton  
Resistencia  $\phi Pn$  = 291,44 ton

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

#### CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION

##### Revisión por fluencia

Momento nominal Mn = 24,69 ton-m Ecuación F7-1

##### Revisión por pandeo local de ala

Momento nominal Mn = **Sección F7-2** No aplica esta revisión por tener una sección compacta

##### Revisión por pandeo local de ala

Momento nominal Mn = **Sección F7-3** No aplica esta revisión por tener una sección compacta

##### Revisión por pandeo lateral torsional

Longitud no arriostrada Lb = **Sección F7-4** 3,80 m

Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp = 10,25 m Ecuación F7-12

Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr = 279,32 m Ecuación F7-13

**Conclusión: La longitud no arriostrada Lb es menor a la longitud arriostrada Lp. Por lo tanto no aplica la revisión del LTB**

Momento nominal Mn = No aplica esta revisión

Resistencia  $\phi Mn$  = **22,22 ton-m**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

#### CHEQUEO DE CORTANTE

Resistencia nominal

Área resistente al corte Aw = 80,00 cm<sup>2</sup>  
Relación altura-espesor h/tw = 10,00  
Límite relación altura-espesor = 69,84  
Coeficiente kv = 5,00

Coefficiente de resistencia de corte  
del alma en pandeo  $C_v2 =$  1,00

Resistencia nominal  $V_n =$  121,44 ton  
**Resistencia  $\phi V_n =$  102,47 ton**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE ECUACION DE INTERACCION**

Criterio de interacción axial  $P_u/P_n$  0,24

La relación  $P_u/P_n$  es mayor a 0,2, por lo tanto se usará la ecuación H1-1a de la AISC 360-16

Relación Solicitación-Resistencia  
 $P_u/P_n$  0,24

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_x$  0,15

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_y$  0,23

**Interaccion 0,59**

**Conclusión: El perfil se considera suficiente**

REVISIÓN DE: **COLUMNAS ESQUINERAS**  
PROYECTO: **EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL UAE**

PERFIL: **HSSB**  
COLUMNA: **C16**

¿Se dispone de soporte lateral completo? **Si**  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

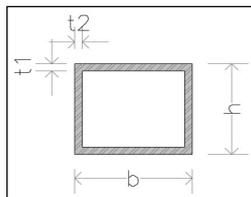
h **20,00** cm  
t1 **2,50** cm  
b **20,00** cm  
t2 **2,50** cm

L = **3,80** m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	175,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	9114,6	cm <sup>4</sup>
Iy =	9114,6	cm <sup>4</sup>
Sx =	911,5	cm <sup>3</sup>
Sy =	911,5	cm <sup>3</sup>
J =	13398,4	cm <sup>4</sup>
Cw =		cm <sup>6</sup>
Zx =	1156,3	cm <sup>3</sup>
Zy =	1156,3	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,3	-
kc =	1,41	-
Rx =	7,2	cm
Ry =	7,2	cm
Rt =	5,55	cm

Propiedades mecanicas		
Acero :	<b>A36</b>	
Fy =	2530,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830,00	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2040000,00	kg/cm <sup>2</sup>
G =	784000,00	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	
Pc =	442,75	ton

0,17



Elementos mecanicos Factorizados

P = **76,00** ton  
Mx = **3,44** ton-m  
My = **5,17** ton-m  
V = **2,76** ton

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

**Revisión del pandeo local del patin**

Rel. Ancho espesor =	6,00	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Ancho espesor =	6,00	Tabla D1.1
Rel. Limite compacto =	31,80	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Limite HDM =	16,19	Tabla D1.1
Rel. Limite esbeltos =	39,75	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Limite MDM =	29,39	Tabla D1.1

**Conclusión: Los patines son compactos**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A COMPRESION POR PANDEO FLEXIONANTE**

Factor de longitud efectiva = 0,92  
Longitud no arriostrada = 3,80 m  
Longitud efectiva = 3,50 m  
Radio de giro = 7,22 cm  
Razón de esbeltez = 48,49  
Límite de pandeo = 133,74

**Conclusión: La razón de esbeltez es menor al límite de pandeo. Usar ecuación E3-2.**

Esfuerzo elástico Fe = 8561,35 kg/cm<sup>2</sup>  
Esfuerzo crítico Fcr = 2235,65 kg/cm<sup>2</sup>  
Resistencia nominal Pn = 391,24 ton  
Resistencia  $\phi Pn$  = 352,11 ton

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

**Revisión por fluencia**

Momento nominal Mn = 29,25 ton-m Ecuación F7-1

**Revisión por pandeo local de ala**

Momento nominal Mn = No aplica esta revisión por tener una sección compacta

**Revisión por pandeo local de ala**

Momento nominal Mn = No aplica esta revisión por tener una sección compacta

**Revisión por pandeo lateral torsional**

Longitud no arriostrada Lb = 3,80 m Ecuación F7-12

Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp = 10,02 m Ecuación F7-12

Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr = 279,32 m Ecuación F7-13

**Conclusión: La longitud no arriostrada Lb es menor a la longitud arriostrada Lp. Por lo tanto no aplica la revisión del LTB**

Momento nominal Mn = No aplica esta revisión

Resistencia  $\phi Mn$  = 26,33 ton-m

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal

Área resistente al corte Aw = 100,00 cm<sup>2</sup>  
Relación altura-espesor h/tw = 8,00  
Límite relación altura-espesor = 69,84  
Coeficiente kv = 5,00

Coefficiente de resistencia de corte  
del alma en pandeo  $C_v2 =$  1,00

Resistencia nominal  $V_n =$  151,80 ton  
**Resistencia  $\phi V_n =$  102,47 ton**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE ECUACION DE INTERACCION**

Criterio de interacción axial  $P_u/P_n$  0,22

La relación  $P_u/P_n$  es mayor a 0,2, por lo tanto se usará la ecuación H1-1a de la AISC 360-16

Relación Solicitación-Resistencia  
 $P_u/P_n$  0,22

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_x$  0,13

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_y$  0,20

**Interaccion 0,51**

**Conclusión: El perfil se considera suficiente**

REVISIÓN DE: **COLUMNAS ESQUINERAS**  
PROYECTO: **EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL UAE**

PERFIL: **HSSB**  
COLUMNA: **C17**

¿Se dispone de soporte lateral completo? **Si**  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

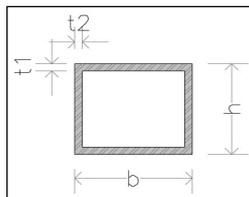
h **20,00** cm  
t1 **2,50** cm  
b **20,00** cm  
t2 **2,50** cm

L = **3,80** m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	175,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	9114,6	cm <sup>4</sup>
Iy =	9114,6	cm <sup>4</sup>
Sx =	911,5	cm <sup>3</sup>
Sy =	911,5	cm <sup>3</sup>
J =	13398,4	cm <sup>4</sup>
Cw =		cm <sup>6</sup>
Zx =	1156,3	cm <sup>3</sup>
Zy =	1156,3	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,3	-
kc =	1,41	-
Rx =	7,2	cm
Ry =	7,2	cm
Rt =	5,55	cm

Propiedades mecanicas		
Acero :	<b>A36</b>	
Fy =	2530,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830,00	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2040000,00	kg/cm <sup>2</sup>
G =	784000,00	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	
Pc =	442,75	ton

0,12



Elementos mecanicos Factorizados

P = **52,00** ton  
Mx = **3,44** ton-m  
My = **5,17** ton-m  
V = **2,76** ton

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

**Revisión del pandeo local del patin**

Rel. Ancho espesor =	6,00	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Ancho espesor =	6,00	Tabla D1.1
Rel. Limite compacto =	31,80	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Limite HDM =	16,19	Tabla D1.1
Rel. Limite esbeltos =	39,75	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Limite MDM =	29,39	Tabla D1.1

**Conclusión: Los patines son compactos**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A COMPRESION POR PANDEO FLEXIONANTE**

Factor de longitud efectiva=	0,92
Longitud no arriostrada =	3,80 m
Longitud efectiva =	3,50 m
Radio de giro =	7,22 cm
Razón de esbeltez =	48,49
Límite de pandeo =	133,74

**Conclusión: La razón de esbeltez es menor al límite de pandeo. Usar ecuación E3-2.**

Esfuerzo elástico Fe =	8561,35 kg/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo crítico Fcr =	2235,65 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia nominal Pn =	391,24 ton
Resistencia $\phi Pn$ =	352,11 ton

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

<b>Revisión por fluencia</b>	<b>Sección F7-1</b>	
Momento nominal Mn =	29,25 ton-m	Ecuación F7-1
<b>Revisión por pandeo local de ala</b>	<b>Sección F7-2</b>	
Momento nominal Mn =		No aplica esta revisión por tener una sección compacta
<b>Revisión por pandeo local de ala</b>	<b>Sección F7-3</b>	
Momento nominal Mn =		No aplica esta revisión por tener una sección compacta
<b>Revisión por pandeo lateral torsional</b>	<b>Sección F7-4</b>	
Longitud no arriostrada Lb	3,80 m	
Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp	10,02 m	Ecuación F7-12
Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr	279,32 m	Ecuación F7-13

**Conclusión: La longitud no arriostrada Lb es menor a la longitud arriostrada Lp. Por lo tanto no aplica la revisión del LTB**

Momento nominal Mn = No aplica esta revisión

Resistencia  $\phi Mn$  = **26,33 ton-m**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal	
Área resistente al corte Aw =	100,00 cm <sup>2</sup>
Relación altura-espesor h/tw =	8,00
Límite relación altura-espesor =	69,84
Coefficiente kv =	5,00

Coefficiente de resistencia de corte  
del alma en pandeo  $C_v2 =$  1,00

Resistencia nominal  $V_n =$  151,80 ton  
**Resistencia  $\phi V_n =$  102,47 ton**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE ECUACION DE INTERACCION**

Criterio de interacción axial  $P_u/P_n$  0,15

La relación  $P_u/P_n$  es menor a 0,2, por lo tanto se usará la ecuación H1-1b de la AISC 360-16

Relación Solicitación-Resistencia  
 $P_u/P_n$  0,15

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_x$  0,13

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_y$  0,20

**Interaccion 0,44**

**Conclusión: El perfil se considera suficiente**

REVISIÓN DE: **COLUMNAS ESQUINERAS**  
PROYECTO: **EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL UAE**

PERFIL: **HSSB**  
COLUMNA: **C18**

¿Se dispone de soporte lateral completo? **Si**  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

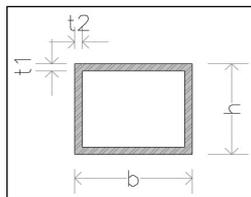
h **20,00** cm  
t1 **2,50** cm  
b **20,00** cm  
t2 **2,50** cm

L = **3,80** m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	175,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	9114,6	cm <sup>4</sup>
Iy =	9114,6	cm <sup>4</sup>
Sx =	911,5	cm <sup>3</sup>
Sy =	911,5	cm <sup>3</sup>
J =	13398,4	cm <sup>4</sup>
Cw =		cm <sup>6</sup>
Zx =	1156,3	cm <sup>3</sup>
Zy =	1156,3	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,3	-
kc =	1,41	-
Rx =	7,2	cm
Ry =	7,2	cm
Rt =	5,55	cm

Propiedades mecanicas		
Acero :	<b>A36</b>	
Fy =	2530,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830,00	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2040000,00	kg/cm <sup>2</sup>
G =	784000,00	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	
Pc =	442,75	ton

0,09



Elementos mecanicos Factorizados

P = **42,00** ton  
Mx = **3,44** ton-m  
My = **5,17** ton-m  
V = **2,76** ton

#### CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS

##### Revisión del pandeo local del patin

Rel. Ancho espesor = 6,00 Tabla B4.1b Caso 17  
Rel. Limite compacto = 31,80 Tabla B4.1b Caso 17  
Rel. Limite esbeltos = 39,75 Tabla B4.1b Caso 17

**Conclusión: Los patines son compactos**

#### CHEQUEOS DE RESISTENCIA A COMPRESION POR PANDEO FLEXIONANTE

Factor de longitud efectiva = 0,92  
Longitud no arriostrada = 3,80 m  
Longitud efectiva = 3,50 m  
Radio de giro = 7,22 cm  
Razón de esbeltez = 48,49  
Límite de pandeo = 133,74

**Conclusión: La razón de esbeltez es menor al límite de pandeo. Usar ecuación E3-2.**

Esfuerzo elástico Fe = 8561,35 kg/cm<sup>2</sup>  
Esfuerzo crítico Fcr = 2235,65 kg/cm<sup>2</sup>  
Resistencia nominal Pn = 391,24 ton  
Resistencia  $\phi Pn$  = **352,11 ton**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

#### CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION

##### Revisión por fluencia

Momento nominal Mn = 29,25 ton-m Ecuación F7-1

##### Revisión por pandeo local de ala

Momento nominal Mn = **Sección F7-2** No aplica esta revisión por tener una sección compacta

##### Revisión por pandeo local de ala

Momento nominal Mn = **Sección F7-3** No aplica esta revisión por tener una sección compacta

##### Revisión por pandeo lateral torsional

Longitud no arriostrada Lb = 3,80 m **Sección F7-4**

Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp = 10,02 m Ecuación F7-12

Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr = 279,32 m Ecuación F7-13

**Conclusión: La longitud no arriostrada Lb es menor a la longitud arriostrada Lp. Por lo tanto no aplica la revisión del LTB**

Momento nominal Mn = No aplica esta revisión

Resistencia  $\phi Mn$  = **26,33 ton-m**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

#### CHEQUEO DE CORTANTE

Resistencia nominal

Área resistente al corte Aw = 100,00 cm<sup>2</sup>  
Relación altura-espesor h/tw = 8,00  
Límite relación altura-espesor = 69,84  
Coeficiente kv = 5,00

Coeficiente de resistencia de corte  
del alma en pandeo  $C_v2 =$  1,00

Resistencia nominal  $V_n =$  151,80 ton  
**Resistencia  $\phi V_n =$  102,47 ton**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE ECUACION DE INTERACCION**

Criterio de interacción axial  $P_u/P_n$  0,12

La relación  $P_u/P_n$  es menor a 0,2, por lo tanto se usará la ecuación H1-1b de la AISC 360-16

Relación Solicitación-Resistencia  
 $P_u/P_n$  0,12

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_x$  0,13

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_y$  0,20

**Interaccion 0,41**

**Conclusión: El perfil se considera suficiente**

REVISIÓN DE: **COLUMNAS ESQUINERAS**  
PROYECTO: **EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL UAE**

PERFIL: **HSSB**  
COLUMNA: **C19**

¿Se dispone de soporte lateral completo? **Si**  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

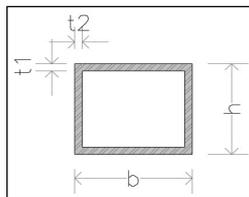
h **20,00** cm  
t1 **2,50** cm  
b **20,00** cm  
t2 **2,50** cm

L = **3,80** m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	175,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	9114,6	cm <sup>4</sup>
Iy =	9114,6	cm <sup>4</sup>
Sx =	911,5	cm <sup>3</sup>
Sy =	911,5	cm <sup>3</sup>
J =	13398,4	cm <sup>4</sup>
Cw =		cm <sup>6</sup>
Zx =	1156,3	cm <sup>3</sup>
Zy =	1156,3	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,3	-
kc =	1,41	-
Rx =	7,2	cm
Ry =	7,2	cm
Rt =	5,55	cm

Propiedades mecanicas		
Acero :	<b>A36</b>	
Fy =	2530,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080,00	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830,00	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2040000,00	kg/cm <sup>2</sup>
G =	784000,00	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	
Pc =	442,75	ton

0,33



Elementos mecanicos Factorizados

P = **145,00** ton  
Mx = **3,44** ton-m  
My = **5,17** ton-m  
V = **2,76** ton

#### CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS

##### Revisión del pandeo local del patin

Rel. Ancho espesor = 6,00 Tabla B4.1b Caso 17  
Rel. Limite compacto = 31,80 Tabla B4.1b Caso 17  
Rel. Limite esbeltos = 39,75 Tabla B4.1b Caso 17

**Conclusión: Los patines son compactos**

#### CHEQUEOS DE RESISTENCIA A COMPRESION POR PANDEO FLEXIONANTE

Factor de longitud efectiva = 0,92  
Longitud no arriostrada = 3,80 m  
Longitud efectiva = 3,50 m  
Radio de giro = 7,22 cm  
Razón de esbeltez = 48,49  
Límite de pandeo = 133,74

**Conclusión: La razón de esbeltez es menor al límite de pandeo. Usar ecuación E3-2.**

Esfuerzo elástico Fe = 8561,35 kg/cm<sup>2</sup>  
Esfuerzo crítico Fcr = 2235,65 kg/cm<sup>2</sup>  
Resistencia nominal Pn = 391,24 ton  
Resistencia  $\phi Pn$  = 352,11 ton

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

#### CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION

##### Revisión por fluencia

Momento nominal Mn = 29,25 ton-m Ecuación F7-1

##### Revisión por pandeo local de ala

Momento nominal Mn = **Sección F7-2** No aplica esta revisión por tener una sección compacta

##### Revisión por pandeo local de ala

Momento nominal Mn = **Sección F7-3** No aplica esta revisión por tener una sección compacta

##### Revisión por pandeo lateral torsional

Longitud no arriostrada Lb = 3,80 m **Sección F7-4**

Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp = 10,02 m Ecuación F7-12

Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr = 279,32 m Ecuación F7-13

**Conclusión: La longitud no arriostrada Lb es menor a la longitud arriostrada Lp. Por lo tanto no aplica la revisión del LTB**

Momento nominal Mn = No aplica esta revisión

Resistencia  $\phi Mn$  = **26,33 ton-m**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

#### CHEQUEO DE CORTANTE

Resistencia nominal

Área resistente al corte Aw = 100,00 cm<sup>2</sup>  
Relación altura-espesor h/tw = 8,00  
Límite relación altura-espesor = 69,84  
Coeficiente kv = 5,00

Coefficiente de resistencia de corte  
del alma en pandeo  $C_v2 =$  1,00

Resistencia nominal  $V_n =$  151,80 ton  
**Resistencia  $\phi V_n =$  102,47 ton**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE ECUACION DE INTERACCION**

Criterio de interacción axial  $P_u/P_n$  0,41

La relación  $P_u/P_n$  es mayor a 0,2, por lo tanto se usará la ecuación H1-1a de la AISC 360-16

Relación Solicitación-Resistencia  
 $P_u/P_n$  0,41

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_x$  0,13

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_y$  0,20

**Interaccion 0,70**

**Conclusión: El perfil se considera suficiente**

REVISIÓN DE: **COLUMNAS ESQUINERAS**  
PROYECTO: **EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL UAE**

PERFIL: **HSSB**  
COLUMNA: **C20**

¿Se dispone de soporte lateral completo? **Si**  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

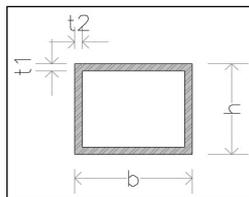
h **20,00** cm  
t1 **2,50** cm  
b **20,00** cm  
t2 **2,50** cm

L = **3,80** m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	175,00	cm <sup>2</sup>
Ix =	9114,58	cm <sup>4</sup>
Iy =	9114,58	cm <sup>4</sup>
Sx =	911,46	cm <sup>3</sup>
Sy =	911,46	cm <sup>3</sup>
J =	13398,44	cm <sup>4</sup>
Cw =		cm <sup>6</sup>
Zx =	1156,25	cm <sup>3</sup>
Zy =	1156,25	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,27	-
kc =	1,41	-
Rx =	7,22	cm
Ry =	7,22	cm
Rt =	5,55	cm

Propiedades mecanicas		
Acero :	<b>A36</b>	
Fy =	2530	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2,04E+06	kg/cm <sup>2</sup>
G =	7,84E+05	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	
Pc =	442,75	ton

0,35



Elementos mecanicos Factorizados

P = **155,00** ton  
Mx = **3,44** ton-m  
My = **5,17** ton-m  
V = **2,76** ton

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

**Revisión del pandeo local del patin**

Rel. Ancho espesor =	6,00	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Ancho espesor =	6,00	Tabla D1.1
Rel. Limite compacto =	31,80	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Limite HDM =	16,19	Tabla D1.1
Rel. Limite esbeltos =	39,75	Tabla B4.1b Caso 17	Rel. Limite MDM =	29,39	Tabla D1.1

**Conclusión: Los patines son compactos**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A COMPRESION POR PANDEO FLEXIONANTE**

Factor de longitud efectiva=	0,92
Longitud no arriostrada =	3,80 m
Longitud efectiva =	3,50 m
Radio de giro =	7,22 cm
Razón de esbeltez =	48,49
Límite de pandeo =	133,74

**Conclusión: La razón de esbeltez es menor al límite de pandeo. Usar ecuación E3-2.**

Esfuerzo elástico Fe =	8561,35 kg/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo crítico Fcr =	2235,65 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia nominal Pn =	391,24 ton
Resistencia $\phi Pn$ =	352,11 ton

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

<b>Revisión por fluencia</b>	<b>Sección F7-1</b>	
Momento nominal Mn =	29,25 ton-m	Ecuación F7-1
<b>Revisión por pandeo local de ala</b>	<b>Sección F7-2</b>	
Momento nominal Mn =		No aplica esta revisión por tener una sección compacta
<b>Revisión por pandeo local de ala</b>	<b>Sección F7-3</b>	
Momento nominal Mn =		No aplica esta revisión por tener una sección compacta
<b>Revisión por pandeo lateral torsional</b>	<b>Sección F7-4</b>	
Longitud no arriostrada Lb	3,80 m	
Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp	10,02 m	Ecuación F7-12
Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr	279,32 m	Ecuación F7-13

**Conclusión: La longitud no arriostrada Lb es menor a la longitud arriostrada Lp. Por lo tanto no aplica la revisión del LTB**

Momento nominal Mn = No aplica esta revisión

Resistencia  $\phi Mn$  = **26,33 ton-m**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal dada por ecuación G4-1 AISC 360-16

Área resistente al corte Aw =	100,00 cm <sup>2</sup>
Relación altura-espesor h/tw =	8,00
Límite relación altura-espesor =	69,84
Coefficiente kv =	5,00

Coefficiente de resistencia de corte  
del alma en pandeo  $C_v2 =$  1,00

Resistencia nominal  $V_n =$  151,80 ton  
Resistencia  $\phi V_n =$  102,47 ton

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE ECUACION DE INTERACCION**

Criterio de interacción axial  $P_u/P_n$  0,44  
La relación  $P_u/P_n$  es mayor a 0,2, por lo tanto se usará la ecuación H1-1a de la AISC 360-16

Relación Solicitación-Resistencia  
 $P_u/P_n$  0,44

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_x$  0,13

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_y$  0,20

**Interaccion** 0,73

**Conclusión: El perfil se considera suficiente**

**CHEQUEO DE CORDON DE SOLDADURA**

Cortante 2,76 ton  
Centroide al patín 8,75 cm  
Inercia 9114,58  $\text{cm}^4$   
Area patín 50,00  $\text{cm}^2$   
Resistencia Soldadura 4921,50  $\text{kg/cm}^2$

Flujo de cortante 132,48  $\text{kg/cm}$   
Tamaño del filete 0,85 mm  
**Tamaño mínimo 8,00 mm**

REVISIÓN DE: **COLUMNAS ESQUINERAS**  
PROYECTO: **EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL UAE**

PERFIL: **AR16x8**  
RIOSTRA: **AR1**

¿Se dispone de soporte lateral completo?  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

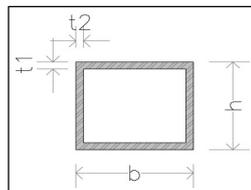
Si

h **12,00** cm  
t1 **1,00** cm  
b **16,00** cm  
t2 **1,00** cm

L = **2,91** m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	92,00	cm <sup>2</sup>
Ix =	1470,67	cm <sup>4</sup>
Iy =	3262,67	cm <sup>4</sup>
Sx =	245,11	cm <sup>3</sup>
Sy =	407,83	cm <sup>3</sup>
J =	6803,16	cm <sup>4</sup>
Cw =		cm <sup>6</sup>
Zx =	326,00	cm <sup>3</sup>
Zy =	518,00	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,33	-
kc =	1,15	-
Rx =	4,00	cm
Ry =	5,96	cm
Rt =	4,48	cm

Propiedades mecanicas		
Acero :	<b>A36</b>	
Fy =	2530	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2,04E+06	kg/cm <sup>2</sup>
G =	7,84E+05	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	



Elementos mecanicos Factorizados  
P = **48,65** ton  
Mx = **0,18** ton-m  
My = **0,05** ton-m  
V = **0,01** ton

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

**Revisión del pandeo local del patin**

Rel. Ancho espesor = 10,00      Tabla B4.1b Caso 17  
Rel. Limite compacto = 31,80      Tabla B4.1b Caso 17  
Rel. Limite esbeltos = 39,75      Tabla B4.1b Caso 17

**Conclusión: Los patines son compactos**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A COMPRESION POR PANDEO FLEXIONANTE**

Factor de longitud efectiva = 1,00  
Longitud no arriostrada = 2,91 m  
Longitud efectiva = 2,91 m  
Radio de giro = 4,00 cm  
Razón de esbeltez = **72,78**  
Límite de pandeo = 133,74

**Conclusión: La razón de esbeltez es menor al límite de pandeo. Usar ecuación E3-2.**

Esfuerzo elástico Fe = 3800,76 kg/cm<sup>2</sup>  
Esfuerzo crítico Fcr = 1914,79 kg/cm<sup>2</sup>  
Resistencia nominal Pn = 176,16 ton  
Resistencia  $\phi Pn$  = **158,54 ton**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

**Revisión por fluencia**

Momento nominal Mn = 8,25 ton-m      **Sección F7-1**      Ecuación F7-1

**Revisión por pandeo local de ala**

Momento nominal Mn =      **Sección F7-2**      No aplica esta revisión por tener una sección compacta

**Revisión por pandeo local de ala**

Momento nominal Mn =      **Sección F7-3**      No aplica esta revisión por tener una sección compacta

**Revisión por pandeo lateral torsional**

Longitud no arriostrada Lb = 2,91 m      **Sección F7-4**  
Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp = 9,53 m      Ecuación F7-12

Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr = 266,13 m      Ecuación F7-13

**Conclusión: La longitud no arriostrada Lb es menor a la longitud arriostrada Lp. Por lo tanto no aplica la revisión del LTB**

Momento nominal Mn =      No aplica esta revisión

Resistencia  $\phi Mn$  = **7,42 ton-m**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal dada por ecuación G4-1 AISC 360-16

Área resistente al corte Aw = 24,00 cm<sup>2</sup>  
Relación altura-espesor h/tw = 12,00  
Límite relación altura-espesor = 69,84  
Coeficiente kv = 5,00

Coefficiente de resistencia de corte  
del alma en pandeo  $C_v2 =$  1,00

Resistencia nominal  $V_n =$  36,43 ton  
**Resistencia  $\phi V_n =$  102,47 ton**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

#### CHEQUEO DE ECUACION DE INTERACCION

Criterio de interacción axial  $P_u/P_n$  0,31  
La relación  $P_u/P_n$  es mayor a 0,2, por lo tanto se usará la ecuación H1-1a de la AISC 360-16

Relación Solicitación-Resistencia  
 $P_u/P_n$  0,31

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_x$  0,02

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_y$  0,01

**Interaccion 0,33**

**Conclusión: El perfil se considera suficiente**

#### CHEQUEO DE CORDON DE SOLDADURA

Cortante 0,01 ton  
Centroide al patín 5,50 cm  
Inercia 1470,67  $\text{cm}^4$   
Area patín 12,00  $\text{cm}^2$   
Resistencia Soldadura 4921,50  $\text{kg}/\text{cm}^2$

Flujo de cortante 0,67  $\text{kg}/\text{cm}$   
Tamaño del filete 0,00 mm  
**Tamaño mínimo 8,00 mm**

REVISIÓN DE: **COLUMNAS ESQUINERAS**  
PROYECTO: **EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL UAE**

PERFIL: **AR16x12**  
RIOSTRA: **AR1**

¿Se dispone de soporte lateral completo?  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

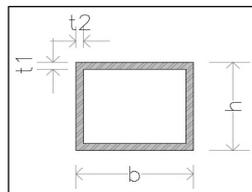
Si

h **12,00** cm  
t1 **1,00** cm  
b **16,00** cm  
t2 **1,00** cm

L = **2,91** m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	92,00	cm <sup>2</sup>
Ix =	1470,67	cm <sup>4</sup>
Iy =	3262,67	cm <sup>4</sup>
Sx =	245,11	cm <sup>3</sup>
Sy =	407,83	cm <sup>3</sup>
J =	6803,16	cm <sup>4</sup>
Cw =		cm <sup>6</sup>
Zx =	326,00	cm <sup>3</sup>
Zy =	518,00	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,33	-
kc =	1,15	-
Rx =	4,00	cm
Ry =	5,96	cm
Rt =	4,48	cm

Propiedades mecanicas		
Acero :	<b>A36</b>	
Fy =	2530	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2,04E+06	kg/cm <sup>2</sup>
G =	7,84E+05	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	



Elementos mecanicos Factorizados  
P = **48,12** ton  
Mx = **0,17** ton-m  
My = **0,05** ton-m  
V = **0,15** ton

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

**Revisión del pandeo local del patin**

Rel. Ancho espesor = 10,00      Tabla B4.1b Caso 17  
Rel. Limite compacto = 31,80      Tabla B4.1b Caso 17  
Rel. Limite esbeltos = 39,75      Tabla B4.1b Caso 17

**Conclusión: Los patines son compactos**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A COMPRESION POR PANDEO FLEXIONANTE**

Factor de longitud efectiva = 1,00  
Longitud no arriostrada = 2,91 m  
Longitud efectiva = 2,91 m  
Radio de giro = 4,00 cm  
Razón de esbeltez = **72,78**  
Límite de pandeo = 133,74

**Conclusión: La razón de esbeltez es menor al límite de pandeo. Usar ecuación E3-2.**

Esfuerzo elástico Fe = 3800,76 kg/cm<sup>2</sup>  
Esfuerzo crítico Fcr = 1914,79 kg/cm<sup>2</sup>  
Resistencia nominal Pn = 176,16 ton  
Resistencia  $\phi Pn$  = **158,54 ton**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

**Revisión por fluencia**      **Sección F7-1**  
Momento nominal Mn = 8,25 ton-m      Ecuación F7-1

**Revisión por pandeo local de ala**      **Sección F7-2**  
Momento nominal Mn =      No aplica esta revisión por tener una sección compacta

**Revisión por pandeo local de ala**      **Sección F7-3**  
Momento nominal Mn =      No aplica esta revisión por tener una sección compacta

**Revisión por pandeo lateral torsional**      **Sección F7-4**  
Longitud no arriostrada Lb = 2,91 m

Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp = 9,53 m      Ecuación F7-12

Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr = 266,13 m      Ecuación F7-13

**Conclusión: La longitud no arriostrada Lb es menor a la longitud arriostrada Lp. Por lo tanto no aplica la revisión del LTB**

Momento nominal Mn =      No aplica esta revisión

Resistencia  $\phi Mn$  = **7,42 ton-m**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal dada por ecuación G4-1 AISC 360-16

Área resistente al corte Aw = 24,00 cm<sup>2</sup>  
Relación altura-espesor h/tw = 12,00  
Límite relación altura-espesor = 69,84  
Coeficiente kv = 5,00

Coefficiente de resistencia de corte  
del alma en pandeo  $C_v2 =$  1,00

Resistencia nominal  $V_n =$  36,43 ton  
Resistencia  $\phi V_n =$  102,47 ton

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE ECUACION DE INTERACCION**

Criterio de interacción axial  $P_u/P_n$  0,30  
La relación  $P_u/P_n$  es mayor a 0,2, por lo tanto se usará la ecuación H1-1a de la AISC 360-16

Relación Solicitación-Resistencia  
 $P_u/P_n$  0,30

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_x$  0,02

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_y$  0,01

**Interaccion** 0,33

**Conclusión: El perfil se considera suficiente**

**CHEQUEO DE CORDON DE SOLDADURA**

Cortante 0,15 ton  
Centroide al patín 5,50 cm  
Inercia 1470,67  $\text{cm}^4$   
Area patín 12,00  $\text{cm}^2$   
Resistencia Soldadura 4921,50  $\text{kg}/\text{cm}^2$

Flujo de cortante 6,51  $\text{kg}/\text{cm}$   
Tamaño del filete 0,04 mm  
**Tamaño mínimo 8,00 mm**

REVISIÓN DE: **COLUMNAS ESQUINERAS**  
PROYECTO: **EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL UAE**

PERFIL: **AR16x8**  
RIOSTRA: **AR1**

¿Se dispone de soporte lateral completo?  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

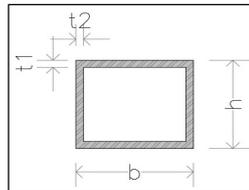
Si

h **12,00** cm  
t1 **1,00** cm  
b **16,00** cm  
t2 **1,00** cm

L = **2,91** m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	92,00	cm <sup>2</sup>
Ix =	1470,67	cm <sup>4</sup>
Iy =	3262,67	cm <sup>4</sup>
Sx =	245,11	cm <sup>3</sup>
Sy =	407,83	cm <sup>3</sup>
J =	6803,16	cm <sup>4</sup>
Cw =		cm <sup>6</sup>
Zx =	326,00	cm <sup>3</sup>
Zy =	518,00	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,33	-
kc =	1,15	-
Rx =	4,00	cm
Ry =	5,96	cm
Rt =	4,48	cm

Propiedades mecanicas		
Acero :	<b>A36</b>	
Fy =	2530	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2,04E+06	kg/cm <sup>2</sup>
G =	7,84E+05	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	



Elementos mecanicos Factorizados  
P = **50,93** ton  
Mx = **0,18** ton-m  
My = **0,05** ton-m  
V = **0,15** ton

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

**Revisión del pandeo local del patin**

Rel. Ancho espesor = 10,00      Tabla B4.1b Caso 17  
Rel. Limite compacto = 31,80      Tabla B4.1b Caso 17  
Rel. Limite esbeltos = 39,75      Tabla B4.1b Caso 17

**Conclusión: Los patines son compactos**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A COMPRESION POR PANDEO FLEXIONANTE**

Factor de longitud efectiva = 1,00  
Longitud no arriostrada = 2,91 m  
Longitud efectiva = 2,91 m  
Radio de giro = 4,00 cm  
Razón de esbeltez = **72,78**  
Límite de pandeo = 133,74

**Conclusión: La razón de esbeltez es menor al límite de pandeo. Usar ecuación E3-2.**

Esfuerzo elástico Fe = 3800,76 kg/cm<sup>2</sup>  
Esfuerzo crítico Fcr = 1914,79 kg/cm<sup>2</sup>  
Resistencia nominal Pn = 176,16 ton  
Resistencia  $\phi Pn$  = **158,54 ton**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

**Revisión por fluencia**      **Sección F7-1**  
Momento nominal Mn = 8,25 ton-m      Ecuación F7-1

**Revisión por pandeo local de ala**      **Sección F7-2**  
Momento nominal Mn =      No aplica esta revisión por tener una sección compacta

**Revisión por pandeo local de ala**      **Sección F7-3**  
Momento nominal Mn =      No aplica esta revisión por tener una sección compacta

**Revisión por pandeo lateral torsional**      **Sección F7-4**  
Longitud no arriostrada Lb = 2,91 m

Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp = 9,53 m      Ecuación F7-12

Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr = 266,13 m      Ecuación F7-13

**Conclusión: La longitud no arriostrada Lb es menor a la longitud arriostrada Lp. Por lo tanto no aplica la revisión del LTB**

Momento nominal Mn =      No aplica esta revisión

Resistencia  $\phi Mn$  = **7,42 ton-m**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal dada por ecuación G4-1 AISC 360-16

Área resistente al corte Aw = 24,00 cm<sup>2</sup>  
Relación altura-espesor h/tw = 12,00  
Límite relación altura-espesor = 69,84  
Coeficiente kv = 5,00

Coefficiente de resistencia de corte  
del alma en pandeo  $C_v2 =$  1,00

Resistencia nominal  $V_n =$  36,43 ton  
**Resistencia  $\phi V_n =$  102,47 ton**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE ECUACION DE INTERACCION**

Criterio de interacción axial  $P_u/P_n$  0,32  
La relación  $P_u/P_n$  es mayor a 0,2, por lo tanto se usará la ecuación H1-1a de la AISC 360-16

Relación Solicitación-Resistencia  
 $P_u/P_n$  0,32

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_x$  0,02

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_y$  0,01

**Interaccion** 0,35

**Conclusión: El perfil se considera suficiente**

**CHEQUEO DE CORDON DE SOLDADURA**

Cortante 0,15 ton  
Centroide al patín 5,50 cm  
Inercia 1470,67  $\text{cm}^4$   
Area patín 12,00  $\text{cm}^2$   
Resistencia Soldadura 4921,50  $\text{kg}/\text{cm}^2$

Flujo de cortante 6,59  $\text{kg}/\text{cm}$   
Tamaño del filete 0,04 mm  
**Tamaño mínimo 8,00 mm**

REVISIÓN DE: **COLUMNAS ESQUINERAS**  
PROYECTO: **EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL UAE**

PERFIL: **AR16x12**  
RIOSTRA: **AR1**

¿Se dispone de soporte lateral completo?  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

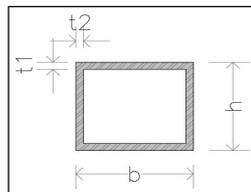
**Si**

h **12,00** cm  
t1 **1,00** cm  
b **16,00** cm  
t2 **1,00** cm

L = **2,91** m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	92,00	cm <sup>2</sup>
Ix =	1470,67	cm <sup>4</sup>
Iy =	3262,67	cm <sup>4</sup>
Sx =	245,11	cm <sup>3</sup>
Sy =	407,83	cm <sup>3</sup>
J =	6803,16	cm <sup>4</sup>
Cw =		cm <sup>6</sup>
Zx =	326,00	cm <sup>3</sup>
Zy =	518,00	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,33	-
kc =	1,15	-
Rx =	4,00	cm
Ry =	5,96	cm
Rt =	4,48	cm

Propiedades mecanicas		
Acero :	<b>A36</b>	
Fy =	2530	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2,04E+06	kg/cm <sup>2</sup>
G =	7,84E+05	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	



Elementos mecanicos Factorizados  
P = **50,34** ton  
Mx = **0,18** ton-m  
My = **0,05** ton-m  
V = **0,15** ton

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

**Revisión del pandeo local del patin**

Rel. Ancho espesor = 10,00      Tabla B4.1b Caso 17  
Rel. Limite compacto = 31,80      Tabla B4.1b Caso 17  
Rel. Limite esbeltos = 39,75      Tabla B4.1b Caso 17

**Conclusión: Los patines son compactos**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A COMPRESION POR PANDEO FLEXIONANTE**

Factor de longitud efectiva = 1,00  
Longitud no arriostrada = 2,91 m  
Longitud efectiva = 2,91 m  
Radio de giro = 4,00 cm  
Razón de esbeltez = **72,78**  
Límite de pandeo = 133,74

**Conclusión: La razón de esbeltez es menor al límite de pandeo. Usar ecuación E3-2.**

Esfuerzo elástico Fe = 3800,76 kg/cm<sup>2</sup>  
Esfuerzo crítico Fcr = 1914,79 kg/cm<sup>2</sup>  
Resistencia nominal Pn = 176,16 ton  
Resistencia  $\phi Pn$  = **158,54 ton**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

**Revisión por fluencia**

Momento nominal Mn = 8,25 ton-m      **Sección F7-1**      Ecuación F7-1

**Revisión por pandeo local de ala**

Momento nominal Mn =      **Sección F7-2**      No aplica esta revisión por tener una sección compacta

**Revisión por pandeo local de ala**

Momento nominal Mn =      **Sección F7-3**      No aplica esta revisión por tener una sección compacta

**Revisión por pandeo lateral torsional**

Longitud no arriostrada Lb = 2,91 m      **Sección F7-4**  
Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp = 9,53 m      Ecuación F7-12

Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr = 266,13 m      Ecuación F7-13

**Conclusión: La longitud no arriostrada Lb es menor a la longitud arriostrada Lp. Por lo tanto no aplica la revisión del LTB**

Momento nominal Mn =      No aplica esta revisión

Resistencia  $\phi Mn$  = **7,42 ton-m**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal dada por ecuación G4-1 AISC 360-16

Área resistente al corte Aw = 24,00 cm<sup>2</sup>  
Relación altura-espesor h/tw = 12,00  
Límite relación altura-espesor = 69,84  
Coeficiente kv = 5,00

Coefficiente de resistencia de corte  
del alma en pandeo  $C_v2 =$  1,00

Resistencia nominal  $V_n =$  36,43 ton  
Resistencia  $\phi V_n =$  102,47 ton

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE ECUACION DE INTERACCION**

Criterio de interacción axial  $P_u/P_n$  0,32  
La relación  $P_u/P_n$  es mayor a 0,2, por lo tanto se usará la ecuación H1-1a de la AISC 360-16

Relación Solicitación-Resistencia  
 $P_u/P_n$  0,32

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_x$  0,02

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_y$  0,01

**Interaccion** 0,34

**Conclusión: El perfil se considera suficiente**

**CHEQUEO DE CORDON DE SOLDADURA**

Cortante 0,15 ton  
Centroide al patín 5,50 cm  
Inercia 1470,67  $\text{cm}^4$   
Area patín 12,00  $\text{cm}^2$   
Resistencia Soldadura 4921,50  $\text{kg}/\text{cm}^2$

Flujo de cortante 6,64  $\text{kg}/\text{cm}$   
Tamaño del filete 0,04 mm  
**Tamaño mínimo 8,00 mm**

REVISIÓN DE: **COLUMNAS ESQUINERAS**  
PROYECTO: **EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL UAE**

PERFIL: **AR16x8**  
RIOSTRA: **AR1**

¿Se dispone de soporte lateral completo?  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

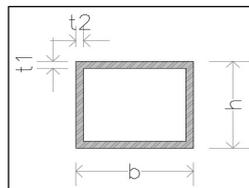
Si

h **12,00** cm  
t1 **1,00** cm  
b **16,00** cm  
t2 **1,00** cm

L = **2,91** m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	92,00	cm <sup>2</sup>
Ix =	1470,67	cm <sup>4</sup>
Iy =	3262,67	cm <sup>4</sup>
Sx =	245,11	cm <sup>3</sup>
Sy =	407,83	cm <sup>3</sup>
J =	6803,16	cm <sup>4</sup>
Cw =		cm <sup>6</sup>
Zx =	326,00	cm <sup>3</sup>
Zy =	518,00	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,33	-
kc =	1,15	-
Rx =	4,00	cm
Ry =	5,96	cm
Rt =	4,48	cm

Propiedades mecanicas		
Acero :	<b>A36</b>	
Fy =	2530	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2,04E+06	kg/cm <sup>2</sup>
G =	7,84E+05	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	



Elementos mecanicos Factorizados  
P = **62,95** ton  
Mx = **0,22** ton-m  
My = **0,11** ton-m  
V = **0,13** ton

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

**Revisión del pandeo local del patin**

Rel. Ancho espesor = 10,00      Tabla B4.1b Caso 17  
Rel. Limite compacto = 31,80      Tabla B4.1b Caso 17  
Rel. Limite esbeltos = 39,75      Tabla B4.1b Caso 17

**Conclusión: Los patines son compactos**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A COMPRESION POR PANDEO FLEXIONANTE**

Factor de longitud efectiva= 1,00  
Longitud no arriostada = 2,91 m  
Longitud efectiva = 2,91 m  
Radio de giro = 4,00 cm  
Razón de esbeltez = **72,78**  
Límite de pandeo = 133,74

**Conclusión: La razón de esbeltez es menor al límite de pandeo. Usar ecuación E3-2.**

Esfuerzo elástico Fe = 3800,76 kg/cm<sup>2</sup>  
Esfuerzo crítico Fcr = 1914,79 kg/cm<sup>2</sup>  
Resistencia nominal Pn = 176,16 ton  
Resistencia  $\phi Pn$  = **158,54 ton**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

**Revisión por fluencia**

Momento nominal Mn = 8,25 ton-m      **Sección F7-1**      Ecuación F7-1

**Revisión por pandeo local de ala**

Momento nominal Mn =      **Sección F7-2**      No aplica esta revisión por tener una sección compacta

**Revisión por pandeo local de ala**

Momento nominal Mn =      **Sección F7-3**      No aplica esta revisión por tener una sección compacta

**Revisión por pandeo lateral torsional**

Longitud no arriostada Lb = 2,91 m      **Sección F7-4**

Longitud no arriostada: Estado límite de fluencia Lp = 9,53 m      Ecuación F7-12

Longitud no arriostada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr = 266,13 m      Ecuación F7-13

**Conclusión: La longitud no arriostada Lb es menor a la longitud arriostada Lp. Por lo tanto no aplica la revisión del LTB**

Momento nominal Mn =      No aplica esta revisión

Resistencia  $\phi Mn$  = **7,42 ton-m**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal dada por ecuación G4-1 AISC 360-16

Área resistente al corte Aw = 24,00 cm<sup>2</sup>  
Relación altura-espesor h/tw = 12,00  
Límite relación altura-espesor = 69,84  
Coeficiente kv = 5,00

Coeficiente de resistencia de corte  
del alma en pandeo  $C_v2 =$  1,00

Resistencia nominal  $V_n =$  36,43 ton  
Resistencia  $\phi V_n =$  102,47 ton

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE ECUACION DE INTERACCION**

Criterio de interacción axial  $P_u/P_n$  0,40  
La relación  $P_u/P_n$  es mayor a 0,2, por lo tanto se usará la ecuación H1-1a de la AISC 360-16

Relación Solicitación-Resistencia  
 $P_u/P_n$  0,40

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_x$  0,03

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_y$  0,02

**Interaccion** 0,44

**Conclusión: El perfil se considera suficiente**

**CHEQUEO DE CORDON DE SOLDADURA**

Cortante 0,13 ton  
Centroide al patín 5,50 cm  
Inercia 1470,67  $cm^4$   
Area patín 12,00  $cm^2$   
Resistencia Soldadura 4921,50  $kg/cm^2$

Flujo de cortante 6,00  $kg/cm$   
Tamaño del filete 0,04 mm  
**Tamaño mínimo 8,00 mm**

REVISIÓN DE: **COLUMNAS ESQUINERAS**  
PROYECTO: **EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL UAE**

PERFIL: **AR16x12**  
RIOSTRA: **AR1**

¿Se dispone de soporte lateral completo?  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

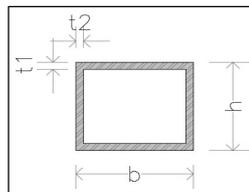
Si

h **12,00** cm  
t1 **1,00** cm  
b **16,00** cm  
t2 **1,00** cm

L = **2,91** m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	92,00	cm <sup>2</sup>
Ix =	1470,67	cm <sup>4</sup>
Iy =	3262,67	cm <sup>4</sup>
Sx =	245,11	cm <sup>3</sup>
Sy =	407,83	cm <sup>3</sup>
J =	6803,16	cm <sup>4</sup>
Cw =		cm <sup>6</sup>
Zx =	326,00	cm <sup>3</sup>
Zy =	518,00	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,33	-
kc =	1,15	-
Rx =	4,00	cm
Ry =	5,96	cm
Rt =	4,48	cm

Propiedades mecanicas		
Acero :	<b>A36</b>	
Fy =	2530	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2,04E+06	kg/cm <sup>2</sup>
G =	7,84E+05	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	



Elementos mecanicos Factorizados  
P = **62,68** ton  
Mx = **0,19** ton-m  
My = **0,23** ton-m  
V = **0,05** ton

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

**Revisión del pandeo local del patin**

Rel. Ancho espesor = 10,00      Tabla B4.1b Caso 17  
Rel. Limite compacto = 31,80      Tabla B4.1b Caso 17  
Rel. Limite esbeltos = 39,75      Tabla B4.1b Caso 17

**Conclusión: Los patines son compactos**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A COMPRESION POR PANDEO FLEXIONANTE**

Factor de longitud efectiva = 1,00  
Longitud no arriostrada = 2,91 m  
Longitud efectiva = 2,91 m  
Radio de giro = 4,00 cm  
Razón de esbeltez = **72,78**  
Límite de pandeo = 133,74

