



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA INGENIERÍA MECÁNICA

Proyecto de investigación previo a la
obtención del Título de Ingeniero
Mecánico.

Título:

**“DISEÑO DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA LOS TALLERES DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA EN LA FINCA
EXPERIMENTAL LA MARÍA”**

Autor:

Velasco Medina Diego Javier

Director de Proyecto de Investigación:

Ing. José David Barros Enríquez MSc.,

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2019



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo Velasco Medina Diego Javier, declaro que la investigación aquí detallada es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

VELASCO MEDINA DIEGO JAVIER

C.I.: 1720236510



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **ING. JOSÉ DAVID BARROS ENRIQUEZ MSC.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el señor. **VELASCO MEDINA DIEGO JAVIER**, realizo el Proyecto de Investigación de grado titulado “**DISEÑO DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA LOS TALLERES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA EN LA FINCA EXPERIMENTAL LA MARÍA**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

.....
ING. JOSÉ DAVID BARROS ENRIQUEZ MSC.,
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

ING. JOSÉ DAVID BARROS ENRIQUEZ MSC., en calidad de director de proyecto de Investigación titulada “**DISEÑO DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA LOS TALLERES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA EN LA FINCA EXPERIMENTAL LA MARÍA**”, me permito manifestar a usted y por intermedio al Consejo Académico de Facultad lo siguiente:

Que, el estudiante **VELASCO MEDINA DIEGO JAVIER**, egresado de la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA, han cumplido con las correcciones pertinentes, e ingresado su Proyecto de Investigación al sistema URKUND, tengo a bien certificar la siguiente información sobre el informe del sistema anti plagio con un porcentaje de 7%.

URKUND	
Documento	TESIS DISEÑO DE UNA NAVE INDUSTRIAL - DIEGO VELASCO MEDINA.pdf (D58583554)
Presentado	2019-11-10 01:23 (-05:00)
Presentado por	diegovelascoj@gmail.com
Recibido	jbarros.uteq@analysis.arkund.com
7% de estas 32 páginas, se componen de texto presente en 4 fuentes.	

**ING. JOSÉ DAVID BARROS ENRIQUEZ MSC.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA INGENIERÍA MECÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACION

TÍTULO:

DISEÑO DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA LOS TALLERES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA EN LA FINCA EXPERIMENTAL LA MARÍA

Presentado al Consejo Académico como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico.

Aprobado por:

Ing. Patricio Alcocer Quinteros
Presidente del Tribunal

Ing. Omar Cevallos Muñoz
Miembro del Tribunal

Ing. Marcelo García Saquicela
Miembro del Tribunal

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

AÑO – 2019

AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradezco a mis queridos padres, al señor Wilson Aníbal Velasco Hinojosa, por su incondicional apoyo, cariño y experiencia y a mi querida madre, la señora Edyn Enriqueta Medina Haz que con su extenso cariño, apoyo y empuje lograron forjarme para ser quien soy.

A mi hermosa novia, la Ing. Karen del Pilar Ruiz Fernández que con su cariño y paciencia logró motivarme a lo largo de mi carrera universitaria, también le agradezco porque sin su experiencia, conocimiento y sabiduría, este trabajo no sería lo que es, además le agradezco de forma especial por ser una fuente de inspiración de mi vida.

Al Ing. Luis Armando Quinto Ordoñez amigo y compañero, por su empuje que logró motivarme a realizar el presente trabajo, con sus conocimientos facilitó el desarrollo de la investigación.

Al Ing. Emerson Geovanny Vera Rodríguez, mentor y amigo por su incondicional y frecuente ayuda, por transmitir su experiencia y conocimiento a lo largo de mi vida universitaria.

De igual manera agradezco a mis hermanos, que con paciencia, confianza y muchas cosas más aportaron a mi desarrollo personal.

A mi querida suegrita que con su paciencia y ayuda incondicional, me brindó las herramientas que a ella le eran posibles.

Finalmente le agradezco a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo especialmente a la carrera de Ingeniería Mecánica, por presentarme a mis docentes que aportaron al desarrollo intelectual y moral de mi vida profesional, y a mi tutor junto al tribunal por el aporte brindado en este trabajo.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis queridos padres, que con sacrificio y confianza labraron el camino para mi éxito, con amor y disciplina me formaron para enfrentar diversos retos y con empuje y aliento me levantaron de cada tropiezo, por eso y más, lo que soy y hago se los debo a ellos.

RESUMEN

El presente trabajo está desarrollado con el fin de plantear el diseño de una nave industrial para los talleres y laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, como primer paso para comenzar el diseño se propuso determinar las necesidades de la facultad en tener laboratorios, en ese punto se determinó que laboratorios debe tener dicha estructura, con diferentes métodos de investigación definió el número de laboratorios para la facultad, además para que sirviera dichos laboratorios y a que carreras las beneficiaría. Como segundo punto se muestra el dimensionamiento, distribución y ubicación de dichos laboratorios, para esto se considera lo determinado antes mencionado partiendo del número de talleres, se plantea el área que acoja las necesidades y capacidades de dichos laboratorios, la ubicación se la determinará mediante el análisis geográfico de la Finca Experimental La María. Uno de los puntos más importante que se verá en este trabajo es el dimensionamiento de la estructura o nave industrial, la cual se mostrará por medio de una simulación de carga en el software Sap2000, utilizando la norma ecuatoriana de la construcción NEC-2015. La mencionada norma considera cargas y coeficientes para el análisis estructural, cabe mencionar que se utilizará el método de diseño por factor de carga y resistencia LRFD o también llamado método de diseño por estado límite. Finalmente este trabajo presenta los costos de materia prima y costos de ejecución o montaje de la nave industrial, especificando el tipo y cantidad de material calculado por peso en la simulación del programa Sap2000.

Palabras claves: Diseño, infraestructura, simulación, laboratorios, normas, costos.

ABSTRACT

The present work is developed in order to propose the design of an industrial building for the workshops and laboratories of the Faculty of Engineering Sciences, as a first step to begin the design a study was proposed where the needs of the faculty are reviewed in have laboratories, at that point it was determined that laboratories should have said structure, with different research methods defined the number of laboratories for the faculty, in addition to serving such laboratories as careers would benefit them. As a second point, the dimensioning, distribution and location of these laboratories is shown, for this the study mentioned above is considered based on the number of workshops, the area that welcomes the needs and capacities of said laboratories is considered, the location will be determined by geographical analysis of the Experimental Estate La María. One of the most important points that will be seen in this work is the dimensioning of the structure or industrial building, which will be shown by means of a load simulation in the Sap2000 software, using the Ecuadorian construction standard NEC-2015. The aforementioned standard considers loads and coefficients for structural analysis, it should be mentioned that the design method by load factor and resistance LRFD or also called the design method by limit state will be used. Finally, this work presents the raw material costs and costs of execution or assembly of the industrial building, specifying the type and quantity of material calculated by weight in the simulation of the Sap2000 program.

Keywords: Design, industrial building, simulation, laboratories, standards, costs.

TABLA DE CONTENIDO

Portada.....	i
Declaración de autoría y cesión de derechos.....	ii
Certificación de culminación del proyecto de investigación.....	iii
Certificado del reporte de la herramienta de prevención de coindencia y/o plagio académico	iv
Certificado de aprobación por Tribunal de Sustentación.....	v
Agradecimiento	vi
Dedicatoria.....	vii
Resumen	viii
Abstract.....	ix
Tabla de contenido.....	x
Código dublin	xxiv
Introducción.....	1
CAPÍTULO I	
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1 Problema de investigación.....	3
1.1.1 Planteamiento del problema.....	3
Diagnóstico.....	3
Pronóstico	3
1.1.2 Formulación del problema.	3
1.1.3 Sistematización del problema	4
1.2 Objetivos.....	4
1.2.1 Objetivo General.....	4
1.2.2 Objetivos Específicos	4
1.3 Justificación	5

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	6
2.1 Marco conceptual.	7
2.1.1 Estructuras Metálicas.	7
2.1.2 El acero estructural.	7
2.1.3 SAP 2000.	7
2.2 Marco referencial.....	8
2.2.1 Introducción a las Estructuras Metálicas.	8
2.2.1.1 Ventajas de las Estructuras de Acero.	9
2.2.1.2 Desventajas de las Estructuras de Acero.....	10
2.2.2 Zonificación sísmica y factor de zona Z.	11
2.2.3 Niveles de Sismicidad de la Costa Ecuatoriana.....	13
2.2.3.1 Sismicidad Histórica	13
2.2.3.2 Ambiente Técnico en el Litoral Ecuatoriano	14
2.2.3.3 Riesgo y Peligro Sísmico	14
2.2.3.4 Riesgo Sísmico.....	15
2.2.3.5 Peligro Sísmico	15
2.2.3.6 Vulnerabilidad.....	15
2.2.3.7 El Coste	15
2.2.4 Cargas permanentes o muertas	15
2.2.5 Carga viva (sobrecargas de uso)	16
2.2.6 Cargas por viento	16
2.2.7 Carga Sísmica	16
2.2.7.1 Cortante basal de diseño (V).	17
2.2.7.2 Espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones.	17
2.2.7.3 Espectro elástico de diseño en desplazamientos.	19

2.2.7.4	Categoría de edificio y coeficiente de importancia I.....	21
2.2.7.5	Factor de reducción de resistencia sísmica R.....	21
2.2.7.6	Carga sísmica reactiva W.....	23
2.2.7.7	Período de vibración T.....	23
2.2.8	Combinaciones de cargas.....	24
2.2.9	Combinaciones básicas	25
2.2.10	Base de Diseño.....	26
2.2.10.1	Resistencia Requerida.	26
2.2.10.2	Estados Límites.	26
2.2.10.3	Diseño por Resistencia Usando Diseño en Base a Factores de Carga y Resistencia (LRFD).	26
2.2.11	Conexiones Simples.....	27
2.2.12	Conexiones de Momento	28
2.2.13	Origen y definición de una planta industrial.....	28
2.2.14	Naturaleza de los problemas de distribución en planta.....	28
2.2.15	Distribución física de planta (Layout)	29
2.2.16	Factores de riesgo laboral y su prevención	30
2.2.17	Principios de la acción preventiva	30
2.2.18	Constitución de la República del Ecuador	31
2.2.19	Ley Orgánica de Educación Superior	31
CAPITULO III		
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		33
3.1	Localización.....	34
3.2	Tipos de investigación	35
3.2.1	Investigación Bibliográfica.....	35
3.2.2	Investigación Aplicada.	35
3.3	Métodos de investigación	35

3.3.1.	Método Deductivo.	35
3.3.2.	Método Inductivo.....	35
3.3.3.	Método Analítico	36
3.4	Fuentes de recopilación de información.....	36
3.4.1	Primarias.....	36
3.4.2	Secundarias	36
3.5	Diseño de la investigación.....	36
3.5.1	No experimental.....	36
3.6	Instrumento de investigación.....	36
3.6.1	Observación	36
3.6.2	Encuesta	37
3.7	Tratamiento de los datos.....	37
3.8	Recursos humanos y materiales.....	37
3.9	Equipos.....	37
CAPÍTULO IV		
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		38
4.1	Determinación de necesidades de talleres y laboratorios para la Facultad de Ciencias de la Ingeniería	39
4.1.1	Identificación de la población objetivo (Beneficiarios).....	39
4.1.2	Análisis del problema	39
4.1.3	Análisis de sostenibilidad económica y financiera	40
4.1.4	Análisis de ubicación	41
4.1.5	Laboratorios y talleres necesarios para la FCI.....	41
4.2	Dimensión, ubicación y distribución de los laboratorios y talleres.....	43
4.2.1	Introducción	43
4.2.2	Dimensiones generales	44
4.2.3	Ubicación	44

4.2.4	Medidas de seguridad	44
4.2.4.1	Elementos de seguridad en el taller	44
4.2.4.2	Equipos de protección	46
4.2.4.3	Elementos que NO se deben llevar en el taller.....	47
4.2.4.4	La higiene	47
4.3	Diseño de la nave Industrial	56
4.3.1	Cercha	57
4.3.2	Estimación de Cargas en el Pórtico	58
4.3.3	Momentos y Esfuerzos en SAP2000	58
4.3.4	Pre- Diseño de la Cercha	60
4.3.5	Cálculo de Correas.....	62
4.4	Análisis de cargas	65
4.4.1	Análisis de Carga Viva	65
4.4.1.1	Carga Viva Sobre Correas.....	65
4.4.2	Análisis de Carga Muerta.....	66
4.4.2.1	Carga muerta sobre las correas.....	67
4.4.3	Carga Sísmica	67
4.4.3.1	Periodo Natural de Vibración Max	68
4.4.3.2	Sismo para el Galpón	69
4.4.4	Carga de Viento	69
4.4.4.1	Cargas de Viento en Superficies Verticales	69
4.4.4.2	Cargas de Viento Sobre parte inclinadas de Pórticos.....	71
4.4.4.3	Cargas de Viento Barlovento	71
4.4.4.4	Cargas de Viento Sotavento	72
4.5	Ejecución del Modelado en Sap2000	73
4.5.1	Modelado AutoCAD y Sap2000.....	73

4.5.2	Ingreso de cargas	76
4.5.3	Análisis de estructura.....	79
4.5.4	Comprobación de Columnas.....	84
4.5.5	Calculo de placa base.....	87
4.5.5.1	Espesor de la placa	90
4.5.6	Diseño de pernos.....	90
4.6	Costos para construcción de la nave industrial.....	92
CAPÍTULO V		
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		94
5.1.	Conclusiones.....	95
5.2.	Recomendaciones	96
CAPÍTULO VI		
BIBLIOGRAFIA		97
CAPÍTULO VII		
ANEXOS.....		100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Factor zona Z en función de la zona sísmica adoptada	12
Tabla 2: Tipo de uso, destino e importancia de la estructura	21
Tabla 3: Tipo de uso, destino e importancia de la estructura	22
Tabla 4: Tipo de uso, destino e importancia de la estructura	22
Tabla 5: Laboratorios y talleres de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería	48
Tabla 6: Datos generales de la Nave Industrial	57
Tabla 7: Estimación de cargas	58
Tabla 8: Momentos y cortantes máximos.....	60
Tabla 9: Estimación de cargas	63
Tabla 10: Cargas vivas sobre cubiertas	65
Tabla 11: Carga Viva sobre correas (Centrales)	65
Tabla 12: Carga muerta (D).....	67
Tabla 13: Carga Muerta sobre correas (Centrales).....	67
Tabla 14: Carga de Sismo	68
Tabla 15: Carga de Sismo	68
Tabla 16: Coeficientes de carga de viento.....	69
Tabla 17: Coeficientes de carga de viento en paredes verticales	70
Tabla 18: Coeficientes de cálculo.....	70
Tabla 19: Coeficiente de Forma ² Para Superficies Inclinadas.....	71
Tabla 20: Coeficientes de cálculo.....	71
Tabla 21: Coeficientes de cálculo.....	72
Tabla 22: Lista de perfiles	75
Tabla 23: Resumen de cargas	78
Tabla 24: Resumen de coeficientes del espectro	79
Tabla 25: Carga tributaria del portico	84
Tabla 26: Propiedades del perfil.....	85
Tabla 27: Coeficientes placa base	88
Tabla 28: Coeficientes placa base	90
Tabla 29: Coeficientes placa base	91
Tabla 30: Lista de materiales acero ASTM A36	92
Tabla 31: Costos de acero ASTM A36	93
Tabla 32: Costos de montaje de acero ASTM A36.....	93

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Estructuras metálicas	9
Ilustración 2: Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño	12
Ilustración 3: Espectro sísmico elástico de desplazamiento para diseño	18
Ilustración 4: Espectro sísmico elástico de desplazamiento para diseño	20
Ilustración 5: Tipología de Cerchas	27
Ilustración 6: Ubicación Finca Experimental “La María”, satélite.....	34
Ilustración 7: Ubicación Finca Experimental “La María” AutoCAD.....	34
Ilustración 8: Tipo de cercha	57
Ilustración 9: Modelado Sap2000	59
Ilustración 10: Momento máximo	59
Ilustración 11: Cortante máximo	59
Ilustración 12: Dimensiones colaborante de la estructura	63
Ilustración 13: Dimensiones colaborante de la estructura	64
Ilustración 14: Dimensiones colaborante de la estructura lateral	70
Ilustración 15: Modelado en AutoCAD e importado a Sap2000	74
Ilustración 16: Modelado en Sap2000	74
Ilustración 17: Modelado en Sap2000	75
Ilustración 18: Cambio de ejes axiales	76
Ilustración 19: Patrones de carga	76
Ilustración 20: Coeficiente basal	77
Ilustración 21: Combinaciones de carga	77
Ilustración 22: Asignación de carga en los elementos	78
Ilustración 23: Asignación de cargas en los elementos	78
Ilustración 24: Función espectral	79
Ilustración 25: Selección de norma para el análisis	80
Ilustración 26: Análisis de dimensionamiento 1	80
Ilustración 27: Análisis de dimensionamiento 2	81
Ilustración 28: Análisis de dimensionamiento 2	81
Ilustración 29: Análisis de dimensionamiento 2	82
Ilustración 30: Detalle de tensor	82
Ilustración 31: Pórtico menos favorable	83
Ilustración 32: Pórtico más favorable	83
Ilustración 33: Pórtico más favorable	84
Ilustración 34: Placa base	88

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Velocidad corregida del viento.....	16
Ecuación 2: Cortante basal de diseño.....	17
Ecuación 3: espectro elástico de diseño de desplazamientos	19
Ecuación 4: Espectro elástico de diseño de desplazamientos	19
Ecuación 5: Carga sísmica reactiva.....	23
Ecuación 6: Carga sísmica reactiva.....	23
Ecuación 7: Período de vibración.....	23
Ecuación 8: Período de vibración.....	24
Ecuación 9: Combinación 1	25
Ecuación 10: Combinación 2	25
Ecuación 11 : Combinación 3	25
Ecuación 12: Combinación 4	25
Ecuación 13: Combinación 5	25
Ecuación 14: Combinación 6	25
Ecuación 15: Combinación 7	25
Ecuación 16: Resistencia requerida.....	27
Ecuación 17: Fuerza total de sedencia.....	61
Ecuación 18: Pérlate de la rodilla.....	61
Ecuación 19: Peralte de cumbrera	61
Ecuación 20: Área de la diagonal y montantes	62
Ecuación 21: Área colaborante.....	63
Ecuación 22: Peso	63
Ecuación 23: Carga sobre la correa	64
Ecuación 24: Momento máximo	64

Ecuación 25: Módulo de sección.....	64
Ecuación 26 : Área colaborante.....	66
Ecuación 27: Carga Viva Colaborante	66
Ecuación 28: Carga distribuida	66
Ecuación 29: Área Colaborante.....	66
Ecuación 30: Carga Viva Colaborante	66
Ecuación 31: Carga distribuida.....	66
Ecuación 32: Carga muerta Colaborante	67
Ecuación 33: Carga distribuida	67
Ecuación 34: Periodo Natural de Vibración.....	68
Ecuación 35: Periodo Natural de Vibración Máximo	68
Ecuación 36: Período límite de vibración	69
Ecuación 37: Aceleración Espectral.....	69
Ecuación 38: Cortante Basal	69
Ecuación 39: Presión del Viento	70
Ecuación 40: Presión del Viento	70
Ecuación 41: Carga de Viento Colaborante	71
Ecuación 42: Carga de Viento sobre parte Vertical de Pórtico	71
Ecuación 43: Presión del Viento	71
Ecuación 44: Carga de viento.....	71
Ecuación 45: Carga de Viento Colaborante	72
Ecuación 46: Carga de Viento sobre parte Vertical de Pórtico	72
Ecuación 47: Presión del Viento	72
Ecuación 48: Carga de viento.....	72
Ecuación 49: Carga de Viento Colaborante	72

Ecuación 50: Carga de Viento sobre parte Vertical de Pórtico	73
Ecuación 51: Carga tributaria total.....	84
Ecuación 52: Esbeltez	85
Ecuación 53: Esbeltez	85
Ecuación 54: Esbeltez limite	85
Ecuación 55: Esbeltez local.....	86
Ecuación 56: Esbeltez limite	86
Ecuación 57: Esbeltez limite	86
Ecuación 58: Tensión crítica	86
Ecuación 59: Factor de seguridad	87
Ecuación 60: Tensión admisible.....	87
Ecuación 61: Tensión de trabajo	87
Ecuación 62: Carga total	88
Ecuación 63: Área teórica de la placa	89
Ecuación 64: Dimensiones de la palca	89
Ecuación 65: Resistencia de contacto con el concreto	89
Ecuación 66: Espesor de la placa	90
Ecuación 67: Momento para pernos de anclaje	90
Ecuación 68: Fuerza de tensión requerida por el anclaje	91
Ecuación 69: Resistencia del perno de anclaje.....	91
Ecuación 70: Resistencia del perno	91
Ecuación 71: Longitud del perno	91

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Encuesta a estudiantes, graduados y coordinadores de las carreras de la FCI	101
ANEXO 2: Tabulación de encuesta.....	103
ANEXO 3: Acero ASTM A36.....	114
ANEXO 4: Fichas técnicas de perfiles	115
ANEXO 5: Planos.....	120

GLOSARIO

Denominación	Simbolo
Longitud total	L_t
Luz	L
Claro	C
Altura	H
Longitud inclinada	L_i
Número de pórticos	N°
Altura Total	A_t
Are comunitaria del pórtico	A_c
Carga del material	C_m
Carga de servicio	P_s
Momento máximo	M_{max}
Momento máximo	M_{max}
Cortante máxima del Pórtico	V_{max}
Esfuerzo	σ
Momento	M
Fuerza total de sedencia	P_T
Pérlate	d
Carga muerta	W_D
Carga viva	W_L
Peso	P
Carga sobre la correa	W
Módulo de sección	S
Longitud de la correa	L_c
Ancho colaborante centrales	B_c
Ancho colaborante bordes	B_d
Coefficiente de vibración	C_t
Altura Total del Edificio	H_n
Coefficiente para Calculo de Periodo	α
Factor de Importancia	I
Periodo Natural de Vibración	T_1
Periodo Natural de Vibración Max	T_2
Factor de Reducción de Respuesta	R
Relación de amplificación espectral	η
Factor de Zona	Z
Factor de Sitio	F_a
Factor de Sitio	F_d
Factor de Comportamiento Inelástico del Suelo	F_s
Factor en el Espectro para Diseño Elástico	r
Periodo Modelo	T_{mod}
Factor de Irregularidad en Planta	ϕ_p
Factor de Irregularidad en Elevación	ϕ_e
Período límite de vibración	T_c
Aceleración Espectral	S_a
Cortante Basal	V

Velocidad del Viento	v
Coeficiente de Corrección	σ
Altura Total del Edificio	H_n
Densidad del Aire	ρ
Coeficiente de Entorno/Altura	C_e
Velocidad Corregida	V_b
Coeficiente de Forma1	C_f
Presión del Viento	p
Altura de la Superficie Vertical	H_w
Área del perfil	A_p
Momento de inercia en x	I_x
Momento de inercia en y	I_y
Espesor	e
Radio de giro en x	ρ_x
Radio de giro en y	ρ_y
Módulo de elasticidad	E
Esfuerzo de fluencia	F_y
Esbeltez	λ
Esbeltez limite	C_c
Tensión critica	σ_{cr}
Factor de seguridad	FS
Tensión admisible	σ_{adm}
Tensión de trabajo	σ_T
Resistencia a compresión del concreto a los 28 días	f'_c
Longitud de concreto	N
Ancho de concreto	B
Área de concreto	A_2
Carga total a la placa	P_u
Ancho del perfil	b_f
Largo total del perfil	b
Área del perfil	A_{1M}
Largo de la placa	d
Ancho de la placa	d_f
Area de la placa determinada	A_{1E}
Área teórica de la placa	A_{1T}
Delta	Δ
Numero de pernos por lado	n
Diámetro del perno	d_{pem}
Distancia entre centros de pernos	d_o
Fuerza de tención requerida por el anclaje	F
Factor de resistencia a la tención LRFD	ϕ_T
Esfuerzo a la ruptura de la varilla de acero A36	F_u
Área del perno	A_g
Resistencia del perno	T_u
Longitud del perno	L_h

CÓDIGO DUBLIN

Título	“DISEÑO DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA LOS TALLERES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA EN LA FINCA EXPERIMENTAL LA MARÍA”
Autor	Velasco Medina Diego Javier
Palabras claves	Diseño, infraestructura, simulación, laboratorios, normas, costos.
F. publicación	12-dic-2019
Editorial	Quevedo: UTEQ, 2019
Resumen	Resumen. – El presente trabajo está desarrollado con el fin de plantear el diseño de una nave industrial para los talleres y laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, como primer paso para comenzar el diseño se propuso determinar las necesidades de la facultad en tener laboratorios, en ese punto se determinó que laboratorios debe tener dicha estructura, con diferentes métodos de investigación definió el número de laboratorios para la facultad, además para que sirviera dichos laboratorios y a que carrearan las beneficiaría. Como segundo punto se muestra el dimensionamiento, distribución y ubicación de dichos laboratorios, para esto se considera lo determinado antes mencionado partiendo del número de talleres, se plantea el área que acoja las necesidades y capacidades de dichos laboratorios, la ubicación se la determinará mediante el análisis geográfico de la Finca Experimental La María. Uno de los puntos más importante que se verá en este trabajo es el dimensionamiento de la estructura o nave industrial, la cual se mostrará por medio de una simulación de carga en el software Sap2000, utilizando la norma ecuatoriana de la construcción NEC-2015. La mencionada norma considera cargas y coeficientes para el análisis estructural, cabe mencionar que se utilizará el método de diseño por factor de carga y resistencia LRFD o también llamado método de diseño por estado límite. Finalmente este trabajo presenta los costos de materia prima y costos de

	ejecución o montaje de la nave industrial, especificando el tipo y cantidad de material calculado por peso en la simulación del programa Sap2000. Abstract.- The present work is developed in order to propose the design of an industrial building for the workshops and laboratories of the Faculty of Engineering Sciences, as a first step to begin the design a study was proposed where the needs of the faculty are reviewed in have laboratories, at that point it was determined that laboratories should have said structure, with different research methods defined the number of laboratories for the faculty, in addition to serving such laboratories as carrearas would benefit them. As a second point, the dimensioning, distribution and location of these laboratories is shown, for this the study mentioned above is considered based on the number of workshops, the area that welcomes the needs and capacities of said laboratories is considered, the location will be determined by geographical analysis of the Experimental Estate La María. One of the most important points that will be seen in this work is the dimensioning of the structure or industrial building, which will be shown by means of a load simulation in the Sap2000 software, using the Ecuadorian construction standard NEC-2015. The aforementioned standard considers loads and coefficients for structural analysis, it should be mentioned that the design method by load factor and resistance LRFD or also called the design method by limit state will be used. Finally, this work presents the raw material costs and costs of execution or assembly of the industrial building, specifying the type and quantity of material calculated by weight in the simulation of the Sap2000 program.
Descripción	150 hojas: dimensiones 29 x 21 + 5 CD-ROM 6162
URI	

INTRODUCCIÓN

Este proyecto se realizará por la necesidad que tiene la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de tener un espacio adecuado para desarrollar sus actividades prácticas y de laboratorio. Se busca determinar una infraestructura adecuada para la implementación de equipos necesarios que faciliten el desempeño técnico del estudiante.

El proyecto está pensado en el diseño de una nave industrial de estructura metálica distribuida en diferentes áreas para los talleres y laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería ubicada en la Finca Experimental La María.

El American Institute of Steel Construction (AISC) y las Normas Ecuatoriana de la Construcción (NEC), se dedican a estudiar y regular las características y formas de comportamiento del acero, así como a la elaboración de normas para cálculo estructural que rigen el diseño en acero, desarrollándose así el método de estados límite, Load and Resistance Factor Design (LRFD); por lo tanto la investigación se basará en estas normas.

La investigación está orientada esencialmente en la aplicación de los fundamentos básicos del método de diseño por factor de carga y resistencia (LRFD), que se usará para el cálculo de los elementos estructurales en este proyecto, a través del programa de estructuras SAP2000, que también realizará la modelación, análisis y lista de materiales de la nave industrial. Además se elaborará los planos en AutoCAD para un futuro montaje.

El presente proyecto tiene como objetivo beneficiar a las carreras que conforman la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, así como a las diferentes industrias y talleres técnicos que están en constante búsqueda de especialistas con conocimiento técnico y pericia práctica en las diferentes ingenierías que oferta la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Problema de investigación.

1.1.1 Planteamiento del problema.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo cuenta con siete carreras técnicas de gran demanda en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Cada carrera necesita de talleres y laboratorios para su desarrollo práctico, y debido a que no se cuenta con la suficiente infraestructura o equipos para el desarrollo del mismo, ocasiona que el estudiante sea sobrevaluado al momento de culminar su carrera.

Diagnóstico

Debe determinarse el requerimiento prioritario de la facultad en tener las diversas áreas, talleres y laboratorios para las diferentes carreras que oferta.

La universidad no cuenta con espacio físico en el Campus Ingeniero Manuel Agustín Haz Álvarez para la implementación de una estructura que acoja los diferentes talleres de la facultad de ingeniería.

Pronóstico

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo en el Campus Ingeniero Manuel Agustín Haz está atravesando por una etapa de desarrollo a niveles estructurales, donde la Facultad de Ciencias de la Ingeniería se ha visto con la necesidad construir un edificio de cuatro plantas para su alumnado y algunos laboratorios. Sin embargo el campus no cuenta con espacio suficiente para acoger los talleres necesarios que demandan las carreras de ingeniería, por tal razón el siguiente proyecto propone determinar la planificación en la Finca Experimental La María, el cual debe optimizar la ubicación, distribución y dimensionamientos de la manera más viable.

1.1.2 Formulación del problema.

¿Cómo se diseñaría la nave industrial de estructura metálica para talleres y laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería en la Finca Experimental la María en la ciudad de Quevedo?

1.1.3 Sistematización del problema

La investigación empezaría por determinar las necesidades de las carreras de ingeniería en tener talleres y laboratorios para su desarrollo práctico, logrando recopilar información determinate para el dimensionamiento, ubicación y distribución de la nave industrial así como de sus áreas, consiguiendo un diseño sustentable con respecto a su metro cuadrado de construcción.

¿Cómo se determina las necesidades de talleres y laboratorios para la Facultad de Ciencias de la Ingeniería?

¿Cuáles son los espacios, ubicación y distribución física necesaria para los talleres y laboratorios, y los requisitos mínimos que debe contar una nave industrial de estructura metálica en instituciones educativas de nivel superior?

¿Cómo se realizará el diseño, cálculo y simulación de la estructura con respaldo de un software?

¿Cuáles son los costos que se requiere para llevar a cabo la posible ejecución de la nave industrial?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Diseñar una nave industrial para los talleres de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería en la Finca Experimental la María en la ciudad de Quevedo

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar las necesidades de talleres y laboratorios para la Facultad de Ciencias de la Ingeniería.
- Establecer los espacios, ubicación y distribución de los talleres y laboratorios, acorde a las necesidades de las carreras de la facultad de Ciencias de la Ingeniería.

- Simular la estructura a través de un software de elementos finitos.
- Determinar los costos que se requiere para llevar a cabo la construcción de la nave industrial.

1.3 Justificación

La Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, actualmente se ve afectada por problemas físicos espaciales; no cuenta con el suficiente espacio para los talleres y laboratorios debido que la facultad cuenta con siete carreras de ingeniería de gran demanda que año a año va aumentando su población estudiantil y por consecuencia existe la necesidad de contar con instalaciones para desarrollar sus capacidades técnicas en un lugar especializado las practicas e investigaciones de las diferentes carreras de la facultad.

Parte del proyecto va enfocado en una investigación objetiva acerca de que talleres y laboratorios debe contar la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, para poder tener una propuesta clara y precisa del diseño, logrando priorizar las necesidades eminentes de las facultad, relacionando áreas entre las siete distintas carreras de ingeniería.

La Finca Experimental la María cuenta con el espacio suficiente, el cual permiten el desarrollo y la expansión de infraestructura de diferentes facultades y al ser necesaria la creación de una nave industrial que acoja a los diferentes talleres y laboratorios de ingeniería se realizará la investigación pertinente para su ubicación y dimensionamiento acorde a las planificaciones o proyecto infraestructural de la universidad, el cual nos dará una estructura factible al momento de cumplir con las necesidades de equipamiento, viabilidad e impartir cátedra. (Signos de puntuación)

El diseño y simulación por medio de software de la nave industrial de estructura metálica que acogerá a las diferentes áreas, talleres y laboratorio correspondientes a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería ayudará a realizar el proyecto de una forma sostenible y precisa, y junto al conocimiento adquirido se analizará y justificará las variables de diseño evitando el sobre dimensionamiento y permitiendo sus bajos costes en caso de construcción.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Marco conceptual.