**Conclusión: La razón de esbeltez es menor al límite de pandeo. Usar ecuación E3-2.**

Esfuerzo elástico Fe = 3800,76 kg/cm<sup>2</sup>  
Esfuerzo crítico Fcr = 1914,79 kg/cm<sup>2</sup>  
Resistencia nominal Pn = 176,16 ton  
Resistencia  $\phi Pn$  = **158,54 ton**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

**Revisión por fluencia**      **Sección F7-1**  
Momento nominal Mn = 8,25 ton-m      Ecuación F7-1

**Revisión por pandeo local de ala**      **Sección F7-2**  
Momento nominal Mn =      No aplica esta revisión por tener una sección compacta

**Revisión por pandeo local de ala**      **Sección F7-3**  
Momento nominal Mn =      No aplica esta revisión por tener una sección compacta

**Revisión por pandeo lateral torsional**      **Sección F7-4**  
Longitud no arriostrada Lb = 2,91 m

Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp = 9,53 m      Ecuación F7-12

Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr = 266,13 m      Ecuación F7-13

**Conclusión: La longitud no arriostrada Lb es menor a la longitud arriostrada Lp. Por lo tanto no aplica la revisión del LTB**

Momento nominal Mn =      No aplica esta revisión

Resistencia  $\phi Mn$  = **7,42 ton-m**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal dada por ecuación G4-1 AISC 360-16

Área resistente al corte Aw = 24,00 cm<sup>2</sup>  
Relación altura-espesor h/tw = 12,00  
Límite relación altura-espesor = 69,84  
Coeficiente kv = 5,00

Coefficiente de resistencia de corte  
del alma en pandeo  $C_v2 =$  1,00

Resistencia nominal  $V_n =$  36,43 ton  
**Resistencia  $\phi V_n =$  102,47 ton**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

#### CHEQUEO DE ECUACION DE INTERACCION

Criterio de interacción axial  $P_u/P_n$  0,40  
La relación  $P_u/P_n$  es mayor a 0,2, por lo tanto se usará la ecuación H1-1a de la AISC 360-16

Relación Solicitación-Resistencia  
 $P_u/P_n$  0,40

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_x$  0,03

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_y$  0,03

**Interaccion** 0,45

**Conclusión: El perfil se considera suficiente**

#### CHEQUEO DE CORDON DE SOLDADURA

Cortante 0,05 ton  
Centroide al patín 5,50 cm  
Inercia 1470,67  $\text{cm}^4$   
Area patín 12,00  $\text{cm}^2$   
Resistencia Soldadura 4921,50  $\text{kg}/\text{cm}^2$

Flujo de cortante 2,46  $\text{kg}/\text{cm}$   
Tamaño del filete 0,02 mm  
**Tamaño mínimo 8,00 mm**

REVISIÓN DE: **COLUMNAS ESQUINERAS**  
PROYECTO: **EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL UAE**

PERFIL: **AR16x8**  
RIOSTRA: **AR1**

¿Se dispone de soporte lateral completo?  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

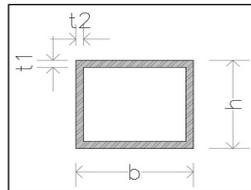
Si

h **12,00** cm  
t1 **1,00** cm  
b **16,00** cm  
t2 **1,00** cm

L = **2,91** m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	92,00	cm <sup>2</sup>
Ix =	1470,67	cm <sup>4</sup>
Iy =	3262,67	cm <sup>4</sup>
Sx =	245,11	cm <sup>3</sup>
Sy =	407,83	cm <sup>3</sup>
J =	6803,16	cm <sup>4</sup>
Cw =		cm <sup>6</sup>
Zx =	326,00	cm <sup>3</sup>
Zy =	518,00	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,33	-
kc =	1,15	-
Rx =	4,00	cm
Ry =	5,96	cm
Rt =	4,48	cm

Propiedades mecanicas		
Acero :	<b>A36</b>	
Fy =	2530	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2,04E+06	kg/cm <sup>2</sup>
G =	7,84E+05	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	



Elementos mecanicos Factorizados  
P = **66,22** ton  
Mx = **0,19** ton-m  
My = **0,20** ton-m  
V = **0,05** ton

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

**Revisión del pandeo local del patin**

Rel. Ancho espesor = 10,00      Tabla B4.1b Caso 17  
Rel. Limite compacto = 31,80      Tabla B4.1b Caso 17  
Rel. Limite esbeltos = 39,75      Tabla B4.1b Caso 17

**Conclusión: Los patines son compactos**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A COMPRESION POR PANDEO FLEXIONANTE**

Factor de longitud efectiva= 1,00  
Longitud no arriostada = 2,91 m  
Longitud efectiva = 2,91 m  
Radio de giro = 4,00 cm  
Razón de esbeltez = **72,78**  
Límite de pandeo = 133,74

**Conclusión: La razón de esbeltez es menor al límite de pandeo. Usar ecuación E3-2.**

Esfuerzo elástico Fe = 3800,76 kg/cm<sup>2</sup>  
Esfuerzo crítico Fcr = 1914,79 kg/cm<sup>2</sup>  
Resistencia nominal Pn = 176,16 ton  
Resistencia  $\phi Pn$  = **158,54 ton**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

**Revisión por fluencia**

Momento nominal Mn = 8,25 ton-m      **Sección F7-1**      Ecuación F7-1

**Revisión por pandeo local de ala**

Momento nominal Mn =      **Sección F7-2**      No aplica esta revisión por tener una sección compacta

**Revisión por pandeo local de ala**

Momento nominal Mn =      **Sección F7-3**      No aplica esta revisión por tener una sección compacta

**Revisión por pandeo lateral torsional**

Longitud no arriostada Lb = 2,91 m      **Sección F7-4**

Longitud no arriostada: Estado límite de fluencia Lp = 9,53 m      Ecuación F7-12

Longitud no arriostada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr = 266,13 m      Ecuación F7-13

**Conclusión: La longitud no arriostada Lb es menor a la longitud arriostada Lp. Por lo tanto no aplica la revisión del LTB**

Momento nominal Mn =      No aplica esta revisión

Resistencia  $\phi Mn$  = **7,42 ton-m**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal dada por ecuación G4-1 AISC 360-16

Área resistente al corte Aw = 24,00 cm<sup>2</sup>  
Relación altura-espesor h/tw = 12,00  
Límite relación altura-espesor = 69,84  
Coeficiente kv = 5,00

Coeficiente de resistencia de corte  
del alma en pandeo  $C_v2 =$  1,00

Resistencia nominal  $V_n =$  36,43 ton  
Resistencia  $\phi V_n =$  102,47 ton

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE ECUACION DE INTERACCION**

Criterio de interacción axial  $P_u/P_n$  0,42  
La relación  $P_u/P_n$  es mayor a 0,2, por lo tanto se usará la ecuación H1-1a de la AISC 360-16

Relación Solicitación-Resistencia  
 $P_u/P_n$  0,42

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_x$  0,03

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_y$  0,03

**Interaccion** 0,46

**Conclusión: El perfil se considera suficiente**

**CHEQUEO DE CORDON DE SOLDADURA**

Cortante 0,05 ton  
Centroide al patín 5,50 cm  
Inercia 1470,67  $\text{cm}^4$   
Area patín 12,00  $\text{cm}^2$   
Resistencia Soldadura 4921,50  $\text{kg}/\text{cm}^2$

Flujo de cortante 2,45  $\text{kg}/\text{cm}$   
Tamaño del filete 0,02 mm  
**Tamaño mínimo 8,00 mm**

REVISIÓN DE: **COLUMNAS ESQUINERAS**  
PROYECTO: **EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL UAE**

PERFIL: **AR16x12**  
RIOSTRA: **AR1**

¿Se dispone de soporte lateral completo?  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

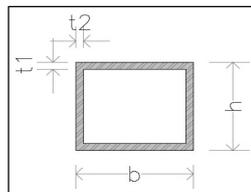
Si

h **12,00** cm  
t1 **1,00** cm  
b **16,00** cm  
t2 **1,00** cm

L = **2,91** m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	92,00	cm <sup>2</sup>
Ix =	1470,67	cm <sup>4</sup>
Iy =	3262,67	cm <sup>4</sup>
Sx =	245,11	cm <sup>3</sup>
Sy =	407,83	cm <sup>3</sup>
J =	6803,16	cm <sup>4</sup>
Cw =		cm <sup>6</sup>
Zx =	326,00	cm <sup>3</sup>
Zy =	518,00	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,33	-
kc =	1,15	-
Rx =	4,00	cm
Ry =	5,96	cm
Rt =	4,48	cm

Propiedades mecanicas		
Acero :	<b>A36</b>	
Fy =	2530	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2,04E+06	kg/cm <sup>2</sup>
G =	7,84E+05	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	



Elementos mecanicos Factorizados  
P = **65,68** ton  
Mx = **0,23** ton-m  
My = **0,11** ton-m  
V = **0,14** ton

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

**Revisión del pandeo local del patin**

Rel. Ancho espesor = 10,00      Tabla B4.1b Caso 17  
Rel. Limite compacto = 31,80      Tabla B4.1b Caso 17  
Rel. Limite esbeltos = 39,75      Tabla B4.1b Caso 17

**Conclusión: Los patines son compactos**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A COMPRESION POR PANDEO FLEXIONANTE**

Factor de longitud efectiva = 1,00  
Longitud no arriostrada = 2,91 m  
Longitud efectiva = 2,91 m  
Radio de giro = 4,00 cm  
Razón de esbeltez = **72,78**  
Límite de pandeo = 133,74

**Conclusión: La razón de esbeltez es menor al límite de pandeo. Usar ecuación E3-2.**

Esfuerzo elástico Fe = 3800,76 kg/cm<sup>2</sup>  
Esfuerzo crítico Fcr = 1914,79 kg/cm<sup>2</sup>  
Resistencia nominal Pn = 176,16 ton  
Resistencia  $\phi Pn$  = **158,54 ton**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

**Revisión por fluencia**      **Sección F7-1**  
Momento nominal Mn = 8,25 ton-m      Ecuación F7-1

**Revisión por pandeo local de ala**      **Sección F7-2**  
Momento nominal Mn =      No aplica esta revisión por tener una sección compacta

**Revisión por pandeo local de ala**      **Sección F7-3**  
Momento nominal Mn =      No aplica esta revisión por tener una sección compacta

**Revisión por pandeo lateral torsional**      **Sección F7-4**  
Longitud no arriostrada Lb = 2,91 m

Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp = 9,53 m      Ecuación F7-12

Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr = 266,13 m      Ecuación F7-13

**Conclusión: La longitud no arriostrada Lb es menor a la longitud arriostrada Lp. Por lo tanto no aplica la revisión del LTB**

Momento nominal Mn =      No aplica esta revisión

Resistencia  $\phi Mn$  = **7,42 ton-m**

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal dada por ecuación G4-1 AISC 360-16

Área resistente al corte Aw = 24,00 cm<sup>2</sup>  
Relación altura-espesor h/tw = 12,00  
Límite relación altura-espesor = 69,84  
Coeficiente kv = 5,00

Coefficiente de resistencia de corte  
del alma en pandeo  $C_v2 =$  1,00

Resistencia nominal  $V_n =$  36,43 ton  
Resistencia  $\phi V_n =$  102,47 ton

**Conclusión Revisión: Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE ECUACION DE INTERACCION**

Criterio de interacción axial  $P_u/P_n$  0,41  
La relación  $P_u/P_n$  es mayor a 0,2, por lo tanto se usará la ecuación H1-1a de la AISC 360-16

Relación Solicitación-Resistencia  
 $P_u/P_n$  0,41

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_x$  0,03

Relación Solicitación-Resistencia  
 $M_u/P_y$  0,01

**Interaccion** 0,45

**Conclusión: El perfil se considera suficiente**

**CHEQUEO DE CORDON DE SOLDADURA**

Cortante 0,14 ton  
Centroide al patín 5,50 cm  
Inercia 1470,67  $\text{cm}^4$   
Area patín 12,00  $\text{cm}^2$   
Resistencia Soldadura 4921,50  $\text{kg}/\text{cm}^2$

Flujo de cortante 6,08  $\text{kg}/\text{cm}$   
Tamaño del filete 0,04 mm  
**Tamaño mínimo 8,00 mm**

**ANEXO 4: MEMORIA DE CALCULO  
DEL DISEÑO DE ELEMENTOS A  
FLEXIÓN**

Proyecto: **Diseño estructural del edificio de educación virtual en la Ciudad Universitaria Milagro**

NIVEL	ELEMENTO	TRAMO	Norma de diseño	Tipo de estructura	Sección	Longitud de viga
PLANTA ALTA	VIGA	A2-B2	AISC 360-16 AISC 341-16	Portico Especial a Momento con Arriostramientos Concéntricos	VPX	4,40 m

¿Se dispone de soporte lateral completo?  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

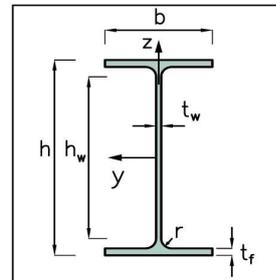
**Si**

h	20,00	cm
tw	0,50	cm
b	12,50	cm
tf	0,80	cm

L = 0,00 m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	30,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	2177,6	cm <sup>4</sup>
Iy =	260,6	cm <sup>4</sup>
Sx =	217,8	cm <sup>3</sup>
Sy =	41,7	cm <sup>3</sup>
J =	5,1	cm <sup>4</sup>
Cw =	27380,2	cm <sup>6</sup>
Zx =	234,3	cm <sup>3</sup>
Zy =	60,1	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,1	-
kc =	0,63	-
Rx =	8,5	cm
Ry =	2,9	cm
Rt =	3,47	cm

Propiedades mecanicas		
Acero <b>A36</b>		
Fy =	2530	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2,04E+06	kg/cm <sup>2</sup>
G =	7,84E+05	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	



**SOLICITACIONES POR COMBINACIONES DE CARGAS**

Carga axial P =	0,005	ton	Lp =	147,3	cm
Momento eje fuerte Mx =	2,289	ton-m	Lr =	465,1	cm
Momento eje débil My =	0,003	ton-m	X1 =	159579,3211	
Cortante V =	2,714	ton	X2 =	1,2465E-06	

**CHEQUEOS DE LIMITE DE DEFLEXIONES**

Carga	Deflexion (m)	Limite (m)	Ratio	Status
Peso Propio	0,00146	L/120	0,03667	Deflexión cumple límites
Sobrecarga + Viva	0,00139	L/120	0,03667	0,04 Deflexión cumple límites
Viva	0,00139	L/360	0,01222	0,11 Deflexión cumple límites
Servicio	0,00285	L/240	0,01833	0,16 Deflexión cumple límites

**CHEQUEOS DE COMPACIDAD SISMICA**

**Revisión del alma**

Rel. Ancho espesor =	40	Tabla D1.1 AISC 341-16
Ca =	4,76E-05	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite HD =	64,00	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite MD =	159,01674	Tabla D1.1 AISC 341-16

Conclusión: **El alma tiene alta ductilidad**

**Revisión del patin**

Rel. Ancho espesor =	7,81	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite HD =	7,97	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite MD =	13,36	Tabla D1.1 AISC 341-16

Conclusión: **El patín tiene alta ductilidad**

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

**Revisión del pandeo local del alma**

Rel. Ancho espesor =	40,00	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite compacto =	106,77	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite no compacto =	159,02	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite esbelto =	260,00	

Conclusión: **El alma es compacta**

**Revisión del pandeo local del patin**

Rel. Ancho espesor =	7,81	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite compacto =	10,79	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite no compactos =	27,71	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite esbelto =	240,00	

Conclusión: **El patín es compacto**

**Revisión por Fluencia y Pandeo Lateral-Torsional**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

**Revisión por fluencia**

Momento nominal Mn =	5,93 ton-m	Ecuación F2-1
----------------------	------------	---------------

**Revisión por pandeo lateral torsional**

Sección F2-2	
Longitud no arriestrada Lb	0,00 cm
Longitud no arriestrada: Estado límite de fluencia Lp	147,30 cm
Longitud no arriestrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr	465,10 cm

Conclusión: **La longitud no arriestrada Lb es menor a la logitud arriestrada Lp.**

Por lo tanto no aplica la revisión del LTB

Momento nominal Mn =	No aplica esta revisión
----------------------	-------------------------

Resistencia  $\phi Mn = 5,34 \text{ ton-m}$

Conclusión Revisión: **Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal dada por la ecuación G2-1 AISC 360-16

Área resistente al corte Aw =	9,20 cm <sup>2</sup>
Relación altura-espesor h/tw =	36,80
Límite relación altura-espesor =	69,84
Coefficiente kv =	5,00
Coefficiente de resistencia de corte del alma en pandeo Cv1 =	1,00

Resistencia nominal Vn = 13,97 ton

Resistencia  $\phi Vn = 12,57 \text{ ton}$

Conclusión Revisión: **Resistencia satisfactoria**

Proyecto: **Diseño estructural del edificio de educación virtual en la Ciudad Universitaria Milagro**

NIVEL	ELEMENTO	TRAMO	Norma de diseño	Tipo de estructura	Sección	Longitud de viga
PLANTA ALTA	VIGA	B2-C2	AISC 360-16 AISC 341-16	Portico Especial a Momento con Arriostramientos Concéntricos	VPX	2,80 m

¿Se dispone de soporte lateral completo?  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

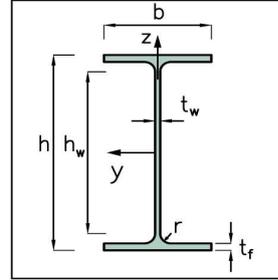
**Si**

h	20,00	cm
tw	0,50	cm
b	12,50	cm
tf	0,80	cm

L = 0,00 m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	30,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	2177,6	cm <sup>4</sup>
Iy =	260,6	cm <sup>4</sup>
Sx =	217,8	cm <sup>3</sup>
Sy =	41,7	cm <sup>3</sup>
J =	5,1	cm <sup>4</sup>
Cw =	27380,2	cm <sup>6</sup>
Zx =	234,3	cm <sup>3</sup>
Zy =	60,1	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,1	-
kc =	0,63	-
Rx =	8,5	cm
Ry =	2,9	cm
Rt =	3,47	cm

Propiedades mecanicas		
Acero <b>A36</b>		
Fy =	2530	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2,04E+06	kg/cm <sup>2</sup>
G =	7,84E+05	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	



**SOLICITACIONES POR COMBINACIONES DE CARGAS**

Carga axial P =	0,004	ton	Lp =	147,3	cm
Momento eje fuerte Mx =	2,500	ton-m	Lr =	465,1	cm
Momento eje débil My =	0,002	ton-m	X1 =	159579,3211	
Cortante V =	3,130	ton	X2 =	1,2465E-06	

**CHEQUEOS DE LIMITE DE DEFLEXIONES**

Carga	Deflexion (m)	Limite (m)	Ratio	Status
Peso Propio	0,00014	L/120	0,02333	Deflexión cumple límites
Sobrecarga + Viva	0,00049	L/120	0,02333	Deflexión cumple límites
Viva	0,00049	L/360	0,00778	Deflexión cumple límites
Servicio	0,00063	L/240	0,01167	Deflexión cumple límites

**CHEQUEOS DE COMPACIDAD SISMICA**

**Revisión del alma**

Rel. Ancho espesor =	40	Tabla D1.1 AISC 341-16
Ca =	3,65E-05	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite HD =	64,00	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite MD =	159,01674	Tabla D1.1 AISC 341-16

Conclusión: **El alma tiene alta ductilidad**

**Revisión del patin**

Rel. Ancho espesor =	7,81	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite HD =	9,09	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite MD =	13,36	Tabla D1.1 AISC 341-16

Conclusión: **El patín tiene alta ductilidad**

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

**Revisión del pandeo local del alma**

Rel. Ancho espesor =	40,00	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite compacto =	106,77	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite no compacto =	159,02	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite esbelto =	260,00	

Conclusión: **El alma es compacta**

**Revisión del pandeo local del patin**

Rel. Ancho espesor =	7,81	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite compacto =	10,79	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite no compactos =	27,71	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite esbelto =	240,00	

Conclusión: **El patín es compacto**

**Revisión por Fluencia y Pandeo Lateral-Torsional**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

**Revisión por fluencia**

Momento nominal Mn =	5,93 ton-m	Ecuación F2-1
----------------------	------------	---------------

**Revisión por pandeo lateral torsional**

Sección F2-2	
Longitud no arriostrada Lb	0,00 cm
Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp	147,30 cm
Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr	465,10 cm

Conclusión: **La longitud no arriostrada Lb es menor a la longitud arriostrada Lp.**

Por lo tanto no aplica la revisión del LTB

Momento nominal Mn =	No aplica esta revisión
----------------------	-------------------------

Resistencia  $\phi Mn = 5,34 \text{ ton-m}$

Conclusión Revisión: **Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal dada por la ecuación G2-1 AISC 360-16

Área resistente al corte Aw =	9,20 cm <sup>2</sup>
Relación altura-espesor h/tw =	36,80
Límite relación altura-espesor =	69,84
Coefficiente kv =	5,00
Coefficiente de resistencia de corte del alma en pandeo Cv1 =	1,00

Resistencia nominal Vn = 13,97 ton

Resistencia  $\phi Vn = 12,57 \text{ ton}$

Conclusión Revisión: **Resistencia satisfactoria**

Proyecto: **Diseño estructural del edificio de educación virtual en la Ciudad Universitaria Milagro**

NIVEL	ELEMENTO	TRAMO	Norma de diseño	Tipo de estructura	Sección	Longitud de viga
PLANTA ALTA	VIGA	C2-D2	AISC 360-16 AISC 341-16	Portico Especial a Momento con Arriostramientos Concéntricos	VPX	4,40 m

¿Se dispone de soporte lateral completo?  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

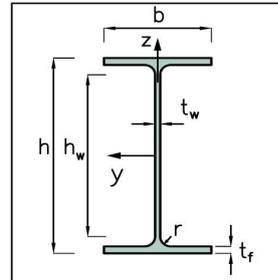
**Si**

h	20,00	cm
tw	0,50	cm
b	12,50	cm
tf	0,80	cm

L = 0,00 m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	30,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	2177,6	cm <sup>4</sup>
Iy =	260,6	cm <sup>4</sup>
Sx =	217,8	cm <sup>3</sup>
Sy =	41,7	cm <sup>3</sup>
J =	5,1	cm <sup>4</sup>
Cw =	27380,2	cm <sup>6</sup>
Zx =	234,3	cm <sup>3</sup>
Zy =	60,1	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,1	-
kc =	0,63	-
Rx =	8,5	cm
Ry =	2,9	cm
Rt =	3,47	cm

Propiedades mecanicas		
Acero <b>A36</b>		
Fy =	2530	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2,04E+06	kg/cm <sup>2</sup>
G =	7,84E+05	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	



**SOLICITACIONES POR COMBINACIONES DE CARGAS**

Carga axial P =	0,005	ton	Lp =	147,3	cm
Momento eje fuerte Mx =	2,583	ton-m	Lr =	465,1	cm
Momento eje débil My =	0,003	ton-m	X1 =	159579,3211	
Cortante V =	2,824	ton	X2 =	1,2465E-06	

**CHEQUEOS DE LIMITE DE DEFLEXIONES**

Carga	Deflexion (m)	Limite (m)	Ratio	Status
Peso Propio	0,00146	L/120	0,03667	Deflexión cumple límites
Sobrecarga + Viva	0,00139	L/120	0,03667	Deflexión cumple límites
Viva	0,00139	L/360	0,01222	Deflexión cumple límites
Servicio	0,00285	L/240	0,01833	Deflexión cumple límites

**CHEQUEOS DE COMPACIDAD SISMICA**

**Revisión del alma**

Rel. Ancho espesor =	40	Tabla D1.1 AISC 341-16
Ca =	4,76E-05	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite HD =	64,00	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite MD =	159,01674	Tabla D1.1 AISC 341-16

Conclusión: **El alma tiene alta ductilidad**

**Revisión del patin**

Rel. Ancho espesor =	7,81	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite HD =	9,09	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite MD =	13,36	Tabla D1.1 AISC 341-16

Conclusión: **El patín tiene alta ductilidad**

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

**Revisión del pandeo local del alma**

Rel. Ancho espesor =	40,00	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite compacto =	106,77	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite no compacto =	159,02	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite esbelto =	260,00	

Conclusión: **El alma es compacta**

**Revisión del pandeo local del patin**

Rel. Ancho espesor =	7,81	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite compacto =	10,79	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite no compactos =	27,71	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite esbelto =	240,00	

Conclusión: **El patín es compacto**

**Revisión por Fluencia y Pandeo Lateral-Torsional**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

**Revisión por fluencia**

Momento nominal Mn =	5,93 ton-m	Ecuación F2-1
----------------------	------------	---------------

**Revisión por pandeo lateral torsional**

Sección F2-2	
Longitud no arriestrada Lb	0,00 cm
Longitud no arriestrada: Estado límite de fluencia Lp	147,30 cm
Longitud no arriestrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr	465,10 cm

Conclusión: **La longitud no arriestrada Lb es menor a la longitud arriestrada Lp.**

Por lo tanto no aplica la revisión del LTB

Momento nominal Mn =	No aplica esta revisión
----------------------	-------------------------

Resistencia  $\phi Mn = 5,34 \text{ ton-m}$

Conclusión Revisión: **Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal dada por la ecuación G2-1 AISC 360-16

Área resistente al corte Aw =	9,20 cm <sup>2</sup>
Relación altura-espesor h/tw =	36,80
Límite relación altura-espesor =	69,84
Coefficiente kv =	5,00
Coefficiente de resistencia de corte del alma en pandeo Cv1 =	1,00

Resistencia nominal Vn = 13,97 ton

Resistencia  $\phi Vn = 12,57 \text{ ton}$

Conclusión Revisión: **Resistencia satisfactoria**

Proyecto: **Diseño estructural del edificio de educación virtual en la Ciudad Universitaria Milagro**

NIVEL	ELEMENTO	TRAMO	Norma de diseño	Tipo de estructura	Sección	Longitud de viga
PLANTA ALTA	VIGA	A2-B2	AISC 360-16 AISC 341-16	Portico Especial a Momento con Arriostramientos Concéntricos	VPX	4,40 m

¿Se dispone de soporte lateral completo?  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

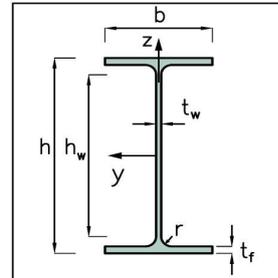
**Si**

h	20,00	cm
tw	0,50	cm
b	12,50	cm
tf	0,80	cm

L = 0,00 m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	30,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	2177,6	cm <sup>4</sup>
Iy =	260,6	cm <sup>4</sup>
Sx =	217,8	cm <sup>3</sup>
Sy =	41,7	cm <sup>3</sup>
J =	5,1	cm <sup>4</sup>
Cw =	27380,2	cm <sup>6</sup>
Zx =	234,3	cm <sup>3</sup>
Zy =	60,1	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,1	-
kc =	0,63	-
Rx =	8,5	cm
Ry =	2,9	cm
Rt =	3,47	cm

Propiedades mecanicas		
Acero <b>A36</b>		
Fy =	2530	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2,04E+06	kg/cm <sup>2</sup>
G =	7,84E+05	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	



#### SOLICITACIONES POR COMBINACIONES DE CARGAS

Carga axial P =	0,005	ton	Lp =	147,3	cm
Momento eje fuerte Mx =	2,289	ton-m	Lr =	465,1	cm
Momento eje débil My =	0,003	ton-m	X1 =	159579,3211	
Cortante V =	2,804	ton	X2 =	1,2465E-06	

#### CHEQUEOS DE LIMITE DE DEFLEXIONES

Carga	Deflexion (m)	Limite (m)	Ratio	Status
Peso Propio	0,00152	L/120	0,03667	Deflexión cumple límites
Sobrecarga + Viva	0,00139	L/120	0,03667	Deflexión cumple límites
Viva	0,00139	L/360	0,01222	Deflexión cumple límites
Servicio	0,00291	L/240	0,01833	Deflexión cumple límites

#### CHEQUEOS DE COMPACIDAD SISMICA

##### Revisión del alma

Rel. Ancho espesor =	40	Tabla D1.1 AISC 341-16
Ca =	4,76E-05	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite HD =	64,00	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite MD =	159,01674	Tabla D1.1 AISC 341-16

Conclusión: **El alma tiene alta ductilidad**

##### Revisión del patin

Rel. Ancho espesor =	7,81	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite HD =	9,09	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite MD =	13,36	Tabla D1.1 AISC 341-16

Conclusión: **El patín tiene alta ductilidad**

#### CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS

##### Revisión del pandeo local del alma

Rel. Ancho espesor =	40,00	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite compacto =	106,77	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite no compacto =	159,02	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite esbelto =	260,00	

Conclusión: **El alma es compacta**

##### Revisión del pandeo local del patin

Rel. Ancho espesor =	7,81	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite compacto =	10,79	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite no compactos =	27,71	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite esbelto =	240,00	

Conclusión: **El patín es compacto**

#### Revisión por Fluencia y Pandeo Lateral-Torsional

##### CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION

##### Revisión por fluencia

Momento nominal Mn =	5,93 ton-m	Ecuación F2-1
----------------------	------------	---------------

##### Revisión por pandeo lateral torsional

Longitud no arriostrada Lb	0,00	cm
Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp	147,30	cm
Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr	465,10	cm

Conclusión: **La longitud no arriostrada Lb es menor a la longitud arriostrada Lp.**

Por lo tanto no aplica la revisión del LTB

Momento nominal Mn =	No aplica esta revisión
----------------------	-------------------------

Resistencia  $\phi Mn =$  **5,34 ton-m**

Conclusión Revisión: **Resistencia satisfactoria**

##### CHEQUEO DE CORTANTE

Resistencia nominal dada por la ecuación G2-1 AISC 360-16

Área resistente al corte Aw =	9,20	cm <sup>2</sup>
Relación altura-espesor h/tw =	36,80	
Límite relación altura-espesor =	69,84	
Coefficiente kv =	5,00	
Coefficiente de resistencia de corte del alma en pandeo Cv1 =	1,00	

Resistencia nominal Vn = 13,97 ton

Resistencia  $\phi Vn =$  **12,57 ton**

Conclusión Revisión: **Resistencia satisfactoria**

Proyecto: **Diseño estructural del edificio de educación virtual en la Ciudad Universitaria Milagro**

NIVEL	ELEMENTO	TRAMO	Norma de diseño	Tipo de estructura	Sección	Longitud de viga
PLANTA ALTA	VIGA	B2-C2	AISC 360-16 AISC 341-16	Portico Especial a Momento con Arriostramientos Concentricos	VPX	2,80 m

¿Se dispone de soporte lateral completo?  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

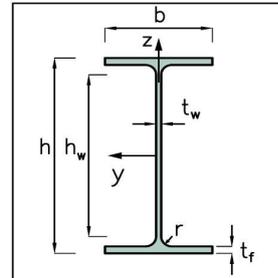
**Si**

h	20,00	cm
tw	0,50	cm
b	12,50	cm
tf	0,80	cm

L = 0,00 m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	30,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	2177,6	cm <sup>4</sup>
Iy =	260,6	cm <sup>4</sup>
Sx =	217,8	cm <sup>3</sup>
Sy =	41,7	cm <sup>3</sup>
J =	5,1	cm <sup>4</sup>
Cw =	27380,2	cm <sup>6</sup>
Zx =	234,3	cm <sup>3</sup>
Zy =	60,1	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,1	-
kc =	0,63	-
Rx =	8,5	cm
Ry =	2,9	cm
Rt =	3,47	cm

Propiedades mecanicas		
Acero <b>A36</b>		
Fy =	2530	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2,04E+06	kg/cm <sup>2</sup>
G =	7,84E+05	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	



**SOLICITACIONES POR COMBINACIONES DE CARGAS**

Carga axial P =	0,003	ton	Lp =	147,3	cm
Momento eje fuerte Mx =	2,244	ton-m	Lr =	465,1	cm
Momento eje débil My =	0,001	ton-m	X1 =	159579,3211	
Cortante V =	2,669	ton	X2 =	1,2465E-06	

**CHEQUEOS DE LIMITE DE DEFLEXIONES**

Carga	Deflexion (m)	Limite (m)	Ratio	Status
Peso Propio	0,00012	L/120	0,02333	Deflexión cumple límites
Sobrecarag + Viva	0,0002	L/120	0,02333	Deflexión cumple límites
Viva	0,0002	L/360	0,00778	Deflexión cumple límites
Servicio	0,00032	L/240	0,01167	Deflexión cumple límites

**CHEQUEOS DE COMPACIDAD SISMICA**

**Revisión del alma**

Rel. Ancho espesor =	40	Tabla D1.1 AISC 341-16
Ca =	2,94E-05	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite HD =	64,00	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite MD =	159,01674	Tabla D1.1 AISC 341-16

Conclusión: **El alma tiene alta ductilidad**

**Revisión del patin**

Rel. Ancho espesor =	7,81	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite HD =	9,09	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite MD =	13,36	Tabla D1.1 AISC 341-16

Conclusión: **El patín tiene alta ductilidad**

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

**Revisión del pandeo local del alma**

Rel. Ancho espesor =	40,00	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite compacto =	106,77	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite no compacto =	159,02	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite esbelto =	260,00	

Conclusión: **El alma es compacta**

**Revisión del pandeo local del patin**

Rel. Ancho espesor =	7,81	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite compacto =	10,79	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite no compactos =	27,71	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite esbelto =	240,00	

Conclusión: **El patín es compacto**

**Revisión por Fluencia y Pandeo Lateral-Torsional**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

**Revisión por fluencia**

Momento nominal Mn =	5,93 ton-m	Ecuación F2-1
----------------------	------------	---------------

**Revisión por pandeo lateral torsional**

Sección F2-2	
Longitud no arriostrada Lb	0,00 cm
Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp	147,30 cm
Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr	465,10 cm

Conclusión: **La longitud no arriostrada Lb es menor a la logitud arriostrada Lp.**

Por lo tanto no aplica la revisión del LTB

Momento nominal Mn =	No aplica esta revisión
----------------------	-------------------------

Resistencia  $\phi Mn = 5,34 \text{ ton-m}$

Conclusión Revisión: **Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal dada por la ecuación G2-1 AISC 360-16

Área resistente al corte Aw =	9,20 cm <sup>2</sup>
Relación altura-espesor h/tw =	36,80
Límite relación altura-espesor =	69,84
Coefficiente kv =	5,00
Coefficiente de resistencia de corte del alma en pandeo Cv1 =	1,00

Resistencia nominal Vn = 13,97 ton

Resistencia  $\phi Vn = 12,57 \text{ ton}$

Conclusión Revisión: **Resistencia satisfactoria**

Proyecto: **Diseño estructural del edificio de educación virtual en la Ciudad Universitaria Milagro**

NIVEL	ELEMENTO	TRAMO	Norma de diseño	Tipo de estructura	Sección	Longitud de viga
PLANTA ALTA	VIGA	C2-D2	AISC 360-16 AISC 341-16	Portico Especial a Momento con Arriostramientos Concéntricos	VPX	4,40 m

¿Se dispone de soporte lateral completo?  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

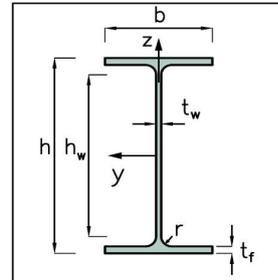
**Si**

h	20,00	cm
tw	0,50	cm
b	12,50	cm
tf	0,80	cm

L = **0,00 m**  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	30,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	2177,6	cm <sup>4</sup>
Iy =	260,6	cm <sup>4</sup>
Sx =	217,8	cm <sup>3</sup>
Sy =	41,7	cm <sup>3</sup>
J =	5,1	cm <sup>4</sup>
Cw =	27380,2	cm <sup>6</sup>
Zx =	234,3	cm <sup>3</sup>
Zy =	60,1	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,1	-
kc =	0,63	-
Rx =	8,5	cm
Ry =	2,9	cm
Rt =	3,47	cm

Propiedades mecanicas		
Acero <b>A36</b>		
Fy =	2530	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2,04E+06	kg/cm <sup>2</sup>
G =	7,84E+05	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	



**SOLICITACIONES POR COMBINACIONES DE CARGAS**

Carga axial P =	0,005	ton	Lp =	147,3	cm
Momento eje fuerte Mx =	2,172	ton-m	Lr =	465,1	cm
Momento eje débil My =	0,003	ton-m	X1 =	159579,3211	
Cortante V =	2,659	ton	X2 =	1,2465E-06	

**CHEQUEOS DE LIMITE DE DEFLEXIONES**

Carga	Deflexion (m)	Limite (m)	Ratio	Status
Peso Propio	0,00149	L/120	0,03667	Deflexión cumple límites
Sobrecarga + Viva	0,00139	L/120	0,03667	Deflexión cumple límites
Viva	0,00288	L/360	0,01222	Deflexión cumple límites
Servicio	0,00288	L/240	0,01833	Deflexión cumple límites

**CHEQUEOS DE COMPACIDAD SISMICA**

**Revisión del alma**

Rel. Ancho espesor =	40	Tabla D1.1 AISC 341-16
Ca =	4,76E-05	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite HD =	64,00	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite MD =	159,01674	Tabla D1.1 AISC 341-16

Conclusión: **El alma tiene alta ductilidad**

**Revisión del patin**

Rel. Ancho espesor =	7,81	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite HD =	9,09	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite MD =	13,36	Tabla D1.1 AISC 341-16

Conclusión: **El patín tiene alta ductilidad**

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

**Revisión del pandeo local del alma**

Rel. Ancho espesor =	40,00	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite compacto =	106,77	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite no compacto =	159,02	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite esbelto =	260,00	

Conclusión: **El alma es compacta**

**Revisión del pandeo local del patin**

Rel. Ancho espesor =	7,81	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite compacto =	10,79	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite no compactos =	27,71	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite esbelto =	240,00	

Conclusión: **El patín es compacto**

**Revisión por Fluencia y Pandeo Lateral-Torsional**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

**Revisión por fluencia**

Momento nominal Mn =	5,93 ton-m	Ecuación F2-1
----------------------	------------	---------------

**Revisión por pandeo lateral torsional**

Sección F2-2	
Longitud no arriestrada Lb	0,00 cm
Longitud no arriestrada: Estado límite de fluencia Lp	147,30 cm
Longitud no arriestrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr	465,10 cm

Conclusión: **La longitud no arriestrada Lb es menor a la longitud arriestrada Lp.**

Por lo tanto no aplica la revisión del LTB

Momento nominal Mn =	No aplica esta revisión
----------------------	-------------------------

Resistencia  $\phi Mn =$  **5,34 ton-m**

Conclusión Revisión: **Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal dada por la ecuación G2-1 AISC 360-16

Área resistente al corte Aw =	9,20 cm <sup>2</sup>
Relación altura-espesor h/tw =	36,80
Límite relación altura-espesor =	69,84
Coefficiente kv =	5,00
Coefficiente de resistencia de corte del alma en pandeo Cv1 =	1,00

Resistencia nominal Vn = 13,97 ton

Resistencia  $\phi Vn =$  **12,57 ton**

Conclusión Revisión: **Resistencia satisfactoria**

Proyecto: **Diseño estructural del edificio de educación virtual en la Ciudad Universitaria Milagro**

NIVEL	ELEMENTO	TRAMO	Norma de diseño	Tipo de estructura	Sección	Longitud de viga
PLANTA ALTA	VIGA	4A-3A	AISC 360-16 AISC 341-16	Portico Especial a Momento con Arriostramientos Concentricos	VPY	8,00 m

¿Se dispone de soporte lateral completo?  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

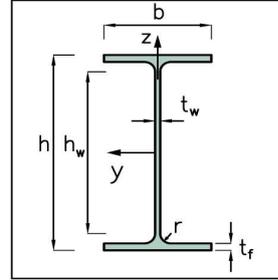
**Si**

h	30,00	cm
tw	1,00	cm
b	15,00	cm
tf	1,00	cm

L = 0,00 m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	60,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	8560,0	cm <sup>4</sup>
Iy =	564,8	cm <sup>4</sup>
Sx =	570,7	cm <sup>3</sup>
Sy =	75,3	cm <sup>3</sup>
J =	20,0	cm <sup>4</sup>
Cw =	135701,2	cm <sup>6</sup>
Zx =	631,0	cm <sup>3</sup>
Zy =	113,0	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,1	-
kc =	0,73	-
Rx =	11,9	cm
Ry =	3,1	cm
Rt =	4,01	cm

Propiedades mecanicas		
Acero <b>A36</b>		
Fy =	2530	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2,04E+06	kg/cm <sup>2</sup>
G =	7,84E+05	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	



**SOLICITACIONES POR COMBINACIONES DE CARGAS**

Carga axial P =	0,000	ton	Lp =	153,3	cm
Momento eje fuerte Mx =	13,309	ton-m	Lr =	518,9	cm
Momento eje débil My =	0,000	ton-m	X1 =	170536,4126	
Cortante V =	7,897	ton	X2 =	1,27291E-06	

**CHEQUEOS DE LIMITE DE DEFLEXIONES**

Carga	Deflexion (m)	Limite (m)	Ratio	Status
Peso Propio	0,00995	L/120	0,06667	Deflexión cumple límites
Sobrecarga + Viva	0,00987	L/120	0,06667	Deflexión cumple límites
Viva	0,00987	L/360	0,02222	Deflexión cumple límites
Servicio	0,01982	L/240	0,03333	Deflexión cumple límites

**CHEQUEOS DE COMPACIDAD SISMICA**

**Revisión del alma**

Rel. Ancho espesor =	30	Tabla D1.1 AISC 341-16
Ca =	5,07E-07	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite HD =	64,01	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite MD =	159,01674	Tabla D1.1 AISC 341-16

Conclusión: **El alma tiene alta ductilidad**

**Revisión del patin**

Rel. Ancho espesor =	7,50	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite HD =	9,09	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite MD =	13,36	Tabla D1.1 AISC 341-16

Conclusión: **El patín tiene alta ductilidad**

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

**Revisión del pandeo local del alma**

Rel. Ancho espesor =	30,00	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite compacto =	106,77	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite no compacto =	159,02	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite esbelto =	260,00	

Conclusión: **El alma es compacta**

**Revisión del pandeo local del patin**

Rel. Ancho espesor =	7,50	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite compacto =	10,79	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite no compactos =	27,71	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite esbelto =	240,00	

Conclusión: **El patín es compacto**

**Revisión por Fluencia y Pandeo Lateral-Torsional**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

**Revisión por fluencia**

Momento nominal Mn =	15,96 ton-m	Ecuación F2-1
----------------------	-------------	---------------

**Revisión por pandeo lateral torsional**

Sección F2-2	
Longitud no arriestrada Lb	0,00 cm
Longitud no arriestrada: Estado límite de fluencia Lp	153,34 cm
Longitud no arriestrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr	518,94 cm

Conclusión: **La longitud no arriestrada Lb es menor a la logitud arriestrada Lp.**

Por lo tanto no aplica la revisión del LTB

Momento nominal Mn =	No aplica esta revisión
----------------------	-------------------------

Resistencia  $\phi Mn = 14,37 \text{ ton-m}$

Conclusión Revisión: **Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal dada por la ecuación G2-1 AISC 360-16

Área resistente al corte Aw =	28,00 cm <sup>2</sup>
Relación altura-espesor h/tw =	28,00
Límite relación altura-espesor =	69,84
Coefficiente kv =	5,00
Coefficiente de resistencia de corte del alma en pandeo Cv1 =	1,00

Resistencia nominal Vn = 42,50 ton

Resistencia  $\phi Vn = 38,25 \text{ ton}$

Conclusión Revisión: **Resistencia satisfactoria**

Proyecto: **Diseño estructural del edificio de educación virtual en la Ciudad Universitaria Milagro**

NIVEL	ELEMENTO	TRAMO	Norma de diseño	Tipo de estructura	Sección	Longitud de viga
PLANTA ALTA	VIGA	3A-2A	AISC 360-16 AISC 341-16	Portico Especial a Momento con Arriostramientos Concéntricos	VPY	8,13 m

¿Se dispone de soporte lateral completo?  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

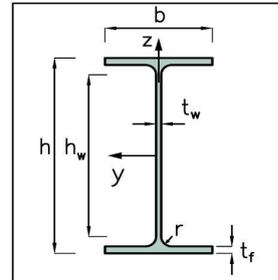
**Si**

h	30,00	cm
tw	1,00	cm
b	15,00	cm
tf	1,00	cm

L = 0,00 m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	60,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	8560,0	cm <sup>4</sup>
Iy =	564,8	cm <sup>4</sup>
Sx =	570,7	cm <sup>3</sup>
Sy =	75,3	cm <sup>3</sup>
J =	20,0	cm <sup>4</sup>
Cw =	135701,2	cm <sup>6</sup>
Zx =	631,0	cm <sup>3</sup>
Zy =	113,0	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,1	-
kc =	0,73	-
Rx =	11,9	cm
Ry =	3,1	cm
Rt =	4,01	cm

Propiedades mecanicas		
Acero <b>A36</b>		
Fy =	2530	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2,04E+06	kg/cm <sup>2</sup>
G =	7,84E+05	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	



**SOLICITACIONES POR COMBINACIONES DE CARGAS**

Carga axial P =	0,000	ton	Lp =	153,3	cm
Momento eje fuerte Mx =	13,309	ton-m	Lr =	518,9	cm
Momento eje débil My =	0,000	ton-m	X1 =	170536,4126	
Cortante V =	7,897	ton	X2 =	1,27291E-06	

**CHEQUEOS DE LIMITE DE DEFLEXIONES**

Carga	Deflexion (m)	Limite (m)	Ratio	Status
Peso Propio	0,00995	L/120	0,06771	Deflexión cumple límites
Sobrecarag + Viva	0,00987	L/120	0,06771	Deflexión cumple límites
Viva	0,00987	L/360	0,02257	Deflexión cumple límites
Servicio	0,01982	L/240	0,03385	Deflexión cumple límites

**CHEQUEOS DE COMPACIDAD SISMICA**

**Revisión del alma**

Rel. Ancho espesor =	30	Tabla D1.1 AISC 341-16
Ca =	5,07E-07	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite HD =	64,01	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite MD =	159,01674	Tabla D1.1 AISC 341-16

Conclusión: **El alma tiene alta ductilidad**

**Revisión del patin**

Rel. Ancho espesor =	7,50	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite HD =	9,09	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite MD =	13,36	Tabla D1.1 AISC 341-16

Conclusión: **El patín tiene alta ductilidad**

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

**Revisión del pandeo local del alma**

Rel. Ancho espesor =	30,00	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite compacto =	106,77	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite no compacto =	159,02	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite esbelto =	260,00	

Conclusión: **El alma es compacta**

**Revisión del pandeo local del patin**

Rel. Ancho espesor =	7,50	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite compacto =	10,79	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite no compactos =	27,71	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite esbelto =	240,00	

Conclusión: **El patín es compacto**

**Revisión por Fluencia y Pandeo Lateral-Torsional**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

**Revisión por fluencia**

Momento nominal Mn =	15,96 ton-m	Ecuación F2-1
----------------------	-------------	---------------

**Revisión por pandeo lateral torsional**

Sección F2-2	
Longitud no arriestrada Lb	0,00 cm
Longitud no arriestrada: Estado límite de fluencia Lp	153,34 cm
Longitud no arriestrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr	518,94 cm

Conclusión: **La longitud no arriestrada Lb es menor a la logitud arriestrada Lp.**

Por lo tanto no aplica la revisión del LTB

Momento nominal Mn =	No aplica esta revisión
----------------------	-------------------------

Resistencia  $\phi Mn = 14,37 \text{ ton-m}$

Conclusión Revisión: **Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal dada por la ecuación G2-1 AISC 360-16

Área resistente al corte Aw =	28,00 cm <sup>2</sup>
Relación altura-espesor h/tw =	28,00
Límite relación altura-espesor =	69,84
Coefficiente kv =	5,00
Coefficiente de resistencia de corte del alma en pandeo Cv1 =	1,00

Resistencia nominal Vn = 42,50 ton

Resistencia  $\phi Vn = 38,25 \text{ ton}$

Conclusión Revisión: **Resistencia satisfactoria**

Proyecto: **Diseño estructural del edificio de educación virtual en la Ciudad Universitaria Milagro**