2.1.1 Estructuras Metálicas.

Una estructura puede definirse como un sistema de miembros conexiones individuales, dispuestas para que todo el conjunto permanezca estable y sin cambios apreciables en forma, mientras se logran los criterios de desempeño prescritos. Las estructuras en general y las de acero en particular tienen una función importante en nuestra vida diaria. [1]

Vivimos en edificios industriales, nos distraemos en campos y estadios deportivos, admiramos museos y estamos rodeados de éstos, estudiamos en bibliotecas y hacemos compras en tiendas y centros comerciales, de los cuales una buena proporción son de acero. [1]

2.1.2 El acero estructural.

El acero estructural es uno de los materiales básicos utilizados en la construcción, ya sea para edificios industriales y comerciales, así como también para puentes y muelles. De hecho, el acero es uno de los materiales de fabricación y construcción más versátil, más adaptable y más ampliamente usado, de modo que combina la resistencia y la posibilidad de ser trabajado, lo que se presta para fabricaciones de muchos métodos, ya que sus propiedades pueden ser manejadas de acuerdo a las necesidades específicas mediante tratamientos con calor, trabajo mecánico o mediante aleaciones. [2]

2.1.3 SAP 2000.

La compañía de software Computers and Structures, Inc. (CSI) creadora de SAP 2000, en su página en español hace referencia acerca del programa: El SAP 2000 es un programa de elementos finitos, con interfaz gráfico 3D orientado a objetos, preparado para realizar, de forma totalmente integrada, la modelación, análisis y dimensionamiento de lo más amplio conjunto de problemas de ingeniería de estructuras. Conocido por la flexibilidad en el tipo de estructuras que permite analizar, por su poder de cálculo y por la fiabilidad de los resultados, SAP 2000 es la herramienta de trabajo diaria para varios ingenieros. [3]

La versatilidad en modelar estructuras, permite su utilización en el dimensionamiento de puentes, edificios, estadios, presas, estructuras industriales, estructuras marítimas y todo tipo

de infraestructura que necesite ser analizada y dimensionada. Con respecto a las acciones, es posible generar automáticamente cargas de sismo, viento y vehículos, y posteriormente, hacer el dimensionamiento y comprobación automática de estructuras de hormigón armado, perfiles metálicos, de aluminio y conformados en frío, a través de las normativas Europeas, Americanas, Canadienses, Turcas, Indias, Chinas, y otras. [3]

Las diversas herramientas de análisis y los procesos desarrollados en SAP 2000 permiten la evaluación de grandes desplazamientos en cada etapa de la estructura, el análisis modal a través de los vectores propios Eigen y Ritz basados en casos de carga no lineales, el análisis del comportamiento catenaria en cables, la no linealidad del material (rótulas fiber) y de los objetos de área no lineales (layered shell), el análisis de pandeo o colapso progresivo, el uso de "links" no lineales para modelado de la fricción, amortiguación, aisladores de base y rigidez multilineal o plástica entre nudos, y finalmente, la secuencia constructiva. [3]

Los análisis no lineales pueden ser estáticos y/o en función del tiempo, con opciones para análisis dinámico FNA (Fast Nonlinear Analysis), temporales (time-history) y por integración directa. Desde sencillos modelos estáticos utilizados para análisis 2D, a los modelos complejos y de grandes dimensiones que requieren análisis avanzados no lineales, el programa SAP2000 es la solución más eficiente y productiva para los ingenieros de estructuras en general. [3]

2.2 Marco referencial.

2.2.1 Introducción a las Estructuras Metálicas.

Las estructuras de acero gracias a sus grandes ventajas en resistencia, versatilidad, durabilidad, rápida fabricación y montaje se lo comenzó a utilizar como una gran alternativa en edificaciones y en el sector de la construcción en general. [4]

En Ecuador las estructuras metálicas empezaron a tener un gran crecimiento dentro de la industria de la construcción y donde actualmente las estructuras de acero son muy utilizadas en la construcción de edificaciones en varias partes del país. [4]

Ilustración 1: Estructuras metálicas



FUENTE: (SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS ANMACRI, 2014)

Este tipo de estructuras debido a que están compuestas por la combinación entre el hierro, carbono y varios elementos como el cilio, fósforo, azufre y oxígeno, conforman un conjunto de propiedades determinadas, por lo cual las estructuras de acero tienen sus ventajas y desventajas: [5]

2.2.1.1 Ventajas de las Estructuras de Acero.

Ductilidad.

Es una propiedad característica de un material que al encontrarse sujeto a grandes esfuerzos de tensión tiene la capacidad de soportar grandes deformaciones. [5]

Un material dúctil al romperse sufre antes de su deformación, mientras que un material débil se rompe sin previo aviso. [5]

Alta Resistencia.

Cuando nos referimos a grandes luces es conveniente usar estructuras metálicas debido a su gran resistencia como elementos estructurales. [5]

Durabilidad.

“Si el mantenimiento de las estructuras de acero es adecuado durarán indefinidamente. Investigaciones realizadas en los aceros modernos, indican que bajo ciertas condiciones no se requiere ningún mantenimiento a base de pintura”. [5]

Uniformidad.

A diferencia del hormigón armado, las propiedades de las estructuras de acero no cambian con el pasar del tiempo. [5]

Tenacidad.

Un miembro de acero cargado hasta que se presentan grandes deformaciones será aún capaz de resistir grandes fuerzas. Ésta es una característica muy importante porque implica que los miembros de acero pueden someterse a grandes deformaciones durante su fabricación y montaje, sin fracturarse, siendo posible doblarlos, martillarlos, cortarlos y taladrarlos sin daño aparente. La propiedad de un material para absorber energía en grandes cantidades se denomina tenacidad. [5]

2.2.1.2 Desventajas de las Estructuras de Acero

Fatiga.

La fatiga es otra característica que busca reducir la resistencia en el acero cuando se ejercen fuerzas repetidas en el material. Cuando existen tensiones, entendemos que hay fatiga. [5]

Corrosión.

La mayor parte de los aceros son susceptibles a la corrosión al estar expuestos al aire y al agua y, por consiguiente, deben pintarse periódicamente. Sin embargo, el uso de aceros intemperizados para ciertas aplicaciones, tiende a eliminar este costo. Aunque los aceros intemperizados pueden ser bastante efectivos en ciertas situaciones para limitar la corrosión, hay muchos casos donde su uso no es factible. En algunas de estas situaciones, la corrosión puede ser un problema real. [5]

Fractura frágil

Bajo ciertas condiciones, el acero puede perder su ductilidad y la fractura frágil puede ocurrir en lugares de concentración de esfuerzos. Las cargas que producen fatiga y muy bajas temperaturas agravan la situación. Las condiciones de esfuerzo triaxial también pueden conducir a la fractura frágil. [5]

Costo de la protección contra el fuego.

Han ocurrido muchos incendios devastadores en inmuebles vacíos en los que el único material combustible es el mismo inmueble. Además, el acero es un excelente conductor del calor, de manera que los miembros de acero sin protección pueden transmitir suficiente calor de una sección o compartimiento incendiado de un edificio a secciones adyacentes del mismo edificio e incendiar el material presente. En consecuencia, la estructura de acero de un edificio debe protegerse mediante materiales con ciertas características aislantes, y el edificio deberá acondicionarse con un sistema de rociadores para que cumpla con los requisitos de seguridad del código de construcciones de la en que se halle. [5]

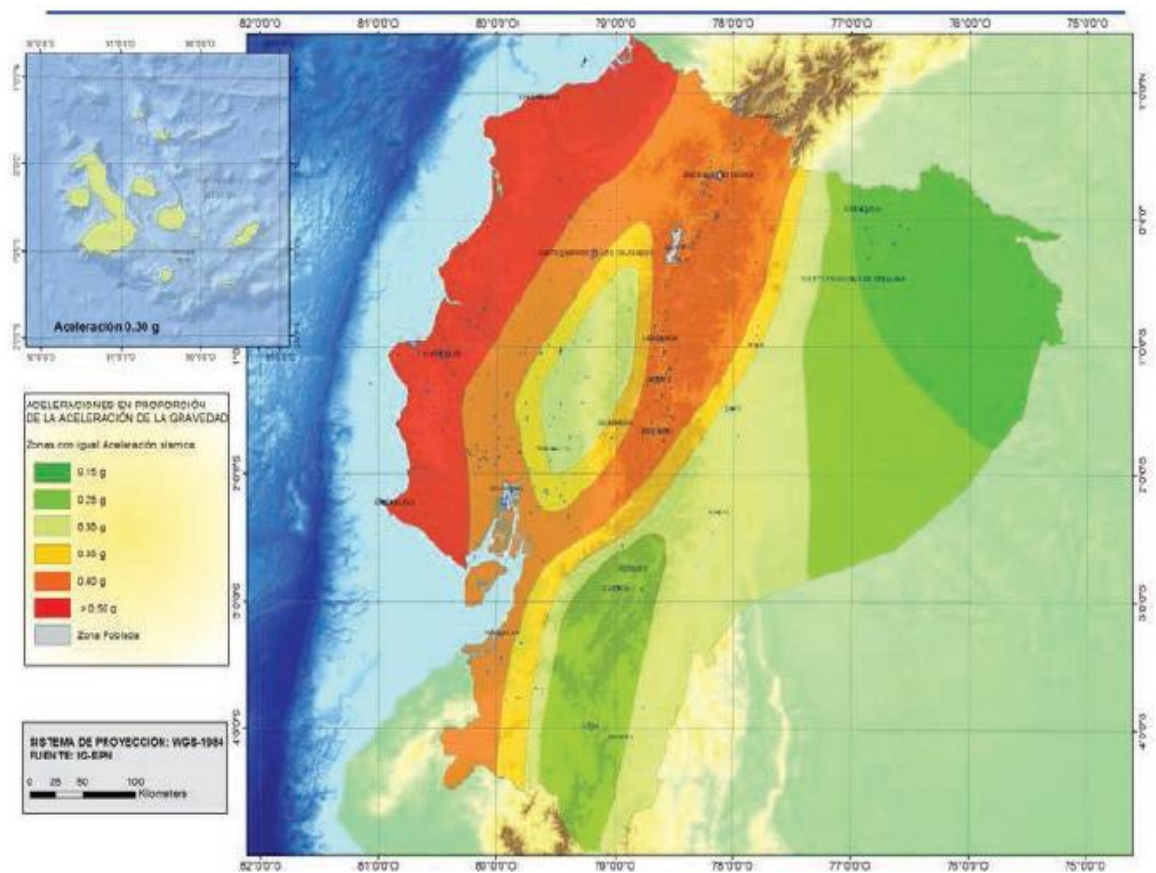
Susceptibilidad al Pandeo.

Unas de las grandes debilidades de las estructuras metálicas es el pandeo local y el pandeo lateral, entre más largos y esbeltos son los miembros a compresión hay mayor debilidad en los elementos. Debido a este tema no resulta muy económico usar este material como columna, ya que debe usarse más material (Atiesadores) para contrarrestar el posible pandeo. [5]

2.2.2 Zonificación sísmica y factor de zona Z.

Para los edificios de uso normal, se usa el valor de Z, que representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad. El sitio donde se construirá la estructura determinará una de las seis zonas sísmicas del Ecuador, caracterizada por el valor del factor de zona Z [6]

Ilustración 2: Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor zona Z



FUENTE: (NEC, PELIGRO SÍSMICO, 2014)

El mapa de zonificación sísmica para diseño proviene del resultado del ° 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. [6]

Tabla 1: Factor zona Z en función de la zona sísmica adoptada

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0,15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

FUENTE: (NEC, PELIGRO SÍSMICO, 2014)

2.2.3 Niveles de Sismicidad de la Costa Ecuatoriana

Al hablar de riesgos sísmico el Dr. Kervin Chunga nos menciona varios temas al respecto [7]:

2.2.3.1 Sismicidad Histórica

El Litoral ecuatoriano es caracterizado por una complejidad morfo-estructural, en la parte sur, en el Golfo de Guayaquil sistemas distensivos son asociadas a la abertura de la corteza continental a través de fallamientos de tipos normales y de cizallas (ie., Pull-apart), además un rasgo distinto es presente en el prisma de acreción junto al límite de la fosa tectónica de subducción, donde sistemas de fallas inversas de bajo ángulo de cerca de 70 y más kilómetros de longitud podrían indicar una potencial estructura sismogénica fallas megasplay capaz de generar sismos mayor a magnitud 7.8 y también desplazamientos verticales con generación de ondas anómalas de tsunami, sin descartar potenciales deslizamientos submarinos. [7]

En la parte central referida a Manabí, terrazas marinas plio-cuaternarias evidencian un levantamiento tectónico con moderadas a altas tasas de desplazamientos (expresada en mm/año), esta dinámica de deformación cortical se debe al empuje de la cordillera oceánica de Carnegie y posterior subducción contra el segmento continental; este segmento costero tiene mayor tasa de deformación cortical donde la recurrencia de terremotos es mayor en confrontación con los segmentos sur y norte. [7]

En la parte norte, sismos delineados en el sector Galera (sur de la provincia de Esmeraldas) indican el inicio de la cuenca de subsidencia de Esmeraldas (Chunga et al., 2013) y de la cuenca de Borbón las cuales son delimitadas por el levantamiento horst de Viche, este segmento morfo-estructural tiene reporte de fuertes terremotos, entre ellos el sexto evento sísmico documentado a nivel mundial, Mw 8.8, del 31 de enero de 1906. [7]

Todos estos rasgos morfo-estructurales y contrastes con los relieves y cuencas de ante-arcos son atribuidos a la tectónica activa de interplaca. [7]

2.2.3.2 Ambiente Técnico en el Litoral Ecuatoriano

Tectónicamente, el litoral Ecuatoriano está dentro de una zona interplaca, el entorno geodinámico de la fosa Ecuador es complejo y tiene su origen en la convergencia de la placas oceánica (Nazca) y Continental (Sudamericana) dentro del proceso de subducción. [7]

(Beck & Susan, 1992; Eguez et al., 2003; Espinoza, 1992; Mendoza & Dewey, 1984). Esta convergencia de placas es también conocida como zona de subducción o borde occidental de Sudamérica (ilustración 2), y ha dado origen a diferentes niveles de deformación en la corteza continental hasta la formación de cadenas costeras de altas colinas (máxima altitud 760 m.s.n.m) y zonas de subsidencia tectónica en la región Litoral del Ecuador.

Esta región tectónica ecuatoriana de subducción es conocida también como fosa oceánica sudamericana, donde los registros sísmicos ecuatorianos reportan fuertes terremotos de $M_w > 7.7$; el sismo de mayor magnitud M_s 8.8 (otros catálogos reportan M_w 8.7, M_t 8.7) fue generado el 31 de enero de 1906, a una profundidad de 25 Km, costa afuera 138 Km W del sitio Tortuga, Esmeraldas, causando entre 500 a 1500 víctimas mortales (Espinoza, 1992). Este es el sexto terremoto más fuerte en el mundo registrado en los últimos 110 años. Gustcher et al. (1999), atribuye el origen del terremoto de 1906 a un desplazamiento de ruptura cortical de cerca 500 Km de longitud, que se extiende costa afuera desde los límites de Bahía de Caráquez (Manabí, Ecuador) hasta Tumaco (Colombia); posteriormente ha sido reactivada en 1942 (M 7.9), 1958 (M 7.8) y 1979 (M 8.1). El terremoto de 1998 en Bahía de Caráquez (M 7.1), también puede ser considerado como consecuencia de la reactivación de la mega-ruptura anteriormente mencionada. El Autor, por el contrario indica que los terremotos de 1942, 1998 y el reciente evento del 16 de Abril 2016 (M_w 7.8) corresponde a otra estructura sismogénica localizada en el segmento central de la zona de subducción Ecuatoriana, que iniciaría desde el lineamiento Galera en Esmeraldas con tendencia al sur hasta la península de Manta. [7]

2.2.3.3 Riesgo y Peligro Sísmico

Cuando nos referimos a riesgo y peligro sísmico, podemos darnos cuenta que muchos tienden a confundir estos dos conceptos por lo que es necesario tener claro lo que es riesgo y peligro sísmico.

2.2.3.4 Riesgo Sísmico

El Riesgo Sismo se refiere a la probabilidad que pueda causar el sismo en cuanto a daños o pérdidas. [8]

Por lo tanto, para la el sismólogo en muchas ocasiones el Riesgo Sísmico termina por consistir en el cálculo del Peligro Sísmico. [8]

De la definición dada por la UNESCO (1980) tenemos que: [8]

$$\text{RIESGO SÍSMICO} = \text{PELIGRO SISMICO} * \text{VULNERABILIDAD} * \text{COSTE}$$

2.2.3.5 Peligro Sísmico

El Peligro Sísmico (Seismic Hazard) Se define como la probabilidad de que el valor de un cierto parámetro que mide el movimiento del suelo (aceleración, intensidad, etc.) sea superado en un determinado periodo de tiempo, también llamado periodo de exposición. [8]

2.2.3.6 Vulnerabilidad

La vulnerabilidad se considera como el grado de daño de cierto elemento (principalmente referido a las construcciones) expuesto a riesgo como consecuencia de la ocurrencia de un terremoto de un tamaño determinado. [8]

2.2.3.7 El Coste

Comprende el gasto económico que conllevaría la sustitución o restauración de los elementos dañados tras la ocurrencia del evento. [8]

2.2.4 Cargas permanentes o muertas

“Las cargas permanentes (o cargas muertas) están constituidas por los pesos de todos los elementos estructurales, tales como: muros, paredes, recubrimientos, instalaciones sanitarias, eléctricas, mecánicas, máquinas y todo artefacto integrado permanentemente a la estructura”. [9]

2.2.5 Carga viva (sobrecargas de uso)

“Las sobrecargas que se utilicen en el cálculo dependen de la ocupación a la que está destinada la edificación y están conformadas por los pesos de personas, muebles, equipos y accesorios móviles o temporales, mercadería en transición, y otras”. [9]

2.2.6 Cargas por viento

Según la NEC la carga por viento se caracteriza de la siguiente forma: [9]

a. Velocidad instantánea máxima del viento.

La velocidad de diseño para viento hasta 10 m de altura será la adecuada a la velocidad máxima para la zona de ubicación de la edificación, pero no será menor a 21m/s (75 km/h). [9]

b. Velocidad corregida del viento.

La velocidad instantánea máxima del viento se multiplicará por un coeficiente de corrección σ que depende de la altura y de las características topográficas y/o de edificación del entorno (nivel de exposición al viento). [9]

$$V_b = V \cdot \sigma$$

Ecuación 1: Velocidad corregida del viento

Dónde:

V_b : Es la velocidad corregida del viento en m/s [9]

V : Es la velocidad instantánea máxima del viento en m/s, registrada a 10 m de altura sobre el terreno [9]

σ : Es el coeficiente de corrección [9]

2.2.7 Carga Sísmica

Al referirnos al diseño sísmico la NEC nos muestra los siguientes aspectos a considerar: [9]

2.2.7.1 Cortante basal de diseño (V).

El cortante basal total de diseño V, a nivel de cargas últimas, aplicado a una estructura en una dirección especificada, se determinará mediante las expresiones: [9]

$$V = \frac{ISa(T a)}{R\phi_p\phi_E}$$

Ecuación 2: Cortante basal de diseño

Dónde

Sa (Ta): Es el espectro de diseño en aceleración. [9]

ØP y ØE: Es el coeficiente de configuración en planta y elevación. [9]

I: Es el coeficiente de importancia. [9]

R: Es el factor de reducción de resistencia sísmica. [9]

V: Es el cortante basal total de diseño. [9]

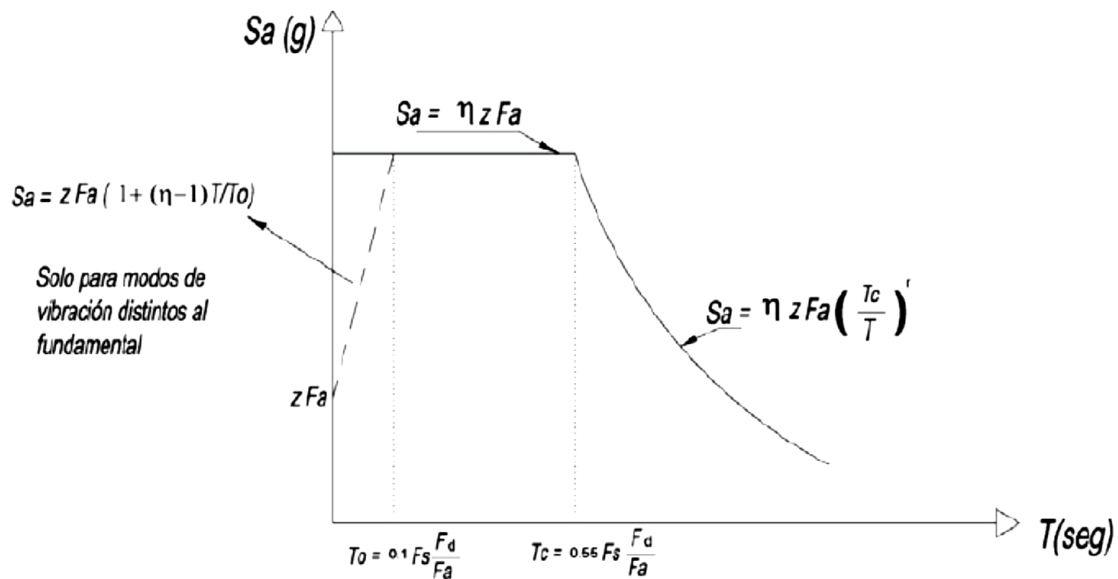
W: Es la carga sísmica reactiva. [9]

Ta: Es el periodo de vibración. [9]

2.2.7.2 Espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones.

El espectro de respuesta elástico de aceleraciones Sa, expresado como fracción de la aceleración de la gravedad, para el nivel del sismo de diseño, se proporciona en la ilustración 3, consistente con el factor de zona sísmica Z, el tipo de suelo del sitio de emplazamiento de la estructura y la consideración de los valores de los coeficientes de amplificación de suelo Fa, Fd, Fs. [6]

Ilustración 3: Espectro sísmico elástico de desplazamiento para diseño



FUENTE: (NEC, PELIGRO SÍSMICO, 2015)

Dónde:

η : Es la razón entre la aceleración espectral S_a ($T = 0.1$ s) y el PGA para el período de retorno seleccionado. [6]

F_a : Es el coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período cortó. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de aceleraciones para diseño en roca, considerando los efectos de sitio. [6]

F_d : Es el coeficiente de amplificación de suelo. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca, considerando los efectos de sitio. [6]

F_s : Es el coeficiente de amplificación de suelo. 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, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos. [6]

Sa: Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad (g). Depende del período o modo de vibración de la estructura. [6]

T: Es el período fundamental de vibración de la estructura. [6]

To: Es el período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño. [6]

Tc: Es el período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño. [6]

Z: Es la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad g. [6]

2.2.7.3 Espectro elástico de diseño en desplazamientos.

Para la definición de los desplazamientos espectrales elásticos para diseño, correspondiente al nivel del sismo de diseño, se utilizará el siguiente espectro elástico de diseño de desplazamientos S_d (en metros) definido a partir del espectro de aceleraciones, mediante la siguiente fórmula: [6]

$$S_d = S_a(g) \cdot (T/2) \text{ para } 0 \leq T \leq T_L$$

Ecuación 3: espectro elástico de diseño de desplazamientos

$$S_d = S_a(g) \cdot (T_L/2) \text{ para } T > T_L$$

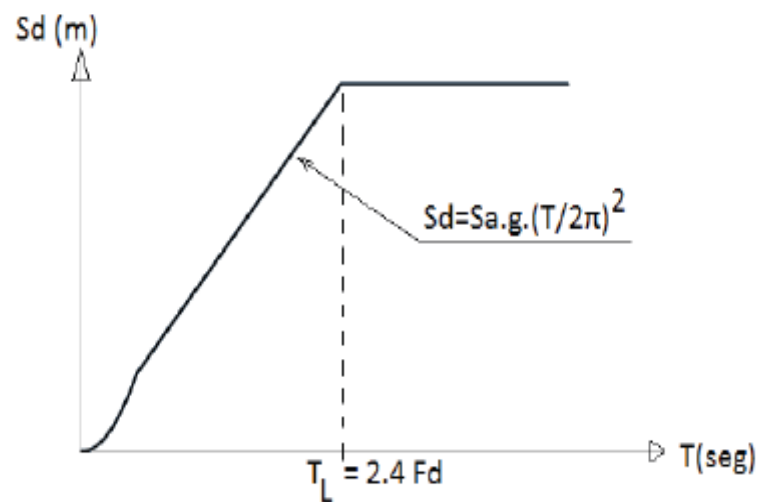
Ecuación 4: Espectro elástico de diseño de desplazamientos

Dónde:

g: Es la aceleración de la gravedad. [6]

Sd: Es el espectro elástico de diseño de desplazamientos (definido para una fracción del amortiguamiento respecto al crítico igual a 5%). Depende del período o modo de vibración de la estructura. [6]

Ilustración 4: Espectro sísmico elástico de desplazamiento para diseño



FUENTE: (NEC, PELIGRO SÍSMICO, 2015)

Dónde:

F_d: Es el coeficiente de amplificación de suelo. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca, considerando los efectos de sitio. [6]

S_a: Es el espectro de respuesta elástico de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad. [6]

g: Depende del período o modo de vibración de la estructura. [6]

T: Es el período fundamental de vibración de la estructura. [6]

2.2.7.4 Categoría de edificio y coeficiente de importancia I.

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. [6]

Tabla 2: Tipo de uso, destino e importancia de la estructura

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coeficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

FUENTE: (NEC, PELIGRO SÍSMICO, 2015)

2.2.7.5 Factor de reducción de resistencia sísmica R.

El factor R permite una reducción de las fuerzas sísmicas de diseño, lo cual es permitido siempre que las estructuras y sus conexiones se diseñen para desarrollar un mecanismo de falla previsible y con adecuada ductilidad, donde el daño se concentre en secciones especialmente detalladas para funcionar como rótulas plásticas. [6]

Tabla 3: Tipo de uso, destino e importancia de la estructura

Sistemas Estructurales Dúctiles	R
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras.	7
Pórticos resistentes a momentos	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas.	8
Pórticos especiales sismo resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente.	8
Otros sistemas estructurales para edificaciones	
Sistemas de muros estructurales dúctiles de hormigón armado.	5
Pórticos especiales sismo resistentes de hormigón armado con vigas banda.	5

Sistemas Estructurales Dúctiles	R
Sistemas Duales	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas y con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras (sistemas duales).	8
Pórticos especiales sismo resistentes de acero laminado en caliente, sea con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas) o con muros estructurales de hormigón armado.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas).	8

FUENTE: (NEC, PELIGRO SÍSMICO, 2015)

Tabla 4: Tipo de uso, destino e importancia de la estructura

Sistemas Estructurales de Ductilidad Limitada	R
Pórticos resistentes a momentos	
Hormigón armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM limitados a viviendas de hasta 2 pisos con luces hasta 5 metros.	3
Hormigón armado con secciones de dimensión menor a la especificada en NEC-SE-HM con armadura electrosoldada de alta resistencia.	2.5
Estructuras de acero conformado en frío, aluminio, madera, limitados a 2 pisos.	2.5
Muros estructurales portantes	
Mampostería no reforzada, limitada a un piso.	1
Mampostería reforzada, limitada a 2 pisos.	3
Mampostería confinada, limitada a 2 pisos.	3
Muros de hormigón armado, limitado a 4 pisos	3

FUENTE: (NEC, PELIGRO SÍSMICO, 2015)

2.2.7.6 Carga sísmica reactiva W.

La carga sísmica W representa la carga reactiva por sismo. Independientemente del método de análisis, se usará la siguiente carga sísmica reactiva W. [6]

Caso general

$$W=D$$

Ecuación 5: Carga sísmica reactiva

Dónde

D: La carga muerta total de la estructura [6]

Casos especiales: bodegas y almacenaje [6]

$$W=D+0.25Li$$

Ecuación 6: Carga sísmica reactiva

Dónde

D: La carga muerta total de la estructura [6]

Li: La carga viva del piso i [6]

2.2.7.7 Período de vibración T.

El período de vibración aproximativo de la estructura T, para cada dirección principal, será estimado a partir de uno de los 2 métodos descritos a continuación. El valor de T obtenido al utilizar estos métodos es una estimación inicial razonable del período estructural que permite el cálculo de las fuerzas sísmicas a aplicar sobre la estructura y realizar su dimensionamiento. [9]

T permite determinar el valor Sa del espectro en aceleraciones. [9]

Método 1.

Para estructuras de edificación, el valor de T puede determinarse de manera aproximada mediante la expresión: [9]

$$T = C_t h_n^\alpha$$

Ecuación 7: Período de vibración

Dónde:

C_t : Es el coeficiente que depende del tipo de edificio. [9]

h_n^∞ : Es la altura máxima de la edificación de n pisos, medida desde la base de la estructura, en metros. [9]

T : Es el período de vibración. [9]

Método 2.

El período fundamental T puede ser calculado, utilizando las propiedades estructurales y las características de deformación de los elementos resistentes, en un análisis apropiado y adecuadamente sustentado. Este requisito puede ser cumplido mediante la utilización de la siguiente expresión, aplicada en cada dirección principal de la estructura o por medio de un análisis modal: [9]

$$T_a = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n w_i \delta_i^2}{g \sum_{i=1}^n f_i \delta_i}}$$

Ecuación 8: Período de vibración

Dónde:

f_i : Representa cualquier distribución aproximada de las fuerzas laterales en el piso i, de acuerdo con los principios descritos en el presente capítulo, o cualquiera otra distribución racional. [9]

δ_i : Es la deflexión elástica del piso i, calculada utilizando las fuerzas laterales f_i . [9]

w_i : Es el peso asignado al piso o nivel i de la estructura, siendo una fracción de la carga reactiva W (incluye la fracción de la carga viva correspondiente) peso: w / cargas: W). [9]

2.2.8 Combinaciones de cargas

Respecto a las combinaciones de cargas la NEC dice que: [9]

Carga permanente **D** [9]

Carga de sismo **E** [9]

Sobrecarga (carga viva) **L** [9]

Sobre carga cubierta (carga viva) **L_r** [9]

Carga de granizo **S** [9]

Carga de viento **W** [9]

2.2.9 Combinaciones básicas

Cuando sea apropiado, se deberá investigar cada estado límite de resistencia. Los efectos más desfavorables, tanto de viento como de sismo, no necesitan ser considerados simultáneamente. Las estructuras, componentes y cimentaciones, deberán ser diseñadas de tal manera que la resistencia de diseño iguale o exceda los efectos de las cargas incrementadas, de acuerdo a las siguientes combinaciones: [9]

$$1.4 D$$

Ecuación 9: Combinación 1

$$1.2 D + 1.6 L + 0.5 \max[L_r; S; R] \max[L_r; S; R]$$

Ecuación 10: Combinación 2

$$1.2 D + 1.6 R + \max(L; 0.5W)$$

Ecuación 11 : Combinación 3

$$1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 \max[L_r; S; R]$$

Ecuación 12: Combinación 4

$$1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S$$

Ecuación 13: Combinación 5

$$0.9 D + 1.0 W$$

Ecuación 14: Combinación 6

$$0.9 D + 1.0 E$$

Ecuación 15: Combinación 7

2.2.10 Base de Diseño

De acuerdo con el ANSI/AISC 360-10 que establece ciertas bases de diseño tenemos que, el Diseño se realizara de acuerdo con las disposiciones del método Diseño en Base a Factores de Carga y Resistencia (LRFD). [10]

2.2.10.1 Resistencia Requerida.

La resistencia requerida de los miembros estructurales y conexiones será determinada mediante análisis estructural para las combinaciones de carga que corresponda. [10]

2.2.10.2 Estados Límites.

El diseño estará basado en el principio que cuando la estructura es sometida a las combinaciones de carga apropiadas, ningún estado limite aplicable, resistente o de servicio será excedido. [10]

Los requerimientos de diseño en integridad estructural del código de construcción aplicable deberán estar basados en resistencias nominales, en lugar de resistencias de diseño (LRFD) o resistencias admisibles (ASD) a menos que sea señalado de otra forma en el código de construcción aplicable. [10]

Los estados límites para conexiones basados en deformaciones límites o fluencia de los componentes de la conexión no necesitan ser considerados para cumplir los requerimientos de integridad estructural. Con el propósito de satisfacer las disposiciones de integridad estructural del código de construcción aplicable, los pernos tipo de aplastamiento con agujeros de ranura corta paralelos a la dirección de la carga de tracción son permitidos, y se debe suponer que se ubican al borde de la ranura. [10]

2.2.10.3 Diseño por Resistencia Usando Diseño en Base a Factores de Carga y

Resistencia (LRFD).

El diseño de acuerdo con las disposiciones de Diseño en Base a Factores de Carga y Resistencia (LRFD) satisface los requisitos de esta Especificación cuando la resistencia de diseño de cada componente estructural es mayor o igual a la resistencia requerida determinada de acuerdo con las combinaciones de carga LRFD. [10]

$$R_u \leq \phi \cdot R_n$$

Ecuación 16: Resistencia requerida

Dónde:

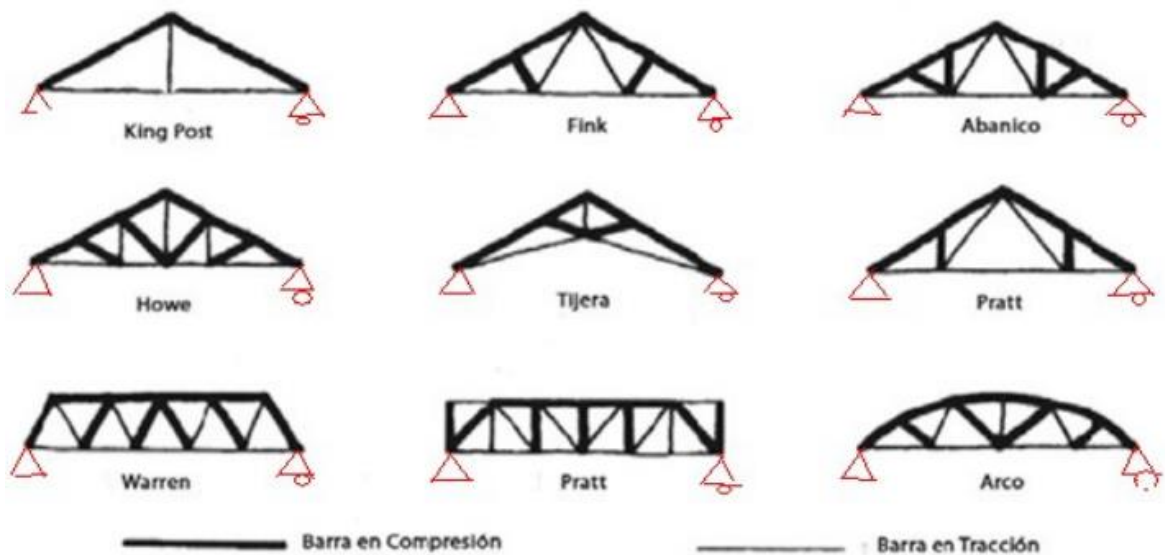
R_u : Es la resistencia requerida (LRFD). [10]

R_n : Es la resistencia nominal. [10]

ϕ : Es el factor de resistencia. [10]

ϕR_n : Es la resistencia de diseño. [10]

Ilustración 5: Tipología de Cerchas



FUENTE: (VIZUETE MARTÍNEZ MIGUEL, 2013)

2.2.11 Conexiones Simples

Las conexiones simples de vigas o enrejados deben ser diseñadas como flexibles y se permite dimensionarlas solamente para reacciones de corte, excepto que se indique lo contrario en los documentos de diseño. Las conexiones flexibles de vigas simples deben ser capaces de soportar las rotaciones de esas vigas en sus extremos. Se permite que la conexión desarrolle algo de deformación inelástica, pero auto-limitante, para acomodar las rotaciones de una viga simple en sus extremos. [10]

2.2.12 Conexiones de Momento

Las conexiones en los extremos empotrados de vigas y enrejados deben ser diseñadas para el efecto combinado de fuerzas de momento y de corte inducidos por la rigidez de las conexiones. [10]

2.2.13 Origen y definición de una planta industrial

En el pasado la distribución en planta era producto del hombre que realizaba el trabajo, o del arquitecto que diseñaba el edificio, se mostraba un área de trabajo para una tarea o servicio específico, pero no se manifestaba la aplicación de ningún principio. Esta situación cambió con la llegada de la Revolución Industrial, se convirtió en un objetivo económico para los dueños de fábricas, estudiar la ordenación de sus instalaciones. Las primeras mejoras fueron dirigidas hacia la mecanización del equipo, luego comprobaron que un taller limpio y ordenado era una ayuda efectiva para el movimiento de personas y materiales. [11]

Con el tiempo, los dueños de fábricas y/o sus administradores empezaron a formar grupos de especialistas para estudiar los problemas de distribución. Con estos profesionales surgieron los principios de distribución en planta que se conocen hoy día. [11]

2.2.14 Naturaleza de los problemas de distribución en planta

Estos problemas pueden ser de cuatro clases: [12]

Proyecto de una planta completamente nueva: Aquí se trata de ordenar todos los medios de producción e instalaciones para que trabajen como conjunto integrado. El ingeniero de distribución, puede empezar su trabajo desde el mismo principio. Su distribución determinara el diseño de los nuevos edificios y la localización de todas las entradas y salidas de los servicios. Pero debe compaginar su deseo de economías en la producción con el valor de reventa de los edificios, instalaciones y maquinaria. [12]

Expansión o traslado a una planta ya existente: En este caso, el trabajo es también de importancia, pero los edificios y servicios ya están allí limitando la libertad de, acción del ingeniero de distribución. El problema consiste en adaptar el producto, los elementos, y el personal de una organización ya existente a una planta distinta que también ya existe. [12]

Reordenación de una distribución ya existente: Es también una buena ocasión para adoptar métodos y equipos nuevos y eficientes. El ingeniero debe tratar de conseguir que su distribución sea un conjunto integrado. También en este caso se ve limitado por unas dimensiones ya existentes del edificio, por su forma, y por las instalaciones en servicio. El problema consiste en usar el máximo de elementos ya existentes, compatible con los nuevos planes y métodos. Este problema es frecuente sobre todo con ocasión de cambios de estilo o de modelo de productivo o con motivo de modernización del equipo de producción. [12]

A justes menores en distribuciones ya existentes: Este tipo de problemas se presenta principalmente, cuando varían las condiciones de operación. Pero sean de la clase que sean los problemas de distribución con que se tengan que enfrentar los ingenieros, lo harán básicamente del mismo modo. Buscaran los mismos objetivos, aun a pesar de que estos y las consideraciones involucradas pueden ser de muy distinto calibre. [12]

2.2.15 Distribución física de planta (Layout)

Las decisiones sobre disposición de planta (Layout) se refieren al arreglo de equipo, personas, materiales y facilidades dentro de una planta para producir bienes o servicios en forma óptima. Sus objetivos son: Permitir que los materiales, personas e información fluyan en el proceso de manera eficiente y segura; minimizar tiempos muertos y esfuerzos redundantes; minimiza inventarios en proceso; minimiza costos de operación y mantenimiento; proveer lugar de trabajo adecuado y seguro. La distribución física en plantas se puede clasificar de la siguiente forma: [11]

Distribución de planta orientada al proceso: son adecuadas para operaciones intermitentes cuando los flujos de trabajo no están normalizados para todas las unidades de producción. Los centros o departamentos de trabajo involucrados se agrupan por el tipo de función que realizan. [11]

Distribución en planta orientada al producto: se adopta cuando se fabrica un producto estandarizado, por lo común en gran volumen. Cada una de las unidades en producción requiere de la misma secuencia de operaciones de principio a fin. [11]

Distribución en planta por componente fijo: se requiere cuando, a causa del tamaño, conformación, o cualquier otra característica, no es posible desplazar el producto. En una distribución de planta fija el producto no cambia de lugar; herramientas, equipo y fuerza de

trabajo se llevan hasta él, según se requiere, a fin de ejecutar etapas apropiadas de elaboración progresista. [11]

Distribución de planta combinada: comúnmente no existen las distribuciones de planta puras y se tiene que adoptar una distribución de planta combinada. Esto es lo más usual en el caso de procesos y productos. [11]

2.2.16 Factores de riesgo laboral y su prevención

Los factores de riesgo laboral van a ser aquellos elementos o condicionantes que pueden provocar un riesgo laboral. Los principales factores de riesgo laboral son los siguientes factores o condiciones de seguridad, factores de origen físico, químico o biológico, o condiciones medio-ambientales, factores derivados de las características del trabajo, factores derivados de la operación de trabajo. [13]

2.2.17 Principios de la acción preventiva

La prevención de riesgos laborales es un deber general, y establece cuáles son los principios de la acción preventiva que debe aplicar para proteger el derecho de los trabajadores frente a los riesgos laborales. Así: [13]

- Evitar los riesgos. [13]
- Evaluar los riesgos que no se puedan evitar. [13]
- Combatir los riesgos en su origen. [13]
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud. [13]
- Tener en cuenta la evolución de la técnica. [13]
- Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro. [13]
- Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo. [13]
- Adoptar las medidas que antepongan la protección colectiva a la individual. [13]
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores. [13]

2.2.18 Constitución de la República del Ecuador

En la Constitución de la República del Ecuador, en sus artículos consta los derechos y obligaciones de todas las Instituciones de Educación Superior, por tal motivo se cita los artículos más relevantes para el proyecto de investigación:

Art. 348.–“La educación pública será gratuita y el Estado la financiará de manera oportuna, regular y suficiente. La distribución de los recursos destinados a la educación se regirá por criterios de equidad social, poblacional y territorial, entre otros”. [14]

Art. 350.–“El sistema de educación superior tiene como finalidad la formación académica y profesional con visión científica y humanista; la investigación científica y tecnológica; la innovación, promoción, desarrollo y difusión de los saberes y las culturas; la construcción de soluciones para los problemas del país, en relación con los objetivos del régimen desarrollo”. [14]

Art. 351.–“El sistema de educación superior estará articulado al sistema nacional de educación y al Plan Nacional de Desarrollo; la ley establecerá los mecanismos de coordinación del sistema de educación superior con la Función Ejecutiva. Este sistema se regirá por los principios de autonomía responsable, cogobierno, igualdad de oportunidades, calidad, pertinencia, integralidad, autodeterminación para la producción del pensamiento y conocimiento, en el marco del diálogo de saberes, pensamiento universal y producción Científica tecnológica global”. [14]

Art. 352.–“El sistema de educación superior estará integrado por universidades y escuelas politécnicas; institutos superiores técnicos, tecnológicos y pedagógicos; y conservatorios de Música y artes, debidamente acreditados y evaluados. Estas instituciones, sean públicas o particulares, no tendrán fines de lucro. La Función Ejecutiva no podrá privar de sus rentas o asignaciones presupuestarias, o retardar las transferencias a ninguna institución del sistema, ni clausurarlas o reorganizarlas de forma total o parcial”. [14]

2.2.19 Ley Orgánica de Educación Superior

La ley Orgánica de Educación Superior detalla todos los lineamientos a seguir por las Instituciones de Educación Superior, para que éstas cumplan con el principio de calidad.

Este principio según el artículo 93 de la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) vigente en el Ecuador desde el 12 de octubre de 2010, “El principio de calidad consiste en la búsqueda constante y sistemática de la excelencia, la pertinencia, producción óptima, transmisión del conocimiento y desarrollo del pensamiento mediante la autocrítica, la crítica externa y el mejoramiento permanente”. [15]

Art. 2.- Objeto.- Esta Ley tiene como objeto definir sus principios, garantizar el derecho a la educación superior de calidad que propenda a la excelencia interculturalidad, al acceso universal, permanencia, movilidad y egreso sin discriminación alguna y con gratuidad en el ámbito público hasta el tercer nivel. [15]

Art. 34.- Endeudamiento de las instituciones de educación superior.- Las instituciones de educación superior públicas pueden contraer endeudamiento público cumpliendo las disposiciones de la Constitución y la Ley correspondiente. El endeudamiento únicamente puede ser usado para programas y proyectos de inversión, para infraestructura y equipamiento, con criterios de mejoramiento de la calidad. [15]

Art. 36.- Asignación de recursos para publicaciones, becas para profesores o profesoras e investigación.- Las universidades y escuelas politécnicas de carácter público y particular asignarán de manera obligatoria en sus presupuestos partidas para ejecutar proyectos de investigación, adquirir infraestructura tecnológica, publicar textos pertinentes a las necesidades ecuatorianas en revistas indexadas, otorgar becas doctorales a sus profesores titulares y pago de patentes. [15]

Art. 80.- Gratuidad de la educación superior pública hasta el tercer nivel.- Se garantiza la gratuidad de la educación superior pública hasta el tercer nivel. La gratuidad observará el criterio de responsabilidad académica de los y las estudiantes. [15]

CAPITULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Localización

Este trabajo de investigación tiene pensado ubicarse en la Finca Experimental La María, ubicada en km 7 vía Quevedo-El Empalme Quevedo - Los Ríos - Ecuador

Ilustración 6: Ubicación Finca Experimental “La María”, satélite



FUENTE: GOOGLE MAPS

Ilustración 7: Ubicación Finca Experimental “La María” AutoCAD



FUENTE: DEPARTAMENTO DE PLANEACIÓN UTEQ

3.2 Tipos de investigación

3.2.1 Investigación Bibliográfica.

Esta investigación permitió identificar los estudios y procesos mediante el uso de fuentes de carácter documental y teórica, considerando investigaciones con respecto al dimensionamiento, distribución y diseño de estructuras metálicas en instituciones de educación superior.

3.2.2 Investigación Aplicada.

Con el objetivo de elaborar este proyecto de investigación, se procedió aplicando los conocimientos adquiridos en la carrera, dirigidos al análisis de las propiedades físico-mecánicas, diseño estructural metálicas, instalaciones industriales y procesos industriales entre otras.

3.3 Métodos de investigación

Para la realización del presente proyecto de investigación se utilizarán los siguientes métodos:

3.3.1. Método Deductivo.

Se aplicó los conocimientos obtenidos de investigaciones previas y de estudios académicos, se consiguió definir científicamente las variables encontradas a lo largo del diseño de una nave industrial.

3.3.2. Método Inductivo

Se observó las diferentes planificaciones y estudios acerca de la distribución y diseño de naves industriales para talleres de ingeniería se tomó referencias logrando un diseño sustentable.

3.3.3. Método Analítico

Este método contribuyó en el procesamiento de los datos e información que nos permitió el análisis funcional de las variables a partir de los cálculos y conclusiones realizado del diseño.

3.4 Fuentes de recopilación de información

3.4.1 Primarias

Se obtuvo la observación y la encuesta aplicada a los estudiantes, graduados y coordinadores de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería.

3.4.2 Secundarias

Se revisó y recopiló información relativa al tema de investigación en textos, páginas web, tesis, etc.

3.5 Diseño de la investigación

3.5.1 No experimental

El desarrollo de esta investigación, por efecto de diseño y seguridad se realiza la simulación de la estructura, con el fin de verificar y pronosticar la resistencia, bajo las normas de consideración de diseño.

3.6 Instrumento de investigación

3.6.1 Observación

Sirvió para detectar situaciones que no se consideraron en las preguntas de la encuesta y que tienen significativa importancia al momento de establecer la necesidad de los laboratorios.

3.6.2 Encuesta

Permitió la obtención de datos sobre las necesidades de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, la misma que una vez tabuladas y analizadas facilitó la estructuración de los resultados.

3.7 Tratamiento de los datos

El tratamiento de datos se lo realizó en forma comparativa entre los resultados obtenidos en la simulación de datos en el programa Excel.

3.8 Recursos humanos y materiales

- Resmas de papel A4
- Hojas tamaño A3
- CD-EW
- Libros
- Internet
- Anillados
- Bolígrafos
- Empastados

3.9 Equipos

- Computadoras
- Impresoras
- Flash memory
- Calculadora

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Determinación de necesidades de talleres y laboratorios para la Facultad de Ciencias de la Ingeniería

4.1.1 Identificación de la población objetivo (Beneficiarios)

La población objetivo son todos los estudiantes que ingresan a educarse en cualquiera de las carreras de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería. De entre la población mencionada, se destacan como principales beneficiarios directos los estudiantes que asisten normalmente a sus clases, aquellos que necesitan una infraestructura adecuada a sus necesidades para poder desarrollar sus habilidades prácticas y aplicar toda la teoría dictada en las aulas de clases.

Además, se debe destacar un beneficiario secundario que se traduce también en fundamental, el cual es la misma sociedad, que al recibir en su seno profesionales formados bajo normas de calidad y conocimientos prácticos se constituirán en promotores del progreso económico del cantón, de la provincia y del país.

4.1.2 Análisis del problema

El problema principal que se desea solucionar es la deficiencia de un lugar determinado para que los estudiantes puedan aprender de forma práctica cada una de las unidades de aprendizaje, que consta en las mallas de sus respectivas carreras, y permita dar atención a la gran demanda de estudiantes universitarios del cantón Quevedo y su zona de influencia directa e indirecta.

Las consecuencias de todo lo citado anteriormente son: Malestar en la población estudiantil actual, por no existir sitios adecuados para efectuar prácticas estudiantiles en sus carreras, obligándolos a recurrir a sitios de prácticas lejanos a los predios centrales y muchas veces incurriendo en un gasto económico elevado; Incertidumbre en la población estudiantil futura, haciendo más atractiva las ofertas de otras universidades que si cuentan con una infraestructura completa.

Con la construcción de una nave industrial equipada va a permitir cumplir con los estándares de calidad, pedidos por el CEAACES y la SENESCYT, permitiendo que los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, puedan acceder a una educación propicia, permitiendo a los docentes ejercer su labor de manera eficiente y efectiva. Solo con un

ambiente educativo apropiado se logrará formar profesionales competentes que logren el cambio que la zona requiere.

Este proyecto está planeado para tener un gran impacto, porque permitirá mejorar las condiciones de trabajo de estudiantes y docentes, al tener la infraestructura necesaria para realizar sus labores cotidianas y promover los estudios investigativos-prácticos.

4.1.3 Análisis de sostenibilidad económica y financiera

La construcción de la nave industrial para los talleres y laboratorios es de carácter social, y está orientada a satisfacer la necesidad básica de infraestructura para dar cabida a todos los estudiantes y docentes de la Facultad de ciencias de la Ingeniería, de tal forma que los mismos no tengan que recurrir a talleres externos para poder realizar prácticas y tener que incurrir en gastos adicionales de tiempo y dinero, los mismos que deberían ser utilizados en otras actividades.

Dada la demanda de estudiantes en crecimiento y la gran acogida de las carreras que integran la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, se considera aún más necesaria y prioritaria la implementación de talleres y laboratorios con su respectivo equipamiento, para el libre acceso de toda la población universitaria que asiste a educarse en aquellas ramas que son tan necesarias para el desarrollo del cantón y la provincia.

El carácter de universidad estatal - pública que tiene la institución, la hace depender totalmente del Presupuesto General del Estado en cuanto a gastos operativos y gasto corriente con el objetivo que sus servicios sean prestados gratuitamente. Además que todas las universidades del país están obligadas a mejorar sus infraestructuras como así lo determina el organismo de Acreditación de la Educación Superior, a efectos de descalificaciones posteriores de calidad en la educación superior.

La construcción de una nave industrial para los talleres de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería es viable basándose en todo lo anterior y en que las instituciones de educación superior públicas pueden contraer endeudamiento público; si éste es usado en programas y proyectos de inversión, para infraestructura y equipamiento, con criterios de mejoramiento de la calidad cumpliendo las disposiciones de la Constitución y la Ley correspondiente.

4.1.4 Análisis de ubicación

La provincia de Los Ríos conecta a la sierra con la costa ecuatoriana, su ubicación es el centro de convergencia de seis provincias. Perteneciente a la provincia de Los Ríos, Quevedo tiene una extensión territorial de 302,8m², y está constituida por 9 parroquias urbanas.

Quevedo es la principal arteria económica y comercial de toda la provincia por su posición geográfica y vial ha mantenido un constante crecimiento económico lo que supone un intenso tráfico terrestre y fluvial, además de poseer un clima ideal para los cultivos; ésta ubicación la hace privilegiada, dentro del contexto nacional, pues, puede conectarse con ciudades costeras y utilizar puertos importantes para sus conexiones comerciales, así como con las ciudades de la sierra. Se considera una de las zonas agropecuarias más productivas del país; sin embargo, su explotación, en su mayoría, sigue siendo tradicional, con poco crecimiento tecnológico así como bajo desarrollo industrial que aporte valor agregado a los productos.

El campus principal La Universidad Técnica Estatal de Quevedo está ubicado en la av. Quito Km. 1 ½ de la vía Quevedo – Santo Domingo de los Tsáchilas tiene varios edificios distribuidos entre administrativos, biblioteca y para aulas; además la UTEQ cuenta con la finca Experimental La María ubicada en el Km. 7 vía a el Empalme, lugar que por divisiones geográficas pertenece al cantón Mocache pero anteriormente pertenecía al mismo cantón Quevedo. Cabe señalar que en la finca La María donde está enfocado el presente proyecto, tiene diversas edificaciones pero a pesar de eso cuenta con suficiente área para construir la nave industrial para los talleres y laboratorios.

El Proyecto tendrá una cobertura específica para la comunidad universitaria relacionada con la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, tanto para talleres y laboratorios de diseño, de mecánica, industrial, seguridad industrial, agroindustriales, de física; e indirectamente para toda la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

4.1.5 Laboratorios y talleres necesarios para la FCI

Basado en el modelo de laboratorio de una Universidad Politécnica de categoría A, en la información brindada por los coordinadores, estudiantes y graduados de las carreras de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería los laboratorios y talleres definidos como necesarios:

Mecánica, industrial y seguridad industrial

- Laboratorio de máquinas-herramientas
- Laboratorio de fundición
- Laboratorio de fluidos
- Laboratorio de soldadura
- Laboratorio de motores
- Laboratorio de resistencia
- Laboratorio de energías alternativas y eficiencia energética
- Laboratorio de metalurgia
- Laboratorio de seguridad industrial
- Laboratorio de seguridad industrial

Agroindustrias

- Laboratorio de operaciones unitarias
- Planta piloto

Electricidad

- Laboratorio de circuitos eléctricos
- Laboratorio de máquinas eléctricas
- Laboratorio de física
- Laboratorio electrónica de potencia

Diseño (Todas las carreras)

- Laboratorios de diseño (4)

Área común

- Auditorio
- Bodega

- Oficina de bodeguero
- Baño de hombres
- Baño de mujeres
- Cuarto de maquinas

4.2 Dimensión, ubicación y distribución de los laboratorios y talleres

4.2.1 Introducción

La nave industrial para los talleres y laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería está pensando no sólo en los equipos de trabajo sino también en los estudiantes que allí van a realizar las respectivas prácticas. Por esa razón el diseño del galpón debe contemplar todas las actividades que se van a realizar, los equipos que se van a emplear, las necesidades espaciales, de comunicación, de almacenamiento.

Inicialmente se propone un laboratorio de máquinas y herramientas, de fundición, de fluidos, soldadura, motores, de resistencia, metalurgia, de energías alternativas y eficiencia energética ideales para las prácticas de las carreras de Ingeniería Mecánica e industrial. Los mismos deberán estar equipados de acuerdo a las necesidades de cada una. La siguiente carrera beneficiada es la de Agroindustrias con el laboratorio de operaciones unitarias y la planta piloto, donde podrán mejorar sus destrezas de forma práctica.

La carrera de Ingeniería Eléctrica tendrá a su disposición los laboratorios de circuitos eléctricos, maquinas eléctricas, física y de electrónica potencia, para mejorar la pericia y habilidades de los estudiantes. El laboratorio de diseño estará equipado para que todos los estudiantes de todas las carreras de la FCI puedan aplicar todo lo aprendido en las aulas de clases. Y finalmente a parte de los laboratorios la nave industrial tendrá, un auditorio, bodega, oficina de bodeguero, cuarto de máquinas, baños de hombres y mujeres.

La presente propuesta se enfoca en sugerir laboratorios que contribuirán notablemente con el perfil de las ingenierías de la facultad, además los laboratorios constituyen los lugares de trabajo donde se desarrollan la parte práctica de las asignaturas, permite ampliar y facilitar

los conocimientos teóricos de las mismas, y de este modo obtener una mejor formación académica del estudiante que lo haga competitivo.

4.2.2 Dimensiones generales

La nave industrial que beneficiará a las carreras de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería tendrá un total de 1800 m², los mismos que fueron necesarios para acoger laboratorios equipados según la necesidad de cada carrera.

4.2.3 Ubicación

La nave industrial debería estar ubicada en la Finca Experimental La María ubicada en el Km. 7 vía a el Empalme, este lugar se considera idóneo porque a pesar de tener varios de edificios dedicados a aulas y a departamentos administrativos, cuenta con el espacio suficiente para acoger un proyecto de estas dimensiones.

4.2.4 Medidas de seguridad

Los talleres y laboratorios son un espacio de trabajo en el que los futuros profesionales están en constante contacto con maquinaria compleja y pesada, piezas cortantes, instrumentos susceptibles de provocar quemaduras y sustancias químicas. [16]

Los estudiantes deben estar relacionados con el manejo de estos instrumentos y maquinaria pero, para garantizar su salud, los docentes también deben proporcionar a los estudiantes todos los elementos de seguridad necesarios. [16]

4.2.4.1 Elementos de seguridad en el taller

El entorno: El taller debe ser un entorno apto para el desempeño del trabajador y para ello está obligado a ofrecer determinadas condiciones de temperatura, humedad y luminosidad. La temperatura los laboratorios debe mantenerse entre los 17 y los 27 grados. La humedad debe estar entre el 30% y el 70%. Las condiciones de luminosidad mínimas para la zona de reparación deben ser, al menos, de 500 lux. [16]

El equipo de trabajo: Todos los equipos de trabajo y maquinarias disponibles en el taller deben estar homologadas. Esta declaración confirma que la maquinaria cumple las condiciones de seguridad obligatorias. [16]

Manipulación y conservación de productos químicos: Son productos que pueden ser perjudiciales para la salud o inflamables al contacto con otros productos, por lo que para su manipulación hay que tener en cuenta lo siguiente: [16]

- Siempre deben ser usados por alguien que conozca los distintos tipos de productos químicos que puede haber en un taller. Éstos se dividen en 9 clases (gases a presión, explosivos, corrosivos, comburentes, irritantes, inflamables, cancerígenos, tóxicos y peligrosos para el medio ambiente) y a cada una le corresponde un pictograma, que el profesional debe conocer. [16]
- Los residuos han de estar correctamente almacenados. Para ello es necesario tener un inventario con todos los productos tóxicos y conocer sus entradas y salidas del almacén. Asimismo, es necesario separar los productos peligrosos en diferentes zonas del almacén y tener un control sobre dónde está cada producto. Todo ello con el fin de minimizar riesgos de fugas o incendios y para detectar el origen del problema con mayor rapidez en caso de que se produzcan. [16]

La distribución del taller: Para garantizar la seguridad en las prácticas y que cada estudiante disponga del equipo y las herramientas necesarias para realizar su labor específica, es necesario distribuir el taller según las áreas de trabajo. De esta manera se evita que los futuros profesionales se estorben entre sí, se confundan al usar alguna herramienta o sufran algún accidente inesperado. [16]

Señalización: Los talleres también deben cumplir con una normativa a la señalización de los peligros o riesgos. Hay 4 tipos de señalizaciones principales que son obligatorias dentro del taller: [16]

- Señales de advertencia: Son señales triangulares con fondo amarillo y dibujo negro que advierten sobre la presencia de un peligro, por ejemplo, radiación láser, material inflamable, etc. También existen franjas de color amarillo y negro que se colocan en

el suelo delimitando aquellas zonas en las que existe riesgo de caídas, choques y golpes. [16]

- **Señales de obligación:** En este caso son redondas, con el fondo azul y el pictograma en blanco. Indican aquella protección obligatoria para trabajar en determinada área del taller (vista, oído, cabeza, pies, manos, etc.). [16]
- **Señales de prohibición:** Son redondas, con fondo blanco, una banda roja en el contorno y una diagonal roja que las atraviesa (como las señales de prohibición de tráfico). Indican algún tipo de prohibición, por ejemplo fumar. [16]
- **Prevención de incendios:** Señalan el lugar donde se encuentra el extintor o la manguera de incendios. Son cuadradas, con fondo rojo y el dibujo en blanco. [16]

4.2.4.2 Equipos de protección

Gafas de protección: Son unas gafas transparentes que incluyen protecciones laterales para evitar el impacto de viruta en los ojos durante las operaciones de limpieza, lijado o esmerilado de metales. [16]

Máscara de protección: Similar a las gafas, consiste en una careta transparente que, además de los ojos, también protege el resto de la cara. [16]

Máscara de soldar: Es indispensable para evitar daños en los ojos al soldar, provocados por las chispas y reflejos que se producen durante esta operación. Es un casco oscuro de una pieza que incorpora un visor transparente. Pueden ser fijas o de mano. [16]

Mascarillas: Son elementos que protegen las vías respiratorias durante las labores de lijado, pintura o enmascarado, y de los polvos, partículas o vapores que pueden producir. [16]

Auriculares protectores: Indispensables para cumplir las exigencias relativas al ruido en el taller y proteger el sistema auditivo de los trabajadores. El máximo de decibelios permitido en el taller es de 140 con cascos protectores y 87 sin cascos protectores. [16]

Guantes: Indispensables para la protección de los trabajadores durante la soldadura, los trabajos de chorreado con pistolas de arena, el uso de productos químicos o corrosivos y la manipulación de metales a altas temperaturas. [16]

Botas: Son imprescindibles para minimizar los daños por caídas de piezas y disminuir los riesgos de sufrir resbalones o cortes en los pies. Deben ser de materiales resistentes como el cuero, impermeables, con equipos de protección y buena transpiración. Lo ideal es que incorporen suelas antideslizantes y plantillas antiperforación. [16]

Bata/mono de trabajo: En este caso su principal función tiene más que ver con la limpieza e higiene que directamente con la salud, evitando que la ropa se ensucie al realizar las tareas. [16]

Casco de seguridad: Imprescindible siempre que se trabaje en fosos, para evitar golpes en la cabeza provocados por la caída de piezas o herramientas de trabajo. [16]

4.2.4.3 Elementos que NO se deben llevar en el taller

Por contra, también hay ciertos elementos que NUNCA deberían ir incluidos en nuestro equipo del taller. Así, se recomienda quitar anillos, pulseras, colgantes y en general todo accesorio que “cuelgue”. Estos accesorios pueden caerse, atascar mecanismos, hacer que nos quedemos enganchados y, en definitiva, entorpecer el trabajo en el taller. Lo mismo sucede con el pelo largo, lo más recomendable es llevarlo recogido u oculto en un gorro para evitar que nos dé problemas. [16]

4.2.4.4 La higiene

La falta de higiene en el taller puede provocar la aparición de afecciones respiratorias a causa de la inhalación de gases y partículas, o problemas de piel al entrar en contacto con sustancias corrosivas, entre otros efectos. Para evitar estos riesgos para la salud y tener el taller bien organizado. [16]

Tabla 5: Laboratorios y talleres de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería

Laboratorios y talleres de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería					
Nombre de los laboratorios	Dimensiones			Capacidad	Carreras beneficiadas
	Largo	Ancho	M²		
Laboratorio de máquinas-herramientas	10.55	10.00	105.50	30 personas	Ingeniería Mecánica Ingeniería Industrial
Actividades: 1. Prácticas en el área de Fresadora. 2. Prácticas en el área de Torneado. 3. Prácticas en el área de Ajustaje. 4. Prácticas de Metrología. 5. Prácticas de Producción por Virutaje. 6. Prácticas de Máquinas CNC.					
Laboratorio de fundición	10.55	9.90	104.45	30 personas	Ingeniería Mecánica Ingeniería Industrial
Actividades: 1. Fusión de metales ferrosos y no ferrosos así 2. Análisis de mezclas de moldeo usadas durante la fundición en arena. 3. Conocer los principales equipos y materiales empleados en las distintas operaciones realizadas para la obtención de piezas mediante proceso de fundición 4. Análisis de arenas: determinar el índice de finura de la arena sílice utilizada en el laboratorio de fundición. 5. Obtención de una pieza por medio de moldeo manual: conocer los pasos necesarios para realizar el proceso de fundición de una pieza en molde perdido.					

6. Elaboración de noyos: determinar la importancia de los noyos, (machos, corazones) en el proceso de fundición; además de conocer el proceso de elaboración de los mismos.
7. Moldeo con modelo gasificable: aplicar los conocimientos adquiridos del proceso de fundición y obtener una pieza utilizando modelo gasificable a partir de la colada obtenida en el horno basculante.
8. Obtención de una pieza de bronce al aluminio por medio del moldeo manual: aplicar los conocimientos adquiridos del proceso de fundición y obtener una pieza de bronce al aluminio utilizando un horno fijo a diésel.
9. Proceso de colado que utilizan molde permanente o coquilla: conocer el proceso de obtención de piezas fundidas mediante la utilización del moldeo permanente (moldeo en coquillas por gravedad).
10. Operación del horno de inducción de alta frecuencia: conocer el funcionamiento del horno de inducción de la EPN.

Laboratorio de fluidos	10.55	9.90	104.45	30 personas	Ingeniería Mecánica Ingeniería Industrial
-------------------------------	-------	------	--------	-------------	--

Actividades:					
1. Prácticas de presión Hidrostática					
2. Rotación de un fluido incompresible					
3. Prácticas de densidad y viscosidad					
4. Mesa de flujo bidimensional					
5. Mesa para visualización de flujo por burbujas de hidrógeno					
6. Laboratorio de Turbomáquinas (MEC6G4L)					
7. Reconocimiento de bombas y rodets					
8. Reconocimiento bomba centrífuga					
9. Reconocimiento de turbina Francis y turbina Pelton					
10. Ventilador axial y ventilador centrífugo					

Laboratorio de soldadura	7.4	6.58	48.70	30 personas	Ingeniería Mecánica Ingeniería Industrial
Actividades: 1. Aprender a utilizar las herramientas que se utiliza para cortar una pieza metálica como lamina, ángulos. 2. Manejo del equipo utilizado para unir metales mediante la práctica de soldadura eléctrica con arco. 3. Manejo del equipo utilizado para unir metales mediante la práctica de soldadura oxigas. 4. Regulación de la llama de la oxiacetilénica según condiciones de trabajo. 5. Conocer el equipo utilizado para soldadura eléctrica con arco y sus partes. 6. Conocer de manera experimental el funcionamiento de la soldadura oxigas y sus características. 7. Obtener destreza en la utilización de los equipos de soldadura con ayuda de la guía del tutor. 8. Aprender las medidas de seguridad ante la utilización de equipos de soldadura y corte.					
Laboratorio de motores	7.4	6.58	48.70	30 personas	Ingeniería Mecánica Ingeniería Industrial
Actividades: 1. Identificar los diferentes componentes de un motor monocilíndrico de combustión interna alternativa de cuatro y/o dos tiempos y advertir la manera en que interactúan para transformar el trabajo de expansión compresión del cilindro en trabajo de eje en el cigüeñal. 2. Desarrollar habilidades para la manipulación y uso de componentes mecánicos y herramientas de taller de uso corriente en motores de combustión interna alternativos. 3. Reconocimiento y medición de partes de un motor de combustión interna. 4. Comprobación de la compresión e interpretación del estado de las bujías:					

• Prueba de fugas. • Medición del tiempo de encendido (avance de encendido)- Tensión de ionización. • Sistema de inyección electrónica y reconocimiento de sensores. • Control y análisis de emisión de gases contaminantes en vehículos a gasolina. • Curvas características del motor a gasolina.
5. Pruebas de potencia, torque, consumo de diferentes combustibles en motores de ciclo Otto (Etanol, mezcla Etanol-Gasolina, Biocombustibles).