NIVEL	ELEMENTO	TRAMO	Norma de diseño	Tipo de estructura	Sección	Longitud de viga
PLANTA ALTA	VIGA	2A-1A	AISC 360-16 AISC 341-16	Portico Especial a Momento con Arriostramientos Concéntricos	VPY	8,00 m

¿Se dispone de soporte lateral completo?  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

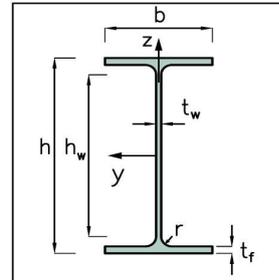
**Si**

h	30,00	cm
tw	1,00	cm
b	15,00	cm
tf	1,00	cm

L = 0,00 m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	60,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	8560,0	cm <sup>4</sup>
Iy =	564,8	cm <sup>4</sup>
Sx =	570,7	cm <sup>3</sup>
Sy =	75,3	cm <sup>3</sup>
J =	20,0	cm <sup>4</sup>
Cw =	135701,2	cm <sup>6</sup>
Zx =	631,0	cm <sup>3</sup>
Zy =	113,0	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,1	-
kc =	0,73	-
Rx =	11,9	cm
Ry =	3,1	cm
Rt =	4,01	cm

Propiedades mecanicas		
Acero <b>A36</b>		
Fy =	2530	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2,04E+06	kg/cm <sup>2</sup>
G =	7,84E+05	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	



**SOLICITACIONES POR COMBINACIONES DE CARGAS**

Carga axial P =	0,000	ton	Lp =	153,3	cm
Momento eje fuerte Mx =	12,270	ton-m	Lr =	518,9	cm
Momento eje débil My =	0,000	ton-m	X1 =	170536,4126	
Cortante V =	7,090	ton	X2 =	1,27291E-06	

**CHEQUEOS DE LIMITE DE DEFLEXIONES**

Carga	Deflexion (m)	Limite (m)	Ratio	Status
Peso Propio	0,01066	L/120	0,06667	Deflexión cumple límites
Sobrecarag + Viva	0,00926	L/120	0,06667	Deflexión cumple límites
Viva	0,00926	L/360	0,02222	Deflexión cumple límites
Servicio	0,01992	L/240	0,03333	Deflexión cumple límites

**CHEQUEOS DE COMPACIDAD SISMICA**

**Revisión del alma**

Rel. Ancho espesor =	30	Tabla D1.1 AISC 341-16
Ca =	5,07E-07	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite HD =	64,01	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite MD =	159,01674	Tabla D1.1 AISC 341-16

Conclusión: **El alma tiene alta ductilidad**

**Revisión del patin**

Rel. Ancho espesor =	7,50	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite HD =	9,09	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite MD =	13,36	Tabla D1.1 AISC 341-16

Conclusión: **El patín tiene alta ductilidad**

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

**Revisión del pandeo local del alma**

Rel. Ancho espesor =	30,00	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite compacto =	106,77	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite no compacto =	159,02	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite esbelto =	260,00	

Conclusión: **El alma es compacta**

**Revisión del pandeo local del patin**

Rel. Ancho espesor =	7,50	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite compacto =	10,79	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite no compactos =	27,71	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite esbelto =	240,00	

Conclusión: **El patín es compacto**

**Revisión por Fluencia y Pandeo Lateral-Torsional**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

**Revisión por fluencia**

Momento nominal Mn =	15,96 ton-m	Ecuación F2-1
----------------------	-------------	---------------

**Revisión por pandeo lateral torsional**

Sección F2-2	
Longitud no arriestrada Lb	0,00 cm
Longitud no arriestrada: Estado límite de fluencia Lp	153,34 cm
Longitud no arriestrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr	518,94 cm

Conclusión: **La longitud no arriestrada Lb es menor a la logitud arriestrada Lp.**

Por lo tanto no aplica la revisión del LTB

Momento nominal Mn =	No aplica esta revisión
----------------------	-------------------------

Resistencia  $\phi Mn = 14,37 \text{ ton-m}$

Conclusión Revisión: **Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal dada por la ecuación G2-1 AISC 360-16

Área resistente al corte Aw =	28,00 cm <sup>2</sup>
Relación altura-espesor h/tw =	28,00
Límite relación altura-espesor =	69,84
Coefficiente kv =	5,00
Coefficiente de resistencia de corte del alma en pandeo Cv1 =	1,00

Resistencia nominal Vn = 42,50 ton

Resistencia  $\phi Vn = 38,25 \text{ ton}$

Conclusión Revisión: **Resistencia satisfactoria**

Proyecto: **Diseño estructural del edificio de educación virtual en la Ciudad Universitaria Milagro**

NIVEL	ELEMENTO	TRAMO	Norma de diseño	Tipo de estructura	Sección	Longitud de viga
PLANTA ALTA	VIGA	4D-3D	AISC 360-16 AISC 341-16	Portico Especial a Momento con Arriostramientos Concéntricos	VPY	8,00 m

¿Se dispone de soporte lateral completo?  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

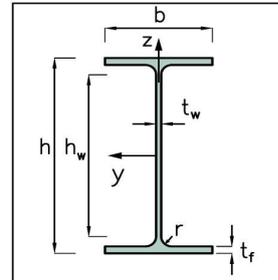
**Si**

h	30,00	cm
tw	1,00	cm
b	15,00	cm
tf	1,00	cm

L = 0,00 m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	60,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	8560,0	cm <sup>4</sup>
Iy =	564,8	cm <sup>4</sup>
Sx =	570,7	cm <sup>3</sup>
Sy =	75,3	cm <sup>3</sup>
J =	20,0	cm <sup>4</sup>
Cw =	135701,2	cm <sup>6</sup>
Zx =	631,0	cm <sup>3</sup>
Zy =	113,0	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,1	-
kc =	0,73	-
Rx =	11,9	cm
Ry =	3,1	cm
Rt =	4,01	cm

Propiedades mecanicas		
Acero <b>A36</b>		
Fy =	2530	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2,04E+06	kg/cm <sup>2</sup>
G =	7,84E+05	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	



**SOLICITACIONES POR COMBINACIONES DE CARGAS**

Carga axial P =	0,000	ton	Lp =	153,3	cm
Momento eje fuerte Mx =	14,151	ton-m	Lr =	518,9	cm
Momento eje débil My =	0,000	ton-m	X1 =	170536,4126	
Cortante V =	8,232	ton	X2 =	1,27291E-06	

**CHEQUEOS DE LIMITE DE DEFLEXIONES**

Carga	Deflexion (m)	Limite (m)	Ratio	Status
Peso Propio	0,01061	L/120	0,06667	Deflexión cumple límites
Sobrecarag + Viva	0,00926	L/120	0,06667	Deflexión cumple límites
Viva	0,00926	L/360	0,02222	Deflexión cumple límites
Servicio	0,001987	L/240	0,03333	Deflexión cumple límites

**CHEQUEOS DE COMPACIDAD SISMICA**

**Revisión del alma**

Rel. Ancho espesor =	30	Tabla D1.1 AISC 341-16
Ca =	5,07E-07	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite HD =	64,01	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite MD =	159,01674	Tabla D1.1 AISC 341-16

Conclusión: **El alma tiene alta ductilidad**

**Revisión del patin**

Rel. Ancho espesor =	7,50	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite HD =	9,09	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite MD =	13,36	Tabla D1.1 AISC 341-16

Conclusión: **El patín tiene alta ductilidad**

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

**Revisión del pandeo local del alma**

Rel. Ancho espesor =	30,00	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite compacto =	106,77	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite no compacto =	159,02	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite esbelto =	260,00	

Conclusión: **El alma es compacta**

**Revisión del pandeo local del patin**

Rel. Ancho espesor =	7,50	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite compacto =	10,79	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite no compactos =	27,71	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite esbelto =	240,00	

Conclusión: **El patín es compacto**

**Revisión por Fluencia y Pandeo Lateral-Torsional**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

**Revisión por fluencia**

Momento nominal Mn =	15,96 ton-m	Ecuación F2-1
----------------------	-------------	---------------

**Revisión por pandeo lateral torsional**

Sección F2-2	
Longitud no arriestrada Lb	0,00 cm
Longitud no arriestrada: Estado límite de fluencia Lp	153,34 cm
Longitud no arriestrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr	518,94 cm

Conclusión: **La longitud no arriestrada Lb es menor a la logitud arriestrada Lp.**

Por lo tanto no aplica la revisión del LTB

Momento nominal Mn =	No aplica esta revisión
----------------------	-------------------------

Resistencia  $\phi Mn = 14,37 \text{ ton-m}$

Conclusión Revisión: **Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal dada por la ecuación G2-1 AISC 360-16

Área resistente al corte Aw =	28,00 cm <sup>2</sup>
Relación altura-espesor h/tw =	28,00
Límite relación altura-espesor =	69,84
Coefficiente kv =	5,00
Coefficiente de resistencia de corte del alma en pandeo Cv1 =	1,00

Resistencia nominal Vn = 42,50 ton

Resistencia  $\phi Vn = 38,25 \text{ ton}$

Conclusión Revisión: **Resistencia satisfactoria**

NIVEL	ELEMENTO	TRAMO	Norma de diseño	Tipo de estructura	Sección	Longitud de viga
PLANTA ALTA	VIGA	3D-2D	AISC 360-16 AISC 341-16	Portico Especial a Momento con Arriostramientos Concéntricos	VPY	8,13 m

¿Se dispone de soporte lateral completo?  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

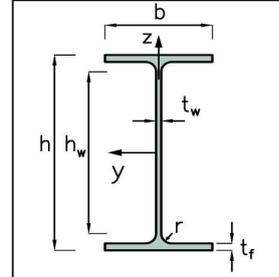
**Si**

h	30,00	cm
tw	1,00	cm
b	15,00	cm
tf	1,00	cm

L = 0,00 m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	60,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	8560,0	cm <sup>4</sup>
Iy =	564,8	cm <sup>4</sup>
Sx =	570,7	cm <sup>3</sup>
Sy =	75,3	cm <sup>3</sup>
J =	20,0	cm <sup>4</sup>
Cw =	135701,2	cm <sup>6</sup>
Zx =	631,0	cm <sup>3</sup>
Zy =	113,0	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,1	-
kc =	0,73	-
Rx =	11,9	cm
Ry =	3,1	cm
Rt =	4,01	cm

Propiedades mecanicas		
Acero <b>A36</b>		
Fy =	2530	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2,04E+06	kg/cm <sup>2</sup>
G =	7,84E+05	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	



**SOLICITACIONES POR COMBINACIONES DE CARGAS**

Carga axial P =	0,000	ton	Lp =	153,3	cm
Momento eje fuerte Mx =	13,372	ton-m	Lr =	518,9	cm
Momento eje débil My =	0,000	ton-m	X1 =	170536,4126	
Cortante V =	7,912	ton	X2 =	1,27291E-06	

**CHEQUEOS DE LIMITE DE DEFLEXIONES**

Carga	Deflexion (m)	Limite (m)	Ratio	Status
Peso Propio	0,00995	L/120	0,06771	Deflexión cumple límites
Sobrecarga + Viva	0,00987	L/120	0,06771	Deflexión cumple límites
Viva	0,00987	L/360	0,02257	Deflexión cumple límites
Servicio	0,01982	L/240	0,03385	Deflexión cumple límites

**CHEQUEOS DE COMPACIDAD SISMICA**

**Revisión del alma**

Rel. Ancho espesor =	30	Tabla D1.1 AISC 341-16
Ca =	5,07E-07	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite HD =	64,01	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite MD =	159,01674	Tabla D1.1 AISC 341-16

Conclusión: **El alma tiene alta ductilidad**

**Revisión del patin**

Rel. Ancho espesor =	7,50	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite HD =	9,09	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite MD =	13,36	Tabla D1.1 AISC 341-16

Conclusión: **El patín tiene alta ductilidad**

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

**Revisión del pandeo local del alma**

Rel. Ancho espesor =	30,00	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite compacto =	106,77	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite no compacto =	159,02	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite esbelto =	260,00	

Conclusión: **El alma es compacta**

**Revisión del pandeo local del patin**

Rel. Ancho espesor =	7,50	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite compacto =	10,79	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite no compactos =	27,71	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite esbelto =	240,00	

Conclusión: **El patín es compacto**

**Revisión por Fluencia y Pandeo Lateral-Torsional**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

**Revisión por fluencia**

Momento nominal Mn =	15,96 ton-m	Ecuación F2-1
----------------------	-------------	---------------

**Revisión por pandeo lateral torsional**

Sección F2-2	
Longitud no arriostrada Lb	0,00 cm
Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp	153,34 cm
Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr	518,94 cm

Conclusión: **La longitud no arriostrada Lb es menor a la longitud arriostrada Lp.**

Por lo tanto no aplica la revisión del LTB

Momento nominal Mn =	No aplica esta revisión
----------------------	-------------------------

Resistencia  $\phi Mn = 14,37 \text{ ton-m}$

Conclusión Revisión: **Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal dada por la ecuación G2-1 AISC 360-16

Área resistente al corte Aw =	28,00 cm <sup>2</sup>
Relación altura-espesor h/tw =	28,00
Límite relación altura-espesor =	69,84
Coefficiente kv =	5,00
Coefficiente de resistencia de corte del alma en pandeo Cv1 =	1,00

Resistencia nominal Vn = 42,50 ton

Resistencia  $\phi Vn = 38,25 \text{ ton}$

Conclusión Revisión: **Resistencia satisfactoria**

Proyecto: **Diseño estructural del edificio de educación virtual en la Ciudad Universitaria Milagro**

NIVEL	ELEMENTO	TRAMO	Norma de diseño	Tipo de estructura	Sección	Longitud de viga
PLANTA ALTA	VIGA	2D-1D	AISC 360-16 AISC 341-16	Portico Especial a Momento con Arriostramientos Concéntricos	VPY	8,00 m

¿Se dispone de soporte lateral completo?  
(Union con losacero, diafragmas, etc.)

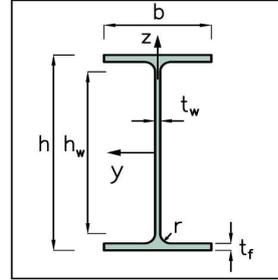
**Si**

h	30,00	cm
tw	1,00	cm
b	15,00	cm
tf	1,00	cm

L = 0,00 m  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geometricas		
Area =	60,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	8560,0	cm <sup>4</sup>
Iy =	564,8	cm <sup>4</sup>
Sx =	570,7	cm <sup>3</sup>
Sy =	75,3	cm <sup>3</sup>
J =	20,0	cm <sup>4</sup>
Cw =	135701,2	cm <sup>6</sup>
Zx =	631,0	cm <sup>3</sup>
Zy =	113,0	cm <sup>3</sup>
F. Forma =	1,1	-
kc =	0,73	-
Rx =	11,9	cm
Ry =	3,1	cm
Rt =	4,01	cm

Propiedades mecanicas		
Acero <b>A36</b>		
Fy =	2530	kg/cm <sup>2</sup>
Fu =	4080	kg/cm <sup>2</sup>
Fres =	1830	kg/cm <sup>2</sup>
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2,04E+06	kg/cm <sup>2</sup>
G =	7,84E+05	kg/cm <sup>2</sup>
u =	0,3	



**SOLICITACIONES POR COMBINACIONES DE CARGAS**

Carga axial P =	0,000	ton	Lp =	153,3	cm
Momento eje fuerte Mx =	14,192	ton-m	Lr =	518,9	cm
Momento eje débil My =	0,000	ton-m	X1 =	170536,4126	
Cortante V =	8,256	ton	X2 =	1,27291E-06	

**CHEQUEOS DE LIMITE DE DEFLEXIONES**

Carga	Deflexion (m)	Limite (m)	Ratio	Status
Peso Propio	0,01069	L/120	0,06667	Deflexión cumple límites
Sobrecarag + Viva	0,00926	L/120	0,06667	Deflexión cumple límites
Viva	0,00926	L/360	0,02222	Deflexión cumple límites
Servicio	0,01995	L/240	0,03333	Deflexión cumple límites

**CHEQUEOS DE COMPACIDAD SISMICA**

**Revisión del alma**

Rel. Ancho espesor =	30	Tabla D1.1 AISC 341-16
Ca =	5,07E-07	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite HD =	64,01	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite MD =	159,01674	Tabla D1.1 AISC 341-16

Conclusión: **El alma tiene alta ductilidad**

**Revisión del patin**

Rel. Ancho espesor =	7,50	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite HD =	9,09	Tabla D1.1 AISC 341-16
Rel. Limite MD =	13,36	Tabla D1.1 AISC 341-16

Conclusión: **El patín tiene alta ductilidad**

**CHEQUEOS DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

**Revisión del pandeo local del alma**

Rel. Ancho espesor =	30,00	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite compacto =	106,77	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite no compacto =	159,02	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16
Rel. Limite esbelto =	260,00	

Conclusión: **El alma es compacta**

**Revisión del pandeo local del patin**

Rel. Ancho espesor =	7,50	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite compacto =	10,79	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite no compactos =	27,71	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16
Rel. Limite esbelto =	240,00	

Conclusión: **El patín es compacto**

**Revisión por Fluencia y Pandeo Lateral-Torsional**

**CHEQUEOS DE RESISTENCIA A FLEXION**

**Revisión por fluencia**

Momento nominal Mn =	15,96 ton-m	Ecuación F2-1
----------------------	-------------	---------------

**Revisión por pandeo lateral torsional**

Sección F2-2	
Longitud no arriestrada Lb	0,00 cm
Longitud no arriestrada: Estado límite de fluencia Lp	153,34 cm
Longitud no arriestrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr	518,94 cm

Conclusión: **La longitud no arriestrada Lb es menor a la logitud arriestrada Lp.**

Por lo tanto no aplica la revisión del LTB

Momento nominal Mn =	No aplica esta revisión
----------------------	-------------------------

Resistencia  $\phi Mn = 14,37 \text{ ton-m}$

Conclusión Revisión: **Resistencia satisfactoria**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal dada por la ecuación G2-1 AISC 360-16

Área resistente al corte Aw =	28,00 cm <sup>2</sup>
Relación altura-espesor h/tw =	28,00
Límite relación altura-espesor =	69,84
Coefficiente kv =	5,00
Coefficiente de resistencia de corte del alma en pandeo Cv1 =	1,00

Resistencia nominal Vn = 42,50 ton

Resistencia  $\phi Vn = 38,25 \text{ ton}$

Conclusión Revisión: **Resistencia satisfactoria**

NIVEL	ELEMENTO	TRAMO	Norma de diseño	Tipo de estructura	Sección	Longitud de viga
PLANTA ALTA	VIGA	2D-1D	AISC 360-16 AISC 341-16	Portico Especial a Momento con Arriostramientos Concentricos	VPY	8,00 m

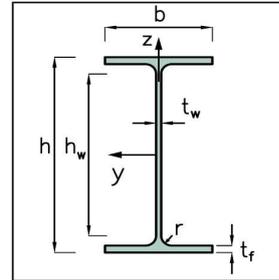
¿Se dispone de soporte lateral completo? (Union con losacero, diafragmas, etc.) **Si**

h	<b>30,00</b>	cm
tw =	<b>0,80</b>	cm
b	<b>15,00</b>	cm
tf =	<b>0,80</b>	cm

L = **0,00 m**  
Longitud no soportada lateralmente

Propiedades Geométricas		
Area =	48,0	cm <sup>2</sup>
Ix =	6917,1	cm <sup>4</sup>
Iy =	451,2	cm <sup>4</sup>
Sx =	461,1	cm <sup>3</sup>
Sy =	60,2	cm <sup>3</sup>
J =	10,2	cm <sup>4</sup>
Cw =	107009,4	cm <sup>6</sup>
Zx =	511,7	cm <sup>3</sup>
Zy =	90,3	cm <sup>3</sup>
F, Forma =	1,1	-
kc =	0,65	-
Rx =	12,0	cm
Ry =	3,1	cm
Rt =	4,01	cm

Propiedades mecánicas		
Acero	<b>A36</b>	
Fy =	2530 kg/cm <sup>2</sup>	
Fu =	4080 kg/cm <sup>2</sup>	
Fres =	1830 kg/cm <sup>2</sup>	
Ry =	1,3	
Rt =	1,15	
E =	2,04E+06 kg/cm <sup>2</sup>	
G =	7,84E+05 kg/cm <sup>2</sup>	
u =	0,3	



**SOLICITACIONES POR COMBINACIONES DE CARGAS**

Carga axial P =	<b>0,000</b>	ton	Lp =	153,2	cm
Momento eje fuerte Mx =	<b>25,400</b>	ton-m	Lr =	474,0	cm
Momento eje débil My =	<b>0,000</b>	ton-m	X1 =	135065,8486	
Cortante V =	<b>15,680</b>	ton	X2 =	3,12995E-06	

**CHEQUES DE LIMITE DE DEFLEXIONES**

Carga	Deflexion (m)	Limite (m)	Ratio	Status
Peso Propio	0,01069	L/120	0,06667	Deflexión cumple límites
Sobrecarag + Viva	0,00926	L/120	0,06667	Deflexión cumple límites
Viva	0,00926	L/360	0,02222	Deflexión cumple límites
<b>Servicio</b>	<b>0,01995</b>	<b>L/240</b>	<b>0,03333</b>	<b>Deflexión cumple límites</b>

**CHEQUES DE COMPACIDAD SISMICA**

Revision del alma				Revision del patin			
Rel. Ancho espesor =	37,5	Tabla D1.1 AISC 341-16		Rel. Ancho espesor =	9,38	Tabla D1.1 AISC 341-16	
Ca =	6,33E-07	Tabla D1.1 AISC 341-16		Rel. Limite HD =	9,09	Tabla D1.1 AISC 341-16	
Rel. Limite HD =	64,01	Tabla D1.1 AISC 341-16		Rel. Limite MD =	13,36	Tabla D1.1 AISC 341-16	
Rel. Limite MD =	159,01674	Tabla D1.1 AISC 341-16					

Conclusión: **El alma tiene alta ductilidad**

Conclusión: **El patin es moderadamente ductil**

**CHEQUES DE ESBELTEZ DE ELEMENTOS ATIESADOS**

Revision del pandeo local del alma				Revision del pandeo local del patin			
Rel. Ancho espesor =	37,50	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16		Rel. Ancho espesor =	9,38	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16	
Rel. Limite compacto =	106,77	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16		Rel. Limite compacto =	10,79	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16	
Rel. Limite no compacto =	159,02	Tabla B4.1b Caso 15 AISC 360-16		Rel. Limite no compactos =	27,71	Tabla B4.1b Caso 10 AISC 360-16	
Rel. Limite esbelto =	260,00			Rel. Limite esbelto =	240,00		

Conclusión: **El alma es compacta**

Conclusión: **El patin es compacto**

**Revisión por Fluencia y Pandeo Lateral-Torsional**

**CHEQUES DE RESISTENCIA A FLEXION**

Revisión por fluencia		Sección F2-1	Ecuación F2-1
Momento nominal Mn =	12,95 ton-m		
Revisión por pandeo lateral torsional		Sección F2-2	Ecuación F2-5
Longitud no arriostrada Lb	0,00 cm		
Longitud no arriostrada: Estado límite de fluencia Lp	153,23 cm		
Longitud no arriostrada: Estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional Lr	474,05 cm		Ecuación F2-6

Conclusión: **La longitud no arriostrada Lb es menor a la longitud arriostrada Lp.**

Por lo tanto no aplica la revisión del LTB

Momento nominal Mn =		No aplica esta revisión
Resistencia $\phi Mn$ =	<b>11,65 ton-m</b>	

Conclusión Revisión: **Resistencia insuficiente. Elemento falla**

**CHEQUEO DE CORTANTE**

Resistencia nominal dada por la ecuación G2-1 AISC 360-16	
Área resistente al corte Aw =	22,72 cm <sup>2</sup>
Relación altura-espesor h/tw =	35,50
Límite relación altura-espesor =	69,84
Coefficiente kv =	5,00
Coefficiente de resistencia de corte del alma en pandeo Cv1 =	1,00

Resistencia nominal Vn =	34,49 ton
Resistencia $\phi Vn$ =	<b>31,04 ton</b>

Conclusión Revisión: **Resistencia satisfactoria**

# **ANEXO 5: MEMORIA DE CALCULO DEL DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN**

		EJE 5		EJE 4		EJE 3		EJE 2		EJE 1
EJE A	D	31,94 Ton		26,36 Ton		26,70 Ton		16,02 Ton		20,84 Ton
	L	2,96 Ton		3,94 Ton		4,02 Ton		1,97 Ton		1,15 Ton
		4,40 m	8,00 m		8,13 m		8,00 m		2,00 m	
EJE B	D	26,39 Ton		41,82 Ton		41,81 Ton		24,09 Ton		9,99 Ton
	L	3,71 Ton		9,21 Ton		9,60 Ton		4,66 Ton		0,29 Ton
		2,80 m	8,00 m		8,13 m		8,00 m		2,00 m	
EJE C	D	39,76 Ton		41,69 Ton		41,65 Ton		24,26 Ton		24,02 Ton
	L	4,19 Ton		9,21 Ton		9,59 Ton		4,79 Ton		0,92 Ton
		4,40 m	8,00 m		8,13 m		8,00 m		2,00 m	
EJE D	D	44,95 Ton		23,08 Ton		22,87 Ton		16,49 Ton		31,55 Ton
	L	3,27 Ton		3,76 Ton		3,64 Ton		1,70 Ton		1,40 Ton
			8,00 m		8,13 m		8,00 m		2,00 m	

	DESCARGA	CARGA DE SERVICIO	CARGA MAYORADA	AREA DE DESCARGA	ANCHO DE ZAPATA	ANCHO RECOMENDADO	Ws
EJE A	121,86 Ton 14,04 Ton	135,90 Ton	168,70 Ton	<b>18,12 m<sup>2</sup></b>	0,67 m	0,70 m	7,16 Ton/m <sup>2</sup>
EJE B	144,10 Ton 27,47 Ton	171,57 Ton	216,87 Ton	<b>22,88 m<sup>2</sup></b>	0,84 m	0,90 m	7,03 Ton/m <sup>2</sup>
EJE C	171,38 Ton 28,70 Ton	200,08 Ton	251,58 Ton	<b>26,68 m<sup>2</sup></b>	0,98 m	1,00 m	7,38 Ton/m <sup>2</sup>
EJE D	138,94 Ton 13,77 Ton	152,71 Ton	188,76 Ton	<b>20,36 m<sup>2</sup></b>	0,75 m	0,80 m	7,04 Ton/m <sup>2</sup>

	CARGA UNITARIA	ANCHO VIGA	Momento máximo +	Momento Máximo -	Peralte mínimo	Altura calculada	Altura adoptada
EJE A	7,52 Ton/m	0,50 m	45,51 Ton-m	62,49 Ton-m	64,07 cm	73,82 cm	75,00 cm
EJE B	9,49 Ton/m	0,50 m	45,86 Ton-m	62,96 Ton-m	64,31 cm	74,06 cm	75,00 cm
EJE C	11,06 Ton/m	0,50 m	68,74 Ton-m	94,38 Ton-m	78,73 cm	88,48 cm	90,00 cm
EJE D	8,44 Ton/m	0,50 m	51,15 Ton-m	70,23 Ton-m	67,92 cm	77,67 cm	80,00 cm

**Proyecto:** Diseño estructural del edificio de educación virtual en la Ciudad Universitaria Milagro

Elemento	Tramo	Norma de diseño	Tipo de estructura	Sección	Longitud de viga
VIGA	EJE B	ACI 318-16	Viga de concreto reforzada	T	27,13 m

**CALCULO DE ALTURA DE PATIN**

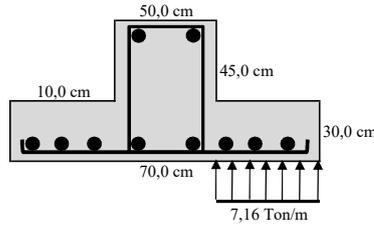
Ancho tributario  $B = 100,00$  cm  
 Momento máximo  $M_u = 0,11$  Ton-m  
 Cortante máximo  $V_u = 1,07$  Ton-m

Determinamos el peralte mínimo asociado a las solicitaciones del patín

Peralte asociado a  $M_u = 5,94$  cm  
 Peralte asociado a  $V_u = 18,64$  cm

Escogemos el mayor entre los calculados

Peralte mínimo patín = 18,64 cm  
 Altura recomendada del patín  $h_o = 30,00$  cm  
 Peralte recomendado del patín  $d_o = 21,80$  cm



**Dimensiones de viga**

Base mayor  $B = 70,00$  cm  
 Base menor  $b = 50,00$  cm  
 Altura de viga  $h = 45,00$  cm  
 Altura total  $H = 75,00$  cm  
 Altura patín  $h_o = 30,00$  cm  
 Recubrimiento  $r = 7,50$  cm  
 Esfuerzo compresión concreto  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>  
 Esfuerzo fluencia acero  $f_y = 4200$  kg/cm<sup>2</sup>

**CALCULO DE ACEROS DE REFUERZO LONGITUDINALES**

**REFUERZO NEGATIVO**

	APOYO 5	APOYO 4	APOYO 3	APOYO 2	APOYO 1
Momento mínimo $M^-$	1,16 Ton-m	62,49 Ton-m	49,88 Ton-m	39,84 Ton-m	1,16 Ton-m
$b$	50,00 cm	50,00 cm	50,00 cm	50,00 cm	50,00 cm
$H$	75,00 cm	75,00 cm	75,00 cm	75,00 cm	75,00 cm
$\phi$ barra	1/2 "	1/2 "	1/2 "	1/2 "	1/2 "
$\phi$ estribo	3/8 "	3/8 "	3/8 "	3/8 "	3/8 "
recub.	7,50 cm	7,50 cm	7,50 cm	7,50 cm	7,50 cm
Peralte de viga $d$	65,91 cm	65,91 cm	65,91 cm	65,91 cm	65,91 cm
$a$	0,219 cm	13,106 cm	10,212 cm	8,012 cm	0,219 cm
$A_s$	0,47 cm <sup>2</sup>	27,85 cm <sup>2</sup>	21,70 cm <sup>2</sup>	17,03 cm <sup>2</sup>	0,47 cm <sup>2</sup>
Refuerzo propuesto =	4 $\phi$ 20	4 $\phi$ 20	4 $\phi$ 20	4 $\phi$ 20	4 $\phi$ 20
Acero disponible $A_s =$	12,57 cm <sup>2</sup>	12,57 cm <sup>2</sup>	12,57 cm <sup>2</sup>	12,57 cm <sup>2</sup>	12,57 cm <sup>2</sup>
Criterio =	Diseño terminado	Aumente refuerzo	Aumente refuerzo	Aumente refuerzo	Diseño terminado
Acero faltante =		15,28 cm <sup>2</sup>	9,13 cm <sup>2</sup>	4,46 cm <sup>2</sup>	
Refuerzo propuesto =		4 $\phi$ 25	2 $\phi$ 25	1 $\phi$ 25	
Acero refuerzo disponible $A_s =$		19,63 cm <sup>2</sup>	9,82 cm <sup>2</sup>	4,91 cm <sup>2</sup>	
Criterio =	Diseño terminado	Diseño terminado	Diseño terminado	Diseño terminado	Diseño terminado
Cuántía de acero $\rho =$	0,00335	0,00859	0,00597	0,00466	0,00335
	Usar 4 varillas de 20 mm	Usar 4 varillas de 20 mm + 4 varillas de 25 mm	Usar 4 varillas de 20 mm + 2 varillas de 25 mm	Usar 4 varillas de 20 mm + 1 varillas de 25 mm	Usar 4 varillas de 20 mm
	Diseño satisfactorio	Diseño satisfactorio	Diseño satisfactorio	Diseño satisfactorio	Diseño satisfactorio

Separación mínima entre varillas = 2,50 cm  
 Separación entre varillas = 8,33 cm

Separación adecuada	Revisar separación entre varillas	Separación adecuada	Separación adecuada	Separación adecuada
---------------------	-----------------------------------	---------------------	---------------------	---------------------

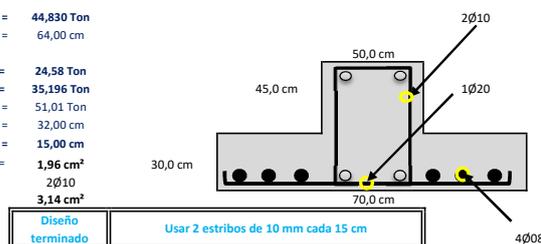
**REFUERZO POSITIVO**

	VANO 5-4	VANO 4-3	VANO 3-2
Momento máximo $M^+$	45,51 Ton-m	20,58 Ton-m	29,46 Ton-m
$b$	50,00 cm	50,00 cm	50,00 cm
$H$	75,00 cm	75,00 cm	75,00 cm
$\phi$ barra	1/2 "	1/2 "	1/2 "
$\phi$ estribo	3/8 "	3/8 "	3/8 "
recub.	7,5	7,5	7,5
Peralte de viga $d$	65,91 cm	65,91 cm	65,91 cm
$a$	9,244 cm	4,009 cm	5,821 cm
$A_s$	19,64 cm <sup>2</sup>	8,52 cm <sup>2</sup>	12,37 cm <sup>2</sup>
Refuerzo propuesto =	4 $\phi$ 20	4 $\phi$ 20	4 $\phi$ 20
Acero disponible $A_s =$	12,57 cm <sup>2</sup>	12,57 cm <sup>2</sup>	12,57 cm <sup>2</sup>
Criterio =	Aumente refuerzo	Diseño terminado	Diseño terminado
Acero faltante =	7,08 cm <sup>2</sup>		-0,20 cm <sup>2</sup>
Refuerzo propuesto =	2 $\phi$ 25		1 $\phi$ 20
Acero refuerzo disponible $A_s =$	9,82 cm <sup>2</sup>		3,14 cm <sup>2</sup>
Criterio =	Diseño terminado	Diseño terminado	Diseño terminado
Cuántía de acero $\rho =$	0,00597	0,00335	0,00419
	Usar 4 varillas de 20 mm + 2 varillas de 25 mm	Usar 4 varillas de 20 mm	Usar 4 varillas de 20 mm
	Diseño satisfactorio	Diseño satisfactorio	Diseño satisfactorio
Separación mínima entre varillas =	2,50 cm		
Separación entre varillas =	4,00 cm	8,33 cm	5,75 cm
	Separación adecuada	Separación adecuada	Separación adecuada

**CALCULO DE ACEROS TRANSVERSALES**

Cortante  $V_u = 44,830$  Ton  
 Peralte de viga  $d = 64,00$  cm

Cortante del concreto  $V_c = 24,58$  Ton  
 Cortante de Diseño de estribos  $V_s = 35,196$  Ton  
 Cortante máximo por estribo  $V_s = 51,01$  Ton  
 Separación máxima estribos  $S = 32,00$  cm  
 Usar separación de = 15,00 cm  
 Área de acero para cortante  $A_s = 1,96$  cm<sup>2</sup>  
 $2\phi 10$   
 $3,14$  cm<sup>2</sup>



Momento máximo  $M^+ = 5,94$  Ton-m  
 Base patín  $b_o = 70,00$  cm  
 Altura patín  $h_o = 30,00$  cm  
 Peralte patín  $d_o = 21,80$  cm  
 Altura bloque de Whitney  $a = 2,574$  cm  
 Acero requerido  $A_s = 7,66$  cm<sup>2</sup>  
 Refuerzo propuesto = 1 $\phi$ 20  
 Usar 1 varilla de 20 mm cada 41 cm

Acero de retracción  $A_s' = 1,08$  cm<sup>2</sup>  
 Refuerzo propuesto = 4 $\phi$ 08  
 Usar 2 varillas de 8 mm en cada patín

**Proyecto:** Diseño estructural del edificio de educación virtual en la Ciudad Universitaria Milagro

Elemento	Tramo	Norma de diseño	Tipo de estructura	Sección	Longitud de viga
VIGA	EJE B	ACI 318-16	Viga de concreto reforzada	T	27,13 m

**CALCULO DE ALTURA DE PATIN**

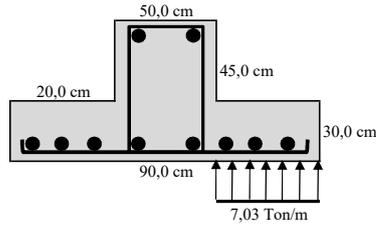
Ancho tributario B = 100,00 cm  
 Momento máximo Mu = 0,42 Ton-m  
 Cortante máximo Vu = 2,11 Ton-m

Determinamos el peralte mínimo asociado a las solicitaciones del patín

Peralte asociado a Mu = 8,32 cm  
 Peralte asociado a Vu = 18,30 cm

Escogemos el mayor entre los calculados

Peralte mínimo patín = 18,30 cm  
 Altura recomendada del patín ho = 30,00 cm  
 Peralte recomendado del patín do = 21,80 cm



**Dimensiones de viga**  
 Base mayor B = 90,00 cm  
 Base menor b = 50,00 cm  
 Altura de viga h = 45,00 cm  
 Altura total H = 75,00 cm  
 Altura patín ho = 30,00 cm  
 Recubrimiento r = 7,50 cm  
 Esfuerzo compresión concreto fc = 210 kg/cm²  
 Esfuerzo fluencia acero fy = 4200 kg/cm²

**CALCULO DE ACEROS DE REFUERZO LONGITUDINALES**

**REFUERZO NEGATIVO**

	APOYO 5	APOYO 4	APOYO 3	APOYO 2	APOYO 1
Momento mínimo M <sup>-</sup>	1,17 Ton-m	62,96 Ton-m	50,25 Ton-m	40,14 Ton-m	1,17 Ton-m
b	50,00 cm	50,00 cm	50,00 cm	50,00 cm	50,00 cm
H	75,00 cm	75,00 cm	75,00 cm	75,00 cm	75,00 cm
Ø barra	1/2 "	1/2 "	1/2 "	1/2 "	1/2 "
Ø estribo	3/8 "	3/8 "	3/8 "	3/8 "	3/8 "
recub.	7,50 cm	7,50 cm	7,50 cm	7,50 cm	7,50 cm
Peralte de viga d	65,91 cm	65,91 cm	65,91 cm	65,91 cm	65,91 cm
a	0,221 cm	13,217 cm	10,295 cm	8,076 cm	0,221 cm
As	0,47 cm²	28,09 cm²	21,88 cm²	17,16 cm²	0,47 cm²

Refuerzo propuesto = 4Ø20      4Ø20      4Ø20      4Ø20      4Ø20  
 Acero disponible Aso = 12,57 cm²      12,57 cm²      12,57 cm²      12,57 cm²      12,57 cm²

Criterio =	Diseño terminado	Aumente refuerzo	Aumente refuerzo	Aumente refuerzo	Diseño terminado
------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

Acero faltante = 15,52 cm²      9,31 cm²      4,60 cm²  
 Refuerzo propuesto = 4Ø25      4Ø25      3Ø25  
 Acero refuerzo disponible Aso = 19,63 cm²      19,63 cm²      14,73 cm²

Criterio =	Diseño terminado				
------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

Cuántía de acero p = 0,00335      0,00859      0,00859      0,00728      0,00335

Usar 4 varillas de 20 mm	Usar 4 varillas de 20 mm + 4 varillas de 25 mm	Usar 4 varillas de 20 mm + 4 varillas de 25 mm	Usar 4 varillas de 20 mm + 3 varillas de 25 mm	Usar 4 varillas de 20 mm
--------------------------	--	--	--	--------------------------

Diseño satisfactorio      Diseño satisfactorio      Diseño satisfactorio      Diseño satisfactorio      Diseño satisfactorio

Separación mínima entre varillas = 2,50 cm  
 Separación entre varillas = 8,33 cm      2,14 cm      2,14 cm      2,92 cm      8,33 cm

Separación adecuada	Revisar separación entre varillas	Revisar separación entre varillas	Separación adecuada	Separación adecuada
---------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	---------------------	---------------------

**REFUERZO POSITIVO**

	VANO 5-4	VANO 4-3	VANO 3-2
Momento máximo M <sup>+</sup>	45,86 Ton-m	20,74 Ton-m	29,68 Ton-m
b	50,00 cm	50,00 cm	50,00 cm
H	75,00 cm	75,00 cm	75,00 cm
Ø barra	1/2 "	1/2 "	1/2 "
Ø estribo	3/8 "	3/8 "	3/8 "
recub.	7,5	7,5	7,5
Peralte de viga d	65,91 cm	65,91 cm	65,91 cm
a	9,321 cm	4,041 cm	5,867 cm
As	19,81 cm²	8,59 cm²	12,47 cm²

Refuerzo propuesto = 4Ø20      4Ø20      4Ø20  
 Acero disponible Aso = 12,57 cm²      12,57 cm²      12,57 cm²

Criterio =	Aumente refuerzo	Diseño terminado	Diseño terminado
------------	------------------	------------------	------------------

Acero faltante = 7,24 cm²      -0,10 cm²  
 Refuerzo propuesto = 2Ø25      1Ø20  
 Acero refuerzo disponible Aso = 9,82 cm²      3,14 cm²

Criterio =	Diseño terminado	Diseño terminado	Diseño terminado
------------	------------------	------------------	------------------

Cuántía de acero p = 0,00597      0,00335      0,00419

Usar 4 varillas de 20 mm + 2 varillas de 25 mm	Usar 4 varillas de 20 mm	Usar 4 varillas de 20 mm
--	--------------------------	--------------------------

Diseño satisfactorio      Diseño satisfactorio      Diseño satisfactorio

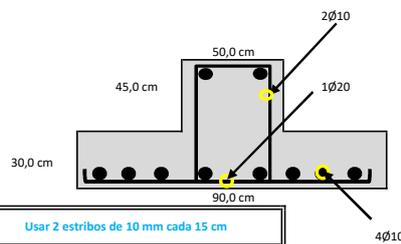
Separación mínima entre varillas = 2,50 cm  
 Separación entre varillas = 4,00 cm      8,33 cm      5,75 cm

Separación adecuada	Separación adecuada	Separación adecuada
---------------------	---------------------	---------------------

**CALCULO DE ACEROS TRANSVERSALES**

Cortante Vu = 45,160 Ton  
 Peralte de viga d = 64,00 cm

Cortante del concreto Vc = 24,58 Ton  
 Cortante de Diseño de estribos Vs = 35,636 Ton  
 Cortante máximo por estribo Vs = 51,01 Ton  
 Separación máxima estribos S = 32,00 cm  
 Usar separación de = 15,00 cm  
 Área de acero para cortante As = 1,99 cm²      2Ø10      3,14 cm²



Momento máximo M<sup>+</sup> = 8,32 Ton-m  
 Base patín bo = 90,00 cm  
 Altura patín ho = 30,00 cm  
 Peralte patín do = 21,80 cm  
 Altura bloque de Whitney a = 2,823 cm  
 Acero requerido As = 10,80 cm²  
 Refuerzo propuesto = 1Ø20  
 Usar 1 varilla de 20 mm cada 29 cm  
 Acero de retracción As' = 2,16 cm²  
 Refuerzo propuesto = 4Ø10  
 Usar 2 varillas de 10 mm en cada patín

**Proyecto:** Diseño estructural del edificio de educación virtual en la Ciudad Universitaria Milagro

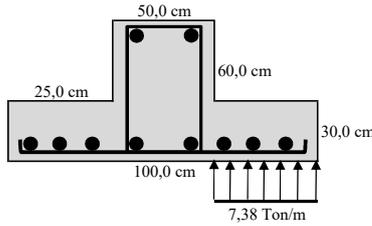
Elemento	Tramo	Norma de diseño	Tipo de estructura	Sección	Longitud de viga
VIGA	EJE B	ACI 318-16	Viga de concreto reforzada	T	27,13 m

**CALCULO DE ALTURA DE PATIN**

Ancho tributario B = 100,00 cm  
 Momento máximo Mu = 0,69 Ton-m  
 Cortante máximo Vu = 2,77 Ton-m

Determinamos el peralte mínimo asociado a las solicitaciones del patín  
 Peralte asociado a Mu = 9,53 cm  
 Peralte asociado a Vu = 19,21 cm

Escogemos el mayor entre los calculados  
 Peralte mínimo patín = 19,21 cm  
 Altura recomendada del patín ho = 30,00 cm  
 Peralte recomendado del patín do = 21,80 cm



**Dimensiones de viga**  
 Base mayor B = 100,00 cm  
 Base menor b = 50,00 cm  
 Altura de viga h = 60,00 cm  
 Altura total H = 90,00 cm  
 Altura patín ho = 30,00 cm  
 Recubrimiento r = 7,50 cm  
 Esfuerzo compresión concreto fc = 210 kg/cm²  
 Esfuerzo fluencia acero fy = 4200 kg/cm²

**CALCULO DE ACEROS DE REFUERZO LONGITUDINALES**

**REFUERZO NEGATIVO**

	APOYO 5	APOYO 4	APOYO 3	APOYO 2	APOYO 1
Momento mínimo M <sup>-</sup>	1,76 Ton-m	94,92 Ton-m	75,76 Ton-m	60,51 Ton-m	1,76 Ton-m
b	50,00 cm	50,00 cm	50,00 cm	50,00 cm	50,00 cm
H	90,00 cm	90,00 cm	90,00 cm	90,00 cm	90,00 cm
Ø barra	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
Ø estribo	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
recub.	7,50 cm	7,50 cm	7,50 cm	7,50 cm	7,50 cm
Peralte de viga d	80,91 cm	80,91 cm	80,91 cm	80,91 cm	80,91 cm
a	0,271 cm	16,233 cm	12,645 cm	9,918 cm	0,271 cm
As	0,58 cm²	34,50 cm²	26,87 cm²	21,08 cm²	0,58 cm²
Refuerzo propuesto =	4Ø20	4Ø20	4Ø20	4Ø20	4Ø20
Acero disponible Aso =	12,57 cm²	12,57 cm²	12,57 cm²	12,57 cm²	12,57 cm²
Criterio =	Diseño terminado	Aumente refuerzo	Aumente refuerzo	Aumente refuerzo	Diseño terminado
Acero faltante =		21,93 cm²	14,30 cm²	8,51 cm²	
Refuerzo propuesto =		5Ø25	4Ø25	3Ø25	
Acero refuerzo disponible Aso =		24,54 cm²	19,63 cm²	14,73 cm²	
Criterio =	Diseño terminado	Diseño terminado	Diseño terminado	Diseño terminado	Diseño terminado
Cuántía de acero p =	0,00279	0,00825	0,00716	0,00607	0,00279
	Usar 4 varillas de 20 mm	Usar 4 varillas de 20 mm + 5 varillas de 25 mm	Usar 4 varillas de 20 mm + 4 varillas de 25 mm	Usar 4 varillas de 20 mm + 3 varillas de 25 mm	Usar 4 varillas de 20 mm
	Diseño satisfactorio	Diseño satisfactorio	Diseño satisfactorio	Diseño satisfactorio	Diseño satisfactorio
Separación mínima entre varillas =	2,50 cm				
Separación entre varillas =	8,33 cm	1,56 cm	2,14 cm	2,92 cm	8,33 cm
	Separación adecuada	Revisar separación entre varillas	Revisar separación entre varillas	Separación adecuada	Separación adecuada

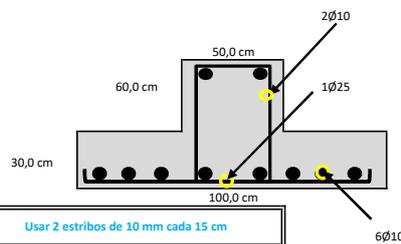
**REFUERZO POSITIVO**

	VANO 5-4	VANO 4-3	VANO 3-2
Momento máximo M <sup>+</sup>	69,13 Ton-m	31,26 Ton-m	44,75 Ton-m
b	50,00 cm	50,00 cm	50,00 cm
H	90,00 cm	90,00 cm	90,00 cm
Ø barra	1/2"	1/2"	1/2"
Ø estribo	3/8"	3/8"	3/8"
recub.	7,5	7,5	7,5
Peralte de viga d	80,91 cm	80,91 cm	80,91 cm
a	11,446 cm	4,962 cm	7,206 cm
As	24,32 cm²	10,54 cm²	15,31 cm²
Refuerzo propuesto =	4Ø20	4Ø20	4Ø20
Acero disponible Aso =	12,57 cm²	12,57 cm²	12,57 cm²
Criterio =	Aumente refuerzo	Diseño terminado	Aumente refuerzo
Acero faltante =	11,76 cm²		2,75 cm²
Refuerzo propuesto =	3Ø25		1Ø25
Acero refuerzo disponible Aso =	14,73 cm²		4,91 cm²
Criterio =	Diseño terminado	Diseño terminado	Diseño terminado
Cuántía de acero p =	0,00607	0,00279	0,00388
	Usar 4 varillas de 20 mm + 3 varillas de 25 mm	Usar 4 varillas de 20 mm	Usar 4 varillas de 20 mm + 1 varilla de 25 mm
	Diseño satisfactorio	Diseño satisfactorio	Diseño satisfactorio
Separación mínima entre varillas =	2,50 cm		
Separación entre varillas =	2,92 cm	8,33 cm	5,63 cm
	Separación adecuada	Separación adecuada	Separación adecuada