Laboratorio de resistencia	7.4	6.58	48.70	30 personas	Ingeniería Mecánica Ingeniería Industrial
-----------------------------------	-----	------	-------	-------------	--

Actividades: 1. Ensayo de tracción en probetas metálicas de sección circular y rectangular 2. Ensayo de compresión en probetas de acero y madera 3. Ensayo de corte en varillas y madera 4. Ensayo de flexión en perfiles de acero 5. Ensayo de estabilidad en probetas de varillas de acero 6. Ensayo de tracción en probetas de varillas de acero corrugado 7. Ensayo de tracción en probetas de acero templado 8. Ensayo de tracción y dureza Brinell en probetas de fundición gris 9. Ensayo de corte en juntas empernadas 10. Análisis de vibraciones libres en un sistema de un grado de libertad 11. Análisis de vibraciones forzadas en un sistema de un grado de libertad 12. Ensayo de impacto Charpy 13. Ensayo de tracción en probetas con concentradores de esfuerzo

Laboratorio de seguridad industrial	6	7	42	30 personas	Ingeniería Mecánica Ingeniería Industrial Ingenieri en Seguridad Industrial
Actividades: 1. Reconocimiento de equipos de seguridad industrial 2. Manejo de equipos de seguridad 3. Practica con equipos contra incendio 4. Practica de primeros auxilios 5. Reconocimiento y practica de señalética de seguridad 6. Practica con equipos de medición					
Laboratorio de metalurgia	12.05	7.4	89.17	30 personas	Ingeniería Mecánica Ingeniería Industrial
Actividades: 1. Análisis de fallas en materiales ferrosos y no ferrosos 2. Ensayos de fatiga 3. Evaluación del comportamiento en servicio de materiales y equipos. 4. Verificación de recipientes a presión. 5. Control de calidad de pinturas, cauchos, recubrimientos y otros materiales de construcción. 6. Ensayos metalográficos.					

Laboratorio de energías alternativas y eficiencia energética	11.90	7.4	88.06	30 personas	Ingeniería Mecánica Ingeniería Industrial
Actividades: Prácticas de Laboratorio de colector solar plano termosifón, concentrador solar parabólico – Lente Fresnel y energía fotovoltaica.					
Laboratorio de operaciones unitarias	10.55	9.9	104.45	30 personas	Ingeniería agroindustrial
Actividades: 1. Operaciones de transferencia de materia: fenómenos de transporte, operaciones básicas de transferencia de materia. 2. Termodinámica química aplicada: aplicaciones del equilibrio químico. 3. Cinética química aplicada: cinética de las reacciones homogéneas y heterogéneas, catálisis.					
Planta piloto	10.55	9.9	104.45	30 personas	Ingeniería agroindustrial
Actividades: 1. Controlar los parámetros para la obtención de un producto de buena calidad. 2. Recepción de materia prima, acondicionamiento y concentración de pulpa. 3. Innovación y la mejora de los procesos productivos en el mundo industrial, ofreciendo apoyo científico y tecnológico en el área de desarrollo de procesos basados en el cultivo de microorganismos.					

Laboratorio de circuitos eléctricos	7	6.05	42.35	30 personas	Ingeniería eléctrica
Actividades: 1. Conocer el uso y manejo del módulo de resistencias. 2. Medición de resistencias equivalentes en serie, en paralelo y compuestas. 3. Aprender cómo construir circuitos de acuerdo a un diagrama dado Familiarizarse con los aparatos de medición. 4. Determinar la potencia disipada en un circuito resistivo conectado en serie y paralelo. 5. Análisis de circuitos eléctricos en C.A. "FASORES". 6. Aprender el uso del Wattmetro. 7. Analizar el comportamiento del factor de potencia de un motor monofásico. 8. Corregir el factor de potencia a un motor monofásico. 9. Aprender cómo se efectúan las conexiones en delta y en estrella. 10. Determinar la potencia en circuitos trifásicos. 11. Analizar las variables eléctricas de un sistema trifásico.					
Laboratorio de máquinas eléctricas	7	5.9	41.30	30 personas	Ingeniería eléctrica
Actividades: 1. Prácticas en banco de trabajo fuentes de voltaje fijas y variables. Tanto en corriente directa como corriente internas 2. Practicas con equipo de medición para las variables tensión, corriente, potencia y frecuencia. 3. Combinación de máquinas rotativas (motores generadores y motores DC).					

Laboratorio de física	7	5.90	41.30	30 personas	Ingeniería eléctrica
Actividades: 1. Experimento: cinética de la reacción entre los iones yoduro y peroxodisulfato. 2. Medida y modelización del equilibrio líquido-vapor de un sistema binario. 3. Estudio experimental dl comportamiento eléctrico de metales. 4. Estudio experimental del comportamiento eléctrico de un semiconductor.					
Laboratorio de electrónica de potencia	7	5.90	41.30	30 personas	Ingeniería eléctrica
Actividades: 1. Pruebas de motores/generadores para análisis dinámicos de esquemas de generación, control de motores. 2. Pruebas transitorias de la operación de un motor trifásico. 3. Práctica de flujos de potencia. 4. Práctica de contingencias y fallas. 5. Práctica de estabilidad de pequeña señal 6. Práctica de relé de sobrecorriente y de distancia. 7. Práctica de flujo de potencia óptimo. 8. Generación, transmisión y distribución de la energía y la automatización de los sistemas de potencia 9. Demostrar que la variación de velocidad genera energía cinética en los cuerpos. 10. Medición del tiempo de reacción, energía disipada, velocidad media, velocidad instantánea, aceleración y tiempo de caída. 11. Observar el efecto de las fuerzas sobre los cuerpos.					

Laboratorios de diseño (4)	7.00	6.00	42.00	25 personas	Ingeniería Mecánica Ingeniería Industrial Ingeniería en Seguridad Industrial Ingeniería agroindustrial Ingeniería eléctrica
	7.00	6.00	42.00	25 personas	
	7.00	6.00	42.00	25 personas	
	7.00	6.00	42.00	25 personas	
Actividades: 1. Ingeniería de diseño de producto y mecánica. 2. Diseño de circuitos electrónicos. 3. Desarrollo de software para control de máquinas y productos.					

ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

4.3 Diseño de la nave Industrial

Después de determinar las necesidades de los talleres de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, procedemos a indicar en la tabla 6 las dimensiones y datos de la nave industrial, mismas que se han considerado con el análisis de distribución de los laboratorios.

En el plano ubicado en anexos se mostrará a detalle el dimensionamiento de las diferentes secciones de la nave industrial, de igual manera se observa las medidas generales como: una luz de 30 metros, una longitud total de 60 metros con 11 pórticos y una altura total de 9 metros, también se planteó un claro entre pórticos de 6 metros y la altura de las columnas de 6 metros.

En este diseño se trabajará con una armadura mixta, es decir se plantea una cercha de dos aguas en la parte superior y columnas de perfil metálico de sección rectangular para soporte de la misma.

Para comenzar el análisis de la nave industrial en el software Sap2000 es necesario tener definidas las dimensiones y las cargas que actúan sobre ella, a continuación tabulamos las dimensiones y en los puntos posteriores se analiza las cargas.

Tabla 6: Datos generales de la Nave Industrial

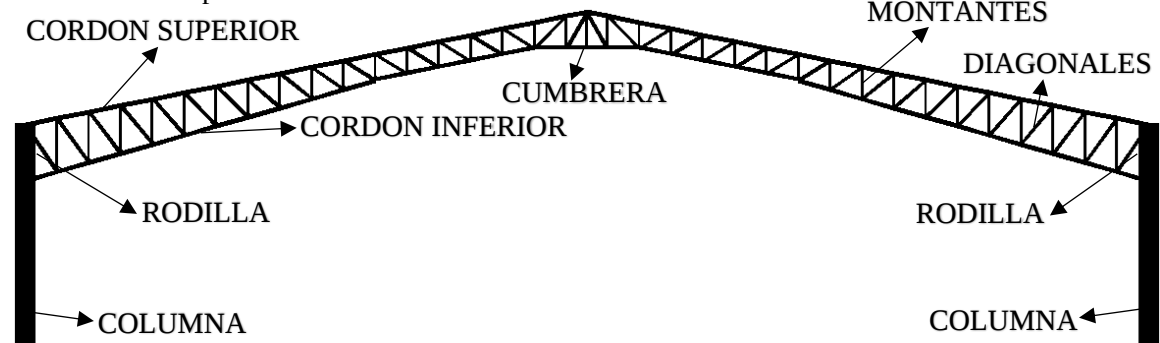
Descripción	Símbolo	Valor	Unidad
Longitud total	L_t	60	m
Luz	L	30	m
Claro	C	6	m
Altura	H	6	m
Longitud inclinada	L_i	15,3	M
Número de pórticos	N°	11	u
Altura Total	A_t	9	M
Área comunitaria del pórtico ($C \times L/2$)	A_c	90	m ²
Grados de inclinación		11	°

FUENTE: PLANOS PRE-DISEÑO
ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019.

4.3.1 Cercha

En la imagen mostrada a continuación se encontrará un pórtico con una cercha tipo Pratt y las partes que lo forman.

Ilustración 8: Tipo de cercha



ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

4.3.2 Estimación de Cargas en el Pórtico

En la norma ecuatoriana de la construcción encontramos criterios para la estimación de cargas en cubiertas planas e inclinadas, de igual manera encontramos las cargas de peso propio o cargas muertas para la cubierta como chapa ondulada de acero galvanizado.

Las cargas tabuladas a continuación serán usadas para el cálculo de los cordones superiores e inferiores y sus celosías, se considera 30 kg/m² de carga muerta o peso propio debido que sobre el cordón superior del pórtico se encuentra la cubierta y las correas.

Tabla 7: Estimación de cargas

Descripción	Fórmula	Valor	Unidad	Referencia
Carga del material	C_m	30	Kg/m ²	Estimación
Carga Viva	L	70	Kg/m ²	NEC-15 Tab.9 Sec.4.2.1
Carga de servicio	P_s	100	Kg/m ²	Suma de D+L
Carga de S. en m/l	P_s	600	Kg/m ²	$(P_s \times A_c)/2$

FUENTE: NEC-15

4.3.3 Momentos y Esfuerzos en SAP2000

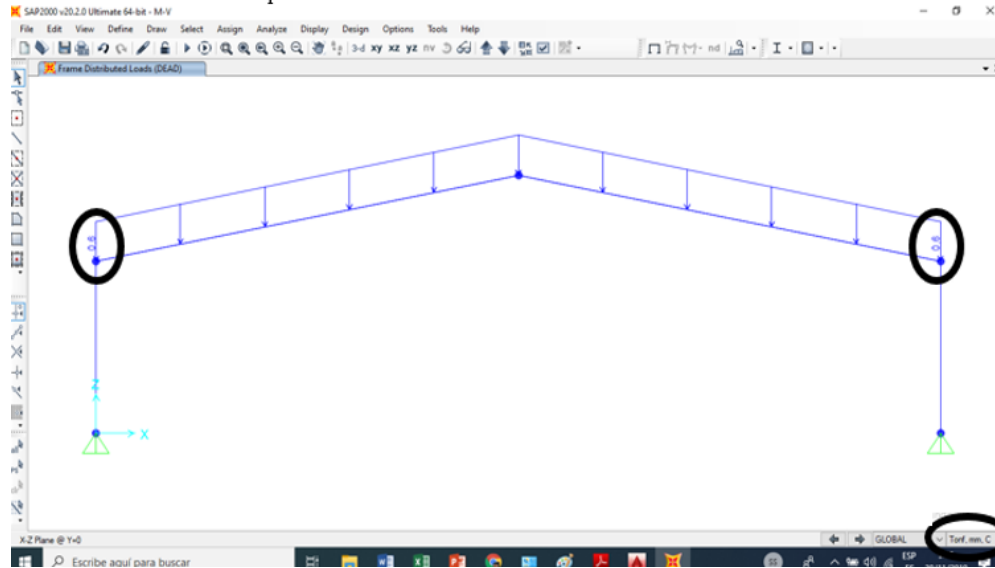
A continuación procedemos a modelar un pórtico en Sap2000, con la intención de visualizar los momentos y esfuerzos de la estructura.

El análisis de momentos y esfuerzos en Sap2000 se da por la necesidad de encontrar las especificaciones de los perfiles que constituyen la armadura, así como el peralte en la rodilla y cumbrera, al igual dimensionar las celosías en la cercha.

Es importante considerar que el ingreso del material en el software se tendrá que hacer con un módulo de elasticidad (E) igual a uno y el peso por unidad de volumen igual a cero, esto para conseguir datos sin consideraciones de materiales lo cual se realizara en los posteriores puntos.

En la ilustración número 10 se muestra las cargas distribuidas “ P_s ” en el pórtico

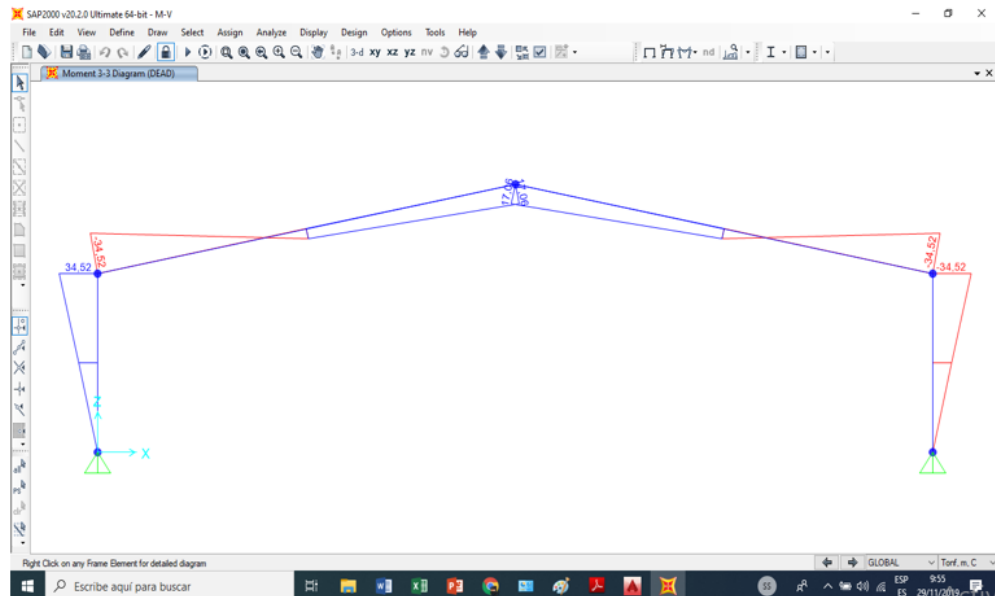
Ilustración 9: Modelado Sap2000



FUENTE: MODELADO SAP2000
ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

En la ilustración 12 se muestra el momento máximo tanto en la rodilla como en la cumbre del pórtico, en toneladas fuerza.

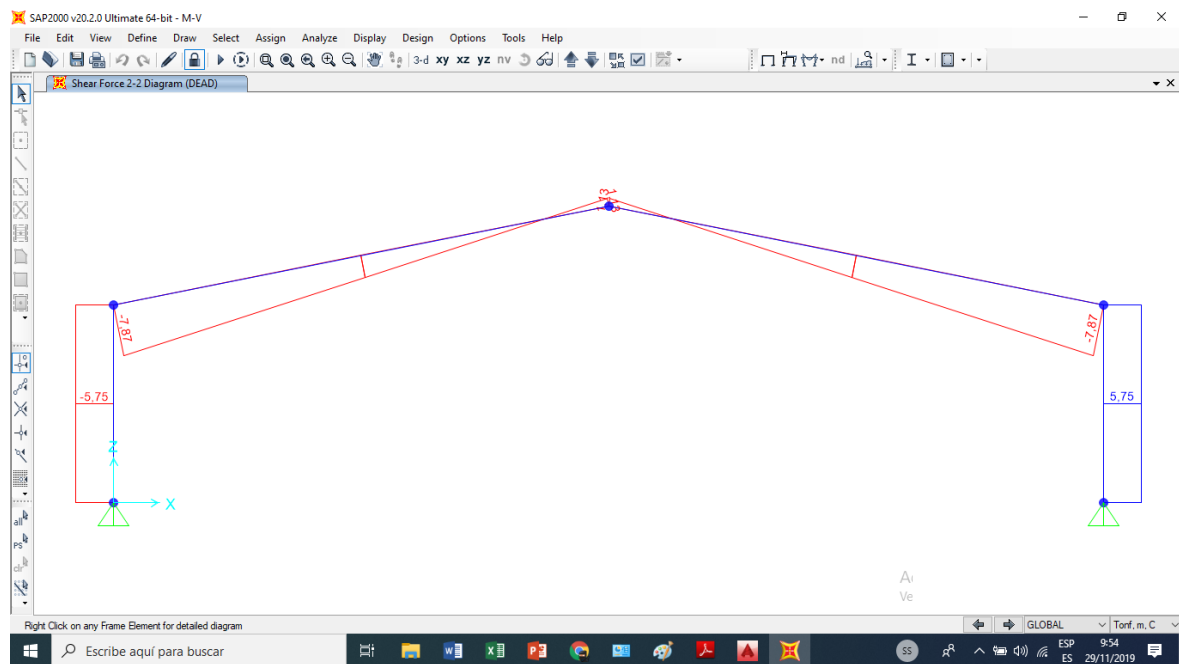
Ilustración 10: Momento máximo



FUENTE: MODELADO SAP2000
ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

En la figura se muestra el cortante máximo del pórtico con la fuerza distribuida.

Ilustración 11: Cortante máximo



FUENTE: MODELADO SAP2000
ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

La siguiente tabla muestra en una forma tabulada los datos conseguidos en el software Sap2000, cabe mencionar que en el momento máximo procedemos a elevar el valor a su inmediato superior.

Tabla 8: Momentos y cortantes máximos

Descripción	Fórmula	Valor		Unidad
Momento máximo (Rodilla)	$M_{\max}$	54,52	35	Ton/m
Momento máximo (Cumbrera)	$M_{\max}$	17,06	18	Ton/m
Cortante máxima del Pórtico	$V_{\max}$	7,87	8	Ton

FUENTE: MODELADO SAP2000
ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

4.3.4 Pre- Diseño de la Cercha

Para el pre diseño de la cercha se procede a la selección de perfiles del cordón inferior y superior de la armadura, los cuales serán los que se ingresen el programa Sap2000, la selección de los perfiles se la hace con un criterio propio.

Con el catálogo de un distribuidor de acero en el país como es “Dipac”, procedemos a revisar las características del perfiles C de 200x50x4mm, una característica del perfil necesaria para el cálculo es el área (A) que es igual a 11,5cm² y el material que es un ASTM A36 con una fluencia (F_y) de 2530 kgf/m².

Debido a que la armadura está formada por un cordón superior e inferior se usará el área del perfil multiplicada por dos.

Perfiles C de 200x50x4mm

ASTM A36 $F_y = 2530 \text{ kgf/cm}^2$

$$A = 11,5 \text{ cm}^2$$

$$A_T = A \times 2$$

$$A_T = 23 \text{ cm}^2$$

Partiendo de las siguientes ecuaciones se conseguirá el peralte de la rodilla como de la cumbrera.

Esfuerzo $\sigma = P/A$

Momento $M = F \times d$

$$P_T = A \times F_y \times 0,6$$

$$P_T = 23 \text{ cm}^2 \times 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \times 0,6$$

$$P_T = 34914 \text{ kgf}$$

Ecuación 17: Fuerza total de sedencia

Como siguiente paso despejamos “d” de la formula $M = F \times d$.

$$d = \frac{M}{F}; d = \frac{3500000 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}}}{34914 \text{ Kgf}}; d = 100,25 \text{ cm}$$

Ecuación 18: Pérlate de la rodilla

$$d = \frac{M}{F}; d = \frac{1800000 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}}}{34914 \text{ Kgf}}; d = 51,55 \text{ cm}$$

Ecuación 19: Peralte de cumbrera

Para el cálculo de las celosías diagonales de la armadura procedemos a utilizar el cortante máximo en la fórmula de esfuerzo, también se utiliza el área dividida en dos, por ser dos celosías las que actúen entre los cordones.

$$\sigma = \frac{P}{A}; \quad A = \frac{P}{\sigma}; \quad A = \frac{P}{F_y \times 0,6}$$

$$A = \frac{3,78Kgf}{2530 \frac{kgf}{cm^2} \times 0,6}; \quad A = 3,11cm^2$$

Ecuación 20: Área de la diagonal y montantes

Revisando las propiedades en el catálogo de “Dipac” encontramos el perfil L de 50x50x4mm, mismo que posee un área de 3,84cm² siendo esta mayor a la calculada.

Dos Perfil L 50x50x4mm, montantes y diagonales

La separación de los montantes se da con el peralte en la cumbrera, teniendo en ese punto diagonales a 45°, logrando como resultado peralte igual a separación de montantes, cabe destacar que esta distancia se mantiene a lo largo de la estructura pero no la inclinación de las diagonales.

Separación = 51,55cm de montantes.

4.3.5 Cálculo de Correas

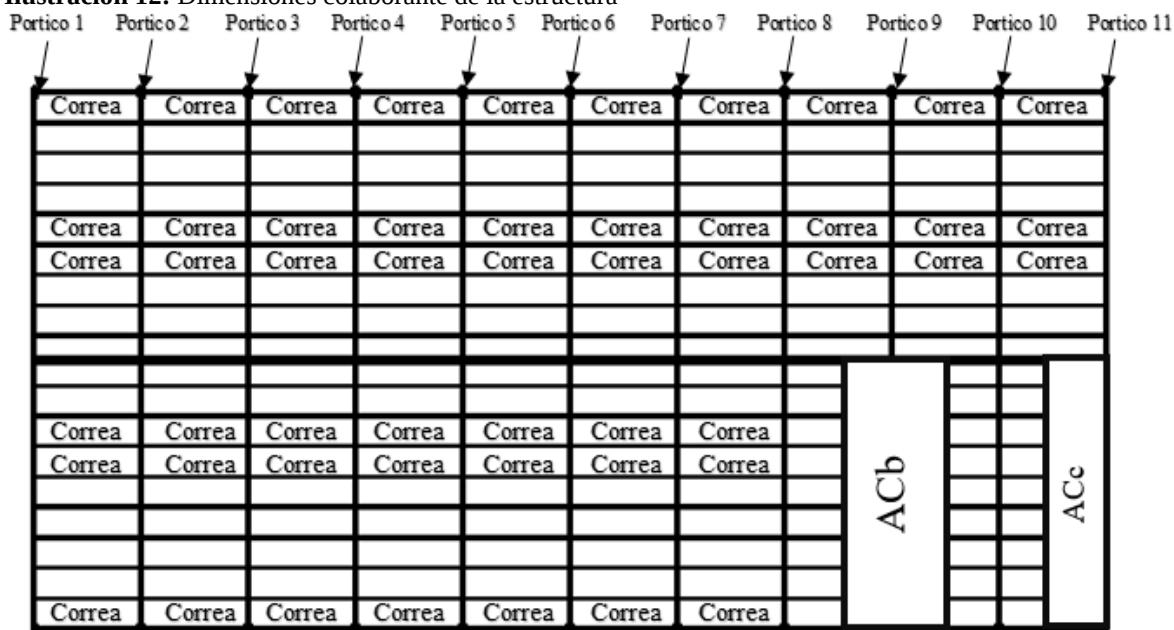
A continuación se muestra una ilustración con el área colaborante en las correas de los bordes, al igual que el área colaborante en las correas centrales.

La distancia entre correas se determinó gracias a las especificaciones técnicas de la cubierta Dipanel como se muestra en la tabla de anexos, en mencionada especificación encontramos que para una cubierta de 0.35mm con apoyos a 1.75m, soporta una carga puntual de hasta 70kg y una carga distribuida de 81kg/m².

Cubierta Dipanel de 0,35mm

La carga puntual y distribuida que soporta dicha cubierta será mayor que la mencionada ya que se colocará apoyos a 1.73m.

Ilustración 12: Dimensiones colaborante de la estructura



ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

Se procede a realizar el cálculo de las correas usando las cargas estimadas anteriormente en el punto 4.3, esto con la variación que la carga de peso o de carga muerta solo es de la cubierta sobre la correa.

Tabla 9: Estimación de cargas

Descripción	Símbolo	Valor	Unidad
Muerta	WD	10	Kg/m ²
Viva	WL	70	Kg/m ²
Claro = Longitud de la correa	C	6	m
Ancho colaborante	AC _c	1,73	m

FUENTE: NEC-15

$$A_c = C \times AC_c$$

$$A_c = 6m \times 1.733m \quad ; \quad A_c = 10.4m^2$$

Ecuación 21: Área colaborante

$$P = A_c \times (WD + WL)$$

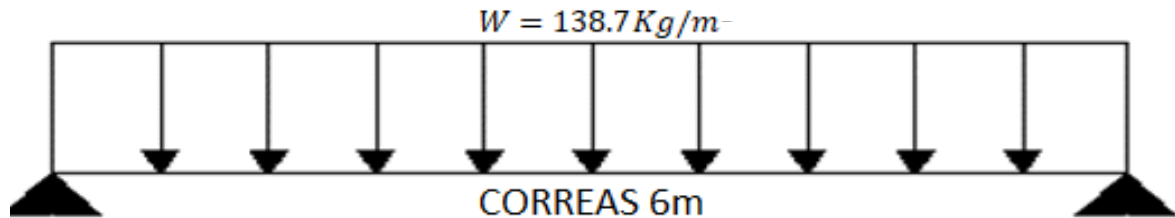
$$P = 10.4m^2 \times \left(10 \frac{Kg}{m^2} + 70 \frac{Kg}{m^2} \right) \quad ; \quad P = 832Kg$$

Ecuación 22: Peso

$$W = \frac{p}{C} ; W = \frac{832Kg}{6m} ; W = 138.7 \frac{Kg}{m}$$

Ecuación 23: Carga sobre la correa

Ilustración 13: Dimensiones colaborante de la estructura



ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

Según la fórmula de momento para vigas simples con carga distribuida tenemos:

$$M = \frac{W \times C^2}{8} ; M = \frac{138.7 \frac{Kg}{m} \times (6m)^2}{8} ; M = 624,15 \frac{Kg}{m}$$

Ecuación 24: Momento máximo

De las fórmulas de las escuadrías remplazamos el módulo de sección.

$$\text{Modulo de sección } S = \frac{I}{C} ; \quad \frac{M}{\sigma} = \frac{I}{C} ; \quad S = \frac{M}{\sigma}$$

$$S = \frac{M}{\sigma} ; S = \frac{62415 \frac{Kg}{cm}}{2530 \frac{kgf}{cm^2} \times 0,6} ; S = 41,11 cm^3$$

Ecuación 25: Módulo de sección

De acuerdo al módulo de sección (S) se procede a escoger un perfil que cumpla con la demanda y según el catálogo de Dipac un perfil G150x50x15x3mm con módulo de sección de 44,9 cm³ cumple la demanda de diseño.

Correa: G 150x50x15x3mm

Un punto importante a mencionar es, que tanto el pre diseño de las cerchas como el de las correas nos da una idea aproximada de los valores o secciones que se deben ingresar en Sap2000, por lo tanto con criterio de diseño y experiencia a lo largo de la carrera de ingeniería procederemos a ingresar los perfiles y las dimensiones con medidas relativamente sobredimensionadas.

4.4 Análisis de cargas

En el siguiente punto se definirá en base a la norma ecuatoriana de la construcción las cargas que actúan sobre el portico, estas cargas se las considera distribuidas y en unidades de medida lineal para que sean aplicadas sobre las correas y columnas.

4.4.1 Análisis de Carga Viva

En este punto se analizará las cargas vivas que actúan sobre la estructura, la única sección que soporta carga viva es la cubierta, esto considerando que en el momento de instalación transitará personas o equipo sobre la misma.

La norma ecuatoriana de la construcción nos dice que en cubiertas planas, inclinadas y curvas tenemos:

Tabla 10: Cargas vivas sobre cubiertas

Carga viva para Cubiertas Planas, Inclinadas y Curvas		NEC-Cargas no sísmicas
Carga Viva sobre Cubierta Metálica	70 kg/m ²	sección 4.2.1

FUENTE: (NEC-15)

4.4.1.1 Carga Viva Sobre Correos

Tabla 11: Carga Viva sobre correos (Centrales)

Descripción	Fórmula	Valor	Unidad
Viva	W_L	70	Kg/m ²
Longitud de la correa	L_c	6	m
Ancho colaborante centrales	B_c	1,733	m
Ancho colaborante bordes	B_d	0,867	m

FUENTE: (NEC-15)

En los siguientes cálculos se obtendrá la carga viva en unidades requeridas por el software.

En las correas centrales tenemos:

$$A = L_c \times B_c ; A = 6m \times 1,733m ; A = 10,4m^2$$

Ecuación 26 : Área colaborante

$$PLc = A_c \times W_L ; PLc = 10,4m^2 \times 70 \frac{KgF}{m^2} ; PLc = 728KgF$$

Ecuación 27: Carga Viva Colaborante

$$LLc = \frac{PLc}{L_c} ; LLc = \frac{728KgF}{6m} ; LLc = 121,33 \frac{KgF}{ml}$$

Ecuación 28: Carga distribuida

En las correas del borde tenemos:

$$A = L_c \times B_d ; A = 6m \times 0,867m ; A = 5,202m^2$$

Ecuación 29: Área Colaborante

$$PLc = A_c \times W_L ; PLc = 5,202m^2 \times 70 \frac{KgF}{m^2} ; PLc = 364,14KgF$$

Ecuación 30: Carga Viva Colaborante

$$LLc = \frac{PLc}{L_c} ; LLc = \frac{364,14KgF}{6m} ; LLc = 60,69 \frac{KgF}{ml}$$

Ecuación 31: Carga distribuida

Teniendo en cuenta que en las correas de los bordes se colocará canaleta y otros elementos de fachada, se determinará ingresar la misma carga de las correas centrales en los bordes.

Carga viva distribuida sobre todas las correa = 121,33 KgF/m

4.4.2 Análisis de Carga Muerta

En la estimación de carga muerta o carga permanente la NEC menciona que el diseñador debe considerar el peso del producto, por esa razón se revisará las especificaciones de la cubierta Dipanel de 0,35mm (misma que se encuentra en anexos) y que tiene un peso de 3,35 kg/m², siendo este el único material que se encuentra sobre las correas y con criterio de diseño plantemos una carga de 10 kg/m².

Tabla 12: Carga muerta (D)

Carga Muerta sobre Cubierta Metálica	10	kg/m ²	NEC-Cargas no sísmicas sección 3.1.2
--------------------------------------	----	-------------------	--------------------------------------

Fuente: (NEC-15)

4.4.2.1 Carga muerta sobre las correas

Tabla 13: Carga Muerta sobre correas (Centrales)

Descripción	Fórmula	Valor	Unidad
Muerta	WD	10	Kg/m ²
Longitud de la correa	L _c	6	M
Ancho colaborante	B _c	1,7	M
Ancho colaborante bordes	B _d	0,867	m

Fuente: (EC-15)

En los siguientes cálculos se obtendrá la carga muerta en unidades requeridas por el software.

En las correas centrales tenemos:

$$PDc = A_c \times W_D ; PDc = 10,4m^2 \times 10 \frac{KgF}{m^2} ; PLc = 104KgF$$

Ecuación 32: Carga muerta Colaborante

$$LDc = \frac{PDc}{L_c} ; LDc = \frac{104KgF}{6m} ; LLc = 17,4 \frac{KgF}{ml}$$

Ecuación 33: Carga distribuida

Carga permanente distribuida sobre todas las correa = 121,33 KgF/m

4.4.3 Carga Sísmica

En la versión de v.20.2.0 de Sap2000 nos permite definir en espectro de respuesta la función “Ecuador NEC-11 Capítulo 2”, donde nos calcula automáticamente el espectro de diseño en aceleración Sa(T) a partir de la aceleración sísmica máxima del terreno, para mencionado cálculo se debe determinar algunas variantes para el posterior ingreso al software.

4.4.3.1 Periodo Natural de Vibración Max

Tabla 14: Carga de Sismo

Descripción	Símbolo	Valor	Unidad	Referencia
Coeficiente	C_t	0,073		Sec. 6.3.3.a
Altura Total del Edificio	H_n	11	M	Planos
Coeficiente para Calculo de Periodo	A	0,75		Sec. 6.3.3.a
Factor de Importancia	I	1,3		Tabla 6, Sec.4.1

FUENTE: CARGA DE SISMO (NEC 2015-PELIGRO SISMICO)

$$T_1 = C_t \times H_n^\alpha ; T_1 = 0,073 \times 11m^{0,75} ; T_1 = 0,44s$$

Ecuación 34: Periodo Natural de Vibración

$$T_2 = T_1 \times I ; T_2 = 0,44s \times 1,3 ; T_2 = 0,57s$$

Ecuación 35: Periodo Natural de Vibración Máximo

Tabla 15: Carga de Sismo

Descripción	Símbolo	Valor	Unidad	Referencia
Factor de Reducción de Respuesta	R	2,5		T.18,Sec.6.3.4
Relación de amplificación espectral	H	1,8		Sec.3.3.1
Periodo Natural de Vibración	T_1	0,46	Seg.	Sec. 6.3.3.a
Periodo Natural de Vibración Max	T_2	0,59	Seg.	Sec. 6.3.3.a
Zona Sísmica		V	(alta)	Fig. 1, Sec.3.1.1
Factor de Zona	Z	0.4		Tabla 1, Sec.3.1.1
Tipo de Suelo		D		Tabla 2, Sec.3.2.1
Factor de Sitio	F_a	1,2		Tabla 3, Sec.3.2.2.a
Factor de Sitio	F_d	1,19		Tabla 4, Sec.3.2.2.a
Factor de Comportamiento Inelástico del Suelo	F_s	1,28		Tabla 5, Sec.3.2.2.a
Factor en el Espectro para Diseño Elástico	R	1		Sec.3.3.1
Periodo Modelo	T_{mod}	0,48	Seg.	Sec. 6.3.3.a
Factor de Irregularidad en Planta	ϕ_p	1		Tabla 13, Sec.5.2.3
Factor de Irregularidad en Elevación	ϕ_e	1		Tabla 14, Sec.5.2.3
Tipo de suelo		D		Tabla 2, Sec.3.2.1

Fuente: Carga de Sismo (NEC 2015-PELIGRO SISMICO)

$$T_c = 0,55 \times F_s \times \frac{F_d}{F_a}; T_c = 0,55 \times 1,28 \times \frac{1,19}{1,2}; T_c = 0,67$$

Ecuación 36: Período límite de vibración

$$S_a = \eta \times Z \times F_a ; S_a = 1,8 \times 0,4 \times 1,2 ; S_a = 0,86$$

Ecuación 37: Aceleración Espectral

4.4.3.2 Sismo para el Galpón

El cortante basal total de diseño V , a nivel de cargas últimas, aplicado a una estructura en una dirección especificada, se determinará mediante las expresiones:

$$V = \frac{1 \times S_a}{R \times \phi_p \times \phi_e} ; V = \frac{1 \times 0,86}{2,5 \times 1 \times 1} ; V = 0,34$$

Ecuación 38: Cortante Basal

4.4.4 Carga de Viento

Para definir la carga de viento en el pórtico se debe realizar cálculo propuesto por la NEC, en donde se usara la geometría de la estructura junto a tablas de la NEC para encontrar las diferentes variantes.

Tabla 16: Coeficientes de carga de viento

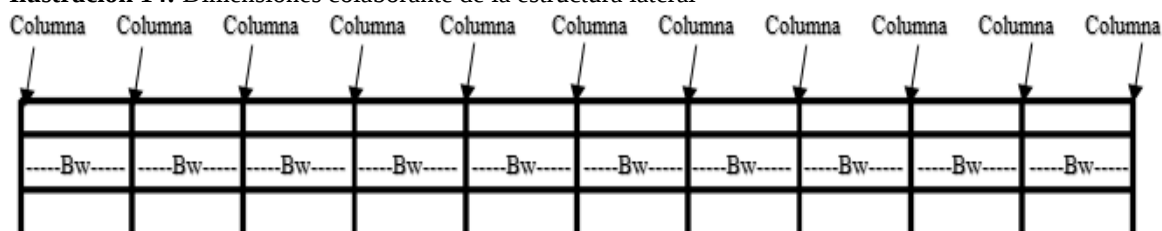
Descripción	Símbolo	Valor	Unidad	Referencia
Velocidad del Viento	V	21	m/s	Fig. 1, Sec.3.2.4
		75,6	Km/h	
Coeficiente de Corrección	σ	0,9		Tabla 5, Sec.3.2.4
Altura Total del Edificio	H_n	9	M	Tabla 2, Sec.3.2.1
Categoría de Exposición		B		Tabla 3, Sec.3.2.2.a
Densidad del Aire	ρ	1,25	Kg/m ³	Sec.3.2.4.c
Coeficiente de Entorno/Altura	C_e	0,9		Tabla 5, Sec. 1.2.2 y 3.2.4.b

Fuente: NEC 15 Cargas no Sísmicas

$$\text{Velocidad Corregida } V_b = V \times \sigma ; V_b = 21\text{m/s} \times 0,9 ; V_b = 18,9\text{m/s}$$

4.4.4.1 Cargas de Viento en Superficies Verticales

En los siguientes cuadros encontraremos en forma tabulada los diferentes coeficientes que rigen en el cálculo de carga de viento en paredes verticales, en este caso en las columnas de la nave industrial.

Ilustración 14: Dimensiones colaborante de la estructura lateral

ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

Tabla 17: Coeficientes de carga de viento en paredes verticales

Descripción	Sím.	Barlovento	Sotavento	Unidad	Referencia
Coeficiente de Forma1	C _f	0,8	0		Tabla 6, Sec.3.2.4

Fuente NEC 15 Cargas No Sísmicas

$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times V_b^2 \times C_e \times C_f$$

$$P = \frac{1}{2} \times 1,25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \left(18,9 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 \times 0,9 \times 0,8$$

$$P = 160,75 \text{Pa}$$

Ecuación 39: Presión del Viento

$$P = 160,75 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \times \frac{1 \text{Kg}}{9,8607 \text{N}} ; P = 16,3002 \text{Kg/m}^2$$

Ecuación 40: Presión del Viento

Según la norma ecuatoriana en muros verticales en zonas despejadas y que tienen entre diez y veinte metros se usan los factores tabulados para calcular la presión del viento.

Para el análisis de cargas en Sap2000 se necesita tener la carga de viento en metros lineales, para lo cual realizaremos el cálculo del área tributaria de las columnas.

Tabla 18: Coeficientes de cálculo

Descripción	Símbolo	Bordes	Centrales	Unidad
Altura de la Superficie Vertical	H _w	3	6	m
Ancho Colaborante	B _w	3	6	m
Área Colaborante	Ac	9	36	m ²

Fuente: NEC 15 Cargas No Sísmicas

$$P_{wc} = P \times A_w ; P_{wc} = 16,3002 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} \times 36\text{m}^2$$

$$P_{wc} = 586,81\text{Kg}$$

Ecuación 41: Carga de Viento Colaborante

$$W_{Lc} = \frac{P_{wc}}{H_w} ; W_{Lc} = \frac{586,81\text{Kg}}{6\text{m}}$$

$$W_{Lc} = 97,8\text{Kg/m}$$

Ecuación 42: Carga de Viento sobre parte Vertical de Pórtico

4.4.4.2 Cargas de Viento Sobre parte inclinadas de Pórticos

La norma ecuatoriana de la construcción en partes inclinadas nos dice que contamos con dos coeficientes para cubiertas inclinadas, uno positivo y el otro negativo, esto en cubiertas con inclinación menor de 15°.

Tabla 19: Coeficiente de Forma2 Para Superficies Inclinadas

Descripción	Símbolo	Barlovento	Sotavento	Unidad
Coeficiente de Forma	C _f	0,3	-0,6	Tabla 6, Sec.3.2.4

FUENTE: NEC 15 CARGAS NO SÍSMICAS

4.4.4.3 Cargas de Viento Barlovento

Es denominada carga de viento barlovento por la carga positiva.

$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times V_b^2 \times C_e \times C_f$$

$$P = \frac{1}{2} \times 1,25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \left(18,9 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 \times 0,9 \times 0,3$$

$$P = 60,28\text{Pa}$$

Ecuación 43: Presión del Viento

$$P = 60,28 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \times \frac{1\text{Kg}}{9,8607\text{N}} ; P = 6,1104\text{Kg/m}^2$$

Ecuación 44: Carga de viento

Tabla 20: Coeficientes de cálculo

Descripción	Símbolo	Centrales	Bordes	Unidad
Longitud de la Superficie Inclinada	L _w	15,30	15,30	m
Ancho Colaborante	B _w	1,733	0,8665	m
Área Colaborante	A _w	26,52	13,26	m ²

FUENTE: NEC 15 CARGAS NO SÍSMICAS

$$P_{wc} = P \times A_w$$

$$P_{wc} = \frac{6,1104 \text{Kg}}{\text{m}^2} \times 26,52 \text{m}^2 ; P_{wc} = 162,1 \text{Kg}$$

Ecuación 45: Carga de Viento Colaborante

$$W_{Lc} = \frac{P_{wc}}{L_w} ; W_{Lc} = \frac{162,1 \text{Kg}}{15,30 \text{m}}$$

$$P_{wc} = 10,60 \text{Kg/m}$$

Ecuación 46: Carga de Viento sobre parte Vertical de Pórtico

4.4.4.4 Cargas de Viento Sotavento

Es denominada carga de viento sotavento por la carga negativa perpendicular a la cubierta que genera el viento.

Tabla 21: Coeficientes de cálculo

Descripción	Símbolo	Centrales	Borde	Uni.
Longitud de la Superficie Inclinada	L _w	18,35	18,35	m
Ancho Colaborante	B _w	6	3	m
Área Colaborante	A _w	110,1	55,05	m ²

FUENTE: NEC 15 CARGAS NO SÍSMICAS

$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times V_b^2 \times C_e \times C_f$$

$$P = \frac{1}{2} \times 1,25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \left(18,9 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 \times 0,9 \times -0,6$$

$$P = 120,56 \text{Pa}$$

Ecuación 47: Presión del Viento

$$W = 120,56 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \times \frac{1 \text{Kg}}{9,8607 \text{N}} ; W = -12,23 \text{Kg/m}^2$$

Ecuación 48: Carga de viento

$$W_c = P \times A_w$$

$$W_c = -12,23 \text{Kg/m}^2 \times 26,52 \text{m}^2$$

$$P_{wc} = -324,24 \text{Kg}$$

Ecuación 49: Carga de Viento Colaborante

$$WLc = \frac{P_{wc}}{L_w} \quad ; \quad WLc = \frac{-324,24\text{Kg}}{15,30\text{m}}$$

$$WLc = -30,60\text{Kg/m}$$

Ecuación 50: Carga de Viento sobre parte Vertical de Pórtico

En el ingreso de cargas al modulado del software se tomara en cuenta únicamente la carga de viento en las secciones centrales, esto tanto para verticales como para las diagonales de la estructura. Las cargas en las áreas colaborante centrales son mayores que las de las bordes por lo cual no afecta al dimensionamiento de la estructura.

4.5 Ejecución del Modelado en Sap2000

En este punto se modelara la nave industrial para su posterior análisis de demanda de las distintas secciones que forman la estructura, esto ingresando los factores calculados con anterioridad.

Se debe destacar que el análisis estructural en Sap2000 nos permitirá visualizar detalladamente que secciones trabajan con más demanda, esto optimizara el diseño de la nave industrial, permitiéndonos cambiar secciones a dimensiones mayores o menores si el caso lo permite.

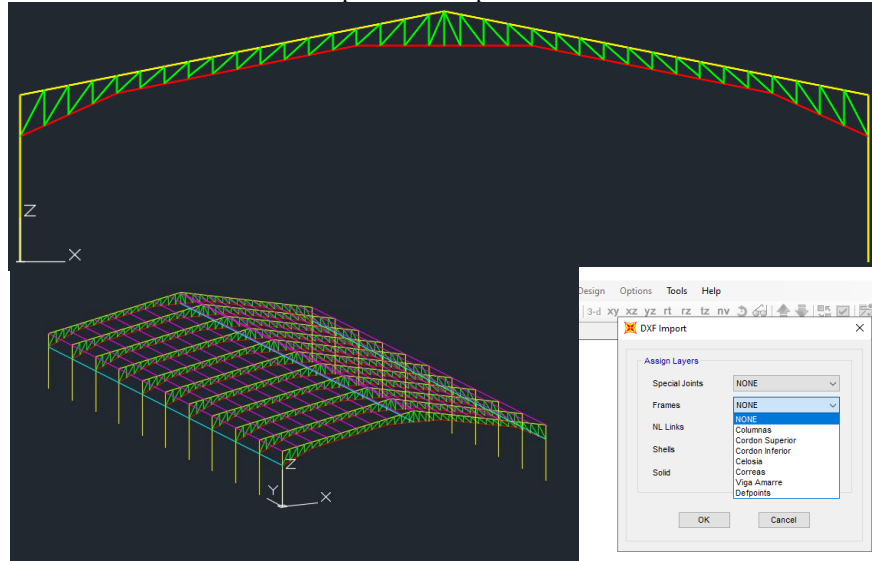
A continuación se mostrará el proceso que se realizará para el análisis estructural, comenzando desde el dibujo, ingreso de cargas, análisis estructural, modificaciones o cambio de secciones, y finalmente un análisis que nos muestre la estructura de 50% a 90% de demanda. Esto nos servirá para el detallado de los planos que se encontrarán en anexos.

4.5.1 Modelado AutoCAD y Sap2000

Una vez conseguidos los datos de pre diseño se procederá a realizar el modelado en el programa Sap2000.

Para un desarrollo más sencillo en la fase de modelado se decidió realizar en AutoCAD 2D y 3D, grabándolo como archivo “dxf”.

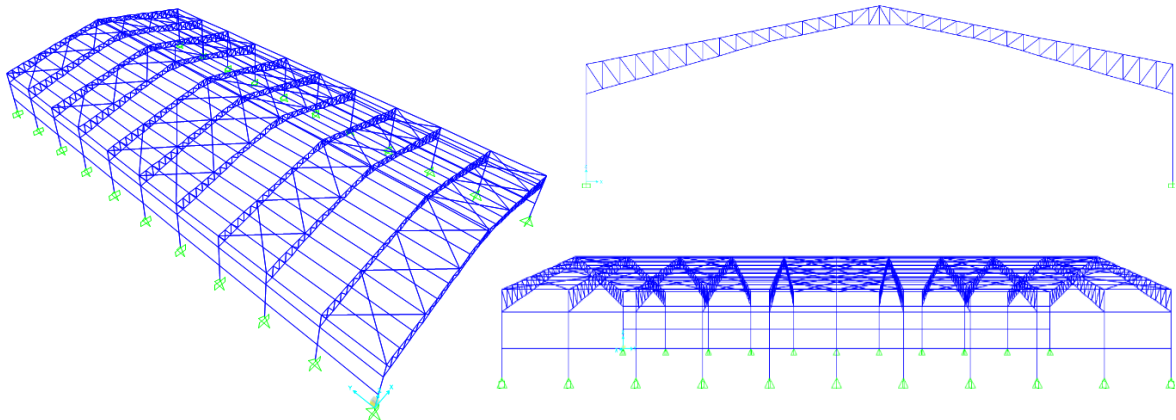
Lustración 15: Modelado en AutoCAD e importado a Sap2000



ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

Como siguiente paso se importó desde el software AutoCAD a Sap2000 el archivo “dxf”, esto nos permitió ingresar el modelado en capas.

Ilustración 16: Modelado en Sap2000



ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

Para poder importar el archivo a Sap2000, se tuvo en cuenta que las unidades de ambos software sean las mismas, además que su punto de origen sea (0;0).

Para el diseño en AutoCAD se procedió a ingresar por capas cada material, mientras que en Sap2000 las capas se las cambia por perfil “Frame sections”.

Antes de poder ingresar los perfiles se designó el material, como lo mencionamos en puntos anteriores el acero a utilizarse es el ASTM A36 con un $f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$.

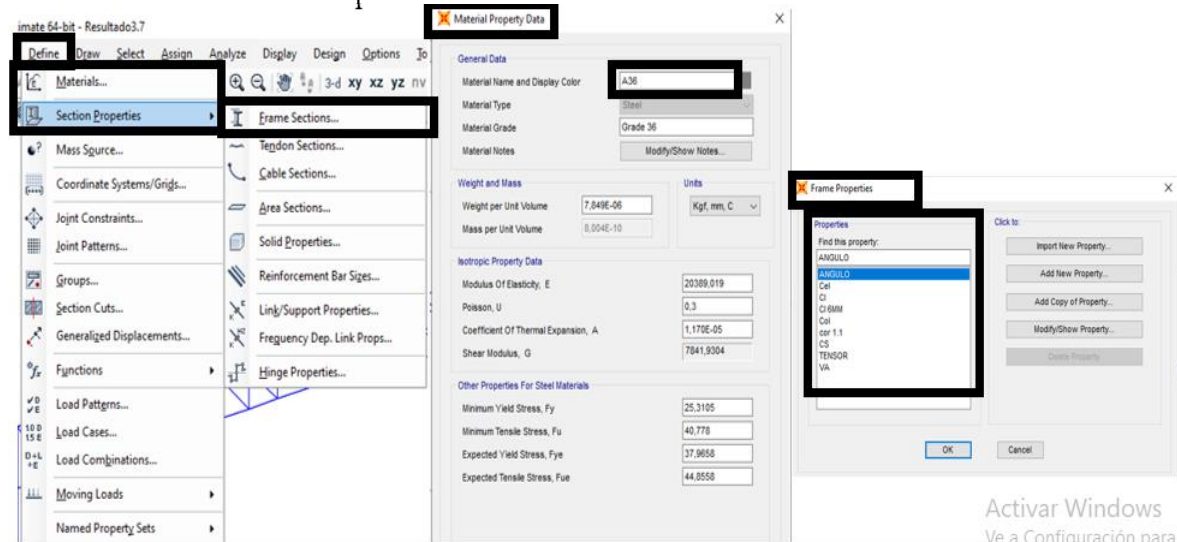
Sacando del catálogo “Dipac” se procedió a ingresar los perfiles que conformar la estructura.

Tabla 22: Lista de perfiles

FUNCIÓN	PERFIL	DIMENSIONES (mm)
COLUMNA	PERFIL "C"	500X250X10
CORDON	PERFIL "C"	200X75X6
CORDON	PERFIL "C"	200X75X5
CORDON	PERFIL "C"	200X75X4
CELOSIAS	ANGULO "L"	50X40X5
CELOSIAS	ANGULO "L"	50X40X4
CELOSIAS	ANGULO "L"	50X40X3
VIGA AMARRE	RECTANGULO	200X100X3
CORREAS	RECTANGULO	150X50X3
SEPARADOR	ANGULO "L"	30X30X3
TENSOR	VARILLA LISA	25.4
CUBIERTA	DIPANEL	8000

FUENTE: DIEGO VELASCO, 2019

Ilustración 17: Modelado en Sap2000



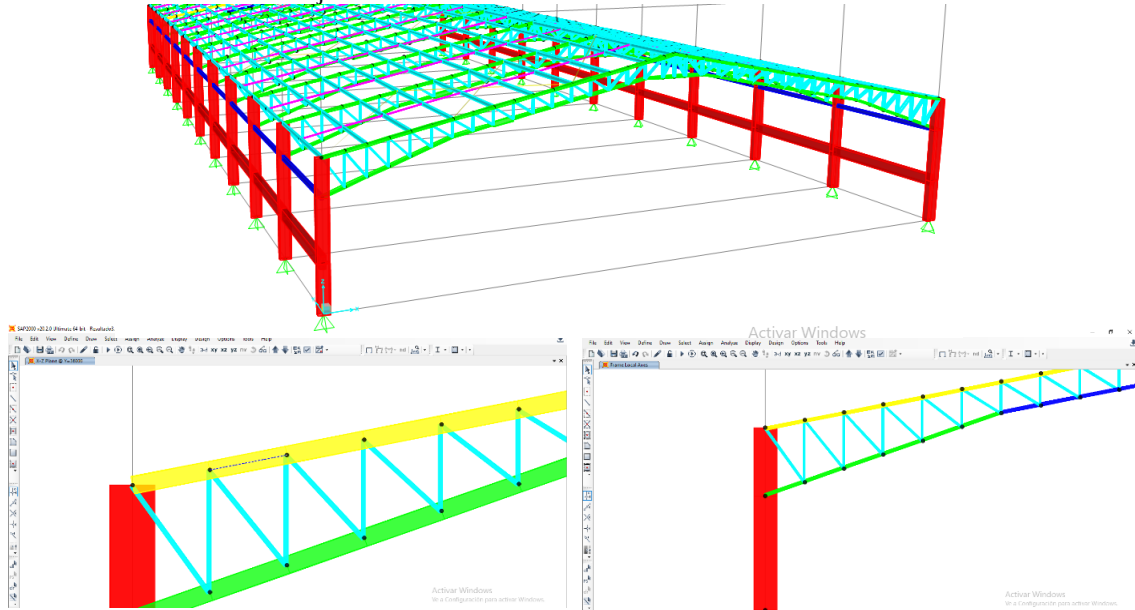
FUENTE: MENU SAP 2000

ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

Como siguiente paso se ingresó apoyos en cada columna.

Una vez ingresado el material y los perfiles comprobamos que los ejes axiales de cada perfil estén correctamente ubicados.

Ilustración 18: Cambio de ejes axiales



FUENTE: SAP 2000

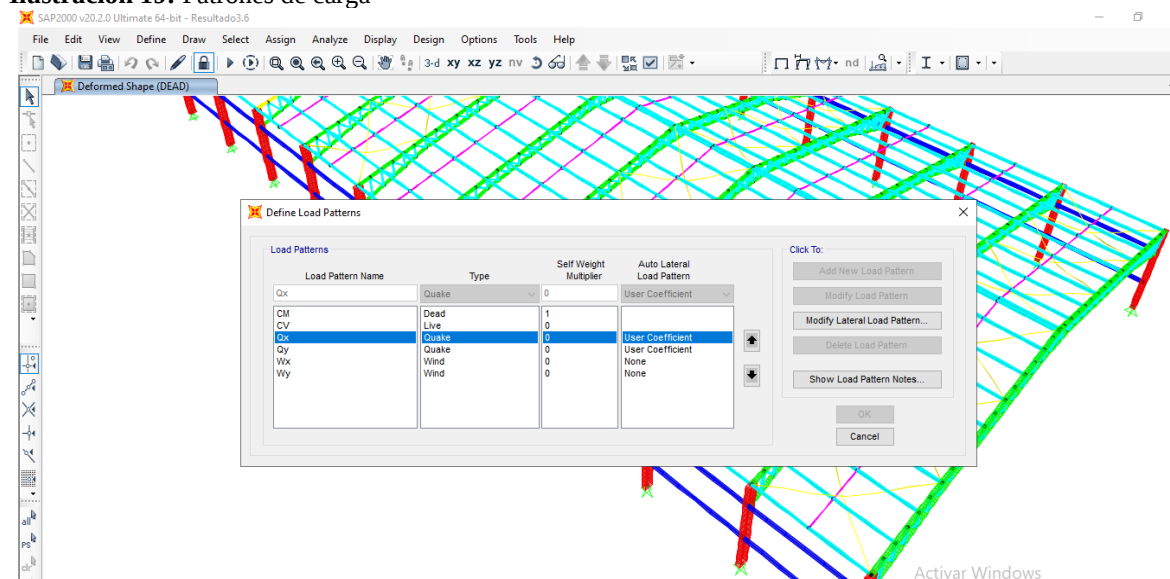
ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

4.5.2 Ingreso de cargas

Terminado el modelado con las características pre-definidas, se procedió al ingreso de las cargas calculadas en puntos anteriores. Para esto se define los patrones de cargas, los casos de carga y las combinaciones de carga.

También se colocará todos los coeficientes de carga en 0 excepto a la carga muerta que multiplicará por el peso propio “(1) self weight multiplier”.

Ilustración 19: Patrones de carga

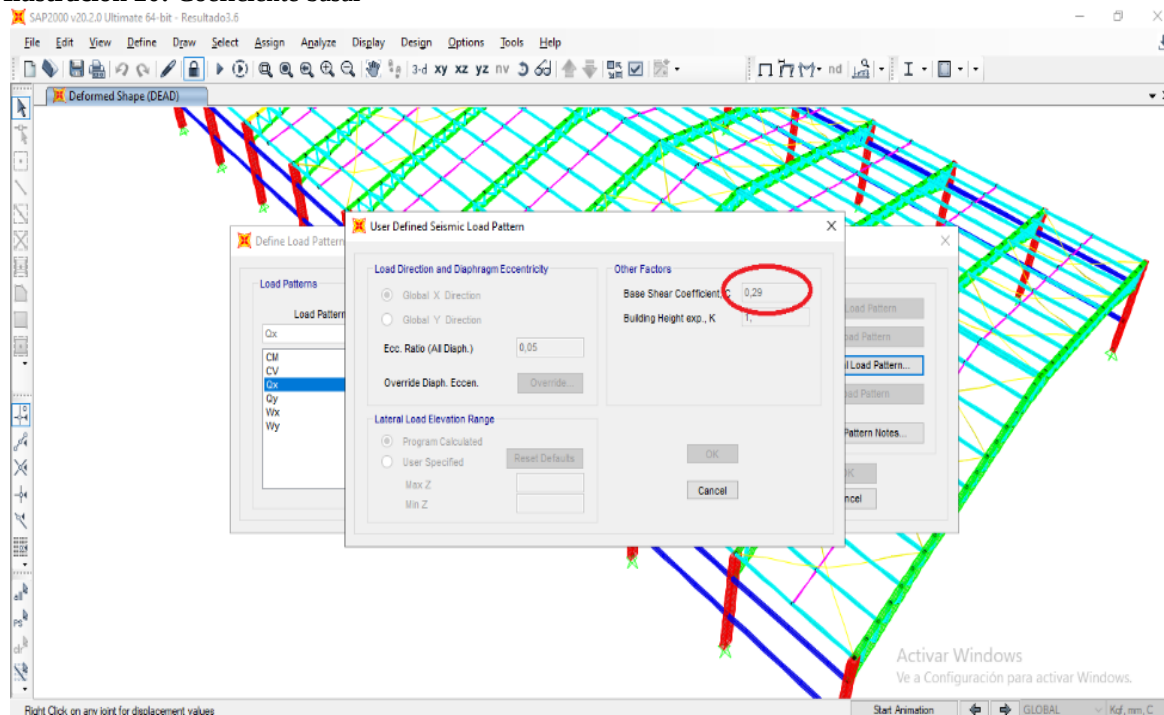


FUENTE: SAP 2000

ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

En los patrones de carga se ubicará el coeficiente basal calculado en el punto 4.3.14, tanto para carga sísmica en x como carga sísmica en y.

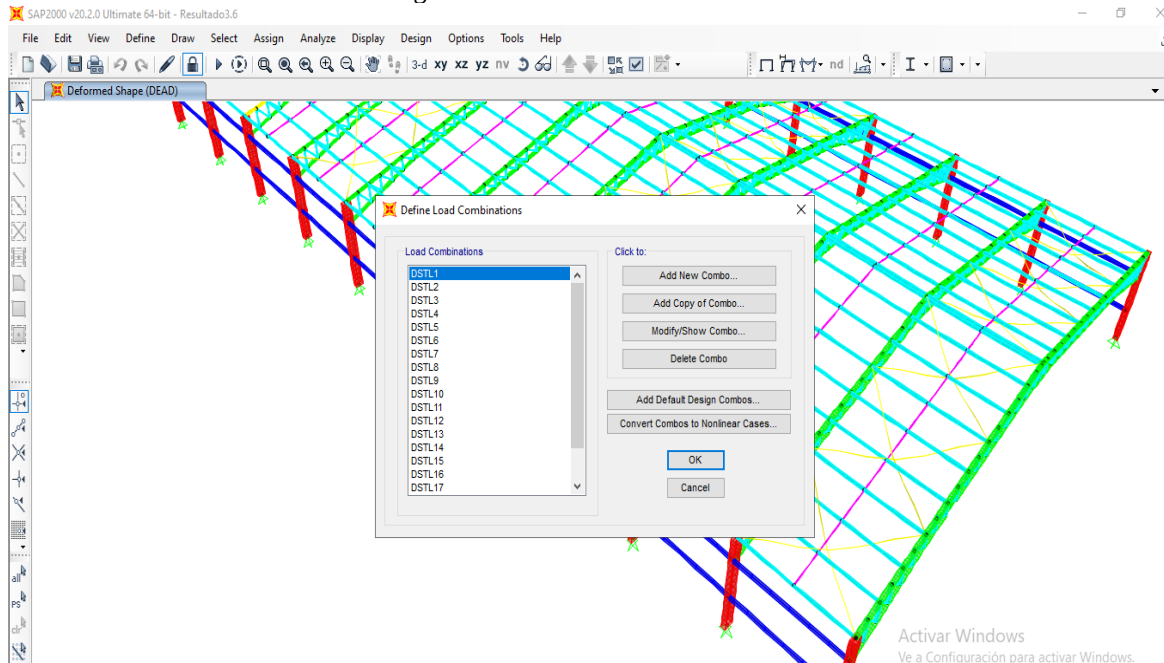
Ilustración 20: Coeficiente basal



FUENTE: SAP 2000

ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

Ilustración 21: Combinaciones de carga



FUENTE: SAP 2000

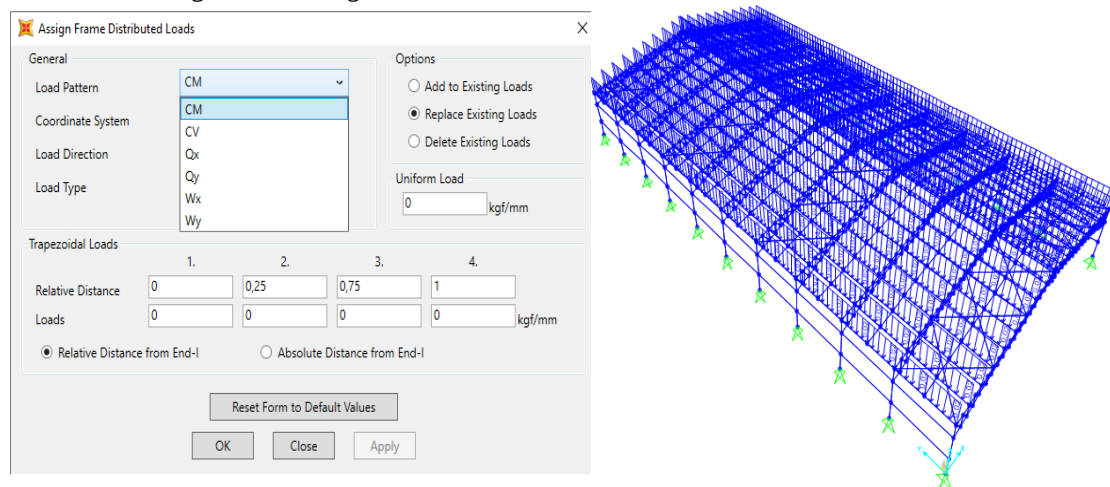
ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

Tabla 23: Resumen de cargas

Carga	Valor	Ubicación
Carga Mueta	17,4 kg/m	Correas
Carga Viva	121,33 kg/m	Correas
Carga de Viento	97,8 kg/m	Columnas
Carga de Viento	10,6 kg/m	Correa
Carga de Viento	-30,6 kg/m	Correas
Cortante basal	0,34	Carga de sismo

FUENTE: DIEGO VELASCO, 2019

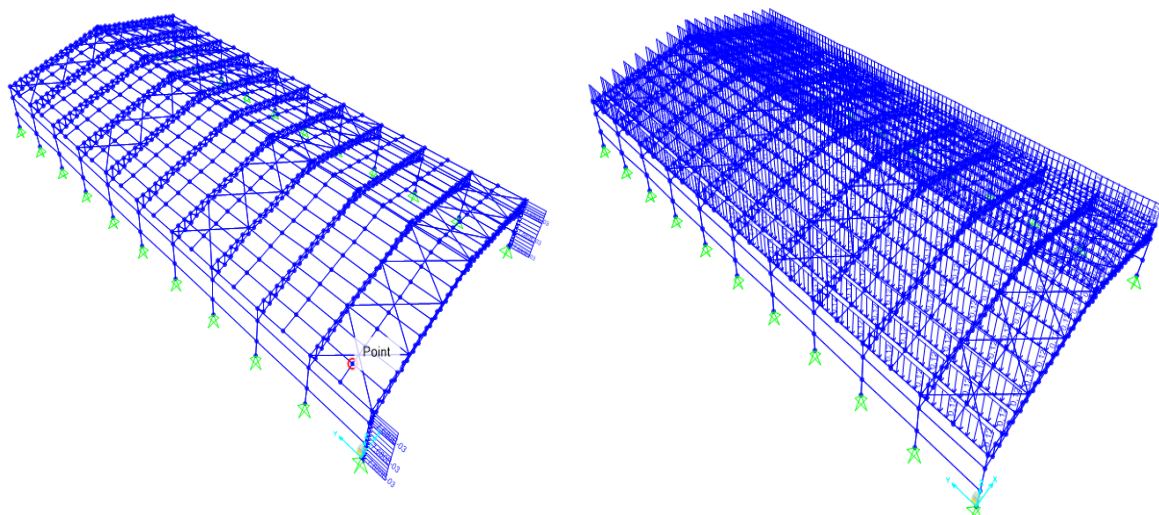
Ilustración 22: Asignación de carga en los elementos



FUENTE: SAP 2000

ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

Ilustración 23: Asignación de cargas en los elemento



FUENTE: SAP 2000

ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

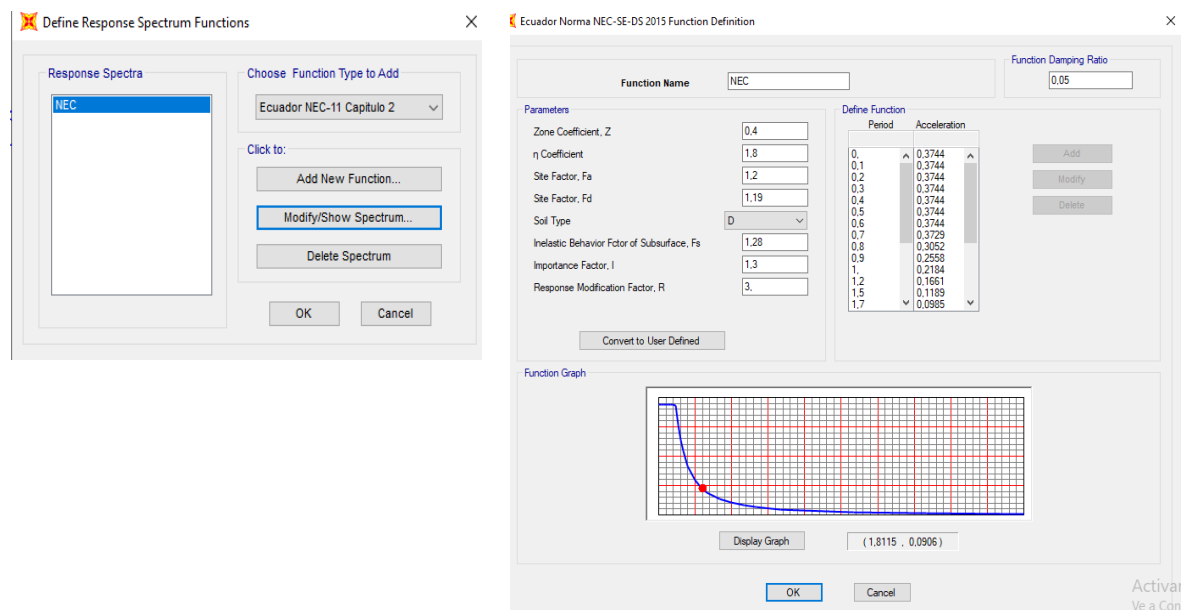
A continuación ingresaremos las variantes necesarias para el espectro de sísmico.