**CALCULO DE ACEROS TRANSVERSALES**

Cortante Vu = 67,700 Ton  
 Peralte de viga d = 79,00 cm

Cortante del concreto Vc = 30,34 Ton  
 Cortante de Diseño de estribos Vs = 59,929 Ton  
 Cortante máximo por estribo Vs = 62,97 Ton  
 Separación máxima estribos S = 39,50 cm  
 Usar separación de = 15,00 cm  
 Área de acero para cortante As = 2,71 cm²  
 2Ø10  
 3,14 cm²



Momento máximo M<sup>+</sup> = 9,53 Ton-m  
 Base patín bo = 100,00 cm  
 Altura patín ho = 30,00 cm  
 Peralte patín do = 21,80 cm  
 Altura bloque de Whitney a = 2,917 cm  
 Acero requerido As = 12,40 cm²  
 Refuerzo propuesto = 1Ø25  
 Usar 1 varilla de 25 mm cada 40 cm

Acero de retracción As' = 2,70 cm²  
 Refuerzo propuesto = 6Ø10  
 Usar 3 varillas de 10 mm en cada patín

**Proyecto:** Diseño estructural del edificio de educación virtual en la Ciudad Universitaria Milagro

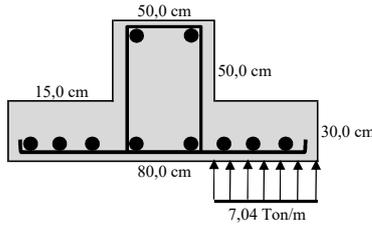
Elemento	Tramo	Norma de diseño	Tipo de estructura	Sección	Longitud de viga
VIGA	EJE B	ACI 318-16	Viga de concreto reforzada	T	27,13 m

**CALCULO DE ALTURA DE PATIN**

Ancho tributario B = 100,00 cm  
 Momento máximo Mu = 0,24 Ton-m  
 Cortante máximo Vu = 1,58 Ton-m

Determinamos el peralte mínimo asociado a las solicitaciones del patín  
 Peralte asociado a Mu = 7,21 cm  
 Peralte asociado a Vu = 18,33 cm

Escogemos el mayor entre los calculados  
 Peralte mínimo patín = 18,33 cm  
 Altura recomendada del patín ho = 30,00 cm  
 Peralte recomendado del patín do = 21,80 cm



**Dimensiones de viga**  
 Base mayor B = 80,00 cm  
 Base menor b = 50,00 cm  
 Altura de viga h = 50,00 cm  
 Altura total H = 80,00 cm  
 Altura patín ho = 30,00 cm  
 Recubrimiento r = 7,50 cm  
 Esfuerzo compresión concreto fc = 210 kg/cm²  
 Esfuerzo fluencia acero fy = 4200 kg/cm²

**CALCULO DE ACEROS DE REFUERZO LONGITUDINALES**

**REFUERZO NEGATIVO**

	APOYO 5	APOYO 4	APOYO 3	APOYO 2	APOYO 1
Momento mínimo M <sup>-</sup>	1,31 Ton-m	70,23 Ton-m	56,09 Ton-m	44,77 Ton-m	1,31 Ton-m
b	50,00 cm	50,00 cm	50,00 cm	50,00 cm	50,00 cm
H	80,00 cm	80,00 cm	80,00 cm	80,00 cm	80,00 cm
Ø barra	1/2 "	1/2 "	1/2 "	1/2 "	1/2 "
Ø estribo	3/8 "	3/8 "	3/8 "	3/8 "	3/8 "
recub.	7,50 cm	7,50 cm	7,50 cm	7,50 cm	7,50 cm
Peralte de viga d	70,91 cm	70,91 cm	70,91 cm	70,91 cm	70,91 cm
a	0,230 cm	13,642 cm	10,646 cm	8,352 cm	0,230 cm
As	0,49 cm²	28,99 cm²	22,62 cm²	17,75 cm²	0,49 cm²

Refuerzo propuesto =	4Ø20	4Ø20	4Ø20	4Ø20	4Ø20
Acero disponible Aso =	12,57 cm²	12,57 cm²	12,57 cm²	12,57 cm²	12,57 cm²
Criterio =	Diseño terminado	Aumente refuerzo	Aumente refuerzo	Aumente refuerzo	Diseño terminado
Acero faltante =		16,42 cm²	10,06 cm²	5,18 cm²	
Refuerzo propuesto =		4Ø25	4Ø20	2Ø20	
Acero refuerzo disponible Aso =		19,63 cm²	12,57 cm²	6,28 cm²	
Criterio =	Diseño terminado	Diseño terminado	Diseño terminado	Diseño terminado	Diseño terminado
Cuántia de acero p =	0,00314	0,00805	0,00628	0,00471	0,00314
	Usar 4 varillas de 20 mm	Usar 4 varillas de 20 mm + 4 varillas de 25 mm	Usar 4 varillas de 20 mm + 4 varillas de 20 mm	Usar 4 varillas de 20 mm + 2 varillas de 20 mm	Usar 4 varillas de 20 mm
	Diseño satisfactorio	Diseño satisfactorio	Diseño satisfactorio	Diseño satisfactorio	Diseño satisfactorio

Separación mínima entre varillas =	2,50 cm				
Separación entre varillas =	8,33 cm	2,14 cm	2,43 cm	4,20 cm	8,33 cm
	Separación adecuada	Revisar separación entre varillas	Revisar separación entre varillas	Separación adecuada	Separación adecuada

**REFUERZO POSITIVO**

	VANO 5-4	VANO 4-3	VANO 3-2
Momento máximo M <sup>+</sup>	51,15 Ton-m	23,12 Ton-m	33,11 Ton-m
b	50,00 cm	50,00 cm	50,00 cm
H	80,00 cm	80,00 cm	80,00 cm
Ø barra	1/2 "	1/2 "	1/2 "
Ø estribo	3/8 "	3/8 "	3/8 "
recub.	7,5	7,5	7,5
Peralte de viga d	70,91 cm	70,91 cm	70,91 cm
a	9,634 cm	4,182 cm	6,073 cm
As	20,47 cm²	8,89 cm²	12,90 cm²

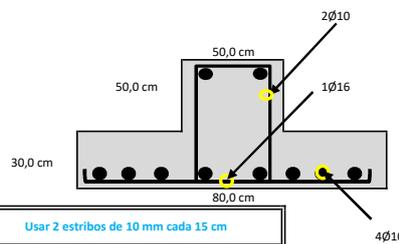
Refuerzo propuesto =	4Ø20	4Ø20	4Ø20
Acero disponible Aso =	12,57 cm²	12,57 cm²	12,57 cm²
Criterio =	Aumente refuerzo	Diseño terminado	Aumente refuerzo
Acero faltante =	7,91 cm²		0,34 cm²
Refuerzo propuesto =	3Ø20		1Ø14
Acero refuerzo disponible Aso =	9,42 cm²		1,54 cm²
Criterio =	Diseño terminado	Diseño terminado	Diseño terminado
Cuántia de acero p =	0,00550	0,00314	0,00353
	Usar 4 varillas de 20 mm + 3 varillas de 20 mm	Usar 4 varillas de 20 mm	Usar 4 varillas de 20 mm + 1 varillas de 14 mm
	Diseño satisfactorio	Diseño satisfactorio	Diseño satisfactorio

Separación mínima entre varillas =	2,50 cm		
Separación entre varillas =	3,17 cm	8,33 cm	5,90 cm
	Separación adecuada	Separación adecuada	Separación adecuada

**CALCULO DE ACEROS TRANSVERSALES**

Cortante Vu = 50,380 Ton  
 Peralte de viga d = 69,50 cm

Cortante del concreto Vc = 26,69 Ton  
 Cortante de Diseño de estribos Vs = 40,484 Ton  
 Cortante máximo por estribo Vs = 55,39 Ton  
 Separación máxima estribos S = 34,75 cm  
 Usar separación de = 15,00 cm  
 Área de acero para cortante As = 2,08 cm²



Momento máximo M<sup>+</sup> = 7,21 Ton-m  
 Base patín ho = 80,00 cm  
 Altura patín ho = 30,00 cm  
 Peralte patín do = 21,80 cm  
 Altura bloque de Whitney a = 2,747 cm  
 Acero requerido As = 9,34 cm²  
 Refuerzo propuesto = 1Ø16  
 Usar 1 varilla de 16 mm cada 22 cm

Acero de retracción As' = 1,62 cm²  
 Refuerzo propuesto = 4Ø10  
 Usar 2 varillas de 10 mm en cada patín

**ANEXO 6: MEMORIA DE CALCULO  
DE VERIFICACIONES DE LOSA  
STEEL DECK**

## DISEÑO DE LOSA - STEEL DECK

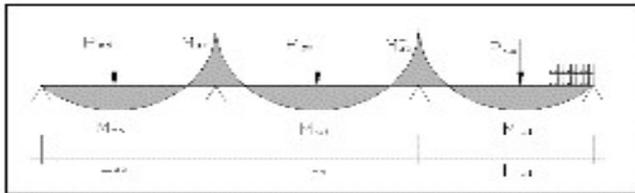
### DATOS TECNICOS LOSA Y STEEL DECK

Espesor de placa	e	0,76 mm
Peso de placa	w	7,47 kg/m <sup>2</sup>
Recubrimiento de malla	r	2,50 cm
Modulo de inercia	I	36,89 cm <sup>4</sup> /m
Modulo de seccion arriba	S <sup>+</sup>	11,46 cm <sup>3</sup> /m
Modulo de seccion abajo	S <sup>-</sup>	12,81 cm <sup>3</sup> /m
Area transversal de placa	A	9,03 cm <sup>2</sup> /m
Peralte o altura de onda	d	5,50 cm
Loseta superior de hormigón	m	5,00 cm
Peso muerto de losa	w <sub>T</sub>	187,23 kg/m <sup>2</sup>
Esfuerzo límite placa	F <sub>y</sub>	2600,0 kg/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo a compresión del concreto	f <sub>c</sub>	210,0 kg/cm <sup>2</sup>
Carga muerta construcción	w <sub>o</sub>	100,00 kg/m <sup>2</sup>

### CALCULO DE DEFLEXIONES EN CONSTRUCCION

Deformación admisible de la lámina como encofrado - δ <sub>adm</sub>	1,11 cm
Luz libre de la losa	200,00 cm
Carga muerta por unidad de longitud	527,23 kg/m
Módulo de elasticidad del acero del deck - E <sub>s</sub>	2030000,0 kg/cm <sup>2</sup>
Inercia del deck - I <sub>sd</sub>	36,89 cm <sup>4</sup> /m
Ancho de análisis - b	100,00 cm
Deformación calculada de la lámina como encofrado - δ <sub>calc</sub>	0,78 cm

La deformación admisible es mayor a la calculada, por lo tanto cumple



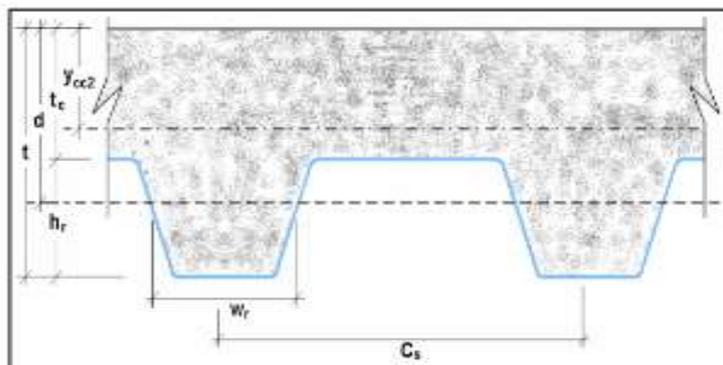
### ESFUERZOS DE TENSION POR FLEXION EN LAMINA

Esfuerzo máximo del acero	4200,0 kg/cm <sup>2</sup>
Momento positivo máximo	0,24 ton-m
Momento extremo interior	0,23 ton-m
Momento extremo medio	0,24 ton-m
Carga puntual persona	80,00 kg
Luz libre de la losa	2,00 m
Carga muerta por unidad de longitud	527,23 kg/m
Carga distribuida por construcción	100,00 kg/m
Momento negativo máximo	0,29 ton-m
Módulo de sección superior	9,61 cm <sup>3</sup> /m
Módulo de sección inferior	14,54 cm <sup>3</sup> /m
Esfuerzo máximo positivo	2506,3 kg/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo máximo negativo	2018,9 kg/cm <sup>2</sup>

Esfuerzo menor al 60% del esfuerzo máximo del acero

Esfuerzo menor al 60% del esfuerzo máximo del acero

### ESFUERZOS ADMISIBLES MÁXIMOS EN SECCIÓN COMPUESTA

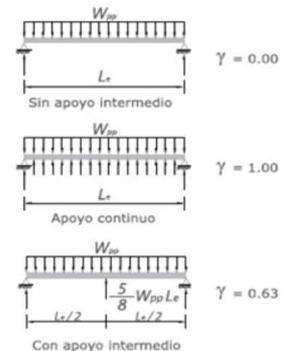


	A	145,00 mm
	B	197,00 mm
	H	55,00 mm

Relación módulo de elasticidad del deck y el módulo de elasticidad del concreto	9,0
Ycg	2,61 cm
Peralte	7,89 cm
Espesor concreto	5,00 cm
Área de acero en el Deck	9,03 cm <sup>2</sup> /m
Cuantía de deck en la losa	0,0114
Centroide de sección fisurada Ycc <sub>1</sub>	2,86 cm
Ycs fisurado	5,03 cm
<b>Inercia de la sección transformada fisurada</b>	<b>3167,49 cm<sup>4</sup></b>
Altura de losa	10,50 cm
wr	14,60 cm
hr	5,50 cm
Cs	31,70 cm
Centroide de sección no fisurada Ycc <sub>2</sub>	4,62 cm
Ycs no fisurado	3,27 cm
<b>Inercia de la sección transformada no fisurada</b>	<b>7609,79 cm<sup>4</sup></b>
Momento de inercia efectivo	5388,64 cm <sup>4</sup>
Centroide promedio sección compuesta	3,74 cm
Modulo de sección compuesta inferior	797,00 cm <sup>3</sup>
Modulo de sección compuesta superior	1441,27 cm <sup>3</sup>

**Calculo de momento positivo producido por la carga muerta y viva sin mayorar, en condición de apoyo simple**

$\Psi$	: Factor de reducción de carga según apuntalamiento.
1	: Apuntalamiento es total
0.73	: Apuntalamiento temporal en los tercios de la luz durante el vaciado.
0.63	: Apuntalamiento temporal el centro de la luz durante el vaciado.
0	: No existe apuntalamiento.



Momento por cargas muertas considerando factor de reducción	0,17 ton-m
Momento por cargas vivas en losa	0,24 ton-m
<b>Verificación (esfuerzo menor a 0,6fy)</b>	<b>50,95 kg/cm<sup>2</sup></b>

**Verificación completa**

**CONDICION DE MOMENTO ULTIMO**

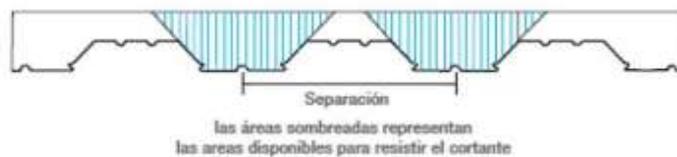
Cuantía balanceada ( $B_1 = 0,85$ )	0,0135	Losa sub-reforzada
Cuantía de deck en losa	0,0114	
Altura bloque de whitney	2,12 cm	
<b>Momento nominal</b>	<b>2,59 ton-m</b>	
<b>Momento de diseño a flexión</b>	<b>2,33 ton-m</b>	
Carga por metro mayorada ( $1,2D+1,6L$ )	1,26 ton/m	
<b>Momento último</b>	<b>0,63 ton-m</b>	

**El momento último es menor al momento de diseño, por lo tanto es satisfactorio el diseño**

**DISEÑO POR CORTANTE**

La resistencia a cortante es tomado netamente por la losa de hormigón

El área de concreto ( $A_c$ ) a considerar que contribuye a tomar el constante es igual al área formada por las áreas sombreadas en la siguiente figura.



Cantidad de secciones aportantes en ancho util	3
Área unitaria de secciones aportantes	188,65 cm <sup>2</sup>

Total aporte de hormigón	565,95 cm <sup>2</sup>
Resistencia nominal	4,35 ton
Resistencia de diseño a cortante	3,69 ton
<b>Cortante último</b>	<b>0,81 ton</b>

**El cortante último es menor al cortante de diseño, por lo tanto es satisfactorio el diseño**

**REVISION DE ESFUERZOS DEL CONCRETO**

Modulo de sección superior de la sección compuest	1441,27 cm <sup>3</sup>
Verificación ( esfuerzo menor a 0,45f'c)	3,13 kg/cm <sup>2</sup>

**Verificación completa**

**DEFORMACION DE LA SECCION COMPUESTA**

Modulo de elasticidad del concreto	218819,8 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Deflexión instantánea por cargas</b>	<b>0,04 cm</b>
Acero por refuerzo negativo	0,00 cm <sup>2</sup>
Acero por retracción	0,90 cm <sup>2</sup>
<b>Deflexión diferida</b>	<b>0,08 cm</b>
Deflexión admisible (L/360)	0,56 cm
<b>Deflexión calculada</b>	<b>0,13 cm</b>

**Deflexión dentro del límite permisible**

# **ANEXO 7: MEMORIA DE CALCULO DEL DISEÑO DE PLACA BASE**

### PLACA BASE

Se realizará el cálculo para el caso más desfavorable, es decir, cuando las áreas son iguales

$\sqrt{A2/A1} =$	1	razón de áreas de placa y dado
Dimensión columna, b	25,00 cm	
Dimensión columna, h	25,00 cm	
Carga axial máxima, Pu	160,00 ton	
$\phi =$	0,85	
Resistencia a la compresión concreto, f'c	210 kg/cm <sup>2</sup>	

Fluencia del acero A36, Fy	2530 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia última A36 Fu	4080 kg/cm <sup>2</sup>

#### Cálculo de área mínima requerida

Area Placa	<b>995,95 cm<sup>2</sup></b>
<b>Ancho B</b>	<b>32,00 cm</b>
<b>Largo N</b>	<b>32,00 cm</b>

#### Cálculo de dimensión mínima l

l	15,00 cm
m	15,00 cm
n	15,00 cm
$\lambda$	1,77 cm

#### Cálculo de espesor mínimo requerido

t	5,56 cm
---	---------

#### Espesor mínimo adoptado

t	<b>5,625 cm</b>	<b>2 1/4 inch</b>
---	-----------------	-------------------

### CALCULO DE PERNOS DE ANCLAJE

Se usarán pernos ASTM A325

Carga axial máxima	<b>160,00 ton</b>
Calculo de área bruta de pernos	58,10 cm <sup>2</sup>
Área de 1 perno de 1 inch	4,91 cm <sup>2</sup>
Cálculo de cantidad de pernos	11,8
<b>Cantidad de pernos adoptada</b>	<b>12</b>

Área lateral de soporte de perno	255,58 cm <sup>2</sup>
Longitud de perno	9,02 cm
Longitud mínima	30,48 cm
<b>Longitud de perno adoptada</b>	<b>30,50 cm</b>

**PLACA BASE COLUMNAS EJE 1**

Se realizará el cálculo para el caso más desfavorable, es decir, cuando las áreas son iguales

$\sqrt{A2/A1} =$	1	razón de áreas de placa y dado
Dimensión columna, b	30,00 cm	
Dimensión columna, h	30,00 cm	
Carga axial máxima, Pu	60,00 ton	
$\phi =$	0,85	
Resistencia a la compresión concreto, f'c	210 kg/cm <sup>2</sup>	
Fluencia del acero A36, Fy	2530 kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia última A36 Fu	4080 kg/cm <sup>2</sup>	

**Cálculo de área mínima requerida**

Area Placa	<b>373,48 cm<sup>2</sup></b>
<b>Ancho B</b>	<b>35,00 cm</b>
<b>Largo N</b>	<b>35,00 cm</b>

**Cálculo de dimensión mínima l**

l	16,50 cm
m	16,50 cm
n	16,50 cm
$\lambda$	1,98 cm

**Cálculo de espesor mínimo requerido**

t	3,42 cm
---	---------

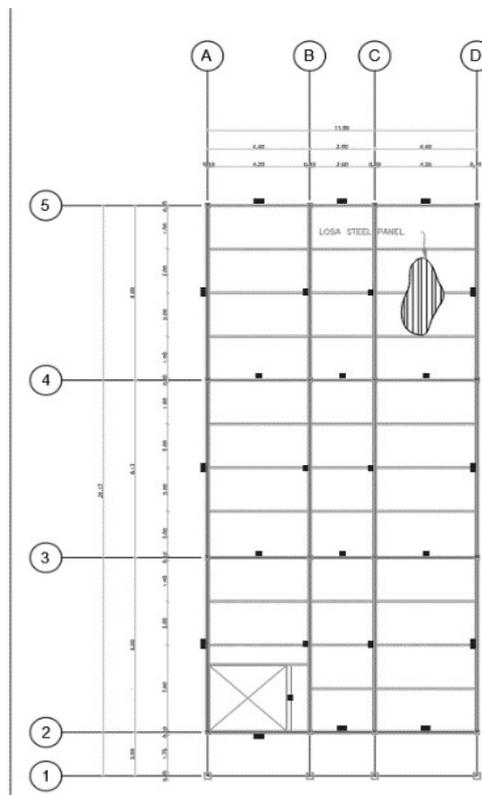
**Espesor mínimo adoptado**

t	<b>3,4375 cm</b>	<b>1 3/8 inch</b>
---	------------------	-------------------

# **ANEXO 8: CALCULO DE CANTIDADES**

**Código:** 1.04  
**Rubro:** Cerramiento metálico (H=2,40 m)  
**Unidad:** m  
 Se mide el perímetro donde se aplicará el  
**Medición:** cerramiento de zinc a partir del área de  
 implantación

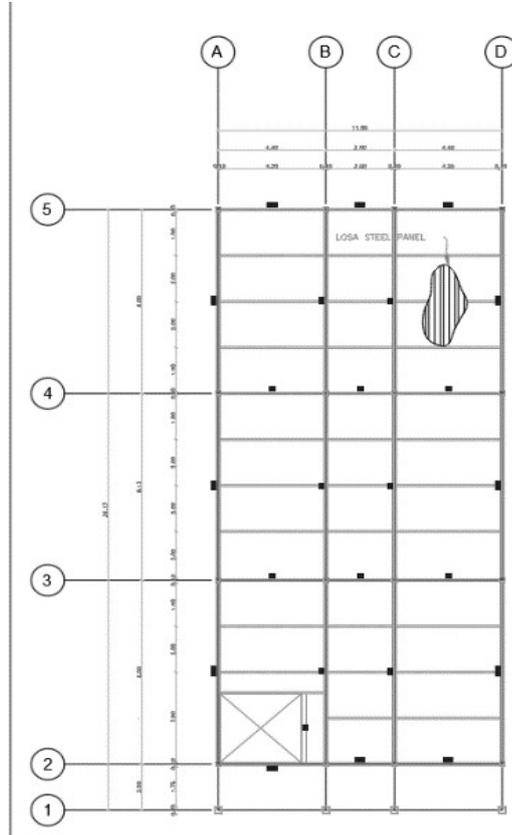
MEDICION	LONGITUD (m)	LONGITUD TOTAL (m)
largo	26,125	52,25
ancho	11,6	23,2
longitud de trabajo	1,5	3
		<b>78,45</b>



**Código:** 1.05  
**Rubro:** Limpieza y nivelación del terreno  
**Unidad:** m<sup>2</sup>

**Medición:** Se mide el área de implantación del terreno

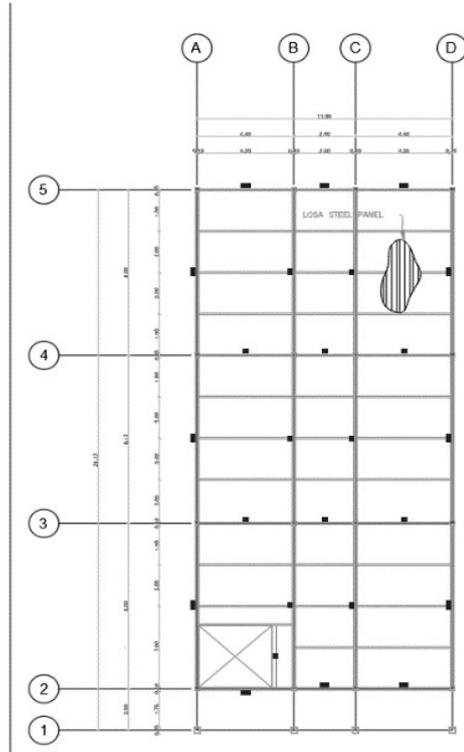
MEDICION	MEDIDA(m)
largo	28
ancho	13,6
	<b>380,8</b>



**Código:** 1.06  
**Rubro:** Trazado y replanteo  
**Unidad:** m<sup>2</sup>

**Medición:** Se mide el volumen considerando que se debe excavar 2,5 metros de profundidad. Se considera un factor de 1,3

MEDICION	MEDIDA(m)
largo	28
ancho	13,6
	<b>380,8 m3</b>



**Código:** 2.01

**Rubro:** Excavación con maquinaria

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

**Medición:** Se mide el área sobre el cual se construirán las vigas de cimentación más 1 metro para facilidad de trabajo. Consideramos un ancho estandar de 1m y 28m de largo. La profundidad es de 2,5m

MEDICION	MEDIDA(m)
largo	28
ancho	1
cantidad de vigas	4
profundidad	2,5
	<b>280 m2</b>

**Código:** 2.02  
**Rubro:** Desalojo con volqueta  
**Unidad:** m<sup>3</sup>

**Medición:** El desalojo es en metros cúbicos. Se mide en base a la excavación más el respectivo volumen generado por el esponjamiento

MEDICION	MEDIDA(m)
Volumen de excavacion	280
Factor de esponjamiento	1,3
	<b>364</b> m <sup>3</sup>

**Código:** 2.03  
**Rubro:** Relleno compactado con material de sitio (incluye transporte)  
**Unidad:** m<sup>3</sup>  
**Medición:** El relleno se realizará considerando el volumen que quedará vacío de entre la excavación y el ocupado por el hormigon de las zapatas con el respectivo factor de esponjamiento.

MEDICION	MEDIDA(m)
Volumen de excavacion	280
Volumen de zapatas	27,54
Factor de esponjamiento	1,3
	<b>328,198 m2</b>

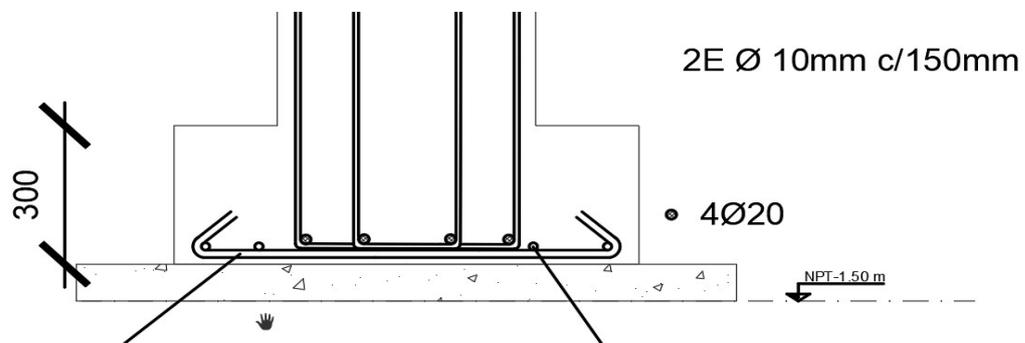
**Código:** 2.04

**Rubro:** Replanto con hormigón simple  $f'c=180\text{kg/cm}^2$   $e=5\text{cm}$

**Unidad:**  $\text{m}^2$

**Medición:** Se realizará el replanto bajo las zapatas cuya medida está dada en metros cuadrados, con un espesor de 5 centímetros

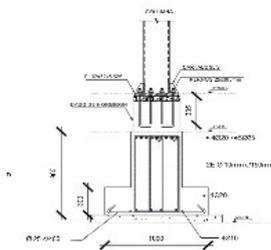
MEDICION	MEDIDA(m)	
Largo replanto (a)	27	
Ancho replanto (b)	1	
Cantidad de zapatas (c)	4	
<b>Area de replanto (a)x(b)x(c)</b>	<b>108</b>	<b>m2</b>



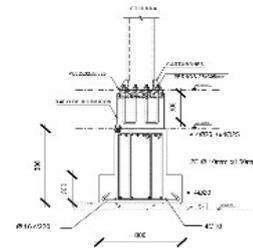
**Código:** 2.05  
**Rubro:** Vigas de cimentación  $f'c=210\text{kg/cm}^2$   
**Unidad:**  $\text{m}^3$

**Medición:** Se medirá en metros cubicos. Se tomará el área transversal de las zapatas y se multiplicará por el largo.

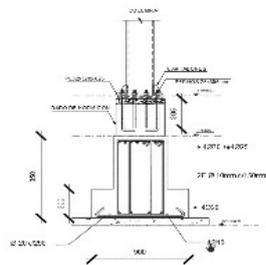
MEDICION	MEDIDA	
Area de vigas(a)	1,02	<b>m2</b>
Largo de vigas (b)	27	<b>m</b>
<b>Volumen (a)x(b)</b>	<b>27,54</b>	<b>m3</b>



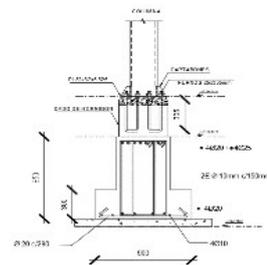
VGA - CORTE C-C'  
 ESCALA 1:25



VGB - CORTE D-D'  
 ESCALA 1:25



VGA - CORTE A-A'  
 ESCALA 1:25



VGB - CORTE B-B'  
 ESCALA 1:25

Código: 2.06  
 Rubro: Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2  
 Unidad: kg

Medición: Se medirá en kilogramos. Se tomará el largo de las varillas y multiplicará por el área para finalmente obtener el peso con la densidad del acero

	Varillas	Longitud (m)	Área (cm2)	Volumen (cm3)
1	4Ø20	6	12,57	7539,82
2	4Ø20	6	12,57	7539,82
3	4Ø20	3	12,57	3769,91
4	2Ø25	3	9,82	2945,24
5	4Ø20	3	12,57	3769,91
6	4Ø20	6	12,57	7539,82
7	4Ø20	6	12,57	7539,82
8	4Ø25	3	19,63	5890,49
9	4Ø20	6	12,57	7539,82
10	4Ø20	6	12,57	7539,82
11	4Ø20	6	12,57	7539,82
12	4Ø20	6	12,57	7539,82
13	2Ø25	3	9,82	2945,24
14	4Ø20	6	12,57	7539,82
15	4Ø20	6	12,57	7539,82
16	4Ø20	6	12,57	7539,82
17	1Ø25	3	4,91	1472,62
18	4Ø20	6	12,57	7539,82
1	4Ø20	6	12,57	7539,82
2	4Ø20	6	12,57	7539,82
3	4Ø20	3	12,57	3769,91
4	2Ø25	3	9,82	2945,24
5	4Ø20	3	12,57	3769,91
6	4Ø20	6	12,57	7539,82
7	4Ø20	6	12,57	7539,82
8	4Ø25	3	19,63	5890,49
9	4Ø20	6	12,57	7539,82
10	4Ø20	6	12,57	7539,82
11	4Ø20	6	12,57	7539,82
12	4Ø20	6	12,57	7539,82
13	4Ø25	3	19,63	5890,49
14	4Ø20	6	12,57	7539,82
15	4Ø20	6	12,57	7539,82
16	4Ø20	6	12,57	7539,82
17	3Ø25	3	14,73	4417,86
18	4Ø20	6	12,57	7539,82
1	4Ø20	6	12,57	7539,82
2	4Ø20	6	12,57	7539,82
3	4Ø20	3	12,57	3769,91
4	3Ø25	3	14,73	4417,86
5	4Ø20	3	12,57	3769,91
6	4Ø20	6	12,57	7539,82
7	4Ø20	6	12,57	7539,82
8	5Ø25	3	24,54	7363,11
9	4Ø20	6	12,57	7539,82
10	4Ø20	6	12,57	7539,82
11	4Ø20	6	12,57	7539,82
12	4Ø20	6	12,57	7539,82
13	4Ø25	3	19,63	5890,49
14	4Ø20	6	12,57	7539,82
15	1Ø25	3	4,91	1472,62
16	4Ø20	6	12,57	7539,82
17	4Ø20	6	12,57	7539,82
18	4Ø20	6	12,57	7539,82
19	3Ø25	3	14,73	4417,86
1	4Ø20	6	12,57	7539,82
2	4Ø20	6	12,57	7539,82
3	7Ø20	3	21,99	6597,34
4	4Ø20	3	12,57	3769,91
5	4Ø20	6	12,57	7539,82
6	4Ø20	6	12,57	7539,82
7	4Ø25	3	19,63	5890,49
8	4Ø20	6	12,57	7539,82
9	4Ø20	6	12,57	7539,82
10	4Ø20	6	12,57	7539,82
11	4Ø20	6	12,57	7539,82
12	4Ø20	3	12,57	3769,91
13	4Ø20	6	12,57	7539,82
14	1Ø14	3	1,54	461,81
15	4Ø20	6	12,57	7539,82
16	4Ø20	6	12,57	7539,82
17	4Ø20	6	12,57	7539,82
18	2Ø20	3	6,28	1884,96

Volumen Total refuerzo (a) 462864,98 cm3  
 Volumen Total estribos (b) 389457,00 cm3  
 Volumen Total refuerzo aleta (c) 117373,04 cm3  
 Volumen Total Refuerzo retracción (d) 40903,52 cm3  
 Densidad (e) 0,0078 kg/cm3  
 Peso (a)x(b)x(c)x(d)x(e) 7882,67 kg

Estribos	Longitud (m)	Área (cm2)	Cantidad	Volumen (cm3)
2Ø10	4,16	1,57	2,00	1306,90
2Ø10	4,16	1,57	16,00	10455,22
2Ø10	4,16	1,57	12,00	7841,42
2Ø10	4,16	1,57	16,00	10455,22
2Ø10	4,16	1,57	16,00	10455,22
2Ø10	4,16	1,57	13,00	8494,87
2Ø10	4,16	1,57	16,00	10455,22
2Ø10	4,16	1,57	16,00	10455,22
2Ø10	4,16	1,57	12,00	7841,42
2Ø10	4,16	1,57	2,00	1306,90
2Ø10	4,16	1,57	2,00	1306,90
2Ø10	4,16	1,57	16,00	10455,22
2Ø10	4,16	1,57	12,00	7841,42
2Ø10	4,16	1,57	16,00	10455,22
2Ø10	4,16	1,57	16,00	10455,22
2Ø10	4,16	1,57	13,00	8494,87
2Ø10	4,16	1,57	16,00	10455,22
2Ø10	4,16	1,57	12,00	7841,42
2Ø10	4,16	1,57	2,00	1306,90
2Ø10	4,16	1,57	2,00	1306,90
2Ø10	4,16	1,57	16,00	10455,22
2Ø10	4,16	1,57	16,00	10455,22
2Ø10	4,16	1,57	16,00	10455,22
2Ø10	4,16	1,57	16,00	10455,22
2Ø10	4,16	1,57	13,00	8494,87
2Ø10	4,16	1,57	16,00	10455,22
2Ø10	4,16	1,57	12,00	7841,42
2Ø10	4,16	1,57	2,00	1306,90
2Ø10	4,16	1,57	16,00	10455,22
2Ø10	4,16	1,57	12,00	7841,42
2Ø10	4,16	1,57	2,00	1306,90
2Ø10	4,16	1,57	16,00	10455,22
2Ø10	4,16	1,57	12,00	7841,42
2Ø10	4,16	1,57	16,00	10455,22
2Ø10	4,16	1,57	16,00	10455,22
2Ø10	4,16	1,57	16,00	10455,22
2Ø10	4,16	1,57	12,00	7841,42
2Ø10	4,16	1,57	2,00	1306,90

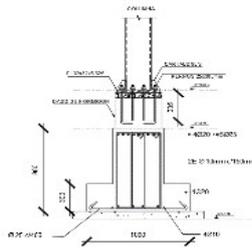
Refuerzo aleta	Longitud (m)	Área (cm2)	Cantidad	Volumen (cm3)
1Ø20	1	3,14	94,00	29530,97
1Ø20	1	3,14	94,00	29530,97
1Ø25	1	4,91	68,00	33379,42
1Ø16	1	2,01	124,00	24931,68

Refuerzo retracción	Longitud (m)	Área (cm2)	Volumen (cm3)
4Ø10	32,55	3,14	10225,88
4Ø10	32,55	3,14	10225,88
4Ø10	32,55	3,14	10225,88
4Ø10	32,55	3,14	10225,88

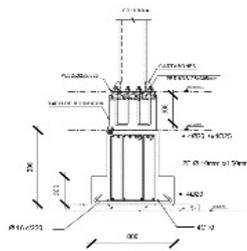
**Código:** 2.07  
**Rubro:** Enconfrado de vigas de cimentación  
**Unidad:** m<sup>2</sup>

**Medición:** Se medirá en metros cuadrados. Será el perímetro de las vigas de cimentación

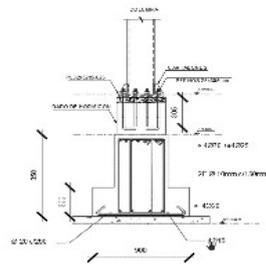
	Perímetro (m)	Largo (m)	Area Total
VCA	1,25	27,125	135,63 m <sup>2</sup>
VCB	1,25	27,125	
VCC	1,35	27,125	
VCD	1,15	27,125	



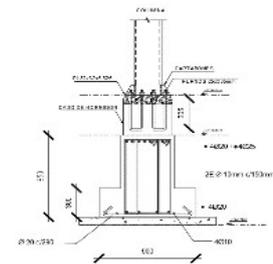
VCA - CORTE C-C'  
ESCALA 1:25



VCB - CORTE D-D'  
ESCALA 1:25



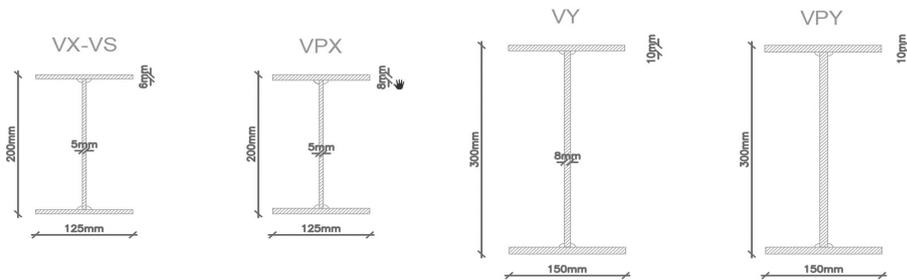
VCA - CORTE A-A'  
ESCALA 1:25



VCB - CORTE B-B'  
ESCALA 1:25

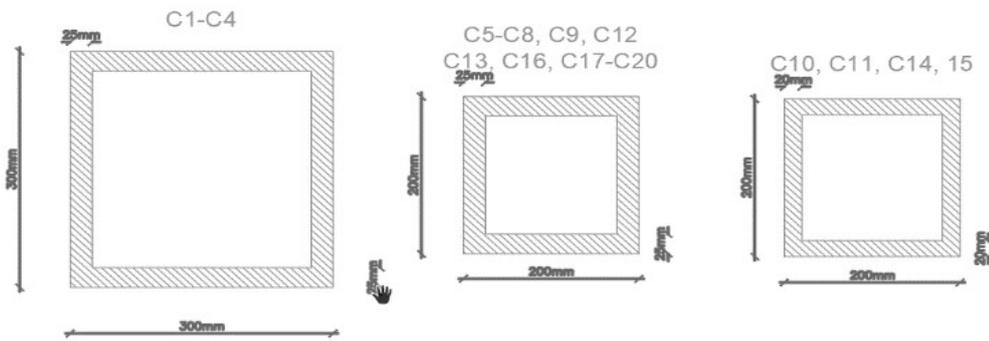
**Código:** 3.01  
**Rubro:** Vigas metalicas ASTM A-36  
**Unidad:** kg  
**Medición:** Se mide el volumen y luego el peso según densidad del acero

SECCION	AREA (m2)	LONGITUD (m)	VOLUMEN (m3)	PESO (kg)
VPX	0,0029	75,2	0,21808	1711,928
VX	0,0021	69,6	0,14616	1147,356
VS	0,0021	208,8	0,43848	3442,068
VPY	0,0058	104,5	0,6061	4757,885
VY	0,0047	104,5	0,49115	3855,5275
				<b>14914,77</b>



**Código:** 3.02  
**Rubro:** Columnas metalicas ASTM A-36  
**Unidad:** kg  
**Medición:** Se mide el volumen y luego el peso según densidad del acero

	SECCION	AREA (m2)	LONGITUD (m)	VOLUMEN (m3)	PESO (kg)
30X0,25	C1-C4	0,0275	36,26	0,99715	7827,6275
20X0,25	C5-C9,C12-C13,C16-C20	0,0175	174,52	3,0541	23974,685
20X0,20	CC	0,0144	38,52	0,554688	4354,3008
					<b>36156,62</b>

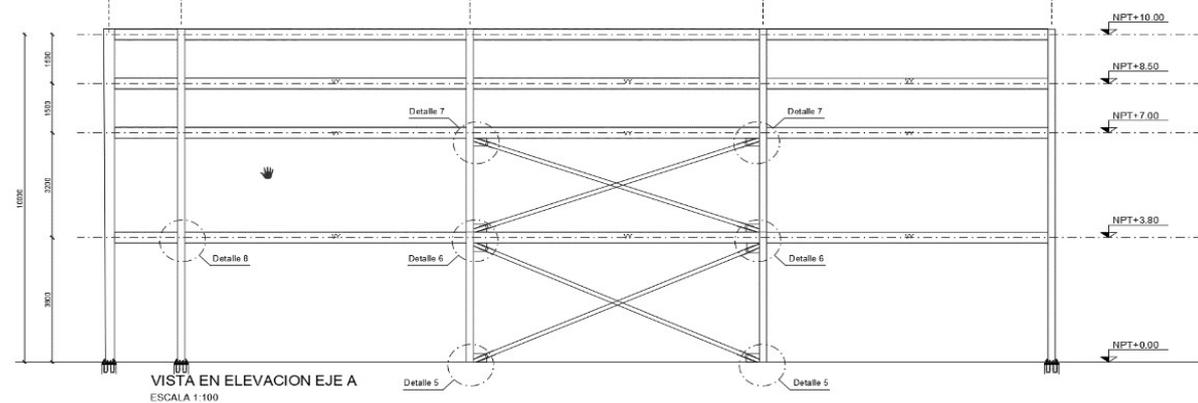
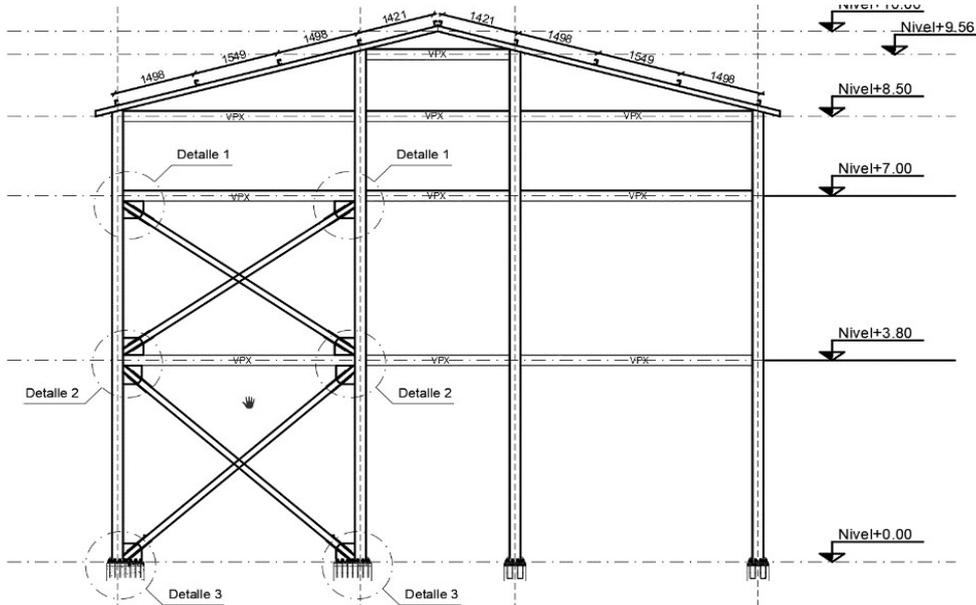
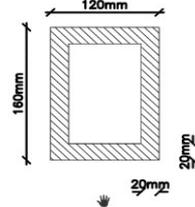


**Código:** 3.03  
**Rubro:** Arriostramientos ASTM A-36  
**Unidad:** kg

**Medición:** Se mide el volumen y luego el peso según densidad del acero. Se hace el cálculo para los cuatro ejes que llevan arriostramientos

NIVEL	EJE	AREA (m2)	LONGITUD (m)	VOLUMEN (m3)	PESO (kg)
NIVEL+0.00 NIVEL+3.80	2	0,0052	9,5	0,0494	387,79
NIVEL+0.00 NIVEL+3.80	5	0,0052	9,5	0,0494	387,79
NIVEL+0.00 NIVEL+3.80	A	0,0052	16	0,0832	653,12
NIVEL+0.00 NIVEL+3.80	D	0,0052	16	0,0832	653,12
NIVEL+3.80 NIVEL+7.00	2	0,0052	8,5	0,0442	346,97
NIVEL+3.80 NIVEL+7.00	5	0,0052	8,5	0,0442	346,97
NIVEL+3.80 NIVEL+7.00	A	0,0052	15,34	0,0798	626,18
NIVEL+3.80 NIVEL+7.00	D	0,0052	15,34	0,0798	626,18
<b>TOTAL</b>					<b>4028,12</b>

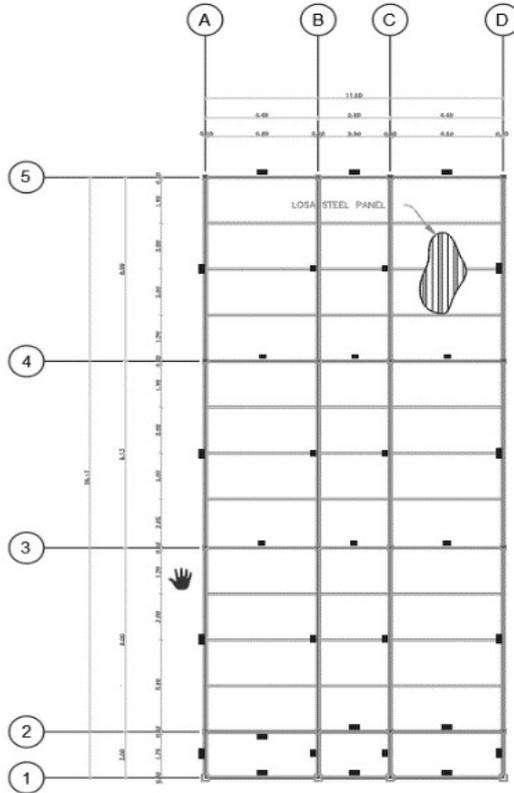
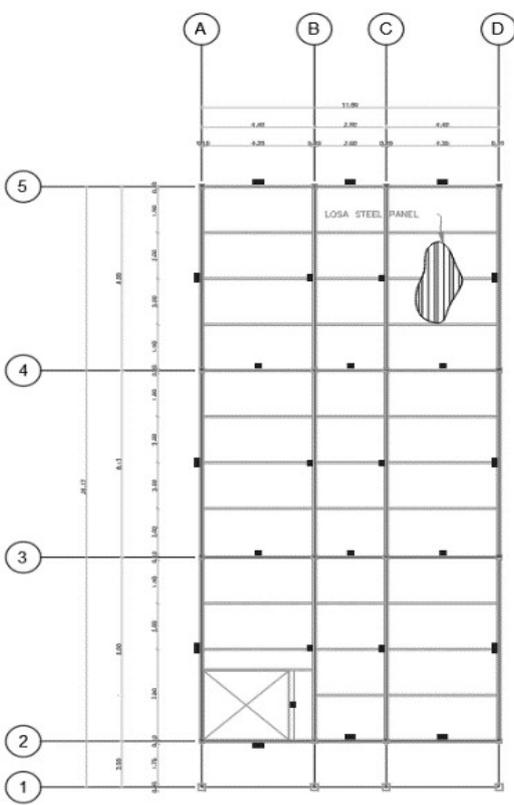
**ARRIOSTRAMIENTO**



**Código:** 3.04  
**Rubro:** Conexión viga-viga  
**Unidad:** u  
**Medición:** Se mide por unidad. Son todas las uniones de vigas secundarias y vigas en Y

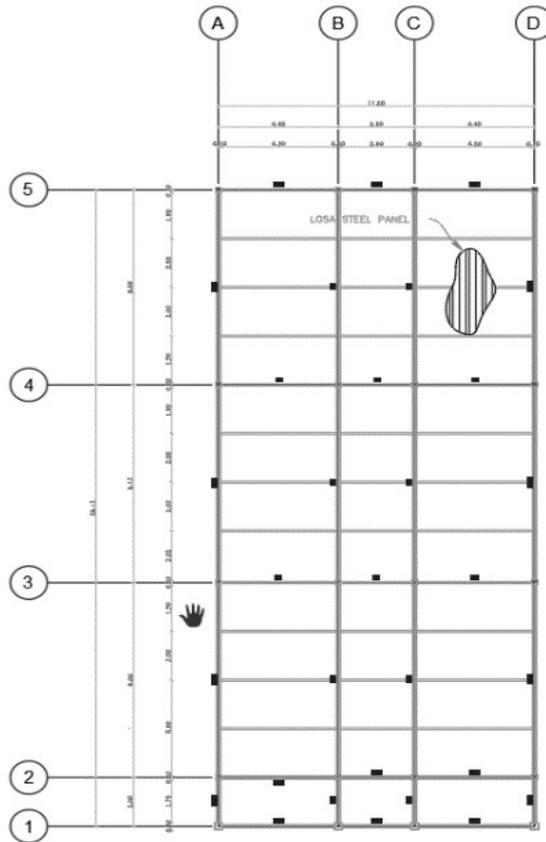
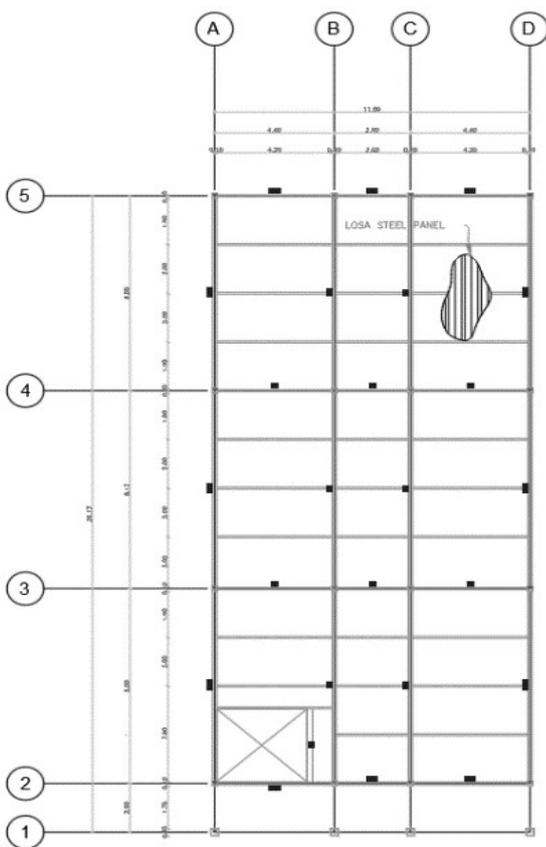
	Cant Vigas	
	PA	Azotea
VS	27	27
Junta por viga	2	2

Cant Juntas	54	54	<b>108</b>
-------------	----	----	------------



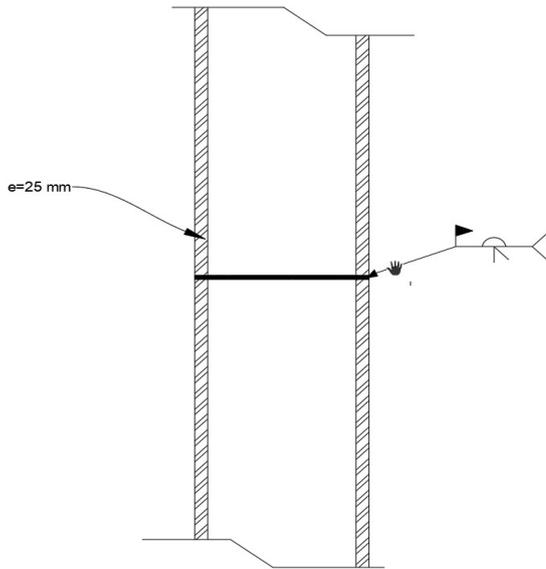
**Código:** 3.05  
**Rubro:** Conexión viga-columna  
**Unidad:** u  
**Medición:** Se mide por unidad. Son todas las uniones de vigas y columnas

	Cant Vigas			
	PA	Azotea	Cubierta	
VPX	6	12	12	
VPY	6	8	8	
VY	6	8	8	
VX	6	6	6	
Juntas por viga	2	2	2	
<b>Cant Juntas</b>	<b>48</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	<b>184</b>



**Código:** 3.06  
**Rubro:** Conexión columna-columna  
**Unidad:** u  
**Medición:** Se mide por unidad. Son todas las uniones de vigas y columnas

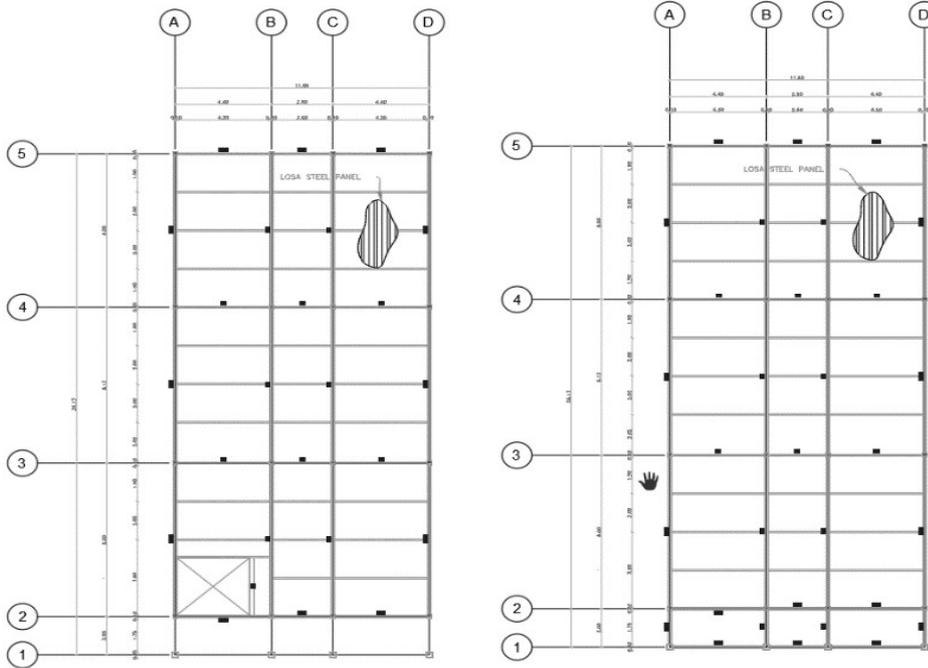
La cantidad de columnas son 20. El traslape se realizará para cada una de las columnas una sola vez debido a que la longitud comercial es de 6 metros y la altura total de l edificación es 10m



DETALLE 4: TRASLAPE DE COLUMNAS  
ESCALA 1:10

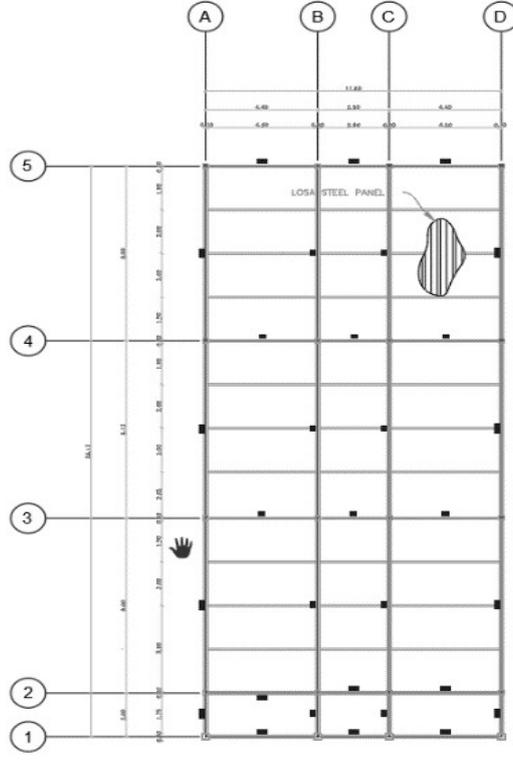
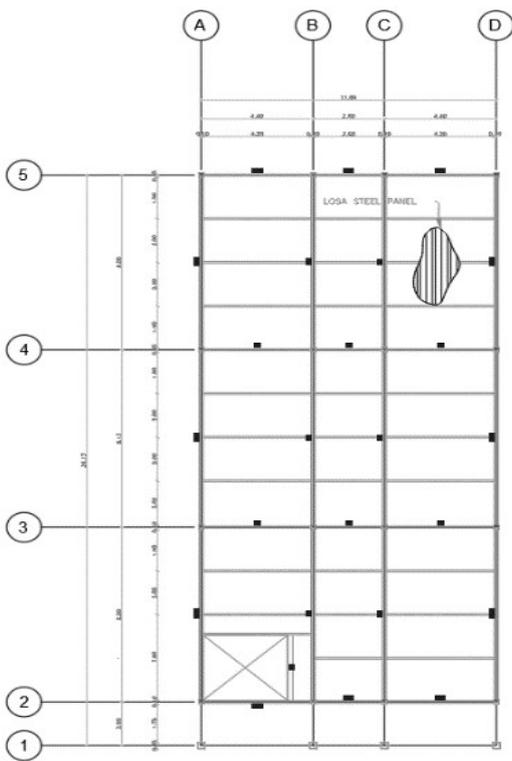
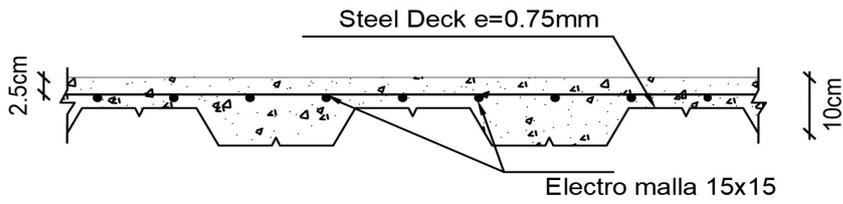
**Código:** 3.07  
**Rubro:** Placa colaborante Steel Deck  
**Unidad:** m<sup>2</sup>  
**Medición:** Se mide por metro cuadrado.

NIVEL	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )
NIVEL+3.80	24	11,6	278,4
NIVEL+7.00	26	11,6	301,6



**Código:** 3.08  
**Rubro:** Malla electrosoldada 5.5x15  
**Unidad:** m<sup>2</sup>  
**Medición:** Se realiza la medición en metros cuadrados

NIVEL	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )
NIVEL+3.80	24	11,6	278,4
NIVEL+7.00	26	11,6	301,6

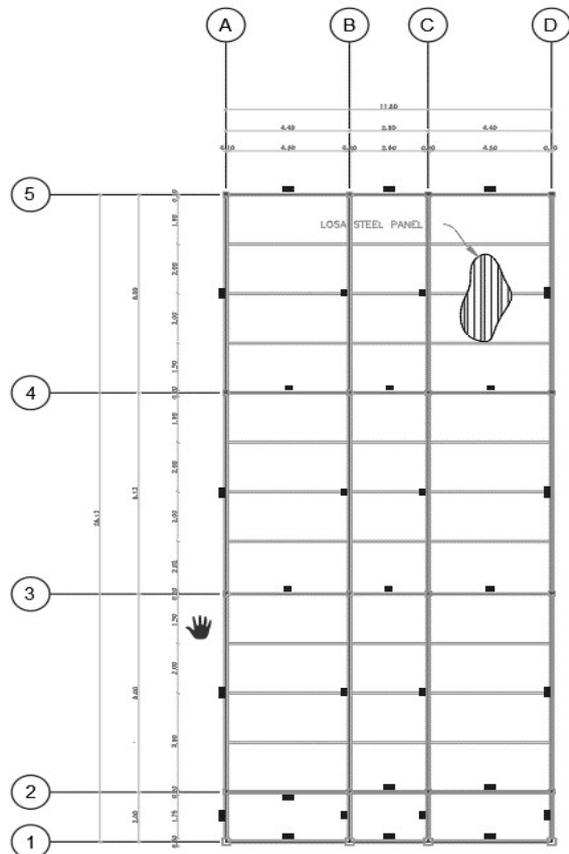
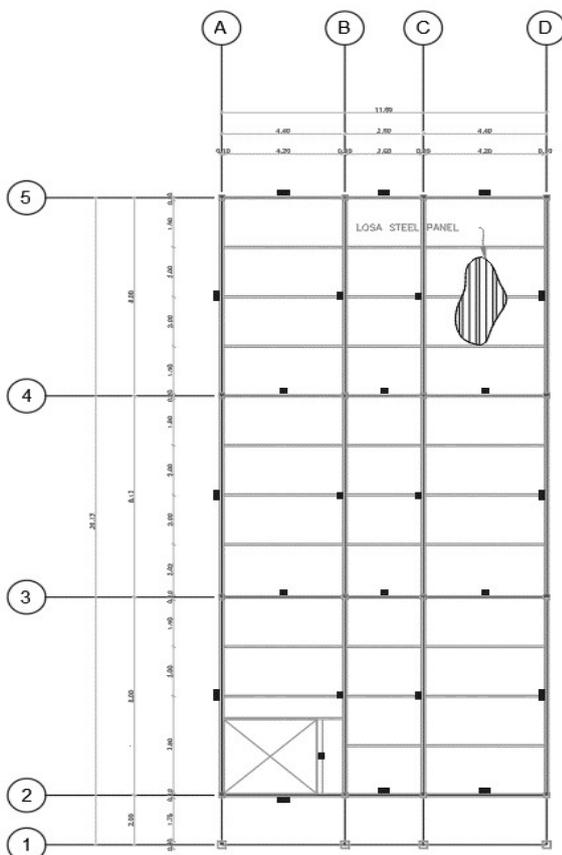
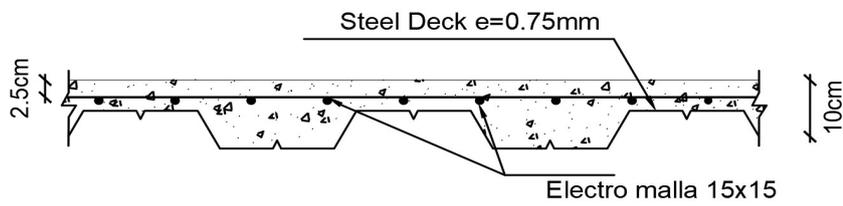


**Código:** 3.09  
**Rubro:** Hormigón de losa f'c=210 Kg/cm2  
**Unidad:** m<sup>3</sup>  
**Medición:**

**Espesor de losa** 5 cm  
**Volumen hormigón** 0,07491 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> Tomado de ficha técnica fabricante

NIVEL	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )
NIVEL+3.80	24	11,6	278,4
NIVEL+7.00	26	11,6	301,6

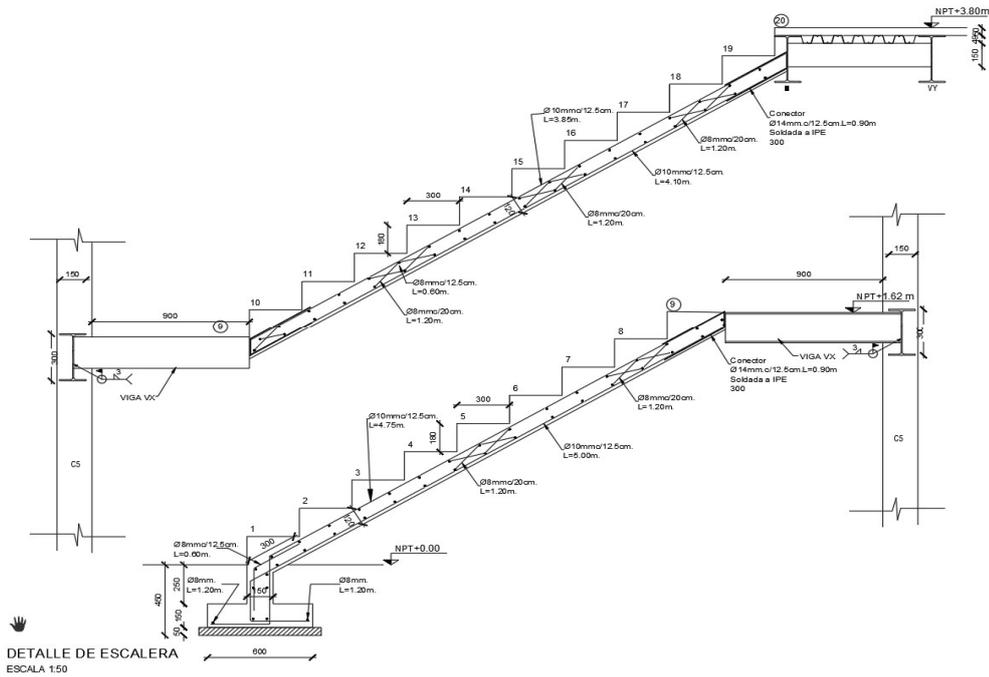
**Volumen final 43,4478 m<sup>3</sup>**



**Código:** 3.10  
**Rubro:** Escaleras f'c=210 Kg/cm<sup>2</sup>  
**Unidad:** m<sup>3</sup>  
**Medición:**

	Escalones	Zancada 1	Zancada 2	Descanso
<b>Cantidad</b>	20,00	1	1	1
<b>Área trans</b>	0,05	3,17	3,86	0,18
<b>Ancho</b>	1,20	1,20	1,20	2,4
<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	1,296	3,804	4,632	0,432

**Volumen Total (m<sup>3</sup>) 10,164**



**Código:** 4.01  
**Rubro:** Pared de Bloques PL9  
**Unidad:** m<sup>2</sup>  
**Medición:** Se mide por metro cuadrado. Se realiza con bloques PL9 pegados entre sí con mortero

Nivel	Altura (m) (a)	Longitud (m) (b)	Area (m2) (c)=(a)x(b)	Area ventanas (d)	Puertas (e)	Área paredes (c)-(d)-(e)
Nivel+3.80	3,8	135,55	515,09	55,84	17,2	442,05
Nivel +7.00	3,2	135,15	432,48	55,84	10,4	366,24
					<b>TOTAL</b>	<b>808,29</b>



**Código:** 4.02  
**Rubro:** Enlucidos (mortero 1:3)  
**Unidad:** m<sup>2</sup>  
**Medición:** Se mide por metro cuadrado. Es el doble del área del cálculo de paredes

Nivel	Altura (m) (a)	Longitud (m) (b)	Area (m2) (c)=(a)x(b)	Area ventanas (d)	Puertas (e)	Área paredes (c)-(d)-(e)	Área de enlucido
Nivel+3.80	3,8	135,55	515,09	55,84	17,2	442,05	884,1
Nivel +7.00	3,2	135,15	432,48	55,84	10,4	366,24	732,48
<b>TOTAL</b>							<b>1616,58</b>



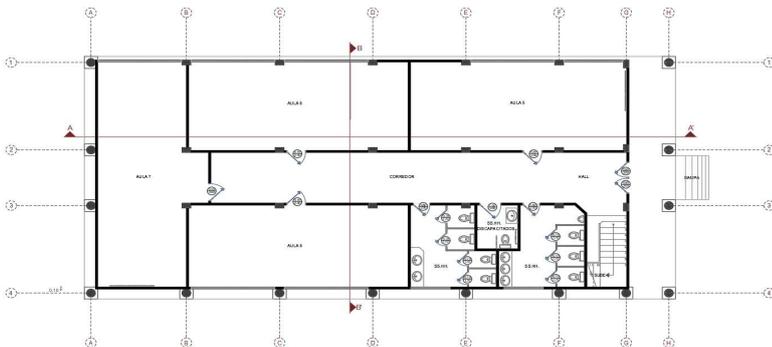
**Código:** 4.03  
**Rubro:** Pintura elastomérica (incluye empastado)  
**Unidad:** m<sup>2</sup>  
**Medición:** Se mide por metro cuadrado. Es el doble del área del cálculo de paredes

Nivel	Altura (m) (a)	Longitud (m) (b)	Area (m2) (c)=(a)x(b)	Area ventanas (d)	Puertas (e)	Área paredes (c)-(d)-(e)	Área de pintura
Nivel+3.80	3,8	135,55	515,09	55,84	17,2	442,05	884,1
Nivel +7.00	3,2	135,15	432,48	55,84	10,4	366,24	732,48
						<b>TOTAL</b>	<b>1616,58</b>



**Código:** 5.01  
**Rubro:** Contrapiso de hormigón simple, e=8cm  
**Unidad:** m<sup>2</sup>  
**Medición:** Se mide por metro cuadrado.

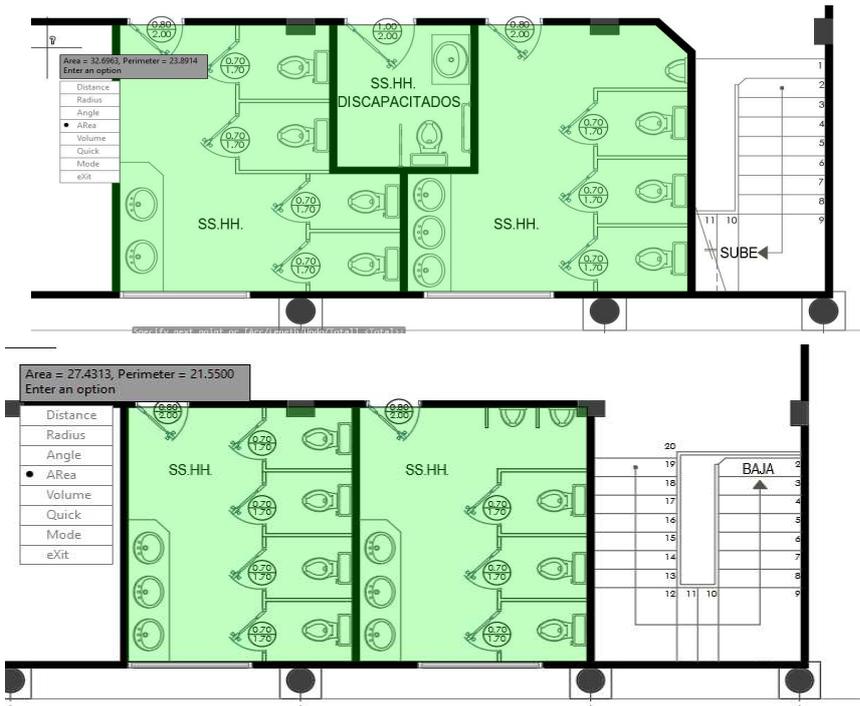
NIVEL	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )
NIVEL+0.00	24	11,6	278,4



**Código:** 5.02  
**Rubro:** Baldosas en baños  
**Unidad:** m<sup>2</sup>

**Medición:** Se mide por metro cuadrado. Se calcula el área donde se instalará la cerámica en las dos plantas

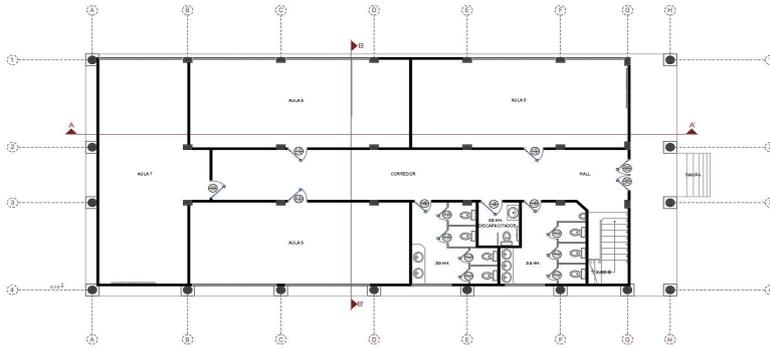
NIVEL	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )
NIVEL+0.00	7,6	4,3	32,68
NIVEL+3.80	6,4	4,3	27,52
<b>TOTAL</b>			<b>60,20</b>



**Código:** 5.03  
**Rubro:** Cerámica nacional  
**Unidad:** m<sup>2</sup>

**Medición:** Se mide por metro cuadrado. Se calcula el área donde se instalará la cerámica en las dos plantas

NIVEL	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )
NIVEL+0.00	24	11,6	278,4
NIVEL+3.80	26	11,6	301,6
<b>TOTAL</b>			<b>580,00</b>



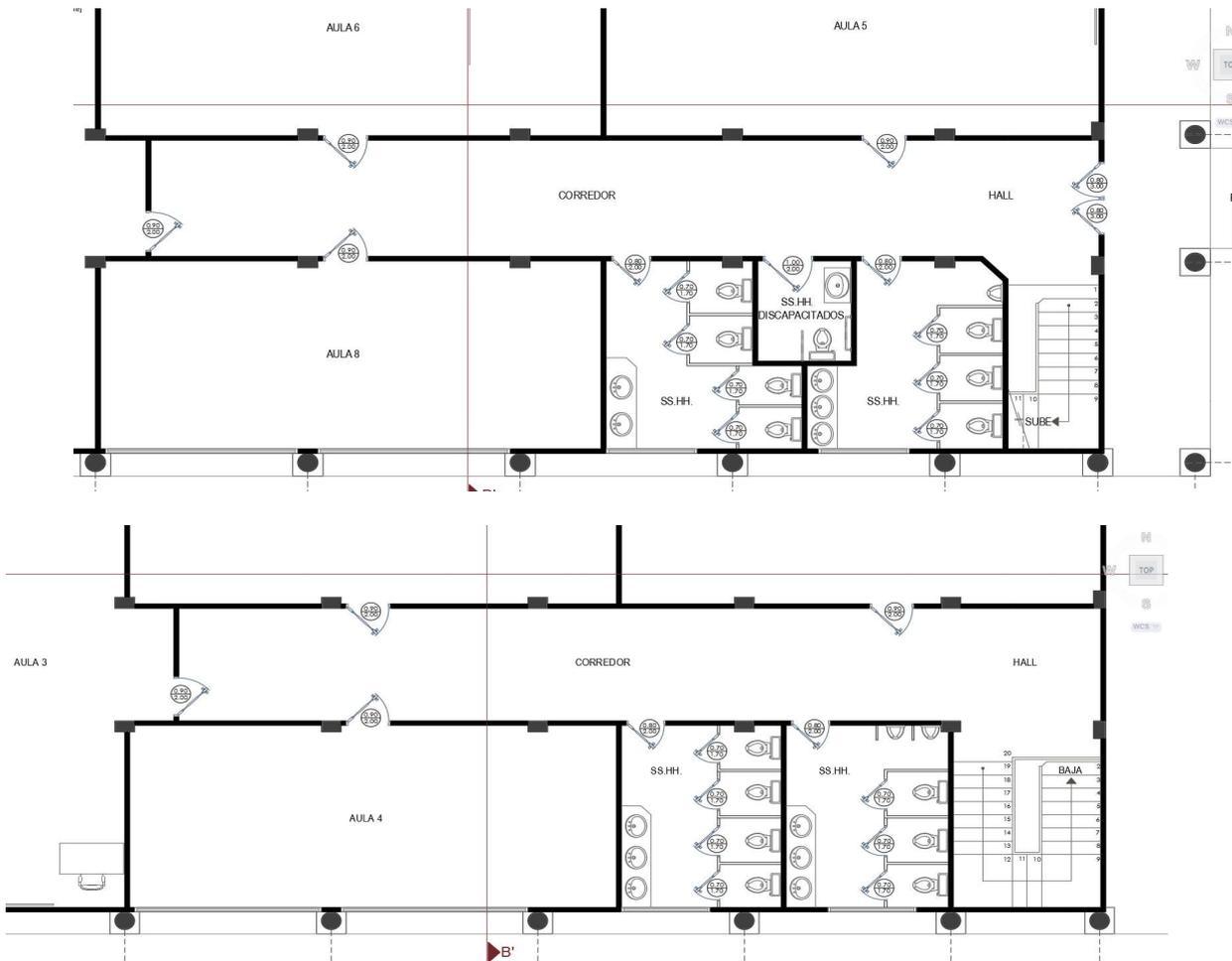
**Código:** 6.01-6.05; 7.01-7.03

**Rubro:** Puertas-Cerraduras

**Unidad:** u

**Medición:** Se mide por unidad, contabilizando la cantidad de puertas a colocar

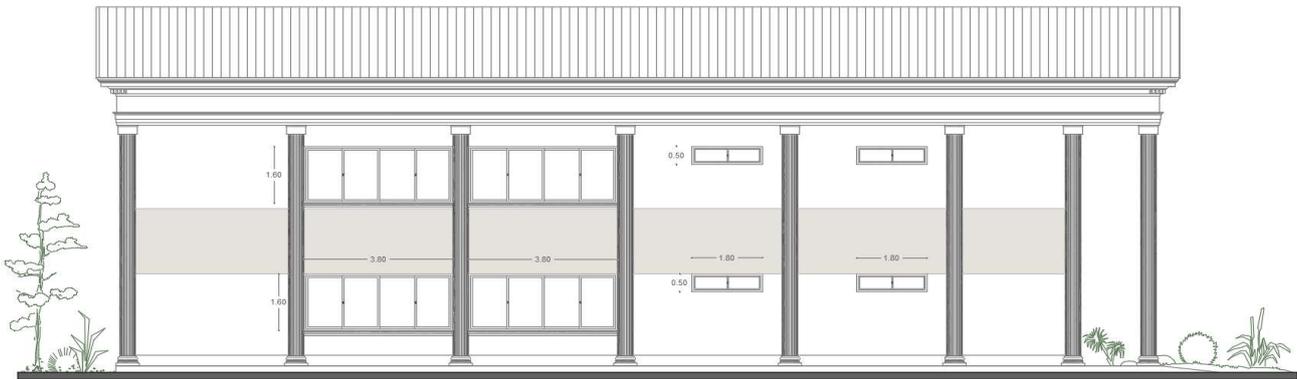
Tipo	Medida	Cantidad PB	Cantidad PA	Total	Cerradura
Aulas	0,90x2,00	4	4	8	8
Acceso a baños	0,80x2,00	2	2	4	4
Baño Acceso Universal	1,00x2,00	1	0	1	1
Puerta Principal	1,60x3,00	1	0	1	1
Puerta aluminio y alucubond	0,70x1,70	7	7	14	0



**Código:** 6.06  
**Rubro:** Ventanas  
**Unidad:** m<sup>2</sup>  
**Medición:** Se mide por metro cuadrado. Se realiza con aluminio y vidrio de 6mm

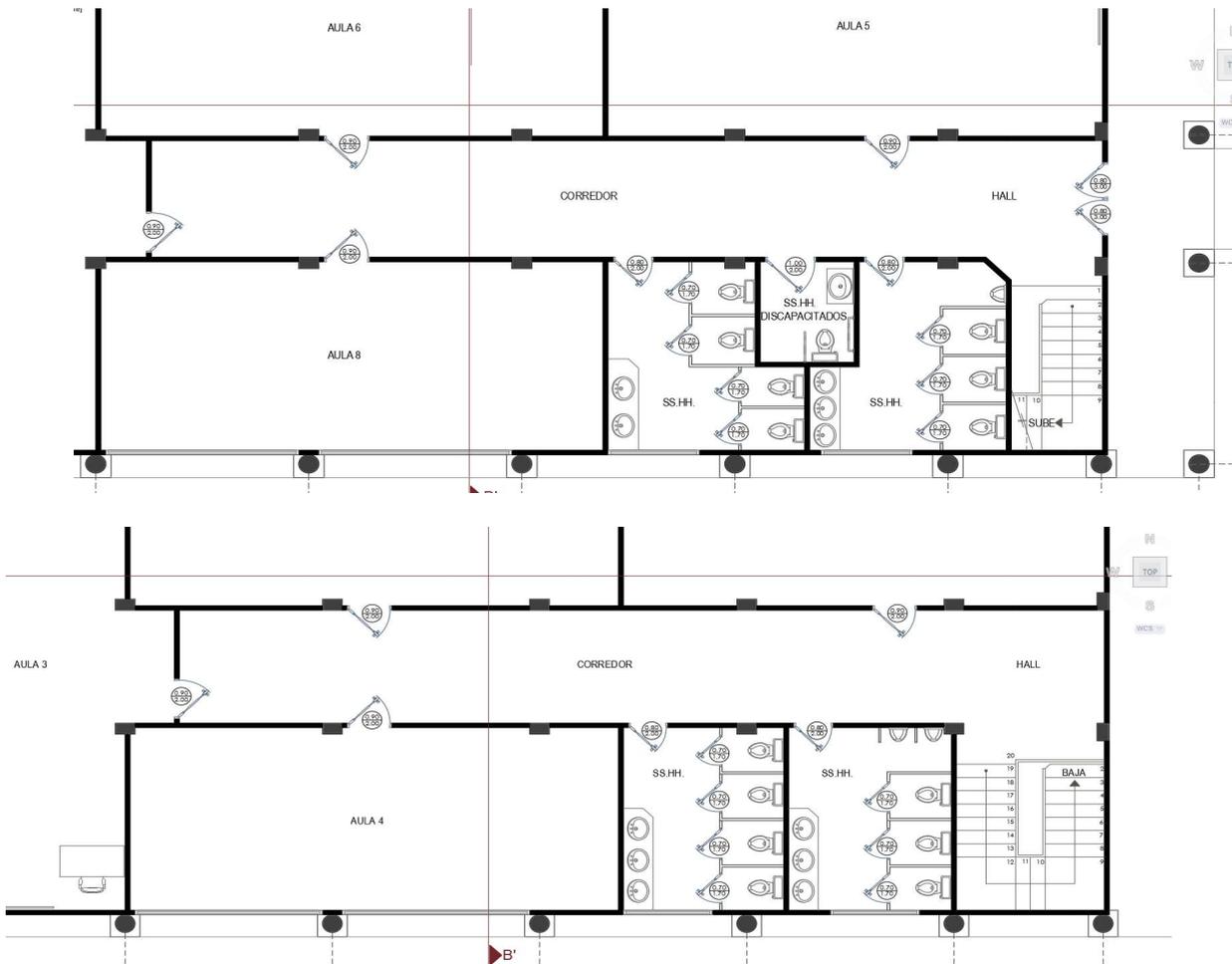
Nivel	Tipo 1			Tipo 2		
	Largo	Alto	Cantidad	Largo	Alto	Cantidad
NIVEL+3.80	3,8	1,6	4	1,8	0,5	4
NIVEL+7.00	3,8	1,6	4	1,8	0,5	4

**Área (m<sup>2</sup>)**                      55,84



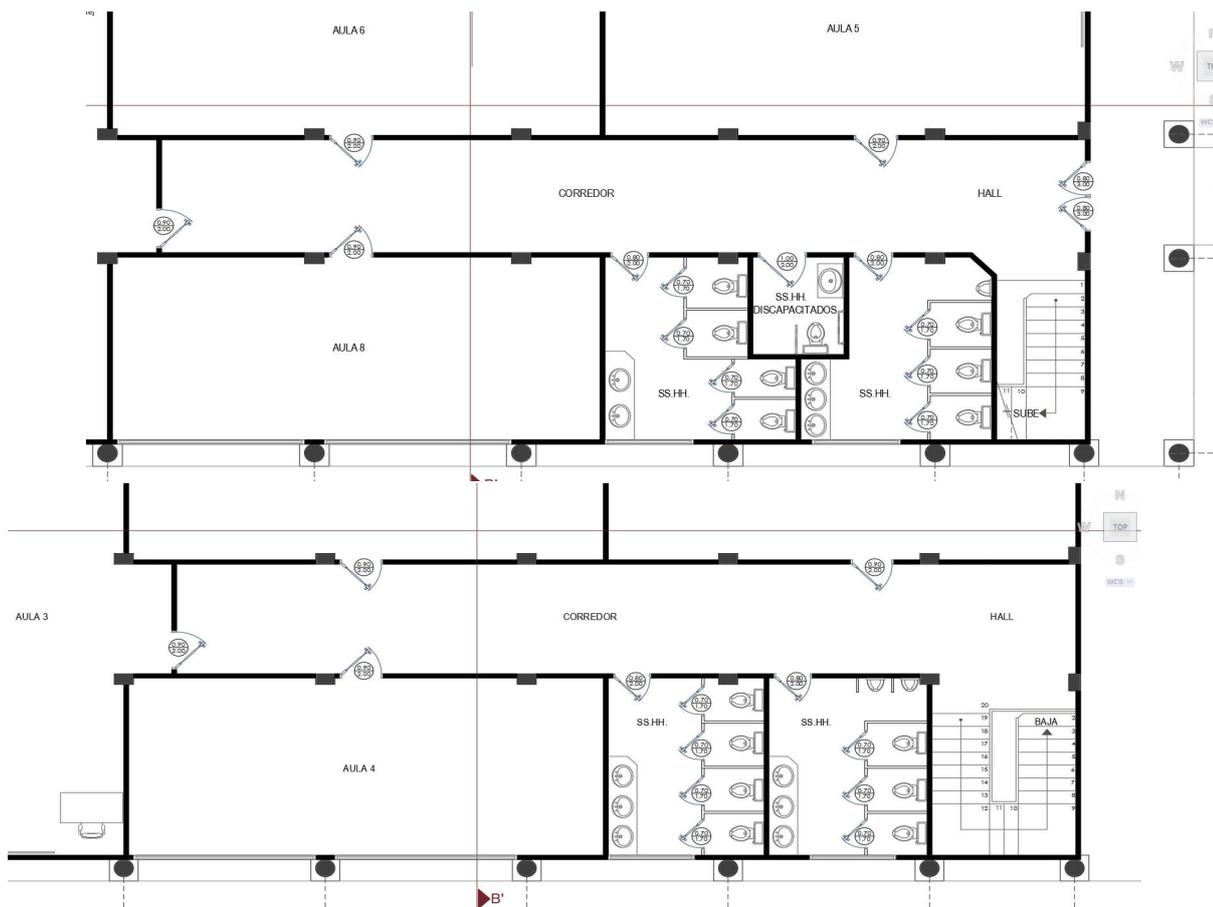
**Código:** 7.01-7.03  
**Rubro:** Cerraduras  
**Unidad:** u  
**Medición:** Se mide por unidad, contabilizando la cantidad de puertas a colocar

Tipo	Medida	Cantidad PB	Cantidad PA	Total	Cerradura
Aulas	0,90x2,00	4	4	8	8
Acceso a baños	0,80x2,00	2	2	4	4
Baño Acceso Universal	1,00x2,00	1	0	1	1
Puerta Principal	1,60x3,00	1	0	1	1
Puerta aluminio y alucubond	0,70x1,70	7	7	14	0



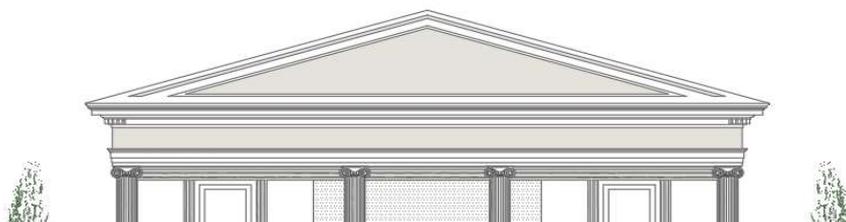
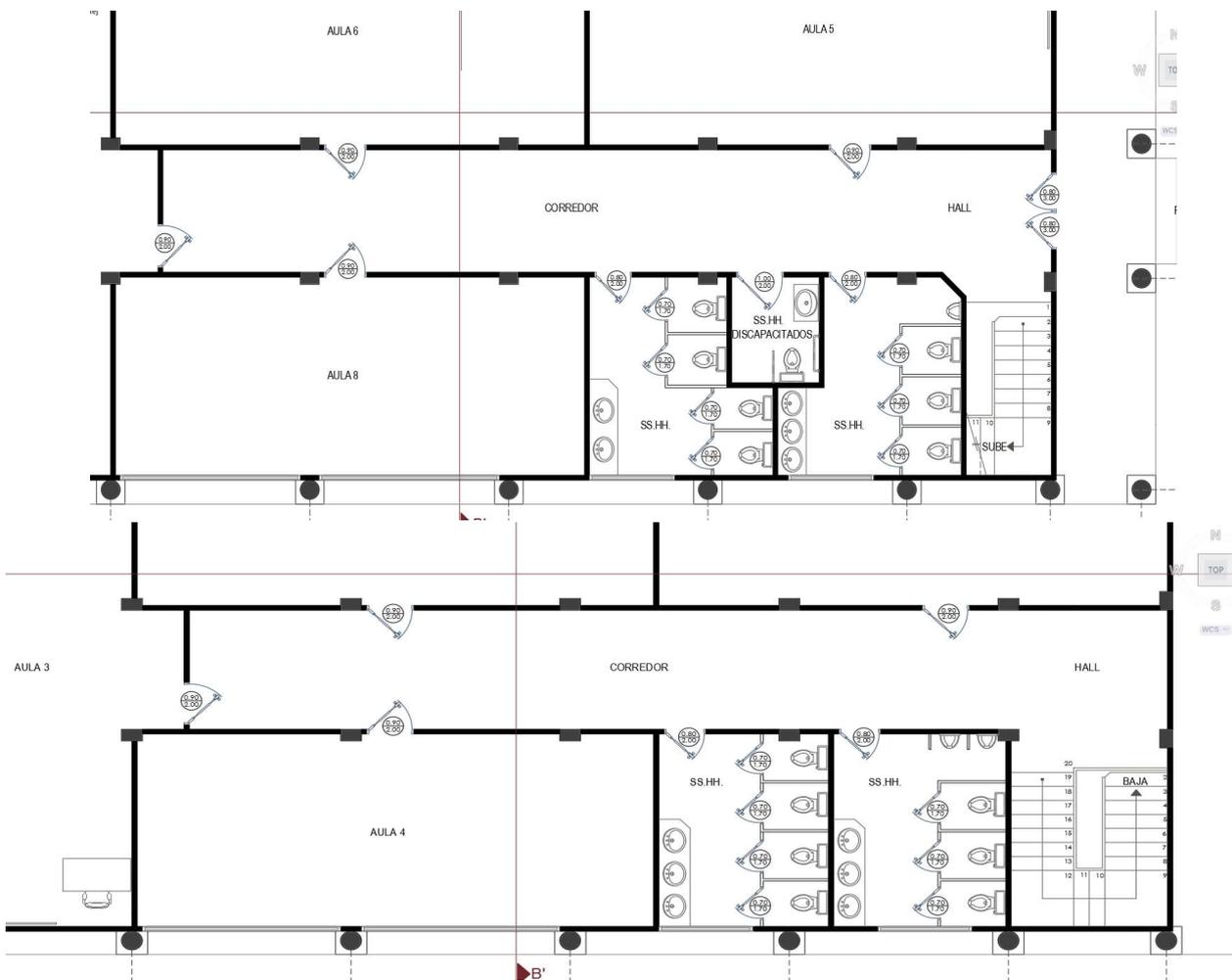
**Código:** 8  
**Rubro:** Instalaciones sanitarias  
**Unidad:** u  
**Medición:** Se mide por unidad, contabilizando la cantidad de puertas a colocar

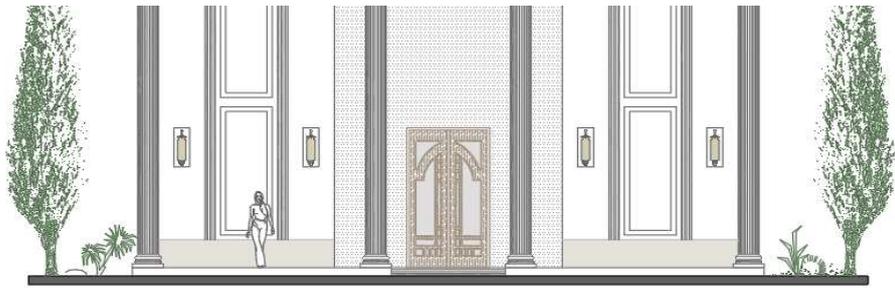
Tipo	Cantidad PB	Cantidad PA	Total	Punto de agua
Inodoro de fluxometro	8	7	15	15
Uinario	1	2	3	3
Lavamano	5	6	11	11
				<b>29</b>



**Código:** 8.05  
**Rubro:** Puntos de luz  
**Unidad:** Pto  
**Medición:** Se mide por punto, contabilizando la cantidad de luminarias a colocar

Lugar	Cantidad	Punto de luz por aula	Puntos totales
Aulas	8	2	16
Pasillos	2	4	8
Escalera	1	2	2
Baños	4	3	12
Fachada frontal	1	4	4
			<b>42</b>





**Código:** 8.06  
**Rubro:** Puntos de tomacorrientes  
**Unidad:** Pto  
**Medición:** Se mide por punto, contabilizando la cantidad de tomacorrientes a colocar

Lugar	Cantidad	Puntos de tomacorrientes	Puntos totales
Aulas	8	20	160
Pasillos	2	2	4
Escalera	1	1	1
Baños	4	2	8
			<b>173</b>



# **ANEXO 9: ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Proyecto: EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
 ID Rubro: 1.01 Unidad m<sup>2</sup>  
 Detalle: Bodega  
 Rendimiento: 1,000 Unidades/hora 1,000 Horas/unid

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores 5% MO		-	-	-	0,6528	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>0,6528</b>	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro de obra	0,5000	4,0700	2,0350	1,0000	2,0350	
EO D2 Albañil	1,0000	3,7400	3,7400	1,0000	3,7400	
EO E2 Peón	2,0000	3,6400	7,2800	1,0000	7,2800	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>13,0550</b>	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
CUARTONES DE CHANUL 2X4	-	2,0000	-	-		
TABLA DE ENCOFRADO SEMI DURA DE 4 MTS	u	5,0000	5,5000	27,5000		
ESTIPANEL/TECHO GALVALUME AR-2000 E=0,40MM	M2	1,1000	10,3400	11,3740		
CLAVOS	kg	0,4000	1,9000	0,7600		
TIRAS	u	2,0000	4,0000	8,0000		
	-	0,5000	-	-		
	-	0,0050	-	-		
	-		-	-		
	-		-	-		
	-		-	-		
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>					<b>47,6340</b>	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-	-	
		-		-	0	
		-		-	0	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>					<b>-</b>	
			1 COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR) TOTAL CD:		<b>61,3418</b>	
			2 GASTOS GENERALES(GG) 5,60% x (CD)		3,4351	
			3 UTILIDAD (UT) 10,00% x (CD)		6,1342	
			4 OTROS INDIRECTOS (OI) 2,35% x (CD)		1,4415	
			5 COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI+CD		72,3526	
			<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>72,35</b>	