Tabla 24: Resumen de coeficientes del espectro

Carga	Simbolo	Valor
Factor de Zona	Z	0.4
Relación de amplificación espectral	η	1,8
Factor de Sitio	Fa	1,2
Factor de Sitio	F _d	1,19
Tipo de suelo		D
Factor de Comportamiento Inelástico del Suelo	Fs	1,28
Factor de Importancia	I	1,3
Factor de Reducción de Respuesta	R	2,5

FUENTE: DIEGO VELASCO, 2019

Ilustración 24: Función espectral



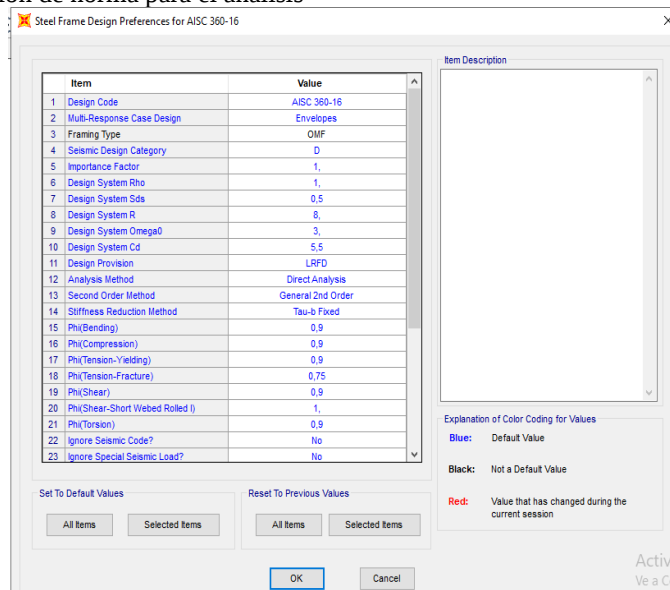
FUENTE: SAP 2000

ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

4.5.3 Análisis de estructura

Como siguiente paso se procede a chequear el código de diseño en el que se realizará el análisis de la estructura, seleccionando el código AISC-360-16 ya que trabaja con el método de cálculo de diseño por factor de carga y resistencia LRFD.

Ilustración 25: Selección de norma para el análisis

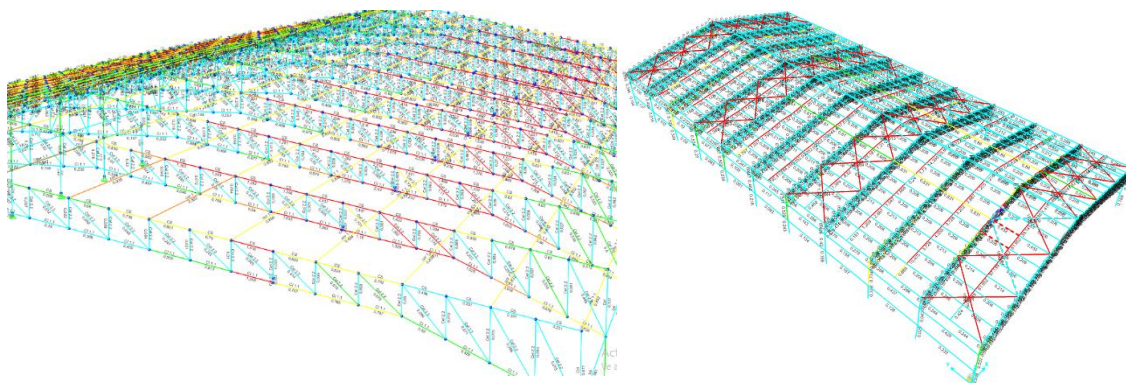


FUENTE: SAP 2000

ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

En la siguiente figura se observa una ilustración con secciones a alta demanda de trabajo, entre las que están el cordón superior e inferior de la mayoría de los pórticos entre otros.

Ilustración 26: Análisis de dimensionamiento 1

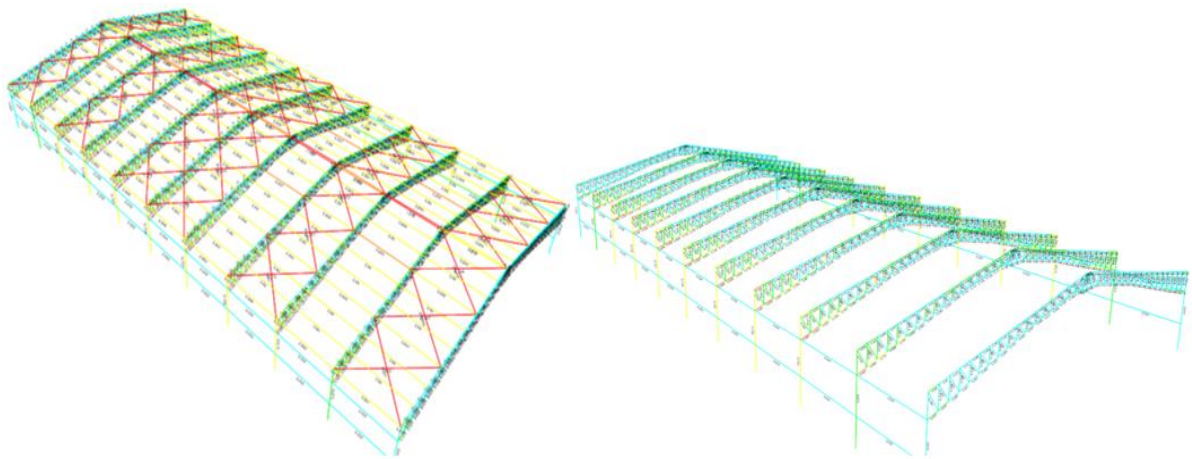


FUENTE: SAP 2000

ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

En la ilustración de análisis 1 de rendimiento se observó la estructura, en la cual se visualizó las desventajas que tenían algunos elementos, así como el sobre dimensionamiento en otros, estos datos permitieron dimensionar de mejor manera el rendimiento de la estructura, dando mayores o menores dimensiones a las secciones que las necesite .

Ilustración 27: Análisis de dimensionamiento 2

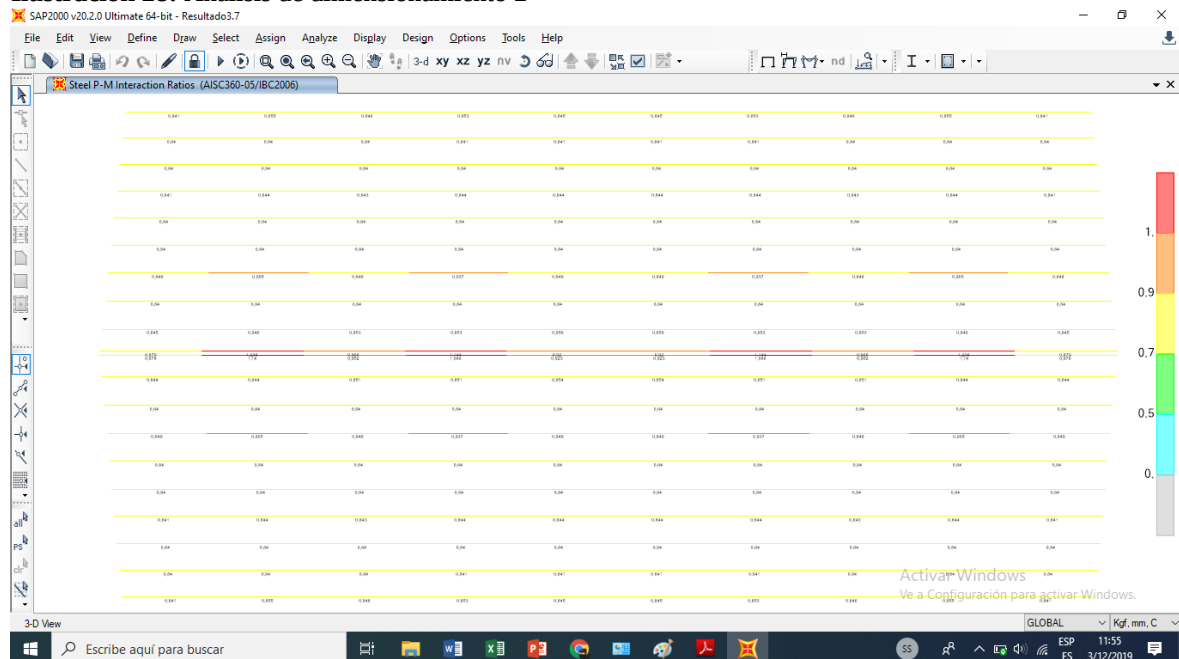


FUENTE: SAP 2000

ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

En el la ilustracion de analisis 2 de rendimiento se visualisa un portico con todos los elementos menos del 100% de rendimiento esepcto algunas correas y los tensores, se visulizan 8 correas de perfil rectangular de 150x50x3mm que fallan, para lo se puede cambiar la seccion a una de mayor espesor, pero como diseñador de la estructura he decidido colocar separadores de perfil l de 30x30x3mm como se muestra en la siguiente ilustracion.

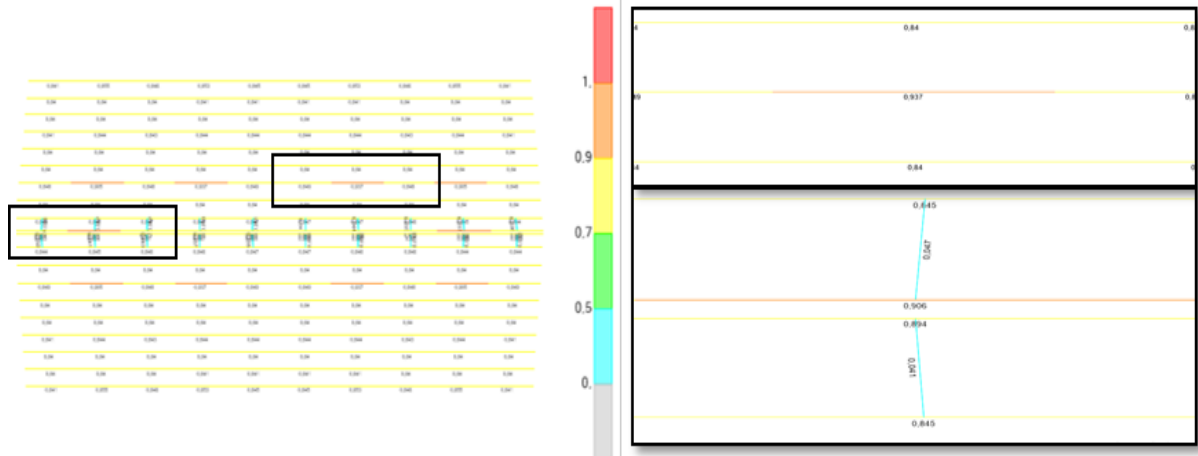
Ilustración 28: Análisis de dimensionamiento 2



FUENTE: SAP 2000

ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

Ilustración 29: Análisis de dimensionamiento 2



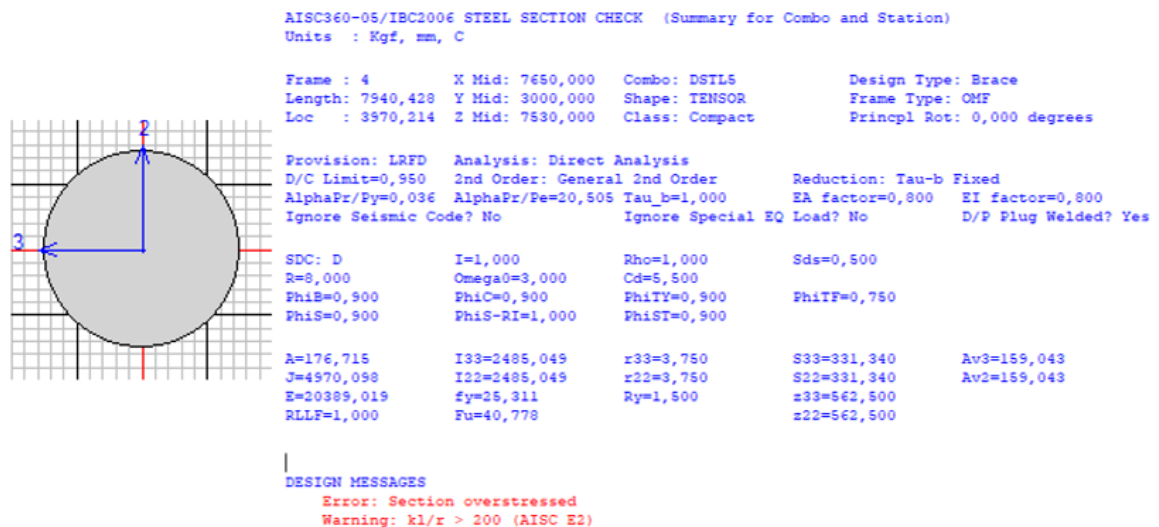
FUENTE: SAP 2000

ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

En la ilustración del análisis 3D visualizamos que los tensores fallan por alta demanda.

Para los tensores se revisó el detalle de sección y se encontró que es falla por sobrecarga, lo cual determinamos que la sección falla por peso propio, esto es una falla común en este tipo de análisis en Sap2000 debido que el software detecta que el tensor se flexiona y lo determina como falla, siendo que la flexión del tensor es algo común en la práctica pero destacando que cumple su función.

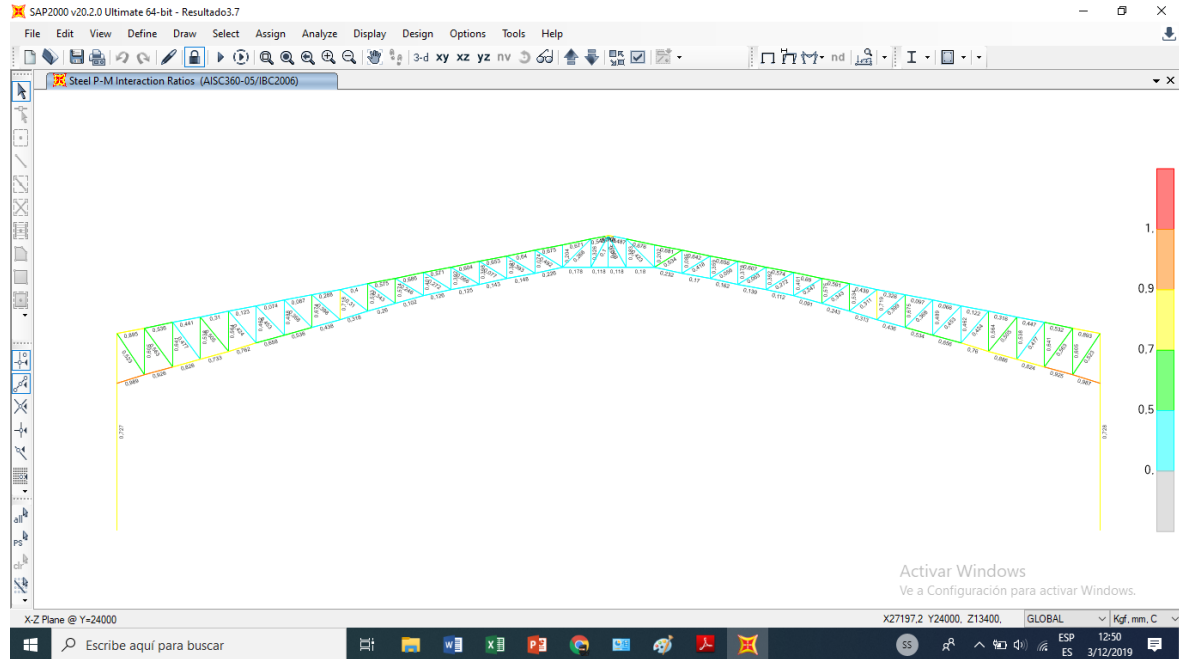
Ilustración 30: Detalle de tensor



FUENTE: SAP 2000

ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

Ilustración 31: Pórtico menos favorable

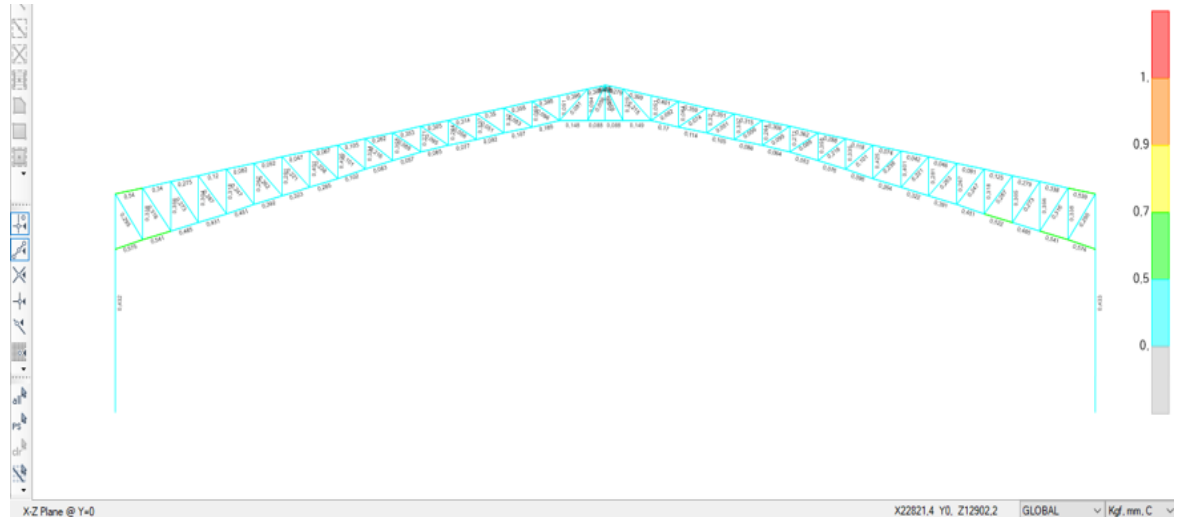


FUENTE: SAP 2000

ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

Finalmente se consiguió como resultado una estructura con un rango satisfactorio de diseño, destacando que en el portico más desfavorable se encontró dos elementos con el 99% de desempeño.

Ilustración 32: Pórtico más favorable

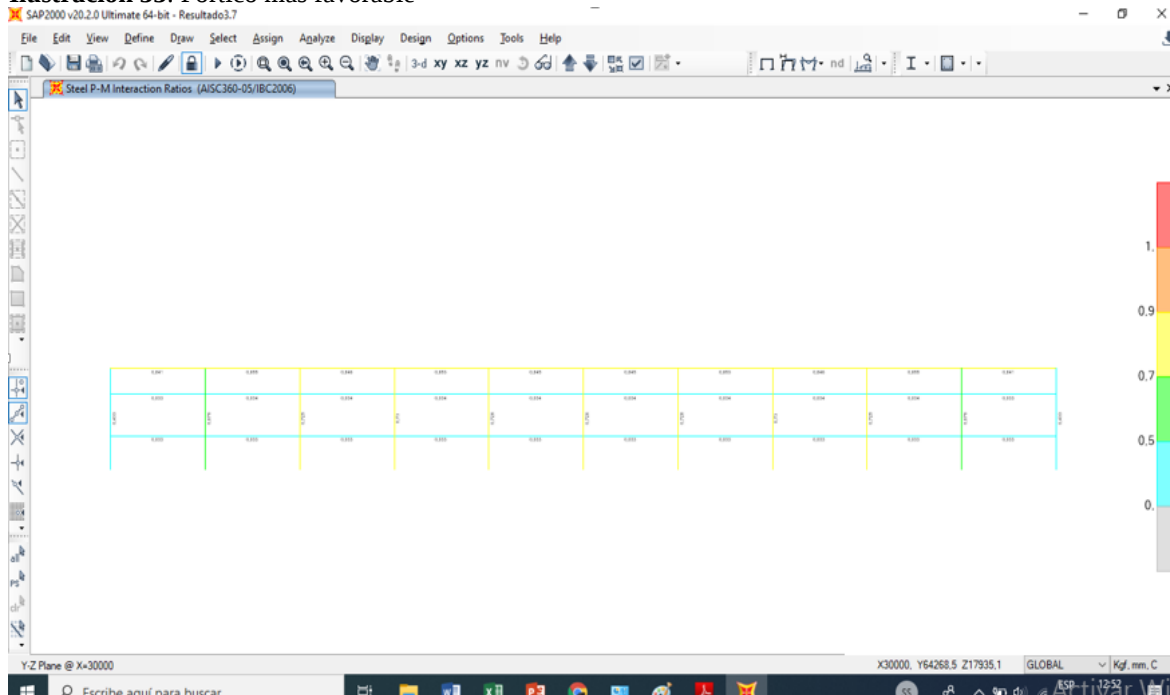


FUENTE: SAP 2000

ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

Las columnas también cumplen con el diseño al estar a un 75% de demanda.

Ilustración 33: Pórtico más favorable



FUENTE: SAP 2000

ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

4.5.4 Comprobación de Columnas

En este punto verificamos de forma manual si las columnas resisten las cargas ingresadas en lo software.

Perfil rectangular 500x250x10mm con 6m de longitud.

Tabla 25: Carga tributaria del pórtico

Descripción	Símbolo	Valor	Unidad	Referencia
Longitud de columna	L	6	m	Plano
Área tributaria del pórtico	A _T	90	m ²	Tabla
Carga tributaria total	P _T	9000	Kgf	AT x P

LABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

$$P_T = A_T(D + P_s) ; P_T = 90\text{m}^2(30 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} + 70 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}) = 9000\text{Kgf}$$

Ecuación 51: Carga tributaria total

Tabla 26: Propiedades del perfil

Descripción	Sim	Valor	Unidad	Referencia
<i>Área del perfil</i>	A _p	146	cm ²	Sap2000
<i>Momento de inercia en x</i>	I _x	16436,2	cm ⁴	Sap2000
<i>Momento de inercia en y</i>	I _y	48448,7	cm ⁴	Sap2000
<i>Espesor</i>	e	0,1	Cm	Sap2000
<i>Radio de giro en x</i>	ρ _x	10,6102	Cm	Sap2000
<i>Radio de giro en y</i>	ρ _y	18,2165	Cm	Sap2000
<i>Módulo de elasticidad</i>	E	2038901,9	kgf/cm ²	Propiedades ASTM A36
<i>Esfuerzo de fluencia</i>	F _y	2530	kgf/cm ²	Propiedades ASTM A36

LABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

Calculo de la esbeltez de la columna:

$$\lambda = \frac{KL}{\rho_{min}} ; \lambda = \frac{KL}{\rho_{min}}$$

Ecuación 52: Esbeltez

Valor recomendado cuando se tiene condiciones de empotrado en la base y articulada en los apoyos K = 0,8 (anexo)

$$\lambda = \frac{0,8 \times 600cm}{10,6102cm} ; \lambda = 45,24$$

Ecuación 53: Esbeltez

Se compara con la esbeltez limite para ver que condicion cumple:

Perfil Esbelto $\lambda \geq C_c$	Perfil Robusto $\lambda < C_c$
--------------------------------------	-----------------------------------

Donde

$$C_c = \sqrt{\frac{2 \times \pi^2 \times E}{F_y \times Q}}$$

Ecuación 54: Esbeltez limite

“Q” esta relaciona al riesgo de pandeo local, para lo cual se debe calcula la esbeltez local.

Si no existe riesgo de pandeo local “Q = 1” caso contrario “Q ≠ 1”

Ancho total del perfil = B

$$\left(\frac{b}{e}\right) = \frac{B - 4e}{e} ; \left(\frac{b}{e}\right) = \frac{500mm - 4 \times 10mm}{10mm} ; \left(\frac{b}{e}\right) = 36$$

Ecuación 55: Esbeltez local

De la tabla 5,2 punto 6 del libro de [5] sacamos la formula de esbeltez limite.

$$\left(\frac{b}{e}\right)_c = \frac{1.990}{\sqrt{F_y}} ; \left(\frac{b}{e}\right)_c = \frac{1.990}{\sqrt{2530 \frac{Kgf}{cm^2}}} ; \left(\frac{b}{e}\right)_c = 39,56$$

Ecuación 56: Esbeltez limite

Se determinó que $\left(\frac{b}{e}\right) < \left(\frac{b}{e}\right)_c$ y Q = 1

$$C_c = \sqrt{\frac{2 \times \pi^2 \times 2038901,9 \frac{Kg}{cm^2}}{2530 \frac{Kgf}{cm^2} \times 1}} ; C_c = 126.13$$

Ecuación 57: Esbeltez limite

Se determinó que $\lambda < C_c =$ PERFIL ROBUSTO

$$\sigma_{cr} = \left[1 - \frac{\lambda^2}{2C_c^2}\right] F_y Q ; \sigma_{cr} = \left[1 - \frac{45,24^2}{2 \times 126,13^2}\right] 2530 \frac{Kgf}{cm^2} \times 1$$

$$\sigma_{cr} = 2367 \frac{Kgf}{cm^2}$$

Ecuación 58: Tensión crítica

El factor de seguridad es dada por la siguiente formula, ya que cumple con las siguientes condiciones:

Perfil laminado, armado y en partícula para perfiles plegados donde Q = 1 y e ≥ 3

$$FS = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \left[\frac{\lambda}{C_c} \right] - \frac{1}{8} \left[\frac{\lambda^3}{C^3} \right] ; FS = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \left[\frac{45,24}{126,13} \right] - \frac{1}{8} \left[\frac{45,24^3}{126,13^3} \right]$$

$$FS = 1,53$$

Ecuación 59: Factor de seguridad

Con el factor de seguridad se calcula:

$$\sigma_{Adm} = \frac{\sigma_{cr}}{FS} ; \sigma_{Adm} = \frac{2367 \frac{Kgf}{cm^2}}{1,53} ; \sigma_{Adm} = 1547 \frac{Kgf}{cm^2}$$

Ecuación 60: Tensión admisible

La tensión de trabajo debe ser: $\sigma_T \leq \sigma_{adm}$

$$\sigma_T = \frac{P_T}{A_p} ; \sigma_T = \frac{9000 Kgf}{146 cm^2} ; \sigma_T = 61,64 \frac{Kgf}{cm^2}$$

Ecuación 61: Tensión de trabajo

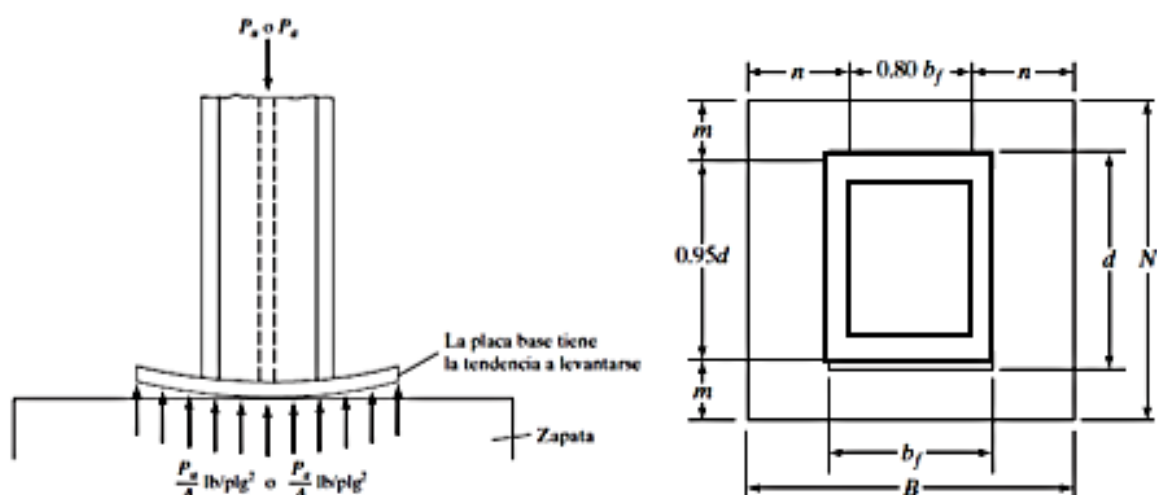
En conclusión el perfil cumple con la demanda de compresión axial de diseño, ya que:

$$\sigma_T = 61,64 Kgf/cm^2 \leq \sigma_{Adm} = 1515 Kgf/cm^2$$

4.5.5 Calculo de placa base

La Especificación del AISC no estipula un método específico para diseñar placas base de columnas. El método presentado aquí se basa en la guía de cálculo mostrada por el libro de diseño de estructuras [5].

Ilustración 34: Placa base



FUENTE: Diseño de Estructuras de Acero – McCormac /Csernak

En el diseño de la nave industrial se planteo una placa base con las siguientes variantes.

Tabla 27: Coeficientes placa base

Descripción	Símbolo	valor
Esfuerzo de fluencia A36	F_y	2530 Kg/cm ²
Resistencia a compresión del concreto a los 28 días	f'_c	240 Kg/cm ²
Longitud de concreto	N	70 cm
Ancho de concreto	B	45 cm
Área de concreto	A_2	3150 cm ²
Carga total a la placa	P_u	16385 Kg
Ancho del perfil	b_f	25 cm
Largo total del perfil	b	50 cm
Área del perfil	A_{1M}	1250 cm ²
Largo de la placa	d	70 cm
Ancho de la placa	df	45cm
Are de la placa determinada	A_{1E}	3150 cm ²

LABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

La resistencia de diseño de contacto del concreto debajo de la placa base debe ser por lo menos igual a la carga soportada. Cuando la placa base cubre el área total del concreto, la Resistencia nominal de contacto del concreto (P_p) es:

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

Ecuación 62: Carga total

Despejando A_1 y donde $\sqrt{(A^2/A^1)} = 1$

$$A_{1T} = \frac{Pu}{\phi_c(0,85f_c)\sqrt{\frac{A_2}{A_1}}}$$

$$A_{1T} = \frac{16385 \text{ Kg}}{0,65 (0,85 \times 240 \text{ Kg/cm}^2)1} ; A_{1T} = 124\text{cm}^2$$

Ecuación 63: Área teórica de la placa

Una vez calculada la área A_{1T} se observa que: $A_{1T} < A_{1E}$ y que $A_{1E} > A_{1M}$

Comprobado que el área terminada de la placa cumple con las demandas de area se confirma A_{1E} como área de la placa.