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 1.02 **Unidad** m<sup>2</sup>  
**Detalle:** Caseta de guardiania  
**Rendimiento:** 2,857 **Unidades/hora** 0,350 **Horas/unid**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores 5% MO		-	-	-	0,4833
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>0,4833</b>
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
EO C1 maestro	0,5000	4,0700	2,0350	0,3500	0,7123
EO D2 albañil	1,0000	3,7400	3,7400	0,3500	1,3090
EO E2 peón	3,0000	3,6400	10,9200	0,3500	3,8220
EO E2 carpintero	3,0000	3,6400	10,9200	0,3500	3,8220
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>9,6653</b>
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
BLOQUE DE CEMENTO Y ARENA TIPO PL9 ROCAFUERTE ( 10X20X40) CM	u	12,5000	0,6500	8,1250	
CEMENTO PORTLAND TIPO I	-	1,0250	-	-	
ARENA FINA	m3	0,0770	17,0000	1,3090	
PLANCHA DE ZINC 12"	U	0,5600	15,2875	8,5610	
BISAGRAS 3X3 (CAJA DE 2 UNIDADES)	U	0,5000	3,5800	1,7900	
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>					<b>19,7850</b>
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		-		-	-
		-		-	0
		-		-	0
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>					-
1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR) TOTAL CD:				<b>29,9335</b>
2	GASTOS GENERALES(GG)		5,60% x (CD)		1,6763
3	UTILIDAD (UT)		10,00% x (CD)		2,9934
4	OTROS INDIRECTOS (OI)		2,35% x (CD)		0,7034
5	COSTO TOTAL DEL RUBRO		GG+UT+OI+CD		35,3066
	VALOR OFERTADO				<b>35,31</b>

**\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

\_\_\_\_\_  
FIRMA

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 1.03 **Unidad** Global  
**Detalle:** Cabina sanitaria sencilla  
**Rendimiento:** 2,857 **Unidades/hora** 0,350 **Horas/unid**

EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN			CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores				-	-	-	0,1630
				-	-	-	-
				-	-	-	-
				-	-	-	-
				-	-	-	-
				-	-	-	-
				-	-	-	-
				-	-	-	-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>							<b>0,1630</b>
MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN			CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
EO C1	Maestro de obra		0,5000	4,0700	2,0350	0,3500	0,7123
EO E2	Peon		2,0000	3,6400	7,2800	0,3500	2,5480
				-	-	-	-
				-	-	-	-
				-	-	-	-
				-	-	-	-
				-	-	-	-
				-	-	-	-
				-	-	-	-
				-	-	-	-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>							<b>3,2603</b>
MATERIALES							
DESCRIPCIÓN			UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
CABINA SANITARIA SENCILLA			u	1,0000	134,4000	134,4000	
				-	-	-	
				-	-	-	
				-	-	-	
				-	-	-	
				-	-	-	
				-	-	-	
				-	-	-	
				-	-	-	
				-	-	-	
				-	-	-	
				-	-	-	
				-	-	-	
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>							<b>134,4000</b>
TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN			DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
				-		-	-
				-		-	-
				-		-	-
				-		-	-
				-		-	-
				-		-	-
				-		-	-
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>							-
RESUMEN DE COSTOS							
					TOTAL CD:	<b>137,8233</b>	
1	<b>COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)</b>					<b>137,8233</b>	
2	<b>GASTOS GENERALES(GG)</b>				<b>5,60% x (CD)</b>	<b>7,7181</b>	
3	<b>UTILIDAD (UT)</b>				<b>10,00% x (CD)</b>	<b>13,7823</b>	
4	<b>OTROS INDIRECTOS (OI)</b>				<b>2,35% x (CD)</b>	<b>3,2388</b>	
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>GG+UT+OI+CD</b>	<b>162,5625</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>							<b>162,56</b>

**\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

\_\_\_\_\_

FIRMA

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 1.04 **Unidad** m  
**Detalle:** Cerramiento metálico (H=2,40 m)  
**Rendimiento:** 25,000 **Unidades/hora**      0,040 **Horas/unid**

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores 5% MO		-	-	-	0,0334
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>0,0334</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
EO C1      Maestro de obra	0,5000	4,0700	2,0350	0,0400	0,0814
EO D2      Albañil	1,0000	3,7400	3,7400	0,0400	0,1496
EO E2      Peón	3,0000	3,6400	10,9200	0,0400	0,4368
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>0,6678</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
ESTIPANEL/TECHO GALVALUME AR-2000 E=0,40MM	M2	2,0000	10,3400	20,6800	
CUARTONES DE CHANUL 2"X3"X4	u	2,0000	4,2500	8,5000	
CLAVOS	kg	2,0000	1,9000	3,8000	
CANDADOS	u	0,0255	12,0000	0,3059	
BISAGRAS	u	0,0765	1,1000	0,0841	
CHICOTES DE VARILLA CORRUGADA DE 8MM	kg	0,0200	1,3750	0,0275	
	-	-	-	-	
	-	-	-	-	
	-	-	-	-	
	-	-	-	-	
	-	-	-	-	
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>					<b>33,3976</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		-		-	-
		-		-	0
		-		-	0
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>					-
1	COSTO DIRECTO (CD = EQ+MO+MA+TR)      TOTAL CD:				<b>34,0987</b>
2	<b>GASTOS GENERALES (GG)      5,60% x (CD)</b>				1,9095
3	<b>UTILIDAD (UT)      10,00% x (CD)</b>				3,4099
4	<b>OTROS INDIRECTOS (OI)      2,35% x (CD)</b>				0,8013
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO      GG+UT+OI+CD</b>				40,2195
	<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>40,22</b>

**\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

**FIRMA**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 1.05 **Unidad** m<sup>2</sup>  
**Detalle:** Limpieza y nivelación del terreno  
**Rendimiento:** 25,000 **Unidades/hora** 0,040 **Horas/unid**

<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores 5% MO		-	-	-	0,0366	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>0,0366</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO D2 Albañil	1,0000	3,7400	3,7400	0,0400	0,1496	
EO E2 Peón	4,0000	3,6400	14,5600	0,0400	0,5824	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>0,7320</b>	
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>					<b>-</b>	
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-	-	
		-		-	0	
		-		-	0	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>					<b>-</b>	
	1 <b>COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)</b>			<b>TOTAL CD:</b>	<b>0,7686</b>	
	2 <b>GASTOS GENERALES(GG)</b>			<b>5,60% x (CD)</b>	0,0430	
	3 <b>UTILIDAD (UT)</b>			<b>10,00% x (CD)</b>	0,0769	
	4 <b>OTROS INDIRECTOS (OI)</b>			<b>2,35% x (CD)</b>	0,0181	
	5 <b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			<b>GG+UT+OI+CD</b>	0,9066	
	<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>0,91</b>	

**\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

\_\_\_\_\_  
**FIRMA**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 1.06 **Unidad** m<sup>2</sup>  
**Detalle:** Trazado y replanteo  
**Rendimiento:** 10,000 **Unidades/hora** 0,100 **Horas/unid**

<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores 5% MO		-	-			0,0568
Equipo topográfico	1,0000	2,5500	2,5500	0,1000		0,2550
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>						<b>0,3118</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Topógrafo	1,0000	4,0700	4,0700	0,1000		0,4070
EO E2 Peón	2,0000	3,6400	7,2800	0,1000		0,7280
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>1,1350</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
PIOLA	Rollo	0,0100	2,3000			0,0230
CLAVOS	kg	0,0500	1,9000			0,0950
TIRA DE ENCOFRADO SEMI DURA DE 4 MTS.	m	0,0300	0,4000			0,0120
	-	-	-			-
	-	-	-			-
	-	-	-			-
	-	-	-			-
	-	-	-			-
	-	-	-			-
	-	-	-			-
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>						<b>0,1300</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-		-
		-		-		0
		-		-		0
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>						<b>-</b>
1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)			TOTAL CD:		<b>1,5768</b>
2	GASTOS GENERALES(GG)			5,60% x (CD)		0,0883
3	UTILIDAD (UT)			10,00% x (CD)		0,1577
4	OTROS INDIRECTOS (OI)			2,35% x (CD)		0,0371
5	COSTO TOTAL DEL RUBRO			GG+UT+OI+CD		1,8598
	VALOR OFERTADO					<b>1,86</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Proyecto: EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO

ID Rubro: 2.01

Unidad m³

Detalle: Excavación con maquinaria

Rendimiento: 20 Unidades/hora

0,050 Horas/unid

<b>EQUIPOS</b>							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO		
Retroexcavadora	0,2500	30,0000	7,5000	0,0500	0,3750		
Rodillo Liso Vibratorio	1,0000	50,0000	50,0000	0,0500	2,5000		
Tanquero 8 m3	1,0000	20,0000	20,0000	0,0500	1,0000		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>3,8750</b>		
<b>MANO DE OBRA</b>							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO		
EO C1	1,0000	4,0700	4,0700	0,0500	0,2035		
EO D2	1,0000	3,7400	3,7400	0,0500	0,1870		
EO E2	1,0000	3,6400	3,6400	0,0500	0,1820		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>0,5725</b>		
<b>MATERIALES</b>							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO			
AGUA	m³	0,5000	0,8500	0,4250			
		-	-	-			
		-	-	-			
		-	-	-			
		-	-	-			
		-	-	-			
		-	-	-			
		-	-	-			
		-	-	-			
		-	-	-			
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>				<b>0,4250</b>			
<b>TRANSPORTE</b>							
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
Agua	5,00	m³	0,1200	0,0540	0,0324		
		-	-	-	0		
		-	-	-	0		
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>					<b>0,0324</b>		
				<b>COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)</b>		<b>TOTAL CD:</b>	<b>4,9049</b>
<b>1</b>				<b>GASTOS GENERALES(GG)</b>		<b>5,60% x (CD)</b>	<b>0,2747</b>
<b>2</b>				<b>UTILIDAD (UT)</b>		<b>10,00% x (CD)</b>	<b>0,4905</b>
<b>3</b>				<b>OTROS INDIRECTOS (OI)</b>		<b>2,35% x (CD)</b>	<b>0,1153</b>
<b>4</b>				<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>GG+UT+OI+CD</b>	<b>5,7853</b>
<b>5</b>				<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>5,79</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 2.02 **Unidad** m<sup>3</sup>  
**Detalle:** Desalojo con volqueta  
**Rendimiento:** 8 **Unidades/hora** 0,125 **Horas/unid**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Minicargadora (bobcat)	0,2500	25,0000	6,2500	0,1250	0,7813
Volqueta de 8m3	1,0000	30,0000	30,0000	0,1250	3,7500
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>4,5313</b>

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
EO C1 Maestro de Obra	1,0000	4,0700	4,0700	0,1250	0,5088
EO C1 Operador de equipo pesado	1,0000	4,0700	4,0700	0,1250	0,5088
EO C1 Chofer profesional	1,0000	4,0700	4,0700	0,1250	0,5088
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>1,5263</b>

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
	-	0,5000	-	-	
	-		-	-	
	-		-	-	
	-		-	-	
	-		-	-	
	-		-	-	
	-		-	-	
	-		-	-	
	-		-	-	
	-		-	-	
	-		-	-	
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>					-

TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		-		-	-
		-	-	-	0
		-	-	-	0
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>					-

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	<b>6,0575</b>
2	GASTOS GENERALES(GG)	5,60% x (CD)	0,3392
3	UTILIDAD (UT)	10,00% x (CD)	0,6058
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	2,35% x (CD)	0,1424
5	COSTO TOTAL DEL RUBRO	GG+UT+OI+CD	7,1448
	VALOR OFERTADO		<b>7,14</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

\_\_\_\_\_  
FIRMA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Proyecto: EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO

ID Rubro: 2.03 Unidad m³

Detalle: Relleno compactado con material de sitio (incluye transporte)

Rendimiento: 35,000 Unidades/hora 0,029 Horas/unid

<b>EQUIPOS</b>							
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores 5% MO			-	-			0,0171
Motoniveladora		1,0000	60,0000	60,0000	0,0286		1,7143
Volqueta de 8m3		1,0000	30,0000	30,0000	0,0286		0,8571
Rodillo Liso Vibratorio		1,0000	50,0000	50,0000	0,0286		1,4286
Retroexcavadora		1,0000	30,0000	30,0000	0,0286		0,8571
			-	-	-		-
			-	-	-		-
			-	-	-		-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>							<b>4,8742</b>
<b>MANO DE OBRA</b>							
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1	Maestro de obra	0,2500	4,0700	1,0175	0,0286		0,0291
EO E2	Peón	3,0000	3,6400	10,9200	0,0286		0,3120
		-	-	-	-		-
		-	-	-	-		-
		-	-	-	-		-
		-	-	-	-		-
		-	-	-	-		-
		-	-	-	-		-
		-	-	-	-		-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>							<b>0,3411</b>
<b>MATERIALES</b>							
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
		-		-			-
		-		-			-
		-		-			-
		-		-			-
		-		-			-
		-		-			-
		-		-			-
		-		-			-
		-		-			-
		-		-			-
		-		-			-
		-		-			-
		-		-			-
		-		-			-
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>							-
<b>TRANSPORTE</b>							
DESCRIPCIÓN		DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			-		-		-
			-		-		-
			-		-		-
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>							-

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	<b>5,2153</b>
2	GASTOS GENERALES(GG)	5,60% x (CD)	0,2921
3	UTILIDAD (UT)	10,00% x (CD)	0,5215
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	2,35% x (CD)	0,1226
5	COSTO TOTAL DEL RUBRO	GG+UT+OI+CD	6,1514
	VALOR OFERTADO		<b>6,15</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

\_\_\_\_\_  
FIRMA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 2.04 **Unidad** m<sup>2</sup>  
**Detalle:** Replantiillo con hormigón simple fc=180kg/cm2 e=5cm  
**Rendimiento:** 0,625 **Unidades/hora** **1,600 Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores 5% MO		-	-			2,8943
Vibrador	1,0000	2,5000	2,5000	1,6000		4,0000
Concretera de 1 Saco	1,0000	5,0000	5,0000	1,6000		8,0000
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>						<b>14,8943</b>
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro de Obra	0,5000	4,0700	2,0350	4,5000		9,1575
EO D2 Albañil	1,0000	3,7400	3,7400	1,6000		5,9840
EO E2 Peón	4,0000	3,6400	14,5600	1,6000		23,2960
EO D2 Carpintero	1,0000	3,7400	3,7400	5,2000		19,4480
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>57,8855</b>
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
CEMENTO HOLCIM GU	saco	6,0000	7,6800			46,0800
ARENA GRUESA DE RIO	m3	0,5900	17,0000			10,0300
PIEDRA TRITURADA DE 3/4"	m3	0,7900	18,0000			14,2200
AGUA	m <sup>3</sup>	0,1600	0,8500			0,1360
TIRA DE ENCOFRADO SEMI DURA DE 4 MTS.	m	1,3300	0,4000			0,5320
CLAVOS	kg	0,8400	1,9000			1,5960
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>						<b>72,5940</b>
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-		-
		-		-		0
		-		-		0
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>						<b>-</b>
1	<b>COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)</b>				<b>TOTAL CD:</b>	<b>145,3738</b>
2	<b>GASTOS GENERALES(GG)</b>				<b>5,60% x (CD)</b>	<b>8,1409</b>
3	<b>UTILIDAD (UT)</b>				<b>10,00% x (CD)</b>	<b>14,5374</b>
4	<b>OTROS INDIRECTOS (OI)</b>				<b>2,35% x (CD)</b>	<b>3,4163</b>
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>GG+UT+OI+CD</b>	<b>171,4684</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>171,47</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Proyecto: EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO

ID Rubro: 2.05 Unidad m³

Detalle: Vigas de cimentación f<sub>c</sub>=210kg/cm²

Rendimiento: 0,45 Unidades/hora 2,222 Horas/unid

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores 5% MO		-	-			3,2944
Vibrador	1,0000	2,5000	2,5000	2,2222		5,5556
Concretera de 1 Saco	1,0000	5,0000	5,0000	2,2222		11,1111
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>						<b>19,9611</b>
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro de Obra	1,0000	4,0700	4,0700	2,2222		9,0444
EO D2 Albañil	1,0000	3,7400	3,7400	2,2222		8,3111
EO E2 Peón	6,0000	3,6400	21,8400	2,2222		48,5333
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>65,8889</b>
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
CEMENTO HOLCIM GU	saco	7,2100	7,6800			55,3728
ARENA FINA	m3	0,6500	17,0000			11,0500
PIEDRA TRITURADA DE 3/4"	m3	0,9500	18,0000			17,1000
AGUA	m³	0,2200	0,8500			0,1870
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>						<b>83,7098</b>
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-		-
		-		-		0
		-		-		0
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>						<b>-</b>
1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)			TOTAL CD:		<b>169,5598</b>
2	GASTOS GENERALES(GG)			5,60% x (CD)		9,4953
3	UTILIDAD (UT)			10,00% x (CD)		16,9560
4	OTROS INDIRECTOS (OI)			2,35% x (CD)		3,9847
5	COSTO TOTAL DEL RUBRO			GG+UT+OI+CD		199,9958
	VALOR OFERTADO					<b>200,00</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 2.06 **Unidad** kg  
**Detalle:** Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2  
**Rendimiento:** 20 **Unidades/hora** 0,050 **Horas/unid**

<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores 5% MO		-	-			0,0377
Cortadora-Dobladora	1,0000	1,6000	1,6000	0,0500		0,0800
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>						<b>0,1177</b>

<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro de Obra	0,1000	4,0700	0,4070	0,0500		0,0204
EO D2 Fierro	1,0000	3,7400	3,7400	0,0500		0,1870
EO E2 Peón	3,0000	3,6400	10,9200	0,0500		0,5460
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>0,7534</b>

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
ALAMBRE GALV. #18	Kg	0,1000	0,7800	0,0780
ACERO DE REFUERZO EN BARRAS (EN OBRA)	kg	1,0500	1,0000	1,0500
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>				<b>1,1280</b>

<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-		-
		-		-		0
		-		-		0
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>						<b>-</b>

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	<b>1,9990</b>
2	GASTOS GENERALES(GG)	5,60% x (CD)	0,1119
3	UTILIDAD (UT)	10,00% x (CD)	0,1999
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	2,35% x (CD)	0,0470
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	GG+UT+OI+CD	<b>2,3578</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>2,36</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

\_\_\_\_\_  
FIRMA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 2.07 Unidad m<sup>2</sup>  
**Detalle:** Encofrado de vigas de cimentación  
**Rendimiento:** 4 Unidades/hora 0,250 Horas/unid

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores 5% MO			-	-	-	0,1960
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>						<b>0,1960</b>
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
EO C1	Maestro de Obra	0,2500	4,0700	1,0175	0,2500	0,2544
EO D2	Carpintero	1,0000	3,7400	3,7400	0,2500	0,9350
EO E2	Peón	3,0000	3,6400	10,9200	0,2500	2,7300
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>3,9194</b>
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.		COSTO
TABLA DE ENCOFRADO (3 USOS)		u	8,0000	4,0000		32,0000
CLAVOS		kg	0,1500	1,9000		0,2850
			-	-		-
			-	-		-
			-	-		-
			-	-		-
			-	-		-
			-	-		-
			-	-		-
			-	-		-
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>						<b>32,2850</b>
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN		DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
				-	-	-
				-	-	-
				-	-	-
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>						-
	1 COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR) TOTAL CD:					<b>36,4003</b>
	2 GASTOS GENERALES(GG) 5,60% x (CD)					2,0384
	3 UTILIDAD (UT) 10,00% x (CD)					3,6400
	4 OTROS INDIRECTOS (OI) 2,35% x (CD)					0,8554
	5 COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI+CD					42,9342
	<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>42,93</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 3.01 **Unidad** kg  
**Detalle:** Vigas metalicas ASTM A-36  
**Rendimiento:** 22,75 **Unidades/hora** 0,044 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Soldadora	1,0000	1,5000	1,5000	0,0440	0,0659	
Grua de 10 Ton	1,0000	35,0000	35,0000	0,0440	1,5385	
Amoladora electrica	1,0000	4,3000	4,3000	0,0440	0,1890	
Equipo oxicorte	1,0000	1,5400	1,5400	0,0440	0,0677	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>1,8611</b>	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro de Obra	1,0000	4,0700	4,0700	0,0440	0,1789	
EO D2 Engrasador	2,0000	3,7400	7,4800	0,0440	0,3288	
EO E2 Peón	4,0000	3,6400	14,5600	0,0440	0,6400	
EO C2 Perfilero/Soldador	2,0000	3,8900	7,7800	0,0440	0,3420	
EO C1 Operador de grúa	1,0000	4,0700	4,0700	0,0440	0,1789	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>1,6686</b>	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
PINTURA ANTICORROSIVA	galón	0,0100	20,0000	0,2000		
DISCO DE CORTE	U	0,0100	1,6500	0,0165		
ACERO A36 DE PERFILES METALICOS	kg	1,0500	1,0500	1,1025		
ELECTRODO #7010 3/16	KG	0,0500	2,3400	0,1170		
		-	-	-		
		-	-	-		
		-	-	-		
		-	-	-		
		-	-	-		
		-	-	-		
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>					<b>1,4360</b>	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			-	-	-	
			-	-	0	
			-	-	0	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>					<b>-</b>	
			1 COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR) TOTAL CD:		<b>4,9657</b>	
			2 GASTOS GENERALES(GG) 5,60% x (CD)		0,2781	
			3 UTILIDAD (UT) 10,00% x (CD)		0,4966	
			4 OTROS INDIRECTOS (OI) 2,35% x (CD)		0,1167	
			5 COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI+CD		5,8570	
			<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>5,86</b>	

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 3.02 **Unidad** kg  
**Detalle:** Columnnas metalicas ASTM A-36  
**Rendimiento:** 22,75 **Unidades/hora** 0,044 **Horas/unid**

EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO		
Soldadora	1,0000	1,5000	1,5000	0,0440	0,0659		
Grua de 10 Ton	1,0000	35,0000	35,0000	0,0440	1,5385		
Amoladora electrica	1,0000	4,3000	4,3000	0,0440	0,1890		
Equipo oxicorte	1,0000	1,5400	1,5400	0,0440	0,0677		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>1,8611</b>		
MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO		
EO C1 Maestro de Obra	1,0000	4,0700	4,0700	0,0440	0,1789		
EO D2 Engrasador	2,0000	3,7400	7,4800	0,0440	0,3288		
EO E2 Peón	4,0000	3,6400	14,5600	0,0440	0,6400		
EO C2 Perfilero	2,0000	3,8900	7,7800	0,0440	0,3420		
EO C1 Operador de grúa	1,0000	4,0700	4,0700	0,0440	0,1789		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>1,6686</b>		
MATERIALES							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO			
PINTURA ANTICORROSIVA	galón	0,0100	20,0000	0,2000			
DISCO DE CORTE	U	0,0100	1,6500	0,0165			
ACERO A36 DE PERFILES METALICOS	kg	1,0500	1,0500	1,1025			
ELECTRODO #7010 3/16	KG	0,0500	2,3400	0,1170			
		-	-	-			
		-	-	-			
		-	-	-			
		-	-	-			
		-	-	-			
		-	-	-			
		-	-	-			
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>					<b>1,4360</b>		
TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
		-		-	-		
		-		-	0		
		-		-	0		
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>					<b>-</b>		
				<b>COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)</b>		<b>TOTAL CD:</b>	<b>4,9657</b>
<b>1</b>				<b>GASTOS GENERALES(GG)</b>		<b>5,60% x (CD)</b>	<b>0,2781</b>
<b>2</b>				<b>UTILIDAD (UT)</b>		<b>10,00% x (CD)</b>	<b>0,4966</b>
<b>3</b>				<b>OTROS INDIRECTOS (OI)</b>		<b>2,35% x (CD)</b>	<b>0,1167</b>
<b>4</b>				<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>GG+UT+OI+CD</b>	<b>5,8570</b>
<b>5</b>				<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>5,86</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 3.03 **Unidad** kg  
**Detalle:** Arriostramientos ASTM A-36  
**Rendimiento:** 22,75 **Unidades/hora** 0,044 **Horas/unid**

<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Soldadora	1,0000	1,5000	1,5000	0,0440	0,0659	
Grua de 10 Ton	1,0000	35,0000	35,0000	0,0440	1,5385	
Amoladora electrica	1,0000	4,3000	4,3000	0,0440	0,1890	
Equipo oxicorte	1,0000	1,5400	1,5400	0,0440	0,0677	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>1,8611</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro de Obra	1,0000	4,0700	4,0700	0,0440	0,1789	
EO D2 Engrasador	2,0000	3,7400	7,4800	0,0440	0,3288	
EO E2 Peón	4,0000	3,6400	14,5600	0,0440	0,6400	
EO C2 Perfilero	2,0000	3,8900	7,7800	0,0440	0,3420	
EO C1 Operador de grúa	1,0000	4,0700	4,0700	0,0440	0,1789	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>1,6686</b>	
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
PINTURA ANTICORROSIVA	galón	0,0100	20,0000	0,2000		
DISCO DE CORTE	U	0,0100	1,6500	0,0165		
ACERO A36 DE PERFILES METALICOS	kg	1,0500	1,0500	1,1025		
ELECTRODO #7010 3/16	KG	0,0500	2,3400	0,1170		
		-	-	-		
		-	-	-		
		-	-	-		
		-	-	-		
		-	-	-		
		-	-	-		
		-	-	-		
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>					<b>1,4360</b>	
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			-	-	-	
			-	-	0	
			-	-	0	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>					<b>-</b>	
			1 COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR) TOTAL CD:		<b>4,9657</b>	
			2 GASTOS GENERALES(GG) 5,60% x (CD)		0,2781	
			3 UTILIDAD (UT) 10,00% x (CD)		0,4966	
			4 OTROS INDIRECTOS (OI) 2,35% x (CD)		0,1167	
			5 COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI+CD		5,8570	
			<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>5,86</b>	

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 3.04 **Unidad** u  
**Detalle:** Conexión viga-viga  
**Rendimiento:** 12,5 **Unidades/hora** **0,080 Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Soldadora	1,0000	1,5000	1,5000	0,0800	0,1200	
Cortadora	1,0000	5,0000	5,0000	0,0800	0,4000	
Herramientas menores 5% MO		-	-	-	0,0467	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>0,5667</b>	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1	0,1000	4,0700	0,4070	0,0800	0,0326	
EO E2	1,0000	3,6400	3,6400	0,0800	0,2912	
EO C2	1,0000	3,8900	3,8900	0,0800	0,3112	
EO D2	1,0000	3,7400	3,7400	0,0800	0,2992	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>0,9342</b>	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Placa de acero ASTM A36 30x10x1	kg	5,6500	1,4000	7,91		
Soldadura E-6011 y E-7018	kg	0,0400	2,1000	0,084		
Disco corte metal norton 4.5x1/16x7/8	UNIDAD	0,0300	1,0600	0,0318		
Pintura anticorrosiva	gal	0,0040	20,0000	0,08		
Esmalte galidden aluminio (galidden)	gal	0,0100	24,7200	0,2472		
Thinner	gal	0,0100	7,3300	0,0733		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>					<b>8,4263</b>	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-	-	
		-		-	0	
		-		-	0	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>					<b>-</b>	
			1 COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR) TOTAL CD:		<b>9,9272</b>	
			2 GASTOS GENERALES(GG) 5,60% x (CD)		0,5559	
			3 UTILIDAD (UT) 10,00% x (CD)		0,9927	
			4 OTROS INDIRECTOS (OI) 2,35% x (CD)		0,2333	
			5 COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI+CD		11,7091	
			VALOR OFERTADO		<b>11,71</b>	

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 3.05 **Unidad** u  
**Detalle:** Conexión viga-columna  
**Rendimiento:** 4 **Unidades/hora** 0,250 **Horas/unid**

<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Soldadora	1,0000	1,5000	1,5000	0,2500	0,3750	
Herramientas menores 5% MO		-	-	-	0,0992	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>0,4742</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1	0,1000	4,0700	0,4070	0,2500	0,1018	
EO E2	1,0000	3,6400	3,6400	0,2500	0,9100	
EO C2	1,0000	3,8900	3,8900	0,2500	0,9725	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>1,9843</b>	
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Placa de acero ASTM A36 30x10x1	kg	5,8800	1,4000	8,232		
Soldadura E-6011 y E-7018	kg	0,4000	2,1000	0,84		
Disco corte metal norton 4.5x1/16x7/8	UNIDAD	0,0300	1,0600	0,0318		
Pintura anticorrosiva	gal	0,0040	20,0000	0,08		
Esmalte galidden aluminio (galidden)	gal	0,0100	24,7200	0,2472		
Thinner	gal	0,0100	7,3300	0,0733		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>					<b>9,5043</b>	
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-	-	
		-		-	0	
		-		-	0	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>					<b>-</b>	
1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)			TOTAL CD:	<b>11,9628</b>	
2	GASTOS GENERALES(GG)			0,00% x (CD)	-	
3	UTILIDAD (UT)			0,00% x (CD)	-	
4	OTROS INDIRECTOS (OI)			5,60% x (CD)	0,6699	
5	COSTO TOTAL DEL RUBRO			0,100 GG+UT+OI+CD	12,6327	
	VALOR OFERTADO			0,024	<b>12,63</b>	

**\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

\_\_\_\_\_  
FIRMA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 3.06 **Unidad** u  
**Detalle:** Conexión columna-columna  
**Rendimiento:** 16,67 **Unidades/hora** 0,060 **Horas/unid**

<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Soldadora	1,0000	1,5000	1,5000	0,0600	0,0900	
Herramientas menores 5% MO		-	-	-	0,0238	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>0,1138</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1	0,1000	4,0700	0,4070	0,0600	0,0244	
EO E2	1,0000	3,6400	3,6400	0,0600	0,2184	
EO C2	1,0000	3,8900	3,8900	0,0600	0,2334	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>0,4761</b>	
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Soldadura E-6011 y E-7018	kg	0,4000	2,1000	0,84		
Disco corte metal norton 4.5x1/16x7/8	UNIDAD	0,0300	1,0600	0,0318		
Pintura anticorrosiva	gal	0,0040	20,0000	0,08		
Esmalte galidden aluminio (galidden)	gal	0,0100	24,7200	0,2472		
Thinner	gal	0,0100	7,3300	0,0733		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>					<b>1,2723</b>	
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-	-	
		-		-	0	
		-		-	0	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>					<b>-</b>	
1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)			TOTAL CD:	<b>1,8622</b>	
2	GASTOS GENERALES(GG)			5,60% x (CD)	0,1043	
3	UTILIDAD (UT)			10,00% x (CD)	0,1862	
4	OTROS INDIRECTOS (OI)			2,35% x (CD)	0,0438	
5	COSTO TOTAL DEL RUBRO			GG+UT+OI+CD	2,1965	
	VALOR OFERTADO				<b>2,20</b>	

**\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

\_\_\_\_\_  
FIRMA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Proyecto:

ID Rubro:

3.07

Unidad m<sup>2</sup>

Detalle:

Placa colaborante Steel Deck

Rendimiento:

23 Unidades/hora

0,043

Horas/unid

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas 5% de mano de obra		-	-	-	0,0734
Soldadora	1,0000	1,5000	1,5000	0,0435	0,0652
Amoladora electrica	2,0000	4,3000	8,6000	0,0435	0,3739
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>0,5126</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
EO C1	Maestro de Obra	0,7500	4,0700	3,0525	0,0435	0,1327
EO C1	Soldador	2,0000	4,0700	8,1400	0,0435	0,3539
EO E2	Peón	3,0000	3,6400	10,9200	0,0435	0,4748
EO C2	Perfilero	3,0000	3,8900	11,6700	0,0435	0,5074
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>1,4688</b>

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
PLACA COLABORANTE GALVANIZADA E=0.75 MM	M2	1,0500	18,1250	19,0313
PERNOS CON TUERCA Y CONTRATUERCA GALVANIZADOS DE 1/2" X 1 1/2 "	U	0,5000	0,4375	0,2188
ELECTRODO #7010 3/16	KG	0,1000	2,3400	0,2340
		-	-	-
		-	-	-
		-	-	-
		-	-	-
		-	-	-
		-	-	-
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>				<b>19,4840</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN		DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
				-	-	-
				-	-	0
				-	-	0
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>						<b>-</b>

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	<b>21,4654</b>
2	GASTOS GENERALES(GG)	5,60% x (CD)	1,2021
3	UTILIDAD (UT)	10,00% x (CD)	2,1465
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	2,35% x (CD)	0,5044
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	GG+UT+OI+CD	<b>25,3184</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>25,32</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 3.08 **Unidad** m<sup>2</sup>  
**Detalle:** Malla electrosoldada 5.5x15  
**Rendimiento:** 30 **Unidades/hora** 0,033 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 5% de mano de obra		-	-	-		0,0123
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>						<b>0,0123</b>
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO E2 Peón	1,0000	3,6400	3,6400	0,0333		0,1213
EO D2 Albañil	1,0000	3,7400	3,7400	0,0333		0,1247
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>0,2460</b>
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
MALLA ARMEX ELECTROSOLDADA DE 5.5 MM CADA 15 CM FY=4200 KG/CM	M2	1,0500	3,9000			4,0950
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>						<b>4,0950</b>
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
						-
						0
						0
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>						<b>-</b>
1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)				TOTAL CD:	<b>4,3533</b>
2	<b>GASTOS GENERALES(GG)</b>				<b>5,60% x (CD)</b>	0,2438
3	<b>UTILIDAD (UT)</b>				<b>10,00% x (CD)</b>	0,4353
4	<b>OTROS INDIRECTOS (OI)</b>				<b>2,35% x (CD)</b>	0,1023
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>GG+UT+OI+CD</b>	5,1347
	<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>5,13</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 3.09 **Unidad** m<sup>3</sup>  
**Detalle:** Hormigón de losa f'c=210 Kg/cm<sup>2</sup>  
**Rendimiento:** 1,25 **Unidades/hora** **0,800 Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores 5% MO		-	-			1,4984
Vibrador de Manguera	1,0000	4,0000	4,0000	0,8000		3,2000
Concretera de 1 Saco	1,0000	5,0000	5,0000	0,8000		4,0000
Bomba concretera	1,0000	6,8000	6,8000	0,8000		5,4400
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>						<b>14,1384</b>
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro de Obra	1,0000	4,0700	4,0700	0,8000		3,2560
EO D2 Albañil	2,0000	3,7400	7,4800	0,8000		5,9840
EO E2 Peón	6,0000	3,6400	21,8400	0,8000		17,4720
EO C1 Operador de equipo liviano	1,0000	4,0700	4,0700	0,8000		3,2560
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>29,9680</b>
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
CEMENTO HOLCIM GU	saco	7,5000	7,6800			57,6000
ARENA FINA	m3	0,6500	17,0000			11,0500
PIEDRA TRITURADA DE 3/4"	m3	0,9500	18,0000			17,1000
AGUA	m <sup>3</sup>	0,2500	0,8500			0,2125
ADITEC 1, IMPERMEABILIZANTE DE MORTEROS	Kg	2,1600	0,6900			1,4904
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>						<b>87,4529</b>
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-		-
		-		-		0
		-		-		0
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>						<b>-</b>
	1 COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR) TOTAL CD:					<b>131,5593</b>
	2 GASTOS GENERALES(GG) 5,60% x (CD)					7,3673
	3 UTILIDAD (UT) 10,00% x (CD)					13,1559
	4 OTROS INDIRECTOS (OI) 2,35% x (CD)					3,0916
	5 COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI+CD					155,1742
	<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>155,17</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Proyecto: EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO

ID Rubro: 3.10 Unidad m³

Detalle: Escaleras f'c=210 Kg/cm2

Rendimiento: 1,25 Unidades/hora 0,800 Horas/unid

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores 5% MO		-	-		1,4984
Vibrador de Manguera	1,0000	4,0000	4,0000	0,8000	3,2000
Concretera de 1 Saco	1,0000	5,0000	5,0000	0,8000	4,0000
Bomba concretera	1,0000	6,8000	6,8000	0,8000	5,4400
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>14,1384</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
EO C1	Maestro de Obra	1,0000	4,0700	4,0700	0,8000	3,2560
EO D2	Albañil	2,0000	3,7400	7,4800	0,8000	5,9840
EO E2	Peón	6,0000	3,6400	21,8400	0,8000	17,4720
EO C1	Operador de equipo liviano	1,0000	4,0700	4,0700	0,8000	3,2560
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>29,9680</b>

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
CEMENTO HOLCIM GU	saco	7,5000	7,6800	57,6000
ARENA FINA	m3	0,6500	17,0000	11,0500
PIEDRA TRITURADA DE 3/4"	m3	0,9500	18,0000	17,1000
AGUA	m³	0,2500	0,8500	0,2125
ADITEC 1, IMPERMEABILIZANTE DE MORTEROS	Kg	2,1600	0,6900	1,4904
			-	-
			-	-
			-	-
			-	-
			-	-
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>				<b>87,4529</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN		DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
				-	-	-
				-	-	0
				-	-	0
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>						<b>-</b>

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	<b>131,5593</b>
2	GASTOS GENERALES(GG)	5,60% x (CD)	7,3673
3	UTILIDAD (UT)	10,00% x (CD)	13,1559
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	2,35% x (CD)	3,0916
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	GG+UT+OI+CD	<b>155,1742</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>155,17</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 3.11 **Unidad** kg  
**Detalle:** Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 escalera  
**Rendimiento:** 20 **Unidades/hora** 0,050 **Horas/unid**

EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores 5% MO			-	-		0,0377	
Cortadora-Dobladora		1,0000	1,6000	1,6000	0,0500	0,0800	
			-	-		-	
			-	-		-	
			-	-		-	
			-	-		-	
			-	-		-	
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>						<b>0,1177</b>	
MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1	Maestro de Obra	0,1000	4,0700	0,4070	0,0500	0,0204	
EO D2	Fierrero	1,0000	3,7400	3,7400	0,0500	0,1870	
EO E2	Peón	3,0000	3,6400	10,9200	0,0500	0,5460	
			-	-		-	
			-	-		-	
			-	-		-	
			-	-		-	
			-	-		-	
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>0,7534</b>	
MATERIALES							
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.		COSTO	
ALAMBRE GALV. #18		Kg	0,1000	0,7800		0,0780	
ACERO DE REFUERZO EN BARRAS (EN OBRA)		kg	1,0500	1,0000		1,0500	
			-	-		-	
			-	-		-	
			-	-		-	
			-	-		-	
			-	-		-	
			-	-		-	
			-	-		-	
			-	-		-	
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>						<b>1,1280</b>	
TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN			DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
				-		-	-
				-		-	0
				-		-	0
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>						-	
					1	<b>COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)</b>	<b>1,9990</b>
					2	<b>GASTOS GENERALES(GG)</b>	5,60% x (CD)
					3	<b>UTILIDAD (UT)</b>	10,00% x (CD)
					4	<b>OTROS INDIRECTOS (OI)</b>	2,35% x (CD)
					5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	GG+UT+OI+CD
						<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>2,36</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 3.12 **Unidad** m<sup>2</sup>  
**Detalle:** Encofrado de escalera  
**Rendimiento:** 4 **Unidades/hora** 0,250 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores 5% MO			-	-	-	0,1960
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>						<b>0,1960</b>
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
EO C1	Maestro de Obra	0,2500	4,0700	1,0175	0,2500	0,2544
EO D2	Carpintero	1,0000	3,7400	3,7400	0,2500	0,9350
EO E2	Peón	3,0000	3,6400	10,9200	0,2500	2,7300
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>3,9194</b>
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.		COSTO
TABLA DE ENCOFRADO (3 USOS)		u	8,0000	4,0000		32,0000
CLAVOS		kg	0,1500	1,9000		0,2850
			-	-		-
			-	-		-
			-	-		-
			-	-		-
			-	-		-
			-	-		-
			-	-		-
			-	-		-
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>						<b>32,2850</b>
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN		DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
				-	-	-
				-	-	-
				-	-	-
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>						-
	1 COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR) TOTAL CD:					<b>36,4003</b>
	2 GASTOS GENERALES(GG) 5,60% x (CD)					2,0384
	3 UTILIDAD (UT) 10,00% x (CD)					3,6400
	4 OTROS INDIRECTOS (OI) 2,35% x (CD)					0,8554
	5 COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI+CD					42,9342
	<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>42,93</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLuye IVA

\_\_\_\_\_  
FIRMA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 4.01 **Unidad** m<sup>2</sup>  
**Detalle:** Pared de Bloques PL9  
**Rendimiento:** 3,125 **Unidades/hora** 0,320 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores 5% MO		-	-			0,2089
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>						<b>0,2089</b>
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro de Obra	0,5000	4,0700	2,0350	0,3200		0,6512
EO D2 Albañil	1,0000	3,7400	3,7400	0,3200		1,1968
EO E2 Peón	2,0000	3,6400	7,2800	0,3200		2,3296
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>4,1776</b>
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
CEMENTO PORTLAND TIPO I	-	0,3600	-			-
ARENA FINA	m3	0,0400	17,0000			0,6800
AGUA	m <sup>3</sup>	0,0100	0,8500			0,0085
BLOQUE ALIVIANADO DE 10X20X40	u	13,0000	0,2800			3,6400
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>						<b>4,3285</b>
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			-	-		-
			-	-		-
			-	-		-
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>						-

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	<b>8,7150</b>
2	GASTOS GENERALES(GG)	5,60% x (CD)	0,4880
3	UTILIDAD (UT)	10,00% x (CD)	0,8715
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	2,35% x (CD)	0,2048
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	GG+UT+OI+CD	<b>10,2793</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>10,28</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 4.02 Unidad m<sup>2</sup>  
**Detalle:** Enlucidos (mortero 1:3)  
**Rendimiento:** 3,125 Unidades/hora 0,320 Horas/unid

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores 5% MO		-	-		0,2671
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>0,2671</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
EO C1 Maestro de Obra	0,5000	4,0700	2,0350	0,3200	0,6512
EO D2 Albañil	1,0000	3,7400	3,7400	0,3200	1,1968
EO E2 Peón	3,0000	3,6400	10,9200	0,3200	3,4944
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>5,3424</b>

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
CEMENTO HOLCIM GU	saco	0,2600	7,6800	1,9968
ARENA FINA	m3	0,0300	17,0000	0,5100
AGUA	m <sup>3</sup>	0,0100	0,8500	0,0085
	-		-	-
	-		-	-
	-		-	-
	-		-	-
	-		-	-
	-		-	-
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>				<b>2,5153</b>

<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		-		-	-
		-		-	-
		-		-	-
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>					-

1	<b>COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)</b>	<b>TOTAL CD:</b>	<b>8,1248</b>
2	<b>GASTOS GENERALES(GG)</b>	<b>5,60% x (CD)</b>	0,4550
3	<b>UTILIDAD (UT)</b>	<b>10,00% x (CD)</b>	0,8125
4	<b>OTROS INDIRECTOS (OI)</b>	<b>2,35% x (CD)</b>	0,1909
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>GG+UT+OI+CD</b>	9,5832
	<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>9,58</b>

**\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

\_\_\_\_\_  
FIRMA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 4.03 **Unidad** m<sup>2</sup>  
**Detalle:** Pintura elastomérica (incluye empastado)  
**Rendimiento:** 3 **Unidades/hora** 0,333 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores 5% MO		-	-			0,1298
Compresor	1,0000	20,0000	20,0000	0,3333		6,6667
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>						<b>6,7965</b>
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro de Obra	0,1000	4,0700	0,4070	0,3333		0,1357
EO D2 Pintor	1,0000	3,7400	3,7400	0,3333		1,2467
EO E2 Peón	1,0000	3,6400	3,6400	0,3333		1,2133
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>2,5957</b>
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
LIJA DE AGUA N80	U	0,3500	0,3900			0,1365
PINTURA ELASTOMÉRICA CONDOR	GLN	0,0300	36,2500			1,0875
THINNER COMERCIAL (DILUYENTE)	m <sup>3</sup>	0,0100	2,0000			0,0200
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>						<b>1,2440</b>
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-		-
		-		-		-
		-		-		-
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>						<b>-</b>
				<b>COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)</b>	<b>TOTAL CD:</b>	<b>10,6361</b>
1				<b>GASTOS GENERALES(GG)</b>	<b>5,60% x (CD)</b>	<b>0,5956</b>
2				<b>UTILIDAD (UT)</b>	<b>10,00% x (CD)</b>	<b>1,0636</b>
3				<b>OTROS INDIRECTOS (OI)</b>	<b>2,35% x (CD)</b>	<b>0,2499</b>
4				<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>GG+UT+OI+CD</b>	<b>12,5453</b>
5				<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>12,55</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 5.01 **Unidad** m<sup>2</sup>  
**Detalle:** Contrapiso de hormigón simple, e=8cm  
**Rendimiento:** 1,6 **Unidades/hora** 0,625 **Horas/unid**

<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores 5% MO		-	-			0,2433
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>						<b>0,2433</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro de Obra	0,1000	4,0700	0,4070	0,6250		0,2544
EO D2 Albañil	1,0000	3,7400	3,7400	0,6250		2,3375
EO E2 Peón	1,0000	3,6400	3,6400	0,6250		2,2750
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>4,8669</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
CEMENTO HOLCIM GU	saco	0,8000	7,6800			6,1440
ARENA FINA	m3	0,0700	17,0000			1,1900
PIEDRA TRITURADA DE 3/4"	m3	0,0800	18,0000			1,4400
AGUA	m <sup>3</sup>	0,0500	0,8500			0,0425
		-				-
		-				-
		-				-
		-				-
		-				-
		-				-
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>						<b>8,8165</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			-			-
			-			-
			-			-
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>						-

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	<b>13,9267</b>
2	GASTOS GENERALES(GG)	5,60% x (CD)	0,7799
3	UTILIDAD (UT)	10,00% x (CD)	1,3927
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	2,35% x (CD)	0,3273
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	GG+UT+OI+CD	<b>16,4266</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>16,43</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

\_\_\_\_\_  
FIRMA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 5.02 **Unidad** m<sup>2</sup>  
**Detalle:** Baldosas en baños  
**Rendimiento:** 1 **Unidades/hora** 1,000 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores 5% MO		-	-			0,3894
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>						<b>0,3894</b>
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro de Obra	0,1000	4,0700	0,4070	1,0000		0,4070
EO D2 Albañil	1,0000	3,7400	3,7400	1,0000		3,7400
EO E2 Peón	1,0000	3,6400	3,6400	1,0000		3,6400
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>7,7870</b>
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
CEMENTO HOLCIM GU	saco	0,3000	7,6800			2,3040
ARENA FINA	m3	0,0300	17,0000			0,5100
BALDOSA ANTIDESLIZANTE	m2	1,0500	8,0000			8,4000
AGUA	m <sup>3</sup>	0,0100	0,8500			0,0085
		-				-
		-				-
		-				-
		-				-
		-				-
		-				-
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>						<b>11,2225</b>
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			-			-
			-			-
			-			-
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>						-
1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)				TOTAL CD:	<b>19,3989</b>
2	<b>GASTOS GENERALES(GG)</b>				<b>5,60% x (CD)</b>	1,0863
3	<b>UTILIDAD (UT)</b>				<b>10,00% x (CD)</b>	1,9399
4	<b>OTROS INDIRECTOS (OI)</b>				<b>2,35% x (CD)</b>	0,4559
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>GG+UT+OI+CD</b>	22,8809
	<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>22,88</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 5.03 **Unidad** m<sup>2</sup>  
**Detalle:** Cerámica nacional  
**Rendimiento:** 1 Unidades/hora **1,000 Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores 5% MO		-	-			0,3894
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>						<b>0,3894</b>
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro de Obra	0,1000	4,0700	0,4070	1,0000		0,4070
EO D2 Albañil	1,0000	3,7400	3,7400	1,0000		3,7400
EO E2 Peón	1,0000	3,6400	3,6400	1,0000		3,6400
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>7,7870</b>
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
CEMENTO HOLCIM GU	saco	0,3000	7,6800			2,3040
ARENA FINA	m3	0,0300	17,0000			0,5100
CERÁMICA 30x30	m2	1,0500	19,7600			20,7480
AGUA	m³	0,0100	0,8500			0,0085
		-				-
		-				-
		-				-
		-				-
		-				-
		-				-
		-				-
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>						<b>23,5705</b>
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			-			-
			-			-
			-			-
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>						-

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	<b>31,7469</b>
2	GASTOS GENERALES(GG)	5,60% x (CD)	1,7778
3	UTILIDAD (UT)	10,00% x (CD)	3,1747
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	2,35% x (CD)	0,7461
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	GG+UT+OI+CD	<b>37,4454</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>37,45</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

\_\_\_\_\_  
FIRMA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 5.04 **Unidad** m  
**Detalle:** Pasamanos Aluminio  
**Rendimiento:** 1 **Unidades/hora** 1,000 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores 5% MO		-	-	-	-	0,5714
		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>						<b>0,5714</b>
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro de Obra	0,1000	4,0700	0,4070	1,0000	0,4070	
EO D2 Albañil	1,0000	3,7400	3,7400	1,0000	3,7400	
EO E2 Peón	2,0000	3,6400	7,2800	1,0000	7,2800	
		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>11,4270</b>
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
PERFILES DE ALUMINIO	m.	1,0200	40,0000	40,8000		
PERNOS CON TUERCA Y CONTRATUERCA GALVANIZADOS DE 1/2" X 1 1/2"	U	0,0300	0,4375	0,0131		
	-		-	-		
	-		-	-		
	-		-	-		
	-		-	-		
	-		-	-		
	-		-	-		
	-		-	-		
	-		-	-		
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>						<b>40,8131</b>
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-	-	-
		-		-	-	-
		-		-	-	-
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>						-

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	<b>52,8115</b>
2	GASTOS GENERALES(GG)	5,60% x (CD)	2,9574
3	UTILIDAD (UT)	10,00% x (CD)	5,2811
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	2,35% x (CD)	1,2411
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	GG+UT+OI+CD	<b>62,2911</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>62,29</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

\_\_\_\_\_  
FIRMA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 5.05 **Unidad** m  
**Detalle:** Aceras  
**Rendimiento:** 6,5 **Unidades/hora** 0,154 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores 5% MO		-	-		0,0599	
Vibrador de Manguera	1,0000	4,0000	4,0000	0,1538	0,6154	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>0,6753</b>	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro de Obra	0,1000	4,0700	0,4070	0,1538	0,0626	
EO D2 Albañil	1,0000	3,7400	3,7400	0,1538	0,5754	
EO E2 Peón	1,0000	3,6400	3,6400	0,1538	0,5600	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>1,1980</b>	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
CEMENTO HOLCIM GU	saco	0,4500	7,6800	3,4560		
PIEDRA TRITURADA DE 3/4"	m3	0,1000	18,0000	1,8000		
ARENA GRUESA DE RIO	m3	0,0400	17,0000	0,6800		
AGUA	m³	0,0200	0,8500	0,0170		
BASE CLASE 1	M3	0,1000	20,0000	2,0000		
		-	-	-		
		-	-	-		
		-	-	-		
		-	-	-		
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>					<b>7,9530</b>	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			-	-	-	
			-	-	-	
			-	-	-	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>					<b>-</b>	

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	<b>9,8263</b>
2	GASTOS GENERALES(GG)	5,60% x (CD)	0,5503
3	UTILIDAD (UT)	10,00% x (CD)	0,9826
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	2,35% x (CD)	0,2309
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	GG+UT+OI+CD	<b>11,5901</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>11,59</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

\_\_\_\_\_  
FIRMA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 6.01 **Unidad** u  
**Detalle:** Puertas (0,90x2,00)-Aulas  
**Rendimiento:** 0,5 **Unidades/hora** **2,000 Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores 5% MO		-	-		1,1527	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>1,1527</b>	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro de Obra	0,1000	4,0700	0,4070	2,0000	0,8140	
EO D2 Albañil	1,0000	3,7400	3,7400	2,0000	7,4800	
EO E2 Peón	1,0000	3,6400	3,6400	2,0000	7,2800	
EO D2 Carpintero	1,0000	3,7400	3,7400	2,0000	7,4800	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>23,0540</b>	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
CEMENTO HOLCIM GU	saco	0,1000	7,6800	0,7680		
CLAVOS	kg	0,5000	1,9000	0,9500		
ARENA GRUESA DE RIO	m3	0,0100	17,0000	0,1700		
AGUA	m³	0,0001	0,8500	0,0001		
PUERTA HDF 0.90 X 2.00	u	1,0000	150,0000	150,0000		
	-		-	-		
	-		-	-		
	-		-	-		
	-		-	-		
	-		-	-		
	-		-	-		
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>					<b>151,8881</b>	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-	-	
		-		-	-	
		-		-	-	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>					<b>-</b>	

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	<b>176,0948</b>
2	GASTOS GENERALES(GG)	5,60% x (CD)	9,8613
3	UTILIDAD (UT)	10,00% x (CD)	17,6095
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	2,35% x (CD)	4,1382
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	GG+UT+OI+CD	<b>207,7038</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>207,70</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

\_\_\_\_\_  
FIRMA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 6.02 **Unidad** u  
**Detalle:** Puertas (0,80x2,00)-Acceso a baños  
**Rendimiento:** 0,5 **Unidades/hora** **2,000 Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores 5% MO		-	-			1,1527
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>						<b>1,1527</b>
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro de Obra	0,1000	4,0700	0,4070	2,0000		0,8140
EO D2 Albañil	1,0000	3,7400	3,7400	2,0000		7,4800
EO E2 Peón	1,0000	3,6400	3,6400	2,0000		7,2800
EO D2 Carpintero	1,0000	3,7400	3,7400	2,0000		7,4800
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>23,0540</b>
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
CEMENTO HOLCIM GU	saco	0,1000	7,6800			0,7680
CLAVOS	kg	0,5000	1,9000			0,9500
ARENA GRUESA DE RIO	m3	0,0100	17,0000			0,1700
AGUA	m³	0,0001	0,8500			0,0001
PUERTA HDF 0.80 X 2.00	u	1,0000	125,0000			125,0000
	-		-			-
	-		-			-
	-		-			-
	-		-			-
	-		-			-
	-		-			-
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>						<b>126,8881</b>
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-		-
		-		-		-
		-		-		-
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>						-

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	<b>151,0948</b>
2	GASTOS GENERALES(GG)	5,60% x (CD)	8,4613
3	UTILIDAD (UT)	10,00% x (CD)	15,1095
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	2,35% x (CD)	3,5507
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	GG+UT+OI+CD	<b>178,2163</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>178,22</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 6.03 **Unidad** u  
**Detalle:** Puerta (1,00x2,00)-Baño Acceso universal  
**Rendimiento:** 0,5 **Unidades/hora** **2,000 Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores 5% MO		-	-			1,1527
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>						<b>1,1527</b>
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro de Obra	0,1000	4,0700	0,4070	2,0000		0,8140
EO D2 Albañil	1,0000	3,7400	3,7400	2,0000		7,4800
EO E2 Peón	1,0000	3,6400	3,6400	2,0000		7,2800
EO D2 Carpintero	1,0000	3,7400	3,7400	2,0000		7,4800
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>23,0540</b>
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
CEMENTO HOLCIM GU	saco	0,1000	7,6800			0,7680
CLAVOS	kg	0,5000	1,9000			0,9500
ARENA GRUESA DE RIO	m3	0,0100	17,0000			0,1700
AGUA	m³	0,0001	0,8500			0,0001
PUERTA HDF 1.00 X 2.00	u	1,0000	160,0000			160,0000
	-		-			-
	-		-			-
	-		-			-
	-		-			-
	-		-			-
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>						<b>161,8881</b>
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-		-
		-		-		-
		-		-		-
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>						-
1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)				TOTAL CD:	<b>186,0948</b>
2	<b>GASTOS GENERALES(GG)</b>				<b>5,60% x (CD)</b>	10,4213
3	<b>UTILIDAD (UT)</b>				<b>10,00% x (CD)</b>	18,6095
4	<b>OTROS INDIRECTOS (OI)</b>				<b>2,35% x (CD)</b>	4,3732
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>GG+UT+OI+CD</b>	219,4988
	<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>219,50</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Proyecto: EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
 ID Rubro: 6.04 Unidad u  
 Detalle: Puerta principal (2,00x2,00)  
 Rendimiento: 0,5 Unidades/hora 2,000 Horas/unid

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores 5% MO		-	-		1,1527	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>1,1527</b>	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro de Obra	0,1000	4,0700	0,4070	2,0000	0,8140	
EO D2 Albañil	1,0000	3,7400	3,7400	2,0000	7,4800	
EO E2 Peón	1,0000	3,6400	3,6400	2,0000	7,2800	
EO D2 Carpintero	1,0000	3,7400	3,7400	2,0000	7,4800	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>23,0540</b>	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
CEMENTO HOLCIM GU	saco	0,1000	7,6800	0,7680		
CLAVOS	kg	0,5000	1,9000	0,9500		
ARENA GRUESA DE RIO	m3	0,0100	17,0000	0,1700		
AGUA	m³	0,0001	0,8500	0,0001		
PUERTA METÁLICA	m2	4,0000	58,0000	232,0000		
	-		-	-		
	-		-	-		
	-		-	-		
	-		-	-		
	-		-	-		
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>					<b>233,8881</b>	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-	-	
		-		-	-	
		-		-	-	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>					<b>-</b>	
1 COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)				TOTAL CD:	<b>258,0948</b>	
2 GASTOS GENERALES(GG)				5,60% x (CD)	14,4533	
3 UTILIDAD (UT)				10,00% x (CD)	25,8095	
4 OTROS INDIRECTOS (OI)				2,35% x (CD)	6,0652	
5 COSTO TOTAL DEL RUBRO				GG+UT+OI+CD	304,4228	
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>304,42</b>	

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

\_\_\_\_\_  
FIRMA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 6.05 **Unidad** u  
**Detalle:** Puerta aluminio y alucubond (0,70x1,70)  
**Rendimiento:** 0,5 **Unidades/hora** **2,000 Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores 5% MO		-	-			1,1527
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>						<b>1,1527</b>
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro de Obra	0,1000	4,0700	0,4070	2,0000		0,8140
EO D2 Albañil	1,0000	3,7400	3,7400	2,0000		7,4800
EO E2 Peón	1,0000	3,6400	3,6400	2,0000		7,2800
EO D2 Carpintero	1,0000	3,7400	3,7400	2,0000		7,4800
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>23,0540</b>
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
CLAVOS	kg	0,5000	1,9000			0,9500
PUERTA DE ALUMINIO Y VIDRIO	m2	1,1900	69,8200			83,0858
	-					-
	-					-
	-					-
	-					-
	-					-
	-					-
	-					-
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>						<b>84,0358</b>
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-		-
		-		-		-
		-		-		-
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>						-
1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)				TOTAL CD:	<b>108,2425</b>
2	<b>GASTOS GENERALES(GG)</b>				<b>5,60% x (CD)</b>	6,0616
3	<b>UTILIDAD (UT)</b>				<b>10,00% x (CD)</b>	10,8243
4	<b>OTROS INDIRECTOS (OI)</b>				<b>2,35% x (CD)</b>	2,5437
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>GG+UT+OI+CD</b>	127,6720
	<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>127,67</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 6.06 **Unidad** m<sup>2</sup>  
**Detalle:** Ventanas corredizas (aluminio)  
**Rendimiento:** 0,75 **Unidades/hora** **1,333 Horas/unid**

<b>EQUIPOS</b>							
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores 5% MO			-	-		0,5191	
			-	-		-	
			-	-		-	
			-	-		-	
			-	-		-	
			-	-		-	
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>						<b>0,5191</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>							
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1	Maestro de Obra	0,1000	4,0700	0,4070	1,3333	0,5427	
EO E2	Peón	1,0000	3,6400	3,6400	1,3333	4,8533	
EO D2	Carpintero	1,0000	3,7400	3,7400	1,3333	4,9867	
			-	-		-	
			-	-		-	
			-	-		-	
			-	-		-	
			-	-		-	
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>10,3827</b>	
<b>MATERIALES</b>							
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
VIDRIO 6 MM ESPESOR		-	1,0500	-	-		
VENTANA ALUMINIO NATURAL CORREDIZA		-	1,0000	-	-		
				-	-		
				-	-		
				-	-		
				-	-		
				-	-		
				-	-		
				-	-		
				-	-		
				-	-		
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>						<b>-</b>	
<b>TRANSPORTE</b>							
DESCRIPCIÓN		DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			-		-	-	
			-		-	-	
			-		-	-	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>						<b>-</b>	
				1 COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)		TOTAL CD:	<b>10,9018</b>
				2 GASTOS GENERALES(GG)		5,60% x (CD)	0,6105
				3 UTILIDAD (UT)		10,00% x (CD)	1,0902
				4 OTROS INDIRECTOS (OI)		2,35% x (CD)	0,2562
				5 COSTO TOTAL DEL RUBRO		GG+UT+OI+CD	12,8587
				VALOR OFERTADO			<b>12,86</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

\_\_\_\_\_  
FIRMA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 7.01 **Unidad** u  
**Detalle:** Cerradura principal  
**Rendimiento:** 1,5 **Unidades/hora** 0,667 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores 5% MO		-	-		0,2596	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>0,2596</b>	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro de Obra	0,1000	4,0700	0,4070	0,6667	0,2713	
EO E2 Peón	1,0000	3,6400	3,6400	0,6667	2,4267	
EO D2 Carpintero	1,0000	3,7400	3,7400	0,6667	2,4933	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>5,1913</b>	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
CERRADURA PRINCIPAL	U	1,0000	52,9800	52,9800		
	-	1,0000	-	-		
	-		-	-		
	-		-	-		
	-		-	-		
	-		-	-		
	-		-	-		
	-		-	-		
	-		-	-		
	-		-	-		
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>					<b>52,9800</b>	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-	-	
		-		-	-	
		-		-	-	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>					<b>-</b>	

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	<b>58,4309</b>
2	GASTOS GENERALES(GG)	5,60% x (CD)	3,2721
3	UTILIDAD (UT)	10,00% x (CD)	5,8431
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	2,35% x (CD)	1,3731
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	GG+UT+OI+CD	<b>68,9192</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>68,92</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

\_\_\_\_\_  
FIRMA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 7.02 **Unidad** u  
**Detalle:** Cerradura para aulas  
**Rendimiento:** 1,5 **Unidades/hora** 0,667 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores 5% MO		-	-			0,2596
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>						<b>0,2596</b>
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro de Obra	0,1000	4,0700	0,4070	0,6667		0,2713
EO E2 Peón	1,0000	3,6400	3,6400	0,6667		2,4267
EO D2 Carpintero	1,0000	3,7400	3,7400	0,6667		2,4933
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>5,1913</b>
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
CERRADURA DE POMO PARA DORMITORIO U OFICINA LITCHFIELD	U	1,0000	13,8900			13,8900
	-		-			-
	-		-			-
	-		-			-
	-		-			-
	-		-			-
	-		-			-
	-		-			-
	-		-			-
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>						<b>13,8900</b>
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-		-
		-		-		-
		-		-		-
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>						-
1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)			TOTAL CD:		<b>19,3409</b>
2	<b>GASTOS GENERALES(GG)</b>			<b>5,60% x (CD)</b>		1,0831
3	<b>UTILIDAD (UT)</b>			<b>10,00% x (CD)</b>		1,9341
4	<b>OTROS INDIRECTOS (OI)</b>			<b>2,35% x (CD)</b>		0,4545
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			<b>GG+UT+OI+CD</b>		<b>22,8126</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>22,81</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

\_\_\_\_\_  
FIRMA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 7.03 **Unidad** u  
**Detalle:** Cerradura para baños  
**Rendimiento:** 1,5 **Unidades/hora** 0,667 **Horas/unid**

<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores 5% MO		-	-			0,2596
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>						<b>0,2596</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro de Obra	0,1000	4,0700	0,4070	0,6667		0,2713
EO E2 Peón	1,0000	3,6400	3,6400	0,6667		2,4267
EO D2 Carpintero	1,0000	3,7400	3,7400	0,6667		2,4933
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>5,1913</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
CERRADURA DE POMO PARA DORMITORIO U OFICINA LITCHFIELD	U	1,0000	13,8900			13,8900
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>						<b>13,8900</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
						-
						-
						-
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>						<b>-</b>
			<b>1</b>	<b>COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)</b>	<b>TOTAL CD:</b>	<b>19,3409</b>
			<b>2</b>	<b>GASTOS GENERALES(GG)</b>	<b>5,60% x (CD)</b>	<b>1,0831</b>
			<b>3</b>	<b>UTILIDAD (UT)</b>	<b>10,00% x (CD)</b>	<b>1,9341</b>
			<b>4</b>	<b>OTROS INDIRECTOS (OI)</b>	<b>2,35% x (CD)</b>	<b>0,4545</b>
			<b>5</b>	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>GG+UT+OI+CD</b>	<b>22,8126</b>
				<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>22,81</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 8.01 **Unidad** u  
**Detalle:** Inodoros de fluxometro  
**Rendimiento:** 0,65 **Unidades/hora** **1,538 Horas/unid**

<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores 5% MO		-	-		-	0,5990
		-	-		-	-
		-	-		-	-
		-	-		-	-
		-	-		-	-
		-	-		-	-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>						<b>0,5990</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro de Obra	0,1000	4,0700	0,4070	1,5385	-	0,6262
EO E2 Peón	1,0000	3,6400	3,6400	1,5385	-	5,6000
EO D2 Albañil	1,0000	3,7400	3,7400	1,5385	-	5,7538
		-	-		-	-
		-	-		-	-
		-	-		-	-
		-	-		-	-
		-	-		-	-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>11,9800</b>
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
INODORO LINEA ECONOMICA	U	1,0000	54,6100	-	-	54,6100
ARENA GRUESA DE RIO	m3	0,0300	17,0000	-	-	0,5100
CEMENTO HOLCIM GU	saco	0,0800	7,6800	-	-	0,6144
AGUA	m³	0,0010	0,8500	-	-	0,0009
ACCESORIOS GASFITERÍA	global	1,0000	11,2000	-	-	11,2000
CINTA 1 TEFLON 12MMX10M C/CARRETE PLASTIGAMA	U	0,3500	0,4200	-	-	0,1470
	-		-	-	-	-
	-		-	-	-	-
	-		-	-	-	-
	-		-	-	-	-
	-		-	-	-	-
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>						<b>67,0823</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-	-	-
		-		-	-	-
		-		-	-	-
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>						-
				TOTAL CD:		<b>79,6613</b>
1	<b>COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)</b>					<b>79,6613</b>
2	<b>GASTOS GENERALES(GG)</b>			<b>5,60% x (CD)</b>		4,4610
3	<b>UTILIDAD (UT)</b>			<b>10,00% x (CD)</b>		7,9661
4	<b>OTROS INDIRECTOS (OI)</b>			<b>2,35% x (CD)</b>		1,8720
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			<b>GG+UT+OI+CD</b>		93,9604
	<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>93,96</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 8.02 **Unidad** u  
**Detalle:** Urinarios  
**Rendimiento:** 0,5 **Unidades/hora** **2,000 Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores 5% MO		-	-		0,7787	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>0,7787</b>	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro de Obra	0,1000	4,0700	0,4070	2,0000	0,8140	
EO E2 Peón	1,0000	3,6400	3,6400	2,0000	7,2800	
EO D2 Albañil	1,0000	3,7400	3,7400	2,0000	7,4800	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
		-	-		-	
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>15,5740</b>	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
URINARIO CONSERVER REDONDO - EDESA_BRIGGS	U	1,0000	80,0000	80,0000		
ARENA GRUESA DE RIO	m3	0,0300	17,0000	0,5100		
CEMENTO HOLCIM GU	saco	0,0800	7,6800	0,6144		
AGUA	m³	0,0010	0,8500	0,0009		
ACCESORIOS GASFITERÍA	global	1,0000	11,2000	11,2000		
CINTA 1 TEFLON 12MMX10M C/CARRETE PLASTIGAMA	U	0,5000	0,4200	0,2100		
	-		-	-		
	-		-	-		
	-		-	-		
	-		-	-		
	-		-	-		
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>					<b>92,5353</b>	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-	-	
		-		-	-	
		-		-	-	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>					<b>-</b>	
					<b>108,8880</b>	
1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)			TOTAL CD:	<b>108,8880</b>	
2	GASTOS GENERALES(GG)			5,60% x (CD)	6,0977	
3	UTILIDAD (UT)			10,00% x (CD)	10,8888	
4	OTROS INDIRECTOS (OI)			2,35% x (CD)	2,5589	
5	COSTO TOTAL DEL RUBRO			GG+UT+OI+CD	128,4333	
	VALOR OFERTADO				<b>128,43</b>	

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Proyecto: EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
 ID Rubro: 8.03 Unidad u  
 Detalle: Lavamanos  
 Rendimiento: 0,5 Unidades/hora 2,000 Horas/unid

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores 5% MO		-	-		0,7787
		-	-		-
		-	-		-
		-	-		-
		-	-		-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>0,7787</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
EO C1	Maestro de Obra	0,1000	4,0700	0,4070	2,0000	0,8140
EO E2	Peón	1,0000	3,6400	3,6400	2,0000	7,2800
EO D2	Albañil	1,0000	3,7400	3,7400	2,0000	7,4800
			-	-		-
			-	-		-
			-	-		-
			-	-		-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>15,5740</b>

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
CARTUCHO DE MASILLA- SILICONA	u	0,3500	4,5300	1,5855
CEMENTO HOLCIM GU	saco	0,0800	7,6800	0,6144
ARENA FINA	m3	0,0200	17,0000	0,3400
ACCESORIOS GASFITERÍA	global	1,0000	11,2000	11,2000
GRIFERIA PARA LAVAMANOS	U	1,0000	11,4700	11,4700
CINTA 1 TEFLON 12MMX10M C/CARRETE PLASTIGAMA	U	0,5000	0,4200	0,2100
	-		-	-
	-		-	-
	-		-	-
	-		-	-
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>				<b>25,4199</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN		DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			-		-	-
			-		-	-
			-		-	-
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>						-

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	<b>41,7726</b>
2	GASTOS GENERALES(GG)	5,60% x (CD)	2,3393
3	UTILIDAD (UT)	10,00% x (CD)	4,1773
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	2,35% x (CD)	0,9817
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	GG+UT+OI+CD	<b>49,2708</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>49,27</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 8.04 **Unidad** Pto  
**Detalle:** Puntos de agua potable (1/2")  
**Rendimiento:** 0,5 **Unidades/hora** **2,000 Horas/unid**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores 5% MO		-	-		0,7787
		-	-		-
		-	-		-
		-	-		-
		-	-		-
		-	-		-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>0,7787</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
EO C1	Maestro de Obra	0,1000	4,0700	0,4070	2,0000	0,8140
EO E2	Peón	1,0000	3,6400	3,6400	2,0000	7,2800
EO D2	Plomero	1,0000	3,7400	3,7400	2,0000	7,4800
			-	-		-
			-	-		-
			-	-		-
			-	-		-
			-	-		-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>15,5740</b>

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
CODO PVC 1/2"	u	2,0000	0,3700	0,7400
TUBO PVC 1/2"	U	0,5000	14,9900	7,4950
NEPLOS, CODOS, GOMA, ETC.	global	2,0000	0,5500	1,1000
TEE PVC ROSCABLE 1/2"	U	2,0000	0,5800	1,1600
CINTA 1 TEFLON 12MMX10M C/CARRETE PLASTIGAMA	U	4,0000	0,4200	1,6800
	-		-	-
	-		-	-
	-		-	-
	-		-	-
	-		-	-
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>				<b>12,1750</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN		DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			-		-	-
			-		-	-
			-		-	-
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>						-

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	<b>28,5277</b>
2	GASTOS GENERALES(GG)	5,60% x (CD)	1,5976
3	UTILIDAD (UT)	10,00% x (CD)	2,8528
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	2,35% x (CD)	0,6704
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	GG+UT+OI+CD	<b>33,6484</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>33,65</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 8.05 **Unidad** Pto  
**Detalle:** Puntos de luz  
**Rendimiento:** 0,5 **Unidades/hora** **2,000 Horas/unid**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores 5% MO		-	-		1,3070
		-	-		-
		-	-		-
		-	-		-
		-	-		-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>1,3070</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
EO B1	Maestro Eléctrico	0,5000	4,1000	2,0500	2,0000	4,1000
EO E2	Peón	2,0000	3,6400	7,2800	2,0000	14,5600
EO D2	Electricista	1,0000	3,7400	3,7400	2,0000	7,4800
			-	-		-
			-	-		-
			-	-		-
			-	-		-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>26,1400</b>

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
ALAMBRE GALV. #18	Kg	0,1300	0,7800	0,1014
ALAMBRE SÓLIDO THHN 12 AWG	M	15,0000	0,5800	8,7000
CAJA PVC OCTOGONAL	U	1,0000	0,7900	0,7900
CAJA PVC RECTANGULAR PLASTIGAMA	U	1,0000	0,7900	0,7900
CONECTORES EMT 1/2"	U	2,0000	0,3200	0,6400
TUBO CONDUIT LIVIANO 1/2"	3M	2,3500	1,4300	3,3605
UNION EMT 1/2"	u	2,0000	2,0000	4,0000
INTERRUPTOR SIMPLE	u	1,0000	3,0000	3,0000
BOQUILLA COLGANTE SENCILLA DE BAQUELITA	U	1,0000	0,8000	0,8000
CINTA AISLANTE	u	1,0000	0,1000	0,1000
	-	-	-	-
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>				<b>22,2819</b>

TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN			DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
				-		-	-
				-		-	-
				-		-	-
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>							-

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	<b>49,7289</b>
2	GASTOS GENERALES(GG)	5,60% x (CD)	2,7848
3	UTILIDAD (UT)	10,00% x (CD)	4,9729
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	2,35% x (CD)	1,1686
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	GG+UT+OI+CD	<b>58,6552</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>58,66</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 8.06 **Unidad** Pto  
**Detalle:** Puntos de tomacorrientes (2 tomas 120V)  
**Rendimiento:** 0,5 **Unidades/hora** **2,000 Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores 5% MO		-	-			1,3070
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>						<b>1,3070</b>
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO B1 Maestro Eléctrico	0,5000	4,1000	2,0500	2,0000		4,1000
EO E2 Peón	2,0000	3,6400	7,2800	2,0000		14,5600
EO D2 Electricista	1,0000	3,7400	3,7400	2,0000		7,4800
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>26,1400</b>
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
ALAMBRE GALV. #18	Kg	0,1300	0,7800			0,1014
ALAMBRE SÓLIDO THHN 12 AWG	M	14,0000	0,5800			8,1200
CAJA PVC RECTANGULAR PLASTIGAMA	U	1,0000	0,7900			0,7900
CONECTORES EMT 1/2"	U	2,0000	0,3200			0,6400
TUBO CONDUIT LIVIANO 1/2"	3M	2,0000	1,4300			2,8600
UNION EMT 1/2"	u	2,0000	2,0000			4,0000
TOMACORRIENTE 120V	u	1,0000	5,5000			5,5000
CINTA AISLANTE	u	1,0000	0,1000			0,1000
		-	-			-
		-	-			-
		-	-			-
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>						<b>22,1114</b>
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			-			-
			-			-
			-			-
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>						-

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	<b>49,5584</b>
2	GASTOS GENERALES(GG)	5,60% x (CD)	2,7753
3	UTILIDAD (UT)	10,00% x (CD)	4,9558
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	2,35% x (CD)	1,1646
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	GG+UT+OI+CD	<b>58,4541</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>58,45</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 8.07 **Unidad** Pto  
**Detalle:** Puntos de tomacorrientes (220V)  
**Rendimiento:** 0,5 **Unidades/hora** **2,000 Horas/unid**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores 5% MO		-	-		1,3070
		-	-		-
		-	-		-
		-	-		-
		-	-		-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>1,3070</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
EO B1	Maestro Eléctrico	0,5000	4,1000	2,0500	2,0000	4,1000
EO E2	Peón	2,0000	3,6400	7,2800	2,0000	14,5600
EO D2	Electricista	1,0000	3,7400	3,7400	2,0000	7,4800
			-	-		-
			-	-		-
			-	-		-
			-	-		-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>26,1400</b>

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
ALAMBRE SÓLIDO THHN 10 AWG	M	18,0000	0,9100	16,3800
CAJA PVC RECTANGULAR PLASTIGAMA	U	1,0000	0,7900	0,7900
CONECTORES EMT 1/2"	U	2,0000	0,3200	0,6400
TUBO CONDUIT LIVIANO 3/4"	ml	2,0000	6,7000	13,4000
UNION EMT DE 1"	U	2,0000	1,7700	3,5400
TOMACORRIENTE 240V PARA AA	U	1,0000	5,0000	5,0000
CINTA AISLANTE	u	0,7500	0,1000	0,0750
	-	-	-	-
	-	-	-	-
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>				<b>39,8250</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN		DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			-		-	-
			-		-	-
			-		-	-
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>						-

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	<b>67,2720</b>
2	GASTOS GENERALES(GG)	5,60% x (CD)	3,7672
3	UTILIDAD (UT)	10,00% x (CD)	6,7272
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	2,35% x (CD)	1,5809
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	GG+UT+OI+CD	<b>79,3473</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>79,35</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO  
**ID Rubro:** 8.08 **Unidad** Pto  
**Detalle:** Punto de voz y datos  
**Rendimiento:** 0,5 **Unidades/hora** **2,000 Horas/unid**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores 5% MO		-	-		1,3070
		-	-		-
		-	-		-
		-	-		-
		-	-		-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>1,3070</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
EO B1	Maestro Eléctrico	0,5000	4,1000	2,0500	2,0000	4,1000
EO E2	Peón	2,0000	3,6400	7,2800	2,0000	14,5600
EO D2	Electricista	1,0000	3,7400	3,7400	2,0000	7,4800
			-	-		-
			-	-		-
			-	-		-
			-	-		-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>26,1400</b>

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
CAJA RECTANGULAR PROFUNDA	u	1,0000	0,7500	0,7500
CONECTORES EMT 3/4"	u	2,0000	0,4500	0,9000
CAJA DE PASO 15X15	u	2,0000	5,6100	11,2200
TUBERIA EMT 3/4 GALV	m	20,0000	1,7500	35,0000
TUBERIA BX 3/4	m	1,0000	2,5500	2,5500
CONECTOR RJ45	u	1,0000	0,6000	0,6000
JACK CAT6A	u	1,0000	10,2500	10,2500
CABLE UTP CAT 6A	m	60,0000	1,1000	66,0000
	-	-	-	-
	-	-	-	-
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>				<b>127,2700</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN		DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			-		-	-
			-		-	-
			-		-	-
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>						-

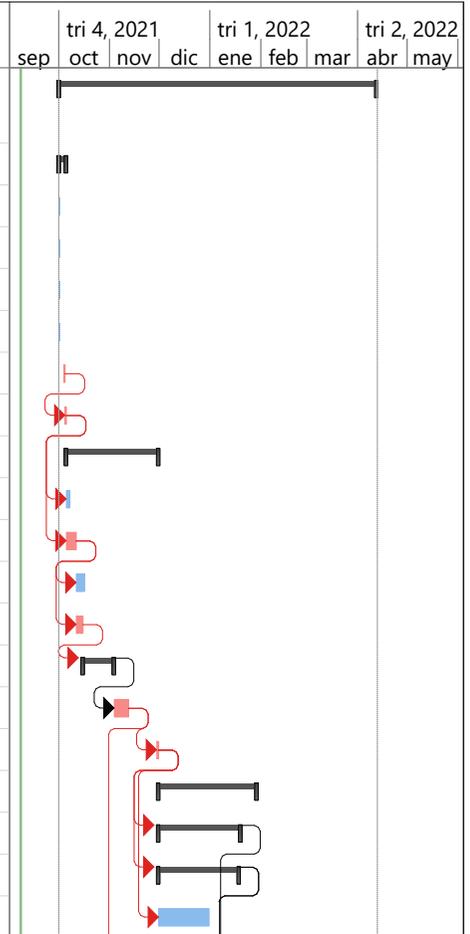
1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	<b>154,7170</b>
2	GASTOS GENERALES(GG)	5,60% x (CD)	8,6642
3	UTILIDAD (UT)	10,00% x (CD)	15,4717
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	2,35% x (CD)	3,6358
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	GG+UT+OI+CD	<b>182,4887</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>182,49</b>

\*\*VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FIRMA \_\_\_\_\_

# **ANEXO 10: CRONOGRAMA DE OBRA**

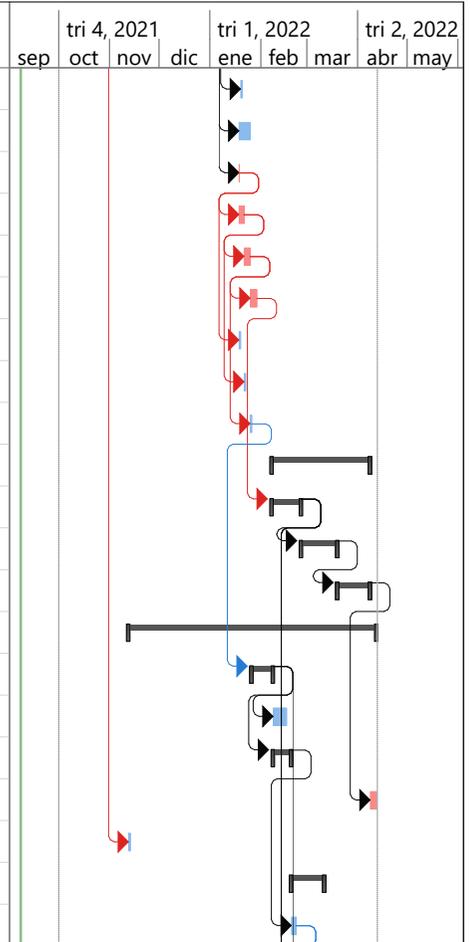
Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	tri 4, 2021		tri 1, 2022			tri 2, 2022	
						sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar
1		<b>PROYECTO: EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO</b>	<b>154,17 días</b>	<b>vie 1/10/21</b>	<b>mar 12/4/22</b>							
2		<b>OBRAS PRELIMINARES</b>	3,55 días	vie 1/10/21	mar 5/10/21							
3		Bodega	0,5 días	vie 1/10/21	vie 1/10/21							
4		Caseta de guardianía	0,26 días	vie 1/10/21	vie 1/10/21							
5		Cabina sanitaria sencilla	0,04 días	vie 1/10/21	vie 1/10/21							
6		Cerramiento metálico (H=2,40 m)	0,39 días	vie 1/10/21	vie 1/10/21							
7		Limpieza y nivelación del terreno	0,95 días	lun 4/10/21	lun 4/10/21							
8		Trazado y replanteo	0,6 días	lun 4/10/21	mar 5/10/21							
9		<b>CIMENTACIÓN</b>	<b>43,06 días</b>	<b>mar 5/10/21</b>	<b>mar 30/11/21</b>							
10		Excavación	2 días	mar 5/10/21	jue 7/10/21							
11		Desalojo	3 días	mar 5/10/21	lun 11/10/21							
12		Replanteo con hormigón simple f'c=180kg/cm2 e=5cm	4,5 días	lun 11/10/21	sáb 16/10/21							
13		Enconfrado de vigas de cimentación	4,24 días	lun 11/10/21	vie 15/10/21							
14		<b>Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2</b>	<b>13 días</b>	<b>vie 15/10/21</b>	<b>mié 3/11/21</b>							
19		Vigas de cimentación f'c=210kg/cm2	7,65 días	mié 3/11/21	vie 12/11/21							
20		Relleno compactado (incluye transporte)	1,17 días	lun 29/11/21	mar 30/11/21							
21		<b>ESTRUCTURA</b>	<b>49,06 días</b>	<b>mar 30/11/21</b>	<b>sáb 29/1/22</b>							
22		<b>Vigas metalicas ASTM A-36</b>	<b>40 días</b>	<b>mar 30/11/21</b>	<b>mié 19/1/22</b>							
26		<b>Columnas metalicas ASTM A-36</b>	<b>39 días</b>	<b>mar 30/11/21</b>	<b>mar 18/1/22</b>							
31		Arriostramientos ASTM A-36	24,42 días	mar 30/11/21	vie 31/12/21							



Proyecto: Cronograma de Obra  
Fecha: mié 8/9/21

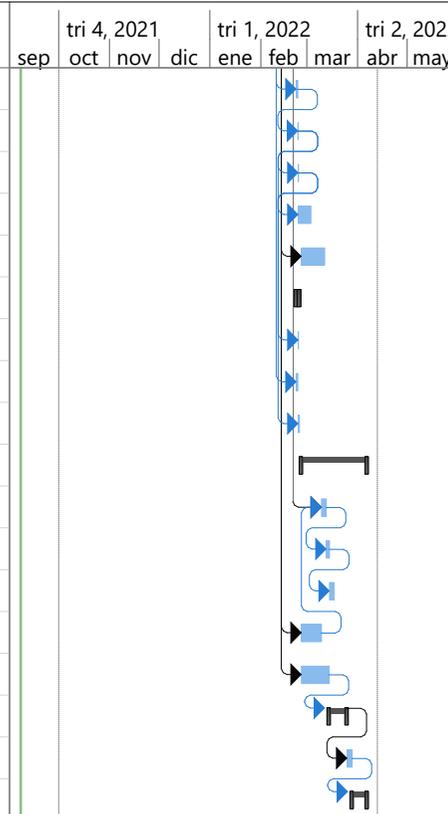
Tarea		Tarea manual		Fecha límite	
División		solo duración		Tareas críticas	
Hito		Informe de resumen manual		División crítica	
Resumen		Resumen manual		Línea base	
Resumen del proyecto		solo el comienzo		Hito de línea base	
Tarea inactiva		solo fin		Resumen de línea base	
Hito inactivo		Tareas externas		Progreso	
Resumen inactivo		Hito externo		Progreso manual	

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	tri 4, 2021				tri 1, 2022			tri 2, 2022		
						sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	
32		Conexión viga-viga	1,08 días	mié 19/1/22	jue 20/1/22										
33		Conexión viga-columna	5,75 días	mar 18/1/22	mar 25/1/22										
34		Conexión columna-columna	0,15 días	mar 18/1/22	mar 18/1/22										
35		Placa colaborante Steel Deck	3,15 días	mar 18/1/22	vie 21/1/22										
36		Malla electrosoldada 5.5x15	2,42 días	vie 21/1/22	mar 25/1/22										
37		Hormigón de losa f'c=210 Kg/cm2	4,34 días	mar 25/1/22	sáb 29/1/22										
38		Encofrado de escalera	1 día	mar 18/1/22	mié 19/1/22										
39		Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 escalera	1 día	vie 21/1/22	sáb 22/1/22										
40		Escaleras f'c=210 Kg/cm2	1,02 días	mar 25/1/22	mié 26/1/22										
41		<b>ALBAÑILERIA</b>	<b>49 días</b>	<b>lun 7/2/22</b>	<b>vie 8/4/22</b>										
42		<b>Pared de Bloques PL9</b>	<b>16 días</b>	<b>lun 7/2/22</b>	<b>vie 25/2/22</b>										
45		<b>Enlucidos (mortero 1:3)</b>	<b>16 días</b>	<b>vie 25/2/22</b>	<b>sáb 19/3/22</b>										
50		<b>Pintura elastomérica (incluye empastado)</b>	<b>17 días</b>	<b>sáb 19/3/22</b>	<b>vie 8/4/22</b>										
55		<b>PISOS Y SOBREPISOS</b>	<b>122,73 días</b>	<b>vie 12/11/21</b>	<b>mar 12/4/22</b>										
56		<b>Contrapiso de hormigón simple, e=8cm</b>	<b>11 días</b>	<b>mié 26/1/22</b>	<b>mar 8/2/22</b>										
59		Baldosas en baños	7,53 días	mar 8/2/22	mié 16/2/22										
60		<b>Cerámica nacional</b>	<b>10 días</b>	<b>mar 8/2/22</b>	<b>sáb 19/2/22</b>										
65		Pasamanos Acero	2,5 días	vie 8/4/22	mar 12/4/22										
66		Aceras	1,12 días	vie 12/11/21	sáb 13/11/21										
67		<b>CARPINTERIA</b>	<b>14,63 días</b>	<b>sáb 19/2/22</b>	<b>vie 11/3/22</b>										
68		Puertas (0,90x2,00)-Aulas	2 días	sáb 19/2/22	mar 22/2/22										



Proyecto: Cronograma de Obra Fecha: mié 8/9/21	Tarea		Tarea manual		Fecha límite	
	División		solo duración		Tareas críticas	
	Hito		Informe de resumen manual		División crítica	
	Resumen		Resumen manual		Línea base	
	Resumen del proyecto		solo el comienzo		Hito de línea base	
	Tarea inactiva		solo fin		Resumen de línea base	
	Hito inactivo		Tareas externas		Progreso	
	Resumen inactivo		Hito externo		Progreso manual	

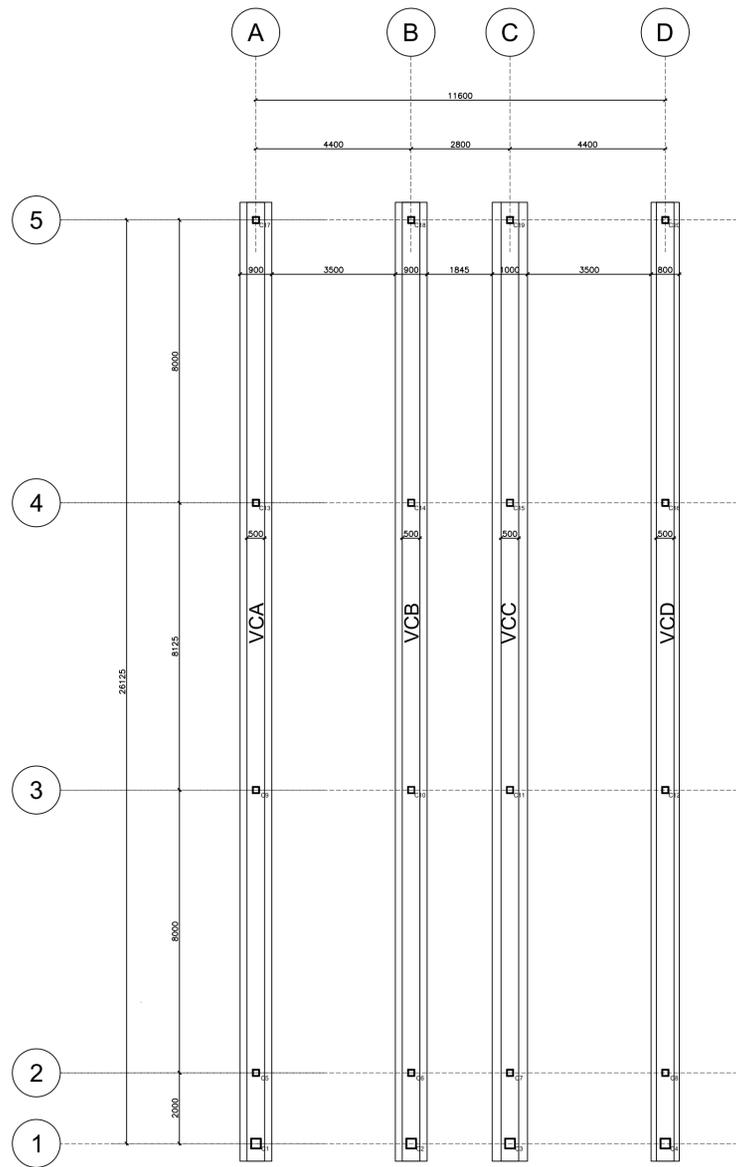
Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	tri 4, 2021				tri 1, 2022			tri 2, 2022		
						sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	
69		Puertas (0,80x2,00)-Acceso a baños	1 día	mar 22/2/22	mié 23/2/22										
70		Puerta (1,00x2,00)-Baño Acceso universal	0,25 días	mié 23/2/22	mié 23/2/22										
71		Puerta principal (2,00x2,00)	0,25 días	mié 23/2/22	mié 23/2/22										
72		Puerta aluminio y alucubond (0,70x1,70)	3,5 días	mié 23/2/22	jue 3/3/22										
73		Ventanas	9,31 días	vie 25/2/22	vie 11/3/22										
74		<b>CERRAJERIA</b>	<b>1,67 días</b>	<b>mar 22/2/22</b>	<b>jue 24/2/22</b>										
75		Cerradura principal	0,08 días	mié 23/2/22	mié 23/2/22										
76		Cerradura para aulas	0,67 días	mar 22/2/22	mié 23/2/22										
77		Cerradura para baños	0,42 días	mié 23/2/22	jue 24/2/22										
78		<b>INSTALACIONES</b>	<b>30,75 días</b>	<b>vie 25/2/22</b>	<b>mié 6/4/22</b>										
79		Inodoros de fluxometro	2,88 días	mié 9/3/22	sáb 12/3/22										
80		Urinaros	0,75 días	sáb 12/3/22	lun 14/3/22										
81		Lavamanos	2,75 días	lun 14/3/22	jue 17/3/22										
82		Puntos de agua (1/2")	7,25 días	vie 25/2/22	mié 9/3/22										
83		Puntos de luz	10,5 días	vie 25/2/22	lun 14/3/22										
84		<b>Puntos de tomacorrientes (2 tomas 120V)</b>	<b>10 días</b>	<b>lun 14/3/22</b>	<b>vie 25/3/22</b>										
88		Puntos de tomacorrientes (220V)	2,25 días	vie 25/3/22	lun 28/3/22										
89		<b>Punto de voz y datos</b>	<b>8 días</b>	<b>lun 28/3/22</b>	<b>mié 6/4/22</b>										



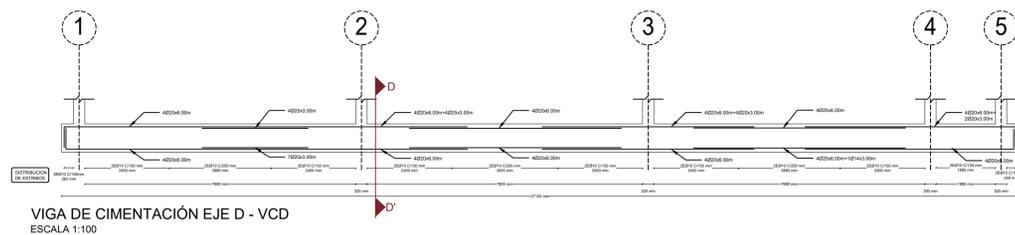
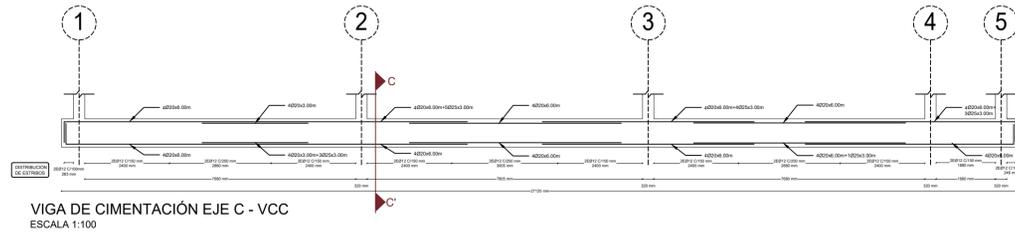
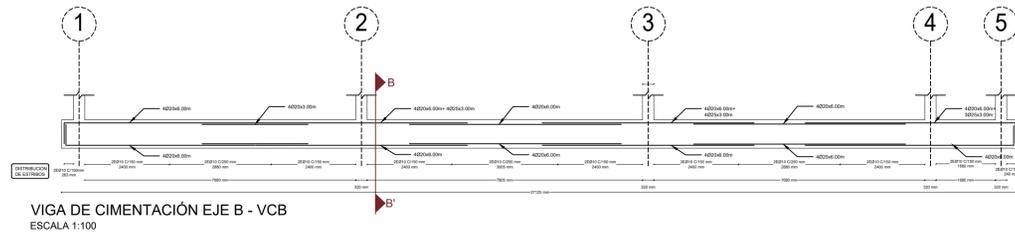
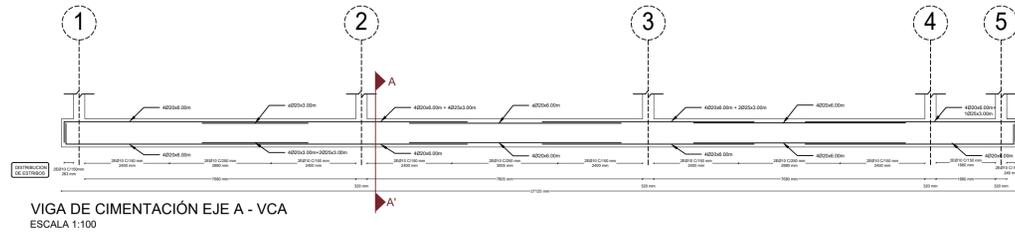
Proyecto: Cronograma de Obra  
Fecha: mié 8/9/21

Tarea		Tarea manual		Fecha límite	
División		solo duración		Tareas críticas	
Hito		Informe de resumen manual		División crítica	
Resumen		Resumen manual		Línea base	
Resumen del proyecto		solo el comienzo		Hito de línea base	
Tarea inactiva		solo fin		Resumen de línea base	
Hito inactivo		Tareas externas		Progreso	
Resumen inactivo		Hito externo		Progreso manual	