Para comprobar las dimensiones de la placa tenemos:

$$N = \sqrt{A_1} + \Delta \text{ y } B = A_1/N$$

$$\Delta = \frac{0,95d - 0,8b_f}{2} ; \Delta = \frac{0,95(50\text{cm}) - 0,8(25\text{cm})}{2} ; \Delta = 13,75$$

$$N = \sqrt{3150\text{cm}^2} + 13,75 ; N = 70 \text{ cm}$$

$$B = 3150\text{cm}^2/69,83\text{cm} ; B = 45$$

Ecuación 64: Dimensiones de la palca

Comprobando la resistencia de contacto con el concreto

$$\phi_c P_p = \phi_c(0,85f_c A_1) \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} ; 0,65 \times 0,85 \times 240 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \times 3150\text{cm}^2 \times 1$$

$$\phi_c P_p = 417690 \text{ Kg} > 16385 \text{ Kg} = P_p > P_u$$

Ecuación 65: Resistencia de contacto con el concreto

Resistencia nominal del concreto es mayor que la que la carga que se transmite uniformemente la estructura a través de la placa

4.5.5.1 Espesor de la placa

Para el cálculo de espesor se debe determinar “l” siendo esta una variante que depende del valor más grande de m, n, n`.

$$m = \frac{N - 0,95d}{2} ; m = \frac{70 \text{ cm} - 0,95 \times 50 \text{ cm}}{2} ; m = 11,25 \text{ cm}$$

$$n = \frac{B - 0,85d_f}{2} ; n = \frac{45 \text{ cm} - 0,85 \times 25 \text{ cm}}{2} ; n = 11,875 \text{ cm}$$

$$n' = \frac{\sqrt{dd_f}}{4} ; n' = \frac{\sqrt{50 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}}}{4} ; n' = 17,7 \text{ cm}$$

Espesor requerido con “l” = al número mayor de m, n, n` = 17,7 cm

$$T_{req} = l \sqrt{\frac{2P_u}{0,9F_yBN}} ; T_{req} = 17,7 \text{ cm} \sqrt{\frac{2 \times 16385 \text{ Kg}}{0,9 \times 2530 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \times 45 \text{ cm} \times 70 \text{ cm}}}$$

$$T_{req} = 1,2 \text{ cm}$$

Ecuación 66: Espesor de la placa

Placa rectangular de acero ASTM A36 de (700x450x12) mm

4.5.6 Diseño de pernos

El diseño de los pernos de anclaje requiere que resista una fuerza a tensión dada por el momento máximo del apoyo más desfavorable del modelado Sap2000, de igual manera se propone 3 pernos en el lado más grande y 2 pernos en el más corto, con un total de 8 pernos por placa.

Tabla 28: Coeficientes placa base

Momento de sap2000	M	3803996 Kg/cm
Numero de pernos por lado	N	2
Diámetro del perno	d _{pern}	20 mm
Distancia entre centros de pernos	d _o	600 mm

LABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

$$M = nFdo$$

Ecuación 67: Momento para pernos de anclaje

Despejando la F:

$$F = \frac{M}{ndo} ; F = \frac{3803996 \frac{Kg}{cm}}{3 \times 60 cm} ; F = 21133 Kg$$

Ecuación 68: Fuerza de tensión requerida por el anclaje

Entonces se requiere que el perno soporte $F = 21133 Kg = 21,133 Ton$; El método LRFD nos propone que para calcular la resistencia del perno de anclaje sea con la siguiente expresión:

$$F \leq T_u = 0,75\phi_T F_U A_g$$

Ecuación 69: Resistencia del perno de anclaje

Tabla 29: Coeficientes placa base

Factor de resistencia a la tensión LRFD	ϕ_T	0,9
Esfuerzo a la ruptura de la varilla de acero A36	F_u	4080 kg/cm ²
Área del perno	A_g	3,142 cm ²
Distancia entre centros de pernos	d_o	600 mm

ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

$$T_u = 0,75\phi_T F_U A_g \quad T_u = 0,75 \times 0,9 \times 4080 \frac{Kg}{cm^2} \times 3,142 cm^2$$

$$T_u = 8653,1Kg = 8,6531Ton \geq F = 21133Kg = 21,133Ton$$

Ecuación 70: Resistencia del perno

El perno cumple con la demanda

Calculo de la longitud del perno de anclaje dentro del plinto.

$$L_h = \frac{T_u/2}{0,7f'_c d} ; L_h = \frac{\frac{8653,1Kg}{2}}{0,7 \times 240 \frac{Kg}{cm^2} \times 2cm}$$

$$L_h = 12,88 cm \approx 13 cm$$

Ecuación 71: Longitud del perno

Como conclusión tenemos que la longitud necesaria para soportar la demanda es de 13cm pero por facilidades de montaje se tomata una longitud de 40 cm

Pernos de Acero ASTM A36 de Ø 20mm x 400 mm de longitud

4.6 Costos para construcción de la nave industrial

La lista de materiales para llevar a cabo la construcción de la nave industrial se elaboró en base a los datos arrojados por el programa SAP 2000, después de haber realizado la simulación. Los materiales necesarios se pueden observar en la tabla 30.

Para poder determinar el costo del acero ASTM 36 para la construcción de la nave industrial, se consultó los precios establecidos por el Servicio Nacional de Contratación de compras Públicas. Se utilizó ésta información debido a que la Universidad Técnica Estatal de Quevedo es una entidad pública y está obligada a contratar mediante este organismo. Según la tabla 31 el total de costo en acero ASTM 36 es de \$ 45.870,70.

El costo del montaje de la estructura también se calculó con los datos de la página de SERCOP, según la tabla 28 el total de costos de montaje de estructura es de \$ 57.013,49; la misma sumada con el valor total del acero ASTM 36 da como resultado \$ 102.884,19. Siendo éste valor el costo total para poder llevar a cabo la construcción de la nave industrial.

Tabla 30: Lista de materiales acero ASTM A36

LISTA DE MATERIALES ACERO ASTM A36					
Ubicación	Perfil	Dimensiones mm	Piezas en 6m	m	Kg
Columna	Perfil "C"	500X250X10	22	132	15127
Cordón	Perfil "C"	200X75X6	12	71	1126
Cordón	Perfil "C"	200X75X5	45	270	3602
Cordón	Perfil "C"	200X75X4	56	336	3607
Celosías	Angulo "L"	50X40X5	27	164	1161
Celosías	Angulo "L"	50X40X4	24	143	817
Celosías	Angulo "L"	50X40X3	87	520	2251
Viga amarre	Rectángulo	200X100X3	40	240	3323
Correas	Rectángulo	150X50X3	200	1200	10964
Separador	Angulo "L"	30X30X3	4	26	35
Tensor	Varilla lisa	25.4	94	567	786
Placa base	Acero	700x450x20	3u	7 m ²	1472
Cubierta	Dipanel	8000	240u	1800m ²	12178
Pernos	Grado 5	20x400		176 u	
Peso Total					56449

FUENTE: SAP 2000

ELABORADO: DIEGO VELASCO, 2019

Tabla 31: Costos de acero ASTM A36

COSTOS DE ACERO ASTM A 36				
Ubicación	Perfil	Kg (uni)	Valor unitario	Valor Total
Columna	Perfil "C"	15127	\$ 0.79	\$ 1.1950,3
Cordón	Perfil "C"	1126	\$ 0.79	\$ 889,5
Cordón	Perfil "C"	3602	\$ 0.79	\$ 2.845,6
Cordón	Perfil "C"	3607	\$ 0.79	\$ 2.849,5
Celosías	Angulo "L"	1161	\$ 0.79	\$ 917,2
Celosías	Angulo "L"	817	\$ 0.79	\$ 645,4
Celosías	Angulo "L"	2251	\$ 0.79	\$ 1.778,3
Viga amarre	Rectángulo	3323	\$ 0.79	\$ 2.625,2
Correas	Rectángulo	10964	\$ 0.79	\$ 8.661,6
Separador	Angulo "L"	35	\$ 0.79	\$ 27,7
Tensor	Varilla lisa	786	\$ 0.79	\$ 620,9
Placa base	Acero	1472	\$ 0.79	\$ 1.162,9
Cubierta	Dipanel	12178	\$ 0.79	\$ 9.620,6
Pernos	Grado 5	(167)	\$ 7.64	\$ 1.276,0
Valor Total				\$ 45.870,70

FUENTE: COMPRAS PÚBLICAS**ELABORADO:** DIEGO VELASCO, 2019**Tabla 32:** Costos de montaje de acero ASTM A36

COSTOS DE ACERO ASTM A 36				
Ubicación	Perfil	Kg (uni)	Valor unitario	Valor Total
Columna	Perfil "C"	15127	1,01	\$ 15.278,27
Cordón	Perfil "C"	1126	1,01	\$ 1.137,26
Cordón	Perfil "C"	3602	1,01	\$ 3.638,02
Cordón	Perfil "C"	3607	1,01	\$ 3.643,07
Celosías	Angulo "L"	1161	1,01	\$ 1.172,61
Celosías	Angulo "L"	817	1,01	\$ 825,17
Celosías	Angulo "L"	2251	1,01	\$ 2.273,51
Viga amarre	Rectángulo	3323	1,01	\$ 3.356,23
Correas	Rectángulo	10964	1,01	\$ 11.073,64
Separador	Angulo "L"	35	1,01	\$ 35,35
Tensor	Varilla lisa	786	1,01	\$ 793,86
Placa base	Acero	1472	1,01	\$ 1.486,72
Cubierta	Dipanel	12178	1,01	\$ 12.299,78
Valor Total				\$ 57.013,49

FUENTE: COMPRAS PÚBLICAS**ELABORADO:** DIEGO VELASCO, 2019

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

- Determinando las necesidades de las diferentes carreras de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, se concluye mediante entrevista a docentes y encuestas a estudiantes y profesionales graduados en nuestra universidad, que es una adquisición de vital importancia, tanto para la universidad como para el desarrollo y empoderamiento de los futuros y actuales profesionales en nuestro medio, incluso a nivel nacional e internacional. De las siete carreras que oferta la FCI, cabe destacar que la demanda de profesionales de ingeniería en nuestro medio son altas, y están en constante competencia laboral, pero por la inseguridad y en algunos casos la incapacidad en la práctica de nuestros profesionales no logran ocupar esa plaza de trabajo.
- En la determinación de la ubicación, distribución y dimensionamiento de la nave industrial se partió de determinar las necesidades, donde se definió la cantidad de laboratorios y el campus donde iría la nave industrial. Finalmente regido en normas y criterio de distribución, se concluyó ubicarlo al final del ingreso principal de la Finca Experimental La María, este espacio contará con un área de 1800m², un frente de 30m y fondo de 60m, mencionado espacio tendrá tres accesos, un auditorio, una oficina, dos baños, una bodega y dieciocho laboratorios de ingeniería.
- En el diseño de la nave industrial se seleccionó el software Sap2000, donde se pudo realizar un análisis de cargas en la estructura, esto logrando ser más preciso en la hora de dimensionar cada elemento de la misma. En el interfaz que muestra la capacidad de los elementos estructurales, permitió cambiar elementos que logren hacer trabajar a la estructura casi a su máxima capacidad concluyendo con una estructura que en su 90% de elementos cumplía con un rango de 0 a 95 % de capacidad y en su pórtico más desfavorable tenía únicamente dos elementos del cordón superior a máxima capacidad.
- Finalmente se presenta un presupuesto de montaje y materia prima de toda la nave industrial de \$ 102.884,19, sin mampostería, mobiliario, maquinaria e insumos de laboratorio. De los cuales \$ 45.870,70 son de acero estructural ASTM A 36 entre perfiles "C", angulos, rectángulos, varillas lisas, placas bases y cubierta. El montaje de la estructura en acero ASTM A 36 tuvo un costo de \$ 57.013,49.

5.2. Recomendaciones

- Este trabajo en el cual se determino las necesidades de laboratorios, se recomienda la pronta ejecución de la nave industrial, esto para fortalecer el desarrollo de la universidad así como de talento humano de sus estudiantes, además se recomienda una extensión del estudio enfocado al equipamiento de cada laboratorio.
- Teniendo en cuenta la información obtenida en este trabajo se planteó la ubicación, partiendo, de tal, se distribuyó los laboratorios, entre otras áreas, por lo cual se recomienda que una vez asignado el espacio de la nave industrial, si amerita el caso y un profesional lo dispone se puede renconsiderar los accesos de la nave industrial.
- Este trabajo presenta un diseño basado en las normas ecuatorianas de la construcción NEC-2015, por lo cual se recomienda que en caso de ejecución de la nave industrial, se tome específicamente los miembros seleccionados, por este motivo se presenta en anexos un conjunto de planos a detalle para su montaje.
- Finalmente se recomienda, que se realice nuevamente el presupuesto de rublos de materia prima y montaje de la estructura actualizadas, si el proyecto no es ejecutado en un corto periodo, por a las variciones de costos que se dan constantemente.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFIA

Bibliografía

- [1] S. Vinnakota, Estructuras de acero: Comportamiento y LRFD, Primera ed., R. A. D. B. Alayon, Ed., Mexico D.F.: Mc Graw Hill, 2006, p. 3.
- [2] Anonimo, «Acero Material Estructural,» 27 Marzo 2015. [En línea]. Available: <http://aceromaterialestructural.blogspot.com/>. [Último acceso: 24 10 2019].
- [3] C. SPAIN, «Computers and Structures,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.csiespana.com/software/2/sap2000#>. [Último acceso: 23 Octubre 2019].
- [4] L. O. Fuentes, *ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN GALPÓN METÁLICO*, Guayaquil, Guayas, 2018, p. 7.
- [5] S. F. C. Jack C. McCormac, Diseño de estrcuturas de acero, Quinta ed., L. Á. L. Díaz, Ed., Mexico D.F.: Alfaomega Grupo Editor, S.A., 2012, p. 736.
- [6] L. G. U. R. P. C. J. T. V. J. M. E. Diego Aulestia Valencia, «Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda,» Diciembre 2014. [En línea]. Available: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-DS-Peligro-S%C3%ADsmico-parte-1.pdf>. [Último acceso: 2019 Octubre 14].
- [7] D. K. Chunga, Geología de Terremotos y Tsunami, Quito, Pichincha: Sección Nacional del Ecuador del Instituto Panamericano de Geografía e Historia, IPGH, 2016, p. 329.
- [8] S. M. José Giner, Sismicidad y riesgo sismico en la C.A.V., Alicante: Editorial Club Universitarios, 2001, p. 117.
- [9] L. G. U. R. P. C. J. T. V. J. M. E. Diego Aulestia Valencia, «Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda,» Diciembre 2014. [En línea]. Available: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-CG-Cargas-S%C3%ADsmicas.pdf>. [Último acceso: 14 Octubre 2019].

- [10] C. A. Ahumada, «Construccion en acero,» 2010. [En línea]. Available: http://www.construccionenacero.com/sites/construccionenacero.com/files/publicacion/especificacion_ansi-aisc_360-10_para_construcciones_de_acero.pdf. [Último acceso: 6 octubre 2019].
- [11] N. Sanchez, Introducción a la Ingenieria Industrial, Caracas: Texto UNA, 2014.
- [12] R. Muther, Distribucion en planta, SEGUNDA ed., Barcelona: Editorial Hispano Europea, 1970.
- [13] I. D. O. J. M. C. M. A. P. H. J. S. M. M. S. S. Jorge Cañada Clé, Manual para el profesor de seguridad y salud en el trabajo, Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2009.
- [14] Asamblea Nacional Republica del Ecuador, «Asamblea Nacional,» 20 Octubre 2008. [En línea]. Available: <https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/private/asambleanacional/files/asambleanacionalnameuid-29/constitucion-republica-inc-sent-cc.pdf>. [Último acceso: 4 Octubre 2019].
- [15] C. T. e. I. Secretaria de Educacion Superior, «Educacion Superior,» 12 Octubre 2010. [En línea]. Available: <https://www.educacionsuperior.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/loes.pdf>. [Último acceso: 8 Octubre 2019].
- [16] LOCTITE TEROSON, «Seguridad en el taller: Claves y consejos,» Henkel Iberica S.A., Barcelona, 2018.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

ANEXO 1: Encuesta a estudiantes, graduados y coordinadores de las carreras de la FCI

UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIRÍA

ESTUDIANTE __ GRADUADO __ COORDINADOR __

1.- ¿Considera Ud. que las materias y contenidos de la malla actual de su carrera son los adecuados?

Muy de acuerdo ()

De acuerdo ()

Poco de acuerdo ()

Desacuerdo

2.- ¿Está de acuerdo con el contenido de prácticas que hasta el momento se realizan en las materias de su carrera?

Muy de acuerdo ()

De acuerdo ()

Poco de acuerdo ()

Desacuerdo ()

3.- ¿Está de acuerdo con el método con el que se realizan las practicas?

Muy de acuerdo ()

De acuerdo ()

Poco de acuerdo ()

Desacuerdo ()

4.- ¿En todas las materias de especialización fueron realizadas las prácticas?

Si ()

No ()

5.- ¿Está de acuerdo que las prácticas que se realizan en un laboratorio ayuda a entender mejor los conceptos vertidos por los docentes de cada materia?

Muy de acuerdo ()

De acuerdo ()

Poco de acuerdo ()

Desacuerdo ()

6.- Aparte de los talleres existentes en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería. ¿Estaría bien tener un laboratorio especializado para cada carrera?

Muy de acuerdo ()

De acuerdo ()

Poco de acuerdo ()

Desacuerdo ()

7.- ¿Conoce actualmente si la Universidad Técnica Estatal de Quevedo ha equipado, implementado o mejorado los laboratorios de prácticas?

Si ()

No ()

8.- Si su respuesta anterior es positiva ¿Considera que los laboratorios Universidad Técnica Estatal de Quevedo se han equipado con tecnología moderna que satisface las necesidades?

Muy de acuerdo ()

De acuerdo ()

Poco de acuerdo ()

Desacuerdo ()

9.- ¿Considera oportuno la construcción de una nave industrial que acoja todos los laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería?

Muy de acuerdo ()

De acuerdo ()

Poco de acuerdo ()

Desacuerdo ()

10.- ¿Señale los laboratorios que cree Ud. que son los más importantes en la formación ingenieros?

Laboratorio de seguridad industrial ()

Laboratorio de máquinas-herramientas ()

Laboratorio de mecánica informática ()

Laboratorio de transferencia de calor ()

Laboratorio de laboratorio de fluidos ()

Laboratorio de energías alternativas y eficiencia energética ()

Laboratorio de automatización de procesos mecánicos ()

Laboratorio de resistencia de materiales ()

Laboratorio de soldadura ()

Laboratorio de fundición ()

Laboratorio de ensayos no destructivos ()

Laboratorio de nuevos materiales ()

Laboratorio de conformado mecánico ()

Planta piloto ()

Laboratorio de envase y embalaje ()

Laboratorio de química analítica ()

Laboratorio de transferencia de calor ()

Laboratorio de operaciones unitarias ()

Laboratorio de termodinámica ()

Laboratorio de investigación de procesos químicos ()

Laboratorio de análisis instrumental ()

Laboratorio de circuitos eléctricos y mediciones ()

Laboratorio de control de máquinas eléctricas ()

Laboratorio de control de procesos industriales ()

Laboratorio de control industrial ()

Laboratorio de electrónica de potencia ()

Laboratorio de sistemas eléctricos de potencia ()

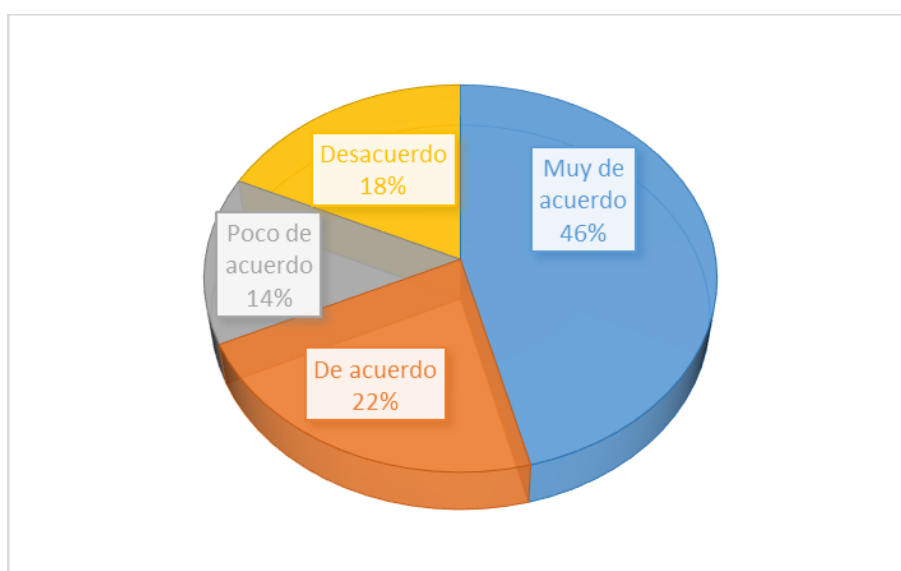
Laboratorio de alto voltaje ()

Laboratorio de máquinas eléctricas ()

ANEXO 2: Tabulación de encuesta

1.- ¿Considera Ud. que las materias y contenidos de la malla actual de su carrera son los adecuados?

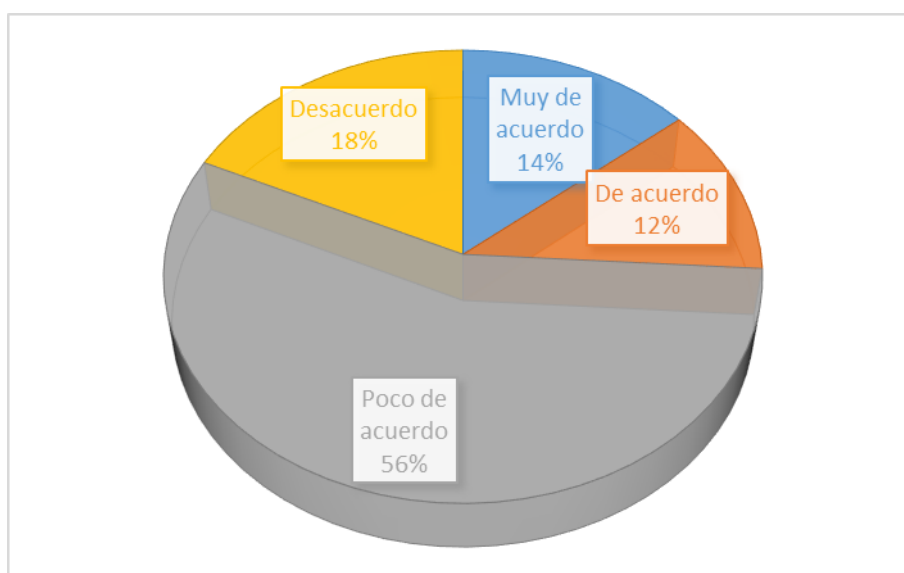
Ítem	Opciones	Respuestas	
		Absolutas	Relativas
1	Muy de acuerdo	23	46%
2	De acuerdo	11	22%
3	Poco de acuerdo	7	14%
4	Desacuerdo	9	18%
Total		50	100%



Interpretación: La primera pregunta muestra que el 46% de las personas encuestadas está muy de acuerdo con el contenido de la malla de su carrera, el 22% está de acuerdo, el 14% poco de acuerdo y el 18% está en desacuerdo.

2.- ¿Está de acuerdo con el contenido de prácticas que hasta el momento se realiza en su carrera?

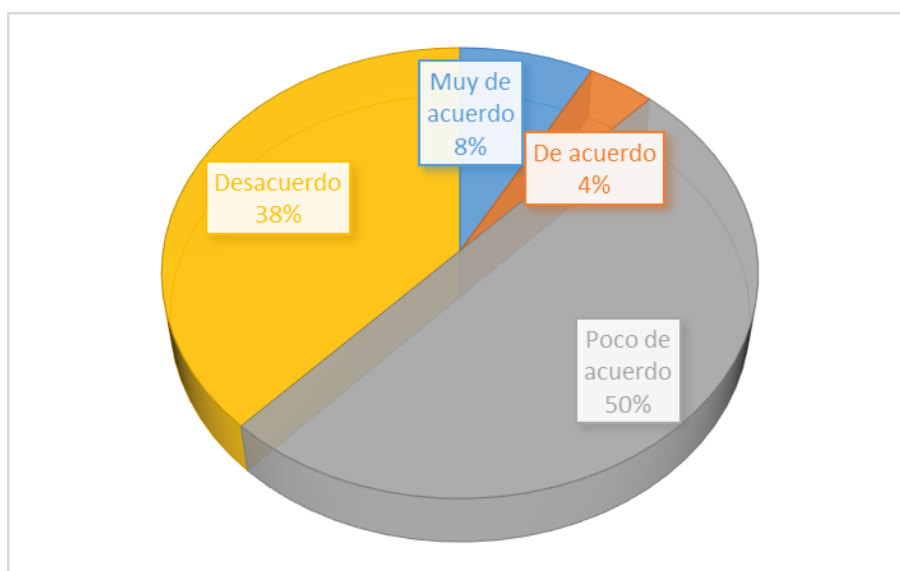
Ítem	Opciones	Respuestas	
		Absolutas	Relativas
1	Muy de acuerdo	7	14%
2	De acuerdo	6	12%
3	Poco de acuerdo	28	56%
4	Desacuerdo	9	18%
Total		50	100%



Interpretación: La segunda pregunta muestra que 56% está poco de acuerdo con el contenido de prácticas que hasta el momento se realizan las materias de las carreras, el 18% está en desacuerdo, el 14% muy de acuerdo y el 12% de acuerdo.

3.- ¿Está de acuerdo con el método con el que se realizan las practicas?

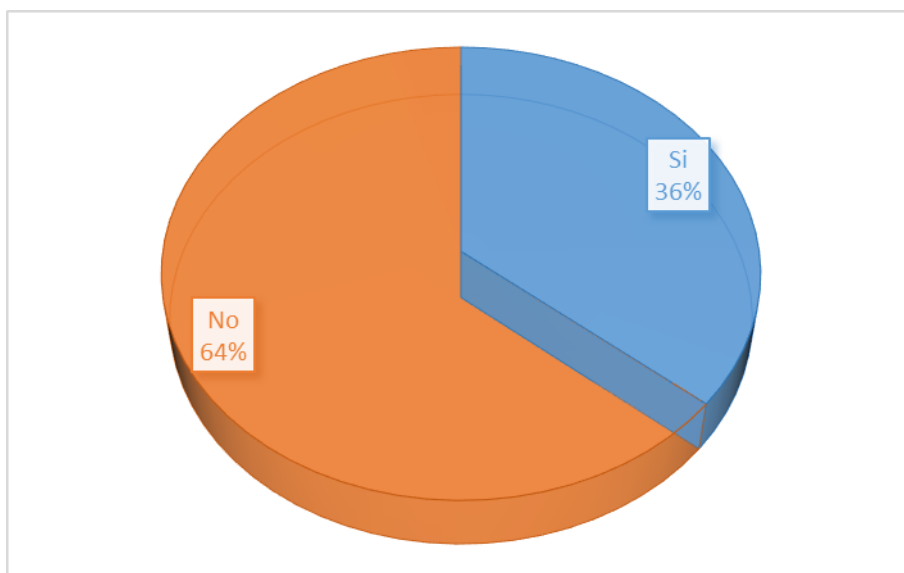
Ítem	Opciones	Respuestas	
		Absolutas	Relativas
1	Muy de acuerdo	4	8%
2	De acuerdo	2	4%
3	Poco de acuerdo	25	50%
4	Desacuerdo	19	38%
Total		50	100%



Interpretación: La tercera pregunta muestra que el 50% está poco de acuerdo con el método que se realizan las prácticas, el 38% está en desacuerdo, 8% muy de acuerdo y el 4% de acuerdo.

4.- ¿En todas las materias de especialización fueron realizadas las prácticas?

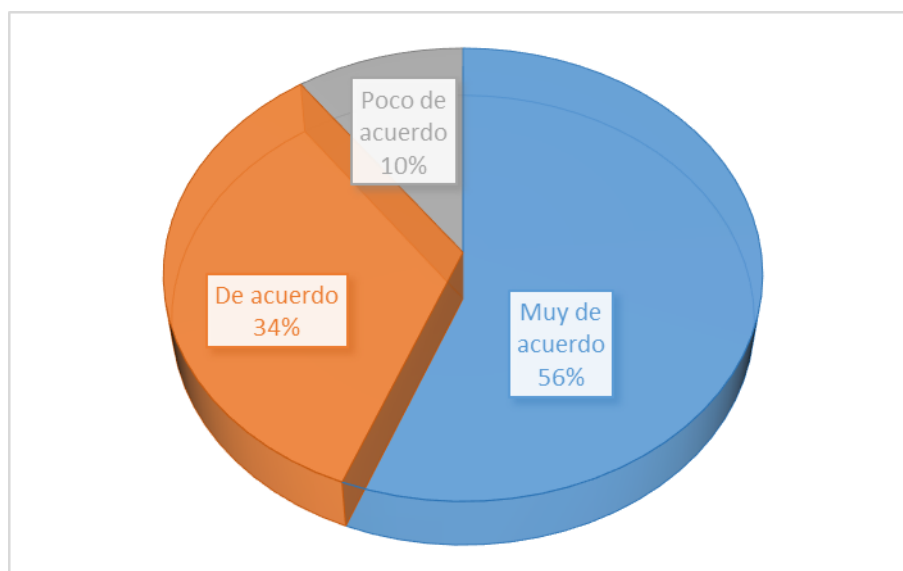
Ítem	Opciones	Respuestas	
		Absolutas	Relativas
1	Si	18	36%
2	No	32	64%
Total		50	100%



Interpretación: En la cuarta pregunta, el 64% de los encuestados manifiestan que no fueron realizadas las prácticas en todas las materias de especialización, y el 36% dice que si fueron realizadas.

5.- ¿Está de acuerdo que las prácticas que se realizan en un laboratorio ayuda a entender mejor los conceptos vertidos por los docentes de cada materia?

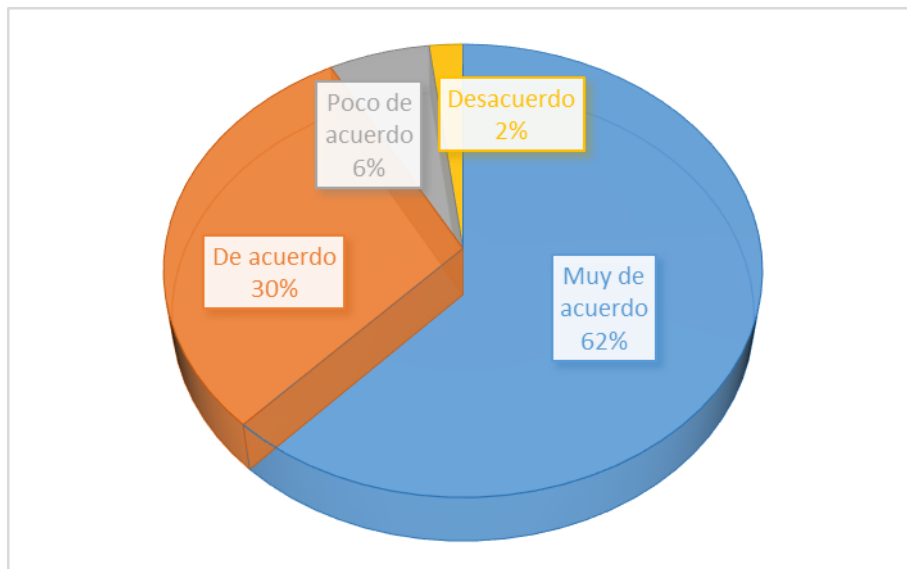
Ítem	Opciones	Respuestas	
		Absolutas	Relativas
1	Muy de acuerdo	28	56%
2	De acuerdo	17	34%
3	Poco de acuerdo	5	10%
4	Desacuerdo	0	0%
Total		50	100%



Interpretación: En la quinta pregunta el 56% de los encuestados respondieron que están muy de acuerdo en que las prácticas que se realizan en un laboratorio ayudan a entender mejor los conceptos vertidos por los docentes de cada materia, el 34% está de acuerdo y el 10% está poco de acuerdo.

6.- Aparte de los talleres existentes en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería. ¿Estaría bien tener un laboratorio especializado para cada carrera?

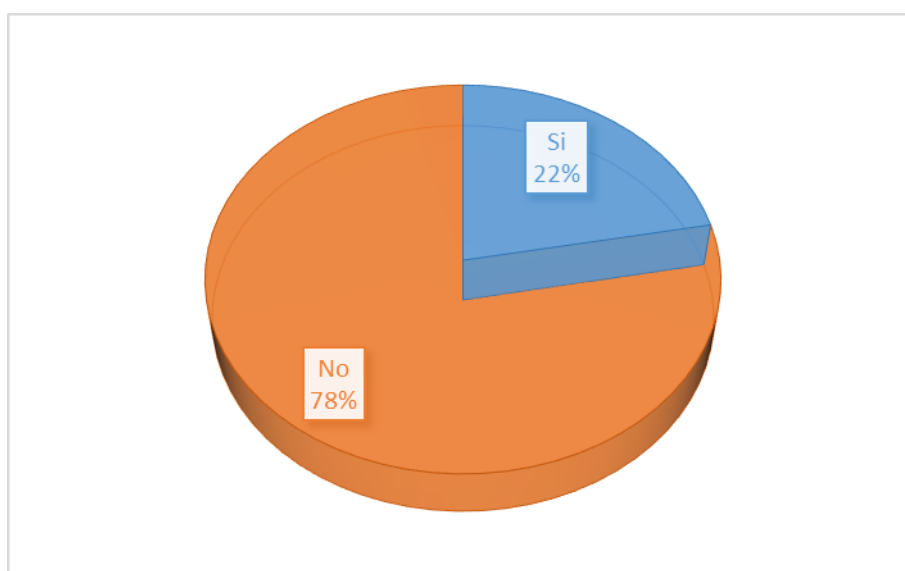
Ítem	Opciones	Respuestas	
		Absolutas	Relativas
1	Muy de acuerdo	31	62%
2	De acuerdo	15	30%
3	Poco de acuerdo	3	6%
4	Desacuerdo	1	2%
Total		50	100%



Interpretación: En la sexta pregunta se muestra que el 62% de los encuestados está muy de acuerdo con que estaría bien tener un laboratorio especializado para cada materia, el 30% está de acuerdo, el 6% está poco de acuerdo y el 2% está en desacuerdo.