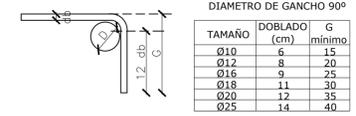
## **ANEXO 11: PLANOS**



PLANTA DE CIMENTACION NPT - 1.50m  
ESCALA 1:100



DOBLADO DE VARILLAS LONGITUDINALES

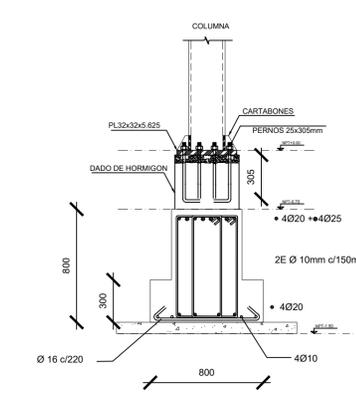
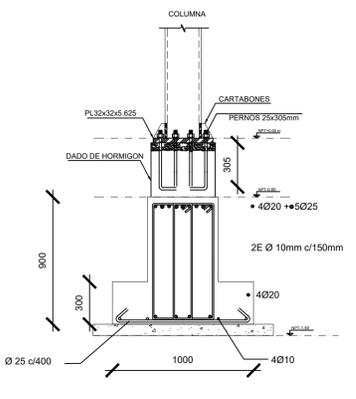
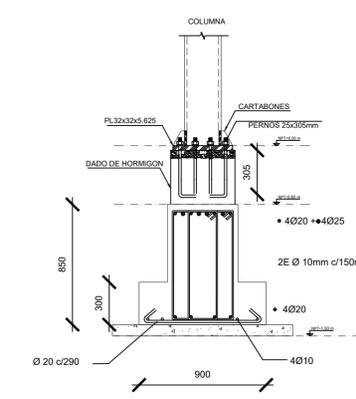
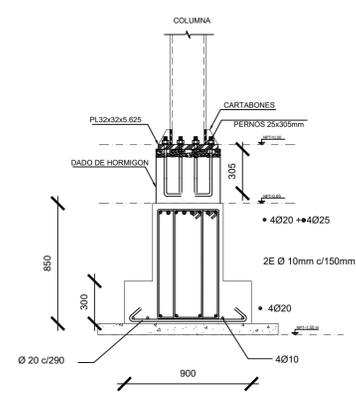


DOBLADO DE ESTRIBOS: Ø10mm (135°)

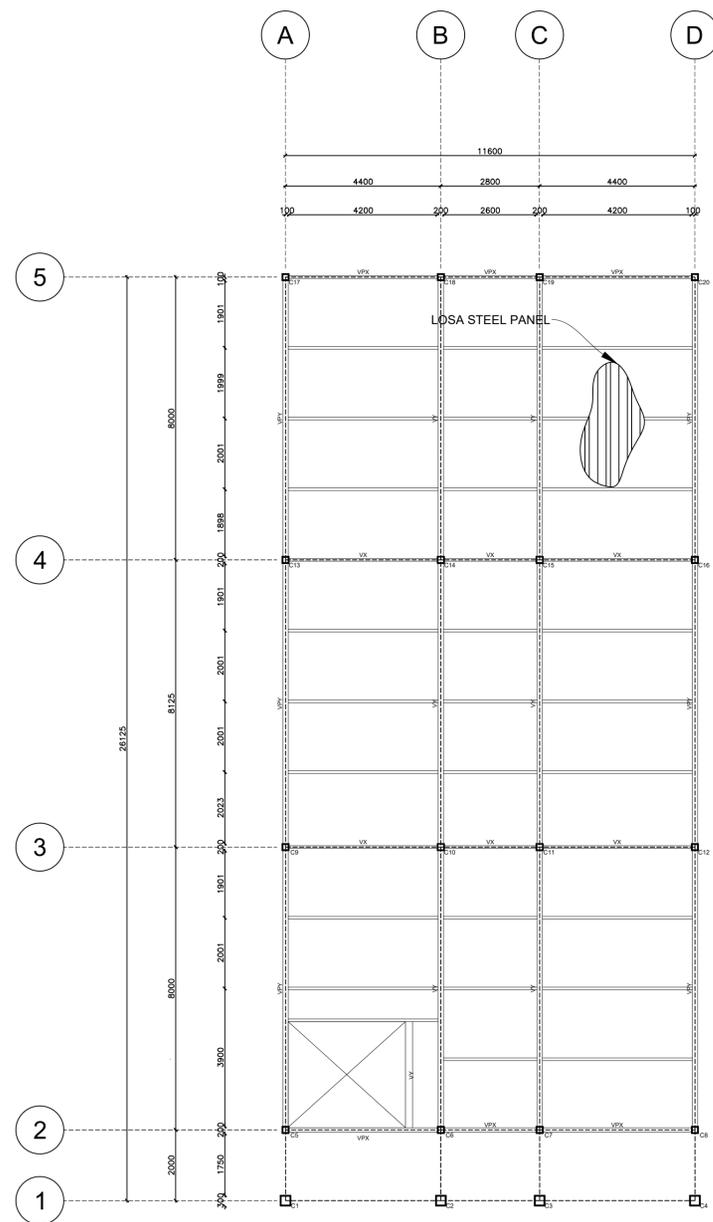


ESPECIFICACIONES TECNICAS

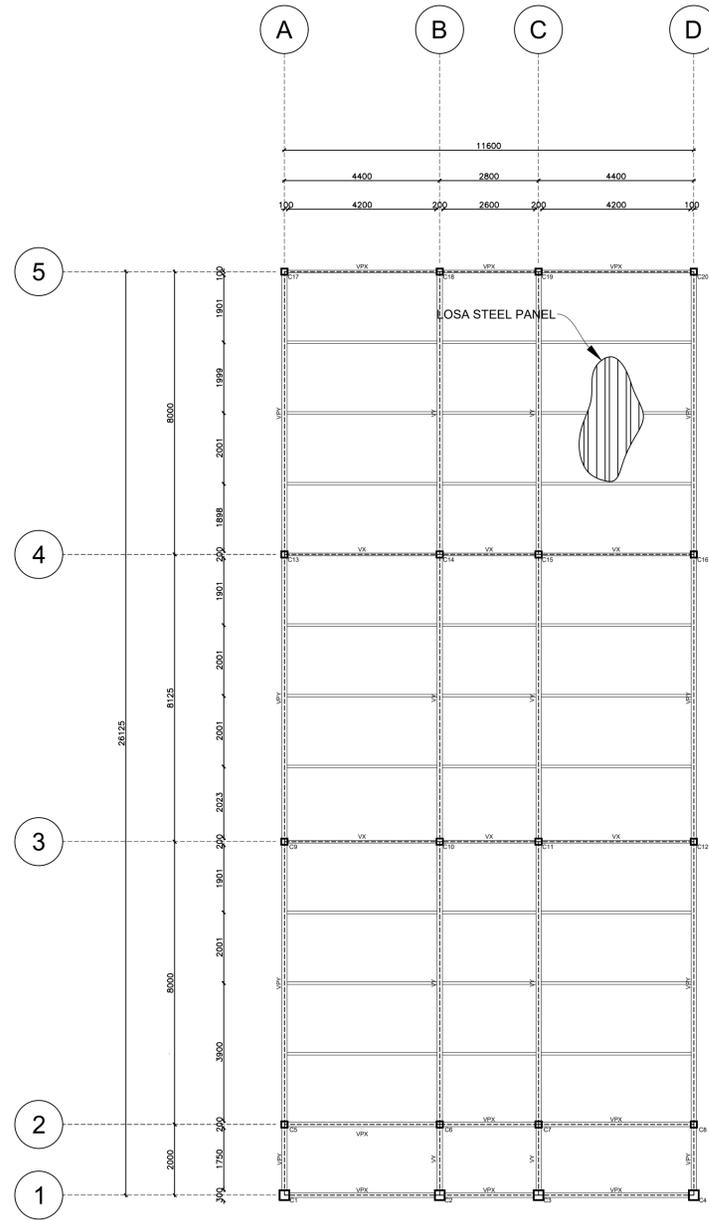
- Usar materiales de resistencia:
- |                   |                             |
|-------------------|-----------------------------|
| Vigas principales | Acero Estructural ASTM A36: |
| Vigas secundarias | Fy=2530 Kg/cm2              |
| Columnas          | Fy=2530 Kg/cm2              |
- Hormigones:
- |                      |                 |
|----------------------|-----------------|
| Viga de cimentación  | f'c=210 kg/cm2  |
| Viga zapata          | f'c=210 kg/cm2  |
| Acero de refuerzo    | f'y=4200 kg/cm2 |
| Malla electrosoldada | f'y=5000 kg/cm2 |
| Novalosa             | f'y=2700 kg/cm2 |
- Las vigas y columnas detalladas en este plano estarán conformadas por placas de acero estructural de espesores comerciales. Estos serán unidos a través de soldadura como se indica.
  - Las conexiones entre vigas y columnas se realizarán a través de soldadura.
  - En la unión entre la viga y la columna, es la viga quien se interrumpe, dejando a la columna avanzar de manera continua.
  - Bajo ningún concepto los elementos estructurales tales como vigas y columnas serán atravesados, longitudinalmente, por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalaciones.
  - Las medidas, en general, están indicadas en milímetros (mm), y las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo.
  - El esfuerzo admisible del suelo se lo estima en 7.5 T/m2.
  - El recubrimiento de las vigas de cimentación será de 7.5 cm en toda superficie que esté directamente en contacto con el suelo y de 5.0 cm en las superficies que estén en contacto con un replantillo.



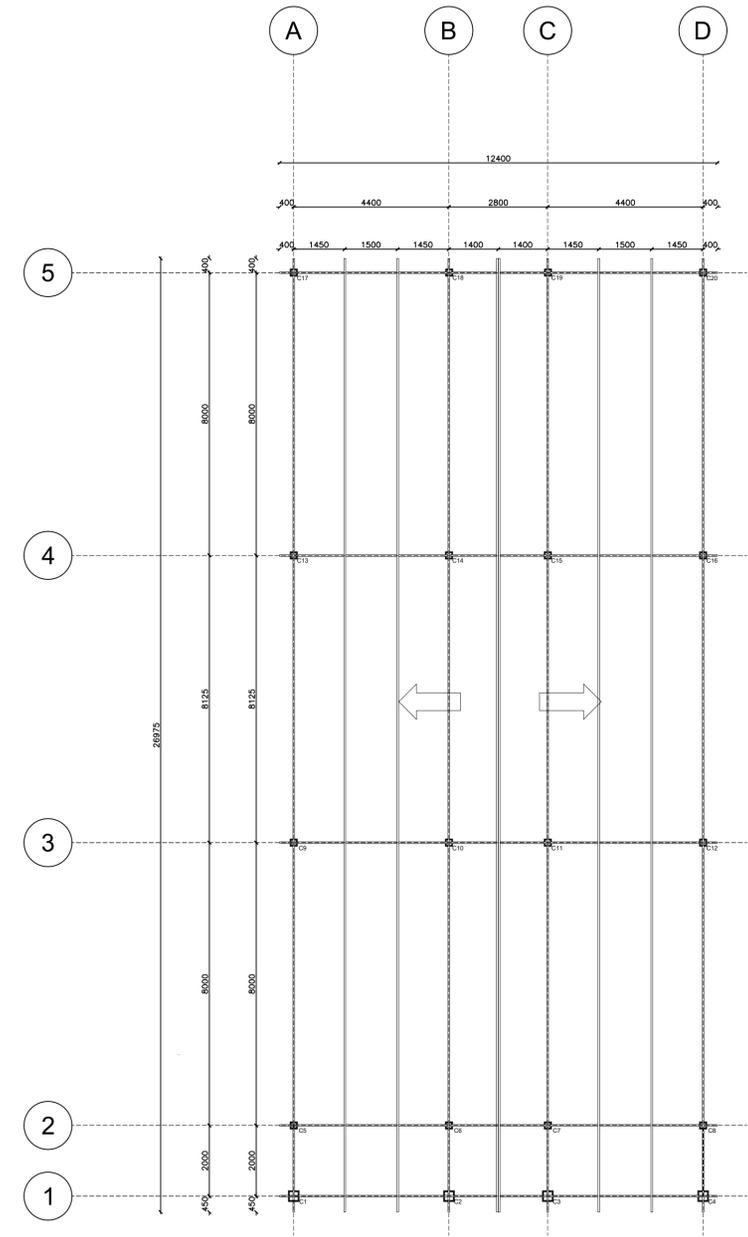
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: <b>DISEÑO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO</b>			
CONTENIDO: <b>PLANO ESTRUCTURAL - PLANTA DE CIMENTACIÓN, VIGAS DE CIMENTACIÓN Y SECCIONES DE VIGA</b>			
Coordinador de Materia Integradora: PhD. Miguel Chávez	Tutores de Conocimientos Específicos: - MSc. Samantha Hidalgo - MSc. Pablo Daza - MSc. Carola Zavala	Estudiantes: Rubén Game Zapata	Fecha de Entrega: 23 de agosto, 2021
Tutor de Área de Conocimiento: PhD. Luis Sánchez		Lámina: EST 1/4	Escala: Indicadas



NIVEL DE PLANTA ALTA NPT + 3,80m  
ESCALA 1:100



NIVEL DE AZOTEA NPT + 7,00m  
ESCALA 1:100



NIVEL DE CUBIERTA NPT + 10,00m  
ESCALA 1:100

ESPECIFICACIONES SOLDADURA

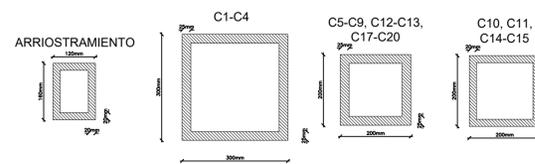
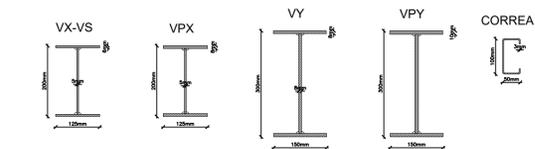
- Todas las soldaduras deben cumplir las especificaciones de A.W.S.
- En todas las soldaduras de penetración total se usara respaldo.
- Los electrodos para soldar las estructuras serán del tipo E-7018 con  $\phi=0.31$  y  $\phi=0.39$
- Los cordones de filete en los extremos de las piezas soldadas deberán remeterse dando la vuelta a la esquina de las piezas en la longitud de 2 veces al calibre nominal del cordón o 1.0 cm. mínimo.
- La soldadura en juntas deberá aplicarse evitando torceduras, flameos, requemados de material. Las piezas con estos defectos deberán reponerse íntegramente.
- La temperatura mínima de las piezas antes de aplicar las soldaduras serán de 20°C.
- Donde no se especifique el calibre de la soldadura deberán colocarse cordones de calibre igual al espesor del elemento mas delgado que se una con dicho cordón

ESPECIFICACIONES TECNICAS

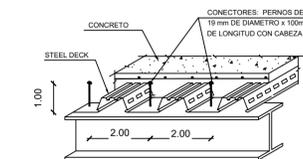
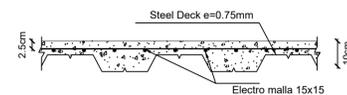
Usar materiales de resistencia:

	Acero Estructural ASTM A36:
Vigas principales	Fy=2530 Kg/cm <sup>2</sup>
Vigas secundarias	Fy=2530 Kg/cm <sup>2</sup>
Columnas	Fy=2530 Kg/cm <sup>2</sup>
	Hormigones:
Viga de cimentación	f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>
Viga zapata	f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>
Acero de refuerzo	f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup>
Red de acero	f <sub>y</sub> =5000 kg/cm <sup>2</sup>
Novalosa	f <sub>y</sub> =2700 kg/cm <sup>2</sup>

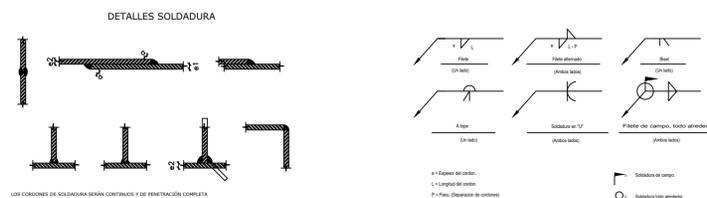
- Las vigas y columnas detalladas en este plano estarán conformadas por placas de acero estructural de espesores comerciales. Estos serán unidos a través de soldadura como se indica.
- Las conexiones entre vigas y columnas se realizaran a través de soldadura.
- En la unión entre la viga y la columna, es la viga quien se interrumpe, dejando a la columna avanzar de manera continua.
- Bajo ningún concepto los elementos estructurales tales como vigas y columnas serán atravesados, longitudinalmente, por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalaciones.
- Las medidas, en general, están indicadas en milímetros (mm), y las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo.
- El esfuerzo admisible del suelo se lo estimó en 7.5 T/m<sup>2</sup>.
- El recubrimiento de las vigas de cimentación será de 7.5 cm en toda superficie que esté directamente en contacto con el suelo y de 5.0 cm en las superficies que estén en contacto con un replantillo.



SECCIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES  
ESCALA 1:10

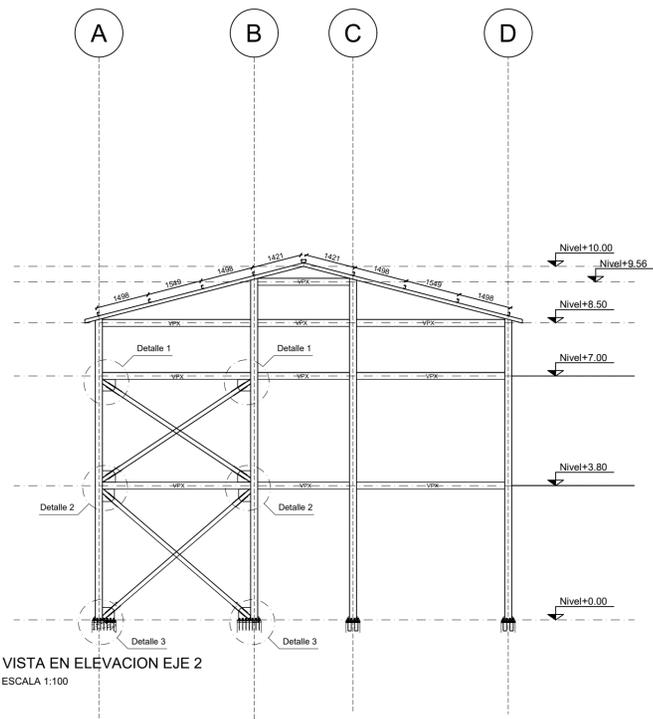


CORTE DE LOSA STEEL DECK  
ESCALA 1:10

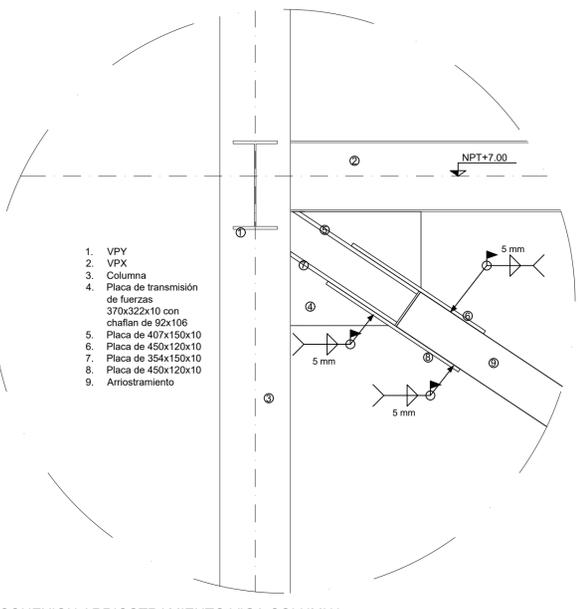


LOS CORDONES DE SOLDADURA DEBERÁN CONFORMARSE Y DE PENETRACION COMPLETA.

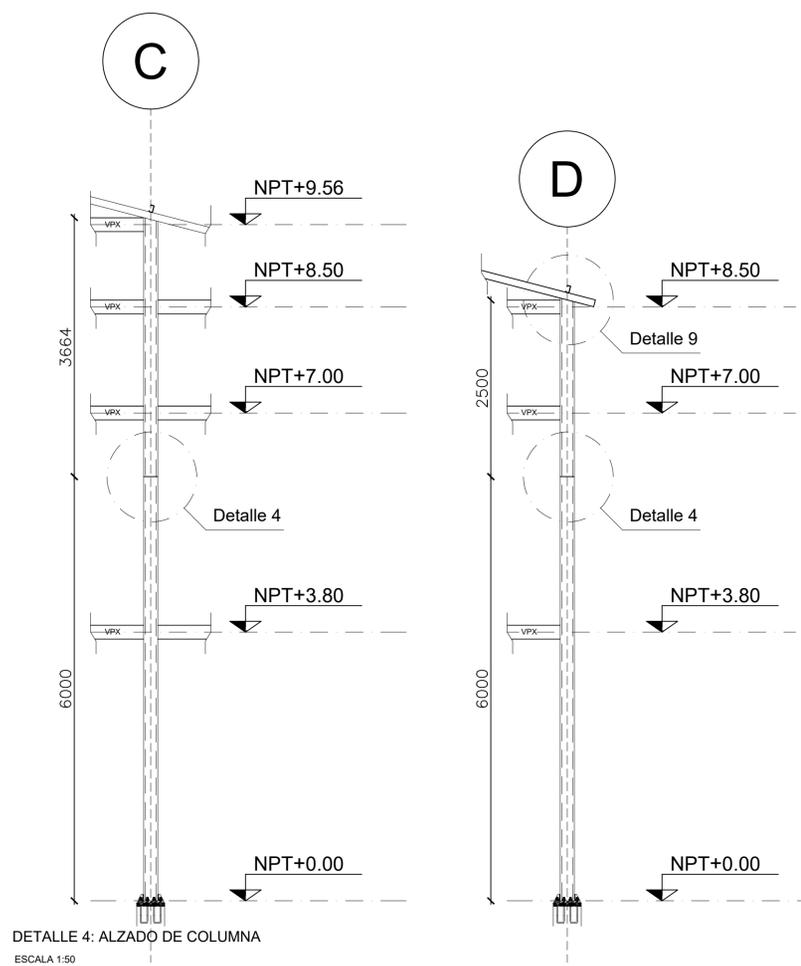
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: <b>DISEÑO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO</b>			
CONTENIDO: <b>PLANO ESTRUCTURAL - VISTAS EN PLANTA - DETALLE DE LOSA - DETALLES DE CONEXIONES</b>			
Coordinador de Materia Integradora: PhD. Miguel Chávez	Tutores de Conocimientos Específicos: - MSc. Samantha Hidalgo - MSc. Pablo Daza - MSc. Carola Zavala	Estudiantes: Rubén Game Zapata	Fecha de Entrega: 23 de agosto, 2021
Tutor de Área de Conocimiento: PhD. Luis Sánchez			Lámina: EST 2/4
			Escala: Indicadas



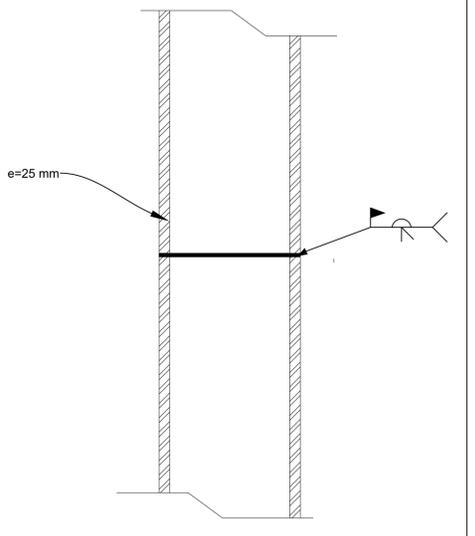
VISTA EN ELEVACION EJE 2  
ESCALA 1:100



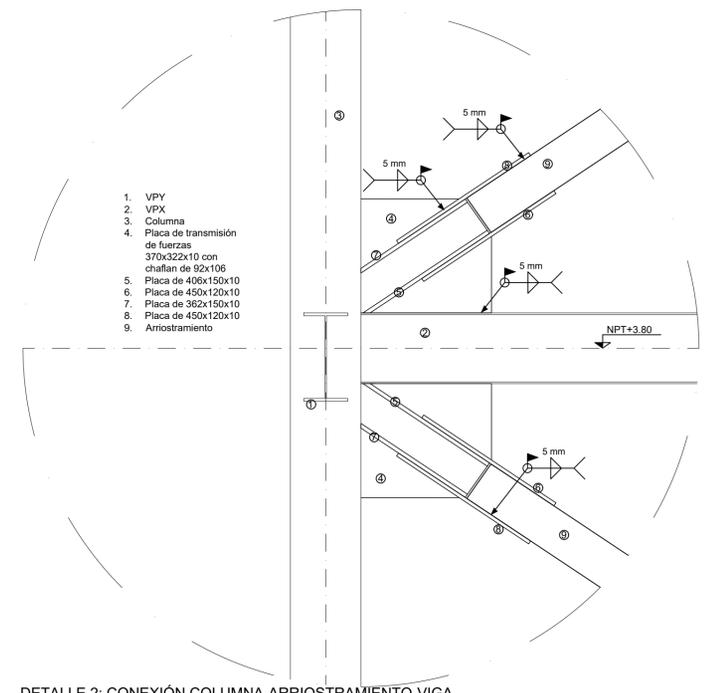
DETALLE 1: CONEXION ARRIOSTRAMIENTO VIGA COLUMNA  
ESCALA 1:10



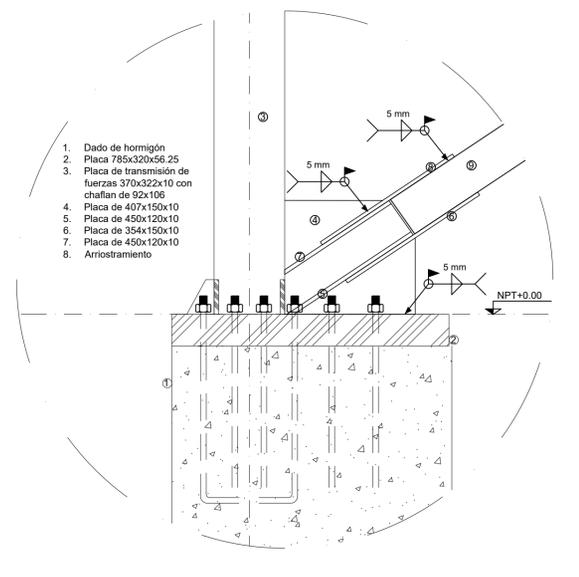
DETALLE 4: ALZADO DE COLUMNA  
ESCALA 1:50



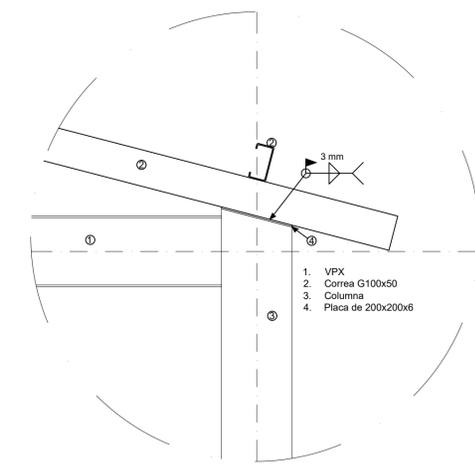
DETALLE 4: TRASLAPE DE COLUMNAS  
ESCALA 1:10



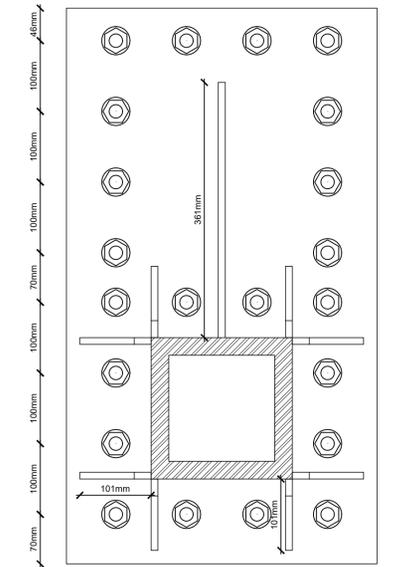
DETALLE 2: CONEXION COLUMNA-ARRIOSTRAMIENTO-VIGA  
ESCALA 1:10



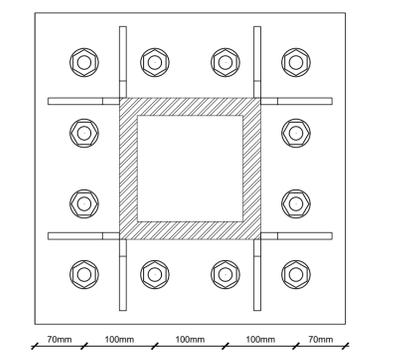
DETALLE 3: CONEXION ARRIOSTRAMIENTO-COLUMNA-PLACA BASE TIPO 1  
ESCALA 1:10



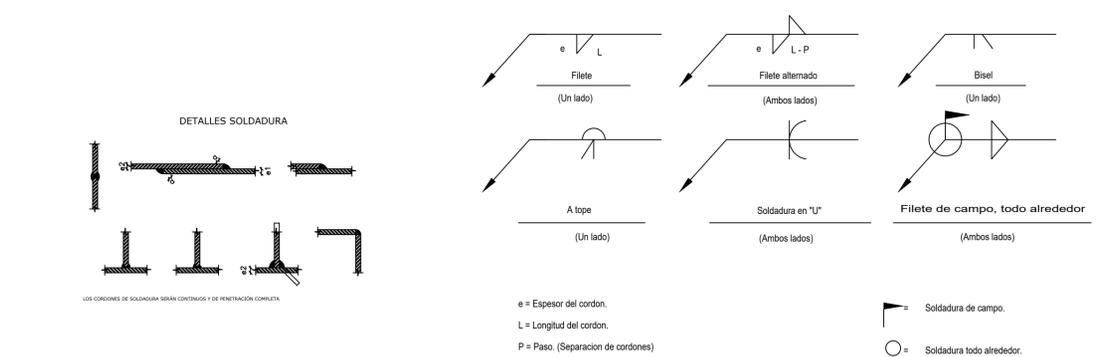
DETALLE 9: CONEXION COLUMNA-VIGA-CORREA DE CUBIERTA  
ESCALA 1:10



PLACA BASE TIPO 1: CONEXION CON ARRIOSTRAMIENTO  
ESCALA 1:5



PLACA BASE TIPO 2: CONEXION CON COLUMNA  
ESCALA 1:5



Usar materiales de resistencia:  
Acero Estructural ASTM A36:  
Vigas principales  $F_y=2530 \text{ Kg/cm}^2$   
Vigas secundarias  $F_y=2530 \text{ Kg/cm}^2$   
Columnas  $F_y=2530 \text{ Kg/cm}^2$

Hormigones:  
Viga de cimentación  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$   
Viga zapata  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$   
Acero de refuerzo  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$   
Malla electrosoldada  $f_y=5000 \text{ kg/cm}^2$   
Novatasca  $f_y=2700 \text{ kg/cm}^2$

ESPECIFICACIONES SOLDADURA

- Las vigas y columnas detalladas en este plano estarán conformadas por placas de acero estructural de espesores comerciales. Estos serán unidos a través de soldadura como se indica.
- Las conexiones entre vigas y columnas se realizarán a través de soldadura.
- En la unión entre la viga y la columna, es la viga quien se interrumpe, dejando a la columna avanzar de manera continua.
- Bajo ningún concepto los elementos estructurales tales como vigas y columnas serán atravesados, longitudinalmente, por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalaciones.
- Las medidas, en general, están indicadas en milímetros (mm), y las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo.
- El esfuerzo admisible del sueto se lo estimo en  $7.5 T/m^2$ .

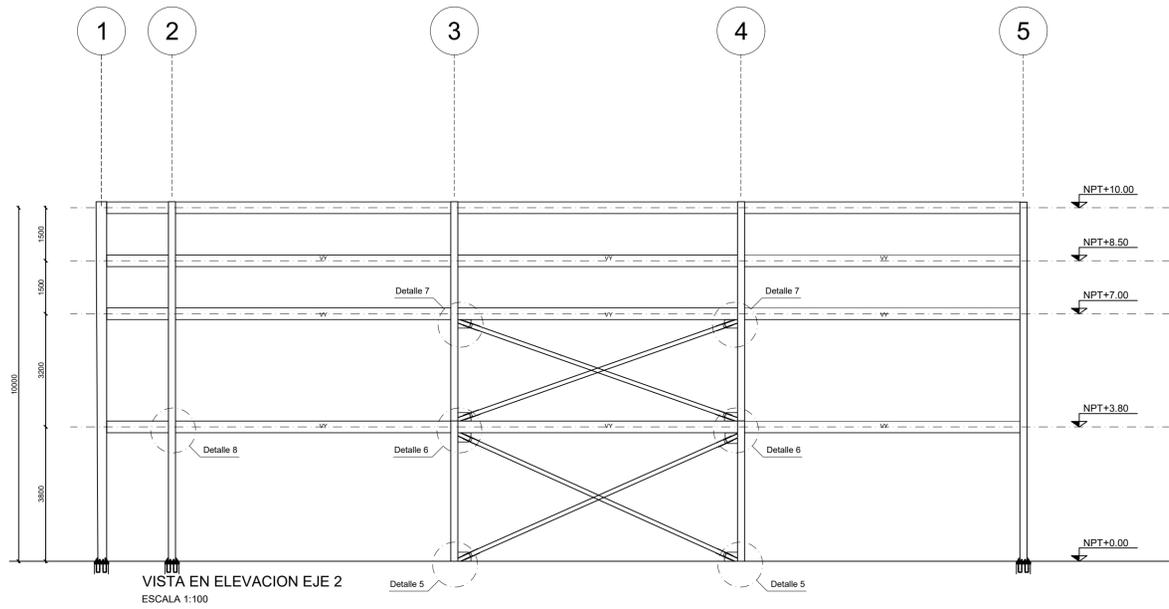
- Todas las soldaduras deberán cumplir las especificaciones de A.W.S.
- En todas las soldaduras de penetración total se usará respaldo.
- Los electrodos para soldar las estructuras serán del tipo E-7018 con  $\phi=0.31$  y  $\phi=0.39$
- Los cordones de filete en los extremos de las piezas soldadas deberán remeterse dando la vuelta a la esquina de las piezas en la longitud de 2 veces al calibre nominal del cordón o 1.0 cm. mínimo.
- La soldadura en juntas deberá aplicarse evitando torceduras, flameos, requemados de material. Las piezas con estos defectos deberán reponerse íntegramente.
- La temperatura mínima de las piezas antes de aplicar las soldaduras serán de  $20^\circ\text{C}$ .
- Donde no se especifique el calibre de la soldadura deberán colocarse cordones de calibre igual al espesor del elemento más delgado que se una con dicho cordón

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:  
**DISEÑO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO**

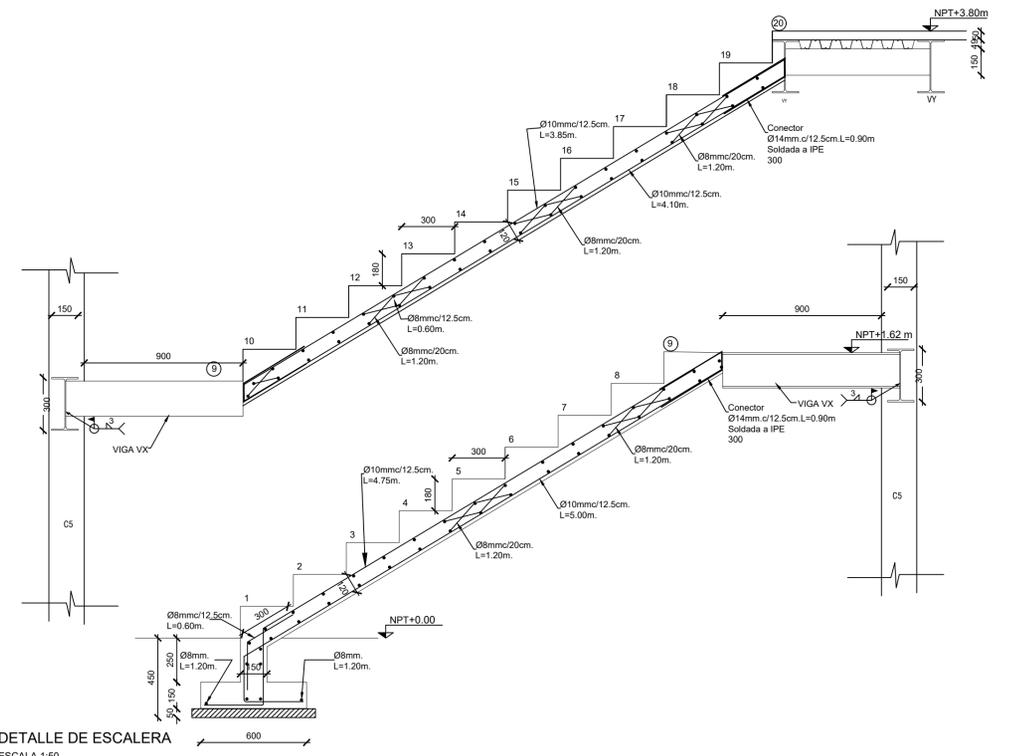
CONTENIDO:  
**PLANO ESTRUCTURAL - VISTA EN ELEVACION - DETALLE DE CONEXIONES - ALZADO DE COLUMNA**

Coordinador de Materia Integradora: PhD. Miguel Chávez	Tutores de Conocimientos Específicos: - MSc. Samantha Hidalgo - MSc. Pablo Daza - MSc. Carola Zavala	Estudiantes: Rubén Game Zapata	Fecha de Entrega: 23 de agosto, 2021
Tutor de Área de Conocimiento: PhD. Luis Sánchez			Lámina: EST 3/4
			Escala: Indicadas

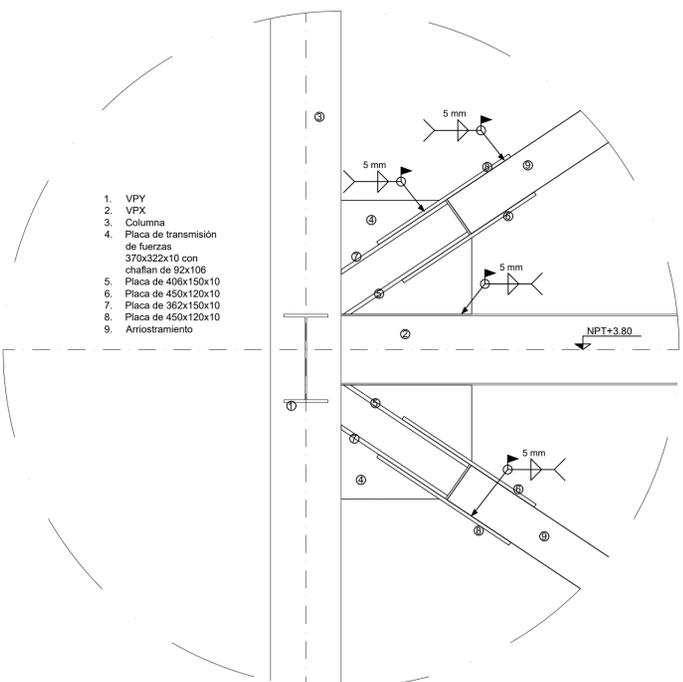


1. Dado de hormigón
2. PL 785x320x56.25
3. Columna
4. Placa de transmisión de fuerzas 361x255x10 con chaffan de 60x151
5. Placa de 350x120x10
6. Placa de 450x150x10
7. Placa de 400x120x10
8. Placa de 450x150x10
9. Arriostramiento

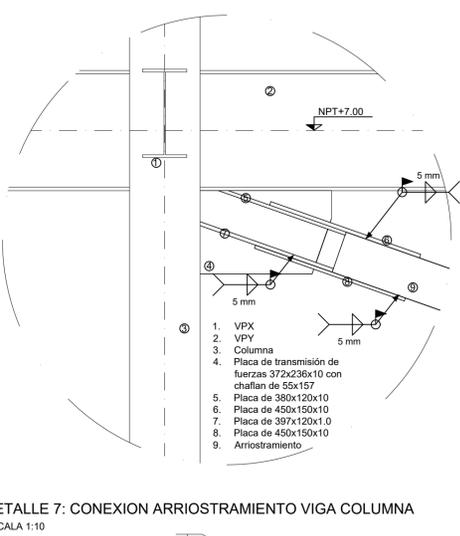
DETALLE 5: CONEXION ARRIOSTRAMIENTO-COLUMNA-PLACA BASE TIPO 1  
ESCALA 1:10



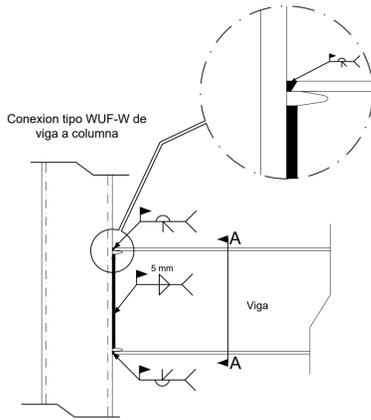
DETALLE DE ESCALERA  
ESCALA 1:50



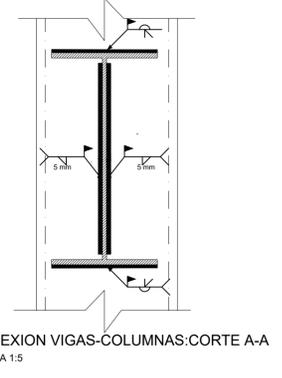
DETALLE 6: CONEXIÓN ARRIOSTRAMIENTOS-COLUMNAS-VIGA  
ESCALA 1:10



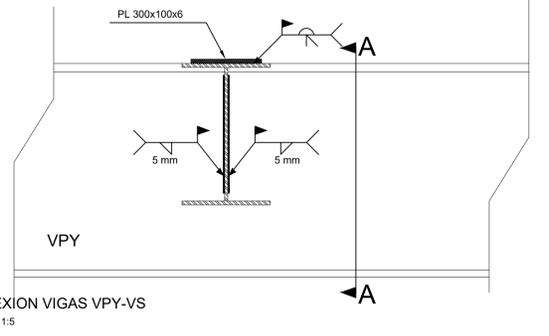
DETALLE 7: CONEXION ARRIOSTRAMIENTO VIGA COLUMNA  
ESCALA 1:10



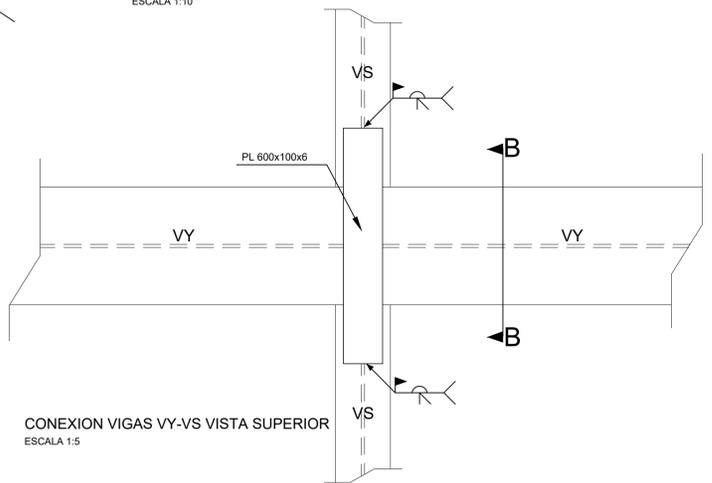
DETALLE 8: CONEXION VIGAS-COLUMNAS  
ESCALA 1:10



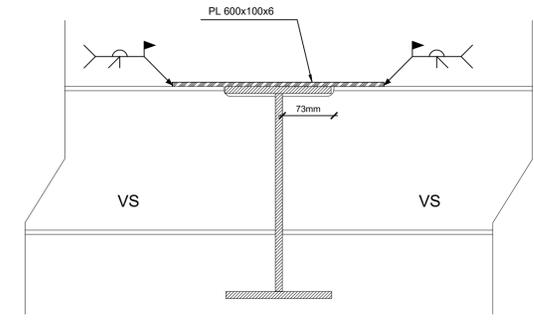
CONEXION VIGAS-COLUMNAS:CORTE A-A  
ESCALA 1:5



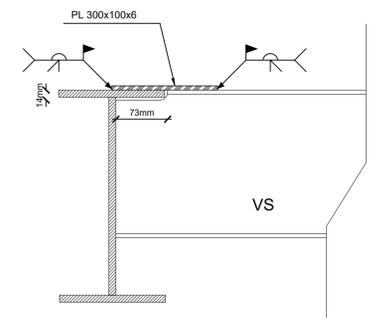
CONEXION VIGAS VPY-VS  
ESCALA 1:5



CONEXION VIGAS VY-VS VISTA SUPERIOR  
ESCALA 1:5



CONEXION VIGAS VPY-VS-CORTE B-B  
ESCALA 1:5



CONEXION VIGAS VPY-VS-CORTE A-A  
ESCALA 1:5

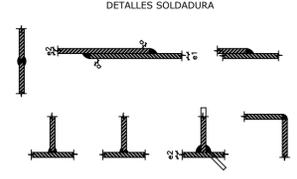
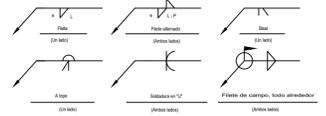
ESPECIFICACIONES TECNICAS

- Usar materiales de resistencia:
- Acero Estructural ASTM A36:
- Vigas principales  $F_y=2530 \text{ Kg/cm}^2$
  - Vigas secundarias  $F_y=2530 \text{ Kg/cm}^2$
  - Columnas  $F_y=2530 \text{ Kg/cm}^2$
- Hormigones:
- Viga de cimentación  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$
  - Viga zapata  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$
  - Acero de refuerzo  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
  - Malta electrosoldada  $f_y=5000 \text{ kg/cm}^2$
  - Novalosa  $f_y=2700 \text{ kg/cm}^2$

1. Las vigas y columnas detalladas en este plano estarán conformadas por placas de acero estructural de espesores comerciales. Estos serán unidos a través de soldadura como se indica.
2. Las conexiones entre vigas y columnas se realizarán a través de soldadura.
3. En la unión entre la viga y la columna, es la viga quien se interrumpe, dejando a la columna avanzar de manera continua.
4. Bajo ningún concepto los elementos estructurales tales como vigas y columnas serán atravesados, longitudinalmente, por tubos o paquetes de tubos de cualquier tipo de instalaciones.
5. Las medidas, en general, están indicadas en milímetros (mm), y las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo.
6. El esfuerzo admisible del suelo se lo estimo en  $7,5 \text{ T/m}^2$ .
7. El recubrimiento de las vigas de cimentación será de 7,5 cm en toda superficie que esté directamente en contacto con el suelo y de 5,0 cm en las superficies que estén en contacto con un replantillo.

ESPECIFICACIONES SOLDADURA

1. Todas las soldaduras deberán cumplir las especificaciones de A.W.S.
2. En todas las soldaduras de penetración total se usará respaldo.
3. Los electrodos para soldar las estructuras serán del tipo E-7018 con  $\phi=0.31$  y  $\phi=0.39$
4. Los cordones de filete en los extremos de las piezas soldadas deberán remeterse dando la vuelta a la esquina de las piezas en la longitud de 2 veces al calibre nominal del cordón o 1,0 cm, mínimo.
5. La soldadura en juntas deberá aplicarse evitando torceduras, flameos, requemados de material. Las piezas con estos defectos deberán reponerse íntegramente.
6. La temperatura mínima de las piezas antes de aplicar las soldaduras serán de  $20^\circ\text{C}$ .
7. Donde no se especifique el calibre de la soldadura deberán colocarse cordones de calibre igual al espesor del elemento más delgado que se una con dicho cordón



DETALLES SOLDADURA

LOS CORDONES DE SOLDADURA SERÁN CONTINUOS Y DE PENETRACION COMPLETA.

<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: <b>DISEÑO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DE EDUCACION VIRTUAL EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA MILAGRO</b>			
CONTENIDO: <b>PLANO ESTRUCTURAL - VISTA EN ELEVACIÓN - DETALLE DE ESCALERA - DETALLES DE CONEXIONES</b>			
Coordinador de Materia Integradora: PhD. Miguel Chávez	Tutores de Conocimientos Específicos: - MSc. Samantha Hidalgo - MSc. Pablo Daza - MSc. Carola Zavala	Estudiantes: Rubén Game Zapata	Fecha de Entrega: 23 de agosto, 2021
Tutor de Área de Conocimiento: PhD. Luis Sánchez		Lámina: EST 4/4	Escala: Indicadas