7.- ¿Conoce actualmente si la Universidad Técnica Estatal de Quevedo ha equipado, implementado o mejorado los laboratorios de prácticas?

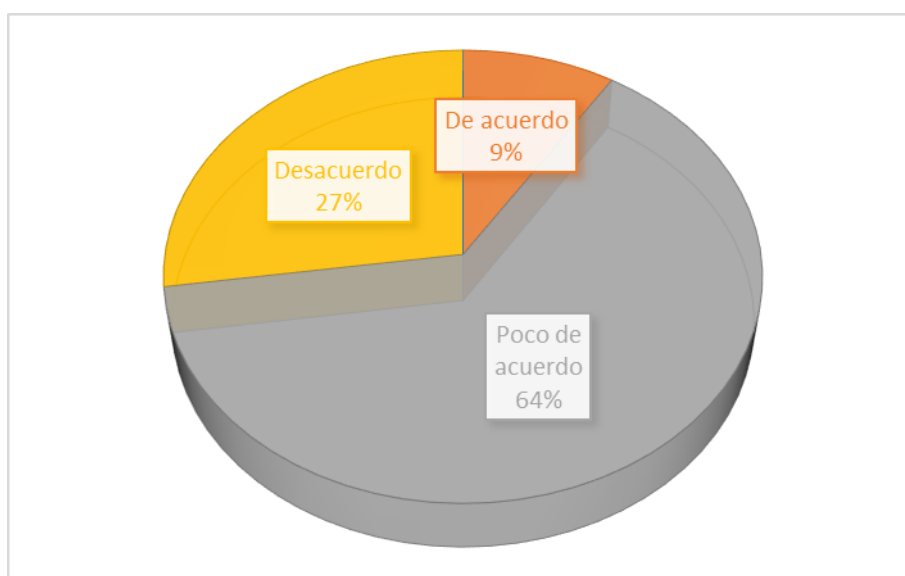
Ítem	Opciones	Respuestas	
		Absolutas	Relativas
1	Si	11	22%
2	No	39	78%
Total		50	100%



Interpretación: En la séptima pregunta se manifiesta que el 78% no conoce si actualmente la Universidad Técnica Estatal de Quevedo ha equipado, implementado o mejorado los laboratorios de prácticas y el 22% manifestó que si conocía.

8.- Si su respuesta anterior es positiva ¿Considera que los laboratorios Universidad Técnica Estatal de Quevedo se han equipado con tecnología moderna que satisface las necesidades?

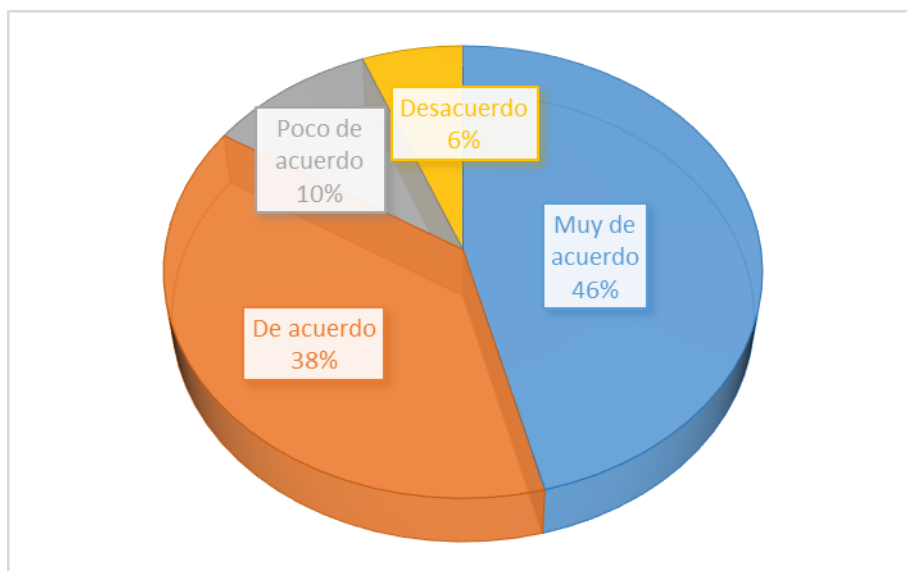
Ítem	Opciones	Respuestas	
		Absolutas	Relativas
1	Muy de acuerdo	0	0%
2	De acuerdo	1	9%
3	Poco de acuerdo	7	64%
4	Desacuerdo	3	27%
Total		11	100%



Interpretación: En la octava pregunta el 64% de los encuestados está poco de acuerdo en que los laboratorios satisfacen las necesidades de los estudiantes y docentes, el 27% está en desacuerdo y el 9% está de acuerdo.

9.- ¿Considera oportuno la construcción de una nave industrial que acoja todos los laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería?

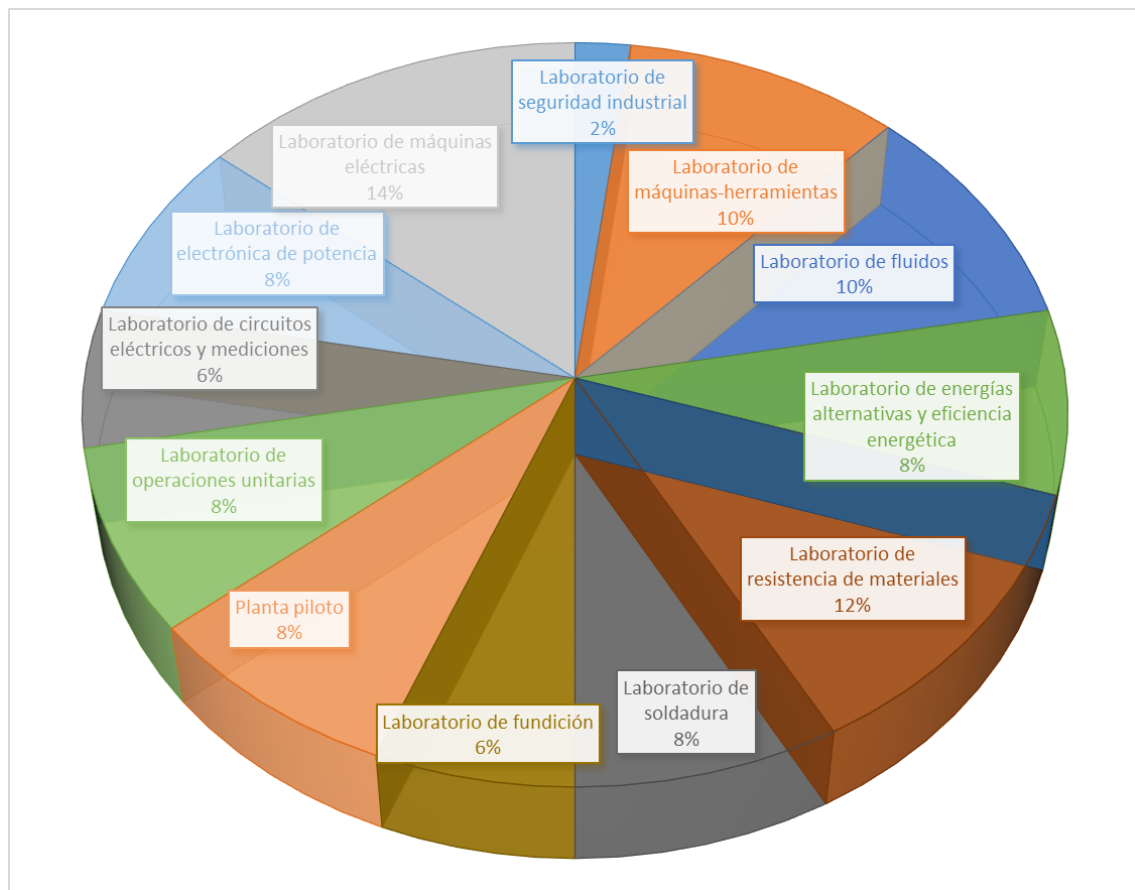
Ítem	Opciones	Respuestas	
		Absolutas	Relativas
1	Muy de acuerdo	23	46%
2	De acuerdo	19	38%
3	Poco de acuerdo	5	10%
4	Desacuerdo	3	6%
Total		50	100%



Interpretación: En la novena pregunta el 46% de los encuestados manifiesta que está muy de acuerdo en la construcción de una nave industrial que acoja todos los laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, el 38% está de acuerdo, el 10% poco de acuerdo y el 6% está en desacuerdo.

10-. ¿Señale los laboratorios que cree Ud. que son los más importantes en la formación ingenieros?

Ítem	Opciones	Respuestas	
		Absolutas	Relativas
1	Laboratorio de termodinámica	1	2%
2	Laboratorio de máquinas-herramientas	5	10%
3	Laboratorio de mecánica informática	0	0%
4	Laboratorio de transferencia de calor	0	0%
5	Laboratorio de laboratorio de fluidos	5	10%
6	Laboratorio de energías alternativas y eficiencia energética	4	8%
7	Laboratorio de automatización de procesos mecánicos	0	0%
8	Laboratorio de resistencia de materiales	6	12%
9	Laboratorio de soldadura	4	8%
10	Laboratorio de fundición	3	6%
11	Laboratorio de ensayos no destructivos	0	0%
12	Laboratorio de nuevos materiales	0	0%
13	Laboratorio de conformado mecánico	0	0%
14	Planta piloto	4	8%
15	Laboratorio de envase y embalaje	0	0%
16	Laboratorio de química analítica	0	0%
17	Laboratorio de transferencia de calor	0	0%
18	Laboratorio de operaciones unitarias	4	8%
20	Laboratorio de investigación de procesos químicos	0	0%
21	Laboratorio de análisis instrumental	0	0%
22	Laboratorio de circuitos eléctricos y mediciones	3	6%
23	Laboratorio de control de máquinas eléctricas	0	0%
24	Laboratorio de control de procesos industriales	0	0%
25	Laboratorio de control industrial	0	0%
26	Laboratorio de electrónica de potencia	4	8%
28	Laboratorio de alto voltaje	0	0%
29	Laboratorio de máquinas eléctricas	7	14%
Total		50	100%



Interpretación: En la décima pregunta el 14% de los encuestados eligieron el laboratorio de máquinas eléctricas, el 12% el laboratorio de resistencia de los materiales, el 10% el laboratorio de máquina y herramientas, el 10% el laboratorio de fluidos, el 8% el laboratorio de soldadura, el 8% la planta piloto, el 8% el laboratorio de operaciones unitarias, 8% de electrónica de potencia, 8% el laboratorio de energías alternativas y eficiencia energética, 6% el laboratorio de fundición, el 6% el laboratorio de circuitos eléctricos y mediciones, 2% el laboratorio de seguridad industrial.

ANEXO 3: Acero ASTM A36

ASME/ASTM A36



Acero al carbono estructural de acuerdo al estándar ASME/ASTM A36/A 36M

Este grado se utiliza principalmente pernado, atornillado, o soldados en la construcción de puentes y edificios, y para propósitos estructurales en general.

Composición química acero A36

	Hasta 3/4 in.	Sobre 3/4 in. hasta 1-1/2 in.	Sobre 1-1/2 in. Hasta 2-1/2 in.	Sobre 2-1/2 hasta 4 in.	Sobre 4 in.
Carbono	0.25	0.25	0.26	0.27	0.29
Manganeso	--	.80/1.20	.85/1.20	.85/1.20	.85/1.20
Fósforo	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Azufre	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Silicio	.40 max	.40 max	.15/.40	.15/.40	.15/.40
Cobre min % cuando se especifica de acero de cobre	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
* Nota: Por cada reducción de 0,01% por debajo del máximo especificado de carbono, un aumento del 0,06% de manganeso por encima de la cantidad máxima prevista será permitido, hasta el máximo de 1,35%.					

Propiedades mecánicas acero A36

Resistencia a la tracción:	58,000 - 80,000 psi [400-550 MPa]
Min. Punto de fluencia:	36,000 psi [250 MPa]
Elongación en 8":	20% min
Elongación en 2":	23% min

ANEXO 4: Fichas técnicas de perfiles

PERFILES IMPORTADOS ANGULOS

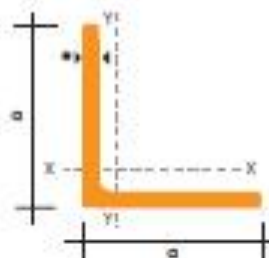
Especificaciones Generales

Calidad	ASTM A 36 SAE 1008
Otras calidades	Previa Consulta
Largo normal	6,00 m
Otros largos	Previa Consulta
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa Consulta



DENOMINACION	DIMENSIONES		PESO		AREA
	mm		kg/m	kg/6m	cm ²
	a	e			
AL 20X2	20	2	0.60	3.62	0.76
AL 20X3	20	3	0.87	5.27	1.11
AL 25X2	25	2	0.75	4.56	0.96
AL 25X3	25	3	1.11	6.68	1.41
AL 25X4	25	4	1.46	8.75	1.84
AL 30X3	30	3	1.36	8.13	1.71
AL 30X4	30	4	1.77	10.63	2.24
AL 40X3	40	3	1.81	11.00	2.31
AL 40X4	40	4	2.39	14.34	3.04
AL 40X6	40	6	3.49	21.34	4.44
AL 50X3	50	3	2.29	13.85	2.91
AL 50X4	50	4	3.02	18.33	3.84
AL 50X6	50	6	4.43	26.58	5.64
AL 60X6	60	6	5.37	32.54	6.84
AL 60X8	60	8	7.09	42.54	9.03
AL 65X6	65	6	5.84	35.25	7.44
AL 70X6	70	6	6.32	38.28	8.05
AL 75X6	75	6	6.78	40.65	8.64
AL 75X8	75	8	8.92	54.18	11.36
AL 80X8	80	8	9.14	55.60	11.60
AL 100X6	100	6	9.14	55.60	11.64
AL 100X8	100	8	12.06	74.05	15.36
AL 100X10	100	10	15.04	90.21	19.15
AL 100X12	100	12	18.26	109.54	22.56

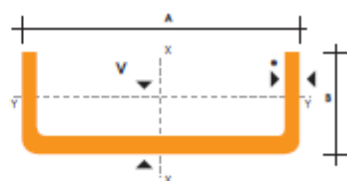
También en galvanizado e inoxidable



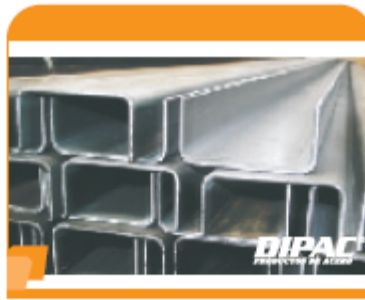
PERFILES ESTRUCTURALES CANALES "U"

Especificaciones Generales

Norma	INEN 1 623: 2000
Otras calidades	Previa consulta
Largo normal	6mts
Otros largos	Previa consulta
Espesores	Desde 1.5mm hasta 12mm
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa consulta



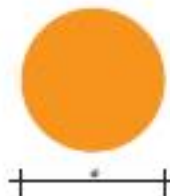
DIMENSIONES			PESOS			TIPOS							
A	B	e	6 metros	1 metro	SECCION	EJE X-X			EJE Y-Y				
mm	mm	mm	kg	kg	cm2	I	W	I	I	W	I	x	
						cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm	cm	
40	25	2	7.86	1.31	1.67	4.20	2.10	1.59	1.06	0.62	0.80	0.79	
50	25	2	8.82	1.47	1.87	7.06	2.83	1.94	1.13	0.63	0.78	0.72	
50	25	3	12.72	2.12	2.70	9.70	3.88	1.89	1.57	0.91	0.76	0.77	
60	30	2	10.62	1.77	2.26	12.50	4.16	2.35	2.00	0.93	0.94	0.85	
60	30	3	15.54	2.59	3.30	17.50	5.85	2.31	2.84	1.34	0.93	0.89	
60	30	4	19.80	3.30	4.20	21.10	7.03	2.24	3.51	1.72	0.91	0.95	
80	40	2	14.46	2.41	3.07	30.80	7.71	3.17	4.89	1.68	1.26	1.09	
80	40	3	21.24	3.54	4.50	43.90	11.00	3.12	7.01	2.45	1.25	1.14	
80	40	4	27.66	4.61	5.87	55.40	13.90	3.07	8.92	3.17	1.23	1.19	
80	40	5	34.44	5.74	7.18	65.49	16.37	3.02	10.62	3.83	1.21	1.23	
80	40	6	40.44	6.74	8.42	74.18	18.54	2.96	12.10	4.44	1.19	1.28	
100	50	2	18.24	3.04	3.87	61.50	12.30	3.99	9.72	2.66	1.58	1.34	
100	50	3	26.88	4.48	5.70	88.50	17.70	3.94	14.10	3.89	1.57	1.39	
100	50	4	35.22	5.87	7.47	113.00	22.60	3.89	18.10	5.07	1.56	1.44	
100	50	5	43.20	7.20	9.18	135.00	27.10	3.84	21.80	6.19	1.53	1.48	
100	50	6	51.96	8.66	10.82	155.26	31.05	3.79	25.14	7.24	1.52	1.53	
100	60	4	38.28	6.38	8.13	128.00	25.60	3.97	29.70	7.17	1.91	1.86	
100	60	5	46.86	7.81	9.95	152.00	30.50	3.91	35.70	8.76	1.90	1.92	
100	60	6	57.72	9.62	12.02	181.80	36.36	3.89	42.25	10.38	1.87	1.93	
100	60	8	74.40	12.40	15.50	22.60	44.52	3.78	52.47	13.32	1.83	2.06	
125	50	2	20.58	3.43	4.37	103.60	16.50	4.86	10.40	2.74	1.54	1.20	
125	50	3	30.42	5.07	6.45	149.00	23.90	4.81	15.10	4.02	1.53	1.24	
125	50	4	39.90	6.65	8.47	192.00	30.70	4.76	19.40	5.24	1.51	1.29	
125	50	5	49.14	8.19	10.40	231.00	37.00	4.71	23.40	6.40	1.50	1.34	
125	50	6	59.16	9.86	12.32	266.00	42.67	4.65	27.19	7.51	1.48	1.38	
125	60	5	53.82	8.97	11.43	266.98	42.71	4.83	39.36	9.15	1.86	1.70	
125	60	6	64.92	10.82	13.52	309.25	49.48	4.78	45.85	10.78	1.84	1.75	
125	60	8	84.00	14.00	17.50	383.34	61.33	4.68	57.30	13.94	1.80	1.81	
125	80	6	76.44	12.74	15.92	394.28	63.08	4.97	102.94	19.10	2.54	2.61	
125	80	8	99.30	16.55	20.69	493.02	78.88	4.88	130.27	24.30	2.50	2.64	
125	80	10	120.96	20.16	25.21	576.62	92.25	4.78	154.19	29.31	2.47	2.74	
150	50	2	22.92	3.82	4.87	159.00	21.10	5.71	10.90	2.80	1.50	1.09	
150	50	3	33.96	5.66	7.20	230.00	30.70	5.65	15.90	4.11	1.49	1.13	
150	50	4	44.64	7.44	9.47	297.00	39.60	5.60	20.50	5.36	1.47	1.17	
150	50	5	55.02	9.17	11.70	359.00	47.90	5.55	24.80	6.55	1.46	1.22	
150	50	6	66.36	11.06	13.82	416.69	55.55	5.49	28.80	7.70	1.44	1.26	
150	60	5	59.70	9.95	12.68	441.85	54.91	5.7	41.72	9.40	1.81	1.56	
150	60	6	72.12	12.02	15.02	478.93	63.85	5.64	48.70	11.07	1.80	1.60	
150	60	8	93.60	15.60	19.50	598.74	79.83	5.54	61.15	14.35	1.77	1.74	
150	80	6	83.64	13.94	17.42	603.42	80.45	5.88	109.91	19.73	2.51	2.43	
150	80	8	108.90	18.15	22.69	760.23	101.36	5.78	139.53	25.09	2.47	2.44	
150	80	10	132.96	22.16	27.71	896.29	119.50	5.68	165.85	30.37	2.44	2.54	



Continuación del cuadro anterior

DIMENSIONES			PESOS		SECCION	TIPOS			EJE Y-Y			
A	B	e	6 metros	1 metro		EJE X-X			EJE Y-Y			
mm	mm	mm	kg	kg	cm ²	I	W	I	I	W	I	x
						cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm
150	80	12	157.80	26.30	32.47	1012.95	135.06	5.59	189.27	35.31	2.41	2.64
200	50	2	27.66	4.61	5.87	316.00	31.60	7.34	11.80	2.88	1.42	0.92
200	50	3	40.98	6.83	8.70	462.00	46.20	7.29	17.10	4.23	1.40	0.96
200	50	4	54.06	9.01	11.50	600.00	60.00	7.23	22.10	5.53	1.38	1.00
200	50	5	66.60	11.10	14.20	729.00	72.90	7.17	26.70	6.75	1.37	1.05
200	50	6	80.70	13.45	16.81	850.82	85.08	7.11	31.18	7.97	1.36	1.09
200	60	5	71.46	11.91	15.18	853.31	85.33	7.50	45.29	9.72	1.73	1.34
200	60	6	86.52	14.42	18.01	963.76	96.37	7.31	53.04	11.50	1.71	1.39
200	60	8	112.80	18.80	23.50	1218.58	121.85	7.20	66.96	14.96	1.68	1.53
200	80	6	96.04	16.34	20.42	1189.65	118.96	7.63	120.77	20.61	2.43	2.14
200	80	8	128.10	21.35	26.69	1513.67	151.36	7.53	153.94	26.27	2.40	2.14
200	80	10	156.96	26.16	32.71	1303.27	130.32	7.42	183.91	31.87	2.37	2.23
200	80	12	186.96	31.16	38.47	2060.24	206.02	7.32	210.38	37.04	2.34	2.32
200	100	6	109.56	18.26	22.82	1415.55	141.55	7.87	225.25	31.19	3.14	2.78
200	100	8	143.46	23.91	29.89	1808.75	180.87	7.77	289.60	40.61	3.11	2.87
200	100	10	176.16	29.36	36.71	2164.60	216.46	7.67	348.64	49.59	3.08	2.97
200	100	12	210.30	35.05	43.28	2484.70	248.47	7.58	420.78	60.72	3.12	3.07
250	60	3	50.82	8.47	10.80	894.47	71.56	9.10	30.27	6.18	1.67	1.10
250	60	4	76.20	11.20	14.27	1166.90	93.35	9.04	39.31	8.09	1.66	1.14
250	60	5	83.22	13.87	17.68	1426.75	114.14	8.98	47.85	9.95	1.65	1.19
250	60	6	102.12	17.02	21.02	1674.23	133.94	8.92	55.89	11.72	1.63	1.23
250	60	8	133.50	22.25	27.48	2132.71	170.62	8.81	70.52	15.07	1.60	1.32
250	80	6	112.44	18.74	23.42	203.09	162.48	9.31	128.98	21.28	2.34	1.82
250	80	8	147.30	24.55	30.69	2600.80	208.06	9.20	164.65	27.03	2.31	1.91
250	80	10	180.96	30.16	37.71	3119.15	249.53	9.67	197.30	32.88	2.28	2.00
250	80	12	216.12	36.02	44.47	3588.54	287.07	9.57	225.78	38.20	2.25	2.09
250	100	6	123.96	20.66	25.82	2388.38	191.07	9.46	241.61	32.17	3.05	2.49
250	100	8	162.66	27.11	33.89	3069.49	245.55	11.06	311.36	41.96	3.03	2.58
250	100	10	200.16	33.36	41.71	3695.48	295.64	11.00	375.84	51.27	3.00	2.67
250	100	12	239.46	39.91	49.27	4268.34	341.47	10.94	450.31	62.28	3.02	2.77
250	120	10	222.12	37.02	45.71	4271.77	341.74	10.71	629.61	73.21	3.71	3.40
250	120	12	262.74	43.79	54.07	4947.99	395.84	10.60	732.59	86.09	3.68	3.49
300	80	4	84.12	14.02	17.87	2186.18	145.75	11.20	93.35	14.50	2.29	1.56
300	80	5	104.46	17.41	22.18	2685.33	179.02	11.09	114.40	17.90	2.27	1.61
300	80	6	126.84	21.14	26.42	3165.24	211.01	11.00	134.55	21.19	2.26	1.65
300	80	8	166.50	27.75	34.69	4071.64	271.44	10.94	172.94	27.62	2.23	1.74
300	80	10	205.02	34.17	42.71	4906.43	327.09	10.83	207.65	33.60	2.20	1.82
300	80	12	245.28	40.88	50.47	5672.90	378.19	10.71	237.51	39.00	2.17	1.91
300	100	6	138.36	23.06	28.82	3683.91	245.59	10.60	254.58	32.89	2.97	2.26
300	100	8	181.86	30.31	37.89	4753.93	316.92	11.30	328.58	42.95	2.94	2.35
300	100	10	224.16	37.36	46.71	5747.76	383.18	11.20	397.3	52.55	2.91	2.44
300	100	12	268.68	44.78	55.30	6670.00	445.00	11.09	459.00	61.50	2.88	2.53
300	120	10	246.42	41.07	50.71	6589.61	439.31	10.87	667.52	75.09	3.63	3.11
300	120	12	291.90	48.65	60.07	7663.55	510.90	11.40	777.84	88.49	3.60	3.21
300	150	10	275.58	45.93	56.71	7851.11	523.41	11.19	1250.73	115.92	4.70	4.21
300	150	12	326.88	54.48	67.27	9156.55	610.44	11.77	1464.63	137.01	4.67	4.31

VARILLA REDONDA LISA



DENOMINACION	DIAMETRO		PESO		AREA
	mm	kg/m	kg/5m	cm ²	
VRL 5,5	5.5	0.34	2.04	0.43	
VRL 8	8.0	0.50	2.96	0.63	
VRL 10	10.0	0.62	3.70	0.79	
VRL 12	12.0	0.89	5.33	1.13	
VRL 15	15.0	1.39	8.32	1.77	
VRL 18	18.0	2.00	11.98	2.55	
VRL 22	22.0	2.98	17.90	3.80	
VRL 24,5	24.0	3.70	22.20	4.71	

DIPANELES

TECHO / PARED / LOSA / CURVOS DP4 - DP5

Especificaciones Generales

Norma	Según al material (galvalume - tin - galvanizado)
Espesores	Desde 0.25 mm hasta 0.70mm
Largo	según necesidad (a medida)
Ancho útil	1000mm

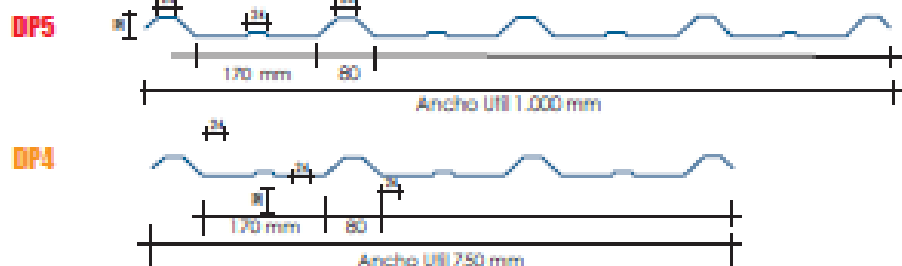


		DP4							DP5						
		CON UNO O DOS APOYOS							CON TRES O MAS APOYOS						
ESPESOR (mm)		0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.60	0.7	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.7
DISTANCIA ENTRE CORREAS (m)	0.75	142.00	142.00	165	188	211	234	280	326						
	0.75	37.80	37.80	441	502	564	625		869	473	551	628	705	782	1087
	1.00	106.00	106.00	124	141	158	176	210	244						
	1.00	213.00	213.00	248	282	317	352		489	266	310	353	397	440	611
	1.25	85.00	85.00	99	113	127	140	167	195						
	1.25	136.00	136.00	158	181	203	225		313	170	198	226	254	280	391
	1.50	71.00	71.00	82	94	105	117	140	163						
	1.50	94.00	94.00	110	125	141	156		217	118	137	157	176	195	271
	1.75	60.00	60.00	70	80	90	100	120	139						
	1.75	69.00	69.00	81	92	103	114		199	86	101	116	129	143	199
	2.00	53.00	53.00	62	70	79	88	105	122						
	2.00	53.00	53.00	62	70	79	88	105	122	66	77	88	99	110	152
	2.25	47.00	47.00	55	62	70	78	93	108						
	2.25			49	55	62	69		96	52	51	69	78	86	120
	2.50			49	56	63	70	84	97						
	2.50				45	50	56		78		49	56	63	70	97
	2.75						64	76	88						
	2.75								64			39	52	58	80

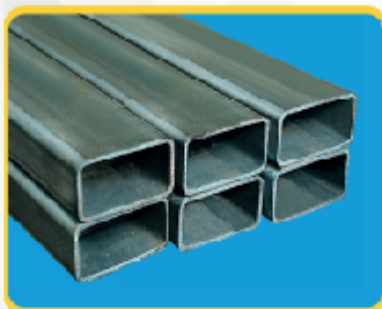
CARGA PUNTUAL P(kg)

CARGA UNIFORMEMENTE REPARTIDA
q(kg/m²) ☐

SEPARACION ENTRE APOYOS							
ESPESOR (mm)	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.60	0.7
SEPARACION (m)	1.30	1.60	1.85	2.05	2.20	2.40	2.60



TUBO ESTRUCTURAL RECTANGULAR



Especificaciones Generales:

Norma	NTE INEN 2415
Calidad:	SAE J403 1008
Acabado:	Acero negro o galvanizado
Largo normal:	5,00 m y medidos especiales
Dimensiones:	Desde 20mm x 40mm a 50mm x 150mm
Espesores:	Desde 1,20mm a 3,00mm



Dimensiones				Área cm ²	Ejes Y-Y			Ejes X-X		
A mm	B mm	Espesor (e) mm	Peso Kg/m		I cm ⁴	W cm ³	i cm	i cm ⁴	W cm ³	i cm ³
20	40	1.2	1.09	1.32	2.61	1.30	1.12	0.88	0.88	0.83
20	40	1.5	1.35	1.65	3.26	1.63	1.40	1.09	1.09	0.81
20	40	2.0	1.78	2.14	4.04	2.02	1.37	1.33	1.33	0.79
25	50	1.5	1.71	2.10	6.39	2.56	1.74	2.19	1.75	1.02
25	50	2.0	2.25	2.74	8.37	3.35	1.75	2.80	2.24	1.01
25	50	3.0	3.30	4.14	12.56	5.02	1.74	3.99	3.19	0.99
30	50	1.5	1.88	2.25	7.27	2.91	1.80	3.32	2.21	1.21
30	50	2.0	2.41	2.94	9.52	3.81	1.80	4.28	2.85	1.21
30	50	3.0	3.30	4.21	12.78	5.11	1.74	5.66	3.77	1.16
30	70	2.0	3.03	3.74	22.20	6.34	2.44	5.85	3.90	1.25
30	70	3.0	4.48	5.41	30.50	8.71	2.37	7.84	5.23	1.20
40	60	1.5	2.29	2.91	14.90	4.97	2.26	7.94	3.97	1.65
40	60	2.0	3.03	3.74	18.08	6.13	2.22	9.81	4.90	1.62
40	60	3.0	4.48	5.41	25.31	8.44	2.16	13.37	6.69	1.57
30	70	1.5	2.34	2.91	18.08	5.17	2.49	4.76	3.17	1.28
30	70	2.0	2.93	3.74	22.20	6.34	2.44	5.85	3.90	1.25
30	70	3.0	4.25	5.41	30.50	8.71	2.37	7.84	5.23	1.20
40	80	1.5	2.76	3.74	31.75	7.94	2.91	10.77	5.39	1.70
40	80	2.0	3.66	4.54	37.32	9.33	2.87	12.70	6.35	1.67
40	80	3.0	5.42	6.61	52.16	13.04	2.81	17.49	8.75	1.63
50	100	2.0	4.52	5.74	74.94	14.99	3.61	25.65	10.26	2.11
50	100	3.0	6.71	8.41	106.34	21.27	3.56	35.97	14.39	2.07
50	150	2.0	6.17	7.74	207.45	27.66	5.18	37.17	14.87	2.19
50	150	3.0	9.17	11.41	298.35	39.78	5.11	52.54	21.02	2.15

ANEXO 5: Planos